FISHTECH 4.0.3-02(4)

เอกสารหมายเลข 14

การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง

มาโนช ขำเจริญ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วิทยาเขตตรัง

คำนำ

เอกสารการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชังฉบับนี้ ได้เรียบเรียงขึ้นเพื่อใช้ศึกษาประกอบการเรียนวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (10-121-309) ซึ่งเป็นวิชาชีพเฉพาะสาขาของนักศึกษา ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สาขาวิชาการจัดการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง อีกทั้งยังสามารถใช้เพื่อประกอบการเรียนในวิชาอื่นๆ เช่น วิชาการเลี้ยงปลา การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งปฏิบัติการ เป็นต้น โดยเอกสารฉบับนี้กล่าวถึง การเลือกสถานที่ การสร้างกระชังเลี้ยงปลา ชีววิทยาของสัตว์น้ำกร่อยเศรษฐกิจ วิธีการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยเศรษฐกิจในกระชังและบริเวณกระชัง โรคและพยาธิสัตว์น้ำกร่อยที่เลี้ยงในกระชัง โดยผู้เรียบเรียงได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำราต่างๆ และจากประสบการณ์ของผู้เขียนเอง ตลอดจนจากการสำรวจพื้นที่แหล่งเลี้ยง เกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง

ผู้เรียบเรียงขอขอบคุณ ผู้ที่มีส่วนร่วมในการจัดทำเอกสารฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี
และหวังว่านักศึกษาและผู้สนใจคงจะได้รับประโยชน์จากเอกสารนี้พอสมควร หากเอกสารฉบับนี้มีข้อผิดพลาดหรือบกพร่องประการใด ผู้เรียบเรียงขออภัยมา ณ โอกาสนี้ และยินดีรับข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงเอกสารในโอกาสต่อไป

มาโนช ขำเจริญ

2555

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทนำ	1
การเลือกสถานที่	5
กระชังเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย	14
การเลี้ยงปลากะพงขาว	21
การเลี้ยงปลากะรัง	35
การเลี้ยงปลากะพงแดงในกระชัง	49
การเลี้ยงปูทะเล	53
การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในบริเวณกระชัง	58
โรคและพยาธิสัตว์น้ำกร่อยเศรษฐกิจ	64
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก	78

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณสัตว์น้ำเค็มและสัตว์น้ำจืด จำแนกตามวิธีทำการประมง ปี 2543 – 2547	2
2	ปริมาณสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จำแนกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2543– 2547	2
3	สูตรอาหารผสมสำหรับปลากะพงขาว	29
4	ต้นทุนการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง ปีพ.ศ 2544 (8 กระชัง : กระชังเดี่ยว ขนาด 5 x 5 x 2 เมตร จากปลาขนาด 4 – 5 นิ้ว)	33
5	ต้นทุนการเลี้ยงปลากะรังในกระชัง ปี 2544 (5 กระชัง : กระชังเดี่ยวขนาด 5 x 5 x 2 เมตร จากปลาขนาด 3 – 4 นิ้ว)	45
6	การเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต อัตราการอยู่รอด ผลผลิต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะรัง ที่เลี้ยงในกระชังเป็นระยะเวลา 7 เดือน(21 พฤษภาคม 2530 – 17 ธันวาคม 2530)	47
7	อัตราความหนาแน่นของปลากะพงแดงที่เลี้ยงในกระชัง และขนาดของตากระชังที่เหมาะสมกับอายุปลาที่เลี้ยง	51

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เครื่องวัดความเค็ม (Salinometer)	6
2	แผ่นวงกลมขาวดำ (Secchi disc)	10
3	สถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างกระชังเลี้ยงปลาน้ำกร่อย	12
4	กระชังประจำที่	14
5	วัสดุที่นิยมนำมาทำทุ่นลอย ถังพลาสติก (A) และโฟมตัน (B)	17
6	วัสดุถ่วงอวน ตุ้มซิเมนต์ (A) และถังแกลลอนพลาสติก (B)	17
7	กระท่อมพักบนกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย	18
8	โครงกระชังลอยน้ำทำจากไม้(A) และโครงกระชังลอยน้ำทำจากท่อเหล็ก (B)	20
9	ปลากะพงขาว Giant Perch หรือ Sea Bass; *Lates calcarifer* (Bloch)	21
10	การขนส่งลำเลียงลูกปลากะพงขาวด้วยภาชนะแบบเปิดโดยรถยนต์	25
11	การปล่อยลูกปลากะพงขาวลงเลี้ยงในกระชัง	26
12	ลูกปลาขนาด 4-5 นิ้ว ที่สามารถปล่อยเลี้ยงในกระชัง	26
13	อาหารปลากะพงขาว(ปลาสด)	28
14	การเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังโดยใช้อาหารเม็ดลอยน้ำ	30
15	การให้อาหารปลาน้ำกร่อยในกระชัง	31
16	ปลากะพงขาวขนาดที่สามารถจำหน่ายได้ (ปลาจาน)	34
17	ปลากะรังปากแม่น้ำOrange–spotted grouper; *Epinephelus coioides* (Hamilton,1822)	36
18	ลากะรังจุดดำ Malabar grouper; *Epinephelus malabaricus* (Bloch and Schneider,1801)	37
19	สถานที่รับซื้อเพื่อรวบรวมลูกปลากะรังจากชาวประมง	38
20	ลอบหรือไซ	39
21	ชาวประมงกำลังวางไซ	39
22	เบ็ดตกปลากะรังไม่ใช้เหยื่อเกี่ยวเบ็ด	40
23	ลูกปลากะรังขนาดที่นำมาเลี้ยงในกระชัง ขนาดความยาว 6-7 นิ้ว(A) ลูกปลากะรังขนาดความยาว 2-3 นิ้ว (B)	41
24	ปลากะรังขนาดที่สามารถจำหน่ายได้	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	ปลากะพงแดง Red Snapper *Lutjanus argentimaculatus*, (Forskal)	49
26	ปูทะเล Mud crab; *Scylla serrata* (Forskal,1755)	53
27	ลักษณะภายในของปูทะเลที่มีไข่ในกระดอง	55
28	ตะกร้าเลี้ยงปูทะเล	56
29	บริเวณสำหรับเลี้ยงปูทะเลในกระชัง	56
30	ปูนิ่มที่บรรจุกล่องและผ่านการแช่แข็ง	57
31	หอยนางรมใหญ่หรือหอยตะโกรม Oyster; *Crassostrea belcheri*	58
32	หอยนางรมขนาดที่สามารถจำหน่ายได้	60
33	หอยแมลงภู่ Green mussel ; *Perna viridis* (Linnaeus)	61
34	การเลี้ยงหอยแมลงภู่ภายใต้โครงกระชังเริ่มจาก การนำหลักหอยมาตัดเป็นท่อนๆ (A) นำลูกหอยใส่ในถุงอวน (B) นำพวงลูกหอยไปแขวนที่กระชัง(C) เลี้ยงจนได้ขนาดที่ตลาดต้องการ (D)	63
35	เห็บระฆัง (*Trichodina* sp.)	67
36	*Epistylis* sp.	67
37	พยาธิปลิงใส *Gyrodactylus* sp.	68
38	รอยด่างสีขาวที่เกิดจากการทำลายของเชื้อรา	69
39	พยาธิกลุ่มครัสเตเซียน (Crustacean) กาลิกัส (A) และเห็บปลา(B)	69

บทนำ

การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง เป็นรูปแบบการเลี้ยงที่ให้ผลผลิตสูง ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในเชิงเศรษฐศาสตร์ และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำบริเวณชายฝั่งทะเล อีกทั้งยังช่วยให้ผู้ที่ไม่มีที่ดินเป็นของตัวเองสามารถประกอบอาชีพการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง ทำให้มีรายได้ ไม่เกิดการว่างงาน การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง หากเลี้ยงในอัตราที่เหมาะสม ไม่หนาแน่นเกินไป จะทำให้มีการเจริญเติบโตดี สามารถช่วยลดระยะเวลาการเลี้ยงให้สั้นลงได้ และหากมีการเลี้ยงสัตว์น้ำหลายๆชนิดร่วมกันบนกระชังแพเดียวกัน จะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่บริเวณกระชังได้เต็มที่ สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารสัตว์น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดอัตราความเสี่ยงจากการขาดทุน และก่อให้เกิดรายได้หมุนเวียนจากการจำหน่ายผลผลิตสัตว์น้ำตลอดทั้งปี นอกจากนี้ยังสะดวกในการดูแล การจัดการ การเคลื่อนย้าย รวมถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต และลงทุนต่ำกว่ารูปแบบการเลี้ยงอื่นๆในขณะที่ผลตอบแทนต่อพื้นที่สูง อย่างไรก็ตามการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง อาจจะมีข้อเสียอยู่บ้าง เช่นปัญหาโรคพยาธิที่มากับน้ำ ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนั้นยังก่อให้เกิดปัญหาสภาพแวดล้อม หากไม่มีการคำนึงถึงปริมาณ และที่ตั้งของกระชัง ตลอดจนความเหมาะสมของแหล่งน้ำ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งชนิดต่างๆ โดยเฉพาะกุ้งทะเล ซึ่งเป็นสินค้าออกที่ทำรายได้ให้กับประเทศอย่างมาก ทั้งปัญหาด้านการผลิต การตลาด เพื่อให้สามารถส่งออกกุ้งทะเลได้อย่างมีมาตรฐาน กรมประมงจึงได้ปรับปรุงการผลิต ตลอดสายการผลิตเพื่อให้ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับ ตั้งแต่โรงเพาะฟัก ฟาร์มเลี้ยง การแปรรูป จนถึงผู้บริโภค จึงได้ทำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมหรือ Code of Conduct ขึ้นมา นอกจากนี้ยังมีเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติทางประมงที่ดี สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อให้การผลิตมีคุณภาพปลอดภัยต่อผู้บริโภค ในสัตว์น้ำชายฝั่งชนิดต่างๆ ได้แก่ กุ้งทะเล หอยนางรม หอยแมลงภู่ ปลาทะเล ปูทะเล และปูม้า ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในปัจจุบันเกษตรกรควรศึกษา ทำความเข้าใจ และนำมาตรฐานการผลิตสัตว์น้ำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จะทำให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่เกิดปัญหาต่างๆ ตามมาภายหลัง ดังรายละเอียดในภาคผนวก

การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในปัจจุบัน

ในปัจจุบันนับว่าประเทศไทย มีการพัฒนาทางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจนสามารถอยู่ในระดับต้นๆ ของโลกมีการผลิตสัตว์น้ำเป็นสินค้าออกไปยังต่างประเทศจำนวนมาก โดยมีการส่งออกมากกว่าการนำเข้า จากการสำรวจสถิติประมงแห่งประเทศไทย ในปี พ.ศ 2549 ปริมาณสัตว์น้ำจืดและน้ำเค็มทั้งหมดที่ได้จากการทำการประมงและการเพาะเลี้ยง มีปริมาณรวม 4,099,600 ตัน ได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง 736,300 ตัน จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด 523,700 ตัน จากการจับจากธรรมชาติ สัตว์น้ำเค็ม 2,635,900 ตัน และสัตว์น้ำจืด 203,700 ตัน ส่งออกเป็นสินค้าสัตว์น้ำรวมทั้งสิ้น 1,657,140

ตัน ขณะที่นำเข้าทั้งสิ้น 1,254,194 ตัน มีผลทำให้ไทยได้เปรียบดุลการค้าจากการส่งออกสินค้าสัตว์น้ำถึง 125,271,000,000 บาท

จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ 2549 ปริมาณสัตว์น้ำเค็มและสัตว์น้ำจืด จำแนกตามวิธีทำการประมงปี 2543 – 2547 ดังตารางที่ 1 และปริมาณสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จำแนกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2543– 2547 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณสัตว์น้ำเค็มและสัตว์น้ำจืด จำแนกตามวิธีทำการประมงปี 2543 – 2547 (ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง,2549)

ปริมาณ(Unit):1000 ตัน (Ton)

ปี	จับจากธรรมชาติ		เพาะเลี้ยง		รวม
	น้ำเค็ม	น้ำจืด	น้ำเค็ม	น้ำจืด	
2543	2,773.7	201.5	467.0	271.0	3,713.2
2544	2,631.7	202.5	534.5	279.7	3,648.4
2545	2,643.7	198.7	660.1	294.5	3,797.0
2546	2,651.2	198.4	703.3	361.1	3,914.0
2547	2,635.9	203.7	736.3	523.7	4,099.6

ตารางที่ 2 ปริมาณสัตว์น้ำจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จำแนกตามประเภทการเลี้ยง ปี 2543– 2547 (ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง,2549)

ปริมาณ(Unit):1000 ตัน (Ton)

การเพาะเลี้ยง	ปริมาณ(ตัน)				
	2543	2544	2545	2546	2547
การเลี้ยงกุ้งทะเล	310.0	280.1	265.0	330.8	360.3
การเลี้ยงปลาน้ำกร่อย	9.0	9.4	12.2	14.6	17.2
การเลี้ยงหอย	148.0	245.0	382.9	357.9	358.8
รวมทั้งสิ้น	467.0	534.5	660.1	703.3	736.3

สัตว์น้ำเค็มนับได้ว่ามีความสำคัญต่อประชากรของประเทศเป็นอย่างมาก ในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะปลาทะเลมีสารอาหารจำพวกกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูงกว่าสัตว์น้ำจืดหรือสัตว์บก จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ 2549 ข้างต้น เห็นได้ว่าปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำเค็มจากการเพาะเลี้ยงในปี 2543 – 2547 ปริมาณผลผลิตสูงขึ้นทุกปี ส่วนปริมาณผลผลิตที่ได้จากการจับจากธรรมชาติลดลง หรือทรงตัว เนื่องจากปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้จากการทำการประมงมีปริมาณน้อยลง มีสาเหตุมาจากแหล่งทำการประมงเสื่อมโทรม ปริมาณสัตว์น้ำในธรรมชาติมีจำนวนลดลง หรือ การจับสัตว์น้ำแต่ละครั้งไม่คุ้มกับการลงทุน การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำเค็ม ให้มีปริมาณมากขึ้น เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง สามารถเลี้ยงได้ง่าย จำนวนผลผลิตที่ได้เมื่อคิดต่อหน่วยพื้นที่สูง ลงทุนต่ำ จำหน่ายได้ราคาสูง สามารถขยายพื้นที่เลี้ยงได้อีก เนื่องจากยังมีแหล่งน้ำ ลำคลอง บริเวณชายฝั่งอีกมาก แต่ในปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชังบางส่วนโดยเฉพาะเกษตรกรผู้เริ่มเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชังยังขาดความรู้และวิธีการเลี้ยงที่ถูกต้อง ดังนั้นเอกสารฉบับนี้จึงได้เสนอวิธีการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ตลอดจนเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกรทำให้มีคุณภาพชีวิตและการเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

ข้อดีของการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง

การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชังกำลังเป็นอาชีพที่สำคัญอีกอาชีพหนึ่งที่เกษตรกรให้ความนิยมและสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชังให้ผลผลิตสูง และลงทุนต่ำเมื่อเทียบกับการเลี้ยงในบ่อดิน นอกจากนั้นในขั้นตอนการเลี้ยงเป็นไปโดยง่าย ส่วนคุณภาพของน้ำก็ดีกว่าเพราะมีการถ่ายเทน้ำตลอดเวลา ปริมาณน้ำมีเพียงพอตลอดทั้งฤดูกาล การเลี้ยงด้วยวิธีนี้ยังเหมาะสมกับทุกสภาพท้องที่ ทั้งน้ำตื้น น้ำลึก เมื่อมีการเปรียบเทียบการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในบ่อกับการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชังแล้ว พบว่าการเลี้ยงในกระชังมีข้อดีกว่าการเลี้ยงในบ่อหลายด้าน คือ

1. ทำความสะอาดง่าย

การเลี้ยงในกระชังนั้นสะดวกต่อการทำความสะอาดกระชัง เพราะน้ำในกระชังมีการหมุนเวียนถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา จึงไม่จำเป็นต้องดูแลมาก ปริมาณน้ำมีเพียงพอสามารถเลี้ยงได้ตลอดทั้งฤดูกาล โดยมีอาหารธรรมชาติอย่างอุดมสมบูรณ์

2. เสียค่าใช้จ่ายไม่มาก

การเลี้ยงในกระชังเสียค่าใช้จ่ายในการสร้างกระชังน้อยกว่าการขุดบ่อเลี้ยง หากมีแหล่งน้ำใกล้ ๆ ก็สามารถเลี้ยงสัตว์น้ำได้ทันที เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยวิธีอื่นในพื้นที่เท่ากัน การเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังสามารถเลี้ยงได้มากกว่า ผลผลิตมีคุณภาพสูงได้มาตรฐาน ส่วนลูกพันธุ์สัตว์น้ำที่ใช้

เลี้ยงเกษตรกรสามารถหาได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือหาซื้อได้ตามหน่วยงานของกรมประมง หรือหาซื้อจากพ่อค้าผู้รวบรวมลูกพันธุ์

3. ได้ผลผลิตสูง

การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชังใช้เวลาเลี้ยงน้อยกว่าการเลี้ยงในบ่อ ผลผลิตที่ได้สูงกว่าเมื่อเทียบกับการลงทุน และไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับเรื่องน้ำเสีย เพราะน้ำมีการไหลเวียนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างจากการเลี้ยงในบ่อ หากสัตว์น้ำกินอาหารไม่หมดเศษอาหารก็จะตกค้างอยู่ในบ่อสะสมเป็นเวลานาน ๆ อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่เลี้ยง ส่งผลให้สัตว์น้ำตาย หรือมีขนาดเล็ก ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

4. ขั้นตอนการจับเพื่อจำหน่ายทำได้ง่าย

เมื่อเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการแล้ว การจับเพื่อจำหน่ายสามารถทำได้ทันที ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือ เช่น อวน แห หรือสูบน้ำให้แห้งก่อนจับสัตว์น้ำ นอกจากนั้นยังสามารถจับเฉพาะสัตว์น้ำที่ได้ขนาด และต้องการจำหน่าย โดยไม่ยุ่งยากแต่อย่างใด

ข้อควรระวังในการเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง

1. สภาพแวดล้อม

ในบริเวณที่เลี้ยงสัตว์น้ำ คุณภาพของน้ำต้องมีความเหมาะสม มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอ กระแสน้ำต้องไหลในอัตราที่พอเหมาะ ความเร็วของกระแสน้ำเฉลี่ยควรอยู่ในช่วง 0.5 – 1.0 เมตรต่อวินาที หลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีพายุรุนแรง บริเวณที่เลี้ยงต้องไม่มีโรคระบาด ตลอดระยะเวลาที่ทำการเลี้ยงสัตว์น้ำ ควรหมั่นคอยดูแลและเตรียมวิธีการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา

2. ขนาดของสัตว์น้ำสัมพันธ์กับกระชัง

สัตว์น้ำที่ใช้เลี้ยงควรมีขนาดใหญ่กว่าตากระชัง เพื่อป้องกันการลอดหนีออกจากกระชังเลี้ยง และควรเลี้ยงในปริมาณที่พอเหมาะไม่มากหรือน้อยเกินไป เพื่อสัตว์น้ำจะได้เจริญเติบโตอย่างเต็มที่ ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของตลาด

3. ให้อาหารสัตว์น้ำอย่างเพียงพอ

ต้องให้ปริมาณอาหารเพียงพอกับจำนวนสัตว์น้ำที่เลี้ยง หากมีการให้มากเกินไป อาหารจะติดค้างอยู่ในกระชังทำให้เกิดเชื้อโรคต่าง ๆ ได้ ซึ่งไม่เป็นผลดีกับสัตว์น้ำโดยรวม

4. แหล่งน้ำเลี้ยงสัตว์น้ำผิดปกติ

แหล่งน้ำเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังเปลี่ยนแปลงผิดปกติไปจากเดิมเนื่องมาจาก น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือเกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น มีพายุ น้ำท่วม ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำอย่างกระทันหัน และส่งผลให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำของเกษตรกร ควรรีบขนย้ายสัตว์น้ำออกไปเลี้ยงที่อื่นก่อนทันที ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้เพราะอาจทำให้สัตว์น้ำตายหมดกระชังได้

การเลือกสถานที่

การเลือกสถานที่ได้เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญที่สุดสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชัง ซึ่งจะส่งผลให้สัตว์น้ำที่เลี้ยงเจริญเติบโตดีมีอัตราการรอดตายสูง ทุ่นค่าใช้จ่าย และได้รับผลตอบแทนคุ้มค่าในการลงทุน การเลือกสถานที่มีปัจจัยต่าง ๆ ที่ควรนำมาใช้ในการพิจารณา ดังนี้

คุณสมบัติของน้ำ

1. ความเค็มของน้ำ (Salinity) หมายถึง ปริมาณของแร่ธาตุต่างๆ โดยเฉพาะโซเดียมคลอไรด์ที่ละลายอยู่ในน้ำ การวัดคิดเป็นหน่วยน้ำหนักของสารดังกล่าว เป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำ หรือส่วนในพันส่วน (Part per thousand ตัวย่อ ppt) ความเค็มของน้ำจะแตกต่างกันออกไป น้ำจืดจะมีค่าความเค็มเท่ากับ 0 น้ำทะเลมีค่าความเค็มเฉลี่ยประมาณ 35 ส่วนในพัน ความเค็มของน้ำที่เหมาะสมไม่ควรต่ำกว่า 15 ppt

ความเค็มของน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำโดยเฉพาะระบบการควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกาย ซึ่งมีผลมาจากความแตกต่างของแรงดัน Osmotic ระหว่างภายในตัวสัตว์น้ำ และน้ำภายนอก สัตว์น้ำจืดจะมีแรงดัน Osmotic ภายในตัวสูงกว่าน้ำที่อยู่ภายนอก ดังนั้นน้ำจากภายนอกจึงสามารถแทรกซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย สัตว์น้ำจืดจึงต้องพยายามขจัดน้ำส่วนเกินเหล่านี้ออกไป ในทางตรงกันข้าม สัตว์น้ำเค็มที่อาศัยอยู่ในทะเลจะมีแรงดัน Osmotic ต่ำกว่าน้ำทะเล ดังนั้นน้ำภายในตัวก็จะออกนอกร่างกายได้ง่าย สัตว์ทะเลจึงพยายามเก็บรักษาปริมาณน้ำไว้ให้มาก สำหรับสัตว์น้ำบางชนิดโดยเฉพาะสัตว์น้ำกร่อยที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มมาก จึงมีความสามารถในการปรับตัวและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดัน Osmotic ดังกล่าวได้ดี อย่างไรก็ตามสัตว์น้ำทั่วไปสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพความเค็มของน้ำที่เปลี่ยนแปลงได้ แต่สิ่งนี้ต้องค่อยเป็นไปอย่างช้า ๆ

การวัดค่าความเค็มของน้ำกระทำได้โดยวิธีวัดค่าดัชนีการหักเหของแสง (Refractive index) การวัดสภาพการนำไฟฟ้า (Electrical conductance) การวัดความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) หรือวิธีไตเตรทโดยใช้สารเคมี

ภาพที่ 1 เครื่องวัดความเค็ม (Salinometer)

2. ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (Positive potential of Hydrogen ions)

ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำหรือที่เรียกว่า pH เป็นเครื่องแสดงให้เราทราบว่าน้ำหรือสารละลายนั้นมีคุณสมบัติเป็นกรดหรือด่าง การวัด pH ของน้ำเป็นการวัดค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่มีอยู่ ระดับความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ระหว่าง pH 0 ถึง pH 14 โดยระดับ pH 7 จะมีความเป็นกลางซึ่งมี H^+ = 1/10,000,000 โมล/ลิตร หรือ = 10^{-7} โมล/ลิตร ซึ่งการบอกความเข้มข้นของ H^+ ด้วยตัวเลขเป็นการไม่สะดวก จึงมีวิธีบอกความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำให้ง่ายขึ้นหน่วยนี้เรียกว่า pH (Positive potential of Hydrogen ions)

pH ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง pH 6.5 – 9 สำหรับน้ำทะเล pH ที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 7.5 - 8.3 และในรอบวันค่า pH ของน้ำควรจะเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 2 หน่วยในรอบวัน ได้มีผู้แนะนำระดับความเหมาะสมของ pH ต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไว้ดังนี้

ค่า pH 4 หรือต่ำกว่า	- เป็นจุดอันตรายทำให้สัตว์น้ำตายได้
ค่า pH ระหว่าง 4.0 – 6.0	-สัตว์น้ำบางชนิดไม่ตาย แต่มักมีผลผลิตต่ำ เจริญเติบโตช้า ระบบการสืบพันธุ์หยุดชะงัก
ค่า pH ระหว่าง 6.5 – 9.0	- เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ
ค่า pH ระหว่าง 9.0 – 11.0	- ไม่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทำให้ผลผลิตต่ำ
ค่า pH 11.0 หรือมากกว่า	- เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ

การวัดค่า pH ในน้ำมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับความละเอียดของงานที่วิเคราะห์ ได้แก่

1. กระดาษวัด pH วิธีการนี้จะสะดวกรวดเร็ว แต่ค่าที่ได้นั้นไม่ถูกต้องแม่นยำค่าที่ได้เป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น การเลี้ยงสัตว์น้ำไม่นิยมใช้ เพราะไม่สามารถบอกค่าได้ละเอียด

2. การใช้เครื่องมือวัด (pH meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากปริมาณของไฮโดรเจนอิออนในสารละลายนั้น ค่าที่ได้ถูกต้องแน่นอนและเหมาะกับงานที่มีตัวอย่างน้ำเป็นจำนวนมาก สำหรับตัวอย่างน้ำที่จะนำมาวิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องผ่านการกรอง และควรทำการวัดทันทีหลังจากที่เก็บตัวอย่างมายังห้องปฏิบัติการ ก่อนทำการวัดควรให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นจนอยู่ระดับใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องปฏิบัติการ ปริมาตรน้ำที่ต้องใช้ประมาณ 50 – 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen)

ออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีความสำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิด เพราะต้องถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ เพื่อก่อให้เกิดพลังงาน กระบวนการต่าง ๆ ที่ต้องใช้ออกซิเจนเรียกว่า Aerobic process ก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยมาก เนื่องจากว่าไม่ได้ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำ ดังนั้นการละลายจึงขึ้นอยู่กับความกดดันของบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำและปริมาณเกลือแร่ที่มีอยู่ในน้ำ เมื่อความกดดันบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป ความสามารถในการละลายน้ำก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมในแหล่งน้ำไม่ควรต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตลอด 24 ชั่วโมง

ในฤดูร้อนปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยลงเพราะว่ามีอุณหภูมิสูง ขณะเดียวกันที่การย่อยสลายและปฏิกิริยาต่าง ๆ จะเพิ่มมากขึ้นทำให้ความต้องการออกซิเจนเพื่อไปใช้ในกิจกรรมเหล่านั้นสูงไปด้วย จึงมีผลทำให้เกิดสภาพการขาดแคลนออกซิเจนในน้ำขึ้นได้ ทำให้เกิดการเน่าเหม็นของน้ำเนื่องจากปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ สำหรับให้เกิด Aerobic condition ในทางตรงกันข้ามบางครั้งแหล่งน้ำอาจปรากฏว่ามีออกซิเจนเกินจุดอิ่มตัว เนื่องจากมีการผลิตออกซิเจนขึ้นมาก เช่น การมีพืชสีเขียวในน้ำมากเกินไป ทำให้เกิดสภาพความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้เช่นกัน

ออกซิเจนมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ดังนั้นการควบคุม และป้องกันไม่ให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลงจนอยู่ในระดับที่จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อคุ้มครองให้สัตว์น้ำสามารถอาศัยอยู่ได้เป็นปกติ

4. สารพิษ (Toxicants)

ปัจจุบันแหล่งน้ำธรรมชาติมักจะปนเปื้อนด้วยสารชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยเกิดจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม การเกษตรกรรม ที่อยู่อาศัย เนื่องจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต้อง

อาศัยน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ สารพิษเหล่านี้จึงมีผลกระทบต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำโดยตรงสารพิษที่จะกล่าวถึงมี 2 ประเภท คือ

1. โลหะหนัก (Heavy metal) เป็นสารพิษที่ถูกปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ เช่น ปรอท (Hg) ทองแดง (Cu) แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) สังกะสี (Zn) และ โครเมียม (Cr) สารเหล่านี้สามารถทำอันตรายต่อสัตว์น้ำในระดับความเข้มข้นต่ำ และจะสะสมอยู่ในร่างกายสัตว์ ซึ่งจะถ่ายทอดมายังผู้บริโภคได้

2. สารเคมีเกษตร (Pesticides) ซึ่งได้มาจากการทำการเกษตรโดยการใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืช (Insecticides) สารปราบวัชพืช (Herbicides) สารกำจัดเชื้อรา (Fungicides) ซึ่งมีมากมายหลายร้อยชนิด บางชนิดสลายตัวเร็ว บางชนิดสลายตัวช้า

5. สีของน้ำ (Colour)

การตรวจสีของน้ำสามารถแสดงให้เห็นอย่างคร่าวๆ เกี่ยวกับกำลังผลิต (Productivity) สภาพแวดล้อม และสารแขวนลอยที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ สีของน้ำเกิดจากการสะท้อนของแสง จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. สีจริง (True colour) เป็นสีที่เกิดจากสารละลายชนิดต่าง ๆ อาจจะเป็นสารละลายจากพวกอนินทรีย์สาร หรือพวกอินทรีย์สาร ซึ่งทำให้เกิดสีของน้ำ สีจริงไม่สามารถแยกออกได้โดยการตกตะกอน การกรอง หรือ การ Centrifuge

2. สีปรากฏ (Apparent colour) เป็นสีที่เกิดขึ้นแล้วเราสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ส่วนใหญ่เกิดจากตะกอนของน้ำ สารแขวนลอย แพลงก์ตอน จากพื้นท้องน้ำ หรือสีสะท้อนจากท้องฟ้าสามารถแยกออกได้โดยการตกตะกอน การกรองหรือการ Centrifuge

6. อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่มีอิทธิพลโดยตรง และโดยอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำจะแปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาลระดับความสูง และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์ กระแสลมความลึก ปริมาณสารแขวนลอย หรือความขุ่นและสภาพแวดล้อมทั่วๆ ไปของแหล่งน้ำ ในประเทศไทยอุณหภูมิของน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลที่สัตว์น้ำต้องเผชิญในรอบปีโดยประมาณ ระหว่างปีพ.ศ 2494-2550 ต่ำสุดประมาณ $9.5^{O}C$ สูงสุดประมาณ $39.2^{O}C$ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะค่อยๆ เป็นไป อย่างช้าๆ สัตว์น้ำโดยเฉพาะปลาซึ่งจัดอยู่ในพวกสัตว์เลือดเย็น ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่เหมือนสัตว์เลือดอุ่น ร่างกายของสัตว์น้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของน้ำ และสภาพแวดล้อมที่มันอยู่อาศัย แต่ต้องอยู่ในขอบเขตที่เหมาะสม ปลาจะทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงจำกัด เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตจะสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิลดลงกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านั้นก็ลดลงไปด้วย ตามกฎของแวนฮอฟ (Van Hoff's Law) ซึ่งกล่าวว่าอัตรากระบวนการเมตา โบลิซึม (Metabolic rate)

ของสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 – 3 เท่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส และลดลงในทำนองเดียวกัน กระบวนการเมตาโบลิซึมที่สำคัญได้แก่ การหายใจ การว่ายน้ำ การกิน การย่อยอาหาร การขับถ่าย การเต้นของหัวใจ เป็นต้น อย่างไรก็ตามอัตราของกิจกรรมเหล่านี้จะแตกต่างกันไปในปลาแต่ละชนิดซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการทางชีวเคมีภายในร่างกาย และสภาพแวดล้อม ปลาที่มีขนาดใหญ่กว่า จะมีอัตราทางเมตาโบลิซึมน้อยกว่าปลาชนิดเดียวกันที่มีขนาดเล็กกว่า

นอกจากนี้ การอพยพย้ายถิ่น การวางไข่ การฟักตัวของสัตว์น้ำล้วนแต่ถูกควบคุมโดยอุณหภูมิของน้ำทั้งสิ้น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำยังมีผลทำให้พืชน้ำ โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในปริมาณที่ต่างกัน บางชนิดชอบอาศัยอยู่ในอุณหภูมิต่ำ เช่น พวกไดอะตอม (Diatom) สามารถเจริญได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 15 – 25 องศาเซลเซียส สาหร่ายสีเขียว (Green algae) ชอบอาศัยอยู่ในอุณหภูมิระหว่าง 25 – 35 องศาเซลเซียส ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) ชอบอาศัยอยู่ในอุณหภูมิสูงประมาณ 35 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า

ปลาไม่สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างกระทันหัน ดังนั้นในการเคลื่อนย้ายปลาจากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน จึงควรใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยจะต้องให้ปลาค่อย ๆ ปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างช้า ๆ โดยเฉพาะเวลานำปลาจากที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไปยังที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะมีผลรุนแรงมากกว่าการนำจากที่อุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำ

ปลาในเขตร้อนต้องการอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25 – 32 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระดับปกติของอุณหภูมิในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่ว ๆ ไป

กล่าวโดยสรุปสำหรับการป้องกันผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อสัตว์น้ำ ควรป้องกันไม่ให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว หรือผิดปกติไปจากสภาพที่เกิดขึ้นในธรรมชาติหรือฤดูกาล และไม่ควรเกินไปกว่าระดับช่วงอุณหภูมิปกติในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

วิธีการวัดค่าของอุณหภูมิของน้ำทำได้โดยการใช้เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ที่มีสเกล (Scale) อ่านค่าละเอียดประมาณ 0.1 องศาเซลเซียส (Celcius) การวัดควรใช้เวลานานพอสมควรเพื่อที่จะได้ค่าคงที่

7. ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำ แสดงให้เห็นว่ามีสารแขวนลอยอยู่มากน้อยเพียงใด สารแขวนลอยที่มีอยู่ เช่น ดินละเอียด อินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงก์ตอนและสิ่งที่มีชีวิตเล็ก ๆ สารเหล่านี้จะกระจาย และขัดขวางไม่ให้แสงส่องลงไปได้ลึก โดยสารเหล่านี้จะดูดซับเอาแสงไว้

ผลของความขุ่นของน้ำรวมทั้งสารแขวนลอยที่อาจจะมีผลกระทบต่อสิ่งที่มีชีวิตในน้ำอาจจะปรากฏได้ในลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. น้ำที่มีความขุ่นมาก ทำให้แสงส่องไม่ถึง จะขัดขวางปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสงของพืช โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชซึ่งจะทำให้ปริมาณอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำ และปริมาณออกซิเจนลดลง

2. สารแขวนลอยที่ทำให้เกิดความขุ่นสามารถทำอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยตรง โดยตะกอนจะเข้าไปอุดช่องเหงือกทำให้การหายใจของสัตว์น้ำไม่สะดวก ทำให้เจริญเติบโตช้ากว่าปกติ การฟักเป็นตัวของไข่ และการเจริญเติบโตของตัวอ่อนช้าลง หรือหยุดชะงัก

3. ความขุ่นมีผลต่อการเคลื่อนไหวและอพยพย้ายถิ่น การหาอาหาร และการล่าเหยื่อลดลง แต่ในทางตรงกันข้ามอาจจะเป็นผลดีแก่สัตว์ขนาดเล็ก ๆ ที่เป็นเหยื่อสามารถรอดพ้นศัตรูได้

4. ความขุ่น ทำให้อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะน้ำผิวบนจะดูดซับความร้อนทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำบางชนิด นอกจากนี้ยังมีผลต่อปริมาณการละลายออกซิเจนในน้ำด้วย น้ำที่มีสารแขวนลอยอยู่มากจะสามารถรับออกซิเจนได้น้อยกว่าน้ำที่ใส

น้ำตามธรรมชาติโดยทั่วไปมีความขุ่นเสมอ เนื่องจากสารแขวนลอยถูกพัดมาจากบริเวณต้นน้ำ จากกิจกรรมมนุษย์ หรือจากตะกอน ดิน ทราย หรืออินทรีย์วัตถุอื่น ๆ ความขุ่นของน้ำที่เกิดจากแพลงก์ตอนเป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

8. ความโปร่งแสง (Transparency)

เป็นการวัดระยะความลึกของน้ำที่สามารถมองเห็นวัตถุซึ่งเป็นแผ่นวงกลม (Secchi disc) ที่หย่อนลงไปในน้ำ จนถึงระดับที่มองไม่เห็นแผ่นวัตถุดังกล่าว หากแหล่งน้ำมีความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 30 – 60 เซนติเมตร นับว่ามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ถ้ามีมากกว่า 60 เซนติเมตร แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ ถ้ามีค่าน้อยกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่ามีความขุ่นมากหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไปไม่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ภาพที่ 2 แผ่นวงกลมขาวดำ (Secchi disc)

9. แพลงก์ตอน (Plankton)

แพลงก์ตอนมีอยู่ 2 ชนิด คือ

แพลงก์ตอนพืช(Phytoplankton) เป็นสิ่งที่มีชีวิตเล็ก ๆ ที่มีความสำคัญมากที่สุด เพราะเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น แพลงก์ตอนพืชสามารถเคลื่อนที่ได้ บางชนิดมีรูปร่างซึ่งแบ่งเป็น 2 ข้าง ไม่เท่ากัน เราเรียกว่า Asymmetrical shape บางชนิดก็มีหยดน้ำมันสะสมอยู่ทำให้ลอยตัวอยู่ได้ในน้ำ ในบริเวณที่มีแสงสว่างส่องผ่าน (Photosynthetic zone) พวกที่จัดเป็นแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ ไดอะตอม (Diatom) ไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellate) ฯลฯ ในระยะที่แพลงก์ตอนพืชเหล่านี้เจริญขึ้นมาเป็นจำนวนมากเราเรียกว่า Bloom การ Bloom ของแพลงก์ตอนจะทำให้น้ำบริเวณนั้นเปลี่ยนสีไปตามสีของแพลงก์ตอนพืชชนิดนั้น ๆ ด้วย ในขณะที่แพลงก์ตอนพืชสังเคราะห์แสง ปฏิกิริยาเคมีของการสังเคราะห์แสงจะได้ออกซิเจนออกมาด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อสิ่งที่มีชีวิตอื่นที่ต้องการออกซิเจน

แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton) ได้แก่ พวกโปรโตซัว (Protozoa) โรติเฟอร์ (Rotifer) ครัสเตเชียน (Crustacean) พวกนี้จะเจริญเติบโตโดยอาศัยอินทรีย์สาร แบคทีเรีย และแพลงก์ตอนพืช

10. เชื้อรา (Fungi)

ลักษณะของเชื้อราที่แตกต่างจากสาหร่ายเซลล์เดียวก็คือ สาหร่ายเซลล์เดียวจะมีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ส่วนเชื้อราไม่มีคลอโรฟิลล์ ดังนั้นจึงไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เชื้อราจัดเป็นพืชชั้นต่ำ มี Vegetative cells มีชื่อเฉพาะว่า ไมซีเลี่ยม (Mycelium) ซึ่งประกอบด้วยไซโตพลาสซึม (Cytoplasm) มีหลายนิวเคลียส เชื้อราส่วนใหญ่อยู่ได้ทั้งในดินและในน้ำ ดำรงชีวิตได้ด้วยการใช้พลังงานจากกระบวนการหายใจหรือการหมักสลายของสารอินทรีย์ละลายในธรรมชาติ บางชนิดดำรงชีวิตแบบปรสิต (Parasite) อยู่บนพืชหรือสัตว์อื่น

11. แบคทีเรีย (Bacteria)

โดยปกติแบคทีเรียจะเป็นจุลชีพเซลล์เดียว มีรูปร่างเป็นแท่ง (Rod) กลม (Coccus) หรือเป็นเกลียว (Spiral) แต่ที่สำคัญที่สุดจะมีรูปร่างเป็นแท่งเคลื่อนไหวได้ บางครั้งอาจจะอยู่รวมกลุ่มหรือเป็นลูกโซ่ แบคทีเรียมีความสำคัญต่อการประมง เนื่องจากเป็นจุลชีพที่ช่วยย่อยสลายอินทรีย์สารทั้งชนิดละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และช่วยเปลี่ยนสภาวะของไนโตรเจนให้เกิดความสมดุลทางธรรมชาติ นอกจากนี้แบคทีเรียบางชนิดยังเป็นสาเหตุของการเป็นโรคของสัตว์น้ำ และทำให้เกิดสภาวะการขาดแคลนออกซิเจนในน้ำอีกด้วย

12. การถ่ายเทน้ำ

ควรเลือกแหล่งที่มีการไหลเวียนถ่ายเทของกระแสน้ำได้ดี ซึ่งช่วยลดการสะสมของเสีย และสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดปัญหาอื่น ๆ ได้

ตำแหน่งของกระชัง

จุดที่ตั้งกระชังในทะเลต้องเป็นจุดที่กำบังลมได้ดี เป็นที่ทราบกันดีว่าคลื่น และลมในทะเล มีความแรงสามารถที่จะทำลายกระชังได้หากมีการปะทะกับคลื่นลมตรง ๆ ลมที่มีบทบาทมากคือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ จุดที่ตั้งกระชังควรมีภูเขา เกาะแก่งบดบังทิศทางลมทั้งสองชนิดนี้ได้

ภาพที่ 3 สถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างกระชังเลี้ยงปลาน้ำกร่อย

ความลึกของน้ำ

ในด้านความตื้นลึกของระดับน้ำนั้น ไม่ควรลึกหรือตื้นจนเกินไป ควรศึกษาปริมาณน้ำขึ้นหรือน้ำลดในพื้นที่นั้นให้ดีเสียก่อน วัดระดับน้ำที่สูงสุดและต่ำที่สุด เพื่อช่วยในการคำนวณก่อนวางกระชัง เนื่องจากในบริเวณที่มีการตรึงกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำควรมี ความลึกอย่างน้อย 4 เมตร

กระชังเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยมักจะสร้างให้มีความลึก 2 เมตร ดังนั้นเมื่อน้ำลดลงต่ำสุดความลึกของน้ำควรลึกมากกว่า 2 เมตร หากสร้างกระชังในบริเวณที่มีความลึกประมาณ 2 เมตร หรือน้อยกว่า เมื่อน้ำลดก้นกระชังจะเสียดสีกับพื้น นานวันจะทำให้เนื้ออวนขาดได้ นอกจากนี้น้ำที่มีความลึกน้อย การไหลของกระแสน้ำไม่ดี ส่งผลให้การหมุนเวียนของน้ำในกระชังมีน้อย ทำให้น้ำเสียได้โดยง่าย

ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการเลือกสถานที่

1. ควรอยู่ใกล้แหล่งลูกพันธุ์สัตว์น้ำ ลูกพันธุ์สัตว์น้ำบางชนิดต้องรวบรวมจากธรรมชาติเป็นหลัก บางชนิดต้องซื้อจากฟาร์มเพาะฟักสัตว์น้ำ หรือจากหน่วยงานของกรมประมง การอยู่ใกล้แหล่งลูกพันธุ์สัตว์น้ำจะช่วยให้สามารถซื้อลูกพันธุ์ที่มีคุณภาพดีได้ก่อน และได้ในราคาถูก ตลอดจนเป็นการลดการกระทบกระเทือนเนื่องจากการขนส่งอีกด้วย

2. ควรใกล้แหล่งอาหาร แหล่งอาหารในที่นี้หมายถึง แพปลา ซึ่งมีปลาเป็ด หรือปลาสด ที่มีคุณภาพดี การอยู่ใกล้แหล่งอาหารจะสามารถซื้อปลาที่สด ๆ ให้ปลาในกระชังกินได้ ทุก ๆ วัน ตลอดจนมีราคาถูก เนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งน้อย

3. หลีกเลี่ยงสังคมที่ไม่ดี ถึงแม้ว่าผู้เลี้ยงจะมีประสบการณ์ในการเลี้ยงสัตว์น้ำดีเพียงใด หากติดตั้งกระชังในแหล่งสภาพสังคมไม่ดี มีการลักขโมยอยู่เป็นประจำ สัตว์น้ำที่มีขนาดใกล้จำหน่ายอาจถูกลักขโมย หรือปล้นจี้ ไปได้

4. อยู่ใกล้ตลาดชุมชน เพื่อสะดวกในการจำหน่ายสัตว์น้ำ และอยู่ใกล้แหล่งอำนวยความสะดวกด้านอื่น ๆ แก่ครอบครัว เช่น ปัจจัยสี่ต่าง ๆ ไม่ต้องเดินทางไกล

5. อยู่ใกล้ทางคมนาคมขนส่ง เพื่อลำเลียงอาหารสัตว์น้ำ และลำเลียงผลผลิตออกสู่ตลาดอย่างรวดเร็ว

6. เป็นสถานที่จัดหาแรงงานได้ง่ายในบางครั้งมีความจำเป็นต้องใช้แรงงาน เช่น การจับสัตว์น้ำเพื่อส่งตลาด ฯลฯ

กระชังเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย

รูปแบบของกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำ

สามารถแบ่งรูปแบบของกระชังเลี้ยงปลาน้ำกร่อยตามลักษณะของโครงสร้างออกได้เป็น 2 แบบ คือ

ก. กระชังประจำที่ ลักษณะของกระชังแบบนี้ตัวกระชังจะผูกติดกับเสาหลัก ซึ่งปักไว้กับดินอย่างแข็งแรง การเลือกใช้วัสดุ ชนิด ขนาด และความแข็งแรงขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ และภัยธรรมชาติที่มักจะเกิดขึ้นเป็นประจำว่าจำเป็นต้องใช้ความแข็งแรงมากน้อยเพียงใด กระชังแบบนี้ไม่สามารถลอยขึ้นลงตามระดับน้ำได้ ดังนั้นบริเวณแหล่งเลี้ยงจะมีความลึกสุดไม่เกิน 2.50 เมตร โดยมีระดับน้ำขึ้นน้ำลงต่ำสุด สูงสุดแตกต่างกันประมาณ 50 – 60 เซนติเมตร บริเวณที่เกษตรกรสามารถใช้วิธีการแบบนี้ ได้แก่จังหวัดที่ตั้งอยู่แถบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกติดกับอ่าวไทย อาทิ ระยอง จันทบุรี ตราด ทางภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี สงขลา ปัตตานี เป็นต้น

ภาพที่ 4 กระชังประจำที่

ข. กระชังลอยน้ำ กระชังแบบนี้เหมาะสำหรับการเลี้ยงปลาในบริเวณแหล่งที่มีน้ำลึกไม่ต่ำกว่า 2 เมตร ในช่วงน้ำลงสุดและระดับน้ำขึ้นลงแตกต่างกันมากกว่าในระดับ 1 เมตรขึ้นไป ตัวกระชังจะผูกแขวนอยู่กับแพหรือทุ่นลอย ซึ่งลอยขึ้นตามการขึ้นลงของกระแสน้ำ แพที่ใช้มีตั้งแต่การใช้ไม้ไผ่เป็นแพลูกบวบ บ้างก็นิยมใช้ทุ่นโฟมทำเป็นทุ่นพยุงแพ โดยใช้ท่อเหล็กแป๊บน้ำ ทำเป็นโครงแพ ซึ่งจะเพิ่มความแข็งแรงได้ดีขึ้น การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชังแบบนี้ นิยมทำกันมากบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ได้แก่ จังหวัดสตูล ตรัง กระบี่ ระนอง พังงา เป็นต้น

ลักษณะของการทำกระชังลอยนี้สามารถแยกออกได้เป็น 2 แบบย่อย ๆ คือ

1. กระชังลอยแบบมีโครง กระชังแบบนี้จะมีส่วนให้ความแข็งแรง และให้กระชังคงรูปอยู่ได้ เรียกว่าโครงกระชัง กระชังที่มีโครงตัวกระชังสามารถกางได้เต็มที่ตามลักษณะโครงสร้าง ซึ่งจะทำให้การถ่ายเทหมุนเวียนน้ำได้ดีและกระชังไม่ลู่ไปตามกระแสน้ำ โครงกระชังทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานพอสมควร เช่น เหล็กแป๊บน้ำกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว หรือไม้ เป็นต้น การออกแบบโครงกระชังสามารถออกแบบให้มีโครงอยู่ด้านในหรือด้านนอกของกระชังก็ได้ ขึ้นอยู่กับความสะดวกในการใช้งาน

2. กระชังลอยแบบไม่มีโครง กระชังแบบนี้ตัวกระชังสามารถลู่ไปตามความเร็วของกระแสน้ำได้ง่ายเนื่องจากไม่มีโครงยึด จึงต้องใช้วัสดุที่มีน้ำหนักพอสมควรถ่วงที่มุมล่างของกระชัง เพื่อช่วยให้กระชังคงรูปตามต้องการได้ อย่างไรก็ตามเนื้ออวนจะไม่กางเต็มที่และสามารถลู่ไปตามกระแสน้ำได้ ถ้าหากกระแสน้ำแรง การถ่ายเทหมุนเวียนน้ำไม่ดีเท่ากับกระชังแบบมีโครง กระชังเลี้ยงสัตว์น้ำแบบนี้ในปัจจุบันนิยมทำกันมาก รูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ ขนาด 3 x 3 x2 เมตร 4 x 4 x 2 เมตร และ 5 x 5 x 2 เมตร

ส่วนประกอบของกระชังลอยน้ำ

1. เนื้ออวน นิยมใช้อวนประเภทไนล่อน หรือโพลีเอทธีลีนอาจเป็นอวนแบบมีปมหรือไม่มีปมก็ได้ ระหว่างอวนแบบมีปม และอวนไม่มีปม มีข้อดีแตกต่างกัน อวนแบบมีปมนั้นทนทานสามารถซ่อมแซมได้ง่าย ส่วนอวนไม่มีปม สามารถตัดเย็บสร้างเป็นรูปกระชังได้ง่าย และไม่ทำให้สัตว์น้ำบอบช้ำหรือบาดเจ็บ มีบาดแผลเมื่อเสียดสีกับเนื้ออวน ขนาดของตาอวนขึ้นอยู่กับขนาดของสัตว์น้ำที่ปล่อยลงเลี้ยง เช่นลูกปลาขนาดยาว 1 – 5 เซนติเมตร ควรใช้อวนมุ้งเขียว ปลาขนาดความยาว 6 – 15 เซนติเมตร ควรใช้ตาอวนขนาด 0.5 – 1 เซนติเมตร ปลาขนาดความยาว 15 เซนติเมตร ขึ้นไป ใช้ตาอวนขนาด 2 – 3 เซนติเมตร

2. โครงกระชังหรือแพ คือส่วนที่ให้ความแข็งแรง และให้กระชังคงรูปอยู่ได้ ขนาดของโครงสร้างของแพขึ้นอยู่กับขนาดของกระชังอวน ขนาดของกระชังอวนที่ทำกันมีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 3 x 3 x 2.5 เมตร หรือ 4 x 4 x 2.5 เมตรฯลฯ ควรสร้างทางเดินบนกระชังสำหรับให้อาหารมีความกว้างประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร ส่วนวัสดุที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างของกระชังนั้นมีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นเป็นสำคัญ วัสดุที่นำมาใช้ทำโครงกระชังได้แก่

-ไม้ เป็นไม้กลมทั้งต้นหรือไม้แปรรูป สำหรับไม้แปรรูปนิยมใช้ไม้เนื้อแข็ง หน้ากว้างประมาณ 3 นิ้ว ความยาวประมาณ 6 เมตร ทำเป็นโครงสี่เหลี่ยม ขนาดเดียวกับกระชัง สร้างทางเดินบนกระชังประมาณ 20-30 เซนติเมตร อายุการใช้งานประมาณ 4 – 6 ปี

- ท่อเหล็ก ท่อเหล็กที่นิยมนำมาใช้ส่วนใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ถึง 1 ½ นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ยาว 6 เมตร นำมาเชื่อมติดกันเป็นคู่ ปิดฝาหัวท้ายทั้งสองข้าง และทาสีกันสนิมจากนั้นนำมาประกอบเป็นโครงสี่เหลี่ยม อายุการใช้งานประมาณ 5 - 8 ปี

3. ทุ่นลอย จัดเป็นวัสดุสำหรับช่วยพยุงแพ ควรคำนึงถึงวัสดุที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น และมีราคาถูก มีความแข็งแรงและลอยน้ำได้ดี สามารถรองรับน้ำหนักของกระชังได้ดี การผูกทุ่นติดกับแพใช้ลวดหรือเชือกไนล่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 มิลลิเมตร การวางทุ่นจะวางเป็นระยะ ๆ หากกระชังมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก อาจใช้ทุ่นลอยวางที่มุมทั้งสี่ด้านของกระชังก็ได้ วัสดุที่นิยมนำมาใช้เป็นทุ่นลอยได้แก่

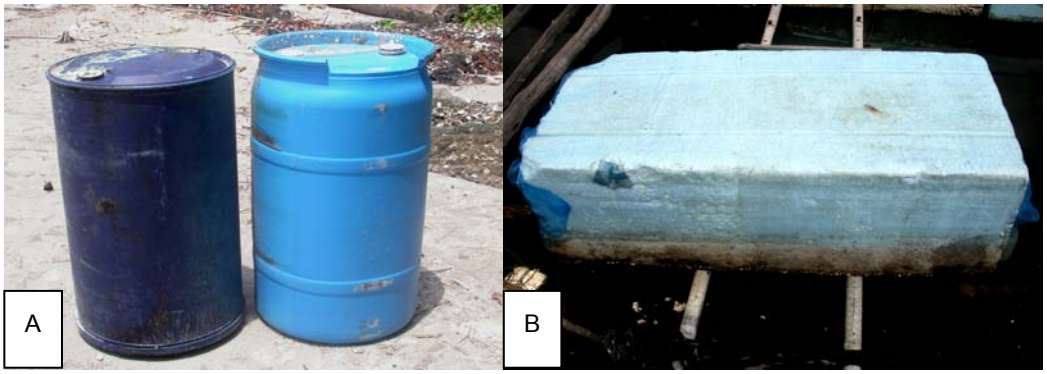
- ถังพลาสติก โดยทั่วไปนิยมใช้ถังพลาสติกขนาดความจุประมาณ 200 ลิตร เป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องตลาด มีความแข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานประมาณ 5 – 8 ปี มีทั้งชนิดหนา และชนิดบาง ในการเลือกใช้ควรเลือกใช้ชนิดหนา ถึงแม้ว่าราคาแพงกว่าเล็กน้อย แต่อายุการใช้งานยาวนานกว่า ก่อนนำมาใช้งานควรทาสีกันเพรียงเจาะถังพลาสติก ในส่วนที่สัมผัสน้ำทะเลเพื่อยืดอายุการใช้งานยาวนานขึ้น ในระหว่างการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย ควรทำการตรวจสอบ การรั่วซึมของถังอยู่เสมอ ถังพลาสติกที่มีการรั่วซึมของน้ำเข้าไปในถัง ควรทำการเปลี่ยนถังใหม่เพื่อนำถังเก่าขึ้นมาซ่อมแซม

- ถังน้ำมัน ใช้ถังที่มีความจุประมาณ 200 ลิตร ล้างทำความสะอาดถังให้เรียบร้อย ทาสีกันสนิมภายนอกถังทั้งใบ ปิดฝาถังให้สนิทกันน้ำเข้าไปภายในถังนำถังไปใช้งาน ทุ่นลอยแบบนี้มีอายุการใช้งานประมาณ 2 – 3 ปี การสร้างกระชังในแหล่งน้ำกร่อยไม่นิยมใช้ถังน้ำมันทำทุ่นลอยมากนัก เนื่องจากเป็นสนิม และมีการรั่วซึมได้ง่าย ต้องมีการดูแลรักษาเป็นอย่างดีจะทำให้อายุการใช้งานยาวนานขึ้น

- โฟมตัน เป็นทุ่นลอยอีกประเภทหนึ่งที่เกษตรกรนิยมใช้กันมาก เนื่องจากมีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย โดยมากใช้ขนาดที่มีแรงอัดประมาณ 1 ปอนด์ มีรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดความกว้าง 60 เซนติเมตร ความยาว 120 เซนติเมตร ความสูง 30 เซนติเมตร เกษตรกรอาจนำมาใช้ทั้งแท่ง หรือแบ่งเป็นแท่งเล็ก ๆได้ 2 - 3 แท่ง การยืดอายุการใช้งานให้นานยิ่งขึ้น ควรหุ้มแท่งโฟมด้วยอวนมุ้งสีฟ้าเพื่อป้องกันการกระแทกของกระแสคลื่นลมอาจทำให้โฟมหลุดหรือฉีกขาด

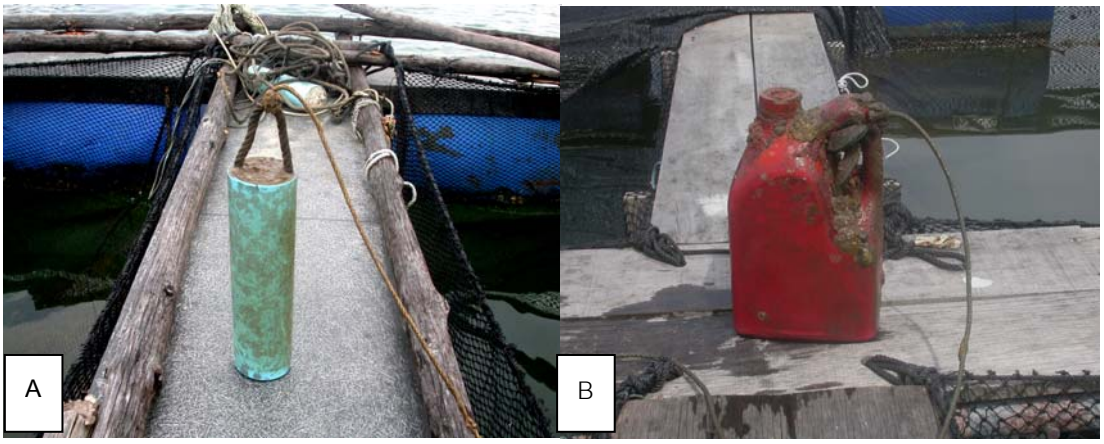
- ไฟเบอร์กลาส มีรูปทรงสี่เหลี่ยมมีขนาดเท่ากับแท่งโฟมตัน ภายในกลวง เป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง และทนทานมีอายุการใช้งานประมาณ 5 – 10 ปี ราคาแพงกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ

- ไม้ไผ่ เป็นวัสดุที่ใช้ทำทุ่นลอยอีกประเภทหนึ่งที่มีราคาไม่แพง หาได้ง่ายในท้องถิ่นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 – 3 นิ้วขึ้นไป มีความยาวโดยประมาณ 4 – 6 เมตร การประกอบทุ่นลอยประเภทนี้ ทำโดยนำไม้ไผ่มามัดรวมเป็นแพ อายุการใช้งานของทุ่นลอยประเภทนี้ประมาณ 1 ปี เท่านั้น



ภาพที่ 5 วัสดุที่นิยมนำมาทำทุ่นลอย ถังพลาสติก (A) และโฟมตัน (B)

4. วัสดุถ่วงอวน เป็นส่วนประกอบของกระชังสำหรับตรึงกระชังอวนให้ตึงอยู่เสมอไม่ลู่ไปตามความแรงของกระแสน้ำ กระชังใดที่ไม่คงรูปร่างอยู่ได้หรือลู่ไปตามแรงของกระแสน้ำ มีผลทำให้สัตว์น้ำได้รับบาดเจ็บ เป็นแผลตามตัวและเกิดโรคได้ง่าย วัสดุที่นิยมนำมาใช้เป็นวัสดุถ่วงมีหลายอย่างเช่น ท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 – 6 หุน ทำเป็นกรอบสี่เหลี่ยม หรือใช้กรอบไม้ให้มีรูปร่างขนาดกว้างยาวเท่ากับกระชังอวน แขวนไว้บริเวณพื้นล่าง หรือใช้ตุ้มซีเมนต์ หน้าตัดรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปทรงกระบอก หรือใช้ถังแกลลอนพลาสติกขนาดความจุ 5 ลิตร เติมทรายลงไปให้เต็มถังแกลลอน ปิดฝาให้สนิท นำวัสดุถ่วงผูกที่มุมของก้นกระชังทั้ง 4 มุม



ภาพที่ 6 วัสดุถ่วงอวน ตุ้มซิเมนต์ (A) และถังแกลลอนพลาสติก (B)

5. สมอ เป็นส่วนประกอบของกระชังทำหน้าที่ยึดกระชังให้อยู่กับที่ ไม่ล่องลอยไปตามกระแสน้ำ วัสดุที่นิยมนำมาใช้ทำสมอ ได้แก่ สมอเรือ แท่งซีเมนต์ ท่อซีเมนต์ หรือหลักไม้ ในกรณีพื้นท้องน้ำเป็นโคลน และระดับน้ำไม่ลึกมากควรใช้หลักไม้ โดยใช้เชือกสมอผูกติดกับหลักไม้ซึ่งยาวประมาณ 1.5 – 2 เมตรตรงบริเวณกึ่งกลางหลัก แล้วปักไม้ให้จมลงในโคลน วิธีนี้ประหยัดและแข็งแรงดี เนื่องจากโคลนจะดูดหลักแน่น ถ้าหากพื้นท้องน้ำเป็นดินทราย และระดับน้ำลึก ควรใช้สมอเรือ แท่งซีเมนต์ หรือท่อซีเมนต์ วางลงบนพื้นทราย ใช้เชือกสมอขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 3 – 5 เท่าของความลึกของน้ำ ผูกสมอกับตัวโครงกระชัง

6. กระท่อมพักบนกระชัง เป็นส่วนประกอบของกระชังที่จำเป็นต้องสร้าง ใช้ประโยชน์ในการเก็บอาหารสัตว์น้ำ ยา และอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น รวมทั้งใช้เป็นที่พักอาศัย หลับนอน ของผู้เฝ้ากระชังด้วย นิยมสร้างอย่างง่าย ๆ มีขนาดความกว้างยาวเท่ากับโครงกระชัง 1 ช่อง ใช้เสาสี่ต้น มีจั่ว คา ขื่อ หลังคามุงด้วยจาก แผ่นสังกะสี หรือกระเบื้อง ด้านข้างกระท่อมปิดด้วยไม้กระดาน ไม้ไผ่สานหรือจาก เพื่อกันลม และฝน มีประตูเข้าออกได้

ภาพที่ 7 กระท่อมพักบนกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย

ขั้นตอนการสร้างกระชังลอยน้ำ

- การเย็บกระชังอวน

การสร้างกระชังจะต้องกำหนดขนาดของกระชังอวนเสียก่อนว่ามีขนาดเท่าใด ขนาดกระชังอวนที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 แบบ คือ กระชังสำหรับอนุบาลลูกปลาเป็นกระชังอวนตาเล็ก ขนาด กว้าง x ยาว x สูง 1 x 2 x 1 เมตร หรือ 2 x 2 x 1.5 เมตร กระชังสำหรับเลี้ยงปลาใหญ่มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง 3 x 3 x 2.5 เมตร หรือ 4 x 4 x 2.5 เมตร หรือ 5 x 5 x 3 เมตร รูปทรงของกระชังอวนที่นิยมคือสี่เหลี่ยมจัตุรัส หลังจากกำหนดขนาดได้แล้ว จึงตัดเนื้ออวนตามขนาดที่ต้องการ เนื้ออวนจะประกอบด้วยด้านข้างประกอบกัน 4 ด้าน ซึ่งนิยมตัดเป็นผืนเดียวกัน และพื้นกระชังอีก 1 ด้าน นำมาเย็บให้ติดต่อกันด้วยเชือกด้าย ที่ขอบกระชังอวนทุกๆขอบจะร้อยด้วยเชือกข้าง และมีเชือกขอบที่ปากกระชัง เชือกข้างจะผูกกับเชือกขอบด้วยการแทงปลี ในการประกอบโครงของกระชังนั้น ควรมีขนาดยาวกว่าขนาดของเนื้ออวนกระชังประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร เพื่อจะขึงปากกระชังอวนให้ได้ตามต้องการ และง่ายต่อการเปลี่ยนกระชัง

- การประกอบโครงกระชัง

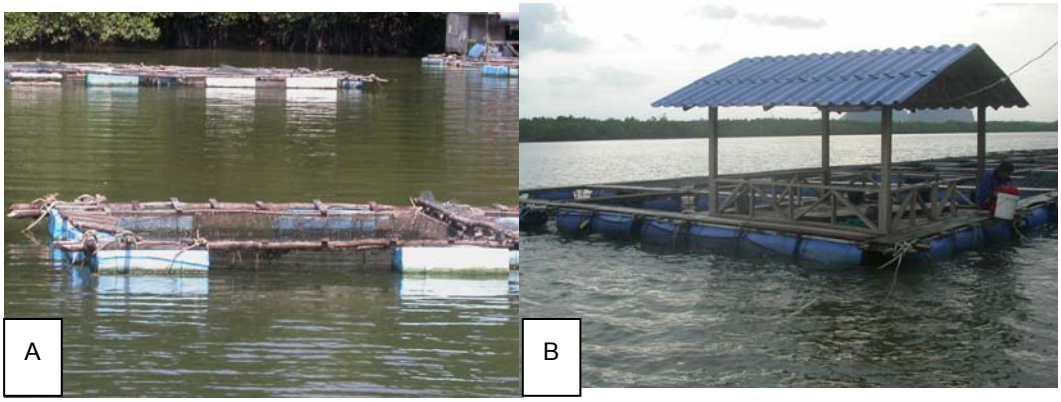
วัสดุที่ใช้ทำโครงกระชังมีหลายชนิดแต่ที่นิยมใช้กันได้แก่ ไม้แปรรูป ไม้กลมทั้งต้น และท่อเหล็ก ซึ่งมีวิธีการประกอบดังนี้

- โครงกระชังไม้แปรรูปหรือไม้กลมทั้งต้น ในการประกอบโครงกระชังซึ่งใช้วัสดุทำจากไม้กระชัง 1 ช่อง ใช้ไม้ทั้งหมด 8 ชิ้น สร้างให้มีความยาวกว่ากระชังอวนเล็กน้อยประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร นำไม้ทั้ง 8 ชิ้น มาวางคู่ขนานกันด้านละ 2 ชิ้น ให้ส่วนปลายวางซ้อนทับกัน เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ระยะความห่างของไม้คู่ขนานแต่ละด้านประมาณ 30 เซนติเมตร ใช้เชือกหรือตะปูยึดไม้ทั้ง 8 ชิ้นไว้ด้วยกัน บริเวณมุมทั้ง 4 ด้าน ของโครงกระชัง รองรับด้วยทุ่นลอย ถ้าหากโครงกระชังมีขนาดใหญ่ควรเพิ่มทุ่นลอยอีกด้านละ 1 ทุ่น เพื่อรับน้ำหนักได้มากขึ้น ผูกยึดทุ่นลอยกับโครงกระชังด้วยเชือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร หรือใช้ไม้ขนาบทุ่นติดกับแพโดยใช้น๊อตยึดก็ได้ หลังจากนั้นใช้ไม้ตียึดเป็นลูกระนาดบนคานทั้งสองให้หนาแน่นแล้ว ใช้ไม้กระดานพาดบนลูกระนาดอีกครั้ง ไว้สำหรับเป็นทางเดินบนกระชัง หลังจากนั้นนำโครงกระชังไปวางในทะเล ในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม ใช้เชือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 มิลลิเมตร ผูกติดกับสมอกระชังโดยให้โครงกระชังสามารถขึ้นลงตามระดับน้ำได้ ต่อจากนั้นจึงนำกระชังอวนลงผูกกับโครงกระชัง โดยมีลูกตุ้มถ่วงทั้ง 4 มุม บนโครงกระชังอาจมีโรงเก็บอาหารและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สามารถกันแดดกันฝนได้

- โครงกระชังเหล็ก มีความทนทานในการใช้งานสูงแต่ต้องมั่นคอยดูแลตรวจสอบการขึ้นสนิมของโครงกระชัง หากพบว่ามีสนิมเกิดขึ้นควรใช้กระดาษทรายขัดถูออก หลังจากนั้นใช้สีกันสนิมทาทับลงไป โครงกระชังเหล็กสามารถทนทานต่อกระแสน้ำ และคลื่นลมในช่วงฤดูมรสุมได้ดี การประกอบโครงกระชังง่ายและสะดวก วิธีการประกอบโครงกระชังทำโดยนำท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

ประมาณ 1.2 นิ้ว ประกอบเป็นโครงกระชัง รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีขนาดตามต้องการ โดยยึดรอยต่อของโครงกระชังเหล็กแต่ละช่องด้วยน๊อตสแตนเลส หรือจะใช้วิธีการเชื่อมให้ต่อกันก็ได้ บริเวณด้านข้างของโครงกระชังแต่ละกระชัง มีทางเดินสำหรับให้อาหารปลาโดยรอบ กว้างประมาณ 50 เซนติเมตร พื้นปูด้วยไม้กระดานมีความหนาประมาณ 1 นิ้ว ภายใต้พื้นไม้กระดานรองรับด้วยไม้คาดขวาง หน้ากว้างประมาณ 2 นิ้ว x 4 นิ้ว ยาว 50 เซนติเมตรเป็นระยะๆ ใช้ทุ่นลอยชนิดที่นิยมใช้กันคือถังพลาสติก ความจุ 200 ลิตร หรือโฟมตัน ทั้งนี้จำนวนทุ่นลอยขึ้นอยู่กับขนาดของโครงกระชัง ผูกด้วยเชือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตรกับโครงกระชัง ยึดตัวโครงกระชังทั้งหมดด้วยเชือกเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 มิลลิเมตรกับสมอเป็นท่อซีเมนต์กลมหรือแท่งซิเมนต์ ที่วางบนพื้นทะเล โดยให้โครงกระชังสามารถขึ้นลงตามระดับน้ำได้ หลังจากนั้นนำกระชังอวนมาผูกติดกับตัวโครงกระชังโดยมีลูกตุ้มถ่วงทั้ง 4 มุม บนโครงกระชังมีโรงเก็บอาหารและวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ มุงหลังคาด้วยกระเบื้องหรือวัสดุอื่นๆ ที่ทนทานมีอายุการใช้งานยาวนาน สามารถกันแดดกันฝนได้

การสร้างกระชังควรสร้างหลายๆกระชังติดต่อกัน เพื่อเป็นการประหยัดและใช้โครงกระชังร่วมกัน เมื่อสร้างเสร็จแล้วกระชังสามารถลอยขึ้นลงตามระดับน้ำทะเลได้ สำหรับกระชังลอยน้ำนิยมสร้างในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน



ภาพที่ 8 โครงกระชังลอยน้ำทำจากไม้(A) และโครงกระชังลอยน้ำทำจากท่อเหล็ก (B)

การเลี้ยงปลากะพงขาว

ภาพที่ 9 ปลากะพงขาว Giant Perch หรือ Sea Bass; *Lates calcarifer* (Bloch)

ชีววิทยาทั่วไป

ปลากะพงขาวมีชื่อสามัญอังกฤษว่า Giant Perch หรือ Sea Bass มีชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) ว่า *Lates calcarifer* (Bloch) ซึ่งลักษณะโดยทั่วไปของปลากะพงขาว มีลำตัวค่อนข้างยาวและหนา แบนข้างเล็กน้อย บริเวณไหล่จะโค้งมน ส่วนหัวจะลาดชันและเว้า ส่วนของขากรรไกรล่างยื่นยาวกว่าขากรรไกรบนเล็กน้อย ปากกว้าง ขอบปากบนเป็นแผ่นใหญ่ แยกเป็นแนวตอนต้น และตอนท้ายอย่างชัดเจน บริเวณส่วนปากจะยืดหดได้บ้าง ช่องปากเฉียงลงด้านล่างเล็กน้อย มีฟันเล็กละเอียดบนขากรรไกรบนและล่างและที่เพดานปาก ตาของปลาชนิดนี้มีขนาดกลาง ไม่มีเยื่อที่เป็นไขมันหุ้ม แผ่นปิดเหงือกมีขนาดใหญ่ มีขอบหลังเป็นหนามแหลม 4 ซี่ และเรียงต่อด้วยซี่เล็ก ๆ ตามแนวหลังด้านบนส่วนหัว และบนแผ่นเหงือกมีเกล็ดขนาดต่าง ๆ กัน เกล็ดบริเวณลำตัวค่อนข้างใหญ่ด้านหลังมีสีเทาเงินหรือเขียวปนเทา ส่วนท้องมีสีเงินแกมเหลือง บริเวณด้านข้างของลำตัวมีสีเงิน ครีบหลัง ครีบก้น ครีบหาง จะมีสีเทาปนดำบาง ๆ มีครีบหลัง 2 ตอน ตอนแรกอยู่ตรงตำแหน่งของครีบท้อง มีก้านครีบแข็ง ที่แหลมคมขนาดใหญ่ 7 – 8 ก้าน เชื่อมต่อกันด้วยเยื่อบางๆ ครีบหลังตอนที่ 2 แยกจากตอนแรกอย่างเห็นได้ชัด มีก้านครีบแข็ง 1 ก้าน ก้านครีบอ่อนมีปลายแตกแขนงมี 10 – 11 ก้าน ครีบหูและครีบอกยาว ไม่ถึงรูก้น ครีบก้นมีตำแหน่งใกล้เคียงกับครีบหลังตอนที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 3 ก้าน ก้านครีบอ่อน

7 – 8 ก้าน ครีบหางค่อนข้างกลม เส้นข้างตัวโค้งไปตามแนวสันหลัง มีเกล็ดบนเส้นข้างตัว 52 – 61 เกล็ด

ปลากะพงขาวเป็นปลาน้ำกร่อยขนาดใหญ่ที่สุด เจริญเติบโตได้ดีในน้ำกร่อย และน้ำจืด จัดได้ว่าเป็นปลาประเภท 2 น้ำ คือในช่วงชีวิตของปลากะพงขาวจะมีการเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างแหล่งน้ำจืดและน้ำเค็ม ปลากะพงขาวขนาดใหญ่จะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่ไม่ห่างไกลออกไปจากฝั่งมากนัก พบมากบริเวณปากแม่น้ำลำคลอง ปากทะเลสาบ และปากอ่าวบริเวณที่เป็นป่าชายเลน ที่มีน้ำเค็มท่วมถึง โดยจะพบอยู่ทั่ว ๆ ไปในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ นับตั้งแต่พม่า ไทย มาเลเซีย เวียดนาม และแถบชายฝั่งทะเลของประเทศจีนก็พบปลาชนิดนี้เช่นเดียวกัน สำหรับประเทศไทยเรานั้นสามารถพบปลากะพงขาวตามชายฝั่งทะเลโดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำใหญ่ๆ ที่มีทางออกติดต่อกับทะเล ซึ่งมีป่าชายเลนขึ้นปกคลุม ได้แก่ จังหวัดตราด จันทบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ และสมุทรสงคราม เป็นต้น ปลากะพงขาวจะผสมพันธุ์และวางไข่ในน้ำทะเลที่มีความเค็มประมาณ 28 – 32 ppt ในทะเลที่มีความลึกหลังจากนั้นไข่จะถูกพัดพาเข้าสู่บริเวณชายฝั่ง และฟักออกเป็นตัว ลูกปลากะพงขาวที่ฟักออกเป็นตัว จะดำรงชีวิตในน้ำกร่อยและในน้ำจืด จนมีอายุได้ 2 – 3 ปี มีขนาด 3 – 5 กิโลกรัม จะเคลื่อนตัวออกสู่ทะเลเพื่อทำการผสมพันธุ์ และวางไข่ต่อไป

ปลากะพงขาวเป็นปลาที่สังเกตเพศได้ยาก แต่ก็สามารถสังเกตเพศได้จากลักษณะภายนอกของตัวปลา โดยปลาเพศผู้จะมีลักษณะลำตัวยาวเรียวกว่าเพศเมีย ลำตัวมีส่วนลึกที่น้อยกว่าปลาเพศเมีย และมีน้ำหนักตัวน้อยกว่าปลาเพศเมียที่มีขนาดลำตัวยาวเท่ากัน ในปลาเพศเมียนั้น เมื่อถึงฤดูวางไข่ในช่วงเดือนพฤษภาคม – กันยายน ส่วนท้องจะอวบเปล่ง สังเกตได้ชัดเจน เมื่อเวลาเอามือคลำที่ท้องจะมีไข่ไหลออกมา

ธรรมชาติของปลากะพงขาว เป็นปลาที่มีนิสัยปราดเปรียวว่องไว ว่ายน้ำได้เร็วในระยะทางสั้น ๆ สามารถกระโดดพ้นน้ำสูงขณะตกใจหรือล่าเหยื่อ แต่ปกติมักอืดอาดเชื่องช้า ชอบนอนพักตามซุ้มและเคล้าคลอตามหลักหรือหินใต้น้ำ อาหารของปลากะพงขาวตามธรรมชาติเป็นเหยื่อมีชีวิต เช่น ปลาขนาดเล็ก กุ้ง ปู เมื่อขนาดเล็กจะมีนิสัยดุร้าย รวมฝูงล่าเหยื่อ นิสัยนี้จะเปลี่ยนแปลงเมื่อปลาโตขึ้น

ปลากะพงขาวเพศผู้เจริญเป็นปลาที่สมบูรณ์เพศ และผสมพันธุ์เมื่อมีขนาดความยาว 50 – 60 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 3.5 – 4.0 กิโลกรัม มีอายุ 3.5 ปี ปลาเพศเมียที่ผสมพันธุ์วางไข่ได้มีความยาว 70 – 100 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 7 – 10 กิโลกรัม แม่ปลาขนาดดังกล่าวมีความดกไข่ 3 – 5 ล้านฟอง แต่ไข่ปลาจะสุก และวางไข่ได้ไม่พร้อมกัน การวางไข่เกิดขึ้นครั้งละ 2 – 4 แสนฟอง ไข่ของปลากะพงขาวเป็นไข่ชนิดลอยน้ำ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร ในธรรมชาติปลากะพงขาววางไข่ก่อนฤดูฝนเล็กน้อย เริ่มต้นประมาณเดือนมิถุนายนในแถบฝั่งทะเลตะวันตก และระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคมในแถบฝั่งอ่าวไทย ประมาณช่วงกลางฤดูร้อนปลากะพงขาวเพศผู้ และเพศเมียที่เจริญพันธุ์จะเดินทางสู่แหล่งน้ำกร่อย ผสมพันธุ์วางไข่บริเวณพื้นที่ติดต่อกับทะเล ที่มีคลื่นลมแรง ความเค็มประมาณ

25 – 32 ส่วนในพัน เริ่มวางไข่ขณะที่น้ำทะเลเริ่มไหลขึ้นประมาณเวลา 19.00 – 22.00 น. ของกลางเดือนหรือปลายเดือน ไข่ใช้ระยะเวลาฟักเป็นตัวระหว่าง 16 – 18 ชั่วโมง ลูกปลาแรกฟักมีขนาดความยาว 1 มิลลิเมตร ลอยตัวตามกระแสน้ำ และเข้ามาหากินบริเวณชายฝั่งทะเล

การเตรียมกระชังเลี้ยงปลากะพงขาว

ขนาดของกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการ แรงงาน และสภาวะการตลาด ส่วนขนาดช่องตาของกระชังขึ้นอยู่กับขนาดของปลาที่เลี้ยง กระชังเลี้ยงปลากะพงขาวสามารถแยกเป็นชนิดได้ดังนี้

- กระชังอนุบาลลูกปลากะพงขาว เป็นกระชังอวนมุ้งสีฟ้าตาถี่ขนาดตา 0.1 เซนติเมตร ความกว้าง 1 เมตร ความยาว 1.5 – 2 เมตร ลึก 1.5 เมตร ใช้สำหรับอนุบาลลูกปลาที่มีความยาว 1.5 - 2.5 เซนติเมตร ผู้เลี้ยงจะติดตั้งกระชังให้ระดับน้ำลึกประมาณ 60 เซนติเมตร การปล่อยปลาลงอนุบาลแต่ละกระชัง ปล่อยลูกปลา 200 – 300 ตัว

- กระชังเลี้ยงปลาวัยรุ่น เป็นกระชังไนล่อน ขนาดตาอวน 1.5 เซนติเมตร ถักด้วยด้ายไนล่อนเบอร์ 6 เป็นกระชังใช้เลี้ยงปลากะพงขาวขนาดความยาว 5 เซนติเมตรขึ้นไป ลูกปลาที่มีขนาดเล็กกว่านี้สามารถลอดหรือพุ่งติดตาอวนทำให้ปลาตายได้ ขนาดของกระชังอวนที่นิยมใช้กันคือ 2 x 3 x 1.5 เมตร และ 2 x 4 x 2 เมตร

- กระชังปลาใหญ่ เป็นกระชังไนล่อนขนาดตาอวน 3 เซนติเมตรถักด้วยด้ายไนล่อนเบอร์ 15 หรือ 18 ใช้เลี้ยงปลากะพงขาวขนาดความยาวตั้งแต่ 10 เซนติเมตร หรือ ขนาด 4 นิ้วขึ้นไป จนสามารถจับจำหน่ายส่งตลาดได้ ขนาดของกระชังที่นิยมทำกันคือ 3 x 3 x 2.5 เมตร 4 x 4 x 2.5 เมตร และ 5 x 5 x 2.5 เมตร

แหล่งพันธุ์ปลา

ลูกปลากะพงขาวที่นำมาเลี้ยงส่วนใหญ่ได้มาจาก 2 ทางคือ

1. ซื้อจากโรงเพาะฟักหน่วยงานของกรมประมง หรือโรงเพาะฟักของเอกชน

- โรงเพาะฟักหน่วยงานของ กรมประมงที่สามารถผลิตลูกปลากะพงขาว มีอยู่หลายแห่งในภาคใต้และภาคตะวันออก เช่น สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง(NICA) จังหวัดสงขลา ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสตูล ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งระยอง นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานของกรมประมงอีก 3 แห่งที่สามารถอนุบาลลูกปลากะพงขาวเพื่อจำหน่ายให้แก่เกษตรกรในท้องถิ่น โดยหน่วยงานเหล่านี้จะรับลูกปลากะพงขาววัยอ่อน จากหน่วยงานที่สามารถผลิตลูกปลากะพงขาวได้ นำมาอนุบาลอีกทอดหนึ่งจนเป็นปลากะพงขาววัยรุ่นเพื่อจำหน่ายให้แก่เกษตรกรได้ไปเลี้ยงต่อไป หน่วยงานทั้ง 3 แห่งนี้ได้แก่ ศูนย์วิจัย

และพัฒนาประมงชายฝั่งภูเก็ต ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร

- โรงเพาะฟักของเอกชน หรือฟาร์มอนุบาลลูกปลาของเอกชน สำหรับโรงเพาะฟักของเอกชนที่สามารถเพาะฟักลูกปลากะพงขาวได้มีค่อนข้างน้อย เนื่องจากไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน จึงใช้วิธีซื้อลูกปลากะพงขาวขนาดเล็กจากหน่วยงานของกรมประมง ซึ่งมีอายุเพียง 35 – 45 วัน ความยาวเฉลี่ย 1.5 – 2.0 เซนติเมตร นำมาอนุบาลต่อเป็นเวลาประมาณ 1 – 2 เดือน ให้ได้ขนาดโตพอที่จะปล่อยลงกระชังเลี้ยงปลาใหญ่ การอนุบาลลูกปลากะพงขาวสามารถอนุบาลในบ่อซีเมนต์ ในโรงเพาะฟัก และอนุบาล ในบ่อดินหรือในกระชัง ราคาลูกปลากะพงขาวที่มีการซื้อขายกันในปัจจุบัน ความยาวนิ้ว ละ 2 - 2.5 บาท

2. ซื้อลูกปลากะพงขาวจากผู้รวบรวมลูกปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาเลี้ยง ควรเลือกซื้อลูกปลาที่มีความแข็งแรงสังเกตจากมีครีบครบไม่ฉีกขาด การว่ายน้ำปราดเปรียวว่องไว แต่ส่วนใหญ่ลูกปลากะพงขาว ที่ได้จากการจับจากแหล่งน้ำธรรมชาติจะไม่แข็งแรง และมีขนาดไม่เท่ากัน เกษตรกรจึงนิยมซื้อจากโรงเพาะฟักของหน่วยงานของกรมประมงหรือเอกชนมากกว่า

ปัจจุบันการอนุบาลลูกปลากะพงขาวมีการผลิตลูกปลา เพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงได้รับความสะดวกตามความต้องการมากยิ่งขึ้น เช่นมีการฝึกให้ลูกปลากะพงขาวกินอาหารเม็ดสำเร็จรูปเพื่อเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อไป หรือมีการปรับความเค็ม โดยค่อยๆปรับความเค็มให้ลูกปลาสามารถอยู่ในน้ำจืดได้ เกษตรกรสามารถนำไปปล่อยเลี้ยงต่อในแหล่งน้ำจืดได้

การขนส่งลำเลียงลูกปลากะพงขาว

ก่อนการลำเลียงลูกปลากะพงขาวต้องมีการเตรียมความพร้อมลูกปลากะพงขาว ก่อนการขนส่งลำเลียงควรอดอาหารอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อให้อาหารที่มีอยู่ในท้องปลาได้ถูกใช้ให้หมดก่อนที่จะถูกลำเลียง เพื่อป้องกันมิให้สัตว์น้ำถ่ายของเสียลงในภาชนะลำเลียง ของเสียดังกล่าวเป็นเหตุให้เกิดแก๊สแอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ และพวกซัลไฟด์สะสมทำให้ลูกปลาตายได้ สำหรับภาชนะที่ใช้ในการลำเลียงลูกปลากะพงขาว แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. ภาชนะแบบปิด เป็นการลำเลียงลูกปลากะพงขาวขนาด 1.5 – 2 เซนติเมตรจากแหล่งผลิต โดยการใช้ถุงพลาสติกขนาด 20 x 30 นิ้ว ใส่น้ำทะเลที่สะอาด ความเค็ม 15 – 25 ppt ควรใส่ยาเหลืองความเข้มข้น 1 ppm. เพื่อป้องกันการติดเชื้อของโรคในขณะลำเลียง นำพันธุ์ปลากะพงขาวใส่ถุงละ 1,000 ตัว อัดออกซิเจนเต็มถุง มัดปากถุงอย่างแน่นหนา การลำเลียงส่วนใหญ่ใช้รถยนต์หรือเรือหางยาว ในระหว่างการขนส่งลำเลียงลูกปลาควรลดอุณหภูมิ เพื่อให้ลูกปลาเคลื่อนไหวน้อยที่สุด ถ้าหากระยะทางไกลพื้นรถยนต์ควรปูพื้นด้วยกระสอบป่านชุบน้ำและใส่ขี้เลื่อย แล้วใส่น้ำแข็งที่พื้นอีกครั้ง เพื่อป้องกันความร้อนจากพื้นรถยนต์

2. ภาชนะแบบเปิด ใช้ลำเลียงลูกปลากะพงขาวที่มีขนาดระหว่าง 5 – 10 เซนติเมตร เป็นลูกปลาที่รวบรวมจากธรรมชาติหรือพันธุ์ปลาที่ได้นำมาอนุบาลต่อระยะหนึ่งประมาณ 1 – 2 เดือน การขนส่งลำเลียงวิธีนี้ใช้รถยนต์ บนรถยนต์มีถังพลาสติกขนาดความจุ 60 – 100 ลิตร ภายในบรรจุน้ำทะเล 2/3 ของถัง จำนวนลูกปลาต่อถังขึ้นอยู่กับขนาดของลูกปลา มีเครื่องให้อากาศแบบชนิดแบตเตอรี่หรือเครื่องยนต์ขนาดเล็ก ให้อากาศตลอดระยะเวลาการเดินทางจนถึงกระชังเลี้ยงปลา

ภาพที่ 10 การขนส่งลำเลียงลูกปลากะพงขาวด้วยภาชนะแบบเปิดโดยรถยนต์

การปล่อยปลาและอัตราการปล่อย

เวลาที่เหมาะสมสำหรับการปล่อยปลาคือ เวลาเช้าตรู่หรือเวลาเย็น เพราะในเวลาดังกล่าวอากาศไม่ร้อน ปลาที่ปล่อยลงไปจะปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี ก่อนปล่อยปลาทำการตรวจวัดความแตกต่างของอุณหภูมิ และความเค็มของน้ำระหว่างในภาชนะลำเลียงและในกระชัง หากมีความแตกต่างกันควรทำการปรับอุณหภูมิและความเค็มของน้ำให้ใกล้เคียงกันก่อนทำการปล่อย โดยการนำถุงบรรจุลูกปลาแช่น้ำ ให้ลอยอยู่ในกระชังประมาณ 10 – 15 นาที เปิดปากถุงให้น้ำในกระชังไหลเข้าไปในถุงอย่างช้า ๆ ลูกปลาจะค่อย ๆว่ายออกมาจากถุง ถ้าหากลำเลียงโดยใช้ถังพลาสติก โดยการนำน้ำจากในกระชังผสมกับน้ำในถังพลาสติก แล้วค่อย ๆ เอียงถังพลาสติกเพื่อให้ลูกปลาว่ายน้ำออกจากถังอย่างช้า ๆ

อัตราปล่อยปลา การเลี้ยงปลาในกระชังสามารถปล่อยปลาลงเลี้ยงได้หนาแน่นกว่าบ่อดินหลายเท่า แต่ต้องทำการคัดขนาดลูกปลาอย่างสม่ำเสมอ การปล่อยลูกปลาขนาด 1.5 – 2 เซนติเมตร ควรปล่อยลงเลี้ยงในอัตราไม่เกิน 500 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนปลาขนาด 4 นิ้ว ขึ้นไป จากการทดลองของกรมประมงพบว่าสามารถปล่อยในอัตราตั้งแต่ 100 – 300 ตัว / ตารางเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและทำเลที่ตั้งของกระชังเลี้ยงปลา เช่น ในบริเวณสภาพน้ำไม่ดีนัก น้ำถ่ายเทไม่ดีพอ สามารถปล่อยได้ใน

อัตรา 100 ตัว ต่อตารางเมตร ที่เป็นบริเวณชายฝั่งทะเล ตามเกาะแก่งต่าง ๆ น้ำใสสะอาด การถ่ายเทของน้ำได้ดี ปริมาณออกซิเจนค่อนข้างสูงสามารถปล่อยปลาได้สูงถึง 300 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนอัตราการปล่อยปลาใหญ่ที่เหมาะสมคือ 20 – 25 ตัว / ตารางเมตร

ภาพที่ 11 การปล่อยลูกปลากะพงขาวลงเลี้ยงในกระชัง
(ที่มา: กรมประมง, มปป.d)

ภาพที่ 12 ลูกปลาขนาด 4-5 นิ้ว ที่สามารถปล่อยเลี้ยงในกระชัง
(ที่มา: กรมประมง, มปป.d)

การอนุบาลลูกปลาในกระชัง

เป็นปลาขนาดเล็กความยาวประมาณ 1.5 – 2.5 เซนติเมตร อนุบาลในกระชังอวนมุ้งสีฟ้าตาถี่ อาหารที่นิยมใช้ในการอนุบาลลูกปลา มีดังนี้

1. เนื้อปลาสด สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้พอเหมาะกับขนาดปากของลูกปลากะพงขาว โดยฝึกให้กินทีละน้อย ๆ อย่างทั่วถึงวันละ 3 – 4 ครั้ง ปริมาณที่ให้ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วิธีการให้อาหารโดยใช้มือค่อย ๆ ขยี้เนื้อปลาสดสับลงในน้ำสังเกตการกินอาหารของลูกปลา ให้ลูกปลากินจนอิ่มแต่อย่าให้อาหารเหลือ

2. ให้อาหารผสม โดยใช้รำข้าว 2 ส่วน ปลาป่น 4 ส่วน เนื้อปลาสด 2 ส่วนสับให้ละเอียด แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน เมื่อจะให้ลูกปลาก็นำไปโรยลงในกระชังทีละน้อย อาหารจะกระจายในน้ำ และตกถึงพื้นช้ากว่าอาหารสด ทำให้ลูกปลากินอาหารได้ดีกว่า มีเศษอาหารเหลือน้อยกว่าปลาสด

การอนุบาลลูกปลาในวันแรก ๆ ลูกปลายังไม่คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อม จึงยังไม่กินอาหาร ต้องหมั่นให้กินบ่อย ๆ วันละประมาณ 5 – 7 ครั้ง ประมาณ 3 – 5 วัน ลูกปลาก็จะกินอาหารได้ ในระหว่างการอนุบาลควรมีการคัดแยกขนาดลูกปลาที่มีขนาดต่างกันทุก ๆ 3 วัน โดยทำการคัดแยกลูกปลาตัวที่โตไปเลี้ยงไว้ต่างหาก เพื่อไม่ให้ลูกปลากินกันเอง แต่ต้องไม่ให้ลูกปลาบอบช้ำ เมื่อลูกปลาอายุประมาณ 3

เดือน จะมีความยาวประมาณ 5 – 7 เซนติเมตร ผู้เลี้ยงจะทำการย้ายลูกปลาไปเลี้ยงในกระชังอวนขนาดตา 1.5 เซนติเมตร ขนาดกระชัง 2 x 4 x 2 เมตร หรือ 2 x 3 x 1.5 เมตร อัตราการปล่อย 400 – 500 ตัวต่อตารางเมตร การอนุบาลต้องเอาใจใส่เป็นอย่างดี หลังการอนุบาลเป็นระยะเวลา 4 เดือน จะได้ลูกปลาขนาดความยาว 10 – 15 เซนติเมตร หรือขนาดความยาว 4 นิ้ว ขึ้นไป จึงย้ายไปเลี้ยงในกระชังปลาใหญ่

การเลี้ยงปลารุ่นในกระชัง

ปลากะพงขาวที่ปล่อยเลี้ยงในกระชัง ลูกปลาหาซื้อจากฟาร์มอนุบาลลูกปลาของเอกชน หรือหน่วยงานของกรมประมง มีขนาดตั้งแต่ 4 นิ้วขึ้นไป ซึ่งสามารถเลี้ยงได้ผลดี อัตราการรอดตายมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ราคาขายลูกพันธุ์ตัวละ 7 – 10 บาท นำมาปล่อยเลี้ยงในกระชังเลี้ยงปลาใหญ่ขนาดตาอวน 3 เซนติเมตร ขนาดกระชัง 3 x 3 x 2.5 เมตร 4 x 4 x 2.5 เมตร และ 5 x 5 x 2.5 เมตร เลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 – 8 เดือน จึงจับจำหน่ายได้

อาหารและการให้อาหารปลากะพงขาว

- อาหารปลากะพงขาว

รูปแบบของอาหารปลากะพงขาวในปัจจุบันที่นิยมใช้กัน คือ ปลาเป็ด ปลาสด อาหารผสม และอาหารเม็ดสำเร็จรูปลอยน้ำ ฯลฯ

- ปลาเป็ด เป็นลูกปลาขนาดเล็กที่จับได้จากการประมงอวนรุน อวนลาก ฯลฯ นิยมใช้ในกลุ่มเกษตรกรรายย่อย มีกระชังปลาไม่กี่กระชัง ข้อเสียของปลาเป็ดมีกลิ่นเหม็นเน่า ปลาไม่สด มีการสูญเสียระหว่างการให้มาก แต่มีข้อดีคือ ราคาถูก ปลาเป็ดก่อนให้สัตว์น้ำกินต้องคัดเลือกปลาหรือสัตว์น้ำที่เป็นอันตรายออก เช่น ปลาปักเป้า ปลาวัว ฯลฯ

- ปลาสด นิยมใช้ปลาหลังเขียว ปลาข้างเหลือง ฯลฯ ปลาสดที่นำมาเป็นอาหารปลาควรมีราคาถูก สด ไม่มีกลิ่นเหม็นเน่า โดยสับปลาสดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้มีขนาดพอดีกับปากปลา ปลาตัวเล็กให้อาหารชิ้นเล็ก ปลาตัวโตให้อาหารชิ้นใหญ่ หรือให้ปลากินทั้งตัว อาหารปลาที่ชิ้นใหญ่เกินไป ปลาอาจกินไม่หมด เหลืออยู่ในกระชัง เกิดการเน่าเสียและหมักหมม

การให้อาหารปลาเป็ดหรือปลาสด ควรมีการเสริมวิตามินต่าง ๆ เนื่องจากอาหารสดจะขาดวิตามิน ถ้าหากปลามีอาการป่วยควรผสมยาปฏิชีวนะลงไปในอาหารได้เช่นกัน

ข้อเสียของการใช้ปลาเป็ดหรือปลาสดเป็นอาหารปลา

1. การเลี้ยงปลาอยู่ในพื้นที่จำกัดขยายหรือพัฒนาได้ยาก เนื่องจากแหล่งเลี้ยงปลาต้องอยู่ใกล้ปลาเหยื่อ

2. ปลาได้รับอาหารไม่แน่นอนไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากบางครั้งหาซื้อปลาเหยื่อไม่ได้ เพราะคลื่นลมแรงหรือเรือหาปลาไม่สามารถออกไปทำการประมงได้

3. คุณค่าทางโภชนาการไม่สมดุล มีโปรตีนสูง แต่ขาดวิตามิน โดยเฉพาะวิตามินซี และกรดเกลือแร่บางชนิด

4. ถ้าหากปลาเป็ดที่ใช้ไม่สด โปรตีนบางส่วนถูกย่อยสลายไป ก่อให้เกิดสารอีสตามิน แอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมื่อนำไปให้ปลากินปลาจะได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ หรือหากมีฮีสตามีน แอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ในปริมาณที่สูงอาจทำให้ปลาตายได้ เป็นการสูญเสียอาหารโดยเปล่าประโยชน์ ทำให้ค่า FCR ของการเลี้ยงสูง นอกจากนี้ปลาเป็ดที่ไม่สดอาจจะเป็นแหล่งนำเชื้อโรคและพยาธิมาสู่ปลาได้

5. คุณภาพปลาเป็ดผันแปรตามชนิด และฤดูกาล เช่น ปลาหลังเขียวจะมีไขมันพอเพียงต่อความต้องการของปลา ส่วนปลาข้างเหลือง ปลาแดง และปลาปากคม ในฤดูกาลที่ปลาผอมมีไขมันน้อยไม่เพียงพอกับความต้องการของปลากะพงขาว

ภาพที่ 13 อาหารปลากะพงขาว(ปลาสด)

(ที่มา: กรมประมง, มปป.d)

- อาหารผสม มี 2 รูปแบบคือ

- อาหารผสมสด หมายถึงอาหารที่ได้จากการนำเอาอาหารสด โดยเฉพาะปลาเป็ด มาผสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน แล้วผลิตออกมาเป็นเม็ด อาหารผสมสดมีลักษณะเป็นเม็ดจมน้ำเปียก เนื่องจากใช้ปลาเป็ดที่มีความชื้นเป็นส่วนผสม ทำให้มีความชื้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เมื่อผลิตออกมาแล้วต้องรีบใช้ให้หมดโดยเร็ว หากใช้ไม่หมดภายใน 1 วันควรเก็บไว้ในตู้แช่แข็ง เพื่อใช้ในวันต่อไป

- อาหารผสมอัดเม็ด เป็นอาหารที่สามารถปรุงแต่งอาหารให้มีคุณภาพสูงเท่าที่ต้องการ โดยนำเอาวัตถุดิบอาหารหลายๆ ชนิดรวมกันเพื่อให้มีสารอาหารทุกกลุ่ม เติมสารอาหารที่ขาดหรือมีน้อย ผสมวิตามินเกลือแร่ เติมสีแต่งกลิ่นเพื่อดึงดูดให้ปลากินอาหาร ผสมสารเหนียวเพื่อให้อาหารคงทนอยู่ในน้ำได้นาน

ตารางที่ 3 สูตรอาหารผสมสำหรับปลากะพงขาว (กรมประมง, 2548)

วัตถุดิบ	โปรตีน 48% (ลูกปลาขนาด 1 นิ้ว – 3/4เดือน)	โปรตีน 43% (ปลา 3/4 เดือน – 6/8 เดือน
ปลาป่น (58 – 60%)	58	50
หรือใช้ปลาเป็ด (กก.)	185	160
หมึกป่น	5	5
กากถั่วเหลือง	10	10
ยีสต์	5	5
แป้งสาลี	5	5
สารเหนียว (อัลฟาสตาชท์)	7	7
รำข้าว	4	4
วิตามินและแร่ธาตุรวม (หรือตามที่ระบุข้างถุง)	0.5 – 1	0.5 – 1
น้ำมันพืช	3	4
น้ำมันปลาทะเล	2	2
รวม (กก.)	100	100

หมายเหตุ ถ้าใช้ปลาเป็ดไม่ต้องใส่สารเหนียวให้เปลี่ยนเป็นแป้งสาลีแทน

- อาหารเม็ดลอยน้ำ

เป็นอาหารเม็ดที่ผลิตขึ้นมามีคุณสมบัติลอยน้ำได้ดี ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาอาหารเลี้ยงปลากะพงขาวผลิตเป็นอาหารเม็ดลอยน้ำโดยบริษัทต่าง ๆ มีหลายยี่ห้อ จำหน่ายให้เกษตรกรนำไปเลี้ยงปลากะพงขาวในบ่อดิน และในกระชัง ซึ่งอาหารเม็ดลอยน้ำ มีประโยชน์ในด้านสะดวกในการให้อาหาร สามารถตรวจสอบการกินอาหารปลากะพงขาวได้ชัดเจน น้ำไม่เน่าเสียง่าย แต่มีข้อเสียคือ ราคาค่อนข้างสูง และปลากะพงขาวที่ให้อาหารเม็ดลอยน้ำได้ ต้องฝึกให้กินตั้งแต่มีขนาดเล็ก

ภาพที่ 14 การเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังโดยใช้อาหารเม็ดลอยน้ำ

การให้อาหารปลากะพงขาว

ปริมาณอาหารที่ให้ในช่วงปลารุ่น ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว การให้อาหารให้ทุกวัน ๆ ละ 1 – 2 ครั้ง ในเวลาตอนเช้าและเย็นให้ตรงตามเวลา ควรให้ที่เดิมทุกครั้ง เพื่อปลาจะได้เกิดความจำ จุดที่โยนอาหารให้เป็นบริเวณต้นน้ำที่เริ่มไหลเข้ากระชัง ธรรมชาติปลากะพงขาวจะไม่กินเหยื่อที่ตกถึงพื้นก้นกระชังเป็นอันขาด ดังนั้นในการให้อาหารปลา ควรให้โดยการหว่านหรือโยนอาหารเป็นคราวๆ ละน้อย ๆ เมื่อเห็นปลาฮุบเหยื่อกินหมดแล้ว จึงหว่านเหยื่อครั้งใหม่ต่อไป สังเกตการกินอาหารของปลาให้ทั่วถึง และเร่งให้กินเมื่อปลาแย่งอาหาร คอยสังเกตดูจนกว่าปลาไม่ขึ้นมาฮุบเหยื่ออีก หรือเมื่อเห็นว่าปลากินอาหารช้าลงและกินอาหารใต้ผิวน้ำ แสดงว่าปลาใกล้จะอิ่ม จึงหยุดให้อาหารเพื่อป้องกันไม่ให้เศษอาหารเหลือบริเวณก้นกระชัง อาจเป็นสาเหตุให้ปูมากัดกระชังเพื่อเข้าไปกินเศษอาหารทำให้กระชังขาด และหลุดออกไปได้ สำหรับคุณภาพของอาหารมีความสำคัญมาก ถ้าใช้ปลาที่มี

ความสดมาก ๆ หรือปลาสดที่แช่แข็งมีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดี แต่ถ้าใช้อาหารปลาที่ไม่ค่อยสดจะพบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่ดีนัก ปกติการใช้ปลาสดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะพงขาวที่เลี้ยงในกระชังมีค่าเท่ากับ 7 – 10 : 1 แต่ถ้าใช้ปลาสดที่มีคุณภาพดีแล้วอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อจะต่ำลงได้

ภาพที่ 15 การให้อาหารปลาน้ำกร่อยในกระชัง
(ที่มา: กรมประมง, มปป.d)

การดูแลรักษากระชัง

ผู้เลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังต้องหมั่นตรวจสอบดูแลกระชังให้สะอาดอยู่เสมอ เพื่อให้น้ำถ่ายเทได้สะดวก มีผลให้ปลากินอาหารได้ดี ทำให้ปลาเจริญเติบโตเร็วขึ้น โดยปกติควรทำความสะอาดกระชัง 10 – 15 วัน ต่อหนึ่งครั้ง โดยใช้แปรงลวดทองเหลืองหรือแปรงขนมะพร้าวขัดถูสิ่งสกปรกออกให้หมด เช่นตะไคร่น้ำ เพรียง เป็นต้น ควรเปลี่ยนกระชังเก่าออกทำความสะอาด และนำกระชังใหม่เข้ามาแทน ในกรณีมีกระชังสำรองเพียงพอก็สามารถทำได้

ผู้เลี้ยงปลากะพงขาวต้องหมั่นตรวจสอบรูรั่วของกระชังอันเกิดจากปูหรือสัตว์น้ำอื่น ๆ กัดกระชังทำให้กระชังขาดปลาหลุดออก ควรทำการแก้ไขซ่อมแซมอย่างรวดเร็ว การป้องกันไม่ควรให้เศษอาหารเหลือตกค้างอยู่บริเวณก้นกระชัง ซึ่งเป็นสื่อให้ปูมากัดกระชังเพื่อเข้ามากินเศษอาหาร

บางครั้งการเลี้ยงปลาในกระชังอาจมีปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่ลอยน้ำมาปะทะกระชังอวน เช่น เศษไม้ ท่อน ไม้ต่าง ๆ ทำให้ชำรุดเสียหายได้ การแก้ปัญหา โดยใช้ไม้หรืออวนมากั้นล้อมรอบกระชัง นอกจากนี้ผู้เลี้ยงปลากะพงขาวต้องหมั่นสังเกตดูอาการความเป็นอยู่ของปลา และการเกิดโรคต่าง ๆ ตลอดจนเฝ้าดูแลไม่ให้เกิดการลักขโมยปลาในกระชัง

วิธีการลดปริมาณของเสียที่ตกค้างอยู่ในกระชัง และสาหร่ายที่ติดอยู่ตามกระชัง โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชังอาจจะนำปลาสลิดหิน (*Siganus* sp.) ซึ่งมีลักษณะนิสัยไม่ดุร้าย ชอบกินอาหารพวกตะไคร่น้ำ สาหร่าย และเศษอาหารที่ตกอยู่ตามก้นกระชัง ปลาสลิดหินจะไม่แย่งอาหาร(ปลาสดสับหรือปลาเป็ด)ปลาน้ำกร่อย นำมาปล่อยเลี้ยงร่วมกับปลากะพงขาวในกระชังในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อเป็นการรักษาความสะอาดภายในกระชัง ทำให้น้ำในกระชังถ่ายเทได้สะดวกขึ้น ผู้เลี้ยงไม่ต้องทำความสะอาดกระชังบ่อยนัก เมื่อเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชังจนถึงขนาดที่ตลาดต้องการจึงจับจำหน่าย เกษตรกรสามารถมีรายได้เสริมจากการจำหน่ายปลาสลิดหินที่เลี้ยงร่วมกับปลาน้ำกร่อยในกระชังอีกด้วย โดยจำหน่ายเป็นปลาเนื้อในราคากิโลกรัมละ 50 – 60 บาท หรือจำหน่ายเป็นปลาสวยงามในราคาตัวละ 10 – 20 บาท

ต้นทุนการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง

จากการสำรวจต้นทุนการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังปี พ.ศ 2544 โดยกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จากฟาร์มซึ่งมีการเลี้ยงปลากะพงขาว 8 กระชัง กระชังเดี่ยว ขนาด 5 x 5 x 2 เมตร เริ่มเลี้ยงจากปลาขนาด 4 – 5 นิ้ว ต้นทุนการเลี้ยงปลากะพงขาวประกอบด้วย ต้นทุนคงที่รวม 30,987.20 บาท/ฟาร์ม/รุ่น ต้นทุนผันแปรรวม 213,947.47 บาท/ฟาร์ม/รุ่น ต้นทุนทั้งหมดรวมทั้งสิ้น 244,934.67 บาท/ฟาร์ม/รุ่น รายได้ทั้งหมด 304,000 บาท/ฟาร์ม/รุ่น กำไรสุทธิ 59,065.33 บาท/ฟาร์ม/รุ่น ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ต้นทุนการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง ปี พ.ศ 2544 (8 กระชัง : กระชังเดี่ยว ขนาด 5 x 5 x 2 เมตร จากปลาขนาด 4 – 5 นิ้ว)

หน่วย : บาท / ฟาร์ม / รุ่น

รายการ	ต้นทุนเงินสด	ต้นทุนไม่เป็นเงินสด	รวม	%
1. ต้นทุนคงที่	**0.00**	**30,987.20**	**30,987.20**	**12.65**
- ค่าเสื่อมกระชัง	0.00	29,973.60	29,973.60	12.24
- ค่าเสื่อมอุปกรณ์อื่น ๆ	0.00	0.00	0.00	0.00
- ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคงที่ (อัตราดอกเบี้ย 1.75% ต่อปี)	0.00	1,013.60	1,013.60	0.41
2. ต้นทุนผันแปร	**180,640.00**	**33,307.47**	**213,947.47**	**87.35**
- ค่าพันธุ์ปลา	38,400.00	0.00	38,400.00	15.68
- ค่าอาหาร	138,240.00	0.00	138,240.00	56.44
- ค่าแรงงานประเมิน	0.00	31,200.00	31,200.00	12.74
- ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	4,000.00	0.00	4,000.00	1.63
- ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนผันแปร (อัตราดอกเบี้ย 1.75% ต่อปี)	0.00	2,107.47	2,107.47	0.86
3. ต้นทุนทั้งหมด				
- บาท / ฟาร์ม	180,640.00	64,294.67	244,934.67	100.00
- บาท / กก.			76.54	
ขนาดกระชัง 5 x 5 x 2 เมตร = 50 ลบ.ม. (เงินลงทุน 10,860 / กระชัง)				
ต้นทุน / ลบ.ม.			612.34	
อัตรารอด (ร้อยละ)			80 – 90	
ระยะเวลาเลี้ยง			6 เดือน	
ผลผลิตเฉลี่ยต่อกระชัง (กก.)			400.00	
ผลผลิตเฉลี่ยต่อฟาร์ม (กก.)			3,200.00	
ขนาดของผลผลิตเฉลี่ย (กก./ตัว)			0.75	
ราคาผลผลิตที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย (บาท / กก.)			95.00	
รายได้ทั้งหมด (บาท / ฟาร์ม/ รุ่น)			304,000.00	
กำไรจากการดำเนินการ (บาท / ฟาร์ม / รุ่น)			123,360.00	
กำไรสุทธิ (บาท / ฟาร์ม / รุ่น)			59,065.33	

หมายเหตุ : 1. อัตราปล่อยพันธุ์ปลาเฉลี่ย 600 ตัว / กระชัง

2. ขนาดพันธุ์ปลาเฉลี่ย 5 นิ้ว / ตัว

3. ราคาพันธุ์ปลาเฉลี่ย 8 บาท / ตัว

4. FCR 6 :1

5. ผลผลิตเฉลี่ย 400 กิโลกรัม / กระชัง

6. ขนาดของผลผลิต 0.75 กิโลกรัม / ตัว ราคาขาย 95 บาท / กิโลกรัม

7. ระยะเวลาในการเลี้ยง 6 เดือน

8. กำไรสุทธิเฉลี่ย 59,065 บาท / ฟาร์ม / รุ่น (9,844 บาท / ฟาร์ม / เดือน)

ที่มา : กรมประมง, มปป.d

การเจริญเติบโตและการจับจำหน่าย

การเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังเพื่อให้ได้ขนาดที่ตลาดต้องการ (500 – 800 กรัม) ใช้ระยะเวลาเลี้ยงประมาณ 6 – 7 เดือน สิ่งที่ผู้เลี้ยงปลาควรทำคือ ตรวจสอบขนาด และจำนวนปลาให้แน่นอนก่อนติดต่อผู้ซื้อ ต้องเตรียมภาชนะให้พร้อม และต้องไม่ลืมว่าความสดของปลาช่วยให้ราคาปลาสูงขึ้น จึงควรรักษาความสดของปลากะพงขาวอยู่เสมอ ราคาจำหน่ายปลากะพงขาวที่เลี้ยงในกระชังอยู่ระหว่าง 95 - 140 บาท ต่อกิโลกรัม

ภาพที่ 16 ปลากะพงขาวขนาดที่สามารถจำหน่ายได้ (ปลาจาน)

การเลี้ยงปลากะรัง

ชีววิทยาทั่วไป

ปลากะรังมีชื่อสามัญเรียกทั่วไปว่า Grouper อยู่ในตระกูล Serranidae หรือที่เรียกทั่วไปตามภาษาชาวบ้านว่า ปลาเก๋า ปลาตุ๊กแก ปลาเก๋าฮื้อ ปลาราปู ฯลฯ นำมาใช้ประโยชน์ในด้านการประกอบอาหารรับประทาน ในอดีตที่ผ่านมาปลาชนิดนี้ค่อนข้างชุกชุมมาก ไม่นิยมนำมาบริโภค เนื่องจากมีลวดลายคล้ายตุ๊กแก แต่ในปัจจุบันปลากะรังกลายเป็นที่ชื่นชอบของบุคคลทั่วไป มีขายตามร้านอาหารและภัตตาคารชั้นนำ มีราคาซื้อขายค่อนข้างสูง และมีตลาดกว้างทั้งในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันนี้จึงมีผู้นิยมเลี้ยงกันมากโดยเฉพาะในบริเวณชายฝั่งทะเลในภาคใต้ และภาคตะวันออก เช่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร นครศรีธรรมราช สงขลา สตูล กระบี่ พังงา ภูเก็ต ฉะเชิงเทรา และระยอง

ลักษณะทั่วไป มีรูปร่างยาว มีลำตัวหนาใหญ่ และแข็งแรงแบนข้างเล็กน้อย เกล็ดตามลำตัวเล็กและยึดกันแน่น ส่วนมากขอบเกล็ดมีลักษณะหยัก หัวใหญ่ ตาโตพอประมาณ ปากกว้างเฉียงลง ริมฝีปากหนา ฟันมีขนาดเล็กเรียงกันเป็นแถวอยู่บนขากรรไกรบนและล่าง ที่บริเวณฝาปิดเหงือกมีหนามแหลม 1-3 อัน บนลำตัวมีเส้นข้างลำตัวที่สมบูรณ์เพียงเส้นเดียว ครีบหลังมีครีบเดียวยาวตลอด ซึ่งประกอบด้วยก้านครีบแข็ง และก้านครีบอ่อน

ลักษณะนิสัยเชื่องช้า ไม่ว่องไว ไม่ชอบเคลื่อนไหว ชอบนอนตามซอกหิน กองหิน เป็นปลาที่อยู่นิ่งมากกว่าว่ายน้ำ และจะหลบซ่อนตัวคอยดักเหยื่ออยู่ตามวัสดุต่าง ๆ ตามท้องทะเลที่เป็นโคลนปนทราย กองหินใต้น้ำ หินปะการัง และต้นไม้ตามชายฝั่งเป็นต้น แต่เมื่อถึงเวลาล่าเหยื่อจะพุ่งเข้าหาเหยื่ออย่างรวดเร็ว และรุนแรง สามารถกินเหยื่อขนาดโตเกือบเท่าตัวเองได้ ปลาชนิดนี้มีชุกชุมทางแถบทะเลเขตโซนร้อน เช่น อินเดีย ศรีลังกา พม่า ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย นิวกินี ออสเตรเลีย และฟิลิปปินส์ ส่วนในทะเลเขตอบอุ่นมีบ้างแต่ไม่ชุกชุม

แหล่งวางไข่ของปลากะรัง อยู่ในทะเลลึก และอาจมีความเค็มสูงโดยเริ่มวางไข่เดือนพฤศจิกายนไปถึงเดือนธันวาคมของทุกปี เมื่อไข่ฟักเป็นตัวลูกปลากะรังจะเคลื่อนตัวเข้ามาในบริเวณชายฝั่ง ในช่วงของเดือนดังกล่าวซึ่งจะพบว่ามีลูกปลาขนาดเล็กประมาณ 1.5 – 2.0 เซนติเมตรอยู่มากทางปากแม่น้ำเทพา อำเภอจะนะ บริเวณทะเลสาบสงขลา ชายฝั่งในเขตจังหวัดปัตตานี นราธิวาส ส่วนทางทะเลอันดามันพบตั้งแต่จังหวัดภูเก็ตขึ้นมาถึงจังหวัดสตูล พบลูกปลาขนาดตั้งแต่ 3 นิ้วไปจนถึงขนาด 6 นิ้ว

การเปลี่ยนเพศของปลากะรัง ในธรรมชาติพบว่าในช่วงแรกของปลากะรังจะเป็นเพศเมียจนกว่าปลาจะมีน้ำหนักเฉลี่ย 11 กิโลกรัมขึ้นไป ปลากะรังจะเปลี่ยนจากเพศเมียเป็นเพศผู้ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นอุปสรรคต่อการเพาะพันธุ์ปลากะรังเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงได้มีการใช้ฮอร์โมนเพศผู้ Methyltestosterone ให้ปลากะรังกิน ในขณะที่ปลามีขนาด 5-7 กิโลกรัม โดยให้ในอัตรา 1 มิลลิกรัมต่อ

น้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ให้กินวันเว้นวัน ในระยะเวลา 2-3 เดือน ปลากะรังเพศเมียจะเปลี่ยนเป็นเพศผู้ สามารถมีน้ำเชื้อได้

ชนิดของปลากะรังเศรษฐกิจที่นิยมเลี้ยงในกระชัง

ปลากะรังมีอยู่มากมายหลายชนิดในน่านน้ำไทย แต่ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจนำมาเลี้ยงในกระชังนั้นมีอยู่เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้น ผู้ที่จะเริ่มเลี้ยงปลากะรังควรจะทราบชนิดของปลากะรังเสียก่อน เพื่อผู้เลี้ยงสามารถเลือกชนิดของปลาที่เป็นที่ต้องการของตลาด และมีราคาแพงได้ ซึ่งปลากะรังเศรษฐกิจที่นิยมเลี้ยงในกระชังมีดังนี้

ภาพที่ 17 ปลากะรังปากแม่น้ำOrange–spotted grouper; *Epinephelus coioides* (Hamilton,1822)

- ปลากะรังปากแม่น้ำมีชื่อสามัญอังกฤษว่า Orange – spotted grouper มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Epinephelus coioides* (Hamilton,1822) มีรูปร่างค่อนข้างยาวแบนข้างเล็กน้อย ลำตัวค่อนข้างกลม ปากค่อนข้างกว้าง ขากรรไกรล่างยาวกว่าขากรรไกรบน กระดูกหน้าแก้มมีลักษณะหยักละเอียดทางด้านบน ส่วนด้านล่างหักมุมเป็นหยักเป็นหนามใหญ่ 2-3 อัน มีฟันที่ขากรรไกรบน 2 แถว ส่วนครีบหลังเป็นแนวยาว มีก้านครีบแข็ง 11 ก้าน ก้านครีบอ่อน 15-16 ก้าน ครีบทุกครีบกลมมน ลำตัวจะมีสีน้ำตาลอ่อนเข้มพาดขวางตามลำตัว 5-6 แถบ มีจุดประอยู่ตลอดตัวส่วนท้อง และใต้คางจะไม่มีสีปรากฏ

ภาพที่ 18 ปลากะรังจุดดำ Malabar grouper; *Epinephelus malabaricus* (Bloch and Schneider,1801)

- ปลากะรังจุดดำ มีชื่อสามัญอังกฤษว่า Malabar grouper มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Epinephelus malabaricus* (Bloch and Schneider,1801) จัดได้ว่าเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ ลำตัวยาวกลมแบนข้างเล็กน้อย ปากเฉียง ขากรรไกรยาวเลยหลังตา ซี่เหงือกมีจำนวน 25-26 อัน ขอบบนของแก้มเป็นหยัก เล็ก ๆ เกล็ดบนเส้นข้างตัวมี 57-58 เกล็ด ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 11 ก้าน ลำตัวมีสีน้ำตาลอ่อน มีจุดสีน้ำตาลไหม้เกือบดำประอยู่ตลอดตัว และครีบทุก ๆ ครีบบริเวณใต้คางจะมีจุดดำหรือแถบดำ สามารถที่จะสังเกตได้

การรวบรวมลูกปลากะรัง

ลูกปลากะรังที่จะนำมาเลี้ยงในกระชังในขณะนี้ส่วนใหญ่ได้มาจาก การรวบรวมลูกปลาจากธรรมชาติ ลูกปลาที่ได้จากการเพาะพันธุ์ เพื่อให้ได้ปล่อยลงเลี้ยง ไม่ได้เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากอัตราการรอด ยังคงอยู่ในระดับต่ำมาก แหล่งลูกปลากะรังในธรรมชาติที่มีชุกชุมได้แก่ บริเวณชายฝั่ง ปากแม่น้ำ ลำคลองที่มีทางติดต่อกับทะเล ความชุกชุมของลูกปลาขึ้นอยู่กับฤดูกาล ความเค็มของน้ำ อายุของลูกปลา และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง การรวบรวมลูกปลาระหว่างชายฝั่งทะเลทั้งสองด้านของประเทศไทย มีวิธีการรวบรวมที่แตกต่างกัน เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของชายฝั่งทะเลทั้งสองของ

ประเทศไทยมีความแตกต่างกัน ในฝั่งทะเลด้านตะวันออกของไทยนั้นพื้นที่จะลาดลงสู่ทะเล ส่วนฝั่งตะวันตกของไทยนั้นพื้นที่ลาดชัน มีเกาะเรียงรายอยู่มากมาย การรวบรวมลูกปลากะรังจึงมีความแตกต่างกันไปตามลักษณะภูมิประเทศ ระยะเวลาในการจับลูกปลา และประเภทของเครื่องมือประมงที่ใช้ในการจับลูกปลา ฯลฯ

ภาพที่ 19 สถานที่รับซื้อเพื่อรวบรวมลูกปลากะรังจากชาวประมง

ชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้และภาคตะวันออกของไทย

ชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้และภาคตะวันออกของไทยในเขตจังหวัดสงขลา ปัตตานี นราธิวาส สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ชลบุรี ฯลฯ จะพบลูกปลาตลอดทั้งปี แต่มีขนาดและจำนวนแตกต่างกันไปตามฤดูกาล จะพบชุกชุมมากในช่วงของมรสุม วิธีการรวบรวมลูกปลาในบริเวณนี้ที่มีความเหมาะสมคือ

1. การใช้สวิงช้อนลูกปลา โดยการสร้างกอสวะ หรือพุ่มไม้เทียม จากเถาประเภทย่านลิเภา หรือกิ่งไม้มาผูกมัดรวมกันเป็นฟ่อนเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วนำไปวางบริเวณชายฝั่งทะเลที่คาดว่ามีลูกปลากะรังอาศัยอยู่ชุกชุม โดยนำไปมัดไว้กับหลักไม้ในน้ำที่มีความลึกประมาณ 1-1.5 เมตร หลังจากวางพุ่มแล้วเป็นระยะเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ คาดว่ามีลูกปลามาหลบซ่อน ก็ทำการออกรวบรวมโดยค่อย ๆ ยกซุ้มทีละน้อย แล้วสอดสวิงเข้าไปด้านใต้ ลูกปลาจะตกอยู่ในสวิง การรวบรวมแบบนี้ลูกปลาจะบอบช้ำน้อยที่สุด วิธีการนี้เป็นการเลียนแบบการอยู่อาศัยของปลากะรัง ซึ่งชอบอาศัยอยู่ตามพุ่มไม้ โขดหิน

2. การใช้อวนลากทับตลิ่ง การใช้อวนลากนี้ ต้องใช้คนลากอวนหลายคน โดยอาศัยการสังเกตและความชำนาญในสถานที่ ๆ ลูกปลาหลบซ่อนอยู่ เช่น ตามกอสาหร่าย กอหญ้า ฯลฯ แล้วใช้อวนลากลูกปลา ลูกปลาที่ได้มีขนาดประมาณ 2 – 15 เซนติเมตร

ชายฝั่งตะวันตกของภาคใต้

ชายฝั่งตะวันตกของภาคใต้ ได้แก่จังหวัด พังงา กระบี่ ตรัง สตูล และภูเก็ตจะพบลูกปลากะรังตลอดทั้งปี แต่จะพบมากหรือน้อยขึ้นกับฤดูกาล ลูกปลากะรังที่พบมักจะมีขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1 นิ้วถึงขนาด 6 นิ้ว มีวิธีการรวบรวมอยู่ 2 วิธีคือ

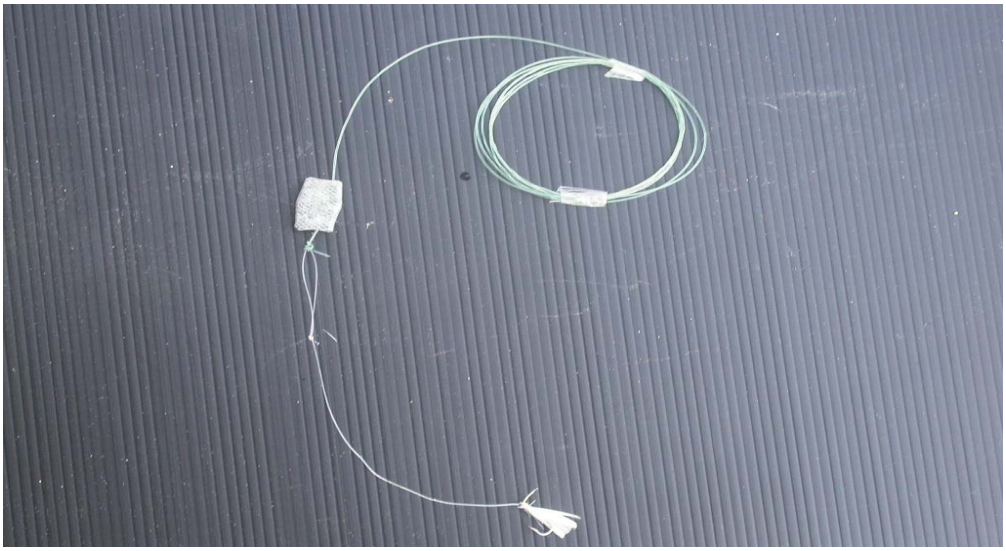
1. การใช้ลอบหรือไซ ไซเป็นเครื่องมือจับปลากะรังที่มีรูปร่างคล้ายกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า โครงสร้างทำด้วยไม้หรือเหล็ก โดยมีอวนขึงล้อมรอบทุกด้าน ด้านหน้าทำเป็นช่องทางเข้าของลูกปลา มีลักษณะคล้ายกรงดักจับแมลง ปลายจะเป็นทางเปิดให้ปลาเข้าได้แต่ออกไม่ได้ ภายในมีเหยื่อล่อให้ปลาเข้ามากินอาหาร เหยื่อที่ใช้อาจเป็น ปลาข้างเหลือง ปลาหลังเขียวหรือปลาเป็ด ฯลฯ ใส่ในถุงอวนผูกไว้ภายในไซ การวางไซโดยนำไซใส่ในเรือขนาดเล็ก นำไปวางในบริเวณที่คาดว่ามีลูกปลาชุกชุมตามข้างโขดหิน โดยผูกสายเชือกยาวกับไซ ความยาวของเชือกอย่างน้อยเท่ากับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด ปลายเชือกอีกด้านหนึ่งผูกไว้กับทุ่นลอย เพื่อทราบตำแหน่งหลังจากวางไปแล้ว หากเป็นไซขนาดเล็ก ทิ้งไว้ประมาณ 3- 4 ชั่วโมง หากเป็นไซขนาดใหญ่ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ จึงทำการกู้หรือดึงไซขึ้นมาดู หากมีลูกปลากะรังอยู่ในไซจึงจับลูกปลาออก ลูกปลากะรังที่เข้าไซมักมีขนาดใหญ่ ประมาณ 3 – 9 นิ้ว

ภาพที่ 20 ลอบหรือไซ

ภาพที่ 21 ชาวประมงกำลังวางไซ

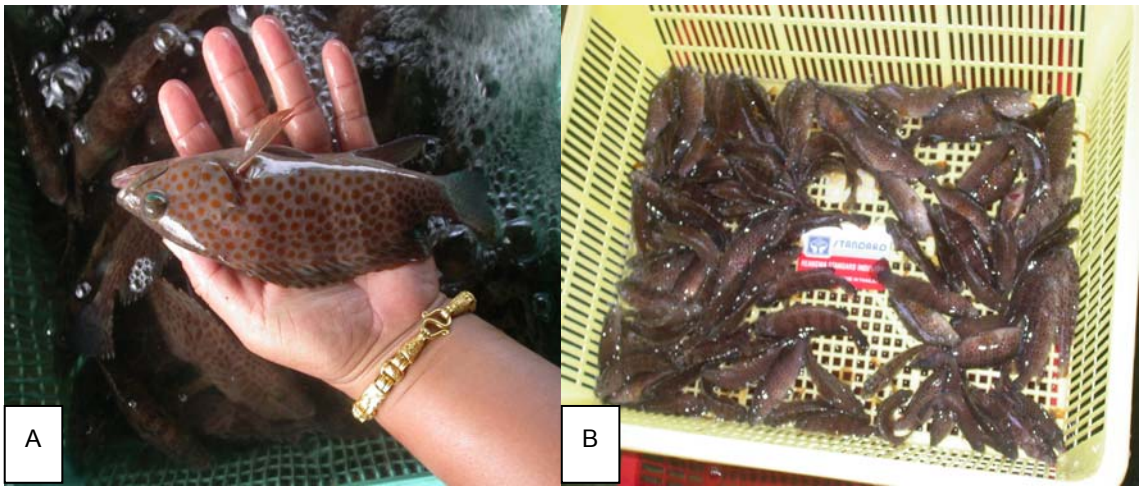
2. การใช้เบ็ด วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ค่อยดีเท่าใดนัก เพราะปลาจะมีแผลที่ปาก มีการบอบช้ำอาจทำให้ติดโรคได้ง่าย แต่ไม่มีผลต่ออัตราการตายของลูกปลาเท่าใดนัก เบ็ดที่ใช้ตกปลาในพื้นที่ฝั่งอันดามันบางแห่ง วิธีการตกปลานั้นไม่ใช้เหยื่อเกี่ยวเบ็ด แต่มีวิธีการเฉพาะที่สามารถตกลูกปลากะรังได้ สำหรับเบ็ด

ที่ใช้เหยื่อเกี่ยวเบ็ดนั้น เหยื่อที่ใช้ได้แก่ ปลาหลังเขียว และปลาข้างเหลือง ตัดเป็นท่อนให้พอเหมาะกับขนาดของปลาที่กินได้ บริเวณที่จะวางเบ็ดตกลูกปลากะรังควรเลือกสถานที่ที่รกมืด ๆ ใกล้โขดหินแนวปะการัง ปลากะรังที่ได้จากการตกเบ็ดจะได้ปลาที่มีขนาดใหญ่



ภาพที่ 22 เบ็ดตกปลากะรังไม่ใช้เหยื่อเกี่ยวเบ็ด

ลูกปลากะรังที่ชาวประมงจับได้นั้นจะนำไปขายให้กับพ่อค้ารวบรวมลูกปลา พ่อค้ารวบรวมลูกปลาจะขายต่อให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงอีกทอดหนึ่ง ราคาปลากะรังในปัจจุบันซื้อขายตามขนาดของลูกปลา ปลาขนาด 2-3 นิ้วราคาตัวละ 10 – 15 บาท ปลาขนาด 4 - 5 นิ้วราคาตัวละ 20 – 25 บาท ปลาขนาด 6 – 7 นิ้ว ราคาตัวละ 30 – 35 บาท ปลาขนาด 8 – 9 นิ้ว ราคาตัวละ 40 – 45 บาท ถ้าหากซื้อจากชาวประมงที่หาลูกปลากะรัง โดยไม่ผ่านพ่อค้ารวบรวมราคาจะต่ำกว่ามาก แต่ข้อเสียคือไม่สะดวก และไม่สามารถหาได้ตามความต้องการคราวละมาก ๆ



ภาพที่ 23 ลูกปลากะรังขนาดที่นำมาเลี้ยงในกระชังขนาดความยาว 6-7 นิ้ว(A) ลูกปลากะรังขนาดความยาว 2-3 นิ้ว (B)

การลำเลียงลูกปลา

การลำเลียงลูกปลากะรังจากแหล่งรวบรวมลูกปลากะรัง จนถึงกระชังเลี้ยงปลา จากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่งต้องใช้เวลาเดินทางหลายชั่วโมง ซึ่งอาจทำให้ปลาบอบช้ำได้ การเลือกวิธีการลำเลียงมีความสำคัญมากต่ออัตราการรอดของลูกปลา วิธีการลำเลียงลูกปลาโดยทั่ว ๆ ไปพอจะกล่าวได้ดังนี้

- การลำเลียงโดยใช้เรือ

เมื่อรวบรวมลูกปลาได้หรือจะเคลื่อนย้ายลูกปลา การลำเลียงโดยทางเรือ ปลาจะได้รับการกระทบกระเทือนน้อยที่สุด เรือที่ใช้ลำเลียงมีทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่และเศรษฐกิจ โดยมากเรือจะเจาะช่องใส่ปลาไว้ที่ใต้ท้องเรือ แล้วใส่น้ำ ใส่ปลาที่รวบรวมลำเลียงสู่แหล่งอนุบาลหรือแหล่งเลี้ยง

- การลำเลียงโดยใช้รถ

การลำเลียงโดยวิธีนี้จะต้องใช้เมื่อย้ายพันธุ์ปลาจากแหล่งหนึ่งไปสู่อีกแหล่งหนึ่ง ภายในรถจะมีถังขนาดความจุ 60 – 100 ลิตร มีเครื่องให้อากาศ ควรลำเลียงลูกปลาในช่วงอากาศเย็น เช่นเช้ามืดหรือตอนบ่าย ๆ ที่ตะวันคล้อย อัตราการปล่อยลูกปลานั้น เปลี่ยนแปลงไปตามขนาดลูกปลากะรัง ในถังขนาด 60 ลิตร ใส่น้ำเกือบเต็มถัง ให้อากาศ อัตราที่เหมาะสม ควรเป็นดังนี้ ปลาขนาด 600 – 800 กรัม สามารถบรรจุปลาได้ 10 – 15 ตัว/ถัง ปลาขนาด 3 – 6 นิ้ว บรรจุได้ 60 ตัว/ถัง

- การลำเลียงโดยใช้ถุงพลาสติก

การลำเลียงวิธีนี้ใช้เคลื่อนย้ายปลาระยะทางไกล โดยสารไปทางเครื่องบิน หรือรถปรับอากาศ ถุงพลาสติกที่ใช้มีความหนาพิเศษ ขนาดความจุ 30 – 40 ลิตร แต่ใส่น้ำเพียง 10 ลิตร ในขั้นแรกต้องลดอุณหภูมิให้เหลือ 10 องศาเซลเซียส แล้วจึงบรรจุลูกปลาลงถุง อัดอากาศมัดปากถุงให้แน่น อัตราความหนาแน่นลูกปลาที่เหมาะสมในถุงขนาดนี้ ถ้าหากปลาขนาด 600 – 800 กรัม บรรจุปลาได้ 4 – 5 ตัวต่อถุง ปลาขนาด 3 - 6 กรัม บรรจุปลาได้ 50 ตัวต่อถุง

การอนุบาลลูกปลากะรัง

ในการรวบรวมลูกปลาจากธรรมชาติ ก่อนปล่อยลงเลี้ยงในกระชังควรจะอนุบาลให้มีขนาดใหญ่และแข็งแรงเสียก่อน ทั้งนี้เพราะลูกปลามักจะอ่อนแอ ไม่มีความอดทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมากนัก สามารถทำได้ทั้งในบ่อซีเมนต์และในกระชัง

1. การอนุบาลในกระชัง กระชังอนุบาลโดยทั่วไปควรมีขนาด 1 x 2 x 1 เมตร หรือ 2 x 2 x 1.5 เมตร ขนาดของตาอวนที่เหมาะสมที่ใช้อนุบาลลูกปลามีขนาด 0.5 – 2 เซนติเมตร ทั้งนี้ขนาดของตาอวนที่ใช้ก็มีส่วนสัมพันธ์กับขนาดปลา การจัดการก่อนปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงในกระชัง ควรมีการแช่ปลาด้วยน้ำยาฟอร์มาลีน 50 – 100 ส่วนในล้านส่วน(ppm) ผสมยาเหลือง 0.05 ส่วนในล้านส่วน(ppm) เป็นระยะเวลา 30 นาที เพื่อช่วยลดปัญหาการติดโรคได้ ขณะแช่ยาต้องเปิดเครื่องให้อากาศตลอดเวลา

วิธีการปล่อยปลา โดยนำถุงลำเลียงลูกปลาลอยในกระชังอนุบาลไว้อย่างน้อย 10 – 15 นาที เพื่อให้อุณหภูมิของน้ำในถุง และน้ำในกระชังเท่ากันเสียก่อน ดึงยางมัดปากถุงออก พับปากถุง ค่อย ๆ ตักน้ำในกระชังเข้าไปในถุงลูกปลาเมื่อน้ำเต็มถุงจึงค่อย ๆ เทน้ำในถุงออก ลูกปลาจะว่ายออกจากถุงอย่างช้า ๆ การอนุบาลในระยะนี้ใช้ความหนาแน่น 200 – 300 ตัวต่อตารางเมตร

การให้อาหาร อาหารที่ใช้อนุบาลถ้าหากเป็นอาหารมีชีวิต เช่น อาร์ทีเมียที่มีขนาดใหญ่ หรือกุ้งเคย เป็นอาหารที่ทำให้ลูกปลาเจริญเติบโตเร็วกว่าการได้รับอาหารที่ตายแล้ว แต่เนื่องจากอาหารมีชีวิตหาได้ยาก และมีปริมาณไม่เพียงพอ จึงใช้อาหารจำพวกเนื้อปลากันมาก เช่น เนื้อปลาบดจำพวกปลาเป็ดปลาหลังเขียว หรือปลาข้างเหลือง อาจใช้อาหารผสมที่ประกอบด้วยรำละเอียด 2 ส่วน กับเนื้อปลาสดสับ 2 ส่วน คลุกเคล้าให้เข้ากันอย่างดี จะได้อาหารในลักษณะเปียกหมาด ๆ เมื่อจะให้ลูกปลากินก็นำไปโรยทีละน้อย อาหารผสมแบบนี้จะกระจายบนผิวน้ำและสามารถลอยตัวอยู่ได้นานกว่าอาหารปลาสับอย่างเดียว การฝึกให้ลูกปลากินอาหารที่ไม่มีชีวิต ในวันแรกต้องเอาใจใส่และดูแลเป็นพิเศษจะต้องมีการให้อาหารหลายครั้งโดยให้ครั้งละน้อย ๆ อาจต้องให้ 3 – 5 วันลูกปลาจึงจะกินอาหารที่ฝึก หลังจากลูกปลาคุ้นเคยกับอาหารดีแล้ว จึงกำหนดเวลาการให้อาหารเหลือเพียงวันละ 2 ครั้ง คือเช้า และเย็น การสังเกตการกินอาหารของปลากะรังสังเกตได้ง่าย หากลูกปลาอิ่มจะไม่ขึ้นมากินอาหารอีกต่อไป ในระหว่างการอนุบาลลูกปลาต้องมีการคัดแยกลูกปลาตัวที่ขนาดต่างกันออกจากกันอยู่เสมอ ควรจะทำการ

คัดขนาด 5 – 7 วันต่อครั้ง คัดลูกปลาที่มีขนาดเท่ากันเลี้ยงรวมกัน จะช่วยป้องกันการกินกันเอง และป้องกันการแย่งอาหารด้วย การคัดขนาดลูกปลาทำได้โดยใช้สวิงตักลูกปลาขึ้นมาแล้วใช้ช้อนหรือถ้วยเล็ก ๆ คัดแยกลูกปลาอีกครั้งหนึ่งหรือใช้กะละมังเจาะรูให้ลูกปลาที่เล็กกว่าลอดออกไปได้ หลังจากคัดขนาดลูกปลาแล้วควรจะใช้ยาเหลืองรักษาแผลทุกครั้ง ในขณะเดียวกันหลังจากคัดขนาดลูกปลาแล้วควรทำความสะอาดกระชังเก่าเสียด้วย

2. การอนุบาลในบ่อซีเมนต์ บ่อที่ใช้อนุบาลลูกปลาควรมีขนาด 1 x 5 x 1 เมตร อนุบาลลูกปลาได้ 2,000 ตัวต่อบ่อ บ่อควรมีวัสดุปิดบ่อ เพราะลูกปลากะรังชอบอาศัยในที่มืด การอนุบาลลูกปลากะรังจำเป็นอย่างยิ่งต้องหมั่นคัดขนาดลูกปลาอยู่เสมอ เช่นเดียวกับการเลี้ยงปลาในกระชัง การให้อาหารจะให้เป็นชนิดเดียวกัน แต่การให้อาหารไม่ควรจะหว่านไปทั่วบ่อ ควรจะให้เฉพาะเป็นแห่ง ๆ และประจำที่ลูกปลาจะได้จดจำบริเวณที่ได้รับอาหาร เมื่อเวลาหิวก็จะว่ายมารวมเป็นกลุ่มเพื่อรอคอยอาหาร การทำความสะอาดบ่อเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต้องคอยหมั่นดูดเศษอาหารบริเวณก้นบ่อ และเปลี่ยนถ่ายน้ำอยู่เสมอ อนุบาลจนถึงขนาดความยาว 7 – 8 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปเลี้ยงในกระชังได้

การปล่อยปลาใหญ่ลงเลี้ยงในกระชัง

หลังจากอนุบาลลูกปลาจนได้ขนาด 10 – 15 เซนติเมตร จึงปล่อยลงเลี้ยงในกระชังใหญ่ที่เตรียมไว้ ก่อนปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงในกระชัง ควรคัดขนาดให้มีความยาวใกล้เคียงกันเสียก่อน แช่ปลาในน้ำยาฟอร์มาลีน 37 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้น 25 – 50 ส่วนในพัน เป็นเวลา 30 นาที อัตราการปล่อยลงเลี้ยงในกระชังประมาณ 40 – 100 ตัวต่อตารางเมตร ขนาดของกระชังและตาอวนนั้นควรขึ้นอยู่กับขนาดของปลา ถ้าหากปลาที่เลี้ยงเป็นปลาขนาดใหญ่ ขนาดของกระชัง และตาอวนควรจะใหญ่ขึ้นได้สัดส่วนกัน ปลาจะได้เติบโตดีขึ้น เพราะมีกระแสน้ำไหลผ่านได้สะดวก

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาใหญ่ ได้แก่ พวกปลาเป็ด หรือปลาหลังเขียว เพราะมีราคาถูก โดยสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้ขนาดพอดีกับปลา อาหารที่ให้จะต้องค่อนข้างสด อาหารที่สดจะมีคุณภาพดีช่วยให้อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดี ถ้าหากมีตู้แช่แข็งก็จะช่วยควบคุมคุณภาพความสดของอาหารไว้ได้นาน อาจจะต้องมีการผสมวิตามิน และหัวอาหารให้กินบ้างเป็นครั้งคราว ส่วนใหญ่จะผสมให้กินสัปดาห์ละครั้ง การให้อาหารควรให้ที่เดิมทุกครั้งเพื่อให้ปลาจำได้ จุดที่ให้อาหารควรเป็นบริเวณต้นน้ำที่เริ่มไหลเข้ากระชัง การให้อาหารควรให้คราวละน้อย ๆ สังเกตการกินอาหารให้ทั่วถึง และเร่งให้กินเมื่อปลาแย่งอาหาร การให้อาหารควรให้กระจายถ้าปลาในฝูงแย่งกันกินมาก และให้อาหารเป็นกลุ่มถ้าปลาแสดงอาการไม่สนใจ การให้อาหารควรให้ทุกวัน ๆ ละ 1 – 2 ครั้งตอนน้ำขึ้น มิฉะนั้นเศษอาหารจะเหลือในกระชังทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำ ปูและสัตว์อื่น ๆ จะเข้ากัดกระชังเพื่อเข้าไปกินอาหารทำให้กระชังขาดและเสียหายได้ ควรหยุดให้อาหารในวันที่มีกระแสน้ำไหลแรงจัด ความเค็มเปลี่ยนอย่างกระทันหัน น้ำขุ่นและร้อนจัด เพราะในช่วงดังกล่าวปลาจะไม่ค่อยกินอาหาร

การดูแลรักษา

เนื่องจากปลากะรังเป็นปลาที่อาศัยอยู่ตามซอกหินปะการัง หรือตามโคนพุ่มไม้ต่าง ๆ ในน้ำ เพราะนิสัยของปลาพวกนี้ชอบนอน และอยู่รวมกันเป็นกลุ่มไม่ชอบว่ายไปมา ดังนั้น เมื่อนำมาเลี้ยงในกระชัง ควรจะสร้างสิ่งแวดล้อมให้มันอยู่ได้เหมือนในธรรมชาติ คือ การนำเอากิ่งไม้หรือซุ้มมาวางไว้ในกระชัง เพื่อให้ปลาได้ใช้เป็นที่หลบซ่อนตัว ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวนี้จะต้องมีการคัดขนาด และแยกเอาปลาที่มีขนาดแตกต่างกันออกไปไว้ในแต่ละกลุ่มทุก ๆ สัปดาห์ หรือทุกๆ 10 วัน ควรหมั่นคัดขนาดให้ในแต่ละกระชังมีขนาดเดียวกัน เพราะปลากะรังมีนิสัยดุร้ายตัวที่โตกว่าจะกัดตัวเล็ก ทำให้ปลาตัวเล็กไม่กินอาหาร สุดท้ายจะทำให้ปลาทั้ง 2 ขนาดมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันมาก ในขณะเดียวกัน เมื่อคัดขนาดปลาแล้วก็ควรให้อัตราความหนาแน่นลดลงเมื่อปลาโตขึ้นเรื่อย ๆ

การดูแลรักษากระชังเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหมั่นตรวจดูแลบ่อย ๆ ถ้าหากกระชังมีรอยขาดอาจเนื่องมาจากเศษไม้เข้าไปติดตาอวน จะต้องซ่อมแซมแก้ไขทันที และต้องเปลี่ยนกระชังเก่าไปทำความสะอาดถ้าหากกระชังสกปรก ส่วนใหญ่จะเปลี่ยนและทำความสะอาดทุก ๆ 1 เดือน การทำความสะอาดควรจะทำให้ห่างไกลจากที่เลี้ยง เพื่อไม่ให้น้ำในสถานที่เลี้ยงขุ่นข้น ซึ่งจะเป็นอันตรายกับปลาได้ การทำลายสัตว์น้ำที่เกาะกับกระชัง เช่น เพรียง หอยนางรม จะต้องนำกระชังขึ้นตากแดดให้แห้งแล้วทำลายออก บางครั้งการเลี้ยงปลาในกระชังอาจมีปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่ลอยน้ำมาปะทะกระชังอวน ทำให้ชำรุดเสียหาย เช่น กิ่งไม้ แก้ไขโดยใช้ไม้มากั้นเป็นคอกล้อมรอบกระชัง หรือใช้อวนเก่ามากั้นล้อมก็ได้ สำหรับกระชังที่มีโครงเหล็กทุกด้าน สามารถใช้แปรงด้ามยาวทำความสะอาดได้ทุกวัน

ต้นทุนในการเลี้ยงปลากะรังในกระชัง

จากการสำรวจต้นทุนการเลี้ยงปลากะรังในกระชังปีพ.ศ 2544 โดยกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จากฟาร์มซึ่งมีการเลี้ยงปลากะรัง 5 กระชัง กระชังเดี่ยวขนาด 5 x 5 x 2 เมตร เริ่มเลี้ยงจากปลาขนาด 3 - 4 นิ้ว เลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 เดือน ต้นทุนการเลี้ยงปลากะรังประกอบด้วย ต้นทุนคงที่รวม 18,733.50 บาท/ฟาร์ม/รุ่น ต้นทุนผันแปรรวม 186,526.17 บาท/ฟาร์ม/รุ่น ต้นทุนทั้งหมดรวมทั้งสิ้น 205,259.67 บาท/ฟาร์ม/รุ่น รายได้ทั้งหมด 288,000 บาท/ฟาร์ม/รุ่น กำไรสุทธิ 82,740.33 บาท/ฟาร์ม/รุ่น ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ต้นทุนการเลี้ยงปลากะรังในกระชัง ปี 2544 (5 กระชัง : กระชังเดี่ยวขนาด 5 x 5 x 2 เมตร จากปลาขนาด 3 – 4 นิ้ว)

หน่วย : บาท / ฟาร์ม / รุ่น

รายการ	ต้นทุนเงินสด	ต้นทุนไม่เป็นเงินสด	รวม	%
1. ต้นทุนคงที่	**0.00**	**18,733.50**	**18,733.50**	**9.13**
- ค่าเสื่อมกระชัง	0.00	18,100.00	18,100.00	8.82
- ค่าเสื่อมอุปกรณ์อื่น ๆ	0.00	0.00	0.00	0.00
- ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคงที่ (อัตราดอกเบี้ย 1.75% ต่อปี)	0.00	633.50	633.50	0.31
2. ต้นทุนผันแปร	**165,100.00**	**21,426.17**	**186,526.17**	**90.87**
- ค่าพันธุ์ปลา	105,000.00	0.00	105,000.00	51.15
- ค่าอาหาร	57,600.00	0.00	57,600.00	28.06
- ค่าแรงงานประเมิน	0.00	19,500.00	19,500.00	9.50
- ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	2,500.00	0.00	2,500.00	1.22
- ค่าเสียโอกาสเงินลงทุนผันแปร (อัตราดอกเบี้ย 1.75% ต่อปี)	0.00	1,926.17	1,926.17	0.94
3. ต้นทุนทั้งหมด				
- บาท /ฟาร์ม	165,100.00	40,159.67	205,259.67	100.00
- บาท /กก.			144.03	
ขนาดกระชัง 5 x 5 x 2 เมตร = 50 ลบ.ม. (เงินลงทุน 10,860 / กระชัง)				
ต้นทุน / ลบ.ม.			821.04	
อัตรารอด (ร้อยละ)			80.00	
ระยะเวลาเลี้ยง			8 เดือน	
ผลผลิตเฉลี่ยต่อกระชัง (กก.)			360.00	
ผลผลิตเฉลี่ยต่อฟาร์ม (กก.)			1,800.00	
ขนาดของผลผลิตเฉลี่ย (กก./ตัว)			0.75	
ราคาผลผลิตที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย (บาท / กก.)			160.00	
รายได้ทั้งหมด (บาท / ฟาร์ม/ รุ่น)			288,000.00	
กำไรจากการดำเนินการ (บาท / ฟาร์ม / รุ่น)			122,900.00	
กำไรสุทธิ (บาท / ฟาร์ม / รุ่น)			82,740.33	

หมายเหตุ :
1. อัตราปล่อยพันธุ์ปลาเฉลี่ย 600 ตัว / กระชัง
2. ขนาดพันธุ์ปลาเฉลี่ย 3 – 4 นิ้ว / ตัว
3. ราคาพันธุ์ปลาเฉลี่ย 35 บาท / ตัว
4. FCR 6:1
5. ผลผลิตเฉลี่ย 360 กิโลกรัม / กระชัง
6. ขนาดของผลผลิต 0.75 กิโลกรัม /ตัว ราคาขาย 160 บาท / กิโลกรัม
7. ระยะเวลาในการเลี้ยง 8 เดือน
8. กำไรสุทธิเฉลี่ย 82,740 บาท / ฟาร์ม / รุ่น (10,342 บาท / ฟาร์ม / เดือน)

ที่มา : กรมประมง, มปป.d

การเจริญเติบโต

ระยะเวลาในการเลี้ยงปลากะรังนั้นไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับขนาดของปลาที่ปล่อย ขนาดที่จับขาย ชนิดของอาหารปลา และเทคนิคการดูแลเอาใจใส่มากน้อยแค่ไหน สำหรับอัตราแลกเนื้อนั้นอยู่ในช่วง 3 – 8 : 1 การเลี้ยงปลากะรัง ตั้งแต่ขนาด 7 – 8 เซนติเมตร จนได้ขนาดที่ตลาดต้องการ คือมีน้ำหนักตัวประมาณ 5 – 6 ขีด (ครึ่งกิโลกรัมขึ้นไป) ต้องใช้เวลาเลี้ยงนานประมาณ 7 – 8 เดือน หรือขนาดน้ำหนัก 1.2 – 1.5 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาเลี้ยง 8 – 12 เดือน

ภาพที่ 24 ปลากะรังขนาดที่สามารถจำหน่ายได้

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต อัตราการอยู่รอด ผลผลิต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะรัง ที่เลี้ยงในกระชังเป็นระยะเวลา 7 เดือน (21 พฤษภาคม 2530 – 17 ธันวาคม 2530) (กรมประมง, 2536)

รายละเอียด	กระชังที่ 1	กระชังที่ 2	รวม	เฉลี่ย
- ความยาวเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นเลี้ยง (ซม.)	18.50	13.82	32.32	16.16
- น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มเลี้ยง (กรัม)	127.49	39.98	167.47	83.74
- การเจริญเติบโต โดยความยาวเฉลี่ย (ซม.)	30.01	28.20	58.21	30.31
- การเจริญเติบโต โดยน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	480.95	418.79	899.74	449.87
- อัตราการเจริญเติบโต (กรัม / วัน)	1.63	1.00	3.43	1.72
- อัตราการอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)	99.56	100.00	199.56	99.78
- ผลผลิต / กระชัง (กิโลกรัม)	201.09	180.04	381.13	190.51
- ผลผลิต / ตารางเมตร (กิโลกรัม)	33.52	30.01	63.53	31.76
- ผลผลิต / ลูกบาศก์เมตร (กิโลกรัม)	25.78	23.08	48.86	24.43
- อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	7.81 :1	7.31 : 1	15.12 : 2	7.48 : 1

* กระชังขนาด 2 x 3 x 1.5 เมตร แขวนอยู่ในน้ำตลอดเวลา เท่ากับ 1.3 เมตร

การจับและการขนส่ง

การลำเลียงปลาขนาดใหญ่ไปยังตลาด สามารถบรรจุปลาลงในถังพลาสติกขนาดความจุ 60 ลิตร อุณหภูมิเฉลี่ยในระหว่างการลำเลียงอยู่ในระดับ 26 – 28 องศาเซลเซียส บรรจุน้ำเต็มถัง ใช้แอร์ปั๊มเป่าอากาศตลอดเวลา ความหนาแน่นของปลาที่ลำเลียงขนาดปลา 600 – 800 กรัม จะบรรจุปลาลงไป 10 – 15 ตัวต่อถัง หากลำเลียงโดยใช้ถุงพลาสติกชนิดหนาความจุ 30 – 40 ลิตร ใส่น้ำลงไปถุงละประมาณ 10 ลิตร ขั้นแรกควรลดอุณหภูมิของน้ำให้ต่ำลงประมาณ 10 องศาเซลเซียส แล้วจึงบรรจุปลาขนาด 600 – 800 กรัม ได้ประมาณ 4 – 5 ตัวต่อถุง

การจับปลาจากกระชัง

1. หยุดให้อาหารปลาในกระชังก่อนการจับขาย 1 – 2 วัน

2. ก่อนที่จะยกกระชังขึ้นควรตรวจสอบกระชังว่ามีการฉีกขาดหรือเปล่า เพื่อป้องกันปลาออกจากกระชัง

3. ค่อย ๆ ยกกระชังข้างหนึ่งขึ้นอย่างช้า ๆ เพื่อให้ปลาไปรวมอยู่อีกข้างหนึ่ง

4. ใช้สวิงที่นิ่มไม่มีปมหรือใช้กระชอนพลาสติกที่นิ่ม ๆ ช้อนปลาขึ้นจากกระชัง พยายามอย่าให้ปลาเกิดแผลตามลำตัวเพราะจะไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

การตลาดและการจำหน่ายปลากะรัง

ตลาดของปลากะรังแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- **ตลาดภายในประเทศ** มีอยู่ในขอบเขตที่จำกัด และไม่กว้างขวางนัก เนื่องจากปลากะรังมีราคาสูง จะมีก็เฉพาะร้านอาหารใหญ่ ภัตตาคาร และโรงแรม เท่านั้น

- **ตลาดต่างประเทศ** ที่สำคัญ คือ มาเลเซีย สิงคโปร์ และฮ่องกง ซึ่งต้องการปลาชนิดนี้มาก ในปัจจุบันนี้ได้พยายามเผยแพร่ตลาดออกไปทางยุโรปบ้างแล้ว

ราคาจำหน่ายปลากะรังขนาดตลาด ซึ่งมักขายในขณะมีชีวิต ปลาขนาด 400-800 กรัม กิโลกรัมละ 200-250 บาท ส่วนปลาขนาดตัวละ 1.2 - 1.3 กิโลกรัม ขายเป็นตัว ราคาตัวละ 300 – 400 บาท

การเลี้ยงปลากะพงแดงในกระชัง

ภาพที่ 25 ปลากะพงแดง Red Snapper; *Lutjanus argentimaculatus*, (Forskal)

ปลากะพงแดงที่นิยมเลี้ยงในปัจจุบันมี 2 ชนิดมีชื่อวิทยาศาสตร์(Scientific name) *Lutjanus argentimaculatus*, (Forskal) และ *Lutjanus johni* มีชื่อสามัญอังกฤษว่า Red Snapper หรือ Mangrove snapper อยู่ในครอบครัว (Family) Lutjanidae ปลากะพงแดงเป็นปลาน้ำกร่อยขนาดใหญ่ เลี้ยงง่าย โต เร็ว แข็งแรง ทนทานต่อโรค อัตรารอดตายสูง และราคาดีพอสมควร พบทั่วไปในบริเวณชายฝั่งทะเลทางอ่าวไทยตอนใต้ ตั้งแต่ชุมพรถึงนราธิวาส และฝั่งมหาสมุทรอินเดีย ตั้งแต่ระนองถึงสตูล สามารถเข้าไปอาศัยอยู่ได้ตามแหล่งน้ำบริเวณป่าชายเลนตลอดจนแหล่งน้ำกร่อย ลูกปลาที่นำมาเลี้ยงได้จากการรวบรวมจากธรรมชาติอย่างเดียวโดยเฉพาะ *Lutjanus johni* สามารถรวบรวมได้ตั้งแต่ขนาดความยาว 2 – 3 นิ้วขึ้นไป การเลี้ยงปลาชนิดนี้ไม่นิยมเลี้ยงในบ่อดินนิยมเลี้ยงในกระชังเท่านั้น

ชีวประวัติ

ปลากะพงแดงเป็นปลาน้ำกร่อยมีรูปร่าง และลำตัวคล้ายปลากะพงทั่วไปในวงศ์เดียวกัน ฟันซึ่งอยู่บนขากรรไกรตอนหน้าเป็นฟันเขี้ยวมี 2 ซี่ ส่วนฟันตอนใน และฟันบนขากรรไกรล่างเป็นฟันเล็กคม เกล็ดค่อนข้างโต เกล็ดที่บริเวณแก้มมี 7 ถึง 8 แถว ส่วนเกล็ดบนเส้นข้างตัวมีจำนวน 40 – 47 เกล็ด ครีบหลังเป็นครีบเดี่ยว ครีบตอนหน้าเป็นก้านครีบแข็งมี 10 – 12 อัน ถัดไปเป็นก้านครีบอ่อน ครีบหางเว้า

น้อย สำหรับปลาขนาดเล็กที่ยาวประมาณไม่เกิน 10 เซนติเมตร จะมีแถบลายขวาง 6 – 7 แถบ และแถบจะจางหายไปเมื่อปลาโตขึ้นกลายเป็นลำตัวสีแดงคล้ำหรือน้ำตาลอมเทาบริเวณใต้ครีบ ตา และสันท้องเป็นสีชมพูอมม่วง บริเวณแก้มเป็นสีส้ม ครีบอกสีขาวเหลือง ส่วนครีบอื่นๆมีสีน้ำตาลแดง เป็นปลาที่อยู่ตามหน้าดิน และหินกองใต้น้ำในเขตทะเลตื้น ๆ ตามชายฝั่งทะเล

นิสัยการกินอาหารตามธรรมชาติ

โดยธรรมชาติเป็นปลาที่ว่ายน้ำรวดเร็วในระยะสั้น ๆ ทั้งปลาขนาดเล็กและปลาใหญ่ แต่เมื่อตกใจจะมุดซ่อนตัวตามมุมกระชังหรือซอกหิน มีนิสัยดุร้ายเมื่อยังเป็นปลาวัยรุ่น ฉะนั้นถ้านำลูกปลาเล็กที่ขนาดไม่เท่ากันมาเลี้ยงไว้ในที่เดียวกัน ปลาใหญ่จะกินปลาเล็ก ถึงแม้ว่าจะให้อาหารพอเพียงแล้วก็ตาม แต่นิสัยดังกล่าวจะหายไปเมื่อปลาโตขึ้น

ข้อดีของการเลี้ยงปลากะพงแดง

1. เลี้ยงง่าย โตเร็ว ราคาดี (ราคาดีกว่าปลากะพงขาว) ทนทานต่อโรค

2. *Lutjanus johni* สามารถทนทานต่อความเค็มในช่วงกว้างกว่าปลากะรัง *ส่วน Lutjanus argentimaculatus* มีความทนทานต่อความเค็มได้เช่นเดียวกับปลากะรัง

ข้อเสียของการเลี้ยงปลากะพงแดง

ปลากะพงแดงเป็นปลาที่หาพันธุ์ได้ยาก เนื่องจากการเพาะขยายพันธุ์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จึงต้องอาศัยการรวบรวมพันธุ์จากธรรมชาติ

การเตรียมพันธุ์ปลา

ลูกปลาที่นำมาเลี้ยงในกระชังได้จากการรวบรวมจากธรรมชาติโดยใช้ไซ หรือลอบ ขนาดที่นำไปเลี้ยงในกระชังได้เลย มีขนาดตั้งแต่ 4 นิ้วขึ้นไป ในกรณีที่ลูกปลากะพงแดงมีขนาดไม่ถึง 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) จะต้องมีการอนุบาลลูกปลากะพงแดงในบ่อดิน ก่อนปล่อยลงเลี้ยงในกระชัง การขนส่งลำเลียงลูกปลาทำเช่นเดียวกับปลากะรัง หรือปลากะพงขาว นิยมขนส่งแบบเปิดโดยใช้รถยนต์

การจัดปลาลงเลี้ยงในกระชังและอัตราการปล่อย

การเลี้ยงปลากะพงแดงในกระชังนั้นการจัดปลาลงเลี้ยงทำเช่นเดียวกับการเลี้ยงปลากะพงขาว กล่าวคือต้องคัดลูกปลาที่มีขนาดใกล้เคียงกันลงเลี้ยงในกระชังเดียวกัน สำหรับอัตราการปล่อยปลาขณะนี้อยู่ในระหว่างการทดลอง สามารถปล่อยปลาลงเลี้ยงได้ 100 ตัวต่อตารางเมตร(น้ำหนัก500-800

กรัม) ทั้งนี้อัตราการปล่อยยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ทำเลที่ตั้ง ขนาดปลาที่เริ่มปล่อยและขนาดของกระชังดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 อัตราความหนาแน่นของปลากะพงแดงที่เลี้ยงในกระชัง และขนาดของตากระชังที่เหมาะสมกับอายุ ปลาที่เลี้ยง (http:www:nicaonline.com 17/5/2549)

อายุปลาที่เลี้ยง	ขนาดปลา (กรัม)	จำนวนปลาในกระชัง	
		ขนาด 10 x 10 x 5 เมตร	ขนาดตากระชัง (ซม.)
ปีแรก	ลูกปลา – 100	20,000	2.33
ปีที่ 2	100 – 800	5,000	3.36
ปีที่ 3	800 – 1,300	3,000	5.05
ปีที่ 4	1,300 – 1,500	3,000	7.58

อาหารและการให้อาหาร

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะพงแดง เป็นอาหารจำพวกปลาเป็ดสด หรือปลาสด ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้ปลาหลังเขียว เช่นเดียวกับอาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะพงขาว อาหารที่ให้ปลากะพงแดงต้องสับปลาให้มีขนาดพอดีกับปากปลา ความถี่ในการให้อาหารให้ 1-3 วัน / ครั้ง ในเวลาตอนเช้าหรือตอนเย็น ให้จนกระทั่งปลากินอิ่ม การให้อาหารที่มีความสดจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลากะพงแดงมาก เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลากะพงแดงกับปลากะพงขาว โดยขนาดและความหนาแน่นเดียวกัน ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลากะพงแดงจะสูงกว่าเล็กน้อย

การดูแลและทำความสะอาดกระชัง

การให้อาหารปลากะพงแดงควรให้อาหารในเวลาที่น้ำขึ้นเต็มที่ ให้กินคราวละน้อย ๆ ให้กินสม่ำเสมอและทั่วถึงจนกว่าปลาจะหยุดกิน ไม่ควรให้อาหารเกินความจำเป็น เพราะอาหารเหลือตกค้างอยู่ในกระชังจะเป็นเหยื่อปูและสัตว์น้ำอื่น ๆ เข้ามาทำลายกระชังอันเป็นเหตุให้ปลาหนีออกจากกระชังไปได้ ผู้เลี้ยงต้องหมั่นตรวจสอบกระชังเพื่อป้องกันการสูญหายของปลา โดยปกติประมาณ 10 – 15 วัน ควรทำความสะอาดกระชังครั้งหนึ่ง โดยใช้แปรงลวดทองเหลือง หรือแปรงขนมะพร้าวขัดถูสิ่งสกปรกให้หมด อาทิ ตะไคร่น้ำ เพรียง เป็นต้น การขัดถูทำความสะอาดกระชังจะทำให้น้ำไหลผ่านกระชังเลี้ยงได้ดี มีผลทำให้ปลากินอาหารได้ดี มีการเจริญเติบโตเร็วขึ้น การเปลี่ยนกระชังเก่าออกไปทำความสะอาด และนำกระชังใหม่เข้ามาแทนในกรณีที่มีกระชังสำรองเพียงพอก็สามารถจะทำได้ นอกจากนี้

ระหว่างขัดกระชังเกษตรกรควรจะต้องตรวจสอบดูด้วยว่ามีกระชังชำรุดฉีกขาดเสียหายหรือไม่ ถ้ามีการชำรุดหรือมีรูรั่วก็จะต้องซ่อมแซมให้เป็นปกติ เพื่อป้องกันการเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

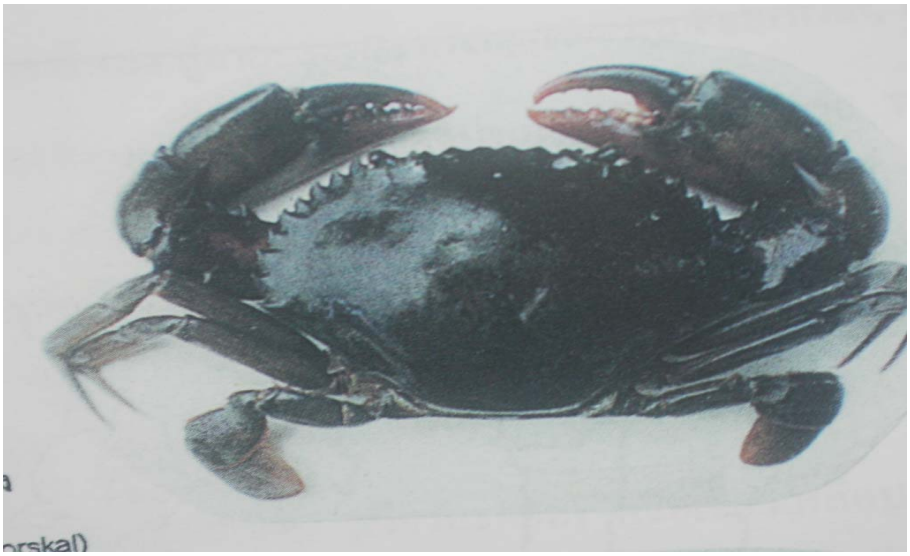
ตลาดปลากะพงแดง

ตลาดของปลากะพงแดงเป็นตลาดภายในประเทศ ซึ่งซื้อขายกันภายในท้องถิ่น ราคาจำหน่ายในท้องตลาดขนาด 4 – 8 ขีด กิโลกรัมละ 170 บาท ขนาด 1.2 กิโลกรัมขึ้นไป กิโลกรัมละ 220 บาท

ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยง

การเลี้ยงปลากะพงแดงในกระชังในปัจจุบันเกษตรกรต้องประสบกับปัญหา ลูกพันธุ์จะต้องพึ่งพาจากธรรมชาติ ลูกพันธุ์จากการเพาะและอนุบาลของกรมประมงมีไม่เพียงพอกับความต้องการ ทำให้ราคาลูกพันธุ์แพงมากเมื่อนำมาเลี้ยงไม่คุ้มกับการลงทุน กรมประมงหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรพัฒนาวิจัยเกี่ยวกับการเพาะและอนุบาลให้ได้ลูกพันธุ์ที่เพียงพอกับความต้องการ
นอกจากนี้อาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะพงแดงใช้ปลาสด หรือปลาเป็ด มีราคาแพง และหาได้ยากในบางช่วง เช่น ฤดูมรสุม ดังนั้นควรมีการพัฒนารูปแบบของอาหารปลากะพงแดง เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารลง และสะดวกในการใช้

การเลี้ยงปูทะเล



ภาพที่ 26 ปูทะเล Mud Crab; *Scylla serrata* (Forskal,1755)
(ที่มา: บรรจง และบุญรัตน์, 2545)

การเลี้ยงปูทะเลในกระชังเป็นรูปแบบการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยแบบผสมผสาน ระหว่างการเลี้ยงปลาน้ำกร่อยกับการเลี้ยงปูทะเล จากการสำรวจบริเวณแหล่งเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในกระชังบริเวณฝั่งทะเลอันดามัน พบว่าเกษตรกรบางรายเลี้ยงปลาน้ำกร่อยร่วมกับการเลี้ยงปูทะเลในกระชัง ได้ผลดี โดยการนำปูทะเลใส่ในภาชนะ ที่นิยมใช้กันคือตะกร้า นำมาติดตั้งในกระชังเลี้ยงปลาน้ำกร่อย บริเวณผิวน้ำในระดับความลึกประมาณ 15 เซนติเมตร การเลี้ยงสัตว์น้ำดังกล่าวเป็นการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ว่างในกระชังบริเวณผิวน้ำและใช้ประโยชน์จากอาหารสัตว์น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

ชีววิทยาทั่วไป

ปูทะเลเป็นสัตว์น้ำกร่อยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง พบอยู่ตามบริเวณชายฝั่งทะเลทั่วไป ทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นพื้นที่ป่าชายเลน และปากแม่น้ำ มีชื่อสามัญไทยที่แตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่น ปูทะเล ปูดำ ปูขาว ปูทองหลาง ปูทองโหลง ปูทองแดง เป็นต้น มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Scylla serrata* (Forskal) เป็นสัตว์ที่ออกหากินในเวลากลางคืนโดยออกจากที่หลบซ่อน หลังจากดวงอาทิตย์ตกไปแล้ว และเข้าหลบซ่อนก่อนดวงอาทิตย์จะขึ้นเล็กน้อย อาหารที่ตรวจพบในกระเพาะได้แก่ หอยฝาเดียว หอยสองฝา กุ้ง ปู ปลา และเศษพืช การเจริญเติบโตอาศัยการ

ลอกคราบ เนื่องจากกระดองของปูเป็นสารประกอบพวกหินปูนที่มีความแข็งแรงมาก ไม่สามารถย้ายออกไปได้ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่มีเนื้อแน่นเต็มกระดองก็จะมีการลอกคราบ

ปูทะเลที่ใช้ในการเลี้ยงเป็นปูที่เก็บรวบรวมจากธรรมชาติ แต่ละจังหวัดจะมีแพปูที่รวบรวม คัดขนาด เพศ และสภาพของปู ปูที่มีเนื้อแน่นหรือมีสภาพดีได้ขนาดแพรับซื้อปูทะเลส่งขายตลาด ส่วนปูที่ไม่ได้ขนาด หรือเป็นปูโพรก ซึ่งหมายถึง ปูที่มีเนื้อน้อยแพจะแยกออกเพื่อนำมาขายให้เกษตรกรเลี้ยงเป็นปูเนื้อ ปูไข่ หรือปูนิ่มต่อไป

การเลี้ยงปูขุน (เลี้ยงปูโพรกให้เป็นปูเนื้อ)

การเลี้ยงปูทะเลขุน ภาชนะที่ใช้สำหรับขังปูทะเลเป็นตะกร้าไม้ไผ่ หรือตะกร้าที่ทำด้วยโพลีเอทธีลีนขนาด 30 x 45 x 20 เซนติเมตร ภายในตะกร้าใช้ไม้กระดานกั้นแบ่งเป็น 4 ช่อง แต่ละช่องใช้สำหรับเลี้ยงปูช่องละ 1 ตัว ตะกร้ามีฝาปิดซึ่งทำจากไม้กระดานเพื่อป้องกันการหลบหนีของปูทะเล บนฝาปิดตะกร้ามีช่องขนาดเล็กเพื่อใช้เป็นช่องทางสำหรับให้อาหารปูทะเล โดยไม่ต้องเปิดปิดฝาตะกร้า เมื่อเตรียมตะกร้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำมาวางในกระชังเลี้ยงปลาน้ำกร่อยหรือช่องของโครงกระชังที่ไม่ได้แขวนกระชังอวน ตะกร้าที่วางในกระชังควรจมอยู่ในน้ำประมาณ 15 เซนติเมตร โดยใช้ทุ่นโฟมหรือวัสดุอื่นๆเป็นตัวรองรับตะกร้า เพื่อให้ตะกร้าสามารถลอยน้ำได้ นำปูทะเลที่เป็นปูโพรกมีขนาดตั้งแต่ 1 – 4 ตัว / ก.ก. ใส่ลงในตะกร้า ช่องละ 1 ตัว ตะกร้าละ 4 ตัว ระยะเวลาในการเลี้ยง หากเป็นปูดำจะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 10 – 20 วัน หากเป็นปูขาวจะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 30 – 35 วัน ระยะเวลาส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับขนาด ชนิดของปูทะเล เทคนิคการเลี้ยงและการจัดการของแต่ละฟาร์ม

การให้อาหารปูทะเล อาหารที่ให้ปูทะเลกินเป็นอาหารสดมีอยู่ 2 ชนิด คือ ปลาสด หรือปลาเป็ดและหอยกะพง

- ปลาสดหรือปลาเป็ด หากเป็นปลาสด ควรหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆชิ้นละ 1 – 2 นิ้ว อัตราการให้อาหารประมาณ 7 – 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปู หรือโดยเฉลี่ยให้ปลาสดหรือปลาเป็ด 1 ชิ้นต่อปู 1 ตัว

- หอยกะพง หาซื้อได้จากชาวประมง โดยให้หอยกะพงทั้งเปลือกหรือเป็นหอยยังมีชีวิตอยู่ ก่อนให้ควรล้างโคลนหรือกำจัดตะไคร่ตามเปลือกออกให้หมด อัตราการให้ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ก่อนให้อาหารในมื้อต่อไป อาหารที่ให้ในมื้อที่ผ่านมาให้ลูกปูทะเลกินหมดก่อน และต้องทำความสะอาดนำเอาเปลือกหอยออกทิ้งให้หมด

ให้อาหารวันละครั้งในเวลาตอนเย็น เมื่อขุนปูทะเลจนได้คุณภาพตามที่ตลาดต้องการแล้ว ผู้เลี้ยงจะทำการจับและจำหน่ายในกิโลกรัมละ 150 บาทขึ้นไป

การเลี้ยงปูไข่

ภาพที่ 27 ลักษณะภายในของปูทะเลที่มีไข่ในกระดอง

การเตรียมการเลี้ยงปูไข่ การเตรียมตะกร้าเลี้ยงปูทะเลให้มีไข่ในกระดองทำเช่นเดียวกับการเลี้ยงปูทะเลขุน เมื่อเตรียมตะกร้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำไปติดตั้งในกระชังเลี้ยงปลาน้ำกร่อยหรือช่องว่างของโครงกระชังที่ไม่ได้แขวนกระชังอวน ตะกร้าที่วางในกระชังควรจมอยู่ในน้ำประมาณ 15 เซนติเมตร โดยใช้ทุ่นโฟมหรือวัสดุอื่นๆเป็นตัวรองรับตะกร้า เพื่อให้ตะกร้าสามารถลอยน้ำได้ ปูทะเลที่จะนำมาเลี้ยงเป็นปูทะเลไข่อ่อน ขนาดน้ำหนักประมาณ 1 – 3 ตัว / กิโลกรัม นำปูทะเลใส่ในตะกร้าช่องละ 1 ตัว ใส่ตะกร้าละ 4 ตัว

การให้อาหารปูทะเล อาหารที่ใช้เลี้ยงปูทะเลให้มีไข่ในกระดองได้แก่ ปลาสด หรือปลาเป็ด สำหรับปลาสดควรสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ชิ้นละประมาณ 1 – 2 นิ้ว จำนวนครั้งในการให้อาหารควรให้วันละครั้ง ในเวลาเย็น ส่วนหอยกะพง หอยแมลงภู่ ให้ทั้งเปลือกในขณะที่หอยมีชีวิตอยู่วันละ 1 ครั้ง ในเวลาเย็นเช่นกัน เมื่อเลี้ยงไปได้ระยะหนึ่งควรสังเกตปูทะเล หากปูมีไข่เต็มกระดอง บริเวณตะปิ้งจะแข็งมากจึงทำการจับจำหน่ายได้ ในราคาค่อนข้างสูง

การเลี้ยงปูทะเลให้มีไข่ในกระดองเป็นธุรกิจหนึ่งที่น่าสนใจเพราะใช้เวลาเลี้ยงสั้น ราคาดีตลาดต้องการมาก ถ้าเป็นปูขาวจะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 30 – 35 วัน หากเป็นปูดำจะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 17 – 20 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของแม่พันธุ์ปูด้วย ถ้าเป็นปูพร้อมที่จะมีไข่จะใช้ระยะเวลาสั้นกว่าปูที่ยังไม่พร้อม ปูที่เริ่มมีไข่ในกระดองนั้นสามารถสังเกตได้จากกระดองบริเวณตะปิ้งจะพองออกเล็กน้อย ถ้าใช้มือกดจะรู้สึกแข็งเล็กน้อย กดไม่ค่อยลง หากเป็นปูทะเลที่มีไข่เต็มกระดองบริเวณตะปิ้งจะแข็งมาก

ภาพที่ 28 ตะกร้าเลี้ยงปูทะเล

ภาพที่ 29 บริเวณสำหรับเลี้ยงปูทะเลในกระชัง

การเลี้ยงปูนิ่ม

ปูนิ่มเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมีปริมาณแคลเซียมสูง เป็นช่วงที่ปูทะเลมีการสะสมคอเลสเตอรอลน้อยที่สุด เป็นอาหารที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ และสตรีที่ต้องการแคลเซียม ปูทะลเมื่อลอกคราบแล้วส่วนมากจะมีรยางค์ต่างๆ ครบถ้วน ปูทะเลที่นำมาใช้ทำปูนิ่มควรเป็นปูดำ เพราะปูขาวและปูเขียวนั้นมีราคาสูงกว่าปูดำ ขนาดที่เหมาะสมควรเป็นปูขนาดกระดองกว้างระหว่าง 5.0 – 6.0 เซนติเมตร (ประมาณ 15 – 18 ตัว / กิโลกรัม) เมื่อลอกคราบแล้วจะได้ปูทะเลที่มีขนาด 8.0 – 9.0 เซนติเมตร (ประมาณ 10 – 12 ตัว / กิโลกรัม) ถ้านำปูทะเลที่มีขนาดใหญ่มาทำปูนิ่มต้นทุนในการซื้อลูกปูทะเลจะสูง

การเลี้ยงปูนิ่มสามารถเลี้ยงได้ในกระชังเลี้ยงปลาน้ำกร่อย หรือเลี้ยงในบริเวณช่องว่างโครงกระชังที่ไม่ได้แขวนกระชังอวน ภาชนะที่ใช้ขังปูทะเลควรเป็นตะกร้าที่ทำด้วยโพลีเอทธีลีน การเตรียมตะกร้าเพื่อเลี้ยงปูนิ่ม ทำเช่นเดียวกับการเลี้ยงปูทะเลขุนหรือเลี้ยงปูไข่ โดยใส่ปูทะเลลงเลี้ยงในตะกร้าช่องละ 1 ตัว ตะกร้าละ 4 ตัว แต่ต้องมีการทำหลังคาพรางแสงแดด เพื่อกันความร้อน โดยใช้สแลนท์

อาหารที่ใช้เลี้ยงปูทะเลควรมีคุณค่าทางโภชนาการ และให้ในปริมาณที่เพียงพอ อาหารที่นิยมใช้เลี้ยงมากที่สุดคือเนื้อปลาสด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ประมาณ 3 – 4 ชิ้น ต่อปลา 1 ตัวให้วันละครั้งในเวลาตอนเย็นอัตราการให้ 8 – 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เมื่อใกล้ลอกคราบปูจะกินอาหารน้อยลง และหยุดกินก่อนลอกคราบ ในระหว่างการเลี้ยงต้องทำความสะอาดตะกร้าเลี้ยงปูทุก 15 วัน เมื่อปูใกล้จะลอกคราบต้องทำการตรวจเช็คให้บ่อยขึ้น ถ้าเป็นไปได้ควรตรวจเช็คทุก ๆ 2 – 3 ชั่วโมง หลังจากลอกคราบแล้ว 6 ชั่วโมง กระดองปูจะเริ่มแข็งไม่สามารถนำไปจำหน่ายเป็นปูนิ่มได้ เมื่อพบว่าปูลอกคราบแล้วนำไปล้างและแช่น้ำจืดประมาณ 30 นาที เพื่อล้างเมือก และความเค็มตามตัวปูก่อนนำไปบรรจุกล่อง

พลาสติก 1 กล่องบรรจุปูประมาณ 1 – 2 ตัว จากนั้นนำไปแช่แข็งในตู้แช่แข็ง เพื่อรอการจำหน่าย ราคาซื้อขายหน้าฟาร์มอยู่ระหว่าง 170 – 200 บาทต่อกิโลกรัม ราคาขายตามร้านอาหาร ภัตตาคารกิโลกรัมละ 250 – 300 บาท

ภาพที่ 30 ปูนิ่มที่บรรจุกล่องและผ่านการแช่แข็ง

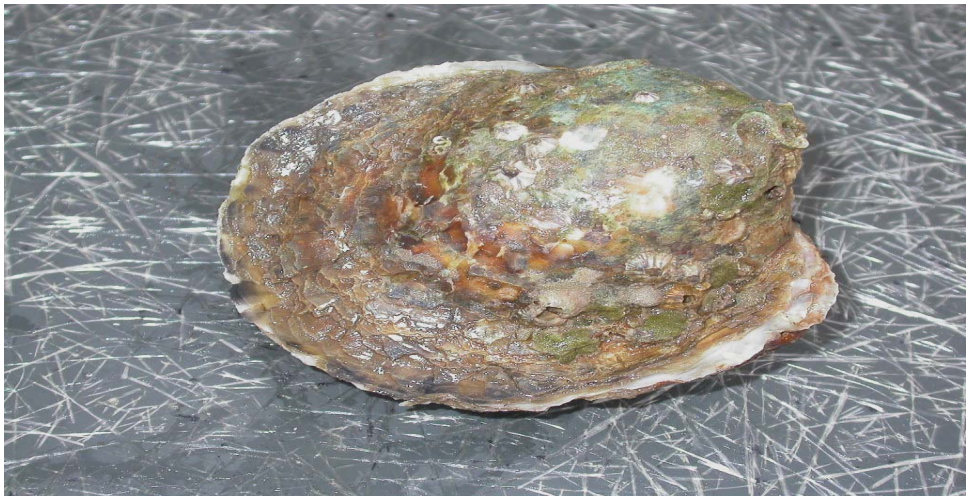
ปัญหาและอุปสรรคการเลี้ยงปูทะเล

การเลี้ยงปูทะเลในปัจจุบันมีปัญหาสำคัญที่สุดคือลูกพันธุ์ปูทะเล จะต้องจับมาจากธรรมชาติ ทำให้ลูกพันธุ์ปูทะเลในธรรมชาติมีปริมาณลดลงมาก เกษตรกรหาพันธุ์ปูทะเลได้ยากขึ้นและลูกพันธุ์มีราคาสูงขึ้น ควรมีการศึกษาวิจัยในเรื่องการเพาะและอนุบาลเพื่อให้ได้ลูกพันธุ์ที่เพียงพอโดยไม่ต้องพึ่งพาลูกพันธุ์จากธรรมชาติ นอกจากนี้ควรศึกษาในเรื่องอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงปูทะเลแทนการใช้อาหารสด ปลาเป็ด ซึ่งมีราคาแพงและไม่สะดวกในการให้ปูทะเล

การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยในบริเวณกระชัง

การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยนอกจากเลี้ยงในกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำแล้ว จากการสำรวจในบริเวณแหล่งเลี้ยงสัตว์น้ำพบว่าเกษตรกรที่เลี้ยงปลาในกระชัง ได้มีการเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดอื่นๆบริเวณใต้ทางเดินให้อาหารหรือบริเวณรอบๆกระชังเพื่อเป็นการใช้พื้นที่บนกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และลดอัตราความเสี่ยงจากการขาดทุน และก่อให้เกิดรายได้หมุนเวียนจากการจำหน่ายผลผลิตสัตว์น้ำตลอดทั้งปี สัตว์น้ำที่นิยมเลี้ยงได้แก่ หอยนางรม หอยแมลงภู่ ฯลฯ

การเลี้ยงหอยนางรม



ภาพที่ 31 หอยนางรมใหญ่หรือหอยตะโกรม Oyster; *Crassostrea belcheri*

ชีววิทยาทั่วไป

หอยนางรมมีชื่อสามัญอังกฤษว่า Oyster เป็นอาหารทะเลที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายเป็นอาหารที่จัดได้ว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง ชนิดของหอยนางรมที่เลี้ยงในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ด้วยกันคือหอยนางรมปากจีบ *Saccostrea cucullata* ที่เลี้ยงกันมากบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศ ส่วนหอยนางรมอีกสองชนิดเป็นหอยนางรมที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่เรียกว่าหอยตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri* และหอยตะโกรมกรามดำ *Crassostrea lugubris* มีการเลี้ยงกันมากทั้งภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย และอันดามัน

หอยนางรมเป็นหอยสองฝา ซึ่งฝาทั้งสองมีขนาดไม่เท่ากันด้านที่มีเนื้อจะฝังอยู่ เว้าลึกลงไปคล้ายรูปถ้วยหรือจาน และยึดติดกับวัตถุแข็งเช่นก้อนหิน ไม้หลัก หรือเปลือกหอย ที่จมอยู่ในทะเล ส่วน

ฝาปิดอีกด้านหนึ่งแบนบาง การดำรงชีวิตอยู่ได้โดยการดูดน้ำรอบ ๆ ตัวเข้าไปทางด้านหนึ่ง และปล่อยออกทิ้งอีกทางด้านหนึ่ง อาหาร และออกซิเจนจะเข้าไปพร้อมกับน้ำ อาหารของหอยนางรมได้แก่ แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ หอยนางรมเป็นสัตว์ที่มีเพศผู้ และเพศเมียแยกกันในช่วงที่มีการผสมพันธุ์หอยเพศเมีย จะปล่อยไข่และหอยตัวผู้จะปล่อยน้ำเชื้อออกมาผสมกันในน้ำ

การรวบรวมลูกหอยนางรมและการขนส่งลำเลียง

การเลี้ยงหอยนางรมบริเวณกระชัง ลูกหอยนางรมที่นำมาเลี้ยงเป็นหอยนางรมที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่เรียกว่าหอยตะโกรม ส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri* การรวบรวมลูกพันธุ์หอยจากธรรมชาติ โดยใช้วัสดุล่อลูกหอยที่ใช้ในปัจจุบันได้แก่ ไม้เป้ง ไม้ไผ่ ก้อนหิน หลอดซีเมนต์ เปลือกหอยนางรม ยางรถยนต์ ฯลฯ เมื่อลูกหอยมาเกาะติดวัสดุล่อ และเลี้ยงตัวจนถึงขนาดที่สามารถจำหน่ายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยนางรมไปเลี้ยงต่อไปได้

นอกจากการใช้วัสดุล่อแล้ว สามารถรวบรวมลูกหอยนางรมได้จากหอยนางรมที่เกาะติดอยู่ตามวัสดุในธรรมชาติ เช่น ต้นไม้ ก้อนหิน ฯลฯ ลูกหอยนางรมที่รวบรวมได้ จะขนส่งลำเลียงโดยใช้เรือหรือรถยนต์ โดยนำลูกหอยนางรมใส่กระสอบนำไปวางในแนวตั้ง ไม่ควรวางกระสอบซ้อนทับกัน ในระหว่างการขนส่งไม่ควรให้ลูกหอยถูกฝนหรือแสงแดด หอยนางรมเมื่อนำมาถึงฟาร์มเลี้ยงต้องรีบนำหอยลงเลี้ยงโดยเร็ว หากยังไม่พร้อมในขั้นตอนการเตรียมหอยนางรมก่อนลงเลี้ยงในกระชัง ควรพักหอยนางรมในบ่อซีเมนต์หรือในกระชังก่อน สำหรับในบ่อซิเมนต์ไม่ควรวางหอยซ้อนทับกัน เติมน้ำทะเลลงไป และต่อแอร์ปั๊มเพื่อให้อากาศตลอดเวลา หรือใช้วิธีให้น้ำทะเลไหลผ่านตลอด

การเตรียมหอยนางรมก่อนลงเลี้ยง

รูปแบบการเลี้ยงหอยนางรมภายใต้โครงกระชังเป็นแบบแขวนใต้แพ โดยนำลูกหอยนางรมที่พักไว้ในบ่อซีเมนต์หรือในกระชัง นำมาประกบติดกันเป็นคู่ ใช้เชือกเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตรเป็นแกนกลาง ใช้ปูนซีเมนต์เป็นตัวประสาน ด้านที่นำมาประกบติดกันเป็นด้านที่หอยนางรมใช้ติดกับวัสดุในธรรมชาติ ลูกหอยนางรม 1 พวง ใช้ลูกหอยประมาณ 5 คู่ หลังจากนั้นวางทิ้งไว้บนพื้นซีเมนต์ ภายใต้หลังคาเพื่อป้องกันถูกแดดถูกฝนเป็นระยะเวลาประมาณ 8 -12 ชั่วโมง เพื่อให้ปูนซีเมนต์แห้งยึดติดตัวหอยให้แน่นขึ้น หลังจากนั้นนำไปแขวนภายใต้โครงกระชังบริเวณใต้ทางเดินให้อาหารหรือบริเวณอื่นๆภายใต้โครงกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำ

การดูแลรักษา

การเลี้ยงหอยนางรมแบบแขวนใต้โครงกระชัง การดูแลรักษาไม่ต้องเอาใจใส่มากนักเพียงแต่คอยทำความสะอาดตะกอนสาหร่ายหรือเพรียง ที่เกาะติดตามตัวหอย เดือนละครั้ง โดยใช้แปรงขัดถูตัวหอยนางรม

การเจริญเติบโตและการจำหน่าย

ระยะเวลาการเลี้ยงหอยนางรมขึ้นอยู่กับขนาดลูกหอยนางรม โดยทั่วไปเลี้ยงประมาณ 1 ปี จึงสามารถจำหน่ายได้ ราคาจำหน่ายขึ้นอยู่กับขนาดของหอยนางรม ตั้งแต่ราคาตัวละ 8 บาท ขึ้นไป

ภาพที่ 32 หอยนางรมขนาดที่สามารถจำหน่ายได้

ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยง

การเลี้ยงหอยนางรมแบบแขวนบริเวณกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นการใช้พื้นที่ว่างบนกระชังให้เกิดประโยชน์สูงสุด ปัญหาที่พบคือ ตะกอนหรือโคลน มาติดพวงหอย ควรได้มีการตรวจ และชำระล้างตะกอนโคลน กำจัดศัตรู เช่น ปู หอย เพรียง และปลาที่เข้ามาอาศัย อย่างน้อย 2 สัปดาห์ต่อครั้ง การเลี้ยงหอยนางรมในช่วงที่ฝนตกหนัก น้ำจืดไหลลงมาทำให้หอยนางรมตายได้ วิธีการแก้ไข หากมีปริมาณพวงหอยไม่มากนักควรรีบเลื่อนพวงหอยนางรมลงในระดับลึกลงกว่าเดิม เนื่องจากน้ำจืดจะอยู่ในระดับผิวน้ำ นอกจากนี้พบว่าในบางพื้นที่หอยโตช้า เนื่องจากปริมาณอาหารธรรมชาติในน้ำทะเลมีน้อย สำหรับการศึกษาวิจัยที่ควรทำเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรในขณะนี้คือ ควรมีการศึกษาวิจัยในเรื่องรูปแบบการเลี้ยงวิธีใดที่เหมาะสมและคุ้มค่าที่สุด การเพาะและอนุบาลเพื่อให้ได้ลูกพันธุ์ที่ดีมีปริมาณมากพอที่เกษตรกรจะนำไปเลี้ยงไม่ต้องพึ่งพาลูกพันธุ์จากธรรมชาติ ฯลฯ

การเลี้ยงหอยแมลงภู่

ภาพที่ 33 หอยแมลงภู่ Green mussel ; *Perna viridis* (Linnaeus)

ชีววิทยาทั่วไป

หอยแมลงภู่เป็นหอยสองฝาชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจค่อนข้างมาก เนื่องจากใช้เป็นอาหารรับประทานทั้งสดและแห้ง และยังส่งเป็นสินค้าออกประเภทหนึ่งทำรายได้ให้กับประเทศ หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงกันมากในประเทศไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Perna viridis* (Linnaeus) มีชื่อสามัญทั่วไปว่า Green mussel ถิ่นที่อยู่อาศัยของหอยแมลงภู่ในประเทศไทยคือบริเวณความลึกประมาณ 6 – 8 เมตร หอยแมลงภู่สามารถแพร่พันธุ์ได้เกือบตลอดทั้งปี ตัวอ่อนของหอยแมลงภู่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนล่องลอยอยู่ในทะเล เมื่อพัฒนาถึงระยะหนึ่งก็จะลงเกาะกับวัสดุต่าง ๆ เช่น ไม้หลักที่ชาวบ้านปักล่อลูกหอยไว้ ฯลฯ การกินอาหารของลูกหอยแมลงภู่ กินอาหารโดยการกรองจากมวลน้ำทะเล อวัยวะที่ใช้ในการกรองอาหาร คือ เหงือก หอยจะดูดน้ำทะเลผ่านเข้ามาในเปลือก และเหงือกจะกรองอาหารและส่งเข้าปาก ผ่านทางเดินอาหาร ส่วนกากอาหารและตะกอนจะถูกขับออกมาทางทวารหนัก ซึ่งเปิดออกทางท้ายลำตัว อาหารส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ขนาดเล็ก โปรโตซัว และอินทรีย์วัตถุที่แขวนลอยอยู่ในน้ำทะเล การแยกเพศของหอยแมลงภู่ไม่สามารถดูจากภายนอกเปลือกได้ แต่สังเกตได้จากสีของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งอยู่ภายในเปลือก เพศผู้มีสีขาวครีม ส่วนเพศเมียมีสีส้มแดง

การเลี้ยงหอยแมลงภู่ภายใต้โครงกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย ใช้วิธีการเลี้ยงแบบแขวนภายใต้โครงกระชังแพ หรือวิธีการเลี้ยงในตะกร้าแต่ไม่เป็นที่นิยมมากนัก บริเวณที่จะแขวนบนกระชังอาจแขวนใต้ทางเดินให้อาหาร หรือในช่องว่างของโครงกระชังที่ไม่ได้แขวนกระชังอวน โดยนำไม้ไผ่หรือไม้กลม

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 3 นิ้ว พาดขวางช่องว่างบนโครงกระชัง และนำพวงหอยแมลงภู่มาแขวนลูกหอยแมลงภู่ที่นำมาเลี้ยงหาซื้อมาจากเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยแมลงภู่แบบปักหลัก ที่ทำการล่อลูกหอยในธรรมชาติโดยใช้ไม้ไผ่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 – 5 เซนติเมตรยาวประมาณ 5 – 6 เมตร ฝังลึกลงในโคลน 1 – 1.5 เมตร ลูกหอยในระยะลงเกาะจะลงเกาะกับหลักไม้ไผ่ และเลี้ยงตัวจนเป็นลูกหอยขนาดเล็ก เกษตรกรจึงนำลูกหอยแมลงภู่ที่เกาะติดกับหลักไม้ไผ่ จำหน่ายให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยแบบแขวนใต้แพต่อไป แหล่งจำหน่ายลูกหอยแมลงภู่ ได้แก่ จ.เพชรบุรี ชลบุรี ฉะเชิงเทรา ชุมพร ฯลฯ โดยจำหน่ายตามความยาวของหลักไม้ไผ่ ในราคา เมตรละประมาณ 20 – 30 บาท การขนส่งลูกหอยแมลงภู่ที่ติดกับหลักไม้ไผ่ ขนส่งโดยรถยนต์ ช่วงเวลาในการขนส่งควรเป็นเวลากลางคืน ในระหว่างการขนส่งไม่ควรให้ถูกแดดถูกฝนทำให้ลูกหอยตายได้ ลูกหอยแมลงภู่เมื่อมาถึงฟาร์มเลี้ยงควรดำเนินการเตรียมหอยเพื่อลงเลี้ยงในกระชังให้เสร็จสิ้นภายในวันนั้น แต่ถ้าหากดำเนินการไม่ทันเวลาใน 1 วัน ควรพักลูกหอยแมลงภู่ไว้ในกระชังหรือใช้เชือกผูกหลักหอยแมลงภู่กับโครงกระชัง เพื่อไม่ให้ลูกหอยแมลงภู่ตาย

การเตรียมหอยแมลงภู่ก่อนลงเลี้ยง

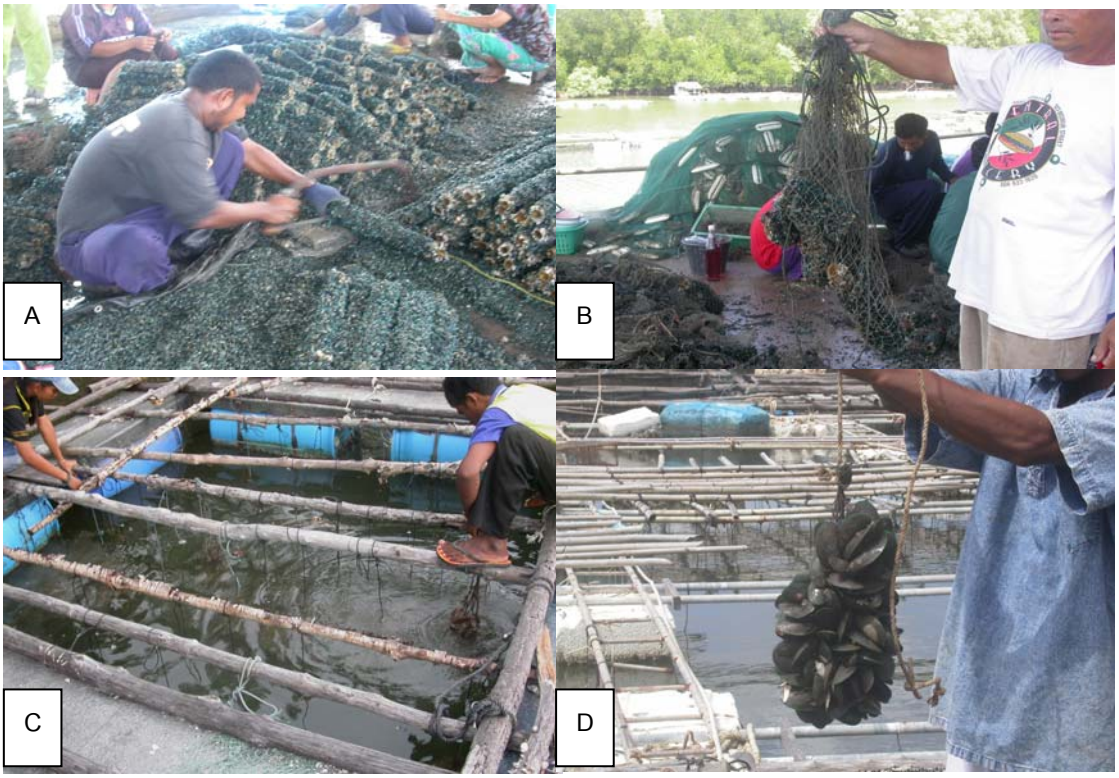
เตรียมถุงอวนสำหรับใส่ลูกหอยแมลงภู่ ทำจากอวนขนาดตา 1 นิ้ว ถุงอวนมีขนาดกว้างประมาณ 5 – 8 นิ้ว ยาวประมาณ 12 – 15 นิ้ว หลังจากนั้นนำหลักหอยแมลงภู่มาตัด(ใช้เลื่อย)เป็น ท่อน ๆ ความยาวท่อนละประมาณ 5 -10 นิ้ว ใส่ในถุงอวนที่เตรียมไว้ใช้เชือกเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1 - 1.5 เมตร ผูกปากถุงอวนให้แน่น นำพวงหอยแมลงภู่ไปแขวนผูกติดกับโครงกระชังภายใต้ทางเดินให้อาหารปลา ในด้านที่อยู่ด้านนอกของกระชังทั้ง 4 ด้าน หรือผูกติดกับไม้พาดขวางช่องว่างโครงกระชังที่ไม่ได้ผูกกระชัง โดยผูกให้พวงหอยแมลงภู่มีความลึกจากระดับผิวน้ำประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร

การดูแลรักษา

พวงหอยแมลงภู่ ไม่ต้องดูแลเอาใจใส่มากนักเหมือนกับการเลี้ยงปลา การดูแลควรมีการชำระล้างตะกอนหรือโคลนที่ติดกับพวงหอยแมลงภู่ ซึ่งตะกอนจะไปขัดขวางการกินอาหารของหอยแมลงภู่จะทำให้หอยโตช้า วิธีการทำความสะอาด โดยใช้มือดึงเชือกเขย่า พวงหอยบ่อย ๆ อย่างน้อย 2 สัปดาห์ต่อครั้ง และกำจัดศัตรูต่าง ๆ เช่น ปู หอย เพรียง ที่เกาะบนพวงหอย ฯลฯ

การเจริญเติบโตและการจำหน่าย

หอยแมลงภู่จะเจริญเติบโตแทรกตัวออกมาจากถุงอวน ทางช่องตาอวน อาจจะมีบางส่วนที่ไม่สามารถแทรกออกมาได้ เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยควรใช้มีดกรีดตาอวนบ้าง เพื่อให้หอยเจริญเติบโตแทรกตัวออกมาได้ทั้งหมด ถุงอวน และกระบอกไม้ไผ่จะเป็นแกนกลางของพวงหอยแมลงภู่ ระยะเวลาเลี้ยงขึ้นอยู่กับขนาดของหอยแมลงภู่เริ่มต้น และปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น คุณภาพน้ำ ปริมาณอาหารของหอยแมลงภู่ในแหล่งน้ำ ฯลฯ โดยทั่วไประยะเวลาเลี้ยงประมาณ 6 – 8 เดือนจึงสามารถจับจำหน่ายได้ ราคาจำหน่ายที่หน้าฟาร์ม กิโลกรัมละ 8 – 10 บาท ราคาขายปลีกในตลาดกิโลกรัมละ 15 – 20 บาท



ภาพที่ 34 การเลี้ยงหอยแมลงภู่ภายใต้โครงกระชัง เริ่มจาก การนำหลักหอยมาตัดเป็นท่อนๆ (A) นำลูกหอยใส่ในถุงอวน (B) นำพวงลูกหอยไปแขวนที่กระชัง(C) เลี้ยงจนได้ขนาดที่ตลาดต้องการ (D)

ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยง

การเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแขวนมีปัญหาเช่นเดียวกับการเลี้ยงหอยนางรมบริเวณกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำ ปัญหาได้แก่ ตะกอน หรือโคลน เกาะติดพวงหอย ควรจะได้มีการตรวจดู และล้างตะกอนโคลนและกำจัดศัตรู เช่น ปู หอย เพรียง และปลาที่เข้ามาอาศัย อย่างน้อย 2 สัปดาห์ต่อครั้ง นอกจากนี้ในช่วงที่ฝนตกหนัก น้ำจืดลงทำให้หอยแมลงภู่ตาย วิธีการแก้ไข ต้องรีบเลื่อนพวงหอยแมลงภู่ลงในระดับลึกลงกว่าเดิม เนื่องจากน้ำจืดจะอยู่ในระดับผิวน้ำ การพัฒนาการเลี้ยงหอยแมลงภู่ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเลี้ยงที่เหมาะสม การศึกษาหาสายพันธุ์หอยแมลงภู่ที่ทนกับการ เปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงกว้างได้ ฯลฯ

โรคและพยาธิสัตว์น้ำกร่อยเศรษฐกิจ

โรคและพยาธิปลาน้ำกร่อย

การเลี้ยงปลาน้ำกร่อยในกระชัง เป็นที่นิยม และได้รับความสนใจจากเกษตรกรผู้เลี้ยงอย่างแพร่หลาย และมักจะประสบปัญหาต่างๆมากมาย ตั้งแต่การอนุบาลจนกระทั่งเลี้ยงได้ขนาดที่ตลาดต้องการ ปัญหาที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงได้รับความเสียหายอย่างมากก็คือ ปัญหาปลาเป็นโรค ซึ่งสาเหตุในการเกิดโรคแตกต่างกัน พอสรุปได้ดังนี้

โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส

ยังไม่มีผู้ใดศึกษาอย่างจริงจัง เนื่องจากการศึกษาด้านไวรัสกระทำได้ยากลำบาก และต้องใช้เครื่องมือหลายอย่างที่มีราคา โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส สามารถตรวจพบเพียงโรคเดียว ได้แก่ โรคลิมโฟซิสทิส (Lymphocystis) ที่พบในปลากะพงขาว จะเห็นตุ่มสีแดงอมชมพู ลักษณะคล้ายก้อนเนื้อนูนขึ้นมาจากบริเวณผิวหนัง จะพบลักษณะก้อนเนื้อทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ได้ตามลำตัวทั่วไป บริเวณปากครีบต่าง ๆ เมื่อเอามือลูบดูจะมีลักษณะอ่อนนุ่ม ปลาจะแสดงอาการดังกล่าวประมาณ 2 – 3 เดือน ถ้าหากสภาพแวดล้อมเหมาะสมโรคนี้จะหายไปเอง โดยไม่จำเป็นต้องใช้ยารักษา

โรคที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย

ตามปกติในแหล่งน้ำทั่วไปจะมีแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ปนอยู่มากมายแต่แบคทีเรียดังกล่าวจะก่อให้เกิดโรคได้ก็ต่อเมื่อปลาอ่อนแอ หรือบอบช้ำ ลักษณะทั่วไปของปลาที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียจะมีอาการเป็นจุดขาวเล็ก ๆ ที่ผิวตัว จากนั้นจะเห็นเป็นรอยเลือดคั่งแล้วกลายเป็นแผลเน่าลึกลงไปในเนื้อจนถึงกระดูก แล้วตายในที่สุด การรักษานิยมแช่ให้กินหรือฉีดยาปฏิชีวนะ เชื้อแบคทีเรียที่สามารถก่อให้เกิดโรคได้แก่

1. เชื้อแอร์โรโมแนสไฮโดรฟิลลา (*Aeromonas hydrophila)*

อาการของโรคที่พบโดยทั่วไป ในปลาน้ำกร่อย เกล็ดตรงบริเวณโคนหางจะพองขึ้นตั้งชันและหลุดออก เริ่มเป็นแผลเน่าเปื่อย บาดแผลอาจลึกไปถึงกระดูกก็มี จากนั้นจะลุกลามติดต่อไปยังครีบโดยเริ่มมีรอยช้ำแดง ต่อมาจะกลายเป็นแผล ถ้าเป็นมากๆครีบจะเปื่อยหลุดไป โดยเฉพาะครีบหางมักจะเปื่อยกุดด้วนก่อนครีบอื่นๆ สีที่ลำตัวจะเปลี่ยนเป็นสีดำ ท้องมีอาการบวมน้ำ ภายในมีน้ำเลือดจางๆ ปนอยู่ ปลาที่มีอาการของโรคหนักๆ ตาจะโปนออกมา ปลาจะเริ่มตายช้าๆ อัตราการตายของปลาที่เป็นโรคนี้มีไม่มากนัก

การป้องกันรักษา

เนื่องจากปัจจุบันการเลี้ยงปลาน้ำกร่อย โดยเฉพาะปลากะพงขาวนั้น เลี้ยงกันอย่างหนาแน่นมาก ซึ่งต้องหมั่นดูแลและรักษาคุณภาพน้ำในกระชังให้ดีอยู่เสมอ จะเป็นการป้องกันโรคนี้ได้มาก แต่ถ้าหากปลามีอาการดังกล่าวและเห็นว่าปลาเป็นโรคนี้ ให้ใช้ยาปฏิชีวนะ ออกซีเตตร้าซัยคลิน 2.5 – 3 กรัม ผสมในอาหาร 1 กิโลกรัม ให้กินติดต่อกันเป็นเวลา 7 วัน

2. โรควิบริโอซีส (Vibriosis)

เชื้อแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอเป็นตัวสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคในสัตว์น้ำกร่อย และน้ำเค็ม โดยเฉพาะในปลากะรังจะพบแบคทีเรียชนิดนี้เป็นส่วนใหญ่ เชื้อวิบริโอที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในปลากะรังได้แก่ *Vibrio algilyticus* *Vibrio damsela* และ *Vibrio parahaemolyticus* สำหรับ *V. harveyi* หรือแบคทีเรียเรืองแสงนั้น พบว่ามักก่อโรคในช่วงฤดูแล้ง ที่น้ำทะเลมีความเค็มจัด และอุณหภูมิสูง สาเหตุเนื่องมาจากปลาอ่อนแอมีบาดแผล และปริมาณแบคทีเรียในน้ำทะเลมีมาก ปลาย่อมมีโอกาสที่จะรับเชื้อได้ง่าย อาการเริ่มแรกในปลากะรัง ลำตัวมีสีดำคล้ำลงก่อน การว่ายน้ำจะเสียการทรงตัว ปลามักหลบไปที่ก้นกระชัง กินอาหารน้อย ขั้นที่สอง ลำตัวมีบาดแผล ตาขุ่นขาวตาโปนขึ้นมา เหงือกซ้ำเลือด มีสีแดงผิดปกติ ครีบ และครีบหางปลายครีบเปื่อย กร่อนหรือมีจ้ำเลือด ปลายปากแดงช้ำ เปื่อยมีเลือด อาการขั้นสุดท้ายจมลงก้นกระชังทยอยตายเรื่อยๆ

ในปลากะพงขาวมีอาการตกเลือดตามลำตัว เป็นจุดแดง ครีบกร่อน เป็นแผลบริเวณลำตัว ท้องบวม ตับไตบวม ถ้าปลามีอาการดังนี้ และไม่ได้รับการรักษาทันทีจะทำให้ปลาตายได้

การป้องกัน

การป้องกันคืออย่าให้มีการติดต่อหรือระบาดของเชื้อโรคหลีกเลี่ยงการขนส่งปลาในสภาพที่อ่อนแอ พยายามลดการกระทบกระเทือนขณะขนส่งให้มากที่สุด

การรักษา

1. การรักษาภายนอก (external treatment) อาจใช้ยาปฏิชีวนะหรือสารเคมีที่เหมาะสมเช่น ด่างทับทิม ($KMnO_4$) ใช้ในอัตรา 2 – 4 ส่วนในล้านส่วน(ppm) แช่ตลอดไป หรือเตตร้าซัยคลิน (tetracyclin) ใช้ในอัตราส่วน 10 – 20 ส่วนในล้านส่วน (ppm)

2. การรักษาภายใน (internal treatment) ใช้ได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การให้กิน (oral feeding) เทอรามัยซินใช้ 2 – 4 กรัม / อาหาร 1 กิโลกรัม กระจายผสมให้เข้ากันทุกส่วนของอาหาร

2.2 การฉีด วิธีการนี้กระทำได้สะดวกกับปลาขนาดใหญ่ พ่อแม่พันธุ์ปลา หรือปลาที่มีราคาแพงหรือในกรณีที่ปลาเหล่านั้นไม่กินอาหาร ใช้เตตร้าซัยคลิน ในอัตราส่วน 25 มิลลิกรัม / น้ำหนักปลา 1 ปอนด์ หรือ 50 มิลลิกรัม / กิโลกรัม

3. โรคคอลัมนาริส

เกิดจากเชื้อ *Flexibacter columnaris* สามารถพบได้ในปลาน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม เริ่มแรกโรคนี้จะเกิดบริเวณที่ได้รับบาดเจ็บบนลำตัว ครีบ และบริเวณส่วนหัว หลังจากนั้นปลาจะอ่อนแอไม่ค่อยกินอาหาร เคลื่อนไหวช้าลง ปลาที่เป็นแผลโดยเฉพาะแผลที่ข้างลำตัว เกล็ดจะหลุดเพราะการขูดหรือเสียดสีกับกระชัง และเชื้อนี้แผลจะเป็นขุยสีขาวๆเหลืองคล้ายเชื้อรา เป็นแถบพาดตามลำตัว ขอบแผลจะมีลักษณะเป็นสีเทาจางๆ มีเมือกปกคลุมหนามาก บางครั้งจะพบมีจุดเลือดในบริเวณนั้นด้วย ต่อมาจะลุกลามเข้าไปทำลายเหงือกทำให้เหงือกเน่าเปื่อย ครีบกร่อนแหว่ง ปลาจะตายภายใน 2 สัปดาห์ในน้ำค่อนข้างจืด ปลาที่เป็นโรคนี้จะมีอัตราการตายสูงมาก แต่ถ้าน้ำทะเลมีความเค็มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆอัตราการตายของปลาจะลดลง

การป้องกัน และรักษาโรค หลังจากการลำเลียงขนย้ายปลา ควรจะมีการป้องกันการติดเชื้อโรคโดยแช่ปลาในยาเหลือง ความเข้มข้น 25 ส่วนในล้านส่วน(ppm) แช่นาน 3 วันติดต่อกัน ส่วนปลาที่ติดเชื้อ และเป็นโรคนี้ให้ใช้ยาฟูราเนสความเข้มข้น1.5 ส่วนในล้านส่วน(ppm) แช่นาน 1 ชั่วโมง ถ้ายังไม่หายต้องทำซ้ำติดต่อกันนาน 3 วัน อาจใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ที่มีความเข้มข้น 40 ส่วนในล้านส่วน(ppm) แช่นาน 20 นาที

โรคที่เกิดจากโปรโตซัว(Protozoa)

พวก Protozoa ที่มีขนสั้นทำให้ปลาตายตั้งแต่อายุ 10 – 20 วัน จนถึงปลาโตที่มีอายุ 2 – 3 เดือน โรคที่เกิดจากโปรโตซัวที่พบมากได้แก่

1. โรคจุดขาว (White spot) เกิดจากสัตว์เซลล์เดียวที่มี Cilia มีชื่อว่า *Ichthyophthirius multifilis* ก่อให้เกิดโรคอิ๊ค ซึ่งจะเป็นจุดขาวตามลำตัวครีบต่าง ๆ และบริเวณเหงือก ปลาจะว่ายน้ำผิดปกติชอบเอาตัวไปขูดกับบริเวณขอบบ่อ

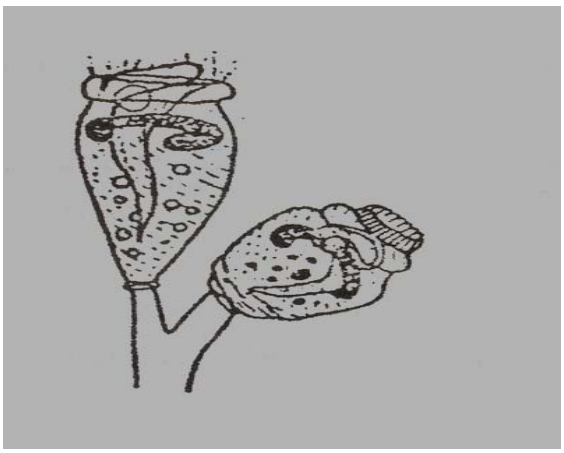
2. โรคจากเห็บระฆัง (Trichodiniasis) เกิดจากเชื้อ *Trichodina* sp.ลักษณะรูปร่างคล้ายกับระฆังคว่ำ เกาะปลาไว้แน่นตามลำตัว และเหงือก ทำให้ปลาระคายเคืองเป็นแผลหรือเกล็ดหลุด เกาะครีบทำให้ครีบขาดได้

3. โรค Epistyliasis เกิดจาก *Epistylis* sp.มีรูปร่างคล้ายกระดิ่งคว่ำชอบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม บริเวณที่เกาะเป็นสีแดง คล้ายกับการตกเลือดอยู่ตามซอกเกล็ด

4. *Henneguya* sp. หรือกระสวยสองหาง เป็นโปรโตซัวพบลักษณะเป็นเกราะรูปไข่สีขาวอยู่ตามเหงือกหรือลำตัวของปลา หากเกาะอยู่ตามเหงือกจะทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนจะติดขัด

นอกจากนี้ยังมี Protozoa พวก *Oodinium* sp. และ *Scyphidia* sp. เป็นต้น การป้องกันกำจัดโดยใช้ฟอร์มาลีนความเข้มข้น 150 – 200 ส่วนในล้านส่วน (ppm) แช่นาน 1 ชั่วโมง ฟอร์มาลีนเข้มข้น 25 – 50 ส่วนในล้านส่วน (ppm) แช่ตลอดไป

ภาพที่ 35 เห็บระฆัง (*Trichodina* sp.)
(ที่มา: SEAFDEC, 2544)

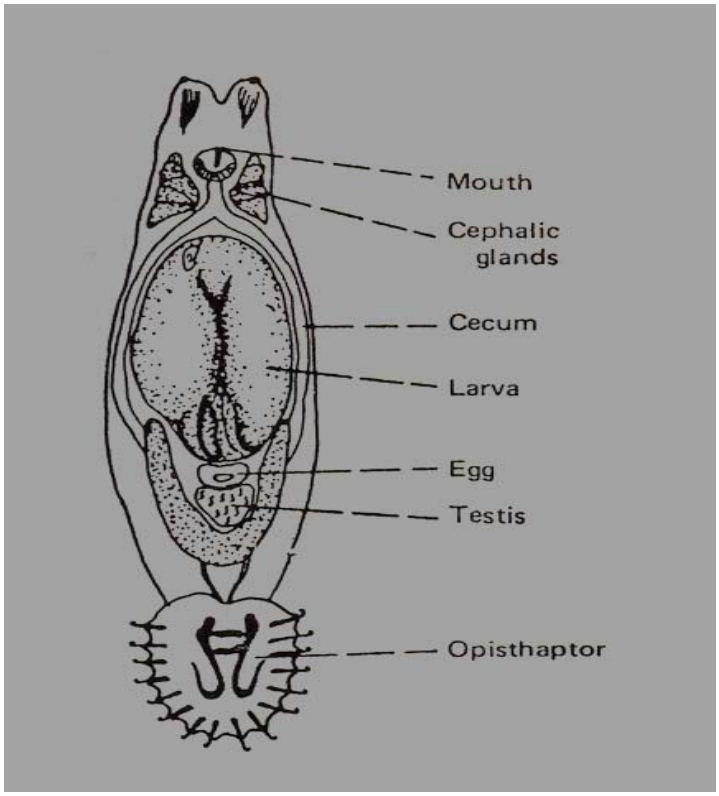


ภาพที่ 36 *Epistylis* sp.
(ที่มา: ปภาศิริ, 2537)

โรคที่เกิดจากหนอนพยาธิ

หนอนพยาธิ ที่ทำให้เกิดปัญหามากที่สุดคือ พวกโมโนจีนหรือพยาธิปลิงใส เป็นหนอนพยาธิภายนอกเกาะอยู่ตามเหงือกปลา แต่ก็สามารถพบอยู่ตามผิวหนังได้เช่นกัน อาการของโรคทำให้ปลาเกิดระคายเคือง กระสับกระส่ายเพราะหายใจไม่สะดวก อัตราการกินอาหารลดลงจากเดิมมาก กระพุ้งแก้มเปิดปิดอย่างรวดเร็วถ้าเป็นมาก ๆ จะทำให้แผ่นปิดเหงือกเปิดอ้า ปลาจะขับเมือกออกมามากบริเวณเหงือก และมีอาการตกเลือด ปลาจะตายได้เนื่องจากการขาดออกซิเจน

การป้องกันรักษา อย่าปล่อยปลาหนาแน่นเกินไป ให้อาหารอย่างเพียงพอ คุณภาพน้ำเหมาะสมต่อการเลี้ยงปลา การกำจัดโดยใช้ฟอร์มาลีนเข้มข้น 25 - 30 ส่วนในล้านส่วน(ppm) แช่ตลอดไป หรือ 200 – 250 ส่วนในล้านส่วน(ppm) แช่นาน 30 นาที – 1 ชั่วโมง



ภาพที่ 37 พยาธิปลิงใส *Gyrodactylus* sp.
(ที่มา: ปภาศิริ, 2537)

โรคที่เกิดจากเชื้อรา

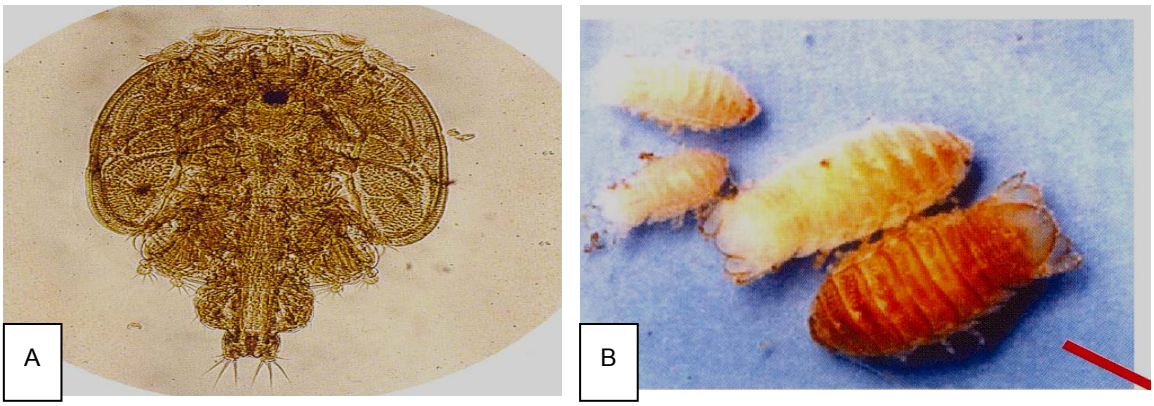
เชื้อรามักเข้าไปเกาะและเจริญเติบโตในปลาที่อ่อนแอ แต่มักไม่มีอาการภายนอกแสดงให้เห็น ปลาจะทยอยตายไปเรื่อย ๆ โรคที่เกิดจากเชื้อราได้แก่ โรค Saprolegniasis โรค Ichthyophonus และโรคเหงือกกร่อน การป้องกันรักษา การป้องกันควรควบคุมสภาพแวดล้อมในกระชังให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอด โดยทำความสะอาดกระชังอย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง ใช้แปรงด้ามยาวขัดถูกระชังเพื่อเอาสาหร่าย พืชน้ำ หรือเศษตะกอนดิน ออกจากกระชัง หากมีหอยมาเกาะติดกระชังจนน้ำไม่สามารถไหลผ่านได้ ควรทำการเปลี่ยนกระชัง นำกระชังไปตากแดดและทุบหอยออกจากกระชัง แต่ต้องระวังเนื้ออวนขาด ทำให้น้ำไหลผ่านกระชัง ได้สะดวก นอกจากนี้การให้อาหารสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่เป็นอาหารสด หากให้จนเหลือ จะทำให้น้ำในกระชังเน่าเสียได้ การรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อรา ใช้ฟอร์มาลีน 15 – 25 ส่วนในล้านส่วน(ppm) แช่ตลอดไป

ภาพที่ 38 รอยด่างสีขาวที่เกิดจากการทำลายของเชื้อรา

(ที่มา: SEAFDEC, 2544)

โรคที่เกิดจากพยาธิกลุ่มครัสเตเซียน (Crustacean)

เป็นพวกเห็บปลา เหาปลา และไรน้ำ อาจทำให้ปลาตายถึงร้อยละ 70 ขึ้นไป พยาธิในกลุ่มนี้ที่พบบ่อยๆได้ *Caligus* sp. *Ergasilus* sp. *Gnathia* sp. และ *Lernanthropus* sp. พยาธิในกลุ่มนี้มักเกาะตามเหงือก กระพุ้งแก้ม ผิวตัว และตามครีบ ทำให้ปลาผอม และว่ายสีข้างกับข้างกระชัง การป้องกันกำจัดใช้ดิพเทอเร็กซ์ ในอัตรา 0.5 – 0.75 ส่วนในล้านส่วน(ppm) แช่นาน 24 ชั่วโมง หรือแช่ปลาในด่างทับทิม 1 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร นาน 15 – 30 นาที



ภาพที่ 39 พยาธิกลุ่มครัสเตเซียน (Crustacean) กาลิกัส (*Caligus* sp.) (A) และเห็บปลา(B)

(ที่มา: SEAFDEC, 2544)

โรคที่เกิดจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร

ส่วนใหญ่พบเนื่องจากการเลี้ยงปลาหนาแน่นเกินไป การเตรียมสูตรอาหารผิดหรือการสูญเสียสารอาหารในระหว่างการผลิต เช่น ถูกความร้อนหรือการละลาย ที่พบบ่อยได้แก่ การขาดโปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุ ทำให้สัตว์น้ำเบื่ออาหารเจริญเติบโตช้า ภูมิต้านทานต่อโรคต่ำ ระบบสืบพันธุ์วางไข่ไม่สมบูรณ์ อาการของปลาที่เป็นโรคขาดความสมดุลของธาตุอาหารมักเป็นอาการเรื้อรังไม่ตายในทันที จะตายวันละ 2 – 3 ตัว ไปเรื่อย ๆ ส่วนใหญ่มักมีอาการตัวดำคล้ำกว่าปกติ ว่ายส่าย ๆ กลางน้ำ และนอนที่ก้นกระชังในที่สุด

โรคที่เกิดจากสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม

ในสภาวะแวดล้อมของน้ำไม่เหมาะสม เช่น สภาวะเป็นพิษ หรือมีสารพิษเจือปน ปลาย่อมเกิดความเครียด เนื่องจากต้องต่อสู้เอาชีวิตรอดโดยปลาอาจตายในทันทีโดยไม่มีอาการใดๆปรากฏ ถ้าหากสารพิษมีปริมาณมากหรือรุนแรงในทันทีทันใด แต่ถ้ามีสารพิษในปริมาณน้อยปลาก็จะมีอาการป่วยแบบเรื้อรัง หายใจถี่กว่าปกติ และมีเมือกมากผิดปกติ

ในการรักษาโรคปลาน้ำกร่อยในกระชังนั้นสิ่งที่ควรคำนึงถึงให้มาก คือ ภาชนะที่ใช้แช่ปลา อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ เช่น ถังบ่อ หรือกระชังผ้าใบ แอร์ปั๊ม เป็นต้น กระชังผ้าใบเป็นภาชนะที่น่าสนใจ สำหรับการแช่ปลาในกระชังมาก เนื่องจากสะดวกในการขนย้าย หลักการง่าย ๆ ในการแช่ปลาในกระชังผ้าใบคือ

ก. วางกระชังผ้าใบใกล้กระชังปลาเป็นโรค ติดแอร์ปั๊ม

ข. วางกระชังอวนที่จะใส่ปลาซ้อนในกระชังผ้าใบ

ค. ตวงน้ำใส่ในกระชังผ้าใบ ให้ได้ปริมาณตามต้องการ เช่น 200 ลิตร, 300 ลิตร

ง. ตวงยาตามที่คำนวณอย่างดีแล้ว ใส่ในน้ำที่ตวงไว้

จ. คัดปลาจากกระชังที่เป็นโรคใส่ในกระชังที่เตรียมยาไว้

ฉ. ทิ้งไว้ตามกำหนดเวลา

ญ. ดึงกระชังผ้าใบออก ปลาก็จะอยู่ในกระชังอวนใบใน

การป้องกันไม่ให้ปลาเป็นโรค

ก. เลือกสถานที่เลี้ยง หรือวางกระชังให้เหมาะสม

ข. หมั่นทำความสะอาดกระชังบ่อย ๆ ทุก ๆ 1 เดือน เพื่อให้น้ำมีการถ่ายเทได้สะดวก

ค. ให้อาหารปลาแต่พอดี อย่าให้อาหารมากเกินไป เพราะจะทำให้อาหารเหลือ และเน่าเสียไปด้วย

ง. ควรให้อาหารที่มีคุณภาพ และมีความสด (ปลาเป็ด)

จ. การขนย้ายปลา คัดขนาด และรวบรวมจากแหล่งน้ำธรรมชาติ พยายามอย่าให้ปลาบอบช้ำมากเกินไป และควรแช่ยาทุกครั้งที่มีการขนย้ายปลา คัดขนาดปลา หรือปลาที่รวบรวมได้จากธรรมชาติ

โรคและพยาธิกุ้งกุลาดำ

1. โรคเหงือกแดงหรือโรคแก้มแดงหรือโรคลอยตัว

เกิดจากการมี Protozoa หรือ *Zoothamnium* sp หรือ *Epistylis* sp. เข้าเกาะในเหงือกของกุ้งทำให้เกิดอาการอักเสบ เหงือกทำงานไม่สะดวก และถ้า Protozoa เพิ่มปริมาณมากขึ้นจะทำให้เหงือกยุ่ย เนื้อเยื่อเหงือกตายลง ทำให้แก้มมีสีแดงกว่าปกติ กุ้งจะว่ายขึ้นตายตามขอบบ่อ และทยอยตายลงเรื่อย ๆ วิธีการป้องกันคือควบคุมคุณภาพของน้ำให้ดีอยู่เสมอ พยายามตรวจดูอาหารที่ให้ว่าตกค้างอยู่หรือไม่ ถ้ามีอาหารเหลือตกค้างอยู่มากต้องลดปริมาณที่เคยให้ลงจนพอเหมาะ ถ้ากุ้งเป็นมากควรจับกุ้งขึ้นจำหน่าย

2. โรคกุ้งหลังขาว

เกิดจากกุ้งได้กินสปอร์ของ Protozoa เข้าไป และ Protozoa จะเจาะผนังลำไส้ออกไปฝังตัวอยู่ในกล้ามเนื้อรอบ ๆ ลำไส้ตามแนวสันหลังกุ้ง ทำให้กล้ามเนื้อตายมีลักษณะขุ่นขาว เริ่มจากส่วนต้นของปล้องแรกและจะลามไปเรื่อย ๆ จนถึงปล้องสุดท้ายจรดส่วนหาง ทำให้สันหลังมีสีขุ่นขาวโดยตลอด กุ้งจะอ่อนแอว่ายน้ำช้า เมื่อลอกคราบมักจะตายและถูกกุ้งตัวอื่นกิน ทำให้สปอร์ติดระบาดเข้าไปยังกุ้งตัวอื่น ๆ ได้

วิธีการป้องกัน ยังไม่มีวิธีรักษาให้หายได้ นอกจากการป้องกันไม่ให้โรคลุกลามต่อไปยังกุ้งรุ่นอื่น ๆ โดยการจับกุ้งทั้งหมดขึ้นจำหน่าย

3. โรคตัวแดง

ทำให้กุ้งเชื่องช้าไม่กินอาหาร สาเหตุใหญ่เกิดจากอาหารกุ้งเก็บไว้นาน จะมีเชื้อราขึ้นเวลานำไปให้กุ้งกิน กุ้งจะกินเอาเชื้อราเข้าไปอยู่ในกระเพาะทำให้เกิดอาการดังกล่าว

4. โรคตัวเกร็ง

เกิดจากการช็อกของกุ้งเนื่องจากอุณหภูมิน้ำร้อนจัดหรือมีการรบกวนให้กุ้งตกใจ เช่น ระหว่างการจับกุ้ง วิธีแก้คือพยายามทำให้อุณหภูมิน้ำเย็นลง

5. โรคตายเดือน สามารถแบ่งสาเหตุออกเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. เชื้อโรค

เอ็มบีวี เป็นเชื้อไวรัสที่พบได้บ่อยในตัวของกุ้งที่เป็นโรคตายเดือน

แบคทีเรีย เชื้อแบคทีเรียอาจพบได้หลายชนิดแต่ที่สำคัญคือเชื้อวิบริโอ

ตัวพยาธิภายนอกที่พบมากคือ *Zoothamnium* sp.

2. มลภาวะ

สิ่งแวดล้อมรอบตัวกุ้ง คือน้ำ ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งกับชีวิตกุ้ง สภาพน้ำหรือคุณภาพน้ำอาจเป็นสาเหตุเสริมให้สาเหตุอื่นๆ เพิ่มความรุนแรง

มลพิษได้แก่ สารพิษจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร การหมักหมมของอาหารเหลือ สิ่งขับถ่ายของตัวกุ้ง

อาหาร คุณภาพของอาหารกุ้งอาจไม่เป็นไปตามมาตรฐาน และวิธีการที่กำหนด ประกอบกับผู้ผลิตอาหารกุ้งมีหลายระดับ ตั้งแต่โรงงานใหญ่ และเล็ก จนกระทั่งผลิตเอง

ความเครียด มาจากการจัดการด้วยเหตุใดก็ตาม ความเครียดที่เกิดจากสารเคมีจะทำให้ระบบภูมิคุ้มกันโรคเสื่อม

การแก้ไขโรคตายเดือน

จากสาเหตุโรคดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปการป้องกันโรคเบื้องต้นได้ดังนี้

1. ลูกกุ้งที่นำเข้าเลี้ยงต้องแข็งแรงปราศจากโรค
2. นำกุ้งเข้ามาเลี้ยง และจำหน่ายออกเป็นรุ่น ๆ
3. หลีกเลี่ยงการเลี้ยงกุ้งหลาย ๆ ขนาดในกระชังเดียวกัน
4. ป้องกันศัตรูมิให้เข้าไปในบ่อเลี้ยงกุ้งอย่างมีประสิทธิภาพ
5 ก่อน และหลังลำเลียงหรือเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอย่างเฉียบพลัน อาจช่วยลดความเครียดแก่ลูกกุ้งโดยให้วิตามินซี ผสมกับอาหารในอัตรา 2 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ให้ติดต่อกัน อย่างน้อย 2 – 5 วัน

โรคและพยาธิปูทะเล

1. โรคเพรียงถั่วงอก

เพรียงถั่วงอก (*Sacculena* sp.) เป็นเพรียงที่ไม่มีเนื้อเยื่อเปลือกแข็งหุ้มภายนอก เป็นพาราไซต์ที่พบในสัตว์จำพวกครัสตาเซียน(Crustacean) กลุ่ม Copepoda เพรียงชนิดนี้ไม่มีรยางค์ ไม่มีทางเดินอาหาร ส่วนปลายมีลักษณะคล้ายเท้าเป็นที่สำหรับยึดเกาะและดูดซึมอาหาร เพรียงถั่วงอกเป็นพาราไซต์อยู่บนจับปิ้งปูน้ำเค็ม และในเนื้อเยื่อสืบพันธุ์ของปูโดยเฉพาะของปูเพศผู้ จะทำให้เจ้าบ้าน (host) เกิดเป็นหมันอย่างสมบูรณ์ และลักษณะของจับปิ้งจะเปลี่ยนไปโดยจะกว้างขึ้นและมีรยางค์ที่จับปิ้งคล้ายในเพศเมียและยังทำให้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เปลี่ยนไป นอกจากนี้ยังพบองค์ประกอบของสารเคมีในเม็ดเลือดเปลี่ยนไป ทำให้สีเลือดของเจ้าบ้านเปลี่ยนไปจากเดิม

2 โรคราดำ

เกิดจากเชื้อราชนิด *Lagenidium scylla* โดยมักพบในแม่ปูไข่นอกกระดองที่รวบรวมจากธรรมชาติในบริเวณแหล่งน้ำสกปรก เกิดจากที่ไข่นอกกระดองสัมผัสกับตะกอน และสิ่งสกปรกบนพื้นดิน ทำให้เชื้อราเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและทำลายไข่ทั้งหมด

3โรคโปรโตซัว(Protozoa)

ชนิดที่สำคัญที่พบได้แก่ *Zoothamnium* sp.ซึ่งสามารถป้องกัน และกำจัดได้โดยใช้สารเคมี เช่น ฟอร์มาลีน15 – 25 ส่วนในล้านส่วน(ppm) แช่ตลอดไป และโพวิดีน 2-3 ส่วนในล้านส่วน(ppm) เป็นต้น

นอกจากนี้ตะกอนดิน และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ซึ่งมีขนาดเล็กมากอาจไปจับบริเวณเหงือกของปู จนเปลี่ยนเป็นสีอิฐแดง

โรคและพยาธิหอยนางรม

การศึกษาโรคพยาธิในหอยนางรมในประเทศไทย นับว่ามีการศึกษากันอยู่ในวงแคบ ในขณะที่การระบาดของโรคพยาธิหอยนางรมพบว่ามีรายงานในต่างประเทศ โดยพบในแหล่งเลี้ยงที่มีการเลี้ยงกันอย่างหนาแน่น และยาวนานซึ่งผลจากการระบาดก่อให้เกิดผลเสียหายต่อธุรกิจมหาศาล ตัวอย่างของโรคระบาดที่เกิดกับหอยนางรมที่ก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงพอสรุปได้คือ

1) โรคเหงือก (Gill disease)

สาเหตุเกิดจากเชื้อไวรัส (IRIDOVIRUS)

ลักษณะของโรคเริ่มจากการพบจุดเหลืองกระจายตามเหงือก และ Labial palp จุดเหล่านี้จะเพิ่มจำนวนมากขึ้น และขยายขนาดใหญ่ขึ้น เนื้อเยื่อบริเวณดังกล่าวจะตาย หอยไม่สามารถกินอาหาร รวมทั้งการหายใจไม่เป็นปกติ น้ำหนักของหอยลดลง และตายในที่สุด

2) โรคไวรัส (Virus disese)

เข้าใจว่าเป็น IRIDOVIRUS ซึ่งตรวจพบในเม็ดเลือดหอย

3) Bonamia Haemocytic disease

สาเหตุเกิดจากเชื้อโปรโตซัว *Bonamia ostreae* ซึ่งทำอันตรายกับเซลล์เม็ดเลือดหอย

4) Abers Digestive gland disease

สาเหตุเกิดจากเชื้อโปรโตซัว(Protozoa) *Marteilia refringens* ตรวจพบในส่วน Digestive gland ของหอย (*C. gigas*) หอยแมลงภู่ (*Mytilus galloprovincialis*) รวมทั้งใน *Cardium edule* แต่ไม่ก่อให้เกิดการตายในหอยเหล่านี้แต่อย่างใด

5) Copepod สกุล *Mytilicola intestinalis* พบภายในทางเดินอาหารหอยนางรมมีรายงานว่าเป็นผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อหอยนางรม (*C. gigas*) ลดลง

6) หนอนเจาะเปลือกอันเกิดจาก Polychaete มักพบในบริเวณที่มีความเค็มต่ำ

โรคและพยาธิหอยแมลงภู่

หอยแมลงภู่มีโรคภัยศัตรูรบกวนเช่นเดียวกับปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ เหมือนกัน ศัตรูที่พบได้แก่ ดาวทะเล (Star fish) ดาวทะเลชอบรบกวนและชอบกินหอยแมลงภู่ นอกจากดาวทะเลแล้วยังมี พวกปลาฉลาม กระเบน งูทะเล และพวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิด ส่วนเชื้อโรคที่พบทำอันตรายหอยแมลงภู่มีอยู่ 2 ชนิดคือ พวกที่เรียกว่า *Polydera ciliate* พวกนี้จะเจาะเปลือกหอยเข้าไปข้างในแล้วทำอันตรายต่อมภายในตัวหอย เช่นต่อมกลั่นมุก ต่อมสืบพันธุ์ ถ้ามีในปริมาณมากทำให้หอยตายได้*Haplosporidium mytilovum* นั้นเป็นอันตรายต่อไข่หอย และเกิดชุกชุมในฤดูที่หอยเริ่มไข่ นอกจากนี้ยังมีปัญหาเรื่องน้ำเสียที่ทำอันตรายแก่หอยแมลงภู่ไม่เลือกขนาด

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. มปปa. การเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน. เอกสารแนะนำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 18 น.

กรมประมง. มปปb. การเลี้ยงปูทะเล. เอกสารแนะนำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 33 น.

กรมประมง. มปปd. คู่มืออบรมเกษตรโครงการแปลงสินทรัพย์เป็นทุน Sea Food Bank. ศูนย์ปฏิบัติงานโครงการ Sea Food Bank. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 134 น.

กรมประมง. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำกร่อย. เอกสารแนะนำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 43 น.

กรมประมง. 2543. การเลี้ยงหอยทะเลเศรษฐกิจ. เอกสารแนะนำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 58 น.

กรมประมง. 2548. อาหารและการผลิตอาหารสัตว์น้ำ. เอกสารแนะนำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 69 น.

กิจการ ศุภมาตย์, สาวิตรี ศิลาเกษ, วุฒิพร พรหมขุนทอง และ สิทธิ บุณยรัตผลิน. 2539. โรคและพยาธิปลา. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 209 น.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2547. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 229 น.

คเชนทร์ เฉลิมวัฒน์. 2544. การเพาะเลี้ยงหอย. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี. 253 น.

บรรจง เทียนส่งรัศมี และบุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2545. ปูทะเลชีววิทยาการอนุรักษ์ทรัพยากรและการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์แบบยั่งยืน. ภาควิชาวาริชศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี. 264 น.

ปภาศิริ ศรีโสภาภรณ์. 2537. โรคและปรสิตสัตว์น้ำ. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี. 184 น.

ปัญญา สุวรรณสมุทร. ปลาในกระชัง. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. เกษตรสาส์น กรุงเทพมหานคร 119 น.

ประไพสิริ สิริกาญจน์.2527. ความรู้เรื่องพาราไซต์ของสัตว์น้ำ. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพมหานคร. 231 น.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง. แผนกประมง, คณะวิชาสัตวศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, วิทยาเขตลำปาง. ลำปาง. 86 น.

ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEAFDEC). 2544. การเลี้ยงและการจัดการสุขภาพของปลากะรัง. กองเพาะเลี้ยง, ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. กรุงเทพมหานคร. 94 น.

ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง. 2549. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2547. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 91 น

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง. 2542. คู่มือการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พัฒนาระบบชีวภาพ แบบ Code of Conduct. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.16 น.

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง. 2548. มาตรฐานการปฏิบัติทางประมงที่ดีสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.62 น.

สโมสรนิสิตคณะประมง. 2531. การเพาะเลี้ยงปลากะพงขาว. โครงการหนังสือเผยแพร่ความรู้ทางการประมง, สโมสรนิสิตคณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. 94 น.

อิทธิพร เพ็ญจันทร์. 2531. การเพาะเลี้ยงปลากะรัง. สำนักพิมพ์ช่องนนทรี. กรุงเทพมหานคร. 80 น.

Sirimontaporn, P. 1993. Species of Groupers for Aquaculture in Thailand, pp. 126-128. In Proc. Grouper Culture, November 30 - December1,1993. National Institute of Coastal Aquaculture, Department of Fisheries,Thailand.

http://www.fisheries.go.th/cs-trat/Bule/j.htm.date 6/April/2006.

http://www.thaigreenag ro.com date 16/April/2006.

http://www.Rakbankerd.com date 16/April/2006.

http://www.nicaonline.com/articles1/site/view date 17/April/2006.

http://www.fisheries.go.th/coastal/th/ date 6/November/2007.

http://www.thaiquality Shrimp.com/coc/home.asp/ date 6/November/2007.

http://www.tmd.go.th/index.php/ date 24/April/2008.

ภาคผนวก

มาตรฐานการผลิตสัตว์น้ำ

มาตรฐาน Code of Conduct (CoC)

ปัจจุบันไทยยังคงประสบปัญหาในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลมาโดยตลอด ทั้งในด้านการผลิตและการตลาด ดังนั้นเพื่อให้สามารถส่งออกกุ้งกุลาดำของไทยได้ในตลาดโลกได้อย่างมีมาตรฐาน กรมประมงจึงได้ปรับปรุงการผลิตตลอดสายการผลิตเพื่อให้มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับครอบคลุมตลอดสายการผลิตตั้งแต่โรงเพาะฟัก ฟาร์มเลี้ยง ตลอดจนการแปรรูป จนถึงผู้บริโภค (From Farm to Table) จึงได้มีการจัดทำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมหรือ Code of Conduct สำหรับอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลขึ้นมา

เกณฑ์มาตรฐาน ซีโอซี สำหรับโรงเพาะฟักและฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล

มีข้อปฏิบัติ 11 ประการ

1.1. การเลือกสถานที่

- เป็นพื้นที่ถูกต้องตามกฎหมายและอยู่นอกเขตป่าชายเลน
- พื้นที่ตั้งใกล้แหล่งปัจจัยการผลิตและอยู่ห่างไกลจากแหล่งมลพิษ

1.2. การจัดการ การเลี้ยงทั่วไป

- วางผังฟาร์มตามหลักวิชาการ
- วางแผนการเลี้ยงที่ดีเพื่อการจัดการที่ถูกต้อง

1.3. ความหนาแน่นการปล่อยลูกกุ้ง

- พิจารณาความเหมาะสมของคุณภาพ อายุ และความหนาแน่นของลูกกุ้งที่ปล่อย
- พิจารณาศักยภาพกำลังการผลิตของบ่อกุ้ง

1.4. อาหารและการให้อาหาร

- เลือกอาหารกุ้งที่มีคุณภาพดี และให้อาหารในปริมาณที่เหมาะสม
- จัดเก็บอาหารกุ้งให้ถูกสุขลักษณะ

1.5. การจัดการสุขภาพกุ้ง

- ตรวจสุขภาพกุ้งควบคู่กับการตรวจคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงอยู่ประจำ
- ยึดหลักป้องกันการเกิดโรคกุ้งอย่างถูกต้อง และเหมาะสม

1.6. ยาและสารเคมี

- งดใช้ยาและสารเคมีต้องห้ามตามที่กรมประมงประกาศ 16 ชนิด
- ควรป้องกันการเกิดโรค โดยเน้นการจัดการเลี้ยง

1.7 น้ำทิ้งและตะกอนเลน

- มีระบบบำบัดหมุนเวียนน้ำใช้ภายในฟาร์ม
- จัดให้มีที่เก็บตะกอนเลนภายในฟาร์ม

1.8. การจับกุ้งและการขนส่ง

- มีการตรวจสารเคมีตกค้างในตัวกุ้งก่อนการจับ
- วางแผนการจับ และขนส่งอย่างรวดเร็ว โดยเน้นการรักษาความสด และความสะอาด

1.9. ความรับผิดชอบทางสังคม

- ใช้ทรัพยากรท้องถิ่นอย่างประหยัด และส่งเสริมการปลูกป่าชายเลน
- จัดจ้างแรงงานในพื้นที่เพื่อช่วยลดปัญหาการว่างงาน

1.10. การรวมกลุ่ม และการฝึกอบรม

- มีการรวมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลการเลี้ยงอย่างสม่ำเสมอ
- เข้ารับการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล

1.11. ระบบการเก็บข้อมูล

- ควรบันทึกข้อมูลด้านการเลี้ยงอย่างสม่ำเสมอ (ตามรายละเอียด ซีโอซี)

มาตรฐานผู้ซื้อ-ผู้ขาย

หลังจากผู้ประกอบการฟาร์มกุ้งได้เลี้ยงกุ้งจนถึงเวลาที่กำหนดในการจับผลผลิตกุ้งจากฟาร์ม ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ต้องระมัดระวังอย่างมาก ในด้านสุขอนามัย หรือสุขลักษณะในระหว่างการจับกุ้ง และกระบวนการรวบรวม คัดแยกกุ้งภายหลังการจับกุ้งออกจากบ่อ ซึ่งจะมีมาตรฐานคลอบคลุมถึง เครื่องมือ/อุปกรณ์ ภาชนะที่ใช้ สถานที่จะต้องถูกสุขลักษณะ การควบคุมอุณหภูมิ รวมถึงการขนส่ง เพื่อให้ได้กุ้งที่มีความสด สะอาด และลักษณะกุ้งให้ดีมากที่สุด ซึ่งกรมประมงได้จัดทำมาตรฐานผู้ซื้อ-ผู้ขาย CoC ที่เกี่ยวกับมาตรฐานสุขลักษณะ โดยได้แยกเป็น 2 หลักการดังนี้

หลักการประเมินมาตรฐานสุขลักษณะการปฏิบัติขั้นตอนภายหลังการจับกุ้ง

ขั้นตอนภายหลังการจับกุ้งต้องปฏิบัติในบริเวณที่มีความสะอาด ฉะนั้นวัสดุ อุปกรณ์ และโต๊ะที่ใช้ในการคัดขนาดกุ้ง ควรทำจากวัสดุที่มีผิวเรียบ เพื่อที่จะทำความสะอาดได้ง่าย และหลังจากการใช้อุปกรณ์ทุกชนิด ควรจะทำความสะอาด และเก็บให้ถูกสุขลักษณะ น้ำที่ใช้ควรมีความสะอาด และอยู่ในถังเก็บที่ปิดอย่างมิดชิด ส่วนน้ำแข็งต้องสะอาด สถานที่เก็บอยู่ในสภาพที่ดีถูกสุขลักษณะ การขนถ่ายและการนำมาใช้ต้องไม่เกิดการปนเปื้อน

ภายหลังการจับกุ้งแล้วต้องล้างกุ้งให้สะอาด มีขั้นตอนในการคัดแยกกุ้งอย่างรวดเร็ว และควรรักษาอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส บุคลากรที่ปฏิบัติงานนั้น จะต้องมีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง

และไม่เป็นโรคติดต่อ หรือเป็นพาหะนำโรค ส่วนคนงานที่ต้องปฏิบัติในส่วนที่ต้องสัมผัสกับวัตถุดิบโดยตรงควรปฏิบัติให้ถูกสุขลักษณะ และได้รับการอบรมอย่างสม่ำเสมอ อุปกรณ์ และพาหนะขนส่งต้องสะอาด และสามารถควบคุมอุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ตลอดการขนส่งได้ มีการป้องกันกุ้งที่เลี้ยงตามแนวทาง Code of Conduct ปะปนกับกุ้งอื่นๆ และควรมีการจดทำบันทึก การซื้อขายสัตว์น้ำเพื่อการสืบย้อนกลับที่สมบูรณ์

หลักการประเมินมาตรฐานสุขลักษณะการปฏิบัติงานในการขนถ่าย และซื้อขายสัตว์น้ำ(กุ้ง)

ณ ตลาดกลาง

รอบบริเวณตลาดต้องมีความสะอาด มีที่เก็บหรือกำจัดขยะแยกออกเป็นสัดส่วน และจัดอย่างถูกสุขลักษณะ โครงสร้างของหลังคามีความแข็งแรง และมีความสูงพอเหมาะ พื้นกับฝาผนังทำด้วยวัสดุถาวรมีผิวเรียบ เพื่อที่จะทำความสะอาดได้ง่าย ทางระบายน้ำต้องทำความสะอาดอยู่สม่ำเสมอ มีแสงสว่างเพียงพอทั้งในเวลากลางวัน และกลางคืน มีการป้องกันสัตว์หรือแมลงที่เป็นพาหะไม่ให้เข้ามาในบริเวณที่มีการปฏิบัติงาน และมีสถานที่สำหรับการตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำให้กับเจ้าหน้าที่

วัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ต้องทำด้วยวัสดุที่มีผิวเรียบ ทำความสะอาดง่าย และเก็บให้ถูกสุขลักษณะ น้ำที่ใช้ต้องมีความสะอาด และเก็บอยู่ในถังเก็บน้ำทำจากวัสดุที่ทำความสะอาดง่ายปิดมิดชิด ส่วนสถานที่เก็บน้ำแข็งต้องอยู่ในสภาพที่ดี และถูกสุขลักษณะ การขนถ่าย และการนำมาใช้ต้องไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อน ห้องสุขาควรมีอ่างล้างมือ และแยกออกจากบริเวณที่ปฏิบัติงานอย่างเป็นสัดส่วน ดูแลให้อยู่ในสภาพที่ดี และรักษาความสะอาดอยู่สม่ำเสมอ

สารเคมีแยกเป็นหมวดหมู่มีฉลากชื่ออย่างชัดเจน เก็บเป็นสัดส่วน และถูกสุขลักษณะ มีการควบคุมการใช้อย่างเหมาะสม มีการขนถ่ายเศษของเสียออกจากบริเวณทำงานอย่างสม่ำเสมอ บุคลากรที่ปฏิบัติงานนั้น จะต้องมีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง และไม่เป็นโรคติดต่อ หรือเป็นพาหะนำโรค ส่วนคนงานที่ต้องปฏิบัติในส่วนที่ต้องสัมผัสกับวัตถุดิบโดยตรงควรปฏิบัติให้ถูกสุขลักษณะ และได้รับการอบรมอย่างสม่ำเสมอ อุปกรณ์ และพาหนะขนส่งต้องสะอาด และสามารถควบคุมอุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ตลอดการขนส่งได้ มีการป้องกันกุ้งที่เลี้ยงตามแนวทาง Code of Conduct ปะปนกับกุ้งอื่นๆ และควรมีการจดทำบันทึก เพื่อการสืบย้อนกลับที่สมบูรณ์

มาตรฐานอาหารกุ้งทะเล

การควบคุมการผลิตอาหารให้มีคุณภาพดี กรมประมงจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพอาหาร และมาตรฐานกระบวนการผลิตอาหารในโรงงาน และการตรวจวิเคราะห์อาหารกุ้งทะเลนำเข้า

การตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์น้ำในพื้นที่การผลิต

สำหรับหน่วยงานในส่วนภูมิภาคของกรมประมงนั้น ทางกรมประมงได้มอบหมายให้สำนักงานประมงจังหวัดและสำนักงานประมงอำเภอตรวจร้านขายอาหารสัตว์น้ำในท้องที่ว่ามีการดำเนินการถูกต้องตามระเบียบหรือไม่ โดยจะออกตรวจเป็นประจำ แล้วรายงานให้กรมประมงทราบทุกเดือน

การผลิตอาหารจากโรงงานในประเทศมีการควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์น้ำ 4 ขั้นตอน คือ

1. การสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์น้ำ
2. การตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์น้ำ
3. การรับขึ้นทะเบียนอาหารสัตว์น้ำ
4. การออกใบอนุญาตผลิตและนำเข้าอาหารสัตว์

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์น้ำเริ่มจากการสุ่มเก็บตัวอย่าง โดยกองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ มีการส่งสารวัตรอาหารสัตว์น้ำออกไปตรวจเก็บตัวอย่างที่โรงงานผู้ผลิตอาหารสัตว์น้ำ และฟาร์มของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งเป็นประจำ และสม่ำเสมอ นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในอาหารสัตว์น้ำที่ผลิตเพื่อจำหน่ายว่าตรงตามป้ายฉลากที่ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมประมง เพื่อควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์น้ำตามที่ขึ้นทะเบียนไว้ รวมทั้งมี การตรวจสอบสารตกค้างของยาปฏิชีวนะบางชนิดในอาหารสัตว์น้ำ เช่น ออกซีเตตร้าซัยคลิน ซึ่งปัจจุบันกองควบคุม และพัฒนาอาหารสัตว์น้ำได้ทำการตรวจสอบยาและสารเคมีอื่นๆเพิ่มเติม เช่น คลอแรมฟินิคอล และไนโตรฟูราน

ปัจจุบันโรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำที่ขึ้นทะเบียนอาหารสัตว์น้ำกับกรมประมงมีทั้งหมด 85 โรงงาน เป็นโรงงานผลิตอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปจำนวน 43 โรงงาน และผลิตสารผสมล่วงหน้าจำนวน 42โรงงาน จำนวนสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปทั้งหมดมี 2054 สูตร เป็นอาหารกุ้งทะเล 1408 สูตร ส่วนสารผสมล่วงหน้า มีทั้งหมด 214 สูตร รวมทั้งอาหารผสมสำเร็จรูปและสารผสมล่วงหน้าเป็น 2268 สูตร

กรมประมงมีนโยบายที่จะให้โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำของไทยได้มาตรฐานให้เป็นที่ยอมรับของทั่วโลกจึงได้มีการส่งเสริมให้โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำจัดทำระบบ GMP (Good Manufacturing Practices) และ HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point Principle) โดยกรมประมงเป็นผู้ให้การรับรองระบบ และให้โรงงานผลิตอาหารสัตว์มีการกำกับดูแลให้ผลิตสินค้าที่มีคุณภาพปราศจากอันตรายจากการปนเปื้อนของสารเคมี สารพิษ สิ่งปลอมปนทางกายภาพหรือเชื้อโรคซึ่งเป็นการช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดอันตรายกับสัตว์รวมถึงผู้บริโภคผลิตภัณฑ์สัตว์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์กุ้งเพื่อการส่งออก

มาตรฐานคุณภาพสินค้าอาหารเป็นสิ่งสำคัญที่บ่งชี้ถึงคุณภาพ ความปลอดภัย และคุณค่าทางอาหารของการบริโภค ประเทศผู้นำเข้าในปัจจุบันต่างก็ให้ความสำคัญในด้านมาตรฐานคุณภาพสินค้า ดังจะเห็นได้จากการปรับปรุงกฎระเบียบตลอดจนการออกมาตรการ และข้อกำหนดใหม่ๆมาใช้บังคับเกี่ยวกับคุณภาพของอาหารอย่าง เข้มงวดมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านสุขลักษณะทางสุขาภิบาลของการผลิตและการจัดทำระบบการควบคุมในแต่ละขั้นตอนของการผลิต นับตั้งแต่ภายหลังการเก็บเกี่ยว/การจับ การขนส่ง และผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้จะมีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

มาตรฐานการตรวจรับรองสินค้าสัตว์น้ำส่งออก โดยได้กำหนดหลักเกณฑ์ และวิธีการตรวจรับรองสินค้าสัตว์น้ำส่งออก เพื่อให้โรงงานและผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกจากประเทศไทยได้มาตรฐานสอดคล้องกับมาตรฐานสากล รวมทั้งสามารถแข่งขันกับประเทศคู่ค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมาตรฐานการตรวจรับรองสินค้าสัตว์น้ำส่งออกประกอบด้วย การตรวจสุขาภิบาลโรงงานและระบบ HACCP ระบบ HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point Principle) เป็นหลักการที่ให้ความมั่นใจในความปลอดภัยในผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งเปลี่ยนจากการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มาเป็นการป้องกัน และควบคุมการผลิตตั้งแต่แหล่งวัตถุดิบ จนถึงการแปรรูป และการจำหน่าย ระบบ HACCP จะมุ่งเน้นถึงการป้องกันและควบคุมอันตรายก่อนเกิดผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค มากกว่าการหาข้อบกพร่องในผลิตภัณฑ์ การสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ โรงงานที่ได้รับการขึ้นทะเบียนแล้วหากมีความประสงค์จะส่งสินค้าออก ให้ดำเนินการยื่นคำร้องขอให้เจ้าหน้าที่ไปสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดยใบคำร้องจะต้องระบุรายละเอียดต่างๆที่สำคัญหลังจากได้ใบคำร้อง แล้วเจ้าหน้าที่จะตรวจสอบความถูกต้องของใบคำร้อง แล้วจึงออกไปทำการสุ่มตัวอย่างที่ห้องเก็บผลิตภัณฑ์ของโรงงาน การตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ และการประเมินผลการวิเคราะห์จะถือปฏิบัติตามข้อกำหนดของประเทศผู้นำเข้าเป็นหลัก การวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือการตรวจวิเคราะห์ด้านเคมี/การตรวจวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ และการตรวจวิเคราะห์ด้านกายภาพ

การตรวจรับรองกุ้งคุณภาพ CoC

ในการตรวจรับรองกุ้งคุณภาพมาตรฐาน CoC ได้จัดทำขั้นตอนในการขอการรับรองมาตรฐานของโรงเพาะฟัก CoC ฟาร์ม CoC ผู้จัดจำหน่ายกุ้ง CoC และโรงงานแปรรูป CoC ไว้ สำหรับองค์กรที่จะดำเนินการตรวจรับรองมาตรฐาน CoC ทั้งระบบในเบื้องต้น ได้กำหนดไว้เป็นหน่วยงานภาครัฐ คือ กรมประมง โดยกรมประมงจะได้ออกระเบียบกรมประมงว่าด้วยการขอใบรับรองโรงเพาะฟักกุ้ง CoC และฟาร์มกุ้ง CoC เมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2545 และระเบียบในการขอใบรับรองสำหรับผู้จัด

จำหน่ายกุ้ง CoC โรงงานแปรรูปกุ้ง CoC และตรารับรองกุ้งคุณภาพ (CoC) เมื่อต้นปี 2546 เพื่อให้ผู้ประกอบการมาขอรับรองได้ ซึ่งในการตรวจรับรองคุณภาพ CoC นี้ เจ้าหน้าที่ของกรมประมงผู้ซึ่งได้ผ่านการฝึกอบรมมาแล้วได้รับมอบหมายให้เป็นผู้ตรวจสอบมาตรฐาน CoC โดยคณะผู้ตรวจสอบมาตรฐานจะจำแนกเป็นผู้ตรวจสอบฟาร์ม โรงเพาะฟัก จำนวน 60 คน ผู้ตรวจสอบมาตรฐานผู้จัดจำหน่ายกุ้งจำนวน 20 คน และผู้ตรวจสอบมาตรฐานโรงงานแปรรูปจำนวน 20 คน เพื่อทำการตรวจสอบให้การออกใบรับรองโดยผู้มีอำนาจที่กรมประมงมอบหมายเป็นผู้ลงนามในใบรับรองนั้นๆ

ผลิตภัณฑ์กุ้งเพื่อการบริโภคและการส่งออก

กุ้งทะเลนับว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญ และเป็นที่นิยมบริโภคทั้งในประเทศ และต่างประเทศจึงทำให้ปัจจุบันการเพาะเลี้ยง และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆมีเป็นจำนวนมากขึ้นตามความต้องการบริโภคของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็ง(Frozen Shrimp)เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความได้เปรียบในด้านการรักษา คุณภาพความสดใหม่และคุณค่าของอาหารได้ยาวนาน กระบวนการผลิตเริ่มจากคัดเลือกวัตถุดิบเข้ากระบวนการแแปรรูปที่มีมาตรฐาน แล้วจึงนำผลิตภัณฑ์ไปแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็วและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18ºC โดยมีการควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสมจนถึงผู้บริโภค

ปัจจุบันประเทศไทยผลิต ผลิตภัณฑ์กุ้งแบบต่างๆ แบ่งเป็น 3 กลุ่มผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์กุ้งดิบแช่เยือกแข็ง (Frozen Raw Shrimp) เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์กุ้งที่รักษาความสด และคุณค่าทางอาหารของกุ้งจากฟาร์มจนถึงการปรุงอาหารของผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี มีรูปแบบผลิตภัณฑ์หลากหลายตัวอย่าง เช่น กุ้งดิบแช่แข็งทั้งตัว (Head-on Shell-on) กุ้งปอกเปลือกแช่แข็ง (Peeled and deveined Tell on) กุ้งปอกเปลือกผ่าหลังแช่แข็ง (Peeled and deveined Tell on Butterfly)

2. ผลิตภัณฑ์กุ้งสุกแช่เยือกแข็ง (Frozen Cooked Shrimp) เป็นผลิตภัณฑ์กุ้งที่ทำให้สุกก่อนนำไป แช่เยือกแข็งให้เก็บรักษาได้ยาวนานและคงความสดใหม่เหมือนอาหารที่ปรุงเสร็จจากครัว ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์กุ้งสุกแช่เยือกแข็ง เช่น กุ้งคอกเทล (Shrimp cocktail)

3. ผลิตภัณฑ์กุ้งเพิ่มมูลค่า (Frozen Value Added Shrimp Product)เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์กุ้งที่ปรุงแต่งหรือปรุงสำเร็จแล้วนำไปแช่เยือกแข็งเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิที่เหมาะสม ผู้บริโภคสามารถนำมาประกอบอาหารได้ทันทีหรือนำมาอุ่นพร้อมรับประทานได้ทันทีตัวอย่างเช่น กุ้งชุบแป้ง(Shrimp Tempura) ต้มยำกุ้ง(Sour and Spicy Prawn Soup) กุ้งห่มผ้า(Filo prawn)

มาตรฐานการปฏิบัติทางประมงที่ดี สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

(GAP/Good Aquaculture Practice)

การผลิตกุ้งทะเล

จีเอพี คือ การผลิตกุ้งทะเลให้มีคุณภาพปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทำให้ถูกสุขลักษณะที่ดีของฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล ป้องกันการใช้ยา และสารเคมีในการเลี้ยงไม่ให้มีสารตกค้างในเนื้อกุ้ง

การทำฟาร์มเพื่อผลิตกุ้งทะเลให้มีคุณภาพมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคคือ การทำฟาร์มให้มีมาตรฐาน ความสะอาด จัดการสภาพแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะที่ดีของฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล และช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ภายนอกฟาร์ม ดูแลเอาใจใส่สุขภาพกุ้งเพื่อป้องกันการใช้ยา และสารเคมีในการเลี้ยงไม่ให้มีสารตกค้างในเนื้อกุ้ง มุ่งเน้นผลิตกุ้งอนามัยที่มีความสด สะอาด และปลอดจากยา และสารเคมี

เกณฑ์มาตรฐาน จีเอพี สำหรับโรงเพาะฟักและฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล

1. การเลือกสถานที่

1.1 มีการคมนาคมสะดวก และอยู่ในที่น้ำท่วมไม่ถึง

1.2 อยู่ใกล้แหล่งน้ำที่มีคุณภาพ และไม่อยู่ในอิทธิพลของแหล่งกำเนิดมลภาวะ

2. การจัดการเลี้ยงทั่วไป

2.1 อุปกรณ์ และโรงเรือนต้องอยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ดี

2.2มีการวางผังฟาร์มเลี้ยงที่ถูกต้องตามหลักการเลี้ยงกุ้งทะเล

2.3 มีการเตรียมน้ำ ดิน และตะกอนเลนก่อนการเลี้ยงกุ้งอย่างเหมาะสม

2.4 มีปล่อยกุ้งที่มีคุณภาพดี ความหนาแน่น และอายุที่เหมาะสม

2.5 มีการติดตั้งเครื่องเพิ่มอากาศอย่างเหมาะสม และมีการจัดการรักษาคุณภาพน้ำ และดินที่ดี

3. อาหาร การให้อาหาร และปัจจัยการผลิตกุ้งทะเล

3.1 เลือกใช้อาหารกุ้งที่ขึ้นทะเบียนกับหน่วยงานที่รับผิดชอบ

3.2 เก็บอาหารกุ้งไว้ในที่ร่ม เย็น และไม่ชื้นแฉะ

3.3 มีวิธีการจัดการให้อาหารที่มีประสิทธิภาพ ให้อาหารสดในกรณีที่จำเป็นเท่านั้น

3.4 ปัจจัยการผลิตที่ใช้เสริมสร้างความแข็งแรงของกุ้งและ/หรือรักษาคุณภาพน้ำจะต้องจดทะเบียนกับหน่วยงานที่รับผิดชอบ

4. การจัดการสุขภาพ และการแก้ไขปัญหาโรคกุ้ง

4.1ตรวจคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงอยู่เป็นประจำ

4.2 มีมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดโรคกุ้งที่มีประสิทธิภาพ

4.3เมื่อต้องการรักษาโรคกุ้งควรใช้ยาปฏิชีวนะที่อนุญาตให้ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และขึ้นทะเบียน

5. สุขอนามัยฟาร์ม

5.1มีการทิ้ง และกำจัดขยะปฏิกูลจากฟาร์มอย่างถูกวิธี

5.2เก็บรักษาปัจจัยการผลิต วัสดุ และอุปกรณ์ต่างๆ ในลักษณะที่ดีไม่ให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ที่เป็นพาหะของโรค

5.3 มีห้องสุขาที่ถูกต้องตามหลักอนามัย

5.4 น้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งมีปริมาณแบคทีเรีย (Total coliform และ Feacal coliform) ไม่เกินค่าที่กำหนดไว้

6. การเก็บเกี่ยวผลผลิตและการขนส่ง

6.1 เกษตรกรต้องวางแผนการจับและจำหน่าย โดยเน้นการรักษาความสด และความสะอาด

6.2 มีรายงานผลการสุ่มตรวจยาปฏิชีวนะตกค้างในผลผลิตกุ้ง และมีใบกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำ

7. การจดบันทึกข้อมูล

- มีบันทึกการจัดการเลี้ยง การให้อาหาร การใช้ยา และสารเคมีที่ถูกต้องสม่ำเสมอ มีความทันสมัย

การผลิตหอยนางรม

1. การเลือกสถานที่

1.1 ตั้งอยู่ในเขตอนุญาตเลี้ยงหอย

1.2 ขึ้นทะเบียนฟาร์มเลี้ยงกับทางราชการในกรณีเลี้ยงในบ่อดินควรมีสิทธิ์หรือเอกสารแสดงสิทธิ์ในการเช่าที่ดินบริเวณที่เลี้ยง รวมทั้งเสียค่าตรวจสอบในกรณีเลี้ยงในทะเล

1.3 ห่างไกลจากการปนเปื้อนทางน้ำจากแหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งน้ำเสียจากชุมชน

2. การจัดการเลี้ยงทั่วไป

2.1 มีความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงหอย และปฏิบัติตามคู่มือการเลี้ยงหอยของกรมประมง

2.2 มีแผนผังและขอบเขต การจัดวางวัสดุและเลี้ยงหอยอย่างเป็นระบบ ไม่หนาแน่นจนกีดขวางทางเดินของกระแสน้ำ

2.3 วัสดุที่ใช้ในการเลี้ยงหอย ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำ

2.4 สุ่มตรวจวัดขนาด น้ำหนัก อายุการเลี้ยงทุกรุ่น เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเลี้ยง

2.5 จัดการความหนาแน่นของลูกหอยที่เกาะติดวัสดุที่ใช้เลี้ยงให้เหมาะสม (ระยะห่างของสายแต่ละสาย) กำหนดเขตพื้นที่เลี้ยงประมาณ 5% สำหรับการเลี้ยงหอยขนาดใหญ่ เพื่อเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์ในธรรมชาติ

2.6 มีการตรวจวัดคุณภาพของพื้นที่ทะเลและคุณภาพดินในแหล่งเลี้ยง หรือติดต่อขอข้อมูล

กับหน่วยงานของกรมประมงในเขตท้องที่นั้น ๆ เพื่อประกอบการเลี้ยงหอย

3. การลำเลียงลูกพันธุ์และพ่อแม่พันธุ์

3.1 แหล่งที่มาของพันธุ์หอย

3.2 การลำเลียงลูกพันธุ์และพ่อแม่พันธุ์

4. สุขอนามัยฟาร์ม

มีที่จัดเก็บขยะบนขนำเฝ้าแปลงหอยและมีห้องสุขาที่ถูกต้องตามแบบมาตรฐานสุขอนามัย นำขยะและของเสียไปกำจัดบนบกอย่างถูกวิธี (กรณีมีบ้านพัก นอนเฝ้าแปลงเลี้ยงหอยในทะเล)

5. การเก็บเกี่ยวและขนส่ง

5.1 มีการวางแผนการเก็บเกี่ยวที่ดีเหมาะสมตามฤดูกาล เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการ ของตลาด

5.2 มีการตรวจปริมาณ Coliform Bacteria ที่เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อทางเดินอาหาร เช่น *Salmonella* sp. , *E.coli* , *Vibrio* sp. ในเนื้อหอยไม่ให้เกินเกณฑ์มาตรฐาน ก่อนการเก็บเกี่ยว หากเกินเกณฑ์มาตรฐาน ต้องทำความสะอาดหอยด้วยวิธีการ Depuration เพื่อลดสิ่งปนเปื้อนภายในตัวหอย และน้ำทะเลที่ใช้นั้นต้องสะอาดผ่านการบำบัดมาแล้ว

5.3 ต้องมีความระมัดระวังในแต่ละขั้นตอนของการเก็บเกี่ยว การทำความสะอาดและการขนส่งเพื่อรักษาความสดให้ได้มากที่สุด

5.4 ควรมีการแปรรูปหอยเพื่อเพิ่มมูลค่า โดยเฉพาะช่วงที่ตลาดมีความต้องการน้อยลง

6. การเก็บข้อมูล

6.1 บันทึกขนาด จำนวน และน้ำหนักหอยระหว่างการเลี้ยงและปริมาณเก็บเกี่ยวในรอบปี

6.2 บันทึกข้อมูลคุณภาพของน้ำอย่างสม่ำเสมอตลอดการเลี้ยง

6.3 บันทึกการเกิดอุทกภัยที่เกิดขึ้นในรอบปี

6.4 บันทึกการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (red tide) ในรอบปีของท้องถิ่น เพื่อป้องกันและบรรเทาความเสียหายต่อผู้เลี้ยงและผู้บริโภค

6.5 บันทึกการตรวจปริมาณ Coliform Bacteria ก่อนการเก็บเกี่ยว

หอยแมลงภู่

1. การเลือกสถานที่

1.1 ตั้งอยู่ในเขตอนุญาตเลี้ยงหอย

1.2 ขึ้นทะเบียนฟาร์มเลี้ยงกับทางราชการในกรณีเลี้ยงในบ่อดินควรมีสิทธิ์หรือเอกสารแสดงสิทธิ์ในการเช่าที่ดินบริเวณที่เลี้ยง รวมทั้งเสียค่าตรวจสอบในกรณีเลี้ยงในทะเล

1.3 ห่างไกลจากการปนเปื้อนทางน้ำจากแหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งน้ำเสียชุมชน

2. การจัดการเลี้ยงทั่วไป

2.1 มีความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงหอย และปฏิบัติตามคู่มือการเลี้ยงหอยของกรมประมง

2.2 มีแผนผังและขอบเขต การจัดวางวัสดุและเลี้ยงหอยอย่างเป็นระบบ ไม่หนาแน่นจนกีด ขวางทางเดินของกระแสน้ำ

2.3 วัสดุที่ใช้ในการเลี้ยงหอย ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำ

2.4 สุ่มตรวจวัดขนาด น้ำหนัก อายุการเลี้ยงทุกรุ่น เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเลี้ยง

2.5 จัดการความหนาแน่นของลูกหอยที่เกาะติดวัสดุที่ใช้เลี้ยงให้เหมาะสม

2.6 กำหนดเขตพื้นที่เลี้ยงประมาณ 5% สำหรับการเลี้ยงหอยขนาดใหญ่ เพื่อเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์ในธรรมชาติ

2.7 มีการตรวจวัดคุณภาพของพื้นที่ทะเลและคุณภาพดินในแหล่งเลี้ยง หรือติดต่อขอข้อมูลกับหน่วยงานของกรมประมงในเขตท้องที่นั้นๆ เพื่อประกอบการเลี้ยงหอย

3. การลำเลียงลูกพันธุ์และพ่อแม่พันธุ์

3.1 แหล่งที่มาของพันธุ์หอย

3.2 การลำเลียงลูกพันธุ์และพ่อแม่พันธุ์

4. สุขอนามัยฟาร์ม

4.1 มีที่จัดเก็บขยะบนขนำเฝ้าแปลงหอยและมีห้องสุขาที่ถูกต้องตามแบบมาตรฐานสุขอนามัยนำขยะและของเสียไปกำจัดบนบกอย่างถูกวิธี

4.2 ทำความสะอาดตัวหอยภายนอก เพื่อกำจัดตัวเพรียงหิน และสิ่งปนเปื้อนที่ติดตัวหอยเป็นระยะระหว่างการเลี้ยงและก่อนการจำหน่าย

4.3 มีการสุ่มตรวจปริมาณ Coliform Bacteria ในบริเวณแหล่งเลี้ยงเพื่อความปลอดภัยในการบริโภค

5. การเก็บเกี่ยวและขนส่ง

5.1 มีการวางแผนการเก็บเกี่ยวที่ดีเหมาะสมตามฤดูกาล เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาด

5.2 มีการตรวจปริมาณ Coliform Bacteria ที่เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อทางเดินอาหาร เช่น *Salmonella* sp. , *E.coli* , *Vibrio* sp. ในเนื้อหอยไม่ให้เกินเกณฑ์มาตรฐาน ก่อนการเก็บเกี่ยว หากเกินเกณฑ์มาตรฐาน ต้องทำความสะอาดหอยด้วยวิธีการ Depuration เพื่อลดสิ่งปนเปื้อนภายในตัวหอย และน้ำทะเลที่ใช้นั้นต้องสะอาดผ่านการบำบัดมาแล้ว

5.3 ต้องมีความระมัดระวังในแต่ละขั้นตอนของการเก็บ การทำความสะอาด และการขนส่งเพื่อรักษาความสดให้ได้มากที่สุด

5.4 ควรมีการแปรรูปหอยเพื่อเพิ่มมูลค่า โดยเฉพาะช่วงที่ตลาดมีความต้องการน้อยลง

6. การเก็บข้อมูล

6.1 บันทึกขนาด จำนวน และน้ำหนักหอยระหว่างการเลี้ยงและปริมาณเก็บเกี่ยวในรอบปี

6.2 บันทึกข้อมูลคุณภาพของน้ำอย่างสม่ำเสมอตลอดการเลี้ยง

6.3 บันทึกการเกิดอุทกภัยที่เกิดขึ้นในรอบปี

6.4 บันทึกการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (red tide) ในรอบปีของท้องถิ่นเพื่อป้องกันและบรรเทาความเสียหายต่อผู้เลี้ยงและผู้บริโภค

6.5 บันทึกการตรวจปริมาณ Coliform Bacteria ก่อนการเก็บเกี่ยว

ปลาทะเล

1.การเลือกสถานที่

1.1 บ่อดิน

(1) อยู่นอกเขตป่าชายเลนที่ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและเขตประกาศห้ามเลี้ยง

(2) มีการจดทะเบียนฟาร์มอย่างถูกต้อง

(3) อยู่ไกลจากแหล่งปนเปื้อนทางอุตสาหกรรม

(4) เส้นทางคมนาคมสะดวก

1.2 กระชัง

(1) ที่ตั้งกระชังไม่กีดขวางการจราจรทางน้ำและไม่มีคลื่นลมแรง และน้ำจืดไหลลงมากจนความเค็มต่ำกว่า 10 ส่วนในพัน

(2) เป็นบริเวณที่กรมประมงอนุญาตให้ตั้งกระชังได้

(3) อยู่ไกลแหล่งปนเปื้อนของโรงงงานอุตสาหกรรม

(4) อยู่ไม่ไกลจากแหล่งอาหารตามธรรมชาติ และท่าเรือ

2. การจัดการเลี้ยงทั่วไป

2.1 ในบ่อดิน

(1) ปฏิบัติการเลี้ยงตามคู่มือการเลี้ยงปลาทะเลและปลาน้ำกร่อยของกรมประมง

(2) มีแผนที่แสดงแหล่งที่ตั้งของฟาร์มเลี้ยง

(3) มีการตรวจวิเคราะห์น้ำในบ่อเลี้ยงและจดบันทึกข้อมูลเป็นประจำ

(4) น้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงต้องมีค่าไม่เกินมาตรฐานตามกฎหมายกำหนด

2.2 ในกระชัง

(1) เลี้ยงตามคู่มือการเลี้ยงปลาทะเลและน้ำกร่อยในกระชังของกรมประมง

(2) มีแผนที่แสดงที่ตั้งของกระชัง

(3) จัดให้มีการรวมกลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังเพื่อการต่อรองในด้านต่างๆ

3. อาหารและการให้อาหาร

1. กรณีที่ใช้อาหารสำเร็จรูปต้องเป็นอาหารที่ขึ้นทะเบียนไว้กับทางราชการ
2. กรณีที่ใช้อาหารสดหรืออาหารที่ผสมเองต้องรักษาคุณภาพอาหารให้สดสม่ำเสมอ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง
3. การบันทึกข้อมูล อัตราการให้อาหาร ชนิดของอาหารตลอดการเลี้ยง

4. การจัดการดูแลสุขภาพ

4.1 ในบ่อดิน

1. มีการเตรียมบ่ออย่างถูกวิธีเพื่อป้องกันโรคระหว่างการเลี้ยง
2. เมื่อปลามีอาการผิดปกติต้องรีบบำบัดโดยพิจารณาเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในบ่อ เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ก่อนพิจารณาใช้ยาและสารเคมี
3. มีการบันทึกสุขภาพปลาและการเปลี่ยนแปลงในบ่อระหว่างการเลี้ยง
4. ไม่ใช้ยาและสารเคมีต้องห้าม
5. เมื่อมีการระบาดของโรคทำให้ปลาตายจำนวนมากต้องแจ้งเจ้าหน้าที่ และมีวิธีการจัดการซากที่เหมาะสม

4.2 .ในกระชัง

1. บันทึกสุขภาพปลาในระหว่างการเลี้ยง และมีการจัดการเกี่ยวกับสุขภาพปลา เช่น การฆ่าเชื้อหรือพยาธิในน้ำ
2. ควรเปลี่ยนกระชังเป็นระยะๆ ตามสภาพของแหล่งเลี้ยงเพื่อการถ่ายเทน้ำที่ดีตามธรรมชาติ
3. ไม่ใช้สารเคมีที่อันตรายและต้องห้าม (ตามประกาศของทางราชการ)

5. สุขอนามัยฟาร์มปลา

5.1 ในบ่อดิน

1. มีการจัดการน้ำทิ้งที่เหมาะสม
2. จัดอุปกรณ์ เครื่องมือ รวมทั้งปัจจัยการผลิตต่างๆ ในบริเวณฟาร์มให้มีระเบียบ สะอาด ถูกสุขอนามัยอยู่เสมอ
3. มีถังขยะและระบบการจัดเก็บขยะที่ดี มีฝาปิดมิดชิด ป้องกันแมลงวัน หนู แมลงสาบ

และการคุ้ยเขี่ยของสัตว์เลี้ยง

4.กรณีที่มีปลาตายควรมีการกำจัดซากปลาอย่างเหมาะสม

5.2 .ในกระชัง

1. มีห้องสุขาที่ถูกต้องตามสุขอนามัย ไม่จ่ายของเสียหรือทิ้งขยะในบริเวณกระชัง และนำขยะมาทิ้ง หรือทำลายบนบกอย่างถูกวิธี

2. ทำความสะอาดอุปกรณ์ กระชัง เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ให้สะอาด จัดให้มีระเบียบอยู่เสมอ

6. การเก็บเกี่ยวและขนส่ง

1. มีการวางแผนเก็บเกี่ยวผลผลิตถูกต้อง ตามความต้องการของตลาด
2. มีการจัดการที่ดีระหว่างการขนส่งผลผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสู่ตลาด
3. ไม่มีสารตกค้างเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกครั้ง

7. การเก็บข้อมูล

1. บันทึกด้านคุณสมบัติของน้ำทะเล ความแรงของน้ำ และสภาพภูมิอากาศ ตลอดเวลาระหว่างการเลี้ยง
2. บันทึกแหล่งที่มาของอาหาร ชนิด และการให้อาหาร โดยละเอียดระหว่างการเลี้ยง
3. บันทึกการตรวจสุขภาพของปลาที่เลี้ยง (ถ้ามี)
4. บันทึกผลผลิตในแต่ละชุดการเลี้ยง
5. บันทึกประวัติพ่อแม่ พันธุ์ปลา และแหล่งที่มาของลูกปลาแต่ละชุด

ปูทะเล ปูม้า

1. การเลือกสถานที่

1.1 ต้องเป็นเจ้าของพื้นที่หรือเช่าพื้นที่อย่างถูกต้องตามกฎหมาย โดยมีเอกสารสิทธิ์

1.2 ต้องมีการขึ้นทะเบียนฟาร์มกับกรมประมง

1.3 ที่ตั้งพื้นที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ตามคู่มือการเลี้ยงของกรมประมง

1.4 มีระบบสาธารณูปโภคและการคมนาคมสะดวก

2. การจัดการเลี้ยงทั่วไป

2.1 มีแผนผังแสดงจำนวนบ่อและระบบน้ำของฟาร์ม

2.2 มีการเตรียมบ่อที่ดี

2.3 มีวิธีการปล่อย ขนาดปู และอัตราการปล่อยที่เหมาะสม

2.4 มีการรวมกลุ่มเกษตรกรเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเลี้ยง ให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

3. อาหารและการให้อาหาร

3.1 มีการให้อาหารที่สดและที่เก็บอาหาร เพื่อให้คุณภาพของอาหารสดเสมอ

3.2 อาหารที่ใช้เลี้ยงปูจะต้องไม่มียาและสารเคมีที่ห้ามใช้ผสมอยู่

3.3 มีวิธีการให้และปริมาณการให้อาหารที่เหมาะสม

4. การดูแลสุขภาพ

4.1 คอยสังเกตอาการผิดปกติของปู และเตรียมแนวทางแก้ไข

4.2 คอยเปลี่ยนถ่ายน้ำ เพื่อให้ปูมีสุขภาพดีอยู่เสมอ

4.3 เมื่อเกิดโรคระบาดในฟาร์มควรแจ้งเจ้าหน้าที่ทราบเพื่อแก้ไข

4.4 ในรอบการเลี้ยงที่ผ่านมาไม่มีการตายของปูในปริมาณมาก

5. สุขอนามัยฟาร์ม

5.1 ห้องสุขาอยู่ห่างจากบ่อเลี้ยงเพื่อป้องกันของเสียและสิ่งปฏิกูลลงสู่บ่อ

5.2 ไม่มีสัตว์เลี้ยงในฟาร์มโดยมีคอกเป็นสัดส่วน

5.3 อาคารโรงเรือนควรมีความสะอาดปราศจากหนูและแมลง

5.4 บริเวณฟาร์มต้องสะอาดไม่มีซากปูตายหรือขยะ และมีถังที่เพียงพอ

5.5 ภายในฟาร์มมีระบบระบายน้ำที่ดีไม่มีน้ำขัง

5.6 มีการจัดเก็บเครื่องมือเป็นระเบียบ

6. การเก็บเกี่ยวและการขนส่ง

6.1 มีการวางแผนการเก็บเกี่ยว

6.2 มีการจับปูที่ถูกวิธีตามแต่ละชนิดของการเลี้ยง

6.3 การเก็บรักษาที่ทำให้ปูอยู่ในสภาพสดและปูมีความแข็งแรง

6.4 มีการใส่ภาชนะที่เหมาะสมและมีการขนส่งที่รวดเร็ว

6.5 มีการรายงานการตรวจยาปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อปู

7. การเก็บข้อมูล

7.1 การเตรียมบ่อ แหล่งลูกพันธุ์ อัตราการปล่อย

7.2 คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง อัตราการเจริญเติบโต อัตราการตาย

7.3 ชนิด การให้และปริมาณอาหารที่ให้

7.4 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ

7.5 การเกิดโรคและผลการตรวจสอบเชื้อแบคทีเรีย

7.6 การจำหน่ายผลผลิตในแต่ละรุ่น

ที่มา: กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารหมายเลข 15

ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงหอยนางรม
Oyster Biology and Aquaculture

รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัจน์ ธัญรส
สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คำนำ	ข
บทที่ 1 สถานการณ์การเพาะเลี้ยงหอยนางรมของโลกและประเทศไทย	1
1.1 บทนำ	1
1.2 สถานะการณ์ทรัพยากรประมงของโลก	1
1.3 ผลผลิตและมูลค่าหอยนางรมของโลก	5
1.4 การเพาะเลี้ยงหอยนางรมของประเทศไทย	6
1.4.1 การเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยจากอดีตถึงปัจจุบัน	6
1.4.2 การเพาะพันธุ์หอยนางรม	8
1.5 บทสรุป	10
1.6 เอกสารอ้างอิง	10
บทที่ 2 อนุกรมวิธานและสรีรวิทยาของหอยนางรม	12
2.1 บทนำ	12
2.2 อนุกรมวิธานหอยนางรม	12
2.3 ชนิดของหอยนางรมที่มีการเพาะเลี้ยงในประเทศไทย	17
2.4 สรีรวิทยาของหอยนางรม	17
2.4.1 สรีรวิทยาภายนอก	17
2.4.2 สรีรวิทยาภายใน	18
2.5 บทสรุป	26
2.6 เอกสารอ้างอิง	26
บทที่ 3 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของหอยนางรม	28
3.1 บทนำ	28
3.2 โครงสร้างและพัฒนาการของรังไข่หอยนางรม	28
3.2.1 กระบวนการสร้างไข่ (Oogenesis)	29
3.2.2 กระบวนการสร้างไข่แดง (Vitellogenesis)	30
3.3 โครงสร้างละเอียด (Fine structure) และการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยนางรมเพศผู้ (Spermatogesis)	31
3.4 พัฒนาการของแอมบริโอและตัวอ่อน	36
3.5 สรีรวิทยาของลูกหอยนางรม	38
3.5.1 ระยะก่อนลงเกาะ (Pre-setting)	38
3.5.2 ระยะเมตามอฟอซิส (Metamorphosis)	40
3.5.3 ระยะหลังการลงเกาะ (Post setting)	42
3.6 บทสรุป	44
3.7 เอกสารอ้างอิง	44

บทที่ 4 การเลือกพื้นที่และการออกแบบโรงเพาะฟักหอยนางรม 46
4.1 บทนำ 46
4.2 การเลือกพื้นที่ตั้งโรงเพาะฟักหอยนางรม 46
4.2.1 ข้อกฎหมายของหน่วยงานภาครัฐ 46
4.2.2 คุณภาพของน้ำทะเล 46
4.2.3 สถานที่ตั้งโรงเพาะฟัก 47
4.3 ข้อพิจาณาในการออกแบบโรงเพาะฟัก 48
4.3.1 ระบบน้ำทะเล 48
4.3.2 ระบบโรงเรือน 51
4.4 บทสรุป 52
4.5 เอกสารอ้างอิง 53
บทที่ 5 การเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียวเพื่อเป็นอาหารลูกหอยนางรม 54
5.1 บทนำ 54
5.2 หน่วยการผลิตสาหร่ายเซลล์เดียว 54
5.2.1 หน่วยเลี้ยงหัวเชื้อ (Stock culture) 55
5.2.2 หน่วยขยายพันธุ์ (Starter culture หรือ Inoculation) 56
5.2.3 ห้องเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียวในระดับกลาง (Intermediate-scale culture) 59
5.2.4 การเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียวในถังขนาดใหญ่ (Mass หรือ large scale culture) 61
5.2.5 การเลี้ยงสาหร่ายเซลล์ในบ่อกลางแจ้ง (outdoor culture) 63
5.3 การประเมินความหนาแน่นของเซลล์ 63
5.4 บทสรุป 65
5.5 เอกสารอ้างอิง 66
บทที่ 6 การปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ การผสมพันธุ์วางไข่ 67
6.1 บทนำ 67
6.2 วิธีการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ 67
6.2.1 ระบบน้ำไหลผ่านตลอด (flow-through system) 67
6.2.2 ระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดหรือกึ่งปิด (closed หรือ semi-closed recirculation system) 68
6.3 คุณภาพอาหารที่ใช้ในการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ 69
6.4 อัตราการให้อาหารในช่วงการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ 70
6.5 การเหนี่ยวนำเพื่อกระตุ้นการปล่อยไข่และสเปอร์ม 72
6.5.1 เทคนิคการเหนี่ยวนำโดยใช้อุณหภูมิ 72
6.5.2 เทคนิคการเหนี่ยวนำโดยใช้เซลล์สืบพันธุ์ 73
6.5.3 เทคนิคการเหนี่ยวนำโดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำสลับกับการผึ่งแห้ง 73
6.5.4 เทคนิคการเหนี่ยวนำโดยการใช้สารเคมี 74

6.6 เทคนิคการผสมไข่และสเปอร์มของหอยนางรม 74
6.7 การผสมเทียม (gamete stripping หรือ sacrification) 75
6.8 บทสรุป 76
6.9 เอกสารอ้างอิง 77
บทที่ 7 การอนุบาลลูกหอยนางรมระยะวัยอ่อน 79
7.1 บทนำ 79
7.2 ระบบและอุปกรณ์ที่จำเป็นในอนุบาลลูกหอยนางรมระยะวัยอ่อน 79
7.2.1 ถังสำหรับอนุบาล 79
7.2.2 ระบบน้ำทะเล 80
7.2.3 ระบบการเติมอากาศ 81
7.2.4 ระบบน้ำจืด 81
7.2.5 กรองคัดขนาด (Sieves) 81
7.2.6 อุปกรณ์สุ่มนับลูกหอย 82
7.3 เทคนิคการอนุบาลลูกหอยนางรม 83
7.4 อาหารและการให้อาหารลูกหอยนางรม 85
7.5 การนับจำนวนแอมบริโอ (Embryo) และตัวอ่อน (Larval) 86
7.6 องค์ประกอบทางชีวเคมีในสาหร่ายเดียวกับการเจริญเติบโตของลูกหอยนางรม 87
7.7 บทสรุป 89
7.8 เอกสารอ้างอิง 89
บทที่ 8 การนำลูกหอยลงเกาะในระบบลงเกาะ 91
8.1 บทนำ 91
8.2 การลงเกาะและเมตามอฟอซิส (Settlement และMetamorphosis) 91
8.3.1 การสังเกตุความพร้อมสำหรับการลงเกาะของลูกหอย 91
8.3.2 พฤติกรรมของลูกหอยนางรม 92
8.3 ระบบรีโมทเซ็ททิง (Remote setting system) 92
8.4 การออกแบบระบบรีโมทเซ็ททิงหรือระบบลงเกาะ 93
8.5 การเตรียมและการปรับสภาพวัสดุลงเกาะ 97
8.6 ขั้นตอนการนำลูกหอยลงเกาะ 98
8.7 การเพิ่มประสิทธิภาพการลงเกาะ 99
8.7.1 การใช้สาร neuroactive compounds 99
8.7.2 การใช้เทคนิคการเลือกและปรับสภาพวัสดุลงเกาะ 100
8.7.3 การใช้เทคนิคการปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม 102
8.8 การเลี้ยงลูกหอยระยะหลังการลงเกาะถึงระยะวัยรุ่น (3 มิลลิเมตร) 103
8.9 บทสรุป 103
8.10 เอกสารอ้างอิง 104

บทที่ 9 การอนุบาลลูกหอยนางรมระยะวัยเกล็ดถึงระยะกึ่งวัยรุ่น 107
9.1 บทนำ 107
9.2 การอนุบาลลูกหอยระยะวัยเกล็ดขนาด 0.3 เซนติเมตรให้ถึงขนาด 1 เซนติเมตร 107
9.2.1 ระบบ up-weller 108
9.2.2 ระบบท่อ up-weller แบบความหนาแน่นสูง 109
9.2.3 ระบบ Rain-down system 110
9.3 อาหารและอัตราการให้สำหรับลูกหอยขนาดเล็ก 111
9.4 การอนุบาลลูกหอยระยะวัยเกล็ดขนาด 1 เซนติเมตร ให้ถึงขนาดกึ่งวัยรุ่น (sub-adult) 112
9.4.1 การเลี้ยงแบบแขวน (Suspended culture) 113
9.4.2 การอนุบาลในระบบใช้แรงของน้ำ (Forced water systems) 115
9.5 การคัดขนาดลูกหอยนางรม 117
9.6 บทสรุป 118
9.7 เอกสารอ้างอิง 118
บทที่ 10 การเลี้ยงหอยนางรม 119
10.1 บทนำ 119
10.2 วิธีการเลี้ยงหอยนางรม 119
10.2.1 การเลี้ยงบนพื้นทะเล (On-bottom culture) 119
10.2.2 การเลี้ยงเหนือพื้นทะเล (Off-bottom culture) 121
1. การเลี้ยงแบบติดวัสดุแล้ววางบนพื้นทะเล 121
2. การเลี้ยงแบบมีโครงแขวนหรือวาง (rack culture) 123
3. การเลี้ยงแบบแขวนบนแพ (raft culture) 126
4. การเลี้ยงแบบแขวนบนแนวเชือกหรือสายเคเบิล (long lines) 127
10.3 บทสรุป 129
10.4 เอกสารอ้างอิง 129
บทที่ 11 การผลิตหอยนางรมแบบทริพลอยด์ (Triploid) 130
11.1 บทนำ 130
11.2 เทคนิคการผลิตหอยนางรมแบบทริพลอยด์ 130
11.3 ทำไมหอยนางรมแบบทริพลอยด์เจริญเติบโตเร็วกว่าแบบดิพลอยด์ 132
11.4 การเจริญเติบโตของหอยนางรมแบบทริพลอยด์ 132
11.4.1 หอยนางรม *Crassostrea gigas* 132
11.4.2 หอยนางรม *Succostrea glomerata* 133
11.5 ดัชนีความสมบูรณ์ (Condition Index) และการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ 133
11.5.1 หอยนางรม *Crassostrea gigas* 133
11.5.2 หอยนางรม *Succostrea glomerata* 133
11.6 การยอมรับของผู้บริโภค 134
11.7 ความต้านทานโรค (Disease resistance) 134

11.8 บทสรุป 134
11.9 เอกสารอ้างอิง 135
บทที่ 12 ศัตรูและโรคในการเลี้ยงหอยนางรม 137
12.1 บทนำ 137
12.2 ศัตรูหอยนางรม 137
12.2.1 สิ่งมีชีวิตที่เกาะติด (Biofouling) 137
12.2.2 ผู้ล่า (Predators) 139
12.3 โรคหอยนางรม 141
12.3.1 โรค MSX (Multinucleated Sphere Unknown) 141
12.3.2 โรค SSO (Seaside organism) 142
12.3.3 โรค Bonamiasis 143
12.3.4 โรค Dermo 144
12.3.5 โรค Juvenile Oyster Disease (JOD) 145
12.4 บทสรุป 145
12.5 เอกสารอ้างอิง 146

เอกสารหมายเลข 16

คู่มือปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

มาโนช ขำเจริญ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วิทยาเขตตรัง

2555

คำนำ

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งนับวันยิ่งมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากประชากรของประเทศไทย เพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ พื้นที่ที่เคยเป็นที่ว่างเปล่า หรือทำการเกษตรปัจจุบันกลับกลายมาเป็นที่ปลูกสร้างอาคาร บ้านเรือนเพื่อการอยู่อาศัย หรือ เพื่อประกอบธุรกิจต่างๆ ดังนั้นผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงต้องพยายามหาพื้นที่ว่างเปล่าสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณชายฝั่ง หรือในทะเล จึงเป็นทางเลือกหนึ่ง ที่ผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนำมาใช้ประโยชน์ เช่น มีการเพาะเลี้ยงในบ่อ ในกระชัง เป็นต้น

ตำรา คู่มือปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เป็นตำราประกอบการเรียน ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือ คู่มือปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง คงจะเป็นประโยชน์แก่ ผู้ที่สนใจ เอกสารเล่มนี้อาจมีข้อผิดพลาดบ้าง ผู้เขียนยินดีรับคำติชมจากผู้รู้ทั้งหลายเพื่อเป็นข้อมูล ในการพัฒนาปรับปรุงเอกสารเล่มนี้ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

ในการเรียบเรียงเอกสารเล่มนี้ ผู้เขียนขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน และผู้เขียนตำราทุกท่าน ที่ข้าพเจ้า นำมาเป็นเอกสารอ้างอิงประกอบการเรียบเรียง

มาโนช ขำเจริญ

2555

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทปฏิบัติการที่ 1 สำรวจนิเวศวิทยาป่าชายเลนและฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง	1
บทปฏิบัติการที่ 2 เครื่องมือและการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง	4
บทปฏิบัติการที่ 3 การจับ และการขนส่งสัตว์น้ำ	8
บทปฏิบัติการที่ 4 การคัดแยกและการทำให้เชื้อบริสุทธิ์สำหรับการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช	10
บทปฏิบัติการที่ 5 การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม	14
บทปฏิบัติการที่ 6 การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์น้ำเค็ม	18
บทปฏิบัติการที่ 7 การเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย	21
บทปฏิบัติการที่ 8 การเพาะพันธุ์ปลากะพงขาว	24
บทปฏิบัติการที่ 9 การอนุบาลลูกปลากะพงขาว	27
บทปฏิบัติการที่ 10 การเลี้ยงปลากะพงขาวในบ่อดิน	30
บทปฏิบัติการที่ 11 การเลี้ยงปลากะรังในกระชัง	34
บทปฏิบัติการที่ 12 การเพาะฟักกุ้งขาววานาไม	37
บทปฏิบัติการที่ 13 การอนุบาลกุ้งขาววานาไม	40
บทปฏิบัติการที่ 14 การเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อดิน	44
บทปฏิบัติการที่ 15 การเพาะฟักและอนุบาลปูทะเล	46
บทปฏิบัติการที่ 16 การเลี้ยงปูทะเล	48
บทปฏิบัติการที่ 17 การเลี้ยงหอยนางรม	50
บทปฏิบัติการที่ 18 การเลี้ยงหอยแมลงภู่	53
บทปฏิบัติการที่ 19 การเพาะฟักและอนุบาลหอยหวาน	56
บทปฏิบัติการที่ 20 การเลี้ยงหอยหวาน	59
บทปฏิบัติการที่ 21 การฟักไข่และอนุบาลหมึกทะเล	62
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	67

บทปฏิบัติการที่ 1
สำรวจนิเวศวิทยาป่าชายเลนและฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

บทนำ

1. ป่าชายเลน (mangroves)

ป่าชายเลน หรือป่าโกงกาง หมายถึง กลุ่มของสังคมพืชซึ่งขึ้นอยู่ในเขตน้ำลงต่ำสุด และน้ำขึ้นสูงสุด บริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำหรืออ่าว ซึ่งมักจะอยู่ด้านในของหาดเลนขึ้นไป ประเทศไทยมีแนวชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 2,600 กิโลเมตร มีป่าชายเลนประมาณ 37 เปอร์เซ็นต์ ไม้ในป่าจะเป็นไม้ไม่ผลัดใบ พืชพันธุ์ธรรมชาติมีอยู่ 12 วงศ์ใหญ่ๆ แบ่งเป็นชนิดได้ประมาณ 50 ชนิด เจริญเติบโตกลายเป็นผู้ผลิตของระบบนิเวศ และสามารถปรับตัวเพื่อการเจริญในน้ำเค็มหรือน้ำท่วมถึง เป็นครั้งคราวได้เป็นอย่างดี แบ่งการเจริญของพันธุ์ไม้ออกเป็นเขตๆ ได้ดังนี้

1. ใกล้แม่น้ำมากที่สุด ได้แก่ โกงกาง (rhizophora) และจาก (nipa)
2. ไม้แสม (avicennia) และประสัก (brugira)
3. ไม้ตะบูน (xylocarpus) อยู่ในดินเลนแข็ง แต่ถ้าดินไม่แข็งจะมีพวกฝาด (lumnitzera)
4. ไม้เสม็ด (melaleuca) ขึ้นบนดินเลนที่แข็ง น้ำทะเลท่วมถึงเฉพาะตอนระดับน้ำขึ้นสูงสุด ป่าเสม็ดจัดเป็นเขตเชื่อมต่อระหว่างป่าชายเลนกับป่าบก

นอกจากไม้ยืนต้นแล้วยังมีไม้ล้มลุกอื่นๆอีกหลายชนิด เช่น ปรงทอง เหงือกปลาหมอ กำแพงเจ็ดชั้น และหวายลิง เป็นต้น

ป่าชายเลนแตกต่างจากป่าบกอื่นๆ คือ ลักษณะการถ่ายทอดพลังงาน โดยห่วงโซ่อาหารเป็นแบบเศษอินทรีย์ จากการศึกษาในป่าชายเลนของไทยพบว่ามีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอยู่ประมาณ 35 ชนิด นกมีอยู่ประมาณ 42 ชนิด นอกนั้นมีแมลงต่างๆ ซึ่งไม่น้อยกว่าป่าบกทั่วๆ ไป

2.บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ หมายถึง บ่อดิน บ่อซีเมนต์หรือบ่อไฟเบอร์กลาส

การแบ่งบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำตามลักษณะการใช้ประโยชน์

- บ่อเพาะพันธุ์ (Breeding pond) เป็นบ่อที่เตรียมให้สัตว์น้ำผสมพันธุ์หรือวางไข่
- บ่อเพาะฟักไข่ (Hatching pond) หมายถึงบ่อที่ใช้ฟักไข่สัตว์น้ำ หลังจากที่ไข่ผสมกับน้ำเชื้อแล้ว บ่อฟักไข่จะมีทั้งแบบบ่อดิน บ่อซีเมนต์ หรือบ่อไฟเบอร์กลาส ขึ้นอยู่กับชนิดสัตว์น้ำ
- บ่ออนุบาล (Nursery pond) เป็นบ่อที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อน เนื่องจากสัตว์น้ำในระยะนี้มีความอ่อนแอ ต้องการความดูแลและความเอาใจใส่ที่ดี

- บ่อเลี้ยง (Rearing pond) หมายถึงบ่อที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำให้มีขนาดตามที่ตลาดต้องการ บ่อเลี้ยงจะมีทั้งแบบบ่อดิน บ่อซีเมนต์ หรือบ่อไฟเบอร์กลาส ขึ้นอยู่กับชนิดสัตว์น้ำ

- บ่อจับ (Catching pond) เป็นบ่อขนาดเล็กที่อยู่ในบ่อเลี้ยง พอถึงช่วงจับจะมีการปล่อยน้ำออก ปลาก็จะมารวมกันในบ่อนี้ซึ่งจะสะดวกในการจับ

- บ่อตกตะกอน (Sedimentation pond) เป็นบ่อที่ใช้เก็บน้ำ เพื่อบำบัดก่อนจะนำไปใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น การพักน้ำให้ตกตะกอน 2-3 วัน หรือในกรณีน้ำประปาที่มีคลอรีนตกค้างอยู่ในน้ำ

- บ่อเก็บหรือบ่อพัก (Storage or Holding pond) เป็นบ่อเก็บหรือพักสัตว์น้ำที่จับมาได้จากบ่อเพื่อรอการจำหน่าย หรือรอลูกค้ามารับ

- บ่อเก็บกักลูกสัตว์น้ำ (Stocking pond) เป็นบ่อสำหรับกักเก็บลูกสัตว์น้ำที่จะนำไปเลี้ยงในบ่อเลี้ยง เพื่อต้องการปรับสภาพให้เหมาะสม หรือรอไว้ก่อนที่บ่อเลี้ยงจะมีความพร้อม

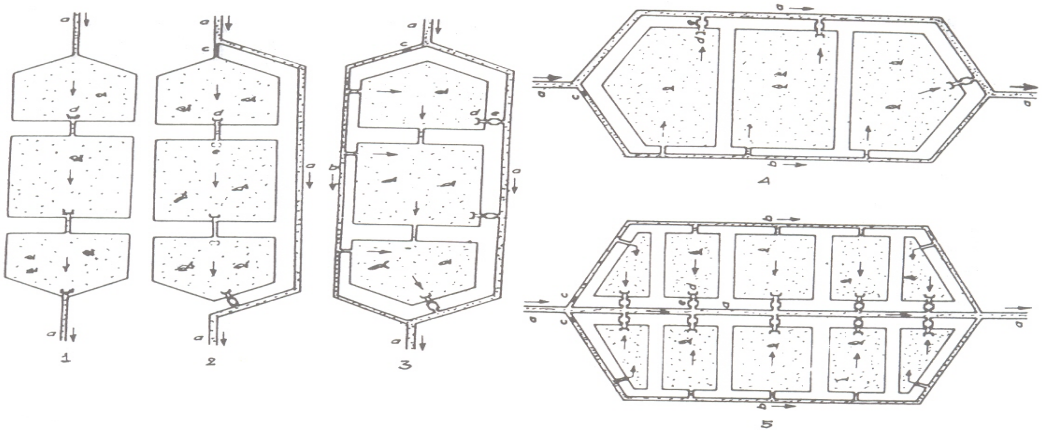
การแบ่งบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำตามระบบการรับน้ำ

- บ่อต่อเนื่องต่างระดับ (Barrage dam pond) เป็นบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่น้ำจากบ่อที่อยู่ระดับสูง ไหลไปสู่บ่อเลี้ยงที่อยู่ระดับต่ำกว่า

- บ่อต่อเนื่องแบ่งแยก (Diversion pond) เป็นบ่อที่อาศัยการสูบน้ำ หรือรับน้ำจากแหล่งน้ำใกล้เคียง เช่น แม่น้ำ ลำคลอง แล้วมีการสร้างระบบน้ำเข้าออก ดังนี้

- บ่อต่อเนื่องติดต่อกัน (Linked pond) เป็นบ่อที่สร้างเป็นแถวให้น้ำเข้าจากบ่อต้น ๆ แล้วไหลต่อไปยังบ่อถัดไปตามลำดับ

- บ่อต่อเนื่องแบบขนาน (Parallel pond) เป็นระบบบ่อที่มีระบบน้ำเข้า และออกโดยแยกกันแต่ละบ่อ



ภาพที่ 1 ลักษณะของบ่อต่อเนื่องแบบต่างๆ (1=บ่อต่อเนื่องต่างระดับ,2-3=บ่อต่อเนื่องติดต่อกัน และ 4-5=บ่อต่อเนื่องแบบขนาน) (ที่มา:Huet,1994)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาบอกชนิดพรรณไม้ สัตว์ป่า สัตว์น้ำ ที่พบในป่าชายเลน
2. เพื่อให้นักศึกษาสามารถทราบส่วนประกอบของฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ดินสอ
2. ยางลบ
3. ไม้บรรทัด
4. ใบรายงานผลการศึกษา

วิธีการศึกษา

1. ให้นักศึกษาสำรวจป่าชายเลนซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
2. จดบันทึก พรรณไม้ สัตว์น้ำ สัตว์ป่าที่พบในป่าชายเลน ลงในใบรายงาน
3. สำรวจฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล ฟาร์มเลี้ยงปลาทะเล และโรงเพาะฟักน้ำกร่อย และวาดแผนผังฟาร์มและรายละเอียดส่วนประกอบของฟาร์มลงในกระดาษวาดภาพ

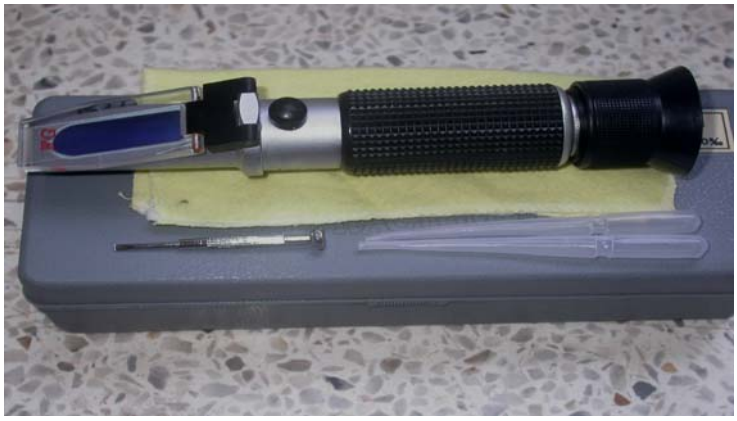
บทปฏิบัติการที่ 2
เครื่องมือและการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

<u>บทนำ</u>

เครื่องวัดความเค็ม reflecto-salinometer

เป็นการวัดดัชนีการหักเหของแสงของของเหลวที่บรรจุในเครื่องมือที่ใช้ที่เรียกว่า reflecto-salinometer ค่าความเค็มที่วัดด้วยวิธีนี้ให้ความละเอียด +1 ถึง +2 ส่วนในพันส่วน (กรมควบคุมมลพิษ และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2541)

เนื่องจากการหักเหของแสงในตัวกลางหนึ่งๆ ขึ้นกับค่าอุณหภูมิ ดังนั้นจึงไม่ควรวางเครื่องมือในที่ที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป เช่น วางตากแดด เป็นต้น การวัดความเค็มด้วย reflecto-salinometer



ภาพที่ 2 เครื่องวัดความเค็ม reflecto-salinometer

แผ่นวงกลมขาวดำ secchi disc

เป็นการวัดความโปร่งแสงของน้ำ ระยะความลึกของน้ำที่สามารถมองเห็นวัตถุซึ่งเป็นแผ่นวงกลม (Secchi disk) ที่หย่อนลงไปในน้ำ จนถึงระดับที่มองไม่เห็นแผ่นวัตถุดังกล่าว หากแหล่งน้ำมีความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 30 – 60 เซนติเมตร นับว่ามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ถ้ามีมากกว่า 60 เซนติเมตร แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ ถ้ามีค่าน้อยกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่ามีความขุ่นมากหรือมีปริมาณแพลงก์ตอนมากเกินไปไม่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ภาพที่ 3 แผ่นวงกลมขาวดำ (Secchi disc)

กล้องจุลทรรศน์แบบประกอบ (compound microscope)

กล้องชนิดนี้อาจเรียกว่า กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยายสูง เป็นกล้องที่สามารถมองสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ หรือสามารถใช้ในการจำแนกชนิดของแพลงก์ตอนและนับจำนวนแพลงก์ตอนในเวลาเดียวกัน ชุดเลนส์ใกล้วัตถุ มีกำลังขยาย 10 เท่า หรือ 12.5 เท่า เลนส์วัตถุมีกำลังขยาย 10, 20, 40 และ 100 เท่า

กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำหรือกล้องสเตริโอ (Stereoscopic microscope)

นิยมใช้ดูตัวอย่างขนาดใหญ่ เพราะมีกำลังขยายระดับต่ำจนไปถึงระดับปานกลาง เสมือนเป็นตัวเชื่อมระหว่างเลนส์มือถือ (hand lens) และกล้องกำลังขยายสูง เช่น กล้องจุลทรรศน์แบบประกอบ โดยมีเลนส์ตาขยาย 10 เท่า หรือ 15 เท่า กำลังขยายเลนส์วัตถุ 1 เท่า จนถึง 8 เท่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษารู้จักเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

อุปกรณ์และสารเคมี

1.เครื่องมือวัดความเค็ม reflecto-salinometer

2.กระดานขาวดำ secchi disc

3.กล้องจุลทรรศน์แบบประกอบ compound microscope

4.กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำหรือกล้องสเตริโอ Stereoscopic microscope

5.สไลด์

6.จานเพาะเลี้ยงเชื้อ

7.cover slide

8.ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

9.ตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์

<u>วิธีการศึกษา</u>

เครื่องวัดความเค็ม reflecto-salinometer

1 ตรวจสอบสเกล (scale) ของเครื่องวัดให้อยู่ที่ระดับ 0 โดยครั้งแรกหยดน้ำกลั่นลงบนแผ่นปริซึมเพื่อล้างความเค็มที่อาจตกค้างอยู่ เสร็จแล้วหยดน้ำกลั่นลงไปบนแผ่นปริซึมอีกครั้ง

2. ปิดแผ่นทาบปริซึม ยกเครื่องวัดขึ้นส่องไปยังบริเวณที่มีแสงสว่าง ถ้าสเกลของเครื่องวัดไม่อยู่ที่ระดับ 0 ปรับปุ่มปรับความเค็มที่อยู่ด้านบนเพื่อให้เครื่องอ่านค่าความเค็มได้เท่ากับ 0 ppt

3. เปิดแผ่นทาบปริซึมแล้วใช้กระดาษหรือผ้านุ่มๆ เช็ดน้ำที่เหลือออก แล้วหยดน้ำตัวอย่างที่ต้องการวัดลงไปบนปริซึม ปิดแผ่นทาบปริซึม อ่านค่าที่วัดได้โดยยกเครื่องวัดขึ้นส่องไปยังบริเวณที่มีแสงสว่างบันทึกผล

4. เมื่อวัดตัวอย่างเสร็จแล้วให้หยดน้ำกลั่นลงบนแผ่นปริซึมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อทำความสะอาดก่อนเก็บเข้าที่

แผ่นวงกลมขาวดำ secchi disc

1.นำแผ่นวงกลมขาวดำหย่อนลงไปในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่ต้องการวัดความโปร่งใส

2. หย่อนแผ่นวงกลมขาวดำจนไปถึงระดับที่สายตามองเห็นเลือนลาง

3.ดึงแผ่นวงกลมขาวดำขึ้นมาวัดความยาวจากตัวแผ่นวงกลมขาวดำไปตามเส้นเชือกถึงระดับผิวน้ำที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ บันทึกผล

กล้องจุลทรรศน์แบบประกอบ (compound microscope)

1.ทำการเรียนรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบ ของกล้องจุลทรรศน์ วิธีการขนย้ายกล้อง การเปิดปิดกล้องจุลทรรอย่างถูกวิธี

2.นำน้ำตัวอย่างที่มีแพลงก์ตอนพืช โดยใช้หลอดหยดดูด หยดลงบนสไลด์1-2 หยด ใช้แผ่นปิดสไลด์ปิดบนตัวอย่าง

3 นำไปวางบนแท่นวางตัวอย่าง หลังจากนั้นใช้เลนด์ใกล้วัตถุ โดยเริ่มจากกำลังขยายต่ำสุด จนไปถึงกำลังขยายสูงสุด ซึ่งต้อง ใช้น้ำมันหยดลงบนสไลด์ก่อนการดูกล้องจุลทรรศน์

4.ทำการปรับภาพความคมชัดด้วยล้อปรับหยาบและล้อปรับละเอียด หลังจากนั้นวาดรูปแพลงก์ตอนพืชที่พบลงในใบรายงาน

5.ปิดสวิทกล้องจุลทรรศน์และเก็บอย่างถูกวิธี

กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำหรือกล้องสเตริโอ (Stereoscopic microscope)

1.ทำการเรียนรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบ ของกล้องจุลทรรศน์ วิธีการขนย้ายกล้อง การเปิดปิดกล้องจุลทรรอย่างถูกวิธี

2.นำน้ำตัวอย่างที่มีแพลงก์ตอนสัตว์ ใส่ในจานเพาะเลี้ยงเชื้อประมาณ 10-20 ml.

3 นำไปวางบนแท่นวางตัวอย่าง ปรับภาพความคมชัดด้วยล้อปรับหยาบและล้อปรับละเอียด หลังจากนั้นวาดภาพแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบลงในใบรายงาน

5.ปิดสวิทกล้องจุลทรรศน์และเก็บอย่างถูกวิธี

บทปฏิบัติการที่ 3
การจับ และการขนส่งสัตว์น้ำ

<u>บทนำ</u>

การจับสัตว์น้ำ

การจับสัตว์น้ำมีหลายวิธี ควรเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับประเภทของสัตว์น้ำ ซึ่งมีวิธีการจับดังนี้

1.สวิง ส่วนใหญ่ใช้กับสัตว์น้ำที่เลี้ยงในบ่อขนาดเล็กหรือในกระชัง สวิงที่ใช้มีหลายขนาด มีทั้งรูปทรงกลมและสี่เหลี่ยม ทำจากเนื้ออวนที่ไม่มีปมเพื่อไม่ให้สัตว์น้ำบาดเจ็บขณะจับสัตว์น้ำ

2. อวนทับตลิ่งหรืออวนล้อมจับ เป็นการจับสัตว์น้ำเพื่อการคัดขนาด ความกว้างของตาอวนจึงมีหลายขนาดเพื่อจับสัตว์น้ำให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ และสัตว์น้ำขนาดเล็กไม่บอบช้ำ

3.การสูบน้ำแห้งหรือการปล่อยน้ำออกจากบ่อให้แห้ง เป็นวิธีการจับสัตว์น้ำที่มีอยู่ในบ่อทั้งหมด หรือเป็นการเตรียมบ่อเพื่อเลี้ยงในรุ่นต่อไป

การขนส่งสัตว์น้ำ

การขนส่งสัตว์น้ำมีชีวิตมี 2 แบบ คือ

1.ระบบเปิด หมายถึง การขนส่งสัตว์น้ำมีชีวิต หรือไข่สัตว์น้ำ ที่ได้รับการผสมแล้ว โดยบรรจุในภาชนะต่างๆ เช่น กะละมัง ถัง ลัง หรือภาชนะอื่นๆ ที่ไม่ได้ปิดมิดชิด ซึ่งอาจมีการให้ออกซิเจนเพิ่มเติม หรือไม่ก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม บางกรณีใช้วิธีลากกระชังไปตามลำน้ำ

2. ระบบปิด หมายถึง การขนส่งสัตว์น้ำมีชีวิต หรือไข่สัตว์น้ำ ที่ได้รับการผสมแล้ว โดยบรรจุในภาชนะที่ปิดมิดชิด มีปริมาณน้ำ และออกซิเจนที่ใส่เพิ่มเติมลงไป อยู่ในระดับที่เพียงพอ ซึ่งปัจจุบันการขนส่งในระบบนี้นิยมใช้ถุงพลาสติกอัดออกซิเจน ผูกหรือรัดปากถุงให้แน่น

การเตรียมการขนส่ง

1.การจับสัตว์น้ำเพื่อการขนส่ง ต้องทำอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์น้ำได้รับความบอบช้ำ เกิดบาดแผลหรืออ่อนเพลีย

2. ขังปลาไว้ประมาณ 2-3 วัน ก่อนการขนส่ง โดยให้น้ำสะอาดไหลผ่าน เพื่อขจัดดิน หรือโคลนที่ติดอยู่ตามตัว เหงือกสัตว์น้ำ และเพื่อรอเวลาให้อาหารและของเสียที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารถูกขับออกไป

3. ควรงดอาหารก่อนการขนส่ง 1-2 วัน เพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์น้ำขับถ่ายของเสียขณะขนส่ง

4. ไม่ควรขนส่งปลาที่อ่อนแอ มีบาดแผล บอบช้ำ หรือเป็นโรค

5. การยกหรือขนย้ายภาชนะบรรจุ ควรทำอย่างระมัดระวัง

<u>วัตถุประสงค์</u>

1.เพื่อให้นักศึษามีทักษะเกี่ยวกับการเตรียมปลาก่อนการขนส่ง

2.เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการขนส่งแบบปิด

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.อวนทับตลิ่ง

2.สวิง

3.ถังขนย้ายปลา

4.ลูกปลากะพงขาว

5.ถุงพลาสติกขนาดความจุ 20 ลิตร

6.ยางเส้น

7.ถังเก็บออกซิเจน

8.ยาเหลือง

<u>วิธีการศึกษา</u>

การเตรียมลูกปลาเพื่อการขนส่ง

1.ลดน้ำบ่ออนุบาลลูกปลากะพงขาวลงครึ่งบ่อ

2.ใช้อวนทับตลิ่งลากในบ่ออนุบาลลูกปลาอย่างระมัดระวัง เพื่อไม่ให้ลูกปลาบอบช้ำ

3. นำลูกปลามาพักในบ่อซิเมนต์ในโรงเพาะฟักสัตว์น้ำกร่อยพร้อมทั้งให้แอร์ปั้มตลอด

4.ไม่ต้องให้อาหารลูกปลาเป็นเวลา 1 วันเพื่อรอการบรรจุถุงต่อไป

การขนส่งแบบปิด

1.ใช้ถุงพลาสติกขนาดจุน้ำ 20 ลิตร

2.มัดมุมถุงเพื่อไม่ให้เกิดมุมอับในถุงชั้นใน

3. เติมน้ำในถุง 1 ใน 4 หรือ 1 ใน 3 ของถุง พร้องทั้งใส่ยาเหลืองเพื่อใช้ฆ่าเชื้อ 10 ppm.

4. นับจำนวนลูกปลาใส่ในถุงพลาสติกและทำการไล่อากาศออกให้หมด

5. เติมออกซิเจนในถุงให้แน่น

6. ทำการหมุนปากถุงให้เป็นเกลียวจนเข้าเป็นรูปก้นหอย และ มัดปากถุงด้วยยางเส้น

บทปฏิบัติการที่ 4
การคัดแยกและการทำให้เชื้อบริสุทธิ์สำหรับการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืช

<u>บทนำ</u>

การแยกเชื้อ (Isolation)

การคัดแยกแพลงก์ตอนพืช เป็นวิธีการคัดแพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียวจากน้ำทะเลธรรมชาติซึ่งมีปะปนกันอยู่หลายชนิดเพื่อให้ได้ชนิดที่ต้องการ และทนต่อสภาพแวดล้อม ในการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ เทคนิคหลักๆ ในการแยกเชื้อแพลงก์ตอนมีด้วยกัน 3 วิธี ดังนี้

1. เทคนิคการล้างเซลล์ด้วยไมโครปิเปต(Micropipette washing) เป็นวิธีการแยกเชื้อที่ให้ที่สุด เหมาะสำหรับการแยกเชื้อสาหร่ายขนาดเล็กซึ่งต้องอาศัยดูด้วยกล้องจุลทรรศน์และจำเป็นต้องอาศัยปิเปตขนาดเล็ก(Micropipette) ดูดสาหร่ายทีละเซลล์หรือจำนวนเซลล์ไม่มากนัก แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้ง

2.เทคนิคอะตอมไมเซอร์(Atomizer technique) เป็นวิธีค่อนข้างง่ายซึ่งวีเดอร์แมน และคณะ ได้พัฒนาขึ้นมาใช้เมื่อปี พศ.1964 เทคนิคนี้สามารถใช้ทั้งการแยกเชื้อและการทำให้เชื้อบริสุทธิ์ ล้างสาหร่ายจำนวน 8-9 มิลลิลิตรด้วยวิธีการปั่นให้ตกตะกอน

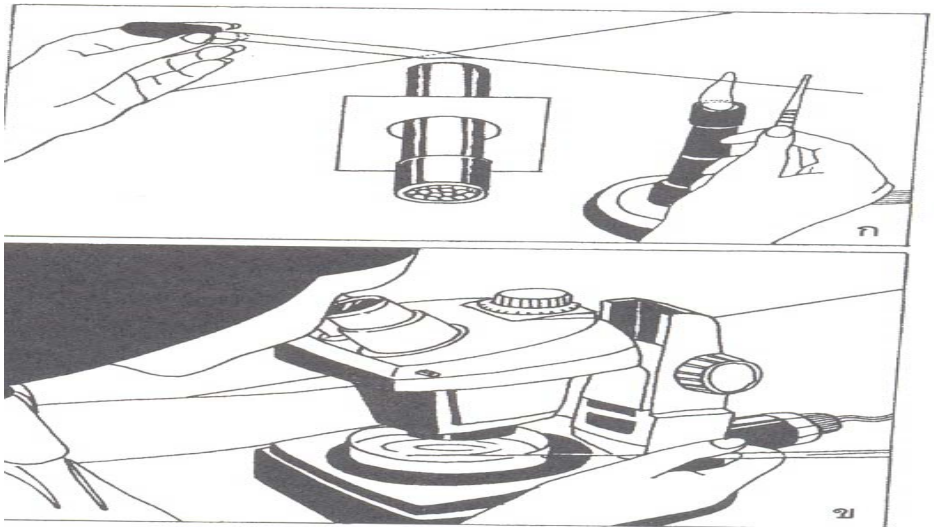
3.การเลือกใช้สูตรอาหาร(Selective media) เป็นวิธีที่เหมาะกับสาหร่ายขนาดใหญ่ ทำโดยการเลือกชิ้นส่วนสาหร่ายที่ต้องการเลี้ยง ทำการขจัดสิ่งมีชีวิตที่เกาะบนเส้นสาหร่ายออกให้หมด ใส่ตัวอย่างสาหร่ายในภาชนะที่มีสารอาหารผสมด้วยเจอมาเนียมไดออกไซด์ 10 มิลลิกรัม/ลิตร

นอกจากนี้ยังมีเทคนิคอื่นๆ อีกที่ได้พัฒนาหรือดัดเปลง ดังนี้

4. การเพาะบนอาหารวุ้น(Agar pour plate)โดยผสมตัวอย่างน้ำเล็กน้อยกับอาหารวุ้น ซึ่งเจือจางยังไม่แข็งตัวดีนัก เขย่าให้เข้ากันดี เทอาหารวุ้นลงบนจานแก้ว ทิ้งไว้จนวุ้นแข็งตัว ภายใน 5-7วันจะมีสาหร่ายขึ้นบนอาหารวุ้น ใช้มีดที่ส่ะอาดตัดวุ้นเป็นชิ้นเล็กๆนำไปเลี้ยงในหลอดแก้วที่มีสารละลายอาหาร

5.ดุลยภาพทางออสโมติก(Osmotic balance)เป็นวิธีอาศัยดุลยภาพออสโมติกของสาหร่ายในการแยกชนิด โดยการล้างสาหร่ายด้วยสารละลายละลายเกลือที่มีความเข้มข้นทางออสโมติกต่างกันสลับกับล้างตัวอย่างในน้ำกลั่นหลายครั้ง

6.โครงสร้างของการสืบพันธุ์(Reproductive structures)เป็นวิธีที่อาศัยโครงสร้างการสืบพันธุ์ของสาหร่ายได้แก่ สปอร์ ซิสต์ เตตราสปอร์ และอื่นๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการแยกเชื้อสาหร่ายเพื่อทำเชื้อสาหร่ายให้บริสุทธิ์



ภาพที่ 3 การแยกเชื้อด้วยเทคนิคการล้างเซลล์ด้วยไมโครปิเปต (ก) การทำไมโครปิเปต (ข) การดูดเซลล์จากจานแก้ว (ที่มา:ลัดดา, 2540)

การทำให้เชื้อสาหร่ายบริสุทธิ์(Purification)

เมื่อได้เชื้อสาหร่ายที่มีสาหร่ายชนิดเดียวซึ่งเติบโตดีแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการทำให้สาหร่ายปลอดจากเชื้อเช่นแบคทีเรีย ซึ่งเรียกว่าaxenic cultureมีวิธีทำดังต่อไปนี้

1.การล้างด้วยเทคนิคการปั่นให้ตกตะกอน(Washing by centrifugating technique) การแยกเชื้อแบคทีเรียออกจากสาหร่ายสามารถทำได้ด้วยการปั่นให้ตกตะกอนแล้วล้างด้วยสารละลายที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

2.เทคนิคทางปฏิชีวนะ(Antibiotics technique) ยาปฏิชีวนะได้แก่ เพนนิซิลิน สเตรพโตมัยซิน เตตราซัยคลิน กานามัยซิน และอื่นๆ ใช้ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่ปนอยู่ในอาหารเลี้ยงสาหร่ายได้ แต่ต้องใช้ในปริมาณที่พอเหมาะ

3.เทคนิคการใช้แสงอุลตร้าไวโอเลต(UV Light technique) ใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตมาใช้กำจัดแบคทีเรียเนื่องจากสาหร่ายส่วนมากมีความทนทานต่อแสงชนิดนี้ เทคนิคแบบนี้เหมาะอย่างยิ่งกับสาหร่ายชนิดที่มีเมือกหนาๆ หุ้มเซลล์

4.เทคนิคการกรอง(Filter technique) ใช้เครื่องกรองชนิดมิลลิพอร์ หรือ membrane filter)แยกสาหร่ายชนิดเส้นออกจากแบคทีเรีย

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการแยกเชื้อแพลงก์ตอนพืชที่ใช้อนุบาลสัตว์น้ำกร่อย
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการทำให้เชื้อแพลงก์ตอนบริสุทธิ์

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.หลอดแก้ว capillary pipette
2.forcep
3.หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ
4.หลอดทดลอง
5.อาหารเลี้ยงเชื้อ
6.จานเพาะเลี้ยงเชื้อ
7.อาหารเหลวสูตร คอนเวย์และวันเน
8.กล้องจุลทรรศน์
9.ปิเปต
10.Loop

<u>วิธีการศึกษา</u>

การแยกเชื้อแพลงก์ตอนพืช

1.รวบรวมแพลงก์ตอนจากทะเลนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อหาชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่ต้องการ

2.ใช้หลอดแก้ว capillary pipette เผาไฟแล้วดึงปลายให้เรียวแหลม หักปลายเพื่อใช้สำหรับดูดเซลล์แพลงก์ตอนที่ต้องการเพียงเซลล์เดียว

3.นำเซลล์ที่ได้มาล้างในน้ำเลี้ยงที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วบนสไลด์กระจกเพื่อล้างสิ่งสกปรกออก ทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง แล้วจึงนำเซลล์ที่ได้ใส่ในหลอดแก้วที่มีน้ำเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชจำนวน 1 หลอดต่อ 1 เซลล์

4.นำไปตั้งไว้ที่แสงประมาณ 3,000 ลักซ์ และอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส แพลงก์ตอนจะเพิ่มจำนวนขึ้น สังเกตจากสีที่เกิดขึ้น

การทำให้เชื้อสาหร่ายบริสุทธิ์

1.เตรียมวุ้น 1.5-2.0 กรัมผสมกับน้ำทะเลที่เตรียมไว้ 100 มิลลิลิตร โดยให้ความร้อนจนวุ้นละลาย นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่ระดับอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที ทิ้งไว้พออุ่นอย่าให้เย็นจนวุ้นแข็งตัว

2.นำไปเติมสูตรอาหารของคอนเวย์ และวัลเน อัตราส่วน 2 มิลลิลิตร ต่อวุ้น 1 ลิตร ผสมกันแล้วเทวุ้นใส่จานแก้ว ประมาณ 2/3 ของจานแก้ว พอวุ้นแข็งตัว ให้วางจานแก้วคว่ำลงรอจนไม่มีละอองน้ำ

3.ใช้ปิเปตที่ปลอดเชื้อ ดูดแพลงก์ตอนจากการแยกเชื้อมาหยดลงบนวุ้น 1 หยด แล้วใช้ loop ที่ฆ่าเชื้อแล้วแตะแพลงก์ตอนที่หยด ลากกลับไปกลับมา

4. นำจานวุ้นไปวางที่มีแสงในห้องปฏิบัติการ รอจนกระทั่งสังเกตเห็นเป็นจุดสีของแพลงก์ตอนขึ้น เลือกโคโลนีเดี่ยวไปตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์

5. หากเป็นชนิดที่ต้องการใช้ loop แตะโคโลนีนั้นไปลากบนวุ้นชุดใหม่ และรอให้เจริญเติบโตขึ้นอีก ทำซ้ำจนไม่พบแบคทีเรียหรือราขึ้นในวุ้นเลย จึงนำเชื้อที่ได้ไปใช้ในการเพาะและขยายพันธุ์ต่อไป

บทปฏิบัติการที่ 5
การ เพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม

<u>บทนำ</u>

ชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่นิยมเลี้ยงเพื่ออนุบาลลูกสัตว์น้ำในปัจจุบัน

แพลงก์ตอนที่มีอยู่ในทะเลจะมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น ลูกกุ้ง ลูกปลาและลูกหอย เป็นต้น เนื่องจากลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนจะดำรงชีวิตโดยการกินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร เป็นที่ยอมรับกันว่าแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงที่เหมาะสมกับสัตว์น้ำวัยอ่อน ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีเพิ่มมากขึ้น ฉะนั้นเพื่อให้มีแพลงก์ตอนพืชเพียงพอกับความต้องการทำให้ต้องมีการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชขึ้นหลายชนิดแพลงก์ตอนพืชที่มีการเพาะเลี้ยงและมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำวัยอ่อนได้แก่. คลอเรลลา (*Chlorella* sp.) เตตร้าเซลมิส (*Tetraselmis* sp.)ไอโซไครซิส (*Isochrysis* sp.) คีโตเซอรอส (*Chaetoceros* sp.) สเกลีโตนีมา (*Skeletonema* sp.)

การเตรียมน้ำ

การเตรียมน้ำทะเลใช้สำหรับห้องปฏิบัติการ

นำน้ำทะเลมาปรับความเค็มให้มีความเค็มอยู่ในช่วง ที่เหมาะสม 25-28 ppt หลังจากนั้นนำน้ำทะเลมากรองด้วยถุงกรองขนาดตา 20 ไมครอน กรองจนน้ำสะอาด นำน้ำทะเลใส่ในภาชนะเครื่องแก้วเช่น ขวดรูปชมพู่ ปิดด้วยกระดาษตะกั่ว นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121^{O}C เป็นระยะเวลานาน 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นนำไปใช้ต่อไป

การเตรียมน้ำทะเลใช้สำหรับขยายปริมาณมาก (mass culture)

น้ำทะเลที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชในปริมาณมาก สามารถใช้น้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตร้าไวโอเลต (UV) การต้มหรือการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 25-30 ppm (ส่วนในล้าน) แล้วให้อากาศจนกว่าคลอรีนสลายหมดไป

สูตรอาหาร

3.1 สูตรอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ

- สูตรอาหารของคอนเวย์หรือวัลเน (Conway Medium หรือ Walne)

สารละลายส่วนที่ 1

-โซเดียมไนเตรท ($NaNO_3$)	200.00	กรัม
-โซเดียมอีดีทีเอ (Na_2EDTA)	90.00	กรัม

- กรดบอริค (H_3BO_3)	67.20	กรัม
-โมโนโซเดียมไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟต ($NaH_2PO_4.H_2O$)	20.00	กรัม
-เฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3.6H_2O$)	2.60	กรัม
-แมงกานีสคลอไรด์ ($MnCl_2.4H_2O$)	0.72	กรัม
-สารละลายสูตร A (สารประกอบโลหะปริมาณน้อย)	2	มิลลิลิตร
-สารละลายสูตร B (สารประกอบซิลิเกต)	2	มิลลิลิตร

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 2 ลิตร

ใช้สารละลายที่เตรียมได้ 1 มิลลิลิตร ใส่ในน้ำ ความเค็ม 25 พีพีที อบฆ่าเชื้อ และทิ้งไว้ให้เย็น ปริมาตร 1 ลิตร แล้วเติมสารละลายวิตามินลงไป 0.1 มิลลิลิตร (ต้องเติมสารละลายลงในน้ำที่อุณหภูมิห้องเพื่อไม่ให้วิตามินสลายตัว เพราะโดนความร้อน)

สารละลายสูตร A ประกอบด้วย

- ซิงค์คลอไรด์ ($ZnCl_2$)	2.10	กรัม
- โคบอลท์คลอไรด์ 6 ไฮเดรต ($CoCl_2.6H_2O$)	2.00	กรัม
- แอมโมเนียโมลิบเดท 4 ไฮเดรต ($(NH_4)_6Mo_7O_2.4H_2O$)	0.90	กรัม
- คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)	2.00	กรัม

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

สารละลายสูตร B ประกอบด้วย

- โซเดียมเมตาซิลิเกต 9 – ไฮเดรต ($Na_2SiO_3.9H_2O$)	15.00	กรัม

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

สารละลายวิตามิน ประกอบด้วย

- วิตามินบี 1 (Vitamin B_1)	200	มิลลิกรัม
- วิตามินบี 12 (Vitamin B_{12})	10	มิลลิกรัม

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

3.2 สูตรอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงในปริมาณมาก (mass culture)

- สูตรของซาโตะ และซาริกาวา (Sato and Serikawa Medium)

นิยมใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่าย กลุ่มไดอะตอม

- โปแตสเซียมไนเตรท (KNO_3)	100.0	กรัม

- ไดโซเดียมไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟต (Na_2HPO_4) 10.0 กรัม
- โซเดียมเมตาซิลิเกต 9 – ไฮเดรต ($Na_2SiO_3.9H_2O$) 5.0 กรัม
- เฟอริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) 2.5 กรัม

ใช้น้ำทะเลปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร

- สูตรสำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียว

- แอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) 100.00 กรัม
- แคลเซียมซูปเปอร์ฟอสเฟต (16-20-0) 15.00 กรัม
- ยูเรีย ($CO(NH_2)_2$) 5.00 กรัม

ใช้น้ำทะเลปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการขยายแพลงก์ตอนในห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการขยายแพลงก์ตอนนอกห้องปฏิบัติการ

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.ขวดรูปชมพู่ปริมาตร 1,000 ml.
2.หม้อนึ่งความดัน
3.สูตรอาหารเหลวคอนเวย์และวันเน
4.หัวเชื้อไดอะตอม
5.สูตรอาหารเหลวซาโต๊ะและซาริกาวา
6.ถังไฟเบอร์ปริมาตรความจุ 1 ตัน

<u>วิธีการศึกษา</u>

การขยายแพลงก์ตอนในห้องปฏิบัติการ

1. ใส่น้ำทะเลที่ผ่านการกรองความเค็ม 25-28 ppt ในภาชนะปริมาตร 900 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระดาษตะกั่ว นำไปฆ่าเชื้อด้วย หม้อนึ่งความดัน(autoclave) ที่ระดับความดัน 15 ปอนต์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที

2. รอจนกว่าอุณหภูมิและความดันลดลงปกติ นำออกมาจากหม้อนึ่งความดัน เติมสารอาหารสูตรคอนเวย์และวัลเน 1 มิลลิลิตร/ลิตร และเติมหัวเชื้อแพลงก์ตอน 100 มิลลิลิตร

3 นำไปให้อากาศและวางที่มีแสงประมาณ 3,000-5,000 ลักซ์ อุณหภูมิ 22-26 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาประมาณ 3 วัน แพลงก์ตอนก็จะขยายเต็มภาชนะ จึงนำแพลงก์ตอนที่ได้ไปขยายให้มีปริมาณมากต่อไป

การขยายแพลงก์ตอนในปริมาณมาก

1. เตรียมน้ำทะเลที่สะอาดผ่านการกรอง และการฆ่าเชื้อแล้ว ความเค็มอยู่ระหว่าง 25-28 ppt (ส่วนในพัน)
2. เติมปุ๋ยใช้สูตรอาหารซาโตะและซาริกาวา เติมแพลงก์ตอนในอัตราส่วน 1:50 ให้อากาศ และตั้งทิ้งไว้ในที่มีแสงนาน 3-5 วัน จึงนำไปใช้งาน

บทปฏิบัติการที่ 6
การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์น้ำเค็ม

<u>บทนำ</u>

โรติเฟอร์เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัม Rotifera ชนิดโรติเฟอร์ที่นิยมเลี้ยงมี 1 ชนิด คือ *Brachionus plicatilis* Mueller (น้ำกร่อย-น้ำเค็ม) ซึ่งเป็นอาหารที่เหมาะอย่างยิ่งสำหรับอนุบาลลูกสัตว์น้ำ เช่น ลูกกุ้งทะเลในระยะไมซิส โรติเฟอร์แพร่พันธุ์ได้รวดเร็วด้วยวิธีสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศที่เรียกว่า พาร์เธโนเจเนซิส โดยจะมีไข่ 1-2 ฟอง (ขนาดกว้าง 80-100 ไมครอน ยาว 110-130 ไมครอน) ไข่นี้จะฟักเป็นโรติเฟอร์เพศเมีย (amictic females) ซึ่งจะเจริญเป็นตัวเต็มวัย และจะสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศได้เพียงอย่างเดียว ในสภาวะแวดล้อมเหมาะสม เช่น มีอาหารอุดมสมบูรณ์ อุณหภูมิน้ำ และความเข้มแสงสว่าง ความเค็มของน้ำเหมาะแก่การเจริญเติบโต ถ้าสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไปจากเดิม เช่นอาหารลดลง หรืออุณหภูมิของน้ำเย็นลง โรติเฟอร์จะสืบพันธุ์แบบมีเพศโดยโรติเฟอร์เพศเมีย (amictic female) จะผลิต mictic females ซึ่งสามารถสืบพันธุ์แบบมีเพศได้เพียงอย่างเดียวจากไข่ ที่ผลิตจากการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ เมื่อฟักเป็นตัวจะเป็นโรติเฟอร์เพศผู้และเมื่อผสมพันธุ์กับเพศเมียจะวางไข่จำนวน 1-2 ฟอง ไข่ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบมีเพศเป็นไข่ระยะพักตัว (resting eggs) คือไม่เจริญเป็นตัวอ่อนทันที แต่จะพักตัวอยู่ในน้ำรอจนกระทั่งสภาพแวดล้อมของน้ำเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตอีกครั้งจึงจะฟักออกเป็นโรติเฟอร์เพศเมีย (amictic female) ซึ่งสามารถสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ และวงจรชีวิตของโรติเฟอร์จะเริ่มต้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง ฉะนั้นผู้เลี้ยงจึงต้องพยายามรักษาสภาพแวดล้อมของน้ำให้เหมาะสมอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้โรติเฟอร์สืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ หรือแบบพาร์เธโนเจเนซิสอยู่เสมอ เพราะการสืบพันธุ์แบบนี้จะได้จำนวนโรติเฟอร์ หนาแน่นมากกว่าการสืบพันธุ์แบบมีเพศ

ความยาวลำตัวของโรติเฟอร์มีตั้งแต่ 100 ไมครอน ถึง 400 ไมครอน ฉะนั้นจึงแบ่งโรติเฟอร์ออกได้ 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์แอล (L-type) เป็นสายพันธุ์ขนาดใหญ่ มีความยาวลำตัว 230-320 ไมครอน และสายพันธุ์ขนาดเล็กเรียกว่า สายพันธุ์เอส (S-type) มีความยาวลำตัว 140-220 ไมครอน สายพันธุ์ทั้ง 2 แบบนี้มีคุณสมบัติเฉพาะสายพันธุ์คือ จะไม่เปลี่ยนลักษณะข้ามกันไปมา

อัตราการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์ชนิด *B. plicatilis* ขึ้นอยู่กับขนาดลำตัว ถ้าโรติเฟอร์มีขนาดใหญ่เท่าใด อัตราการเจริญเติบโตจะช้าลง อัตราการเจริญเติบโตของโรติเฟอร์สายพันธุ์เอสประมาณ 0.69 ไมครอนต่อวัน ส่วนสายพันธุ์แอล ประมาณ 0.40 ไมครอนต่อวัน B.plicatilis ซึ่งเป็นโรติเฟอร์อาศัยอยู่ในน้ำกร่อยจนถึงน้ำเค็ม สามารถอยู่ได้ในน้ำที่มีอุณหภูมิหลายระดับ (Eurythermal) แต่อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงระหว่าง 22-30oC

ความเค็มที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของ B. plicatilis อยู่ในช่วงระหว่าง 10 ส่วนในพัน แต่แม้ว่าน้ำที่มีความเค็มต่ำ ๆ เช่น 3.7 ส่วนในพัน หรือความเค็มสูง ๆ เช่น 98 ส่วนในพัน โรติเฟอร์ก็สามารถอยู่ได้ แต่การเจริญเติบโตจะไม่ดีเท่าที่ควร

ค่า pH ของน้ำก็มีผลต่อการดำรงชีวิตของโรติเฟอร์เช่นเดียวกัน ช่วง pH ที่เหมาะสมคือระหว่าง 7.5 ถึง 8.0

ข้อดีของการเลี้ยงโรติเฟอร์เพื่ออนุบาลลูกสัตว์น้ำโดยเฉพาะสัตว์น้ำเค็ม

1. มีขนาดเล็กขนาดลำตัวตั้งแต่ 0.06 - 1.00 มิลลิเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ที่ต่างกัน

2. มีคุณค่าอาหารสูง เมื่อคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้งมีโปรตีน 58 - 72% ไขมัน (lipid) 21-31% เมื่อเลี้ยงด้วยคลอเรลลาอย่างเดียว แต่ถ้าเลี้ยงด้วยคลอเรลลากับยีสต์จะมีโปรตีนเพิ่มขึ้นเป็น 63 - 67% และมีไขมัน 20 - 22%

3. เคลื่อนไหวช้า

4. สามารถเลี้ยงได้ปริมาณมาก

5. สามารถแพร่พันธุ์ได้รวดเร็ว จึงเพิ่มจำนวนมากในระยะเวลาสั้น ๆ

6. เป็นตัวนำที่ดีของอาหารเสริมและยา เช่น กรดไขมัน หรือสารปฏิชีวนะได้ ซึ่งเมื่อนำโรติเฟอร์ไปเลี้ยงลูกสัตว์น้ำ จะทำให้ลูกสัตว์น้ำเติบโตเร็ว และอัตราการรอดตายสูง

ประเภทการเลี้ยงโรติเฟอร์

การเลี้ยงโรติเฟอร์ให้ได้ปริมาณมากๆ แบ่งออกตามความจุของถังเลี้ยงและวิธีการเก็บผลผลิตได้ 2 ประเภทคือ

ก การเลี้ยงแบบเปลี่ยนถัง

ข การเลี้ยงแบบเก็บผลผลิตเพียงบางส่วน

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงคลอเรลล่าเพื่อใช้เป็นอาหารของโรติเฟอร์

2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการเพาะขยายโรติเฟอร์

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.ถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 1 ตัน

2.หัวเชื้อคลอเรลล่า

3.หัวเชื้อโรติเฟอร์

4.สูตรอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียว

.

<u>วิธีการศึกษา</u>

1.ทำความสะอาดถังไฟเบอร์ปริมาตรความจุ 1 ตัน

2.เติมน้ำทะเลที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแล้ว ความเค็ม 20 ppt. ปริมาตร 250 ลิตร พร้อมกับเติมปุ๋ยสูตรเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียว ดูจากบทปฏิบัติการที่ 5

3.ทำการเพาะเชื้อคลอเรลล่าในอัตราส่วนสต๊อค:น้ำทะเล เท่ากับ 1:10 ทิ้งไว้ประมาณ 3 - 4 วัน คลอเรลล่าก็จะขยายเต็ม หรือความหนาแน่นของคลอเรลลาเท่ากับ 1-2x10^{7} เซลล์ต่อมิลลิลิตร

4. เติมหัวเชื้อโรติเฟอร์ลงในถังไฟเบอร์ให้ได้จำนวนตัว 10-20 ตัว/มิลลิลิตร เมื่อความหนาแน่นของโรติเฟอร์เกินกว่า 100 ตัวต่อมิลลิลิตร ทำการกรองโรติเฟอร์ไปใช้เลี้ยงลูกสัตว์น้ำ

บทปฏิบัติการที่ 7
การเพาะฟักไข่อาร์ที่เมีย

บทนำ

ตามปกติโดยทั่วไปแล้วไข่จะมีลักษณะเป็นเซลล์ (cell) เดียว แต่ไข่อาร์ทีเมียนั้นไม่ได้มีเซลล์เดียว โดยเซลล์นั้นได้พัฒนาเจริญเติบโตขึ้นจนเป็นตัวอ่อน (Embryo) ในระยะที่มีลักษณะคล้ายรูปถ้วย (gastrula stage) ซึ่งมีเซลล์ประมาณ 3,000-4,000 เซลล์แล้วหยุดการเจริญเติบโตเป็นการชั่วคราว (non-differentiated cell) แล้วสร้างเปลือกแข็งขึ้นมาหุ้มเพื่อป้องกันตัวอ่อนระยะดังกล่าวไว้ เปลือกของไข่นั้นมีรูพรุนซึ่งจะเป็นทางผ่านของอากาศ และน้ำ และยังช่วยพยุงให้ไข่ลอยน้ำ เปลือกของไข่มีสีน้ำตาลเพราะมีส่วนประกอบของสารพวกฮีมาติน (haematine) ซึ่งมีสีน้ำตาลหรือแดง ขนาดของไข่อาร์ทีเมียอยู่ระหว่าง 200-300 ไมครอนขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสภาวะแวดล้อม

ลักษณะของไข่อาร์ทีเมีย (cysts morphology)

ไข่โดยทั่วไปนั้นจะมีเซลล์(cell)เดียว แต่ไข่อาร์ทีเมียนั้นมีหลายเซลล์(cell) ซึ่งเจริญเติบโตจนกระทั่งเป็นตัวอ่อน (embryo) ในระยะหนึ่งที่เรียกว่าระยะ แกสตรูลา (gastrula stage) แล้วจึงมีการสร้างเปลือกขึ้นมาหุ้มตัวอ่อนในระยะดังกล่าว ทั้งนี้เพราะมีปัจจัยบางอย่างไม่เหมาะสม เปลือกของไข่อาร์ทีเมีย แบ่งได้เป็น 3 ชั้น คือ

1. Chorion คือส่วนที่อยู่นอกสุด เป็นชั้นที่มีความแข็ง และหนากว่าชั้นอื่น ๆ มีสารประเภท lipoproteins, chitin และ haematine เป็นส่วนประกอบ หน้าที่สำคัญของ chorion คือ ป้องกันตัวอ่อนจากอันตรายภายนอก

2. Outer cuticular membrane มีหน้าที่สำหรับป้องกันตัวอ่อน จากการซึมเข้าของก๊าซ ต่าง ๆ ทำหน้าที่เหมือนเยื่อกรอง (semipermeable membrane) ซึ่งจะกรองเฉพาะสิ่งที่ต้องการให้เข้าไปเท่านั้น

3. The embryonic cuticle เป็นเยื่อบางใสแต่มีความยืดหยุ่นมาก ห่อหุ้มตัวอ่อนอยู่โดยมี inner cuticular membrane (hatching membane) กั้นอยู่อีกชั้นหนึ่ง

ข้อควรคำนึงในการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย

1 ในการเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย ควรใช้ถังรูปทรงกระบอก ก้นถังมีลักษณะเป็นกรวยเพราะจะทำให้สามารถให้อากาศได้อย่างทั่วถึง

2 อาร์ทีเมียที่จะนำไปให้แก่ลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน ควรเป็นอาร์ทีเมียที่เพิ่งฟัก (Instar I) เพราะตัวอ่อนระยะนี้เป็นช่วงที่มีไข่แดงเก็บสะสมอยู่

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเพาะฟัก

1 ความหนาแน่นของไข่อาร์ทีเมีย ความหนาแน่นของไข่อาร์ทีเมียที่เหมาะสมอยู่ประมาณ 2 กรัมต่อน้ำทะเล 1 ลิตร

2 แสง อัตราการฟักของไข่อาร์ทีเมียในสภาพที่มีแสงสว่าง มีอัตราการเพาะฟักสูงกว่าไข่ที่เพาะฟักในที่มืด

3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำที่ใช้ในการเพาะฟักควรปรับให้มีความเป็นด่างอ่อน ๆ ระหว่าง 7.5-9 ช่วงที่เหมาะสมที่สุดประมาณค่า pH ประมาณ 8.5

4 อุณหภูมิ น้ำที่ใช้เพาะฟักไข่อาร์ทีเมียอุณหภูมิอยู่ในช่วงระหว่าง 20-34°C แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการฟักออกเป็นตัวจะเร็วขึ้น

5 ความเค็ม ตามปกติความเค็มที่ใช้อยู่ในช่วงระหว่าง 10-30 ส่วนในพัน

6 ออกซิเจน ปริมาณออกซิเจนควรอยู่ในระดับอย่างน้อย 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ส่วนในล้าน; ppm) เพื่อให้ประสิทธิภาพในการเพาะฟักสูงสุด (ปกติ 4-6 ส่วนในล้าน)

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเพาะฟักอาร์ทีเมีย
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการเก็บเกี่ยวอาร์ทีเมีย

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.ขวดโหลแก้วขนาดปริมาตร 10 ลิตร
2.น้ำทะเลความเค็ม 20 ppt.
3. หัวทราย
4.สายแอร์ปั๊ม
5.สวิงกรองอาร์ทีเมีย
6.ไข่อาร์ทีเมีย
7.สวิงกรองอาร์ทีเมีย
8. ฟอร์มาลีน

<u>วิธีการศึกษา</u>

1.ทำความสะอาดขวดโหลแก้วขนาดความจุ 10 ลิตร

2.เติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วความเค็ม 20 ppt.ลงในขวดโหลแก้วให้ได้ปริมาตร 8 ลิตร

3.นำไข่อาร์ทีเมีย (ประมาณ 1-5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร) ใส่ลงในขวดโหลแก้ว ซึ่งได้เตรียมน้ำความเค็มที่เหมาะสมไว้ก่อนแล้ว และให้อากาศตลอดเวลา

4.ใช้ระยะเวลาเพาะฟักประมาณ 15-48 ชั่วโมง ไข่จะฟักออกเป็นตัว

5.ทำการเก็บเกี่ยวอาร์ทีเมีย โดยนำขวดโหลที่ใช้เทปพลาสติกปิดด้านข้างเหลือด้านล่างไว้ประมาณ 1นิ้ว เพื่อให้แสงเข้าทางด้านล่าง นำมาเปลี่ยนกับขวดโหลแก้วที่ใช้เพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย หยุดการให้อากาศแล้วปิดฝาขวดโหลแก้วด้วยวัตถุทึบแสง ตัวอ่อนของอาร์ทีเมียจะมารวมกันอยู่ที่ก้นขวดโหลแก้ว ซึ่งถ้าใช้แสงสว่างล่อด้วยจะทำให้ตัวอ่อนมารวมกันที่ก้นขวดโหลเร็วขึ้น

6.ใช้สายยางขนาดเล็ก หรือสายแอร์ปั้ม ดูดตัวอาร์ทีเมียบริเวณก้นขวดโหลแก้ว โดยใช้สวิงอาร์ทีเมียกรองเอาตัวอาร์ทีเมีย

7.นำอาร์ทีเมียไปฆ่าเชื้อด้วย ฟอร์มาลิน 50-100 ppm.แช่เป็นระยะเวลา 6 -12 ชั่วโมง

บทปฏิบัติการที่ 8
การเพาะพันธุ์ปลากะพงขาว

<u>บทนำ</u>

การเพาะพันธุ์ปลากะพงขาวในประเทศไทยมีด้วยกัน 3 วิธี

1 การเพาะพันธุ์โดยวิธีผสมเทียม

วิธีนี้เป็นวิธีดั้งเดิมที่ประสบความสำเร็จเป็นครั้งแรก ในการเพาะขยายพันธุ์ปลากะพงขาว การเพาะพันธุ์โดย ทำการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่จับได้จากแหล่งวางไข่ มาทำการเพาะพันธุ์โดยจะคัดปลาเพศเมียที่ไข่แก่พร้อมจะผสมพันธุ์กับเพศผู้ที่มีน้ำเชื้อดี แล้วจะนำไปรีดไข่ผสมกับน้ำเชื้อ เป็นการเพาะพันธุ์โดยวิธีการผสมเทียม ในการตรวจดูว่าเพศเมียมีไข่สมบูรณ์พร้อมที่จะผสมได้หรือไม่นั้น จะใช้สายยางขนาดเล็กดูดเอาไข่บางส่วนออกมาทำการตรวจดู ไข่ปลากะพงขาวที่สามารถผสมเทียมได้จะมีลักษณะฟองไข่กลมผิวเต่งตึง ไม่ติดกัน มีความเป็นมัน และลื่น มีสีเหลืองอ่อนและใส เป็นไข่ที่มีคุณสมบัติลอยตัวได้ดีในน้ำที่มีความเค็มในช่วง 25-32 ppt. การรีดไข่แต่ละครั้งจะได้ไข่ประมาณ 250,000-400,000 ฟอง/ตัว ไข่ที่ผสมแล้วจะถูกลำเลียงไปฟักและอนุบาลที่บ่อเพาะฟักต่อไป

2 การเพาะพันธุ์โดยวิธีธรรมชาติ

การเพาะพันธุ์วิธีนี้จะต้องเลี้ยงปลากะพงขาวไว้สำหรับเป็นพ่อแม่พันธุ์ โดยพ่อแม่พันธุ์ต้องมีอายุประมาณ 3 ปี และน้ำหนักตัว 3 กิโลกรัมขึ้นไป การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ต้องให้อาหารที่มีคุณค่าสม่ำเสมอ คุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงต้องดีพอ หรืออาจจะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ในกระชังก็ได้ พอถึงฤดูที่ปลาสืบพันธุ์วางไข่ (เมษายน-ตุลาคม) จะทำการคัดเลือกปลากะพงขาวเพศเมียที่มีท้องอูมนิ่มและขยายกางออก ซึ่งแสดงว่ามีไข่แก่ ปลาเพศผู้ที่มีน้ำเชื้อสมบูรณ์ ปล่อยในบ่อเพาะพันธุ์ในอัตราส่วนเพศผู้และเพศเมีย 1:1 บ่อเพาะพันธุ์ขนาด 120-150 ตัน จะปล่อยปลาประมาณ 12-15 คู่ การเพาะพันธุ์ต้องมีการปล่อยน้ำทะเลที่สะอาดไหลลงบ่ออยู่เสมอ เพื่อรักษาคุณสมบัติของน้ำในบ่อให้ดีอยู่ตลอดเวลา ปลากะพงขาวที่มีไข่แก่สมบูรณ์ก็จะวางไข่ทุกเดือนตลอดฤดูกาล วิธีนี้เป็นการเพาะพันธุ์ปลากะพงขาวได้ผลดีมาก สามารถวางไข่ได้เดือนละหลายล้านฟอง

3 การเพาะพันธุ์โดยวิธีการฉีดฮอร์โมนกระตุ้น

วิธีนี้คล้ายกับวิธีที่ 2 โดยจะต้องเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์เอาไว้ให้มีอายุ 3 ปี และมีน้ำหนัก 3 กิโลกรัมขึ้นไปเช่นกัน และเมื่อถึงฤดูวางไข่จะทำการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ Puberogen ให้แก่ปลาเพศเมียที่มีไข่แก่ในอัตรา 50 หน่วย/กิโลกรัมของน้ำหนักแม่พันธุ์ และฉีด Puberogen ให้แก่ปลาเพศผู้ในอัตรา 25-30 หน่วย/กิโลกรัมของน้ำหนักปลา หลังจากนั้นจึงนำปลาที่ฉีดฮอร์โมนแล้ว ปล่อยรวมกันในบ่อเพาะพันธุ์ขนาด 120-150 ตัน

จำนวน 12-15 คู่ ผลของการใช้ฮอร์โมนกระตุ้นจะทำให้ปลากะพงขาววางไข่ได้ เช่นเดียวกับวิธีที่ 2 โดยจะได้ไข่ปลาหลายล้านฟองเช่นเดียวกัน

การฟักไข่

ไข่ของปลากะพงขาวเป็นไข่ลอยน้ำ ปลากะพงขาวจะวางไข่ในตอนกลางคืน การเก็บรวบรวมไข่ก็สามารถเก็บรวบรวมได้ในตอนเช้า ไข่จะถูกรวบรวมโดยการใช้สวิงช้อน หรือการใช้ผ้าอวนขนาดใหญ่รวบรวมไข่จากบ่อเพาะพันธุ์ปลา แล้วนำไข่ที่รวบรวมได้ไปล้างน้ำให้สะอาด นำไปฟักในถัง อัตราส่วน ไข่ปลา 50,000-80,000 ฟอง/น้ำทะเล1ตัน ลูกปลาที่ฟักออกจากไข่จะถูกเลี้ยงจนอายุ 20-22 วัน ปลาก็จะโตมีขนาดไม่เท่ากัน และจะเริ่มกินกันเอง จึงทำการคัดขนาดด้วยกะละมังพลาสติกเจาะรูขนาดต่าง ๆ กัน ปลาขนาดใหญ่ความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตรขึ้นไป ก็แยกไปเลี้ยงด้วยอัตราปล่อย 3,000-4,000 ตัว/น้ำทะเล 1 ตัน ส่วนปลาขนาดเล็กกว่าขนาด 0.5 เซนติเมตร ก็จะเลี้ยงด้วยอัตราปล่อย 8,000-10,000 ตัว/น้ำทะเล 1 ตัน การคัดขนาดลูกปลาจะต้องทำการคัดทุก ๆ 4-5 วัน

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเพาะพันธุ์ปลากะพงขาว
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการฟักไข่ปลากะพงขาว

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.บ่อซิเมนต์ขนาดความจุ 10 ตัน
2.ถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 2 ตัน
3.พ่อแม่พันธุ์ปลากะพงขาว
4.ฮอรโมนสังเคราะห์ Puberogen และ ยาเสริมฤทธิ์
5.สายแอร์ปั้ม
6.หัวทราย
7.อวนลากจับพ่อแม่ปลา
8.สวิงจับปลา
9.สวิงกรองไข่ปลา
10. แก้วดูไข่ปลา

<u>วิธีการศึกษา</u>

การเพาะพันธุ์ปลากะพงขาว

1.ทำการฉีดฮอร์โมนสังเคราะห์ Puberogen และยาเสริมฤทธิ์ ให้แก่ปลาเพศเมียที่มีไข่แก่ในอัตรา 50 หน่วย/กิโลกรัมของน้ำหนักแม่พันธุ์ และฉีด Puberogen และยาเสริมฤทธิ์ ให้แก่ปลาเพศผู้ในอัตรา 25-30 หน่วย/กิโลกรัมของน้ำหนักปลา

2.นำปลาที่ฉีดฮอร์โมนแล้ว ปล่อยรวมกันในบ่อเพาะพันธุ์ขนาด 10 ตัน จำนวน 4 คู่ โดยให้แอร์ปั้มตลอด

3.ทำการตรวจสอบการวางไข่ของแม่พันธุ์ปลากระพงขาวโดยการใช้แก้วใส ตักน้ำในบ่อเพาะพันธุ์ปลาขึ้นมาดู โดยให้แสงผ่าน หากพบมีไข่ปลาอยู่ในน้ำแสดงว่าปลาไข่แล้ว

4.ทำการจับพ่อแม่พันธุ์ออกจากบ่อเพาะพันธุ์ หลังจากนั้นทำการรวบรวมไข่ปลาโดยการปลอ่ยน้ำออกจากบ่อ แล้วใช้สวิงอวนตาถี่หรือผ้าโอล่อนแก้วรองรับไข่

การฟักไข่

1.เตรียมถังฟักไข่ขนาดความจุ 2 ตัน เติมน้ำทะเลความเค็ม 20 ppt.ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแล้วให้แอร์ปั้มเบาๆ ตลอด

2.นำไข่ที่รวบรวมได้ไปล้างน้ำให้สะอาด นำไปใส่ในถังฟักไข่อัตราส่วน ไข่ปลา 50,000-80,000 ฟอง/น้ำทะเล1ตัน เพิ่มความแรงของแอร์ปั้มเพื่อไม่ให้ไข่ปลาจมอยู่บริเวณพื้นก้นบ่อ แต่ไม่แรงจนเกินไปอาจทำให้ไข่แตกได้

3.ทำการฟักไข่เป็นระยะเวลา 12-24 ชั่วโมงไข่ก็จะฟักออกเป็นตัวทั้งหมด ในระหว่างนี้ต้องคอยดูแลแอร์ปั้มไม่ให้เบาหรือแรงเกินไป

บทปฏิบัติการที่ 9
การอนุบาลลูกปลากะพงขาว

<u>บทนำ</u>

การอนุบาลลูกปลากะพงขาว

ในการอนุบาลลูกปลากะพงขาววัยอ่อนสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งคือ การเตรียมอาหารลูกปลาวัยอ่อน อาหารที่ให้ในระยะแรกที่ลูกปลาเริ่มกินอาหารคือ แพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดเล็กมาก มีชื่อว่าโรติเฟอร์ ซึ่งลูกปลาวัยอ่อนชอบกิน และทำให้ลูกปลาโตเร็วและแข็งแรง ในระยะที่ให้โรติเฟอร์แก่ลูกปลา ควรใส่ Chlorella ลงไปด้วย เพื่อจะได้เป็นอาหารของโรติเฟอร์ และโรติเฟอร์สามารถขยายพันธุ์ในบ่อได้ เริ่มให้อาร์ทีเมียแก่ลูกปลาอายุประมาณ 10-14 วัน เมื่อลูกปลาอายุประมาณ 22-25 วันขึ้นไปให้กินกุ้งเคย และเนื้อปลาสดสับละเอียด

ตารางที่1 อาหารที่ใช้สำหรับในการอนุบาลลูกปลากะพงขาวในช่วงอายุ 1- 45 วัน (ที่มา:สโมสรนิสิตคณะประมง, 2531)

อายุ (วัน)	ชนิดของอาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปลากะพงขาวอายุ 1-45 วัน (%)				
	Chlorella	Rotifer	Artemia	Mysid	Fish meat
1	-	-	-	-	-
2-4	75	25	-	-	-
5-9	-	100	-	-	-
10-14	-	75	25	-	-
15-21	-	25	75	-	-
22-25	-	-	50	25	25
26-30	-	-	25	25	50
30-45	-	-	-	25	75

ในกรณีที่หา Mysid ไม่ได้ก็ใช้ลูกน้ำ หรือ Artemia ตัวเต็มวัยแทน ในการอนุบาลลูกปลานั้นจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 2 ใน 3 ของปริมาณน้ำทั้งหมด พร้อมทั้งดูดตะกอนทุกวัน น้ำที่ใช้อนุบาลลูกปลา มีความเค็มในช่วง 25-30 ppt ลูกปลาที่ทำการอนุบาล 30-35 วัน จะมีขนาด 1-1.5 เซนติเมตร และบางตัวมีขนาด 1-2 นิ้ว

1 สภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่ต้องระมัดระวังในการอนุบาลลูกปลากะพงขาววัยอ่อน

1.1 อุณหภูมิ ปกติอุณหภูมิในบ่ออนุบาลปลาวัยอ่อน เฉลี่ยประมาณ 27°C

1.2 แสงสว่าง ปกติลูกปลาจะเคลื่อนที่เข้าหาแสงแต่แสงสว่างที่จ้าเกินไป จะมีผลต่อระบบสายตาของลูกปลา

1.3 โรค โรคที่เกิดขึ้นกับปลาเท่าที่ปรากฏมีโรคจากโปรโตซัว (Ciliated Protozoa) ทำให้ปลาเกิดอาการระคายเคือง มีเมือกหุ้มเหงือกทำให้หายใจไม่สะดวก วิธีการแก้ไขใช้ฟอร์มาลีนเข้มข้น 500 ppm แช่นาน 10-15 นาที ติดต่อกัน 2-3 วัน

2 การคัดขนาด

การคัดขนาดลูกปลาเป็นเรื่องที่จำเป็นมาก มีผลต่ออัตราการรอดของลูกปลากะพงขาว ถ้าไม่คัดขนาดลูกปลาจะกินกันเอง จะเริ่มคัดขนาดเมื่อลูกปลาอายุได้ 2 สัปดาห์ ทำได้โดยวิธีง่ายๆคือ ใช้ภาชนะที่เจาะรูซึ่งมีหลายขนาดด้วยกัน แยกปลาที่มีขนาดเดียวกันไว้ด้วยกัน

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการอนุบาลลูกปลากะพงขาวระยะหลังฟักจนถึงอายุ 45 วัน
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการคัดขนาดลูกปลา

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. บ่อซิเมนต์ที่มีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 4 เมตรสูง 1 เมตร
2. กะละมังพลาสติกเจาะรูสำหรับคัดขนาดลูกปลา
3. ลูกปลากะพงขาว
4. อาหารลูกปลากะพงขาวได้แก่ โรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย ปลาสดสับ
5. อุปกรณ์เปลี่ยนถ่ายน้ำ

<u>วิธีการศึกษา</u>

1.ทำความสะอาดบ่อซิเมนต์ที่มีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 4 เมตรสูง 1 เมตร เติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแล้วให้มีควาสูงประมาณ 50 เซนติเมตร

2.นำลูกปลาที่ฟักออกจากไข่ปล่อยลงในบ่อที่เตรียมไว้ เริ่มให้อาหารในวันที่ 2 ในเมื้อเย็นหลังจากฟักออกจากไข่ โดยให้อาหารตามตาราง1ในบทนำ

3. ลูกปลาที่ฟักออกจากไข่จะเลี้ยงจนอายุ 20-22 วัน ปลาก็จะโตมีขนาดไม่เท่ากันและจะเริ่มกินกันเอง จึงทำการคัดขนาดด้วยกะละมังพลาสติกเจาะรูขนาดต่าง ๆ กัน ปลาขนาดใหญ่ความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตรขึ้นไป ก็แยกไปเลี้ยงด้วยอัตราปล่อย 3,000-4,000 ตัว/น้ำทะเล 1 ตัน ส่วนปลาขนาดเล็กกว่าขนาด 0.5 เซนติเมตร ก็จะเลี้ยงด้วยอัตราปล่อย 8,000-10,000 ตัว/น้ำทะเล 1 ตัน การคัดขนาดลูกปลาจะต้องทำการคัดทุก ๆ 4-5 วัน

4. เริ่มการเปลี่ยนถ่ายน้ำเมื่อลูกปลาอายุประมาณ 1 สัปดาห์ โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำวันละประมาณ 20 เปอร์เซ็นและอัตราเปลี่ยนถ่ายน้ำมากขึ้นเมื่อลูกปลาเริ่มกินปลาสดสับ อายุประมาณ 22 วันขึ้นไป

5. อนุบาลเป็นระยะเวลา 45 วันจะได้ลูกปลาขนาด 1 เซนติเมตร หรือที่เรียกว่าปลาขนาดใบมะขาม

บทปฏิบัติการที่ 10
การเลี้ยงปลากะพงขาวในบ่อดิน

บทนำ

การเลี้ยงปลากะพงขาวในบ่อดิน

1 แหล่งพันธุ์ปลา

การรวบรวมลูกพันธุ์ปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ มีจำนวนที่ไม่แน่นอน ปริมาณลูกปลาที่รวบรวมได้มีปริมาณที่ไม่มากพอกับความต้องการเลี้ยง ดังนั้นแหล่งลูกพันธุ์ที่สำคัญ ได้แก่ ลูกพันธุ์ปลาจากหน่วยงานในสังกัดกรมประมงหรือโรงเพาะฟักปลากะพงขาวของเอกชน

2 การเลือกสถานที่สร้างบ่อ

การเลี้ยงปลากะพงขาว ผู้เลี้ยงจะต้องพิจารณาถึงสถานที่ในการสร้างบ่อเพื่อให้ความเหมาะสมกับสภาพของปลา ที่เลี้ยง สิ่งสำคัญที่ผู้เลี้ยงควรพิจารณามีดังนี้

ดิน คุณสมบัติของดินที่ความเหมาะสมที่ใช้ในการสร้างบ่อเลี้ยง ควรจะเป็นบ่อดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย

แหล่งน้ำ ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำเป็นสำคัญ เพราะในการเลี้ยงปลาจะต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำอยู่เสมอ ๆ ต้องมีน้ำใช้ตลอดปี คุณภาพของน้ำจะต้องดีและมีความเหมาะสม

แหล่งชุมชน สถานที่เลี้ยงปลากะพงขาวที่ดี ควรอยู่ใกล้แหล่งชุมชนพอสมควร แต่จะต้องอยู่ห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยน้ำเสียลงในแม่น้ำลำคลอง

การคมนาคม สถานที่เลี้ยงปลากะพงขาวที่ดี ควรมีการคมนาคมขนส่งที่สะดวก เพราะสะดวกในการติดต่อสื่อสารต่าง ๆ

สภาพสังคม สภาพของสังคมในบริเวณที่เลี้ยงปลากะพงขาว มีความเหมาะสม ไม่มีโจรผู้ร้ายชุกชุม

3 การเตรียมบ่อ

3.1 บ่อใหม่ หมายถึงบ่อที่เพิ่งทำการขุดเสร็จใหม่ ๆ ยังไม่ได้มีการเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดใด ๆ มาก่อน ในการเตรียมบ่อโดยวิธีนี้ จะต้องกระทำตามขั้นตอนที่ควรพิจารณาถึงความเหมาะสมดังนี้

1 การปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้มีความเหมาะสม โดยการใช้ปูนขาวเพื่อปรับค่า pH ของดินให้สูงขึ้น ปริมาณที่ใช้ขึ้นอยู่กับค่า pH ของดิน แต่โดยทั่วไปใช้ในปริมาณ 100 กก./ไร่ ตามคำแนะนำของกรมประมง โดยโรยปูนขาวให้ทั่วบ่อ

2 การตากบ่อ ซึ่งจะใช้ระยะเวลาประมาณ 1 เดือนขึ้นไป

3.2 บ่อเก่า ในการเตรียมบ่อที่เคยเลี้ยงสัตว์น้ำมาแล้ว จะเริ่มจากการสูบน้ำจากบ่อให้หมด ขุดลอกเลน และกำจัดเศษวัชพืชและศัตรูของปลาออก ตากบ่อทิ้งไว้ให้แห้ง ในกรณีที่ไม่สามารถจะสูบน้ำออกจากบ่อให้หมดได้ ให้ใช้โล่ติ๊นในอัตราส่วน 10 กิโลกรัมต่อพื้นที่บ่อ 1 ไร่ ระดับน้ำ 30-50 เซนติเมตร ปลาที่ไม่ต้องการจะตายในที่สุด จับปลาเหล่านั้นให้หมดไปจากบ่อ สูบน้ำเข้าให้ได้ระดับ แล้วปล่อยทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ จึงระบายน้ำออกแล้วใส่น้ำใหม่จะได้น้ำที่ใช้งานได้ทันที

4 อัตราการปล่อยลูกปลากะพงขาว

การปล่อยลูกปลากะพงขาวนั้น ควรปล่อยปลาในอัตราความหนาแน่นที่มีความเหมาะสม ในการเลี้ยงปลาแบบผสมผสาน ถ้าจะปล่อยปลากะพงขาวควรได้คำนึงถึง จำนวนปลาชนิดอื่น ๆ ที่มีในบ่อ อัตราการปล่อยลงเลี้ยงรวมประมาณ 10-50 ตัวต่อพื้นที่ 1 ไร่ ส่วนการเลี้ยงปลากะพงขาวเพียงชนิดเดียว อัตราการปล่อยปลาลงเลี้ยงจะปล่อยปลาได้ประมาณ 5-20 ตัวต่อตารางเมตร

5 อาหารและการให้อาหาร

อาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะพงขาวในปัจจุบัน ได้แก่ ปลาเป็ด หรือปลาสด ซึ่งเป็นอาหารชนิดเดียวกับการเลี้ยงในกระชัง ขนาดของอาหารมีความสำคัญมาก เพราะปลากะพงขาวจะกินอาหารที่มีขนาดพอดีกับปาก โดยวิธีการฮุบอาหารบนผิวน้ำ เมื่ออาหารตกลงสู่พื้นบ่อปลากะพงขาวจะไม่กินอาหารเหล่านั้น ทำให้น้ำเน่าเสียได้ หลักการให้อาหารปลากะพงขาว จึงพอจะสรุปได้ดังนี้

1 ให้อาหารวันละ 1-2 ครั้ง ตรงตามเวลา

2 ให้อาหารเป็นที่ เช่น บริเวณที่ใกล้กับประตูน้ำ หรือบริเวณท่อระบายน้ำเข้า

3 หลีกเลี่ยงการให้อาหารบริเวณมุมบ่อทั้งสี่ เพราะจะทำให้เกิดการหมักหมมของอาหารที่เหลือได้ง่าย

4 ให้อาหารปลาครั้งละน้อย ๆ รอจนอาหารหมดก่อนจึงให้ต่ออีกเช่นนี้เรื่อยไป

5 ปริมาณอาหารที่ให้จะสังเกตได้จากปลาจะไม่ขึ้นมากินอาหารอีก จึงหยุดให้อาหาร

นอกจากปลาเป็ดแล้ว เกษตรกรยังสามารถให้ปลาเล็ก ๆ หรือกุ้งที่มีอยู่ในบ่อ อาหารผสม หรืออาหารเม็ดลอยน้ำ ก็สามารถที่จะเป็นอาหารให้กับปลากะพงขาวได้ดี ถ้าหากปลาอดอาหารพบว่าปลากะพงขาวจะกินกันเองด้วย

6 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ที่นิยมใช้มี 2 วิธีด้วยกัน คือ

6.1 การเติมน้ำเข้าทุก ๆ วัน

6.2 การถ่ายน้ำเก่าออกประมาณ 50-75 เปอร์เซ็นต์ แล้วระบายน้ำใหม่เข้าสู่บ่อ ซึ่งนิยมมาก เมื่อน้ำเริ่มเสีย

7. การจับปลากะพงขาว

อวนเป็นอุปกรณ์จับสัตว์น้ำที่นิยมใช้กันมากที่สุด การจับปลากะพงขาวในบ่อดิน เมื่อระยะเวลาในการเลี้ยงเข้าสู่เดือนที่ 4 เป็นต้นไป จะสามารถใช้อวนลากตามความยาวของบ่อได้

ผลผลิตของปลากะพงขาวในบ่อดิน ผลผลิตโดยทั่วไปในระยะเวลาการเลี้ยง 6 เดือนจะให้ผลผลิตประมาณ 400 กิโลกรัมต่อพื้นที่ของบ่อ 1 ไร่

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเลี้ยงปลากะพงขาว
2. เพื่อให้นักศึกษาฝึกการทำงานเป็นทีม ฝึกความอดทน

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.บ่อดินขนาดพื้นที่ 1 ไร่

2.ลูกปลากะพงขาวขนาด 3 นิ้ว

3.อาหารเม็ดเล็กลอยน้ำ

4 อาหารเม็ดขนาดกลางลอยน้ำ

5.อาหารเม็ดขนาดใหญ่ชนิดลอยน้ำ

6.ปูนขาว

7.ปุ๋ยยูเรีย

<u>วิธีการศึกษา</u>

1.ทำการเตรียมบ่อดินเลี้ยงปลากะพงขาวตามวิธีการในบทนำ และกั้นคอกเพื่อไม่ให้ลูกปลากระจัดกระจายไปทั่วบ่อ ให้ลูกปลาอาศัยอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของบ่อ เพื่อสะดวกต่อการจัดการ

2.ทำสีน้ำด้วยปุ๋ยยูเรีย เพื่อไม่ให้สาหร่ายขึ้นบริเวณพื้นก้นบ่อใช้ระยะเวลา 1-2 สัปดาห์

3.นำลูกปลาขนาดความยาวประมาณ 3 นิ้วสุ่มตัวอย่างมาชั่งวัดบันทึกผลและปล่อยในคอกที่ได้เตรียมไว้ในอัตราส่วน 5 ตัว/ตารางเมตร

4.ให้อาหารปลากะพงขาววันละ 2 มื้อเช้าเย็นโดยให้จนปลาอิ่ม ทำการจดบันทึกน้ำหนักอาหารจนสิ้นสุดการศึกษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน

5.อาหารที่ให้เปลี่ยนขนาดอาหารตามอายุของปลากะพงขาวโดยปลาตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนอายุ 2 เดือนให้อาหารเม็ดเล็กลอยน้ำ ปลาอายุ 2-4 เดือนให้อาหารขนาดกลางลอยน้ำ ปลาอายุ 4-6 เดือน ให้อาหารอาหารเม็ดขนาดใหญ่ชนิดลอยน้ำ

6.ชั่งน้ำหนักวัดความยาวปลากะพงขาวทุกๆ 2 สัปดาห์

7. การจัดการด้านการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เริ่มเลี้ยง -2 เดือน ๆ ละ 2 ครั้ง อายุ 2-4 เดือน สัปดาห์ละ1 ครั้ง อายุ 4-6 เดือน สัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์

บทปฏิบัติการที่ 11
การเลี้ยงปลากะรังในกระชัง

<u>บทนำ</u>

การเลือกสถานที่ตั้งกระชัง

ตำแหน่งที่ตั้งกระชัง จุดที่ตั้งกระชังในทะเล ต้องเป็นจุดที่กำบังลมได้ดี จุดที่ตั้งกระชังควรมีภูเขา เกาะแก่ง บดบังทิศทางของลมทั้งสองชนิดนี้ได้

ความลึกของน้ำ กระชังเลี้ยงปลากะรังมักจะสร้างให้มีความลึก 2 เมตร ดังนั้นเมื่อน้ำลดลงต่ำสุด ความลึกของน้ำควรลึกมากกว่า 2 เมตร

คุณสมบัติของน้ำ คุณสมบัติของน้ำที่สำคัญคือ ความเค็มของน้ำ ไม่ต่ำกว่า 15 ppt. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่ควรต่ำกว่า 3 ppm. ตลอดทั้งวัน และอุณหภูมิของน้ำที่มีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 25 - 30 องศาเซลเซียส

ควรใกล้แหล่งลูกพันธุ์เนื่องจากลูกพันธุ์ปลา ในการเลี้ยงปลาชนิดนี้ต้องรวบรวมจากธรรมชาติเป็นหลัก การอยู่ใกล้แหล่งลูกพันธุ์จะช่วยให้สามารถซื้อลูกปลาที่มีคุณภาพดี และราคาถูก

ควรใกล้แหล่งอาหาร แหล่งอาหารในที่นี้หมายถึงแพปลา การอยู่ใกล้แหล่งอาหารจะสามารถซื้อปลาที่สด ๆ ให้ปลาในกระชังกินได้ทุก ๆ วัน และได้ปลาที่มีราคาถูก

หลีกเลี่ยงสภาพสังคมที่ไม่ดี หากติดตั้งกระชังในแหล่งที่สภาพสังคมไม่ดี มีการลักขโมยอยู่เป็นประจำปลากะรังที่มีราคาที่ดี มีขนาดใกล้จำหน่าย อาจจะถูกลักขโมยไปได้

วิธีการเลี้ยงปลากะรังในกระชัง

อัตราการปล่อยปลา กรมประมงได้แนะนำอัตราในการปล่อยปลากะรัง ที่มีขนาดความยาว 7-8 เซนติเมตร ในอัตรา 15 ตัวต่อตารางเมตร ในต่างประเทศซึ่งเป็นเพื่อนบ้านเรานั้น ได้แนะนำอัตราปล่อยปลาชนิดนี้ 60 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับอัตราปล่อยที่เหมาะสม ในบ้านเรานั้นขึ้นอยู่กับสถานที่เลี้ยง ขนาดของปลาที่เริ่มปล่อย และรูปร่างของกระชัง ในที่นี้ขอแนะนำให้ปล่อยปลาขนาด 100 กรัมขึ้นไป อัตราตั้งแต่ 15 ตัว ต่อตารางเมตร ถึง 60 ตัวต่อตารางเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังกล่าว

การให้อาหารปลากะรัง อาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะรังได้แก่ พวกปลาเป็ดและปลาหลังเขียวฯลฯ ควรเป็นอาหารที่สด นำมาหั่นให้พอดีกับขนาดของปากปลา การประมาณการให้อาหาร ใช้วิธีการสังเกต โดยค่อยๆ โยนให้ทีละน้อย เมื่อหมดแล้วหว่านให้ใหม่ จนปลาไม่กินอาหาร หากสภาพแวดล้อมปกติ ควรเพิ่มอาหารทุก ๆ วัน ปลากะรังจะลดการกินอาหาร เมื่อมีคลื่นลมแรง และวันที่มีฝนตก แต่ละวันจะให้อาหารปลาวันละ 1-2 ครั้ง ตรงตามเวลาทุก ๆ วัน

การดูแลรักษากระชัง เนื้ออวนเป็นส่วนที่ชำรุด เสียหายได้โดยง่ายที่สุด ควรตรวจดูอย่างสม่ำเสมอ เมื่อใช้กระชังไปนาน ๆ จะทำให้ตะไคร่น้ำ เพรียง จับเนื้ออวน ดังนั้นควรทำความสะอาด กระชังอย่างน้อยเดือนละ 2 ครั้ง หรือเปลี่ยนเนื้ออวนเก่าออก นำเนื้ออวนใหม่เข้าแทน

การเจริญเติบโตของปลา ระยะเวลาในการเลี้ยงปลากะรังนั้นไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับขนาดของปลาที่ปล่อย และขนาดที่จับขาย สำหรับอัตราแลกเนื้อนั้นอยู่ในช่วง 3-8 :1 ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารปลาที่เลี้ยง

การจับและการลำเลียง จะเริ่มจับปลาเมื่อปลามีขนาดตามที่ตลาดต้องการ ซึ่งมักจะอยู่ในช่วง 0.5-1.5 กิโลกรัม การลำเลียงปลาขนาดใหญ่ โดยใช้รถยนต์ ภายในรถยนต์มีถัง พลาสติกขนาดความจุ 60 ลิตร บรรจุน้ำเต็มถัง ใช้แอร์ปั๊มเป่าให้อากาศตลอดเวลา ปลาขนาด 600-800 กรัม บรรจุปลาลงไป 10-15 ตัวต่อถัง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเลี้ยงปลากะรังในกระชัง
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะในการซ่อมแซมและดูแลกระชัง

อุปกรณ์และสารเคมี

1.กระชังเลี้ยงปลากะรังกว้างxยาวxสูง 3x3x2.5 ตารางเมตร

2.ลูกปลากะรังขนาด 4 – 5 นิ้ว

3. ปลาสด

4.ฟอร์มาลิน

5.อุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำ

วิธีการศึกษา

1.เตรียมกระชังสำหรับเลี้ยงปลากะรังขนาด กว้างxยาวxสูง 3x3x2.5 ตารางเมตร

2.นำลูกปลากะรังขนาดความยาวใกล้เคียงกันประมาณ 4 – 5 นิ้ว แช่ปลาในน้ำยาฟอร์มาลีน 37 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้น 100 ppm. เป็นเวลา 30 นาที นำไปปล่อยในกระชังอัตราการปล่อยลงเลี้ยงในกระชังประมาณ 20 ตัวต่อตารางเมตร

3.ให้อาหารปลากะรังโดยใช้ปลาสดสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้ขนาดพอดีกับปลา อาจจะต้องมีการผสมวิตามินผสมให้กินสัปดาห์ละครั้ง ให้อาหารให้ทุกวัน ๆ ละ 1 – 2 ครั้งตอนน้ำขึ้น

4.การดูแลรักษา ในช่วงการเลี้ยงต้องมีการคัดขนาด และแยกเอาปลาที่มีขนาดแตกต่างกันออกไปไว้ในแต่ละกลุ่มทุก ๆ สัปดาห์ หรือทุกๆ 10 วัน ต้องหมั่นตรวจสอบรอยรั่วหรือขาดบ่อย ๆ ถ้าหากกระชังมีรอยขาดอาจเนื่องมาจากเศษไม้เข้าไปติดตาอวน จะต้องซ่อมแซมแก้ไขทันที และทำความสะอาดทุก ๆ 1 เดือน

5. เลี้ยงเป็นระยะเวลา 8-10 เดือนสามารถจับขายได้

6.เก็บข้อมูลน้ำหนัก และความยาวของปลากะรังทุกๆ 1 เดือน จดบันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้ปลากะรังเพื่อหาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และตรวจวัดคุณภาพน้ำที่สำคัญทุก ๆ 2 สัปดาห์

บทปฏิบัติการที่ 12
การเพาะฟักกุ้งขาววานาไม

<u>บทนำ</u>

การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาว

เนื่องจากพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวนำเข้ามาจากต่างประเทศ ส่วนใหญ่มาจากประเทศไต้หวัน จีน และสหรัฐอเมริกา อาจจะมีการนำเข้าจากประเทศอื่นๆ บ้าง โดยเฉพาะประเทศแถบอเมริกาใต้ พ่อแม่พันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศไต้หวัน ลักษณะสำคัญคือส่วนหัวจะโตกว่าพ่อแม่พันธุ์จากแหล่งอื่นๆ

สำหรับการให้อาหารพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาว ประกอบด้วยอาหารสำเร็จรูป อาหารสดจำพวกหอยและหมึก ในระหว่างการเลี้ยงจะต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการให้อาหารสดน้ำจะเสียได้ง่าย เมื่อพ่อแม่กุ้งอายุประมาณ 8 เดือน น้ำหนักประมาณ 40 กรัมเป็นอย่างต่ำ สำหรับแม่พันธุ์ ส่วนพ่อพันธุ์ควรจะมีอายุมากกว่าแม่พันธุ์เพราะกุ้งตัวผู้ที่มีอายุมากกว่าจะผสมพันธุ์ดีกว่าตัวผู้ที่อายุน้อย โดยทั่วไปจะมีการตัดตากุ้งเพศเมียเพื่อให้มีการฟอร์มไข่ แต่ถ้าเป็นกุ้งเพศเมียที่มีอายุประมาณ 10 เดือน ไข่จะเริ่มฟอร์มโดยไม่ต้องตัดตา

ในระยะที่เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ช่วงแรกจะใช้หมึก มีหอยบ้าง เช่น หอยแครง ส่วนเพรียงจะนิยมให้เป็นอาหารเมื่อเข้าระยะจะฟอร์มไข่ และหลังจากตัดตา เพราะพิสูจน์แล้วว่าการให้กินเพรียงมากจะทำให้การฟอร์มไข่ดีขึ้นด้วย ตามปกติจะต้องให้อาหารสดวันละ 10-15 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว

การผสมพันธุ์และการวางไข่

ใช้วิธีการบีบตาหรือตัดตา (eyestalk ablation) เพื่อเร่งให้แม่กุ้งมีการพัฒนาไข่เร็วขึ้น จากการบีบตาจะไปยับยั้ง gonad inhibiting hormone ทำให้ความถี่ในการวางไข่ (spawning) เพิ่มขึ้นโดยรอบของการวางไข่จะใช้เวลา 3 วัน

การผสมพันธุ์นิยมใช้วิธีทางธรรมชาติ (natural mating) 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการผสมเทียม (artificial insemination) นิยมใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ (selective breeding) นิยมปล่อยกุ้งเพศผู้และเมียรวมในบ่อเดียวกันในอัตราส่วน 1:1 วิธีนี้แม่กุ้งจะเครียดน้อย ประเทศในแถบอเมริกาใต้ และอเมริกาใช้วิธีนี้กันมาก ส่วนวิธีการแยกเลี้ยงกุ้งเพศเมียและเพศผู้ เมื่อกุ้งเพศเมียไข่สุกพร้อมแล้วจึงย้ายไปใส่ลงในบ่อกุ้งเพศผู้ วิธีนี้กุ้งจะเครียดกว่า เพราะต้องจับแม่กุ้งหลายครั้ง การทำงานก็มากขึ้นด้วย วิธีนี้นิยมปฏิบัติในประเทศแถบเอเชียและออสเตรเลีย

การรวบรวมไข่และนอเพลียสกุ้งขาวแวนาไม

อาจจะใช้กุ้งตัวเมีย 1 ตัวต่อถัง (ถังไฟเบอร์ความจุ 250 ลิตร) ซึ่งต้องสิ้นเปลืองแรงงานมาก วิธีนี้นิยมปฏิบัติกันในการวิจัยเพื่อคัดเลือกทางพันธุกรรม ส่วนใหญ่นิยมปล่อยกุ้งตัวเมียรวมกันในถังเดียวกัน อาจจะมากถึง 30 ตัว วิธีนี้ใช้แรงงานน้อยกว่า นิยมกันมากและประหยัด

หลังจากแม่กุ้งวางไข่แล้ว 4-6 ชั่วโมง ใช้ไอโอดีนฆ่าเชื้อภายนอกที่อาจจะปนเปื้อนไข่แล้วนำไข่ไปฟักในถัง สำหรับแม่กุ้งน้ำหนัก 45 กรัม จะสามารถผลิตไข่ประมาณ 200,000 ฟอง/ครั้งหรือมากกว่า ซึ่งสามารถผลิตนอเพลียสได้ประมาณ 100,000 ตัว/ครั้งหรือมากกว่า ในแต่ละวันจะมีแม่กุ้งที่ได้รับการผสมพันธุ์ประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ แม่กุ้งแต่ละชุดจะใช้ในการผลิตลูกกุ้งนานประมาณ 3-4 เดือน แม่กุ้ง 1 ตัวจะสามารถผลิตนอเพลียสได้ประมาณ 1,000,000 ตัวหรือมากกว่า ถ้าสภาพแวดล้อมทุกอย่างเหมาะสม

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการเพาะพันธุ์กุ้งขาววานาไม
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการฟักไข่กุ้งขาววานาไม

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. ถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 250 ลิตร
2. แม่กุ้งที่ผ่านการผสมพันธุ์ และการกระตุ้นให้รังไข่พัฒนา
3. แอร์ปั้ม
4. สวิงจับแม่พันธุ์
5. น้ำทะเลความเค็ม 25 ppt.

<u>วิธีการศึกษา</u>

1.เตรียมถังไฟเบอร์ขนาดความจุ 250 ลิตร เติมน้ำทะเลความเค็ม 25 ppt. ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วด้วยคลอรีนลงไปในถัง 200 ลิตรให้อากาศตลอดเวลา

2.หลังจากนั้นนำแม่กุ้งที่ผ่านการผสมพันธุ์ และการกระตุ้นให้รังไข่พัฒนาโดยการบีบตา จนรังไข่พัฒนาไปจนถึงระยะที่ 3 และ 4 ใส่ลงในถังไฟเบอร์ที่เตรียมไว้ถังละ 1 ตัว

3.สังเกตุดูว่ากุ้งวางไข่หรือยัง ปกติกุ้งจะวางไข่ประมาณ 1 คืน หากพบว่ากุ้งวางไข่แล้ว ทำการจับแม่พันธุ์กุ้งออกจากถังไฟเบอร์

4.ทำการปรับความแรงของแอร์ปั้มเพื่อให้ไข่กุ้งไม่กองอยู่ที่ก้นถัง หรือไม่แรงจนทำให้ไข่แตกได้

5.คอยดูแลถังฟักไข่จนกว่าไข่จะฟักเป็นตัวภายในเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำลูกกุ้งขาววานาไมระยะนอเพียสไปอนุบาลต่อไป

บทปฏิบัติการที่ 13
การอนุบาลกุ้งขาววานาไม

<u>บทนำ</u>

การเตรียมน้ำ สำหรับอนุบาลลูกกุ้ง

ใช้น้ำเค็มจากนาเกลือที่มีความเค็มระหว่าง 80-100 พีพีที นำน้ำเค็มดังกล่าวมาผสมกับน้ำจืดให้ได้ความเค็ม 27 พีพีที ถ้าเป็นการอนุบาลในช่วงฤดูร้อน แต่ถ้าเป็นฤดูกาลอื่นๆจะใช้ความเค็ม 30 พีพีที ใช้คลอรีนผงอยู่ในรูป Calcium hypochlorite (มีส่วนประกอบของคลอรีน 60 เปอร์เซ็นต์) เติมลงไปให้ได้ความเข้มข้น 20 พีพีเอ็ม (ประมาณ 50 กรัมต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เมตร) เปิดเครื่องให้อากาศผสมคลอรีนผงให้ทั่ว ทิ้งไว้นาน 5 วันจนคลอรีนสลายตัวหมดแล้ว ดูดน้ำส่วนที่ใสเข้าไปในบ่อพัก เติมเกลือแร่ลงไปเพื่อให้แน่ใจว่ามีแร่ธาตุที่สำคัญครบถ้วน ทิ้งไว้อีก 1 วัน หลังจากนั้นให้น้ำผ่านเครื่องโอโซน เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อาจจะหลงเหลืออยู่ในน้ำ น้ำที่ผ่านเครื่องโอโซนแล้วเป็นเวลานาน 6 ชั่วโมงจะนำไปใช้ในการอนุบาลลูกกุ้ง

การให้อาหารลูกกุ้ง

ใช้บ่อกลมขนาดความจุ 2.7 ลูกบาศก์เมตร (ตัน) หลังจากเติมน้ำเต็มที่แล้วจะมีปริมาตรน้ำ 2.5 ลูกบาศก์เมตร เมื่อเริ่มอนุบาลลูกกุ้งจะใช้ระดับน้ำสูงเพียง 30 เซ็นติเมตรแล้วค่อยๆ เพิ่มระดับน้ำเรื่อยๆ จนมีปริมาตร 2.5 ลูกบาศก์เมตร สำหรับในช่วงฤดูร้อนจะเริ่มอนุบาลที่ระดับน้ำ 50 เซ็นติเมตร แล้วค่อยๆ เพิ่มปริมาณน้ำ อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส นำนอเพลียสใส่ลงไปในบ่ออนุบาลรูปทรงกลมขนาดความจุ 2.7 ลูกบาศก์เมตรในอัตราความหนาแน่นบ่อละ 500,000 ตัว

เริ่มให้อาหารหลังจากนั้น 4-6 ชั่วโมง หรือเมื่อนอเพลียสเริ่มเข้าสู่ระยะซูเอีย 1 โดยให้แพลงก์ตอนคีโตเซอรอส (*Chaetoceros* sp.) ความหนาแน่น 6,000 – 10,000 เซลล์/CC เริ่มต้นที่ปริมาณ 20 ลิตรแล้วค่อยๆ เพิ่มปริมาณทีละน้อย โดยสังเกตจากการกินอาหาร และการพัฒนาของลูกกุ้งประกอบด้วย มีการเสริมอาหารสำเร็จรูปสำหรับลูกกุ้งวัยอ่อนบ้างเล็กน้อย

- เมื่อลูกกุ้งเริ่มเข้าระยะซูเอีย 2 เริ่มเสริมอาร์ทีเมียเป็นอาหารด้วยปริมาณ 10 กรัมต่อบ่อ แล้วค่อยๆ เพิ่มปริมาณโดยสังเกตการณ์กินอาหาร และการเจริญเติบโตของลูกกุ้งประกอบในการตัดสินใจเพิ่มอาหาร ตัวอ่อนอาร์ทีเมียจะนำมาแช่ในน้ำอุ่นก่อนแล้วนำไปแช่เย็น เพื่อลดการเคลื่อนไหวลูกกุ้งจะได้กินสะดวกขึ้น ลูกกุ้งจะพัฒนาจากซูเอีย 1 จนถึงไมซิสใช้เวลานานประมาณ 5 วัน เมื่อลูกกุ้งเข้าสู่ระยะโพสลาวาร์ 1-2 (พี 1-2) จะเสริมสาหร่ายสไปรูไลน่าผงลงไปด้วย และเริ่มลดคีโตเซอรอส

การควบคุมคุณภาพน้ำ

พีเอชที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งขาวระหว่าง 7.8-8.5 อุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส ในระหว่างการอนุบาลจะมีการตรวจวัดปริมาณแอมโมเนียด้วย

เริ่มมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เมื่อลูกกุ้งอยู่ในระยะไมซิส 2-3 โดยเริ่มเปลี่ยนถ่ายน้ำเล็กน้อยตามความเหมาะสม การอนุบาลตั้งแต่ระยะนอเพลียสจนถึงระยะพี 1-2 ใช้น้ำความเค็มปกติ แต่เมื่อลูกกุ้งเข้าสู่ระยะตั้งแต่พี 3-4 จะเริ่มลดความเค็มของน้ำ เพื่อลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียวิบริโอ และกำจัดลูกกุ้งที่อ่อนแอ ไม่แข็งแรงออกไป ลูกกุ้งที่เหลือจะมีเฉพาะตัวที่แข็งแรงเท่านั้น การลดความเค็มของน้ำมีการลดในตอนเช้าประมาณ 5 พีพีที และตอนเย็น 5 พีพีที ดังนั้นภายในวันที่ 3 จะสามารถลดความเค็มให้เหลือ 5 พีพีที ลูกกุ้งจะอยู่ในระยะพี 7-8

ถ้าต้องการนำลูกกุ้งไปเลี้ยงที่น้ำความเค็มสูงกว่า 5 พีพีที ก็ปรับเพิ่มความเค็มขึ้นมาใหม่ตามที่ต้องการ อัตรารอดสำหรับอนุบาลลูกกุ้งโดยเฉลี่ยประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์

อายุที่เหมาะสมสำหรับลูกกุ้ง

ลูกกุ้งขาวที่เหมาะสมเพื่อนำไปเลี้ยงในบ่อควรมีอายุไม่ต่ำกว่าระยะพี 12 เนื่องจากลูกกุ้งตั้งแต่ระยะพี 10 จะมีการพัฒนาเหงือกสมบูรณ์ ในกรณีที่ต้องการเลี้ยงในน้ำที่มีความเค็มต่ำ ควรจะอนุบาลให้ลูกกุ้งมีอายุมากกว่าพี 12 อัตรารอดจะสูงขึ้น

ความสมบูรณ์แข็งแรงของลูกกุ้ง ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ คือ

1. ความสมบูรณ์ของแม่กุ้ง แม่กุ้งที่กินเพรียงมากตัวจะหนาและมีสีแดงสด นอเพลียสจะมีสีแดงแข็งแรง

2. ชนิดของอาหารที่ใช้ในการอนุบาล การให้อาหารที่ดีมีคุณค่าสูง เช่น Artemia ในปริมาณที่พอเพียง ลูกกุ้งจะแข็งแรงดีกว่าการให้กินอาหารชนิดอื่นในปริมาณที่มาก

3. การเปลี่ยนถ่ายน้ำ การอนุบาลลูกกุ้งขาวต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมาก โดยเฉพาะน้ำที่มีคุณภาพดีปราศจากเชื้อโรค

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการอนุบาลลูกกุ้งขาววานาไม

2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการเพาะแพลงก์ตอนพืชและสัตว์เพื่ออนุบาลลูกกุ้งขาววานาไม

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.บ่อซิเมนต์ขนาดความจุ 3 ตัน

2.ลูกกุ้งขาววานาไมระยะ Nauplius

3.ฟอร์มาลิน

4. ผ้าใบ

5.แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

6.อาหารเม็ดสำเร็จรูป

7.อุปกรณ์ให้อากาศ

8.อุปกรณ์เปลี่ยนถ่ายน้ำ

<u>วิธีการศึกษา</u>

1.เตรียมบ่ออนุบาลซึ่งเป็นบ่อซิเมนต์ขนาดความจุ 3 ตัน โดยทำความสะอาดบ่อด้วยผงซักฟอก ล้างให้สะอาดด้วยน้ำจืดแล้วตากบ่อไว้ 2 ถึง 3 วัน ทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในโรงเพาะฟัก เช่น สปริงหัวฟู (Air stone) สายยาง แก้วบิกเกอร์ กะละมัง ถังพลาสติก ผ้ากรองต่าง ๆ ให้สะอาด แช่ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรค เช่น น้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 500 ถึง 1,000 ส่วนในล้านส่วน 1 คืน แล้วล้างน้ำยาด้วยน้ำจืดให้สะอาดตากให้แห้ง สำหรับหัวทรายควรให้มี 1 ถึง 2 หัวต่อพื้นที่ 1 ตารางฟุต คลุมบ่อด้วยผ้าใบให้มิดชิดเพื่อควบคุมอุณหภูมิของน้ำในบ่อให้เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ล้างบ่อด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่งแล้วใช้ฟอร์มาลินเข้มข้น 1,000 ถึง 2,000 ส่วนในล้านส่วน ฉีดพ่นจนทั่วบ่ออนุบาล ปิดทิ้งไว้ 1 วัน

2.สูบน้ำทะเลที่ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแล้วลงบ่อประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของบ่อ หลังจากนั้นเป่าลมลงในน้ำควบคุมอุณหภูมิน้ำให้ได้ 30 ถึง 33 องศาเซลเซียส ตลอดระยะการอนุบาล

3.คัดเลือก Nauplius ตัวที่แข็งแรง ปล่อยลงในบ่อที่เตรียมไว้อัตราการปล่อย ประมาณ 100 ตัวต่อลิตร

4. เริ่มให้อาหารหลังจากนั้น 4-6 ชั่วโมง หรือเมื่อนอเพลียสเริ่มเข้าสู่ระยะซูเอีย 1 โดยให้แพลงก์ตอนคีโตเซอรอส (*Chaetoceros* sp.) ความหนาแน่น 6,000 – 10,000 เซลล์/CC เริ่มต้นที่ปริมาณ 20 ลิตรแล้วค่อยๆ เพิ่มปริมาณทีละน้อย โดยสังเกตจากการกินอาหาร และการพัฒนาของลูกกุ้งประกอบด้วย มีการเสริมอาหารสำเร็จรูปสำหรับลูกกุ้งวัยอ่อนบ้างเล็กน้อย

5. เมื่อลูกกุ้งเริ่มเข้าระยะซูเอีย 2 เริ่มเสริมอาร์ทีเมียเป็นอาหาร แล้วค่อยๆเพิ่มปริมาณโดยสังเกตการณ์กินอาหาร และการเจริญเติบโตของลูกกุ้งประกอบในการตัดสินใจเพิ่มอาหาร ลูกกุ้งจะพัฒนาจากซูเอีย 1 จนถึงไมซิสใช้เวลานานประมาณ 5 วัน

6. ระยะ Mysis 1 ถึง Mysis 3 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์ ในตอนเช้า อาหารที่ให้เป็นอาหารเสริมในช่วงบ่าย (อาจจะให้ไข่ตุ๋นผสมนมวันละ 3 ถึง 4 ครั้ง) ระยะ Mysis 3 จะให้อาร์ทีเมียบ้าง

7. ระยะ Postlarva ในระยะที่กุ้งเข้าสู่ระยะ Postlarva ที่ 1-5 อาหารที่ให้จะเป็นพวกอาร์ทีเมียและอาหารเสริม หรือให้ไข่ตุ๋นผสมนมผง ระยะ Postlarva ที่ 5-10 จะให้อาร์ทีเมียและอาร์ทีเมียแผ่น อัตราส่วน 10 กรัม ต่อ

Postlava 1,000,000 ตัว หรือให้ไข่ตุ๋นเป็นอาหารเสริมด้วย ระยะ Postlarva ที่ 10-15 เป็นต้นไป จะเริ่มให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป อัตรา 10 ถึง 50 กรัมต่อ Postlarva ที่15 1,000,000 ตัว ส่วนอาร์ทีเมียยังคงให้ต่อไป

8.การเปลี่ยนน้ำ โดยทั่วไปจะเปลี่ยนน้ำ 20 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกุ้งเข้าระยะ Mysis 1 และ เปลี่ยนน้ำทุกวันจนกุ้งเข้าระยะ Postlarva 8 เมื่อกุ้งเข้าระยะ Postlarva 10 ระยะนี้จะเปลี่ยนน้ำวันละ 20 เปอร์เซ็นต์

บทปฏิบัติการที่ 14
การเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อดิน

<u>บทนำ</u>

กุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) หรือ Pacific white shrimp หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า White leg shrimp เป็นกุ้งพื้นเมืองในทวีปอเมริกาใต้ ลักษณะเฉพาะของกุ้งขาวที่สามารถสังเกตเห็นเด่นชัดคือ บริเวณฟันกรี (หนาม) ด้านบนจะหยักและถี่ ปลายกรีจะตรง โดยที่ฟันกรีด้านล่าง 2 อันและด้านบน 8 อัน ความยาวของกรีจะยาวกว่าลูกตาไม่มาก และที่สังเกตเห็นได้ชัดคือ จะเห็นลำไส้กุ้งชนิดนี้ชัดกว่ากุ้งขาวอื่นๆ เมื่อโตเต็มวัยจะมีความยาวทั้งหมด (total length) 230 มิลลิเมตร (9 นิ้ว)

ในการปล่อยลูกกุ้งลงในบ่อเลี้ยงเกษตรกรมักจะนำถุงที่บรรจุลูกกุ้งลอยไว้ในบ่อเพื่อปรับอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำในบ่อ เนื่องจากลูกกุ้งที่ขนส่งลำเลียงมาจากโรงเพาะฟักจะมีการปรับอุณหภูมิระหว่างการเดินทางไม่ให้สูงมาก เพื่อลดความเครียดของลูกกุ้ง อุณหภูมิของน้ำในถุงที่บรรจุลูก กุ้งประมาณ 23-25 องศาเซลเซียส การลอยถุงใส่ลูกกุ้งในบ่อ อย่าให้แน่นเกินไป เพราะเมื่ออุณหภูมิของน้ำในถุงอุ่นขึ้น เท่ากับในบ่อ ลูกกุ้งจะเริ่มปราดเปรียวว่องไว ลูกกุ้งตัวที่โตกว่า อาจจะกินตัวที่เล็กกว่า หรือทำอันตรายตัวที่เล็กกว่า

การเลี้ยงกุ้งขาวให้ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้นั้น ประกอบด้วยปัจจัยต่างๆหลายอย่างที่สำคัญ ได้แก่

1. คุณภาพลูกกุ้ง ถ้าเกษตรกรได้ลูกกุ้งขาวที่ปลอดเชื้อมาจากสายพันธุ์ที่ดี โอกาสที่จะประสบความสำเร็จสูงมาก

2. ความเหมาะสมของพื้นที่ กุ้งขาวสามารถเลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำที่จัดว่าเป็นน้ำจืดถึงน้ำที่มีความเค็มสูง เช่นเดียวกับกุ้งกุลาดำแต่เลี้ยงได้ในอัตราความหนาแน่นที่สูงมากกว่ากุ้งกุลาดำ ทำให้ได้ผลผลิตที่สูง

3. การจัดการที่ดี ในด้านการเลี้ยง และควบคุมคุณภาพน้ำมีความสำคัญมากเช่นเดียวกัน เนื่องจากกุ้งขาวมีพฤติกรรมต่างๆ ในระหว่างการเลี้ยงไม่เหมือนกับกุ้งกุลาดำ ดังนั้นเกษตรกรที่เลี้ยงกุ้งขาวต้องทำความเข้าใจในด้านชีววิทยาของกุ้งชนิดนี้เป็นอย่างดี ซึ่งจะทำให้การเลี้ยงประสบความสำเร็จ

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเลี้ยงกุ้งขาววานาไม
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการจัดการดูแลบ่อเลี้ยงกุ้งขาววานาไม

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.บ่อดินเลี้ยงกุ้งขาววานาไม

2. ปูนขาว

3.กุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาวา 12

4. อาหารกุ้งสำเร็จรูป

5. ยอ

6. เครื่องตีน้ำ

<u>วิธีการศึกษา</u>

1. ทำความสะอาดบ่อดินขนาดพื้นที่ 1 ไร่ จำนวน 1 บ่อ หว่านปูนขาวในอัตราส่วน 100 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อปรับ pH และฆ่าเชื้อพื้นก้นบ่อ หลังจากนั้นตากบ่อเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ และเติมน้ำที่มีความเค็ม 25 ppt. ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแล้วลงไปในบ่อให้สูงประมาณ 1 เมตร ต่อมาเติมปุ๋ยหรือธาตุอาหารลงในน้ำ ประมาณ 1 สัปดาห์ก็จะเกิดแพลงก์ตอนในน้ำ และเพิ่มน้ำให้สูงขึ้นอีกเป็น 1.50 เมตร

2.นำลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาวา 12 ปรับความเค็มของน้ำให้ได้ตามความเค็มของน้ำในบ่อดิน และปรับอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกันประมาณ 15 นาที จึงปล่อยลงเลี้ยงในบ่อดินในอัตราความหนาแน่นเท่ากับ 100,000 ตัวต่อไร่

3.ให้อาหารวันละ 4 มื้อ คือเช้า เที่ยง เย็น และช่วงกลางคืน โดยให้ตามเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน ในช่วง 1 เดือนแรก หลังจากนั้นจึงให้ตามความต้องการของกุ้งโดยการตรวจเช็คยอ จนกระทั่งสิ้นสุดการเลี้ยง อาหารกุ้งที่ให้เริ่มจากอาหารเม็ดเล็กและค่อยๆเปลี่ยนไปให้มีขนาดเม็ดอาหารโตขึ้นตามขนาดและน้ำหนักตัวของกุ้ง

4.การเปลี่ยนถ่ายน้ำในเดือนที่ 1 และ 2 เปลี่ยน ถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้งครั้งละ 50 เปอร์เซ็นต์ เดือนที่ 3 และ 4 ทำการเปลี่ยน ถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้งครั้งละ 50 เปอร์เซ็นต์

5.การให้อากาศในช่วง 1 เดือนแรกยังไม่เปิดเครื่องตีน้ำ เดือนที่ 2 เปิดเครื่องตีน้ำเฉพาะกลางคืน เดือนที่ 3 และ 4 เปิดเครื่องตีน้ำตลอดทั้งวันจนสิ้นสุดการเลี้ยง

บทปฏิบัติการที่ 15
การเพาะฟักและอนุบาลปูทะเล

บทนำ

การเพาะพันธุ์ปูทะเลแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเปิด และระบบปิดที่ใช้น้ำหมุนเวียน ระบบแรกเป็นระบบที่สามารถ นำน้ำมาใช้ในโรงเพาะฟักได้โดยตรง และระบายทิ้งไปโดยไม่นำน้ำกลับมาใช้ใหม่ ระบบที่สองเป็นระบบที่นำน้ำทะเลที่ใช้แล้วไปปรับปรุงคุณภาพน้ำ แล้วกลับมาใช้อีก บ่อที่ใช้เพาะฟักปูทะเลควรมีขนาด 1-5 ตัน บ่อเลี้ยงลูกปูวัยอ่อนควรมีขนาด 0.5-1.0 ตัน

เลือกแม่ปูที่ไข่เริ่มเปลี่ยนจากสีส้ม-แดง เป็นสีน้ำตาล-ดำ เมื่อไข่เริ่มมีจุดสีม่วงแดงเล็กๆ 2 จุด ทำการย้ายแม่ปูจากบ่อพักแม่พันธุ์ มาไว้ในบ่อเพาะฟัก บ่อ 1 ตันใส่แม่ปูได้ประมาณ 3-5 ตัว ให้อากาศเบาๆ ภายในเวลา 3 วัน ไข่ก็จะฟักออกเป็นตัว แม่ปูขนาดใหญ่จะให้ลูกปูมากกว่าแม่ปูขนาดเล็ก เพิ่มอากาศให้แรงขึ้น เพื่อให้ลูกปูกระจายไปทั่วบ่อ หลังจากไข่ฟักออกเป็นตัวแล้ว ควรแยกแม่ปูออกจากถังและทำการย้ายลูกปูวัยอ่อนจากถังเพาะไปยังบ่ออนุบาล

อาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปู

อาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปู ได้แก่ โรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย เนื้อปลาสับ กุ้งสับ หอยสับ

ความหนาแน่นของลูกปูที่เลี้ยงในบ่ออนุบาล

ความหนาแน่นของลูกปูระยะ Zoea ถึงระยะลูกปูขนาดเล็กระยะที่ 1 ที่นิยมใช้อัตราความหนาแน่น 25-100 ตัวต่อลิตร แต่ความหนาแน่นที่เหมาะสมที่นิยมอยู่ระหว่าง 25 - 30 ตัวต่อลิตร

การขนส่งลูกปูวัยอ่อน

ลูกปูวัยอ่อนเมื่อพัฒนาถึงระยะที่ 2 (Megalopa) ก็สามารถไปปล่อยเลี้ยงในบ่อ หรือในแหล่งน้ำธรรมชาติได้ การขนส่งก็สามารถบรรจุในถุงพลาสติก บรรจุออกซิเจนได้ในอัตราประมาณ50-100 ตัวต่อน้ำ 1 ลิตร

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการเพาะฟักปูทะเล
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการอนุบาลปูทะเล

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.บ่อซิเมนต์ขนาดความจุ 1 ตัน

2.แม่พันธุ์ปูทะเลที่มีไข่แก่

3.แอร์ปั๊ม

4.อุปกรณีให้อากาศ

5.อาหารอนุบาลลูกปูทะเล ได้แก่ โรติเฟอร์ อาร์ทีเมีย ปลาสดสับละเอียด

6.ถุงพลาสติก และยางรัด

<u>วิธีการศึกษา</u>

1.เตรียมบ่อซิเมนต์ขนาดความจุ 1 ตัน ทำความสะอาดบ่อและฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลีนหลังจากนั้นล้างออกด้วยน้ำให้หมด และตากบ่อให้แห้ง

2.นำน้ำเค็มความเค็ม 25 ppt.ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแล้ว เติมลงในบ่อให้ได้ปริมาตร 1 ตันใส่หัวทรายให้อากาศตลอดและเพียงพอ

3.เลือกแม่ปูที่ไข่เริ่มเปลี่ยนจากสีส้ม-แดง เป็นสีน้ำตาล-ดำ เมื่อไข่เริ่มมีจุดสีม่วงแดงเล็กๆ 2 จุด ทำการย้ายแม่ปูจากบ่อพักแม่พันธุ์ มาไว้ในบ่อเพาะฟัก บ่อ 1 ตันใส่แม่ปูได้ประมาณ 3-5 ตัว ให้อากาศเบาๆ ภายในเวลา 3 วัน ไข่ก็จะฟักออกเป็นตัว เพิ่มอากาศให้แรงขึ้น เพื่อให้ลูกปูกระจายไปทั่วบ่อ หลังจากไข่ฟักออกเป็นตัวแล้ว แยกแม่ปูออกจากถังและทำการย้ายลูกปูวัยอ่อนจากถังเพาะไปยังบ่ออนุบาล

4.ย้ายลูกปูวัยอ่อนไปอนุบาลในบ่ออนุบาลขนาดความจุ 1 ตันที่ได้เตรียมบ่อ เตรียมน้ำ และให้อากาศอย่างเพียงพอแล้ว โดยปล่อยลูกปูทะเลในอัตราความหนาแน่น 25-30 ตัวต่อลิตร

5.อาหารที่ใช้ในการอนุบาลลูกปูในระยะ Zoaeได้แก่ โรติเฟอร์ และอาร์ทีเมีย เมื่อลูกปูเข้าสู่ ระยะ Megalopa ให้อาร์ทีเมีย และ เนื้อปลาสับ กุ้งสับ หอยสับ

6. เมื่อลูกปูวัยอ่อนพัฒนาถึงระยะที่ 2 (Megalopa) นำไปปล่อยในแหล่งน้ำธรรมชาติ การขนส่งสามารถบรรจุในถุงพลาสติกบรรจุออกซิเจน ได้ในอัตราประมาณ 50-100 ตัวต่อน้ำ 1 ลิตร

บทปฏิบัติการที่ 16
การเลี้ยงปูทะเล

บทนำ

การเลี้ยงปูทะเลส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงเพื่อการยังชีพ ทั้งที่ตลาดมีความต้องการมาก แต่การผลิตยังไม่พอเพียง การเลี้ยงปูทะเลแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การเลี้ยงปูเล็กให้เป็นปูใหญ่

การเลี้ยงแบบนี้มีหลายแบบเช่น อาจเลี้ยงในบ่อดินตามแหล่งน้ำกร่อย เลี้ยงในคอกแหล่งน้ำตื้นแถบชายฝั่งทะเลหรือเลี้ยงในกระชังตามป่าชายเลน โดยรวบรวมพันธุ์ปูจากแหล่งธรรมชาติขนาดความยาวกระดอง 5 ถึง 8 เซนติเมตร ปล่อยเลี้ยงในอัตรา 1 ตัวต่อตารางเมตร ใช้เวลาเลี้ยงนาน 45 วัน ก็จะเติบโตได้ขนาดความต้องการของตลาด

2. การเลี้ยงปูไข่

โดยเลือกปูเพศเมียที่เริ่มมีไข่ แยกมาเลี้ยงต่างหากประมาณ 2 สัปดาห์ เมื่อไข่แก่จึงส่งไปขาย เพราะได้ราคาดีกว่าปูธรรมดา

3. การเลี้ยงปูโพรกให้เป็นปูเนื้อแน่น

โดยการคัดปูใหญ่ที่เพิ่งลอกคราบมาเลี้ยงไว้ในบ่อหรือในคอกให้อาหาร 5 ถึง 10% ของน้ำหนักตัว อาหารที่ให้ได้แก่ เนื้อปลาสับเป็นชิ้น ๆ เมื่อเลี้ยงไปได้ 40 ถึง 45 วันก็จะส่งไปขายยังตลาดได้ การจะเลี้ยงปูทะเลให้ได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับวิธีปฏิบัติ วิธีการเลี้ยงในกระชังโดยจับมาขังไว้ในกระชังแล้วให้อาหารจะใช้ระยะเวลาเลี้ยงประมาณ 2 ถึง 4 สัปดาห์ ก็จะได้ปูซึ่งมีลักษณะเป็นปูเนื้อแน่นแล้วจึงจับจำหน่ายได้

4 การเลี้ยงปูนิ่ม

ปูก่อนลอกคราบ เป็นระยะที่ปูมีความสมบูรณ์เต็มที่ ก่อนที่ปูจะลอกคราบ ประมาณ 2-3 วัน ปูจะไม่กินอาหาร หลังลอกคราบกระดองและรยางค์ต่างๆ จะนิ่มสามารถบริโภคได้ทั้งตัว มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ปูนิ่มสามารถเลี้ยงได้ ในกระชัง ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ในบ่อดินหรือในถังซิเมนต์ ชนิดของปูที่นำมาทำปูนิ่มควรเป็นปูดำ เพราะราคาไม่สูงมากนัก ขนาดที่เหมาะสมควรมีน้ำหนัก 15-18 ตัวต่อกิโลกรัม

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเลี้ยงปูทะเลขุน
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการจัดการและดูแลรักษาการเลี้ยงปูทะลขุน

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.ปูโพลกขนาด 1-4 ตัว/ก.ก

2.ตะกร้าเลี้ยงปูทะเล

3.กระชังเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย

4.ทุ่นลอย

5.ปลาสด

<u>วิธีการศึกษา</u>

การเลี้ยงปูทะเลขุนในตะกร้าในกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย

1.เตรียมภาชนะที่ใช้สำหรับขังปูทะเลเป็นตะกร้าที่ทำด้วยโพลีเอทธีลีนขนาด 30 x 45 x 20 เซนติเมตร ภายในตะกร้ามีไม้กระดานกั้นแบ่งเป็น 4 ช่อง แต่ละช่องใช้สำหรับเลี้ยงปูช่องละ 1 ตัว ตะกร้ามีฝาปิดซึ่งทำจากไม้กระดานเพื่อป้องกันการหลบหนีของปูทะเล บนฝาปิดตะกร้ามีช่องขนาดเล็กเพื่อใช้เป็นช่องทางสำหรับให้อาหารปูทะเล โดยไม่ต้องเปิดปิดฝาตะกร้า

2.นำตะกร้ามาวางในกระชังเลี้ยงปลาน้ำกร่อยหรือช่องของโครงกระชังที่ไม่ได้แขวนกระชังอวน ตะกร้าที่วางในกระชังควรจมอยู่ในน้ำประมาณ 15 เซนติเมตร โดยใช้ทุ่นโฟมหรือวัสดุอื่นๆเป็นตัวรองรับตะกร้า เพื่อให้ตะกร้าสามารถลอยน้ำได้

3.นำปูทะเลที่เป็นปูโพรกมีขนาดตั้งแต่ 1 – 4 ตัว / ก.ก. ใส่ลงในตะกร้า ช่องละ 1 ตัว ตะกร้าละ 4 ตัว ระยะเวลาในการเลี้ยง หากเป็นปูดำจะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 10 – 20 วัน หากเป็นปูขาวจะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 30 – 35 วัน

4. การให้อาหารปูทะเล อาหารที่ให้ปูทะเลกินเป็นอาหารสด คือ ปลาสด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆชิ้นละ 1 – 2 นิ้ว อัตราการให้อาหารโดยเฉลี่ยให้ปลาสด 1 ชิ้นต่อปู 1 ตัว ให้วันละครั้งในเวลาตอนเย็น โดยนำอาหารเก่าที่เหลือออกก่อนแล้วจึงใส่อาหารใหม่ลงไป

บทปฏิบัติการที่ 17
การเลี้ยงหอยนางรม

<u>บทนำ</u>

รูปแบบการเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทย

1 การเลี้ยงบนก้อนหิน

เป็นวิธีที่ง่ายและทำกันมาแต่โบราณ โดยวางก้อนหินเป็นกองๆ กองหนึ่งมีก้อนหิน 5-10 ก้อน หินแต่ละกองอยู่ห่างกันประมาณ 50 ซม. เรียงเป็นแถว วิธีการนี้มักทำการเลี้ยงหอยในขอบเขตระหว่างแนวระดับน้ำขึ้นสูงสุดถึงระดับต่ำสุดตามชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นอ่าวเปิด พื้นดินเป็นโคลนแข็ง ทรายปนโคลนแข็ง หรือบริเวณที่เป็นหิน มักพบเห็นตามบริเวณอ่าวเปิดและปากแม่น้ำลำคลองทั่วๆ ไป รูปแบบการเลี้ยงหอยนางรมวิธีนี้ นิยมใช้ในการเลี้ยงหอยนางรมพันธุ์เล็กที่จังหวัดชลบุรี และที่จังหวัดชุมพร

2 การเลี้ยงในกระบะไม้

การเลี้ยงแบบนี้เหมาะสมกับท้องที่ที่เป็นอ่าวเปิด กระบะไม้ที่ใช้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้าง 80 ซม. ยาว 200 ซม. สูง 25 ซม. พื้นเป็นไม้ชนิดเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้น้ำถ่ายเทได้สะดวก กระบะวางอยู่บนคานสูงจากพื้นดินที่น้ำท่วมถึงประมาณ 30 ซม. และยึดติดกับคานอย่างมั่นคง พันธุ์หอยนางรมที่นำมาเลี้ยงในกระบะหากเป็นหอยพันธุ์เล็กควรมีอายุประมาณ 6-7 เดือน หรือมีขนาด 3.5-4.5 ซม เลี้ยงไว้จนมีอายุประมาณปีครึ่งหอยจะได้ถึงขนาดส่งตลาดได้ สำหรับหอยตะโกรมรวบรวมมาปล่อยเลี้ยงในกระบะเมื่ออายุประมาณ 3-4 เดือน หรือขนาด 3-4 ซม. เลี้ยงเป็นระยะเวลา 7-8 เดือน จะได้ขนาดที่ส่งตลาดได้

3 การเลี้ยงแบบใช้แท่งซีเมนต์

การเลี้ยงวิธีนี้อาจเลี้ยงได้ดีในที่มีสภาพเช่นเดียวกับการใช้ก้อนหิน เหมาะสำหรับท้องที่ที่มีสภาพพื้นดินโคลน แท่งซีเมนต์ที่ใช้นั้นทำขึ้นเป็นพิเศษเพื่อการเลี้ยงหอยนางรมและเพื่อให้การต้านทานต่อการเคลื่อนไหวของคลื่นลมกระแสน้ำได้ดี จึงต้องหล่อแท่งซีเมนต์ และใช้ไม้เป็นแกนกลาง ขนาดของแท่งซีเมนต์โดยทั่วไปที่ทำการเลี้ยงได้รับผลดี มีขนาดความสูง 50-70 ซม. ด้านหน้าตัดของเสาเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 12×12 เซนติเมตร ไม้ที่ใช้เป็นแกนกลางยาว 1 เมตร ฝังอยู่ในแท่งซีเมนต์ 50 ซม. ส่วนที่ยื่นออกไปเพื่อปักลงในดิน 50 ซม.

4 การเลี้ยงโดยใช้หลักไม้

การเลี้ยงวิธีนี้เหมาะสมอย่างยิ่งกับสภาพชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นอ่าวเปิด พื้นดินเป็นโคลนอ่อนหรือโคลนปนทราย วิธีนี้ยังสามารถเลี้ยงตามชายฝั่งของปากแม่น้ำลำคลองที่มีกระแสน้ำไหลค่อนข้างแรงได้โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายนัก ไม้ที่ใช้ควรเป็นไม้เนื้อแข็ง เพื่อให้ลูกหอยเกาะเลี้ยงตัวจนได้ขนาดตลาด หรือจะใช้

เปลือกหอยตะโกรมหรือหอยนางรมร้อยเป็นพวงๆ ไปล่อลูกหอยตามแหล่งหอยเกิดตามธรรมชาติ ลูกหอยจะเกาะอยู่ตามเปลือกหอย จึงนำเปลือกหอยที่มีลูกหอยเกาะติดอยู่แล้วมายึดกับหลักโดยใช้ลวดผูกให้เปลือกหอยอยู่ห่างกันพอสมควร หลังจากที่ประกอบเปลือกหอยติดเข้ากับหลักไม้แล้วจากนั้นก็นำไปปักไว้ในแหล่งเลี้ยงเป็นแถวๆ

5 การใช้หลอดหรือท่อซีเมนต์

เหมาะสมสำหรับแหล่งเลี้ยงที่มีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลา ได้แก่ ที่ตื้นชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำลำคลองและทะเลสาบ พื้นดินเป็นโคลนหรือโคลนอ่อนปนทราย ขั้นแรกต้องปักหลักไม้ ได้แก่ ไม้เป้ง โกงกาง หลักไม้ไผ่ โดยปักเรียงเป็นแถวให้มีช่องว่างระหว่างแถว ห่างกันประมาณ 1 เมตร จากนั้นนำหลอดซีเมนต์กลวงที่เตรียมไว้ หรือเป็นท่อซีเมนต์ที่ปากเปิดข้างเดียว ใช้สวมลงบนหลักไม้โดยตรง การเลี้ยงวิธีนี้เป็นที่นิยมในการเลี้ยงหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจันทบุรี

6 การเลี้ยงแบบพวงอุบะแขวน

การเลี้ยงวิธีนี้สามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ การแขวนใต้แพ และแขวนจากราวเชือก (Long line) แพที่จะใช้เลี้ยงหอยจะมีขนาดกว้างยาวตามความต้องการของผู้เลี้ยง ใช้ถังพลาสติกหรือทุ่นโฟมพยุง มีสมอยึดทั้งสี่มุมเพื่อตรึงให้แพหรือเชือกอยู่กับที่ ระดับความลึกของน้ำควรอยู่ประมาณ 5-10 เมตร การล่อลูกหอยใช้วิธีเดียวกับการเลี้ยงแบบที่ 4 เมื่อลูกหอยติดกับเปลือกหอยได้แล้ว จึงนำเอาเปลือกหอยมาร้อยเป็นพวงโดยใช้ลวดสังกะสีเบอร์10 ให้เปลือกหอยอยู่ห่างกันประมาณ 15-20 ซม. โดยใช้ไม้ไผ่รวกขนาดเล็กกั้นระหว่างเปลือก จากนั้นนำพวงหอยไปแขวนเลี้ยงไว้ที่แพจนหอยได้ขนาดที่ตลาดต้องการ

7 การเลี้ยงหอยนางรมแบบอื่นๆ

นอกจากวิธีการเลี้ยงหอยนางรมที่ได้กล่าวถึงข้างต้นแล้วยังมีการเลี้ยงรูปแบบอื่นๆ เช่น ยางรถยนต์ที่ไม่ใช้แล้ว กระเบื้องลอนเดี่ยว ลอนคู่ อิฐ อ่าง ไห ตุ่มที่ชำรุดแล้ว นอกจากนี้ในบางประเทศนิยมเลี้ยงหอยนางรมแบบหว่านลงเลี้ยงกับพื้นดิน ในสภาพพื้นดินแข็ง

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการเตรียมหอยนางรมก่อนลงเลี้ยง
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการเลี้ยงหอยนางรมแบบพวงอุบะแขวน

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.ลูกหอยนางรมขนาดเล็ก

2.บ่อพักลูกหอยนางรม

4.เชือกใยยักษ์ขนาด 0.5 เซนติเมตร

5.ปูนซิเมนต์

6.กระชังเลี้ยงสัตว์น้ำ

7.แปรงพลาสติกสำหรับทำความสะอาดตัวหอย

<u>วิธีการศึกษา</u>

การเลี้ยงหอยนางรมแบบพวงอุบะแขวน

1.นำลูกหอยนางรมมาพักไว้ในบ่อซีเมนต์หรือในกระชัง โดยไม่ให้ลูกหอยนางรมทับกัน เกลี่ยให้ลูกหอยนางรมกระจายไปทั่ว

2.นำลูกหอยนางขึ้นจากบ่อพักใส่ไว้ในตะกร้า ใช้เชือกเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตรเป็นแกนกลาง ใช้ปูนซีเมนต์เป็นตัวประสาน ด้านที่นำมาประกบติดกันเป็นด้านที่หอยนางรมใช้ติดกับวัสดุในธรรมชาติ ลูกหอยนางรม 1 พวง ใช้ลูกหอยประมาณ 5 คู่

3.วางทิ้งไว้บนพื้นซีเมนต์ ภายใต้หลังคาเพื่อป้องกันถูกแดดถูกฝนเป็นระยะเวลาประมาณ 8 -12 ชั่วโมง เพื่อให้ปูนซีเมนต์แห้งยึดติดตัวหอยให้แน่นขึ้น หลังจากนั้นนำไปแขวนภายใต้โครงกระชังบริเวณใต้ทางเดินให้อาหาร หรือบริเวณอื่นๆภายใต้โครงกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำ

4.เลี้ยงภายใต้กระชังเป็นระยะเวลา 7-8 เดือนก็สามารถจำหน่ายได้

5.การดูแลระหว่างการเลี้ยง ทำความสะอาดตัวหอยนางรมโดยใช้แปรงพลาสติกขัดถูตัวหอยเพื่อไม่ให้ตะกอนดินติดตัวหอยนางรม ทุกๆ 1 เดือน

บทปฏิบัติการที่ 18
การเลี้ยงหอยแมลงภู่

บทนำ

การเลี้ยงหอยแมลงภู่มีหลายแบบ แต่ละแบบเหมาะที่จะใช้ตามลักษณะภูมิประเทศ และสภาวะแวดล้อม การเลี้ยงใช้ระยะเวลา 7-8 เดือน การที่จะเลือกวิธีการเลี้ยงแบบใดนั้นเป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณาตามความเหมาะสมซึ่งมีรูปแบบที่นิยมดังนี้คือ

1 การเลี้ยงแบบปักหลักล่อลูกหอย

การเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบนี้ เหมาะสมที่จะดำเนินการในพื้นที่น้ำตื้นซึ่งมีความลึก 4-6 เมตร ตามบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นอ่าวทั่วไป พื้นทะเลตั้งแต่เส้นขอบฝั่งออกไปไม่ลาดชันเกินไป สภาพดินเป็นโคลน และโคลนปนทราย ระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดไม่แตกต่างกันมากนัก เป็นแหล่งน้ำที่มีแพลงก์ตอน อาหารตามธรรมชาติของหอยเกิดขึ้นอย่างอุดมสมบูรณ์

ในพื้นที่เลี้ยงหอย 1 ไร่ (1,600 ตารางเมตร) จะปักหลักไม้จำนวนประมาณ 1,200 ต้น โดยแบ่งออกเป็น 4 แถว จำนวนแถวละ 300 ต้น ประมาณว่าเมื่อลูกหอยมีอายุ 7 เดือน จะมีขนาดความยาวเฉลี่ย 5.86 เซนติเมตร ซึ่งจัดว่าเป็นขนาดที่สามารถส่งจำหน่ายแก่ผู้บริโภคต่อไปได้

2 การเลี้ยงแบบแพ

ขนาดของแพมีหลายขนาดตั้งแต่ 25 ม^2 (5x5 ม^2), 75 ม^2 (15x5 ม^2) และ 150 ม^2 (15x10 ม^2) เป็นต้น วัสดุที่ใช้ประกอบด้วยไม้เนื้อแข็งหรือไม้ไผ่ หรือวัสดุชนิดอื่น ๆ ประกอบกันเป็นแพ จำนวน 7 แถว ยาวห่างกันแถวละ ½ เมตร ทุ่นลอยใช้โฟม ถังน้ำมัน หรือถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ประกอบหัวท้าย สามารถรับเชือกเลี้ยงหอยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 มม. ยาว 3 เมตร ได้ไม้ละ 35 เส้น ระยะเวลาการเลี้ยง 8 เดือน จะได้น้ำหนักหอยประมาณ 1,200 กก. ขนาดของแพอาจประกอบกันได้หลายชุดและตรึงไว้ด้วยสมอขนาด 15 กก. โดยใช้เชือกสมอมีความยาว 5 เท่าของความลึกของน้ำ บริเวณใดกระแสน้ำแรงจัด ก็เพิ่มได้ตามความเหมาะสม กรณีต้องการสร้างแพด้วยท่อเหล็ก ควรทาสีกันสนิมด้วย

3. การเลี้ยงแบบแขวนบนราวเชือก

วิธีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแขวน มีความเหมาะสมสำหรับแหล่งเลี้ยงที่มีระดับน้ำลึก และปลอดภัยจากกระแสคลื่นลมแรง และอยู่ห่างฝั่ง ส่วนประกอบที่สำคัญคือเชือกเส้นใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ½ นิ้ว ยาวประมาณ 100 เมตร มีทุ่นผูกเป็นระยะ 2-4 เมตร เพื่อพยุงไม่ให้จม มีเชือกเส้นเล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ผูกเป็นระยะๆเพื่อให้หอยเกาะมีระยะห่างกัน 50 เซนติเมตร ปลายเชือกยาวไม่เกินระดับ

น้ำลงต่ำสุด ที่ปลายเชือกเส้นใหญ่ทั้งสองข้างผูกไว้กับสมอยึดไม่ให้เคลื่อนที่ วิธีนี้มีความต้านทานต่อคลื่นลมได้ดี

4. การเลี้ยงหอยแบบตาข่ายเชือก

การเลี้ยงแบบตาข่ายเชือกสามารถเลี้ยงได้ในระดับน้ำลงต่ำสุด 2 เมตร และในบริเวณดินแข็งที่ไม่สามารถปักไม้เลี้ยงหอยได้ การเลี้ยงแบบนี้มีข้อดี คือวัสดุที่ใช้เป็นวัสดุสังเคราะห์ซึ่งหาได้ง่ายตามตลาดทั่วไป และวัสดุที่ใช้เลี้ยงมีความคงทนใช้งานหลายปี สำหรับการเตรียมงานติดตั้งตาข่ายเชือกมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การเตรียมฐานเสา
2. การเตรียมเสาเหล็กสวมใส่ท่อพีวีซี
3. การเตรียมราวเชือก
4. การเคลื่อนย้ายฐานเสา
5. การวางฐานเสา
6. การสวมเสาหลัก
7. การขึงเชือกขนาด 14-16 มิลลิเมตร
8. การเก็บเกี่ยวลูกหอย
9. การเสริมฐานเสา

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเตรียมหอยแมลงภู่ก่อนลงเลี้ยง
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการเลี้ยงหอยแมลงภู่

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.ลูกพันธุ์หอยแมลงภู่ที่ได้จากการล่อด้วยวิธีการปักหลักล่อ

2.เชือกใยยักษ์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซฯติเมตร

3.อวนขนาดตา 1 นิ้ว

4.เลื่อย

5 กระชังเลี้ยงสัตว์น้ำ

<u>วิธีการศึกษา</u>

การเลี้ยงหอยแมลงภู่ภายใต้โครงกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย

1.เตรียมพื้นที่สำหรับแขวนหอยแมลงภู่ โดยนำไม้ไผ่หรือไม้กลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 3 นิ้ว พาดขวางช่องว่างบนโครงกระชัง

2 ลูกหอยแมลงภู่ที่นำมาเลี้ยงหาซื้อมาจากเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยแมลงภู่แบบปักหลัก ลูกหอยแมลงภู่เมื่อมาถึงฟาร์มเลี้ยงควรดำเนินการเตรียมหอยเพื่อลงเลี้ยงในกระชังให้เสร็จสิ้นภายในวันนั้น

3. เตรียมถุงอวนสำหรับใส่ลูกหอยแมลงภู่ ทำจากอวนขนาดตา 1 นิ้ว ถุงอวนมีขนาดกว้างประมาณ 5 – 8 นิ้ว ยาวประมาณ 12 – 15 นิ้ว หลังจากนั้นนำหลักหอยแมลงภู่มาตัด(ใช้เลื่อย)เป็น ท่อน ๆ ความยาวท่อนละประมาณ 5 -10 นิ้ว ใส่ในถุงอวนที่เตรียมไว้ใช้เชือกเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1 - 1.5 เมตร ผูกปากถุงอวนให้แน่น นำพวงหอยแมลงภู่ไปแขวนผูกติดกับโครงกระชังภายใต้ทางเดินให้อาหารปลาหรือผูกติดกับไม้พาดขวางช่องว่างโครงกระชังที่ไม่ได้ผูกกระชัง โดยผูกให้พวงหอยแมลงภู่มีความลึกจากระดับผิวน้ำประมาณ 20 – 30 เซนติเมตร

4. การดูแลระหว่างเลี้ยง ควรมีการชำระล้างตะกอนหรือโคลนที่ติดกับพวงหอยแมลงภู่ ซึ่งตะกอนจะไปขัดขวางการกินอาหารของหอยแมลงภู่จะทำให้หอยโตช้า วิธีการทำความสะอาด โดยใช้มือดึงเชือกเขย่า พวงหอยบ่อย ๆ อย่างน้อย 2 สัปดาห์ต่อครั้ง และกำจัดศัตรูต่าง ๆ เช่น ปู หอย เพรียง ที่เกาะบนพวงหอย ฯลฯ เลี้ยงเป็นระยะเวลาประมาณ 6 - 8 เดือนสามารถจำหน่ายได้

บทปฏิบัติการที่ 19
การเพาะฟักและอนุบาลหอยหวาน

<u>บทนำ</u>

หอยหวานที่พบในประเทศไทย

พบมากมีอยู่ 2 ชนิด ดังต่อไปนี้

1.หอยหวาน ที่มีชื่อสามัญว่า Spotted Babylon มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Babylonia areolata* Link 1807 มีแหล่งแพร่กระจายตัวอยู่ทางฝั่งอ่าวไทย เช่น ตราด ระยอง จันทบุรี ชลบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช เป็นต้น มีลักษณะเด่นที่บ่งชี้คือรอยต่อของช่วงวงเปลือก(Whorl) จะเป็นปกติไม่ตัดตรงและไม่เว้าเข้าด้านใน

2. หอยหวานที่มีชื่อสามัญว่า Spiral Babylon มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Babylonia spirata* Linnaeus 1758 มีแหล่งแพร่กระจายตัวอยู่ทางฝั่งทะเลอันดามัน พบมากที่จังหวัดระนอง ลักษณะภายนอกที่บ่งชี้ คือรอยต่อช่วงวงเปลือก(Whorl) จะต่างจากชนิดแรกคือ จะตัดตรง และเว้าเข้าด้านในเล็กน้อย บางคนเรียกหอยชนิดนี้ว่า หอยหมาก

การเพาะฟักหอยหวาน

พ่อแม่พันธุ์หอยหวานที่ได้จากธรรมชาติ ความยาวประมาณ 5.0-6.5 เซนติเมตร และน้ำหนักตัวประมาณ 30.9-44.5 กรัม นำมาทำความสะอาดเปลือกให้ปราศจากสิ่งมีชีวิตเกาะติดก่อนปล่อยลงเลี้ยงในบ่อพ่อแม่พันธุ์ บ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ควรเป็นบ่อซิเมนต์ พื้นบ่อปูด้วยทรายหยาบประมาณ 50 เซนติเมตร ใช้ระบบน้ำทะเลไหลผ่านตลอด ระดับความลึกของน้ำประมาณ 30-50 เซนติเมตร อัตราส่วนการปล่อยพ่อแม่พันธุ์ เพศผู้: เพศเมีย 1:1ให้อาหารปลาข้างเหลือง โดยให้กินจนอิ่มวันละ 1 ครั้ง ปล่อยให้หอยวางไข่เองในบ่อตามธรรมชาติ

เมื่อหอยวางไข่แล้วจึงเก็บรวบรวมฝักไข่ โดยวิธีการปล่อยน้ำทิ้งแล้วลงเก็บในบ่อด้วยมือ หรือใช้สวิงตักฝักไข่ขึ้น นำฝักไข่ทั้งหมดมาทำความสะอาดด้วยน้ำทะเลที่ผ่านการกรอง หลังจากนั้นจึงทำการแบ่งไข่ใส่ในตะกร้าประมาณ 150-200 ฝักต่อตะกร้า นำไปห้อยแขวนที่ระดับกลางน้ำในถังฟักไข่

การอนุบาลหอยหวาน

การอนุบาลลูกหอยหวานระยะวัยอ่อน

เมื่อลูกหอยระยะวัยอ่อน(Veliger larvae) ฟักออกจากฝักไข่ จึงทำการปรับความหนาแน่นลูกหอยในถังเลี้ยงลูกหอยระยะวัยอ่อนให้ได้ประมาณ 400-500 ตัวต่อลิตร โดยเริ่มให้อาหารตั้งแต่วันแรกที่ลูกหอยฟักออกจากฝักไข่ อาหารของลูกหอยหวานระยะวัยอ่อนคือ แพลงก์ตอนพืชชนิดเซลล์เดียว ได้แก่ *Isochrysis galbana Chaetoceros calcitrans Tetraselmis* sp. และ *Chlorella* sp. อาหารจะต้องเพียงพอกับปริมาณลูกหอย หลักการ

ให้อาหารลูกหอยให้น้อยๆแต่บ่อยครั้ง ควรให้อาหารลูกหอยวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น พร้อมทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำสองในสามของปริมาตรน้ำทั้งหมด วันละ 1 ครั้ง

การอนุบาลลูกหอยหวานระยะลงพื้น

เมื่อลูกหอยเข้าสู่ระยะลงพื้นแล้วจึงทำการรวบรวมลูกหอย ไปเลี้ยงต่อในถังเลี้ยงลูกหอยระยะเต็มวัย ระบบน้ำทะเลแบบไหลผ่าน พื้นบ่อปูด้วยทรายละเอียดมีความหนา 0.2 เซนติเมตร ความหนาแน่นของลูกหอยที่เลี้ยงประมาณ 3,000-4,000 ตัวต่อถัง(ถัง 500 ลิตร) ให้อาหารตั้งแต่วันแรกที่หอยลงเกาะพื้น ให้ปลาข้างเหลืองกินจนอิ่มทุกวันๆละ 1 ครั้ง ในช่วงเช้า ทำการอนุบาลลูกหอยระยะนี้จนถึงหอยหวานระยะวัยรุ่น ซึ่งเป็นขนาดเหมาะสมในการนำไปเลี้ยงในบ่อเลี้ยงจนถึงขนาดที่ตลาดต้องการ

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเพาะฟักหอยหวาน
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการอนุบาลหอยหวาน

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.บ่อเพาะพันธุ์หอยหวาน

2.ตะกร้าฟักไข่หอยหวาน

3.บ่อฟักไข่และอนุบาลหอยหวาน

4.พ่อแม่พันธุ์หอยหวาน

5.อุปกรณ์ให้อากาศ

6.ปลาสดสำหรับพ่อแม่พันธุ์และลูกหอยระยะลงเกาะ

7.วัสดุรองพื้นทรายหยาบ

8.แพลงก์ตอนพืชชนิดเซลล์เดียว *Isochrysis galbana*

9.ถังเลี้ยงลูกหอยระยะเต็มวัย

<u>วิธีการศึกษา</u>

1.นำพ่อแม่พันธุ์หอยหวานที่ได้จากธรรมชาติ ความยาวประมาณ 5.0-6.5 เซนติเมตร และน้ำหนักตัวประมาณ 30.9-44.5 กรัม ทำความสะอาดเปลือกให้ปราศจากสิ่งมีชีวิตเกาะติดก่อนปล่อยลงเลี้ยงในบ่อพ่อแม่พันธุ์ พื้นบ่อปูด้วยทรายหยาบประมาณ 50 เซนติเมตร ใช้ระบบน้ำทะเลไหลผ่านตลอด ระดับความลึกของน้ำ

ประมาณ 30-50 เซนติเมตร อัตราส่วนการปล่อยพ่อแม่พันธุ์ เพศผู้:เพศเมีย 1:1ให้อาหารปลาข้างเหลือง โดยให้กินจนอิ่มวันละ 1 ครั้ง ปล่อยให้หอยวางไข่เองในบ่อตามธรรมชาติ

2.หอยจะวางไข่ติดกับทรายพื้นบ่อหรือขอบบ่อ แล้วจึงเก็บรวบรวมฝักไข่ โดยวิธีการปล่อยน้ำทิ้งแล้วลงเก็บในบ่อด้วยมือ หรือใช้สวิงตักฝักไข่ขึ้น นำฝักไข่ทั้งหมดมาทำความสะอาดด้วยน้ำทะเลที่ผ่านการกรอง หลังจากนั้นจึงทำการแบ่งไข่ใส่ในตะกร้าประมาณ 150-200 ฝักต่อตะกร้า นำไปห้อยแขวนที่ระดับกลางน้ำในบ่อฟักไข่ที่เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว

3.เป็นระยะเวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์หอยจะฟักออกเป็นตัวทั้งหมด เพื่อให้หอยหวานแต่ละบ่อมีขนาดและอายุเท่ากัน โดยทำการย้ายตะกร้าใส่ฝักไข่ ไปบ่ออื่นทุกวัน จนกว่าจะฟักออกเป็นตัวทั้งหมด

4.การอนุบาลลูกหอยหวานโดยปรับความหนาแน่นของลูกหอยเป็น 400-500 ตัวต่อลิตร เริ่มให้อาหารตั้งแต่วันแรกที่ลูกหอยฟักออกจากไข่ โดยให้.แพลงก์ตอนพืชชนิดเซลล์เดียว *Isochrysis galbana* ให้อาหารลูกหอยวันละ 2 ครั้ง เช้า-เย็น พร้อมทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำสองในสามของปริมาตรน้ำทั้งหมด วันละ 1 ครั้ง

5. เมื่อลูกหอยเข้าสู่ระยะลงพื้นแล้วจึงทำการรวบรวมลูกหอย ไปเลี้ยงต่อในถังเลี้ยงลูกหอยระยะเต็มวัย ระบบน้ำทะเลแบบไหลผ่าน พื้นบ่อปูด้วยทรายละเอียดมีความหนา 0.2 เซนติเมตร ความหนาแน่นของลูกหอยที่เลี้ยงประมาณ 3,000-4,000 ตัวต่อถัง(ถัง 500 ลิตร) ให้อาหารตั้งแต่วันแรกที่หอยลงเกาะพื้น ให้ปลาข้างเหลืองกินจนอิ่มทุกวันๆละ 1 ครั้ง ในช่วงเช้า ทำการอนุบาลลูกหอยระยะนี้จนถึงหอยหวานระยะวัยรุ่น ซึ่งเป็นขนาดเหมาะสมในการนำไปเลี้ยงในบ่อเลี้ยงต่อไป

บทปฏิบัติการที่ 20
การเลี้ยงหอยหวาน

<u>บทนำ</u>

1.การเลี้ยงบริเวณชายฝั่งทะเล

โดยจัดสร้างเป็นโรงเรือนมีหลังคาคลุมบังแสงแดด และป้องกันน้ำฝน บ่อเลี้ยงอาจใช้เป็นบ่อซีเมนต์หรือบ่อที่ทำจากผ้าใบอย่างหนาอาจจะเป็นบ่อเหลี่ยม หรือรูปร่างกลมก็ได้ แต่ต้องมีระบบการถ่ายเทน้ำได้สะดวกมีท่อน้ำล้น และน้ำเข้า-ออกสะดวก มีระบบให้อากาศเพียงพอ พื้นก้นบ่อจะใส่ทรายพอท่วมตัวลูกหอย ขนาดบ่อไม่ควรใหญ่จนเกินไปเพราะจะดูแลจัดการได้ยาก ขนาดที่เหมาะสมควรจะมีพื้นที่บ่อไม่เกิน 30-40 ตารางเมตร ควรทำการพรางแสงไม่ให้พื้นบ่อสัมผัสแสงแดดโดยตรงเพราะจะทำให้เกิดสาหร่ายขึ้นที่พื้น และเมื่อสาหร่ายตายลง จะทำให้เกิดน้ำเสียขึ้น ทำให้ลูกหอยมีสุขภาพไม่แข็งแรง

การให้อาหาร ให้เนื้อปลาข้างเหลือง ซึ่งบั้งด้านข้างให้ลูกหอยกินหรือเนื้อหอยแมลงภู่ กินวันละ 1 ครั้ง ถ้าเป็นเนื้อปลาจะให้ 2-10% ของน้ำหนักตัวต่อวัน ถ้าเป็นเนื้อหอยแมลงภู่จะให้ 5-30% โดยต้องคอยดูอย่าให้อาหารเหลือ สำหรับอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) เนื้อปลาข้างเหลืองเท่ากับ 2.03:1 และเนื้อหอยแมลงภู่เท่ากับ 3.47:1

อัตราการปล่อย ลูกหอยหวานขนาด 1 เซนติเมตร ควรปล่อยลงเลี้ยงในอัตรา 300 ตัวต่อตารางเมตร

การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ควรถ่ายน้ำไม่ต่ำกว่าวันละ 30% ถ้าถ่ายน้ำได้มาก หอยจะยิ่งโตเร็ว แต่ต้นทุนจะสูงขึ้นตาม

การทำความสะอาดทราย เมื่อเลี้ยงหอยหวานไปได้ประมาณ 1 เดือนจะพบว่าทรายมีสีดำและเริ่มมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากหอยขับถ่ายของเสียลงทรายสะสมมากขึ้น ควรจะใช้น้ำมีความเค็มเท่ากับที่เลี้ยงในบ่อ ฉีดล้างทรายให้สิ่งสกปรก ออกนอกบ่อทิ้งไป

ผลผลิต ลูกหอยหวานที่เลี้ยงโดยถ่ายน้ำวันละ 30% จะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 6-7 เดือน จะได้หอยหวานขนาด 100 ตัว/ กก. ถ้าเลี้ยงต่ออีก 2 เดือน จะได้ขนาด 70 ตัว/กก. ราคาขายอยู่ระหว่าง250-320 บาท/กก. ส่วนถ้าเลี้ยงโดยการใช้ระบบน้ำไหลผ่านตลอด 24 ช.ม. จะใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 5-6 เดือน จะได้ขนาดตัว 100 ตัว/กก. โดยมีอัตราการรอดตายสูงถึง 90-95% ทั้ง 2 ระบบ

2. การเลี้ยงหอยหวานในกระชังในทะเล

การเลี้ยงหอยหวานในกระชังในทะเล จะมีต้นทุนต่ำกว่าการเลี้ยงหอยหวาน บนบกบริเวณชายฝั่ง เพราะไม่ต้องเสียค่าไฟฟ้า หรือค่าน้ำมันในการถ่ายเทน้ำ เนื่องจากน้ำทะเลมีการเคลื่อนตัวไหลผ่านกระชังอยู่ตลอดเวลาและยังทำให้หอยหวานโตเร็วกว่าอีกด้วย แต่มีข้อจำกัดเลือกสถานที่วางกระชังให้เหมาะสม กล่าวคือ ความเค็มของน้ำไม่ต่ำกว่า 20 ส่วนในพันส่วน และไม่มีคลื่นลมรุนแรง (มีเกาะหรือสิ่งก่อสร้างกำบังคลื่นลม)

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการเลี้ยงหอยหวานในบ่อซิเมนต์
2. เพื่อให้นักศึกษาฝึกการทำงานเป็นทีม ฝึกความอดทน

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1.บ่อซิเมนต์ขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 1 เมตร

2.ทรายหยาบ

3.อุปกรณ์ให้อากาศ

4.น้ำทะเลความเค็ม 28 ppt

5.ลูกพันธุ์หอยหวานขนาด 1 เซนติเมตร

6.ปลาสด

7.อุปกรณ์เปลี่ยนถ่ายน้ำ

<u>วิธีการศึกษา</u>

1.ทำความสะอาดบ่อซิเมนต์และฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลีน ล้างให้สะอาด ตากบ่อให้แห้ง

2.นำทรายหยาบปูพื้นบ่อเพื่อเป็นที่หลบซ่อนของลูกหอยให้มีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตร ปริมาณทรายควรเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามขนาดของหอยหวาน

3.เติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนแล้ว ให้มีความสูงประมาณ 1 ฟุต ใส่อุปกรณ์ให้อากาศและให้อากาศตลอด

4.นำลูกหอยหวานขนาด 1 เซนติเมตรปล่อยลงเลี้ยงในบ่อในอัตรา 300 ตัวต่อตารางเมตร

5. การให้อาหาร ให้เนื้อปลาข้างเหลือง ซึ่งบั้งด้านข้างให้ลูกหอยกินวันละ 1 ครั้ง ให้ 2-10% ของน้ำหนักตัวต่อวัน โดยต้องคอยดูอย่าให้อาหารเหลือ

6. การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ควรถ่ายน้ำไม่ต่ำกว่าวันละ 30% ถ้าถ่ายน้ำได้มาก หอยจะยิ่งโตเร็ว แต่ต้นทุนจะสูงขึ้นตาม

7. การทำความสะอาดทราย เมื่อเลี้ยงหอยหวานไปได้ประมาณ 1 เดือนจะพบว่าทรายมีสีดำและเริ่มมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากหอยขับถ่ายของเสียลงทรายสะสมมากขึ้น ควรจะใช้น้ำมีความเค็มเท่ากับที่เลี้ยงในบ่อ ฉีดล้างทรายให้สิ่งสกปรก ออกนอกบ่อทิ้งไป

8.ใช้เวลาเลี้ยงประมาณ 6-7 เดือน จะได้หอยหวานขนาด 100 ตัว/ กก. ถ้าเลี้ยงต่ออีก 2 เดือน จะได้ขนาด 70 ตัว/กก.

บทปฏิบัติการที่ 21
การฟักไข่และอนุบาลหมึกทะเล

บทนำ

การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

พ่อแม่พันธุ์หมึกกระดองลายเสือจะเลี้ยงในบ่อเพาะฟักเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.80 เมตร ในอัตราเพศผู้ต่อเพศเมีย 1 : 1 โดยจะผสมพันธุ์และวางไข่ติดกับเนื้ออวนที่ใส่ไว้ แม่พันธุ์จะทยอยวางไข่ไปเรื่อยๆ หลังจากวางไข่ครั้งสุดท้ายจะตายภายใน 1-2 สัปดาห์ จำนวนไข่ที่วางประมาณ1,000-3,000 ฟองต่อหนึ่งแม่ ซึ่งปริมาณไข่จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สุขภาพ และขนาดของพ่อแม่พันธุ์

การรวบรวมไข่

รวบรวมไข่จากแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยรับซื้อจากชาวประมงลอบปลาหมึกไข่ที่ติดลอบส่วนใหญ่เป็นไข่หมึกหอมประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีกรวบรวมไข่จากบ่อเลี้ยง หมึกกระดองลายเสือ ใช้วิธีรวบรวมพ่อแม่พันธุ์มีชีวิตจากซึ่งจะได้ไข่ในปริมาณมากและมีคุณภาพดี เนื่องจากไข่ไม่บอบช้ำ

รวบรวมไข่จากบ่อเลี้ยง หมึกกระดองลายเสือ ใช้วิธีรวบรวมพ่อแม่พันธุ์มีชีวิตจากลอบ หมึกนำมาเลี้ยงให้เพาะพันธุ์และวางไข่ในบ่อเพาะฟัก ซึ่งจะได้ไข่ในปริมาณมากและมีคุณภาพดี เนื่องจากไข่ไม่บอบช้ำจากการกระทบกระเทือนระหว่างการลำเลียง

การเพาะฟักไข่

โดยไข่จะถูกแยกกระจายใส่ตะกร้าพลาสติกลอยไว้ในบ่อเพาะฟักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.80 เมตร ใส่น้ำลึก 60 เซนติเมตร ให้อากาศตลอดเวลา การควบคุมอุณหภูมิโดยปล่อยให้น้ำไหลผ่านฝักไข่ไว้ในลักษณะนี้ประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วจึงทำการคัดขนาด ไข่หมึกใช้เวลาในการฟักประมาณ 2 – 3 สัปดาห์ ระหว่างนี้ทั้งรูปร่างและขนาดของไข่จะเพิ่มขึ้นตลอดเวลาโดยสามารถแบ่ง เพื่อความสะดวกในการจัดการออกเป็น 4 ระยะคือ ไข่ใหม่ ไข่อ่อน ไข่แก่ และไข่แก่จัด

ไข่ระยะเดียวกันจะถูกคัดแยกไว้ในภาชนะเดียวกัน หลังจากนั้นใช้กรรไกรตัดเม็ดไข่หมึกแยกออกจากแพไข่ เกลี่ยไข่ที่ตัดแล้วในตะกร้าให้กระจายไม่ทับกันมากเกินไป ทำให้ได้รับอากาศทั่วถึง ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน 2 – 3 องศาเซลเซียสต่อวัน ลดปริมาณแสงลง 75 % เพื่อป้องกันไม่ให้สาหร่ายเกิดบนเปลือกไข่ ดูดตะกอนทุกๆ 2 วัน เก็บไข่ที่ไม่ได้รับการผสมออกทิ้ง เมื่อลูกหมึกฟักออกมีจำนวนและความหนาแน่นตามต้องการแล้ว จึงย้ายตะกร้าไข่ที่เหลือไปไว้บ่ออื่นๆที่ยังว่างอยู่ เพื่อเป็นการคัดขนาดลูกหมึกตั้งแต่เกิด จะทำให้ได้ขนาดลูกหมึกที่ใกล้เคียงกัน

การอนุบาลหมึกทะเล

การจัดการบ่อ

บ่ออนุบาลควรเป็นบ่อกลมพื้นที่ไม่น้อยกว่า 2 ตารางเมตร ความลึกของบ่อไม่เกิน 70 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการจัดการ หมึกกระดองมีพฤติกรรมนอนหมอบอยู่กับพื้นบ่อ ยกเว้นเวลาให้อาหาร การรักษาความสะอาดพื้นบ่อจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยการดูดตะกอนควรทำวันละสองครั้งเป็นอย่างน้อย

ความหนาแน่นของลูกหมึกและปริมาณน้ำ

ระดับน้ำในระยะ 10 วันแรกควรเป็น 30 เซนติเมตรและอัตราความหนาแน่นของลูกหมึกกระดอง 500 ตัวต่อตารางเมตร

อายุ 11-20 วัน เพิ่มระดับน้ำเป็น 40 เซนติเมตร อัตราความหนาแน่นของลูกหมึกลดลง 50 เปอร์เซนต์โดยการคัดขนาดและแยกบ่อออก

อายุ 21-30 วัน เพิ่มระดับน้ำเป็น 50-60 เซนติเมตร ความหนาแน่นควรลดลง อีก 50 เปอร์เซ็นต์ การฝึกหัดให้กินอาหารไม่มีชีวิต จะต้องยืดระยะเวลาออกไปจนมีอายุ 40-50วันในการอนุบาลลูกหมึกกระดอง

การให้อาหาร

เริ่มด้วยการให้หมึกอดอาหารอย่างน้อย 1 วัน แล้วจึงเริ่มให้อาหารไม่มีชีวิต รูปทรงขนาดของอาหารต้องใกล้เคียงกับอาหารมีชีวิต เพราะจะช่วยให้หมึกยอมรับได้ง่ายขึ้น ข้อควรระวังคือจะต้องไม่ให้อาหารมีชีวิตอีก เพราะหมึกจะทิ้งประสบการณ์กินอาหารไม่มีชีวิต เลือกกินอาหารมีชีวิตเช่นเดิมเป็นเหตุให้หิวตายหรือหันไปกินกันเอง

การอนุบาลลูกหมึกจะใช้เคยตาดำ (*Mesopdopsis* sp.) มีชีวิตเป็นอาหาร เนื่องจากเคยตาดำ มีลักษณะที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการกินอาหารของลูกหมึก แต่การรวบรวมจากแหล่งน้ำธรรมชาติไม่สามารถควบคุมปริมาณและความสม่ำเสมอได้ และประสบปัญหาในการเก็บเกี่ยวผลผลิต

การใช้อาร์ทีเมีย ลูกหมึกไม่กินและไม่มีพฤติกรรมตอบสนอง สาเหตุน่าจะอยู่ที่รูปทรงและลักษณะการว่ายน้ำของตัว อาร์ทีเมีย จากนั้นจึงเปลี่ยนมาใช้ลูกกุ้งแชบ๊วยวัยอ่อน

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะเกี่ยวกับการฟักไข่หมึกทะเล
2. เพื่อให้นักศึกษามีทักษะการอนุบาลหมึกทะเล

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ถังไฟเบอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.80 เมตร
2. ฟอร์มาลีน
3. ไข่หมึก
4. ตะกร้าพลาสติก
5. บ่ออนุบาลขนาดประมาณ 6 ตารางเมตร
6. เคยตาดำ (*Mesopdopsis* sp.)

วิธีการศึกษา

1.เตรียมถังไฟเบอร์ฟักไข่หมึกหอม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.80 เมตร ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลีน ล้างให้สะอาด ใส่น้ำเค็มความเค็ม 28 ppt. ลึก 60 เซนติเมตร ให้อากาศตลอดเวลา

2.นำไข่หมึกที่รวบรวมไข่จากแหล่งน้ำธรรมชาติ มาคัดแยกกระจายใส่ตะกร้าพลาสติกลอยไว้ในบ่อเพาะฟัก ให้อากาศตลอดเวลา การควบคุมอุณหภูมิโดยปล่อยให้น้ำไหลผ่านฝักไข่ไว้ในลักษณะนี้ประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วจึงทำการคัดขนาด ไข่หมึกใช้เวลาในการฟักประมาณ 2 – 3 สัปดาห์

3. เมื่อลูกหมึกฟักออกมีจำนวนและความหนาแน่นตามต้องการแล้ว จึงย้ายตะกร้าไข่ที่เหลือไปไว้บ่ออื่นๆที่ยังว่างอยู่ เพื่อเป็นการคัดขนาดลูกหมึกตั้งแต่เกิด จะทำให้ได้ขนาดลูกหมึกที่ใกล้เคียงกัน

4. เตรียมบ่ออนุบาลขนาดประมาณ 6 ตารางเมตร ลึก 1 เมตร ความหนาแน่นของลูกหมึกและปริมาณน้ำระดับน้ำในระยะ 10 วันแรกควรเป็น 30 เซนติเมตรและอัตราความหนาแน่นของลูกหมึก 500 ตัวต่อตารางเมตร อายุ 11-20 วัน เพิ่มระดับน้ำเป็น 40 เซนติเมตร อัตราความหนาแน่นของลูกหมึกลดลง 50 เปอร์เซนต์โดยการคัดขนาดและแยกบ่อออก อายุ 21-30 วัน เพิ่มระดับน้ำเป็น 50-60 เซนติเมตร ความหนาแน่นควรลดลง อีก 50 เปอร์เซ็นต์

5. การให้อาหาร การอนุบาลลูกหมึกจะใช้เคยตาดำ (*Mesopdopsis* sp.) มีชีวิตเป็นอาหาร เนื่องจากเคยตาดำ มีลักษณะที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการกินอาหารของลูกหมึก

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. มปป.a การเลี้ยงปูทะเล. เอกสารแนะนำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 33 น.

กรมประมง. 2536.a การเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากอาร์ทีเมีย. เอกสารแนะนำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 68 น.

กรมประมง. 2536.b คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยนางรม. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 48 น.

กรมประมง. 2536.c การเลี้ยงปลาน้ำกร่อย. เอกสารแนะนำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 43 น.

กรมประมง. 2543. การเลี้ยงหอยทะเลเศรษฐกิจ. เอกสารแนะนำ. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร. 58 น.

กลุ่มบัณฑิตเกษตรอาสา. 2539. การเลี้ยงกุ้งทะเลแบบพัฒนา (กุ้งกุลาดำ). โรงพิมพ์สถาบันพัฒนาสาธารณสุข อาเซียน. มหาวิทยาลัยมหิดล. ศาลายา, นครปฐม 64 น.

กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.2536. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพมหานคร.64 น.

คเชนทร เฉลิมวัฒน์. 2544. การเพาะเลี้ยงหอย. ภาควิชาวาริชศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. 253 น.

จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ. 2538. วงจรชีวิตในการเพาะเลี้ยงปลาหมึกหอม . เอกสารวิชาการฉบับที่ 38/2538 สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง

ชลอ ลิ้มสุวรรณ และพรเลิศ จันทร์รัชชกูล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร. 206 น.

ชูศักดิ์ แสงธรรม. 2541. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพมหานคร.86 น.

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์ และศิรุษา กฤษณะพันธุ์. 2545. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยหวานหลักการและแนวทางปฏิบัติ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร. 114 น.

ภิญโญ เกียรติภิญโญ. 2545. วิธีปฏิบัติสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว แอล แวนาไม. เมืองเกษตรแมกกาซีน จำกัด, สมุทรปราการ. 120 น.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2540. คู่มือการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอน. ภาควิชาชีววิทยาประมง. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.117 น.

ลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2546. คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.270 น.

สถานีวิจัยประมงศรีราชา.2545. การจัดการธุรกิจอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนและการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์หอยแมลงภู่. คณะประมง.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.ชลบุรี.77 น.

สนิท อักษรแก้ว. 2541. ป่าชายเลนนิเวศวิทยาและการจัดการ.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา.คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร 277 น.

สโมสรนิสิตคณะประมง. 2531. การเพาะเลี้ยงปลากะพงขาว. โครงการหนังสือเผยแพร่ความรู้ทางการประมง. สโมสรนิสิตคณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 94 น.

อิทธิพร เพ็ญจันทร์. 2531. การเพาะเลี้ยงปลากะรัง. สำนักพิมพ์ช่องนนทรี, กรุงเทพมหานคร. 80 น.

Huet, M. 1994. Textbook of Fish Culture: Breeding and Cultivation of Fish. Fishing News Books Ltd. London. 438 p.

ภาคผนวก

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 1
สำรวจนิเวศวิทยาป่าชายเลน และฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำ

ชื่อ…….....รหัสประจำตัว…….……

สาขา…….……ปีที่……...……

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

1 การสำรวจป่าชายเลน

1.1 ชนิดของพันธุ์ไม้ที่พบในป่าชายเลน

……

……

……

1.2 ชนิดของสัตว์ที่พบในป่าชายเลนได้แก่

……

……

……

1.3 ชนิดพันธุ์ไม้ที่พบบริเวณพื้นที่เหนือป่าชายเลน

……

……

…….

2 สำรวจฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

2.1 วาดแผนผังฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล

2.2 วาดแผนผังฟาร์มเลี้ยงปลาทะเล

2.3 วาดแผนผังโรงเพาะฟักสัตว์น้ำกร่อย

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 2
เครื่องมือและการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ชื่อ……...รหัส……..…….……..

สาขา……..……ปีที่…….……...…

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3 …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……..

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 3
การจับ และการขนส่งสัตว์น้ำ

ชื่อ……รหัส……..……..……

สาขา……..……ปีที่…….

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. ……...

2. ……..

3. ……..

4. ……..

5……

6……

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……..

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 4
การคัดแยกและการทำให้เชื้อบริสุทธิ์สำหรับการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม

ชื่อ……รหัส……..……..……...

สาขา……..……ปีที่……

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. ……...

2. ……..

3. ……..

4. ……..

5……

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……..

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 5
การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชน้ำเค็ม

ชื่อ……..รหัส……..……

สาขา……..……ปีที่……..…

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1. ……...

2. ……..

3. ……..

4. ……..

5……

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……..

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 6
การเพาะเลี้ยงโรติเฟอร์น้ำเค็ม

ชื่อ……..รหัส……..……..

สาขา……...……ปีที่……..……

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 7

การเพาะฟักไข่อาร์ทีเมีย

ชื่อ……...รหัส…….

สาขา……...……ปีที่……...…….

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ (วิธีการเพาะและการเก็บเกี่ยวอาร์ทีเมีย)</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……..

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……..

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 8
การเพาะพันธุ์ปลากะพงขาว

ชื่อ……..รหัส…….……...…….

สาขา……...……...…ปีที่……..…..

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 9
การอนุบาลลูกปลากะพงขาว

ชื่อ……รหัส……..……..……..…

สาขา……..……ปีที่……...……..…

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……..

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……..

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 10
การเลี้ยงปลากะพงขาวในบ่อดิน

ชื่อ……..……...รหัส……..……..….

สาขา……..……ปีที่……..……

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

6……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……..

……

……..

……..

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……..

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 11
การเลี้ยงปลากะรังในกระชัง

ชื่อ……รหัส……..……..

สาขา……..……ปีที่……..…...

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

อุปกรณ์และสารเคมี

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……..……

……

……

……

……

……

……

……..……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 12
การเพาะฟักกุ้งขาววานาไม

ชื่อ……..รหัส……..……..

สาขา……..……..…ปีที่……..

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 13
การอนุบาลกุ้งขาววานาไม

ชื่อ……..รหัส……..……

สาขา……..…..……ปีที่……. ……

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 14
การเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อดิน

ชื่อ……...รหัส……...……

สาขา……...……ปีที่……..……

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……..……

……

……

……

……

……

……

……..……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 15
การเพาะ และอนุบาลปูทะเล

ชื่อ……..รหัส…..……...……...

สาขา……..……ปีที่…….

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 16
การเลี้ยงปูทะเล

ชื่อ……..……รหัส……..……

สาขา……..……..……ปีที่……

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……..

……..

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 17
การเลี้ยงหอยนางรม

ชื่อ……..รหัส……...…….

สาขา……...……ปีที่……..…

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……..

……..

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 18
การเลี้ยงหอยแมลงภู่

ชื่อ……...รหัส……...……..

สาขา……..…...……ปีที่……

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 19

การเพาะฟักและอนุบาลหอยหวาน

ชื่อ……..รหัส……...…….

สาขา……...……ปีที่……

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……..

……..

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 20
การเลี้ยงหอยหวาน

ชื่อ……..รหัส……..……...

สาขา……..……ปีที่…….

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

……...

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

……..

ใบรายงานบทปฏิบัติการที่ 21
การฟักไข่และอนุบาลหมึกทะเล

ชื่อ……...รหัส……...……

สาขา……...……...……ปีที่……..

<u>วัตถุประสงค์</u>

1……..

2……..

3. …….

<u>อุปกรณ์และสารเคมี</u>

1…….....

2……..

3……..

4……..

5……..

<u>วิธีการดำเนินการ</u>

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ผลการดำเนินการ

……

……

……

……

……

……

……

สรุปผลการดำเนินการ

……

……

……

……

ข้อคิดเห็นอื่นๆ

……

……

……

……

เอกสารหมายเลข 17

บทปฏิบัติการ

วิชา เทคโนโลยีหมักดอง

06-131-409

เรียบเรียงโดย

ดร.ชุตินุช สุจริต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

บทปฏิบัติการ

วิชา เทคโนโลยีหมักดอง

06-131-409

เรียบเรียงโดย

ดร.ชุตินุช สุจริต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

คำนำ

บทปฏิบัติการ วิชาเทคโนโลยีหมักดอง เล่มนี้ ได้เรียบเรียงขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ ของวิชาเทคโนโลยีหมักดอง โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 13 บทปฏิบัติการ ได้แก่ เทคนิคการใช้เครื่องมือ ดูแลรักษาเครื่องมือที่เกี่ยวข้องการหมักดอง และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ การแยกและเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ การวิเคราะห์อาหารหมักดอง การทำแหนม การทำปลาส้ม การทำปลาแป้งแดง การทำผักดอง การผลิตเต้าเจี้ยว การทำข้าวหมาก การหมักไวน์ผลไม้ การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การทำน้ำส้มสายชู และการศึกษานอกสถานที่

หวังว่า บทปฏิบัติการเล่มนี้ จะช่วยอำนวยความสะดวกและประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิชา เทคโนโลยีหมักดอง ตามสมควร หากมีข้อบกพร่องประการใดกรุณาเสนอคำแนะนำ เพื่อผู้เรียบเรียงจะได้นำไปปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป

ดร.ชุตินุช สุจริต

เมษายน 2556

สารบาญ

หน้า

คำนำ ..... **(1)**

สารบาญ ..... **(3)**

สารบาญภาพ ..... **(9)**

สารบาญตาราง ..... **(11)**

บทปฏิบัติการที่ 1 เทคนิคการใช้เครื่องมือ ดูแลรักษาเครื่องมือที่เกี่ยวข้องการหมักดอง และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ **1**

1.1 ปฏิบัติการใช้ ดูแลรักษาเครื่องมือทางการหมักดอง และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ **1**

1.1.1 เครื่องมือ วิธีการใช้ และการดูแลรักษา 2

1.1.2 การใช้อุปกรณ์ทางจุลชีววิทยา 27

1.1.3 การดูแลรักษาและการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ 29

1.1.4 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 32

1.1.5 การป้องกันการปนเปื้อนและแพร่กระจายของเชื้อ 33

1.1.6 การทดลองใช้เครื่องมือทางจุลชีววิทยา และการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ 36

ใบงานที่ 1 41

คำถามท้ายบท 41

เอกสารอ้างอิง 42

บทปฏิบัติการที่ 2 การแยกและเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ **43**

2.1 ปฏิบัติการแยกและเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ **43**

2.1.1 การแยกเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ 43

หน้า

2.1.2 การเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ 47
2.1.3 การทดลองเรื่องการแยกเชื้อและเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ 47
ใบงานที่ 2 50
คำถามท้ายบท 52
เอกสารอ้างอิง 52

บทปฏิบัติการที่ 3 การวิเคราะห์อาหารหมักดอง 53
3.1 ปฏิบัติการเรื่องวิเคราะห์อาหารหมักดอง 53
3.1.1 การวิเคราะห์อาหารดอง 53
3.1.2 การทดลองเรื่องการวิเคราะห์อาหารหมักดอง 55
ใบงานที่ 3 58
คำถามท้ายบท 60
เอกสารอ้างอิง 61

บทปฏิบัติการที่ 4 แหนม 63
4.1 แหนม 63
4.1.1 ความหมายของแหนม 63
4.1.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักแหนม 64
4.1.3 การทดลองการทำแหนมแบบธรรมชาติและการทำแหนม
จากเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ 64
ใบงานที่ 4 69
คำถามท้ายบท 71
เอกสารอ้างอิง 71

บทปฏิบัติการที่ 5 ปลาส้ม 73
5.1 ปลาส้ม 73
5.1.1 ความหมายปลาส้ม 73

หน้า

5.1.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักปลาส้ม 74
5.1.3 วัตถุดิบที่สำคัญในการทำปลาส้ม 74
5.1.4 การทดลองที่ 1 ปลาส้ม แบบดั้งเดิม 74
5.1.5 การทดลองที่ 2 ปลาส้ม แบบพัฒนาโดยการใช้กล้าเชื้อ 76
ใบงานที่ 5 77
คำถามท้ายบท 79
เอกสารอ้างอิง 80

บทปฏิบัติการที่ 6 ปลาแป้งแดง 81

6.1 ปลาแป้งแดง 81
6.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาแป้งแดง 81
6.1.2 จุลินทรีย์ที่มีบทบาทต่อการหมักปลาแป้งแดง 82
6.1.3 วิธีการทำปลาแป้งแดง 82
6.1.4 วิธีการทดลอง 85
6.1.5 วิธการวิเคราะห์ 87
ใบงานที่ 6 88
คำถามท้ายบท 90
เอกสารอ้างอิง 90

บทปฏิบัติการที่ 7 การดองผัก..... 91

7.1 การดองผัก..... 91
7.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผักดอง 91
7.1.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการทำผักดอง 92
7.1.3 วิธีการหมักกะหล่ำปลีดอง 93
7.1.4 การทดลองการหมักผักดอง 93
7.1.5 วิธีการวิเคราะห์ 96
ใบงานที่ 7 97
คำถามท้ายบท 99

หน้า

เอกสารอ้างอิง 99

บทปฏิบัติการที่ 8 การผลิตเต้าเจี้ยว 101

8.1 การเตรียมเชื้อเริ่มต้น 101

8.1.1 ขั้นตอนการเตรียมกล้าเชื้อเต้าเจี้ยว 102

8.1.2 การเตรียมโคจิ 102

8.1.3 การหมักโคจิในน้ำเกลือ 102

8.1.4 การทดลองผลิตเต้าเจี้ยว 102

ใบงานที่ 8 105

คำถามท้ายบท 106

เอกสารอ้างอิง 107

บทปฏิบัติการที่ 9 ข้าวหมาก 109

9.1 ข้าวหมาก 109

9.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำข้าวหมาก 109

9.1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำลูกแป้ง 110

9.1.3 วิธีการทำแป้งข้าวหมาก 112

9.1.4 วัสดุอุปกรณ์ 113

9.1.5 วิธีการทำลูกแป้งข้าวหมาก 114

9.1.6 การทดลองทำลูกแป้งข้าว 115

9.1.7 การทดลองทำแป้งข้าวหมาก 115

ใบงานที่ 9 117

คำถามท้ายบท 119

เอกสารอ้างอิง 120

บทปฏิบัติการที่ 10 การหมักไวน์ผลไม้ 121

10.1 การหมักไวน์ผลไม้ 121

10.1.1 ชนิดของไวน์ 121

10.1.2 กระบวนการผลิตไวน์ 122

หน้า

10.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักไวน์ 124
10.1.4 การทำให้ไวน์มีคุณภาพดี 125
10.1.5 วัสดุอุปกรณ์ 125
10.1.6 ขั้นตอนการทำไวน์ 126
ใบงานที่ 10 131
คำถามท้ายบท 132
เอกสารอ้างอิง 132

บทปฏิบัติการที่ 11 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 133

11.1 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 133
11.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์ 133
11.1.2 การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส 135
11.1.3 การทดสอบเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 137
11.1.4 การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์โดยวิธี
Ebulliometric analysis 138
11.1.5 ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่อง Ebulliometer 141
ใบงานที่ 11 144
คำถามท้ายบท 146
เอกสารอ้างอิง 146

บทปฏิบัติการที่ 12 การทำน้ำส้มสายชู 147

12.1 การหมักน้ำส้มสายชู 147
12.1.1 การจำแนกประเภทของน้ำส้มสายชู 147
12.1.2 กระบวนการหมักน้ำส้มสายชู 148
12.1.3 การผลิตน้ำส้มสายชูในระดับอุตสาหกรรม 150
12.1.4 การผลิตน้ำส้มสายชูจากแหล่งต่าง ๆ 151
12.1.5 การวิเคราะห์น้ำส้มสายชู 152

หน้า

ใบงานที่ 12 154
คำถามท้ายบท 155
เอกสารอ้างอิง 155

บทปฏิบัติการที่ 13 การศึกษานอกสถานที่ **157**

13.1 การศึกษานอกสถานที่เกี่ยวกับอาหารหมัก **157**

13.1.1 อาหารหมักพื้นบ้าน 157
13.1.2 ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากถั่วเหลือง 159
13.1.3 ชนิดอันตรายที่สำคัญของอาหารหมัก 159
13.1.4 ความปลอดภัยของอาหารหมักและปัจจัยสำคัญ
ในกระบวนการผลิต 160
13.1.5 การศึกษานอกสถานที่เกี่ยวกับอาหารหมัก 161

ใบงานที่ 13 163
คำถามท้ายบท 164
เอกสารอ้างอิง 164

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	เครื่องชั่งหยาบแบบจานชั่งอยู่ด้านบน	4
1.2	เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์	4
1.3	ลักษณะของเดซิกเคเตอร์	7
1.4	ลักษณะของตู้อบไฟฟ้าและปุ่มต่าง ๆ สำหรับการใช้งานของตู้อบไฟฟ้า	9
1.5	ลักษณะของอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิและปุ่มหมุนปรับอุณหภูมิของอ่างน้ำ .	11
1.6	ลักษณะของเครื่องวัดค่าพีเอช ยี่ห้อ Orion รุ่น 1260	13
1.7	(ก) ส่วนประกอบของหม้อนึ่งความดันไอ (ข) ส่วนประกอบของฝาหม้อนึ่งความ...	18
1.8	ตู้บ่มเชื้อ	21
1.9	ตู้ปลอดเชื้อ	22
1.10	กล้องจุลทรรศน์	23
2.1	แสดงการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ แบบ cross streak plate	44
2.2	แสดงการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์แบบ Loop dilution	46
4.1	วิธีการหมักแหนม	66
5.1	ขั้นตอนการทำปลาส้ม	76
6.1	แสดงกระบวนการหมักปลาแป้งแดงโดยใช้ข้าวแดง	84
6.2	แสดงกระบวนการหมักปลาแป้งแดงโดยใช้ลูกแป้งร่วมกับสีผสมอาหาร ..	85
6.3	แสดงการหมักปลาแป้งแดงโดยใช้น้ำตาลสดเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกรดแลกติกโดยเร็ว โดยใช้น้ำตาลสด 1/2 ถ้วยตวงต่อปลา 1 กก.	86
6.4	แสดงการหมักปลาโดยใช้ข้าวซ้อมมือหรือข้าวเจ้าผสมถั่วแดงต้ม	86
7.1	แสดงขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ผักดอง	94
7.2	แสดงขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตกิมจิ	95
9.1	ขั้นตอนการทำข้าวหมาก	113
11.1	ลักษณะแก้วไวน์ที่ได้มาตรฐาน	136
11.2	ลักษณะของเครื่องอีบูลลิโอมิเตอร์	140
11.3	แผ่นอ่านแอลกอฮอล์	140

สารบาญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แสดง pH indicator 16

9.1 สูตรตำรับลูกแป้งข้าวหมาก สูตรที่ 1 111

9.2 สูตรตำรับลูกแป้งข้าวหมาก สูตรที่ 2 111

10.1 ค่า Refrctometer number-density conversion to sugar (กรัม/ลิตร) 128

10.2 ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่เติมในไวน์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่างกัน . 130

13.1 ประเภทอาหารและการควบคุมผลิตภัณฑ์หมักดองที่เป็นตัวแทนในการไปดูงานนอกสถานที่ 160

บทปฏิบัติการที่ 1

เทคนิคการใช้เครื่องมือ ดูแลรักษาเครื่องมือที่เกี่ยวข้องการหมักดอง และความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการ

1.1 ปฏิบัติการใช้ ดูแลรักษาเครื่องมือทางการหมักดอง และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หัวใจสำคัญที่สุด คือ การใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง เท่านั้นไม่เพียงพอต้องดูแล และรักษา ตลอดจนมีการตระหนักในเรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการ เนื่องจากห้องปฏิบัติการมีเครื่องมือที่มีราคาค่อนข้างแพงและนำเข้าจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น และมีการใช้กันตลอดเวลาและจำนวนมาก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้นักศึกษามีความเข้าใจ และใช้อย่างถูกต้องของเครื่องมือแต่ละชิ้นและช่วยกันดูแลเครื่องมืออย่างจริงจัง ตลอดจนมีความเอาใจใส่ต่อการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการอย่างแท้จริง

การใช้งานและการดูแลรักษาเครื่องมือทางการหมักดอง การใช้อุปกรณ์ทางการหมักดอง การดูแลรักษาและการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ และการทดลองใช้เครื่องมือทางหมักดองและการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1.1 เครื่องมือ วิธีการใช้ และการดูแลรักษา

ในกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือเสมือนกับเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนต้องศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องมือชนิดต่าง ๆ วิธีการใช้เครื่องมือและการดูแลรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ผู้เรียนต้องรู้เทคนิคในการใช้งานเครื่องมือที่ใช้งานเป็นประจำ ได้แก่ เครื่องชั่ง เครื่องวัดพีเอช ตู้อบไฟฟ้า อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เตาไฟฟ้า และเตาเผา เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสะดวกและความปลอดภัยในระหว่างการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์เครื่องแก้ว นอกจากนี้ยังสามารถช่วยยืดอายุการใช้งานแก่เครื่องมือได้อีกด้วย ส่วนการใช้งานเครื่องแก้ว

ได้แก่ กระบอกตวง ปิเปต และบิวเรต เป็นต้น ต้องเรียนรู้เทคนิคต่าง ๆ ในการใช้งาน และการดูแลรักษา เพื่อให้สามารถเลือกอุปกรณ์เครื่องแก้วให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งส่งผลให้การทดลองที่ได้มีความถูกต้อง และ แม่นยำมากที่สุด

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารต้องใช้เครื่องมือหลายชนิด เครื่องมือที่สำคัญในการวิเคราะห์ มีด้วยกันหลายชนิด มีดังต่อไปนี้

1.1.1.1 เครื่องชั่ง เป็นเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหาร เนื่องจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณจะเกี่ยวข้องกับการหาปริมาณในรูปของน้ำหนัก ซึ่งต้องอาศัยเครื่องชั่งในการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานที่ต้องการทราบปริมาณหรือความเข้มข้นที่แน่นอน

(1) การแบ่งประเภทเครื่องชั่ง เครื่องชั่งที่ใช้งานมีมากมายหลายประเภท ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่ง เช่น แบ่งเครื่องชั่งตามหลักการทำงานออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1) เครื่องชั่งแบบกล (mechanical balance) เป็นเครื่องชั่งที่ต้องอาศัยคานและจุดหมุน เช่น เครื่องชั่งแบบสามคานชั่ง (triple beam balance) และเครื่องชั่งแบบคานชั่งยาวเท่ากัน (equal beam balance)

1. เครื่องชั่งแบบสามคาน มีความละเอียดในการชั่งประมาณ 0.1 กรัม เหมาะสำหรับการชั่งวัตถุที่มีขนาดปานกลาง คือ มีน้ำหนักไม่เกิน 500 กรัม

2. เครื่องชั่งแบบคานชั่งยาวเท่ากัน ความละเอียดจะอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 0.0001 กรัม ความละเอียดจะขึ้นกับประเภทของการใช้งาน สำหรับงานที่ต้องการความถูกต้อง และความแม่นยำสูง ต้องเลือกใช้เครื่องชั่งที่ออกแบบมาเพื่อให้มีความละเอียดสูง ส่วนงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องมากนัก คือ ต้องการชั่งน้ำหนักครั้งละมาก ๆ ก็ต้องเลือกใช้เครื่องชั่งที่ออกแบบมาเพื่อรับน้ำหนักมาก ๆ เป็นต้น

2) เครื่องชั่งแบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเครื่องชั่งอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น เครื่องชั่งแบบแทนที่น้ำหนักมาตรฐานและเครื่องชั่งแบบจานชั่งอยู่ด้านบน เครื่องชั่งแบบอิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องชั่งที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เพราะใช้งานง่าย มีความถูกต้อง แม่นยำและเที่ยงตรงสูงกว่าเครื่องชั่งแบบกล เนื่องจากเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์จะมีระบบไมโครโพรเซสเซอร์ (microprocessor) ควบคุมทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น เช่น มีระบบนับจำนวนวัตถุที่ใส่ลงไปชั่ง มีระบบคำนวณที่สามารถเปลี่ยนหน่วยการชั่ง เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์บางรุ่นสามารถชั่งได้ละเอียดถึง

0.000001 กรัม สามารถจำแนกเครื่องชั่งตามความถูกต้องหรือความละเอียดในการชั่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. เครื่องชั่งหยาบ มีความละเอียดในช่วง 0.1-0.01 กรัม ใช้สำหรับงานที่ไม่ต้องการความถูกต้องในการชั่งมากนัก ตัวอย่างเช่น เครื่องชั่งแบบจานชั่งอยู่ด้านบน ดังแสดงในภาพที่ 1.1 เป็นเครื่องชั่งที่ใช้หลักการชั่งน้ำหนักแบบแทนที่น้ำหนักมาตรฐาน โดยคมมีดจะรับน้ำหนักคงที่ตลอดเวลาที่น้ำหนักของวัตถุที่นำมาชั่งเปลี่ยนแปลง เครื่องชั่งชนิดนี้สามารถชั่งสารได้จำนวนหลายกิโลกรัม มีความละเอียดในการชั่งอยู่ในช่วง 1 ถึง 0.001 กรัม

2. เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ หรือเครื่องชั่งละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 1.2 มีความละเอียดอยู่ในช่วง 0.001-0.000001 กรัม ใช้สำหรับงานที่ต้องการความถูกต้องและความละเอียดในการชั่งสูง เครื่องชั่งดังกล่าวจะมีระบบป้องกันปัจจัยรบกวนจากภายนอก ได้แก่ ความดันอากาศ อุณหภูมิ และแรงสั่นสะเทือน

(2) วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการชั่งน้ำหนัก ขั้นตอนการชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารหรือสารเคมีแต่ละครั้งจะมีวัสดุ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการชั่งน้ำหนัก ดังนี้

1) ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน (standard weight) เป็นมวลมาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบหามวลหรือน้ำหนักของวัตถุต่าง ๆ ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานอ้างอิงชุดปฐมภูมิที่ผลิตขึ้นถูกเก็บไว้ที่สถาบันมาตรวิทยานานาชาติ (International Bureau of Weight and Measure) ที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ส่วนตุ้มน้ำหนักมาตรฐานจำลองจะถูกเก็บไว้ที่สถาบันมาตรวิทยานานาชาติ กรุงวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่ถูกผลิตออกมาจำหน่าย ปัจจุบันนี้มีตุ้มน้ำหนักมาตรฐานมีอยู่หลายรูปแบบพบทั้งแบบที่เป็นแท่งทรงกระบอก รูปหกเหลี่ยม แผ่นวงกลมและแผ่นสี่เหลี่ยม ซึ่งอาจทำมาจากทองเหลือง ทองเหลืองเคลือบแลคเกอร์ เหล็กกล้าไร้สนิม พลาสติก และเหล็ก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับราคาและคุณภาพของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานนั่นเอง

(ก)

(ข)

ภาพที่ 1.1 เครื่องชั่งหยาบแบบจานชั่งอยู่ด้านบน (ก) ความละเอียด 0.1 กรัม ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PL202-S (ข) ความละเอียด 0.01 กรัม ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น PL6001-S

(ก)

(ข)

ภาพที่ 1.2 เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (ก) ความละเอียด 0.0001 กรัม ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น AB204-S (ข) ความละเอียด 0.000001 กรัม ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น XP205

2) คีมคีบตุ้มน้ำหนัก (balance weight forceps) ทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ทองเหลือง และพลาสติก เป็นต้น ใช้สำหรับคีบตุ้มน้ำหนักมาตรฐานเพื่อป้องกันน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเกิดจากสิ่งสกปรกที่ติดมากับมือผู้จับตุ้มน้ำหนัก คีมคีบตุ้มน้ำหนักที่ดีต้องทำจากวัสดุที่มั่นใจได้ว่าจะไม่ขูดขีดตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน

ส่วนมากจะผลิตจากวัสดุที่อ่อนกว่าตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน ในการคีบตุ้มน้ำหนักจะต้องคีบให้ถูกวิธี ซึ่งเราจะนิยมคีบตุ้มน้ำหนักที่บริเวณคอหรือที่แขวนของตุ้มน้ำหนัก

3) โต๊ะวางเครื่องชั่ง (balance table) ควรเป็นโต๊ะที่มีน้ำหนักมากและมั่นคง เช่น โต๊ะหินอ่อน เพื่อลดแรงสั่นสะเทือนของพื้นเนื่องจากการเดิน ดังนั้นการวางโต๊ะเครื่องชั่งจึงไม่ควรวางในบริเวณที่มีคนเดินพลุกพล่าน ไม่ควรวางเครื่องชั่งบนชั้นวางทั่ว ๆ ไป เพราะอาจได้รับแรงสั่นสะเทือนจากพื้นมากเกินไป มีผลทำให้การชั่งน้ำหนักเกิดการคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงควรใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมาก เช่น แผ่นหินอ่อนในการรองโต๊ะวางเครื่องชั่งเพื่อลดแรงสั่นสะเทือน

4) ภาชนะชั่ง (weighing scoop) มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารที่ต้องการชั่ง ภาชนะที่ใช้สำหรับชั่งสารมักจะทำจากวัสดุที่เป็นพลาสติกและแก้ว

(3) วิธีการใช้เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์มีขั้นตอนและวิธีการใช้ ดังนี้

1) ปรับปุ่มเลื่อนขาของเครื่องชั่ง ให้อยู่ในแนวระดับขนานกับพื้นโลกโดยสังเกตจากฟองอากาศที่ช่องชี้ระดับ ปรับจนกระทั่งฟองอากาศอยู่ตรงกลาง

2) เปิดเครื่องโดยกดปุ่ม on-off เพื่ออุ่นเครื่องชั่งประมาณ 5-10 นาที

3) กดปุ่มปรับเครื่องให้ถูกต้อง โดยเครื่องชั่งบางรุ่นปุ่มปรับศูนย์กับปุ่มปรับเครื่องอาจเป็นปุ่มเดียวกัน คือ ปุ่ม tare

4) วางภาชนะลงบนจานชั่ง กดปุ่มหักน้ำหนักภาชนะในที่นี้คือปุ่ม tare

5) ใส่วัตถุที่ต้องการชั่งลงในภาชนะชั่งจนได้น้ำหนักที่ต้องการ โดยอ่านค่าน้ำหนักจากตัวเลขบนจอแสดงผล

6) ปิดเครื่อง โดยกดปุ่ม on-off ใช้แปรงทำความสะอาดจานชั่งและบริเวณใต้จานชั่ง

(4) สิ่งพึงปฏิบัติสำหรับการใช้เครื่องชั่งละเอียด ในการใช้เครื่องชั่งสำหรับชั่งตัวอย่างอาหารหรือสารเคมีมีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

1) ชั่งสารที่มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ถ้าสารที่จะชั่งร้อนต้องเก็บไว้ในเดซิกเคเตอร์จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิในห้องเครื่องชั่งเสียก่อน จึงนำมาชั่ง

เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดแรงลอยตัวของอากาศ (air buoyancy) ซึ่งมีผลทำให้น้ำหนักที่ชั่งได้น้อยกว่าที่ควรเป็น

2) สารหรือตัวอย่างอาหารที่ต้องการชั่งต้องใส่ภาชนะสำหรับชั่ง

3) หากมีสารเคมีตกภายในบริเวณเครื่องชั่งต้องรีบปัดออกหรือเช็ดออกทันที

4) ก่อนที่จะชั่งตัวอย่างอาหาร หรือสารเคมีต้องปิดฝาตู้เครื่องชั่งก่อนทุกครั้งเพื่อป้องกันลมหรือฝุ่นละออง

5) ไม่ควรชั่งสารเคมีพวกระเหยเป็นไอได้ง่าย เช่น สารจำพวกกรดที่ระเหยได้หากจำเป็นต้องชั่งจะต้องใส่ขวดที่มีจุกปิดสนิท

6) การชั่งน้ำหนักตัวอย่างอาหารหรือสารเคมีจะต้องมีน้ำหนักไม่เกินขีดความสามารถของเครื่องชั่ง เมื่อรวมน้ำหนักของภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างอาหารหรือสารเคมีแล้ว ซึ่งค่านี้สามารถสังเกตได้จากหน้าปัดของเครื่องชั่ง

7) ไม่จับภาชนะที่จะชั่งด้วยมือเปล่า ให้ใช้กระดาษที่สะอาดหรือใส่ถุงมือที่สะอาดและแห้งจับภาชนะ หรืออาจใช้คีมคีบในการจับภาชนะทุกครั้ง

1.1.1.2 โถทำแห้งหรือเดซิกเคเตอร์ (desiccator) เป็นภาชนะที่ทำด้วยแก้วหรือโลหะที่มีฝาปิดใช้สำหรับเก็บตัวอย่างอาหาร สารเคมี ภาชนะหรือถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ต้องการบรรยากาศที่แห้ง ภายในเดซิกเคเตอร์จะเป็นสุญญากาศ จึงป้องกันไม่ให้ความชื้นจากอากาศภายนอกไปเกาะกับภาชนะหรือสิ่งของที่เก็บไว้ภายในเดซิกเคเตอร์

เดซิกเคเตอร์มีส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ ฝา (ภาพที่ 1.3 ก) ตัวเดซิกเคเตอร์ (ภาพที่ 1.3 ข) สารดูดความชื้น (desiccant) อยู่ภายใน (ภาพที่ 1.3 ค) และแผ่นกระเบื้องหรือแผ่นโลหะคั่นไว้สำหรับวางภาชนะหรือครูซิเบิล (ภาพที่ 1.3 ง) ส่วนล่างของเดซิกเคเตอร์จะใส่สารดูดความชื้นไว้และมีแผ่นกระเบื้องหรือแผ่นโลหะที่เจาะรูคั้นไว้ ฝาและตัวเดซิกเคเตอร์จะทาบติดกันตรงขอบที่เป็นกราวด์กลาสซ์ (ground glass) โดยใช้สารหล่อลื่น เช่น วาสลินหรือจาระบีทา เป็นต้น เชื่อมให้ฝาและตัวเดซิกเคเตอร์แนบติดกันสนิท

ภาพที่ 1.3 ลักษณะของเดซิกเคเตอร์ (ก) ฝา (ข) ตัวเดซิกเคเตอร์ (ค) สารดูดความชื้น (ง) แผ่นกระเบื้อง

(1) สารดูดความชื้น ซิลิกาเจล (silica gel) เป็นสารดูดความชื้นที่นิยมใช้มากตัวหนึ่ง เนื่องจากใช้งานได้สะดวกและคุ้มค่า ซิลิกาเจลมีลักษณะเป็นเม็ดกลมหรือเม็ดเหลี่ยมคล้ายหินใส ไม่มีสี แต่เมื่อนำมาทำเป็นสารดูดความชื้นจะมีการเติมอินดิเคเตอร์ (indicator) เพื่อบอกระดับความชื้นที่ดูดเข้าไป อินดิเคเตอร์ที่ใช้เติม คือ โคบอลต์ไนเตรท (cobalt nitrate) หรือโคบอลต์คลอไรด์ (cobalt chloride) เติมลงในเม็ดซิลิกาเจล เมื่อซิลิกาเจลอยู่ในสภาพแห้งจะมีสีน้ำเงินสด การดูดความชื้นของซิลิกาเจลจะเป็นแบบการดูดซับทางกายภาพ คือ จะเก็บความชื้นไว้ในโพรงโครงสร้างด้านในซิลิกาเจลและมีโอกาสคายความชื้นออกจากตัวเอง ทำให้เม็ดสีน้ำเงินที่มีการเติมโคบอลต์คลอไรด์จะค่อย ๆ เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพู ซึ่งหากซิลิกาเจลเป็นสีชมพู ควรนำไปไล่ความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส จนเม็ดซิลิกาเจลเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินอีกครั้ง และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยความคงทนทางเคมีไม่เปลี่ยนแปลง (ทวีศรี หันพงศ์กิติกูล, 2533)

(2) วิธีการใช้เดซิกเคเตอร์ มีขั้นตอนและวิธีการใช้ ดังนี้

1) ก่อนเปิดฝาเดซิกเคเตอร์ควรหมุนก็อกสำหรับเปิด-ปิดอากาศก่อน เนื่องจากอากาศที่อยู่ภายในเดซิกเคเตอร์จะเป็นสุญญากาศ ทำให้เปิดเดซิกเคเตอร์ไม่ได้

2) การเปิดเดซิกเคเตอร์ ใช้วิธีเลื่อนฝาออกจากตัวเดซิกเคเตอร์ โดยเอามือซ้ายจับตัวโถแล้วใช้ส่วนบนของมือและนิ้วหัวแม่มือดันฝา ใช้มือขวาค่อย ๆ เลื่อนฝาออกจากตัวเดซิกเคเตอร์ให้กว้างพอที่จะเอาวัตถุเข้าหรือออกจากเดซิกเคเตอร์เท่านั้น

3) ถ้าจำเป็นต้องเปิดฝาเดซิกเคเตอร์ออกวางบนโต๊ะให้วางฝาหงายขึ้น แล้วหาที่กั้นไม่ให้ฝาหมุนตกแตก ระวังไม่ให้ฝุ่นหรือสิ่งสกปรกติดขอบฝาที่ทาวาสลีนไว้

4) การปิดเดซิกเคเตอร์ให้ใช้วิธีดันฝาเข้าหาตัว โดยค่อย ๆ ขยับฝาให้วาสลีนที่ทาไว้ที่กราวด์กลาสซ์ระหว่างฝาและตัวเดซิกเคเตอร์กระจายออกอย่างสม่ำเสมอ จนฝาและตัวเดซิกเคเตอร์ติดแนบกันสนิท

5) การย้ายเดซิกเคเตอร์โดยการยก ให้ใช้มือทั้งสองข้างจับด้านข้างของเดซิกเคเตอร์ระหว่างฝากับตัวโถ โดยนิ้วหัวแม่มือกดอยู่ที่ฝา ส่วนนิ้วอื่น ๆ ให้จับใต้ฝากับตัวโถหรือใช้วิธีการอุ้มด้วยมือข้างใดข้างหนึ่งส่วนมืออีกข้างจับส่วนฝาไว้เพื่อป้องกันไม่ให้เลื่อนตก

1.1.1.3 ตู้อบไฟฟ้า (hot air oven) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับทำให้ตัวอย่างอาหาร หรือสารเคมีแห้งโดยใช้ไฟฟ้า ทำให้เกิดความร้อนเช่นเดียวกับเตาไฟฟ้าที่ใช้อยู่ทั่วไป ตู้อบไฟฟ้า (ภาพที่ 1.4 ก) ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือ ตัวตู้อบไฟฟ้า ปุ่มปรับอุณหภูมิ ปุ่มตั้งเวลาและช่องระบายอากาศ ตู้อบไฟฟ้าจะมีช่องระบายความร้อนอยู่ด้านในตู้ซึ่งมีปุ่มปรับระดับการระบายได้ 6 ระดับ เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำติดที่ฝาตู้ ตู้อบไฟฟ้าทุกตัวสามารถปรับอุณหภูมิได้สูงถึงประมาณ 200 องศาเซลเซียส โดยมีชุดควบคุมอุณหภูมิติดอยู่ภายใน การทำให้สารเคมีหรือตัวอย่างอาหารแห้งมักจะใช้ที่อุณหภูมิ 100-110 องศาเซลเซียส ถ้าสารหรือตัวอย่างอาหารที่จะทำให้แห้งนั้นเป็นไอที่กัดกร่อนได้ควรทำให้ระเหย หรือทำให้สลายตัวก่อน เพื่อป้องกันให้เกิดไอที่กัดกร่อนน้อยที่สุด ก่อนนำตัวอย่างเข้าตู้อบไฟฟ้า เพราะมีผลทำให้เกิดการสึกกร่อนของขดลวดความร้อนหรืออุปกรณ์ภายในตู้อบไฟฟ้า และป้องกันการกระเด็นของสารอื่นที่มาจากสารของเพื่อนร่วมงานที่ใช้ตู้อบไฟฟ้าร่วมกัน ถ้าเป็นของชิ้นเล็ก ๆ เช่น ขวดชั่งควรใส่บีกเกอร์เพื่อป้องกันการล้มของขวดก่อนนำมาอบ เป็นต้น

(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 1.4 ลักษณะของตู้อบไฟฟ้าและปุ่มต่าง ๆ สำหรับการใช้งานของตู้อบไฟฟ้า
(ก) ตู้อบไฟฟ้า ยี่ห้อ memert รุ่น UM 500 (ข) สวิตช์เปิด-ปิดตู้อบไฟฟ้า
(ค) ปุ่มสำหรับปรับอุณหภูมิของตู้อบไฟฟ้า

(1) วิธีการใช้ตู้อบไฟฟ้า มีวิธีการใช้งาน 2 แบบ คือ แบบปรับอุณหภูมิระบบธรรมดา และแบบตั้งเวลาเปิด-ปิด ซึ่งมีวิธีการใช้ดังนี้

1) การปรับอุณหภูมิระบบธรรมดา (manual) ทำได้โดยหมุนปุ่มสวิตช์เปิด-ปิด (on-off) ปรับไปที่ตำแหน่ง I (ดังภาพที่ 1.4 ข) แล้วปรับอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการ แต่ต้องไม่เกิน 200 องศาเซลเซียส จากนั้นเครื่องจะทำงานตลอดเวลา

2) การตั้งเวลาเปิด-ปิด ทำได้โดยหมุนปุ่มสวิตช์ตั้งเวลาปรับไปที่สัญลักษณ์ ◷ เพื่อตั้งเวลาให้ได้ตามต้องการ โดยกดปุ่ม set คือ หมายเลข 1 ค้างไว้และหมุนปุ่ม knob คือ หมายเลข 2 (ดังภาพที่ 1.4 ค) เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ สังเกตไฟจะติดที่ปุ่ม temp แล้วปล่อยปุ่ม set อุณหภูมิที่แสดงจะเป็นอุณหภูมิภายในตู้ที่แท้จริง หมุนปุ่ม knob ตามเข็มนาฬิกาจนไฟมาติดที่ hold กดปุ่ม set ค้างไว้และตั้งเวลาการทำงานและปิดเองโดยอัตโนมัติ

3) ช่องระบายอากาศ เป็นการระบายอากาศภายในตัวเครื่องมี 6 ระดับ โดยปกติจะเลื่อนไว้ตรงหมายเลข 3-4 เพราะสามารถไล่ความชื้นออกไปจากตู้อบได้

4) การปรับปุ่มควบคุมอุณหภูมิของเครื่อง (alarm set) ไม่ควรปรับปุ่มไปทางด้านเครื่องหมายบวกจนสุด

5) เมื่อเลิกใช้งานให้ปรับไปที่สวิตช์ปิดเครื่อง คือ ปรับไปที่ตำแหน่ง 0

(2) สิ่งพึงปฏิบัติสำหรับการใช้ตู้อบไฟฟ้า ก่อนและหลังใช้งานตู้อบไฟฟ้ามีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

1) ระวังอย่าให้สิ่งของที่วางโดนปลายเทอร์โมมิเตอร์

2) ปุ่มตั้งเวลาเมื่อครบกำหนดแล้วจะหมุนกลับเอง ห้ามไปบิดกลับเองโดยเด็ดขาด และการเปิดและปิดตู้ควรทำด้วยความระมัดระวัง

3) ไม่ควรปรับปุ่มควบคุมอุณหภูมิของเครื่องมาทางเครื่องหมายบวกจนสุดขีด

4) เมื่อมีสารหกบนถาดวางให้ถอดถาดนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด หรืออาจใช้สารทำความสะอาดร่วมด้วย ยกเว้นผงซักฟอก

5) เมื่อใช้งานตู้อบไฟฟ้าสำหรับอบสารเคมีบ่อยครั้ง ควรทำความสะอาดอย่างน้อย 1 เดือนต่อครั้ง

6) ไม่ควรนำสารที่อบเสร็จแล้ววางไว้ในตู้อบ เพราะทำให้ตู้เป็นสนิมได้

1.1.1.4 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) เป็นเครื่องมือที่ให้ความร้อนแก่ตัวอย่างอาหารหรือสารละลาย มีลักษณะเป็นอ่างสำหรับบรรจุน้ำ (ภาพที่ 1.5) มีระบบควบคุมระดับความร้อน สามารถทำความร้อนได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 95 องศาเซลเซียส แต่ในการอุ่นตัวอย่างมักจะใช้อุณหภูมิไม่เกิน 90 องศาเซลเซียส การใช้งานอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแบบปรับอุณหภูมิได้ควรใช้น้ำกลั่นเติมลงในอ่างสำหรับบรรจุน้ำ ถ้ากรณีไม่ใช้น้ำกลั่นเมื่อใช้งานเสร็จแล้วควรระบายหรือถ่ายน้ำทุกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดตะกรันในอ่างต้มน้ำ

(1) หลักการทำงานของอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเป็นอุปกรณ์ที่อาศัยกลไกการเปลี่ยนรูปของพลังงานส่งผ่านตัวกลางสารละลายจากพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน ความต่างศักย์หรือความต้านทานของตัวทำความร้อนจะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานจนกระทั่งค่าความร้อนเพิ่มสูงขึ้น คือ อุณหภูมิเป็นไปตามค่าที่ตั้งไว้ โดยกลไกดังกล่าวควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ชุดควบคุมอุณหภูมิที่ใช้อาจเป็นสัญญาณดิจิทัลหรืออะนาลอกต่อเชื่อมอยู่กับเทอร์โมสแตทซึ่งจะรับรู้อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปจากเซนเซอร์และเปิด-ปิดระบบเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า โดยทั่วไปจะมีสัญญาณไฟเป็นตัวแสดงผลต่อจากเทอร์โมสแตท เมื่ออุณหภูมิของสารละลายถึงค่าที่ตั้งไว้ สัญญาณไฟจะสว่างขึ้น หลังจากนั้นระบบทำความร้อนจะหยุดทำงาน และทำงานอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิเครื่องต่ำกว่าค่าอุณหภูมิที่ตั้ง

ไว้ อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิมีระบบนิรภัย ซึ่งกำหนดค่าสูงสุดของอุณหภูมิที่ควรจะเป็น ในกรณีที่ระบบควบคุมอุณหภูมิเกิดขัดข้อง โดยปกติอุณหภูมิของจุดนิรภัยจะสูงกว่าอุณหภูมิที่ใช้งาน และมีสัญญาณแสดงค่าอุณหภูมิที่เป็นจุดสูงสุด เพื่อตัดการจ่ายไฟให้กับตัวทำความร้อนเป็นการป้องกันไม่ให้ความร้อนสูงเกินไป

ภาพที่ 1.5 ลักษณะของอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิและปุ่มหมุนปรับอุณหภูมิของอ่างน้ำ

(2) อุปกรณ์หลักที่สำคัญของอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ สามารถแบ่งได้ 5 ส่วน คือ

1) ตัวอ่างน้ำ (tank) ต้องปรับเปลี่ยนอุณหภูมิและสารละลายภายในตัวอ่างน้ำอยู่เสมอทำให้มีการออกแบบที่แตกต่างกันไป โดยทั่วไปตัวอ่างน้ำควรมีลักษณะที่ดี ดังนี้

1. ทนการกัดกร่อน การใช้อ่างน้ำมักจะใช้สารละลายตัวกลางที่เป็นสารเคมีกัดกร่อนปะปนมาด้วย ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออ่างน้ำได้ ดังนั้นอ่างน้ำที่ดีควรใช้วัสดุที่สัมผัสตัวกลางเป็นชนิดทนการกัดกร่อนหรือไม่เป็นสนิม เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม

2. ทนต่ออุณหภูมิ การใช้งานอ่างน้ำจะมีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิในการใช้งานอยู่เสมอ ดังนั้นภาชนะที่ใช้ทำอ่างน้ำต้องทนต่ออุณหภูมิสูงและต่ำได้ สามารถเก็บความร้อนและความเย็นได้ดี เพื่อรักษาไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากนัก โดยทั่วไปแล้วอ่างน้ำมักออกแบบภาชนะบรรจุเป็น 2 ชั้น ชั้นในส่วนใหญ่ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม เนื่องจากภาชนะต้องสัมผัสกับของเหลว ซึ่งอาจทำให้เกิดสนิมได้ ส่วนชั้นนอกนิยมใช้เหล็กอ่อนเคลือบสารที่มีลักษณะเป็นฉนวน เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่ว เช่น โพลีฟีนิลซัลไฟด์

(polyphenylsulfide : PPS) หรือโพลีฟีนิลีนออกไซด์ สไตรีน (polyphenylene oxide-styrene : PPO) เป็นต้น

2) ฝาปิด (lid) อุปกรณ์ส่วนนี้จะป้องกันสิ่งสกปรกหล่นลงไปในอ่างน้ำ และรักษาอุณหภูมิของระบบไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ฝาปิดอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิจะมีทั้งฝาปิดทึบ และฝาปิดใส

3) เทอร์โมสแตท (thermostat) เป็นตัววัดและควบคุมอุณหภูมิของระบบ เมื่อวัดอุณหภูมิแล้วจะมีกลไกในการเปิด-ปิดตัวเอง โดยจะต่อพ่วงเข้ากับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เทอร์โมสแตทที่ดีควรมีช่วงของการควบคุมอุณหภูมิที่กว้างเพียงพอกับช่วงที่ต้องการใช้งาน

4) ตัวแสดงค่าอุณหภูมิ (temperature display) มี 2 ประเภท คือ

1. เทอร์โมมิเตอร์
2. หน้าปัดแสดงค่าเป็นตัวเลข

5) ปุ่มปรับอุณหภูมิ (temperature controller) มีใช้งาน 2 แบบ คือ

1. แบบปุ่มหมุน ซึ่งใช้งานง่าย
2. แบบปุ่มตัวเลข สามารถปรับค่าอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เป็นตำแหน่งปรับค่าอุณหภูมิตามความต้องการใช้งาน และต้องอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ปรับค่าได้

(3) วิธีการใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ มีวิธีการใช้งาน ดังนี้

1) กดปุ่มสวิตช์เปิดเครื่อง คือปุ่ม on เมื่อต้องการปรับอุณหภูมิให้กดปุ่ม set คือ หมายเลข 2 ค้างไว้ (ดังภาพที่ 1.5)

2) หมุนปุ่ม knob คือ หมายเลข 3 ให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ สังเกตไฟจะติดที่ temp แล้วปล่อยปุ่ม set อุณหภูมิที่แสดงจะเป็นอุณหภูมิภายในอ่างที่แท้จริง

3) หมุน knob ตามเข็มนาฬิกาจนไฟมาติดที่ h hold กดปุ่ม set ค้างไว้และตั้งเวลาการทำงานและปิดเองโดยอัตโนมัติ

4) ในกรณีที่ไม่ต้องการตั้งเวลาในการทำงานของเครื่องให้หมุน knob จนหน้าจอแสดงเครื่องหมาย (- --) เมื่อใช้งานเสร็จให้กดสวิตช์ปิดเครื่อง คือ ปุ่ม off

(4) สิ่งพึงปฏิบัติสำหรับการใช้อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ก่อนใช้และ

หลังใช้งานเสร็จทุกครั้งควรปฏิบัติ ดังนี้

1) ไม่ควรปรับปุ่มตั้งเวลาในขณะเครื่องกำลังใช้งานอยู่ ซึ่งจะทำให้เครื่องเกิดการเสียหายได้

2) เมื่อใช้งานเสร็จแล้วควรระบายน้ำหรือถ่ายน้ำทุกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดตะกรันในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

1.1.1.5 เครื่องวัดพีเอช (pH meter) เป็นเครื่องมือวัดสภาพความเป็นกรดหรือด่างของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย โดยอาศัยหลักการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (reference electrode) กับขั้วไฟฟ้าตรวจวัด (sensing electrode) ที่จุ่มอยู่ในสารละลาย เปลี่ยนค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าให้เป็นค่าพีเอช แล้วนำค่ามาเทียบกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน (standard pH buffer) พีเอช 4.00 7.00 และ 10.00 แต่เนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนั้นเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ซึ่งมีผลให้ค่าพีเอชเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย เครื่องวัดพีเอชจึงต้องมีการชดเชยค่าของการวัดอันเนื่องจากอุณหภูมิ โดยใช้หัววัดอุณหภูมิของตัวอย่างขณะทำการวัดแล้วปรับเปลี่ยนเป็นค่าพีเอช ณ ขณะนั้น

ภาพที่ 1.6 ลักษณะของเครื่องวัดค่าพีเอช ยี่ห้อ Orion รุ่น 1260

(1) ส่วนประกอบของเครื่องวัดพีเอช เครื่องวัดพีเอช (ภาพที่ 1.6) มีส่วน ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ตัวเครื่อง และหัววัดพีเอช

1) ตัวเครื่อง (pH meter) คือ ส่วนที่ใช้ในการวัดสัญญาณไฟฟ้าโดยปรับความต่างศักย์ให้กับขั้วไฟฟ้าอ้างอิงให้มีค่าความต่างศักย์เป็นศูนย์และคงที่ แล้วแปลง

สัญญาณจากความต่างศักย์ของขั้วไฟฟ้าให้เป็นความต่างศักย์ไฟฟ้าจากมิลลิโวลต์ (mV) เป็นหน่วยพีเอช โดยอ้างอิงจากสมการทางเคมีไฟฟ้า ให้แสดงผลที่ได้เป็นแบบเข็ม และแบบตัวเลขบนจอภาพหรือเครื่องพิมพ์

2) หัววัดค่าพีเอช (electrode) เป็นหัวใจหลักของการวัด ปัจจุบันนิยมใช้ขั้วไฟฟ้าที่เป็นแบบแก้ว (glass electrode) ซึ่งมีเยื่อแก้วลักษณะเป็นเจลหนาประมาณ 10 มิลลิเมตร เป็นบริเวณที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างโซเดียมไอออนในเนื้อเยื่อแก้วกับไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในสารละลายภาคตรวจรับ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในสารละลายพีเอช 7 ความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้ง 2 คือ ขั้วไฟฟ้าอ้างอิงกับขั้วไฟฟ้าตรวจวัดจะมีค่าความต่างศักย์เท่ากับศูนย์มิลลิโวลต์ ถ้าความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนเพิ่มขึ้นหรือลดลงความต่างศักย์ก็จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในสารละลายนั้น โดยมีขั้วไฟฟ้าเป็นตัวรับสัญญาณ

(2) วิธีการตรวจสอบพีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อ จุลินทรีย์แต่ละชนิดชอบเจริญในอาหารที่มีพีเอชแตกต่างกันไป ดังนั้นจึงควรทราบเกี่ยวกับพีเอชและการตรวจสอบพีเอช ดังนี้

จากสมการการแตกตัวของน้ำ

$$HOH + HOH \rightarrow H_3O^+ + OH^-$$

ค่าคงที่ของสมดุล = $Kw = [H_3O^+][OH^-]$

หรือเขียนสั้นๆ ว่า $Kw = [H^+][OH^-]$

Kw คือ ค่าคงที่ของผลคูณของอิออนของน้ำและมีค่า 10^{-14} โมล/ลิตร ที่ 25^0ซ.

ในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 25^0ซ. $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$

แต่เนื่องจากการเขียนความเข้มข้นด้วยเลขยกกำลังไม่สะดวก จึงใช้มาตราส่วนพีเอชโดยมีนิยามว่า

$$pH = -\log [H^+] \text{ หรือ } [H^+] = 10^{pH}$$

ดังนั้นสารละลาย HCL เข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร $[H^+] = 0.1$ (เพราะกรดแก่แตกตัวได้ 100%) จะมี $pH = -\log 0.1 = -\log 10^{-1} = 1$

น้ำบริสุทธิ์มี $[H^+] = 10^{-7}$

ในกรณีที่สารละลายเป็นเบสอาจคิดจากค่า pOH ก็ได้

$$pOH = - \log [OH^-]$$

สารละลาย NaOH 0.1 โมล/ลิตร ที่มี $[OH^-] = 0.1$ (เพราะเบสแก่แตกตัวได้ 100%)จะมี $pOH = - \log 0.1 = - \log 10^{-1} = 1$

แต่ $pH + oPH = 14$

$pH = 14 - pOH$

$= 14-1 = 13$

ถ้ากล่าวถึงสารละลายที่มีพีเอช 7 หมายความว่า สารละลายนี้มีความเข้มข้นของ hydrogen ion (H^+) เท่ากับ 1×10^{-7} molar หรือ moles/litre

เนื่องจากน้ำบริสุทธิ์ที่ 25 ^{0}ซ. มีพีเอช 7 ดังนั้น พีเอช 7 จึงหมายถึงความเป็นกลางของสารละลายในแง่ของความเป็นกรดเป็นด่าง

ถ้าสารละลายที่มีพีเอชสูงกว่า 7 จะหมายถึง สารละลายมีความเป็นด่างมากกว่าน้ำ หรือมีความเข้มข้นของ hydrogen ion (H^+) น้อยกว่าน้ำบริสุทธ์ และพีเอชต่ำกว่า 7 หมายถึง สารละลายมีความเป็นกรดมากกว่าน้ำหรือมีความเข้มข้นของ hydrogen ion (H^+) มากกว่าน้ำบริสุทธิ์

ตัวอย่างเช่น สารละลาย HCI 0.000001 N มี (H^+) 10^{-6} moles/liter หรือมี pH 6 เนื่องจากดัชนีของพีเอชเป็น logarithmic scale ดังนั้นพีเอชหน่วยหนึ่งจึงมีความเข้มข้นของ hydrogen ion มากกว่าพีเอชหน่วยถัดไปที่สูงกว่า 10 เท่า ตัวอย่างเช่น สารละลาย 0.1 N HCI มี 10^{-1} (H^+) หรือพีเอช 1 ส่วน สารละลาย 0.01 N HCI จะมี 10^{-2} (H^+) หรือ pH 2

การตรวจสอบพีเอชของอาหารทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1) ใช้เครื่อง pH meter ซึ่งประกอบด้วย glass electrode ทำหน้าที่เป็น half–cell สองอัน และมีสารละลายอิ่มตัวของ KCI เป็นของเหลวเชื่อมต่ออยู่ใน electrode half–cell อันหนึ่งซึ่งใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบความต่างศักดิ์ไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างปลายของ half–cell ทั้งสองมีหน่วยเป็นโวลต์ แล้วถูกเปลี่ยนให้เป็นค่าพีเอชบนแผงหน้าปัด

2) ใช้กระดาษวัดพีเอช ซึ่งมีสารประกอบสามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อรับหรือส่งโปรตอนออกไป สารประกอบนี้มีใช้กันหลายชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดง pH indicator

Indicator	**Range of pH**	**Color change**
Thymol blue (acid range)	1.2 - 2.8	red to yellow
Brom phenol blue	2.8 - 4.6	yellow to violet
Brom cresol green	3.6 - 5.2	yellow to blue
Methyl red	4.4 - 6.2	red to yellow
Brom cresol purple	5.2 - 6.8	yellow to violet
Brom thymol blue	6.0 - 7.6	yellow to blue
Phenol red	6.8 - 8.4	yellow to purple pink
Cresol red	7.2 - 8.8	yellow to violet red
Thymol blue (alkaline range)	8.0 - 9.6	yellow to blue
Cresolphthalein	8.2 - 9.8	colorless to red
Phenolphlphalein	8.3 - 10.0	colorless to red
Thymolphalein	9.3 - 10.5	colorless to blue
B.D.H. “Universal”	3.0 - 11.0	red-orange-yellow-green-blue-reddish violet

ที่มา พรรณีและคณะ (2534)

เมื่อวัดพีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อแล้วได้ค่าต่ำกว่าพีเอชที่ต้องการ ให้ปรับพีเอชด้วย NaOH 0.1 N หรือปรับด้วย HCI 0.1 N เมื่อวัดพีเอชแล้วได้สูงกว่าที่ต้องการ สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในห้องปฏิบัติการนี้ไม่ได้ปรับพีเอช เนื่องจากเชื้อราและยีสต์สามารถเจริญได้ในช่วงพีเอชที่กว้าง (2-8.5)

(3) วิธีการใช้เครื่องวัดพีเอช มีขั้นตอนและวิธีการใช้ ดังนี้

1) เสียบปลั๊กและเปิดสวิตช์ไฟเพื่ออุ่นเครื่องประมาณ 10 นาที

2) ปรับมาตรฐานเครื่อง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 2 ชนิดที่มีค่าพีเอชในช่วงใกล้เคียงกับพีเอชของสารละลายที่ต้องการวัด โดยปรับปุ่มให้เครื่องอ่านค่าให้ได้เท่ากับค่าสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน

3) ปรับอุณหภูมิของเครื่องวัดพีเอชให้เท่ากับอุณหภูมิของ

สารละลาย

4) ก่อนวัดพีเอชของตัวอย่าง ควรล้างหัววัดค่าพีเอชด้วยน้ำกลั่นและซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู จุ่มหัววัดค่าพีเอชลงในสารละลาย แล้วอ่านค่าพีเอชจากสเกลหน้าปัด

(4) สิ่งพึงปฏิบัติสำหรับการใช้เครื่องวัดพีเอช เครื่องวัดพีเอชเป็นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจชำรุดเสียหายได้ง่าย หัววัดของเครื่องอาจขาดความแม่นยำในการวัดได้ง่าย ถ้าบำรุงรักษาไม่ถูกต้องและไม่ดีพอ ดังนั้นจึงมีข้อควรพึงปฏิบัติ ดังนี้

1) เมื่อใช้เครื่องเสร็จแล้วควรล้างหัววัดด้วยน้ำกลั่นทุกครั้ง หรือล้างด้วยสารละลายอื่น ๆ เช่น อะซีโตน เอทิลแอลกอฮอล์ และไฮโดรคลอริก 1 โมลาร์ เพื่อล้างคราบสกปรกที่จับผิวนอกของเมมเบรนก่อนเก็บ ซึ่งสามารถป้องกันคราบสกปรกที่อาจจับตัวแน่นติดหัววัดจนทำความสะอาดยาก จากนั้นเช็ดให้แห้งสวมปลายหัววัดด้วยจุกยาง (rubber cap) ที่บรรจุด้วยสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ 3 โมลต่อลิตร

2) หมั่นตรวจวัดระดับของสารละลายอิ่มตัวโพแทสเซียมคลอไรด์ในหัววัดค่าพีเอชให้เต็มหลอดอยู่เสมอ

3) ก่อนใช้งานควรล้างหัววัดให้สะอาด เนื่องจากน้ำยาแช่เก็บหัววัดจะสร้างฟิล์มบาง ๆ ที่เมมเบรน ซึ่งจะทำให้การวัดค่าพีเอชไม่ถูกต้องและไม่ควรทำการปรับมาตรฐานเครื่องทันทีหลังจากเริ่มนำมาใช้ แต่ควรแช่หัววัดในสารละลายบัฟเฟอร์ก่อนเพื่อให้เกิดการสมดุล

4) หัววัดที่มีรูเล็ก ๆ ซึ่งเป็นทางไหลออกของอิเล็กโทรไลต์ในหัววัด ถ้าเกิดการอุดตันจำเป็นต้องล้างด้วยน้ำยาล้างทำความสะอาด โดยแช่ทิ้งไว้นาน 1-24 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความสกปรก

5) หัววัดชนิดที่ต้องเติมอิเล็กโทรไลต์จะต้องเปิดจุกยางหรือเจาะรูให้อากาศไหลเข้าในขณะที่ทำการวัด เพื่อป้องกันไม่ให้ภายในหลอดเป็นสุญญากาศ

1.1.1.6 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)

การทำให้ปราศจากเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ นิยมใช้ความร้อนชื้น โดยใช้หม้อนึ่งอัดความดันไอน้ำหรือหม้อนึ่งความดันไอ (pressure cooker หรือ autoclave) โดยการต้มน้ำไล่อากาศจนหมดแล้วปิดที่ไล่อากาศ ทำให้ภายในหม้อมีแต่ไอน้ำ และไอน้ำจะถูกกักเก็บเอาไว้จนความดันของไอน้ำถึง 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรและความดันระดับนี้จะมีอุณหภูมิ 121.5 ^{0}ซ. หรือ 250 ^{0}ฟ. แล้วรักษาความดันให้คงที่อยู่ที่ระดับนี้นาน 15-30

นาที ซึ่งความร้อนระดับนี้สามารถทำลายเซลล์และสปอร์ของจุลินทรีย์ทุกชนิด รวมทั้งเอนโดสปอร์ของแบคทีเรีย ไอน้ำร้อนจะแทรกซึมเข้าสู่เซลล์และทำให้โปรตีนภายในเซลล์เสียสภาพไป ถ้าโปรตีนนั้นเป็นเอนไซม์ เอนไซม์ก็จะเสียสภาพจนไม่สามารถทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ สำหรับเวลาที่ใช้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับภาชนะและสิ่งของที่นำมากำจัดเชื้อ

หม้อนึ่งความดันไอน้ำที่ใช้ในห้องปฏิบัติการแบ่งตามแหล่งของความร้อนได้ 2 แบบ คือ

1) หม้อนึ่งความดันไอน้ำแบบใช้เตาแก๊ส (ไม่นิยมในห้องปฏิบัติการ)

2) หม้อนึ่งความดันไอน้ำแบบใช้ไฟฟ้า ดังแสดงภาพที่ 1.7

(ก) (ข)

ภาพที่ 1.7 (ก) ส่วนประกอบของหม้อนึ่งความดันไอ (ข) ส่วนประกอบของฝาหม้อนึ่งความดันไอ

(2) ส่วนประกอบของหม้อนึ่งความดัน หม้อนึ่งความดันไอน้ำทั้ง 2 แบบมีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่คล้ายกัน คือ

1) ตัวหม้อ ซึ่งรวมหม้อตัวในที่ใช้บรรจุอาหารที่ต้องการกำจัดเชื้อและตะแกรงหม้อตัวใน ตัวหม้อทำด้วยอลูมิเนียมหล่อ ซึ่งทนต่อแรงกดดันได้ดีพอสมควร และที่ขอบตรงปากหม้อจะมีรอยบาก (marker) และสกรู 4 คู่

2) ฝาหม้อ บนฝาหม้อมีส่วนประกอบต่าง ๆ คือ

1. หูหิ้ว (handle)

2. มาตรวัดความดัน (pressure gauge) ซึ่งใช้บอกความดันภายในหม้อนึ่ง ที่หน้าปัดเมื่อมีความดันเกิน 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีคำว่า caution แปลว่า

โปรดระมัดระวัง เนื่องจากถ้าความดันเกิน 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หม้อจะระเบิดได้ เนื่องจากหม้อนึ่งที่ใช้ทนความดันได้สูงสุดประมาณ 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ฉะนั้นไม่ควรใช้เกินกว่านี้ มาตรวัดความเป็นส่วนที่สำคัญ ถ้าไล่อากาศหมดแล้วปิดวาล์ว แล้วความดันไม่ขึ้นเลยแสดงว่ามาตรเสีย

3. ที่ไล่อากาศ (safety valve) เป็นท่อที่ปิดด้วยก้อนตะกั่วที่ได้ตรวจสอบแล้วว่าสามารถป้องกันไม่ให้ความดันสูงเกินกว่าที่หม้อนึ่งจะทนทานได้ ถ้าความดันเกินจะมีความร้อนมากเพียงพอที่จะละลายก้อนตะกั่วนี้ ทำให้ท่อนี้เปิดออก แล้วไอน้ำพุ่งออกได้ เพื่อลดความดันในหม้อลง อันเป็นการป้องกันไม่ให้หม้อระเบิด

ในปัจจุบัน Autoclave มีระบบปิด-เปิดฝาแบบอัตโนมัติ โดยไม่ได้ใช้วิธีการปิดฝาแบบเดิมซึ่งเป็นแบบหมุนวาวส์ ระบบนี้จะมี circumferential ring (แหวนเส้นรอบวง) เป็นตัวล็อกแบบพิเศษ ซึ่งทำขึ้นมาจากซิลิโคนกันความร้อน เมื่อปิดฝา แหวนนี้ก็จะเข้ามาล็อกฝาปิดไว้ตามภาพที่ 1.8 โดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงบีบอัดของฝาแบบเดิม ระบบนี้จะล็อกฝาปิดอย่างอิสระ ไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ แต่จะขึ้นอยู่กับความดันภายใน ฝาปิดจะไม่ยอมเปิดออกจนกว่าความดันภายในห้องบ่มจะอยู่ในระดับปกติ และสามารถตั้งการทำงานให้ฝาปิดเปิดออกเมื่อความดันอยู่ในระดับปกติได้โดยอัตโนมัติ ในส่วนของฝาปิดภายในนั้นส่วนใหญ่จะทำมาจากสเตนเลส

ส่วนฝาปิดด้านบนซึ่งมีส่วนควบคุม (control panel) และหน้าจอแสดงผลนั้น ทำมาจากพลาสติกชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน จึงมีความเสี่ยงน้อยที่จะเกิดความเสียหายของส่วนควบคุมจากความร้อน ส่วนของตัวให้กำเนิดไอน้ำ (steam generator) ที่อยู่ในตัวเครื่องนั้น เมื่อใช้ร่วมกับการ Pre-heating แล้ว จะสามารถทำความร้อนให้ได้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาเพียง 10 นาที (ในกรณีที่มีเพียงห้องบ่มเปล่าๆ) ส่วนระบบทำความเย็นนั้นจะมีทั้งแบบที่เป็นท่อต่ออากาศเย็นจากภายนอกเข้าสู่ห้องบ่ม และระบบทำความเย็นภายในตัวเครื่องเอง ทำให้สามารถลดเวลาในการทำความเย็นได้มาก การปล่อยอากาศออกเพื่อลดความดันภายในและลดอุณหภูมิ จะมีแผ่นกรองช่วยกรองอากาศที่ผ่านเข้า-ออกห้องบ่ม ส่วนของฝาปิดด้านในจะมีพัดลมช่วยในการหมุนเวียนอากาศ และมีระบบทำความเย็นโดยใช้การควบแน่นของน้ำ เพื่อช่วยลดกลิ่นจากของเสียซึ่งอาจมีพิษต่อสุขภาพได้ และมีระบบการทำแห้งแบบรวดเร็ว โดยใช้เครื่องให้กำเนิดไอน้ำ ช่วยในการทำความร้อนให้กับภายในห้องบ่ม ทำให้ของที่อยู่ภายในแห้งเร็วขึ้น นอกจากนี้ Autoclave ในปัจจุบันยังสามารถเชื่อมต่อกับเครื่อง

คอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเก็บข้อมูล ดูรายงานผลการนึ่งฆ่าเชื้อเป็นกราฟ และทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้อีกด้วย

(3) วิธีการใช้หม้ออัดความดันไอ มีดังนี้ คือ

1) ใส่น้ำไปในตัวหม้อให้พ้นข้นลวดความร้อนด้วยน้ำกลั่น

2) ใส่ของลงตะกร้าแล้วนำมาใส่ในหม้อตัวในที่บรรจุสิ่งของที่ต้องการจะฆ่าเชื้อ

3) ปิดฝาให้แน่นเพื่อป้องกันไม่ให้ไอน้ำออกมา

4) หลังจากนั้นตั้งเวลา 15 นาที ความร้อน 121 องศาเซลเซียส และความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

5) เครื่องทำงานเริ่มจับเวลาจนครบ 15 นาที ความดันขึ้นถึง 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความร้อน 121 องศาเซลเซียส

6) เมื่อครบเวลา หม้อนึ่งความดันไอน้ำความดันลดลง จึงเปิดฝาได้ แต่หากอุณหภูมิไม่ลดก็ไม่ควรเปิดฝาเด็ดขาด

7) เปิดฝาหม้อ นำของที่ฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้วออกไปทำการทดลองต่อไป

1.1.1.7 ตู้บ่มเชื้อ (incubator) เป็นตู้อบที่สามารถปรับอุณหภูมิได้ตามความต้องการ มีประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย เชื้อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า หรือสูงกว่าอุณหภูมิห้อง ซึ่งส่วนใหญ่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 37 ^{0}ซ. วิธีใช้สะดวกเนื่องจากมีหน้าปัดสำหรับหมุนเลือกอุณหภูมิได้ตามที่ต้องการ ภายในตู้จะมีระบบปรับการไหลเวียนของอากาศทำให้อุณหภูมิสม่ำเสมอทั่วบริเวณต่าง ๆ ภายในตู้อบ เป็นตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการได้ ใช้ในการบ่ม อาจจะใช้ water bath แทน Incubator ได้บางกรณี ดังแสดงภาพที่ 1.8

(1) วิธีการใช้เครื่องตู้บ่มเชื้อ โดยเสียบปลั๊กก่อนใช้งาน 30 นาที มีวิธีการใช้งาน 2 แบบ คือ แบบปรับอุณหภูมิระบบธรรมดา และแบบตั้งเวลาเปิด-ปิด ซึ่งมีวิธีการใช้ดังนี้

1) การปรับอุณหภูมิระบบธรรมดา (manual) ทำได้โดยหมุนปุ่มสวิตช์เปิด-ปิด (on-off) แล้วปรับอุณหภูมิให้ได้ตามต้องการ แต่ต้องไม่เกิน 200 องศาเซลเซียส จากนั้นเครื่องจะทำงานตลอดเวลา

2) การตั้งเวลาเปิด-ปิด ทำได้โดยหมุนปุ่มสวิตช์ตั้งเวลาปรับ

ไปที่สัญลักษณ์ ◷ เพื่อตั้งเวลาให้ได้ตามต้องการ และให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ สังเกตไฟจะติดที่ปุ่ม temp แล้วปล่อยปุ่ม set อุณหภูมิที่แสดงจะเป็นอุณหภูมิภายในตู้ที่แท้จริง หมุนปุ่ม knob ตามเข็มนาฬิกาจนไฟมาติดที่ hold กดปุ่ม set ค้างไว้ และตั้งเวลาการทำงานและปิดเองโดยอัตโนมัติ

ภาพที่ 1.8 ตู้บ่มเชื้อ

(2) ช่องระบายอากาศ เป็นการระบายอากาศภายในตัวเครื่องมี 6 ระดับโดยปกติจะเลื่อนไว้ตรงหมายเลข 3-4 เพราะสามารถไล่ความชื้นออกไปจากตู้อบได้

(3) การปรับปุ่มควบคุมอุณหภูมิของเครื่อง (alarm set) ไม่ควรปรับปุ่มไปทางด้านเครื่องหมายบวกจนสุด

(4) เมื่อเลิกใช้งานให้ปรับไปที่สวิตช์ปิดเครื่อง คือ ปรับไปที่ตำแหน่ง 0

(5) สิ่งพึงปฏิบัติสำหรับการใช้ตู้อบไฟฟ้า ก่อนและหลังใช้งานตู้อบไฟฟ้ามีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

1) ระวังอย่าให้สิ่งของที่วางโดนปลายเทอร์โมมิเตอร์

2) ปุ่มตั้งเวลาเมื่อครบกำหนดแล้วจะหมุนกลับเอง ห้ามไปบิดกลับเองโดยเด็ดขาดและการเปิดและปิดตู้ควรทำด้วยความระมัดระวัง

3) ไม่ควรปรับปุ่มควบคุมอุณหภูมิของเครื่องมาทางเครื่องหมายบวกจนสุดขีด

4) เมื่อมีสารหกบนถาดวาง ให้ถอดถาดนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด หรืออาจใช้สารทำความสะอาดร่วมด้วย ยกเว้นผงซักฟอก

5) เมื่อใช้งานตู้บ่มเชื้อบ่อย ๆ ควรทำความสะอาดอย่างน้อย 1

เดือนต่อครั้ง

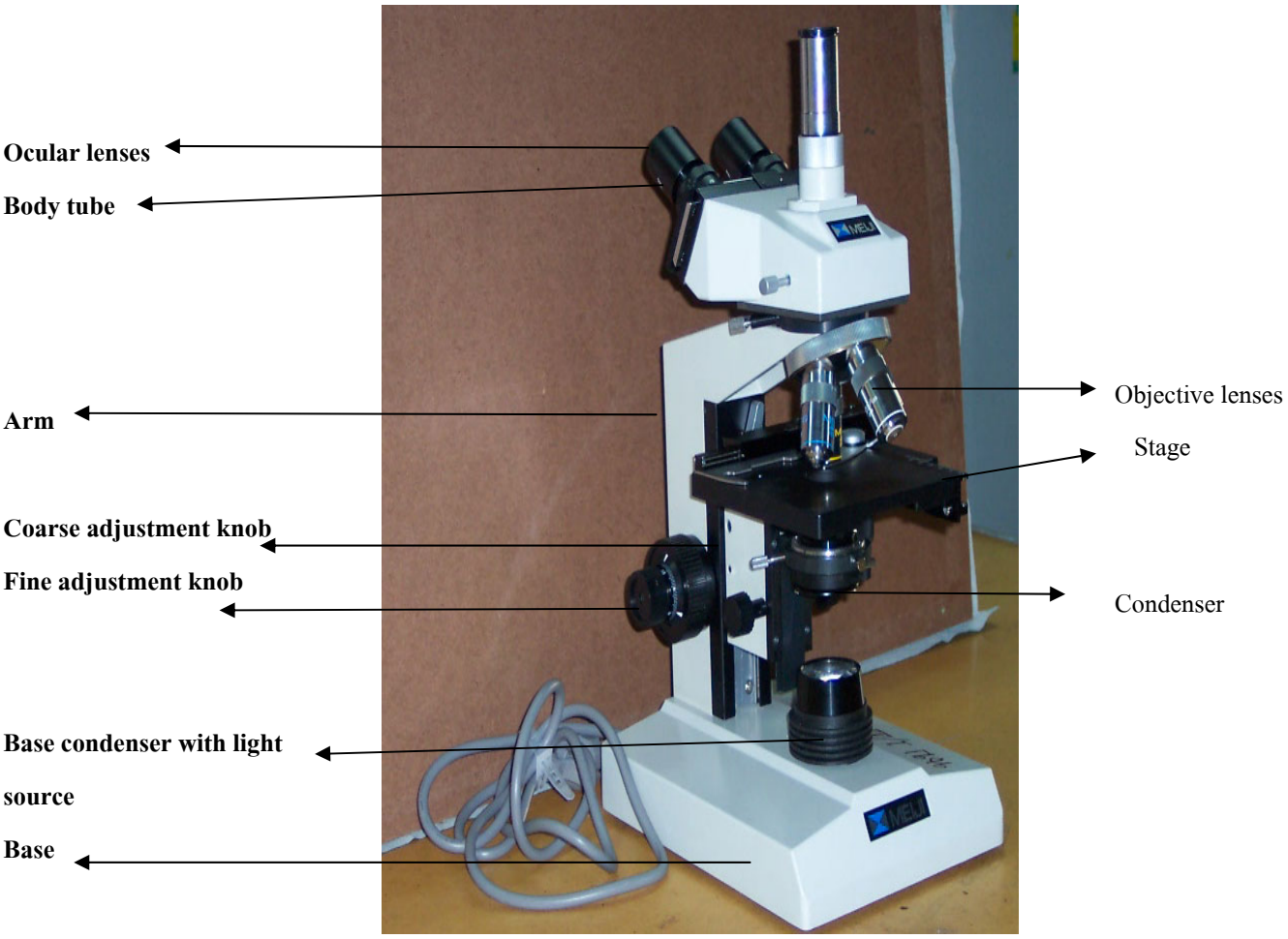
6) ไม่ควรนำสารที่อบเสร็จแล้ววางไว้ในตู้อบ เพราะทำให้ตู้เป็นสนิมได้

7) ในขณะที่ทำการเปิดตู้ ควรปิดและเปิดอย่างระวัง เนื่องจากมีกระจกปิดอีกบานหนึ่ง ไม่ควรปิดแรง อาจทำให้กระจกมีปัญหาได้ การที่มีกระจกเพื่อให้อุณหภูมิขณะเปิดคงที่และป้องกันการปนเปื้อนอากาศภายนอกขณะที่เปิดตู้บ่มเชื้อ

1.1.1.8 ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar Flow) ตู้เขี่ยเชื้อเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ประโยชน์ในการทำกิจกรรมที่ต้องการหลีกเลี่ยงสิ่งปลอมปนที่มีอยู่ในอากาศรอบ ๆ ตัวเรา เช่น เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย การใช้ประโยชน์ ยกตัวอย่างเช่น การเขี่ยเชื้อเห็ดลงในอาหารวุ้น การเขี่ยเชื้อราลงในเมล็ดข้าวโพด ตู้เขี่ยเชื้อได้ถูกออกแบบมาให้ใช้ประโยชน์ได้สะดวก โดยมีประตูเปิดปิดทั้งสองด้านทำด้วยกระจกกรอบอลูมิเนียม เพื่อความสะดวกในการมองเห็น และสะดวกในการย้ายอุปกรณ์เข้าซ้ายออกขวา มีช่องสอดมือเข้าไปทำงานได้อย่างพอดีและเคลื่อนไหวสะดวก และมีฝาเปิดปิดได้ ล้อมด้วยสักหลาดเพื่อกันฝุ่นละออง ภายในมีหลอดไฟส่องสว่าง เพื่อใช้ปฏิบัติงานตอนกลางคืน และมีหลอดไฟฆ่าเชื้อเพื่อความปลอดภัยและเพื่อกำจัดเชื้อได้ทุกซอกทุกมุม ขาตั้งถูกออกแบบมาให้พับได้เพื่อความสะดวกในการใช้งานและการขนย้าย ดังแสดงในภาพที่ 1.9

ภาพที่ 1.9 ตู้ปลอดเชื้อ

1.1.1.9 กล้องจุลทรรศน์ ส่วนประกอบ วิธีใช้ และข้อควรระวังในการใช้กล้องจุลทรรศน์ ดังต่อไปนี้ ดังแสดงภาพที่ 1.10 ซึ่งประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1.10 กล้องจุลทรรศน์

(1) ส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์แบบ Bright Field มีดังนี้

1) ฐาน (base) ทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดของกล้องจุลทรรศน์ มีรูปร่างสี่เหลี่ยม หรือวงกลม ที่ฐานจะมีปุ่มสำหรับปิดเปิดไฟฟ้า

2) อาร์ม (arm) เป็นส่วนยึดลำกล้องและฐานไว้ด้วยกัน ใช้เป็นที่จับเวลาเคลื่อนย้ายกล้องจุลทรรศน์

3) ลำกล้อง (body tube) เป็นส่วนที่อยู่ต่อจากมือจับมีลักษณะเป็นท่อกลวงปลายด้านบนมีเลนส์ใกล้ตาสวมอยู่ ด้านบนอีกด้านหนึ่งมีชุดของเลนส์ใกล้วัตถุซึ่งติดอยู่กับจานหมุน ที่เรียกว่า revolving nosepiece

4) แท่นวางวัตถุ (stage) เป็นแท่นสำหรับวางสไลด์ตัวอย่างที่ต้องการศึกษา มีลักษณะเป็นแท่นสี่เหลี่ยม หรือวงกลม ตรงกลางมีรูให้แสงจากหลอดไฟส่องผ่านวัตถุ แท่นนี้สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ ด้านในของแท่นวางวัตถุจะมีคริปสำหรับยึดสไลด์และมีอุปกรณ์ช่วยในการเลื่อนสไลด์ เรียกว่า mechanical stage นอกจากนี้ยังมีสเกลบอกตำแหน่งของสไลด์บนแท่นวางวัตถุ ทำให้สามารถบอกตำแหน่งของภาพบนสไลด์ได้

5) เลนส์รวมแสง (condenser) จะอยู่ด้านใต้ของแท่นวางวัตถุเป็นเลนส์รวมแสง เพื่อรวมแสงผ่านไปยังวัตถุที่อยู่บนสไลด์ สามารถเลื่อนขึ้นลงได้โดยมีปุ่มปรับ

6) ไอริส ไดอะแฟรม (iris diaphragm) คือ ม่านปิดเปิดรูรับแสง สามารถปรับขนาดของรูรับแสงได้ตามต้องการ มีคันโยกสำหรับปรับขนาดรูรับแสงอยู่ด้านล่างใต้แท่นวางวัตถุ

7) เลนส์ใกล้วัตถุ (objective lense) จะติดอยู่เป็นชุดกับจานหมุน ซึ่งเป็นส่วนของกล้องที่ประกอบด้วยเลนส์ ซึ่งรับแสงที่ส่องผ่านมาจากวัตถุที่นำมาศึกษา (specimen) เมื่อลำแสงผ่านเลนส์ใกล้วัตถุ เลนส์ใกล้วัตถุจะขยายภาพของวัตถุนั้น และทำให้ภาพที่ได้เป็นภาพจริงหัวกลับ (primary real image) โดยเลนส์ใกล้วัตถุจะมีกำลังขยายต่าง ๆ กัน ได้แก่

1. เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำ (lower power) กำลังขยาย 4X, 10X
2. เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูง (high power) 40X
3. เลนส์ใกล้วัตถุแบบ oil immersion ขนาด 100X

8) revolving nosepiece เป็นส่วนของกล้องที่ใช้สำหรับหมุนเพื่อเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุ

9) เลนส์ใกล้ตา (eyepiece lense หรือ ocular lense) เลนส์นี้จะสวมอยู่กับลำกล้อง มีตัวเลขแสดงกำลังขยายอยู่ด้านบน เช่น 5X, 10X หรือ 15X เป็นต้น กล้อง

ที่ใช้ในปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไปนั้น มีกำลังขยายของเลนส์ตาที่ 10X รุ่นที่มีเลนส์ใกล้ตาเลนส์เดียว เรียก Monocular Microscope ชนิดที่มีเลนส์ใกล้ตาสองเลนส์ เรียก Binocular Microscope

10) ปุ่มปรับภาพหยาบ (coarse adjustment knob) ใช้เลื่อนตำแหน่งของแท่นวางวัตถุขึ้นลง เมื่ออยู่ในระยะโฟกัส ก็จะมองเห็นภาพได้ ปุ่มนี้มีขนาดใหญ่จะอยู่ที่ด้านข้างของตัวกล้อง

11) ปุ่มปรับภาพละเอียด (fine adjustment knob) เป็นปุ่มขนาดเล็กอยู่ถัดจากปุ่มปรับภาพหยาบออกมาทางด้านนอกที่ตำแหน่งเดียวกัน หรือกล้องบางชนิดอาจจะอยู่ใกล้ ๆ กัน เมื่อปรับด้วยปุ่มปรับภาพหยาบจนมองเห็นภาพแล้วจึงหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดจะทำให้ได้ภาพคมชัดยิ่งขึ้น

(2) วิธีใช้กล้องจุลทรรศน์ การใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) มีวิธีใช้ดังนี้

1) วางกล้องให้ฐานอยู่บนพื้นรองรับที่เรียบสม่ำเสมอเพื่อให้ลำกล้องตั้งตรง

2) หมุนเลนส์ใกล้วัตถุ อันที่มีกำลังขยายต่ำสุดมาอยู่ตรงกับลำกล้อง

3) ปรับกระจกเงาใต้แท่นวางวัตถุให้แสงสะท้อนเข้าลำกล้องเต็มที่

4) นำสไลด์ที่จะศึกษาวางบนแท่นวางวัตถุ ให้วัตถุอยู่ตรงกลางบริเวณที่แสงผ่าน แล้วมองด้านข้างตามแนวระดับแท่นวางวัตถุ ค่อย ๆ หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ให้ลำกล้องเลื่อนมาอยู่ใกล้วัตถุที่จะศึกษามากที่สุด โดยระวังอย่าให้เลนส์ใกล้วัตถุสัมผัสกับกระจกปิดสไลด์ กล้องจุลทรรศน์บางรุ่นเมื่อหมุนปุ่มปรับภาพหยาบลำกล้องจะเคลื่อนที่ขึ้นและลงเข้าหาเลนส์ใกล้วัตถุ แต่กล้องบางรุ่นแท่นวางวัตถุจะทำหน้าที่เลื่อนขึ้นลงเข้าหาเลนส์ใกล้วัตถุ

5) มองผ่านเลนส์ใกล้ตา ลงตามลำกล้อง พร้อมกับหมุนปุ่มปรับภาพหยาบขึ้นช้า ๆ จนมองเห็นวัตถุที่จะศึกษาค่อนข้างชัดเจน แล้วจึงเปลี่ยนมาหมุนปรับปุ่มภาพละเอียด เพื่อปรับภาพให้คมชัด อาจเลื่อนสไลด์ไปมาช้า ๆ เพื่อให้สิ่งที่ต้องการศึกษามาอยู่กลางแนวลำกล้อง

6) ถ้าต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น ให้หมุนเลนส์ใกล้วัตถุอันที่มีกำลังขยายสูงขึ้นเข้ามาในแนวลำกล้อง และไม่ต้องขยับสไลด์อีก แล้วหมุนปุ่มปรับภาพละเอียดเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น

7) การปรับแสงที่เข้าในลำกล้องให้มากหรือน้อย ให้หมุนแผ่นไดอะแกรม ปรับแสงตามต้องการ

กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้กันในโรงเรียนมีจำนวนเลนส์ใกล้วัตถุต่าง ๆ กันไป เช่น 1 อัน 2 อัน หรือ 3 อัน และมีกำลังขยายต่าง ๆ กันไป อาจเป็นกำลังขยายต่ำสุด(x4) กำลังขยายขนาดกลาง (x10) และกำลังขยายขนาดสูง (x40, x80) หรือกำลังขยายสูงมาก ๆ ถึง x100 ส่วนกำลังขยายของเลนส์นั้นโดยทั่วไปจะเป็น x10 แต่ก็มีบางกล้องที่เป็น x5 หรือ x15 กำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์คำนวณได้จากผลคูณของกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุกับกำลังขยายของเลนส์ใกล้ตา ซึ่งมีกำกับไว้ที่เลนส์

(3) ข้อควรระวังในการใช้กล้องจุลทรรศน์ เนื่องจากกล้องจุลทรรศน์เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาสูงและมีส่วนประกอบที่อาจเสียหายง่าย โดยเฉพาะเลนส์ จึงต้องใช้และเก็บรักษาด้วยความระมัดระวังให้ถูกวิธี ซึ่งมีวิธีปฏิบัติดังนี้

1) การยกกล้อง ควรใช้มือหนึ่งจับที่แขนกล้อง และอีกมือหนึ่งรองที่ฐาน และต้องให้ลำกล้องตั้งตรงเสมอ เพื่อป้องกันการเลื่อนหลุดของเลนส์ใกล้ตา ซึ่งสามารถถอดออกได้ง่าย

2) สไลด์และกระจกปิดสไลด์ต้องไม่เปียก เพราะอาจทำให้แท่นวางวัตถุเกิดสนิม และทำให้เลนส์ใกล้วัตถุชื้นอาจเกิดราขึ้นที่เลนส์ได้

3) ขณะที่ตามองผ่านเลนส์ใกล้ตา เมื่อจะต้องหมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ต้องมองด้านข้างตามแนวระดับแท่นวางวัตถุ และหมุนให้เลนส์ใกล้วัตถุกับแท่นวางวัตถุเคลื่อนเข้าหากัน เพราะเลนส์ใกล้วัตถุอาจกระทบกระจกสไลด์ทำให้เลนส์แตกได้

4) การหาภาพต้องเริ่มต้นด้วยเลนส์วัตถุกำลังขยายต่ำสุดก่อนเสมอ และปรับหาภาพให้ชัดเจนก่อน จึงค่อยใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูงขึ้น

5) เมื่อใช้เลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยายสูง ถ้าจะปรับภาพให้ชัดให้หมุนเฉพาะปุ่มปรับภาพละเอียดเท่านั้น

6) ห้ามใช้มือแตะเลนส์ ในการทำความสะอาดให้ใช้กระดาษสำหรับเช็ดเลนส์เช็ดเท่านั้น

7) เมื่อใช้เสร็จแล้วต้องเอาวัตถุที่ศึกษาออก เช็ดแท่นวางวัตถุและเช็ดเลนส์ให้สะอาด หมุนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำสุดให้อยู่ตรงกับลำกล้อง และเลื่อนลำกล้องลงต่ำสุด ปรับกระจกให้อยู่ในแนวตั้งได้ฉากกับแท่นวางวัตถุ เพื่อไม่ให้ฝุ่นลง แล้วเก็บใส่กล่องหรือใส่ตู้ให้เรียบร้อย

1.1.2 การใช้อุปกรณ์ทางการหมักดองในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์ทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ห่วงเขี่ยเชื้อและเข็มเขี่ยเชื้อ ตะเกียงแอลกอฮอล์ ตะเกียงก๊าซ จานเพาะเชื้อ หลอดเลี้ยงเชื้อ หลอดดักก๊าซ ปิเปต ชุดย้อมสี เครื่องกรองแบคทีเรีย ตู้เย็น และเครื่องตีบดตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

1.1.2.1 ห่วงเขี่ยเชื้อและเข็มเขี่ยเชื้อ (Inoculating loop and needle) ทั้งสองชนิดนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการถ่ายเชื้อแบคทีเรียจากภาชนะหนึ่งไปใส่ในภาชนะหนึ่ง ทำด้วยลวดที่เป็นตัวนำความร้อนที่ดี เช่น ni-chrome หรือ platinum มีด้ามถือเป็นวัสดุที่ไม่นำความร้อน ห่วงเขี่ยเชื้อมีลักษณะเป็นเส้นลวดมีปลายขดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4 มิลลิเมตร ส่วนเข็มเขี่ยเชื้อนั้นปลายเหยียดตรง การใช้เครื่องมือทั้งสองนี้จะต้องทำให้ปราศจากเชื้อ โดยการเผาจนกระทั่งลวดร้อนแดงและปล่อยให้เย็นก่อนนำมาใช้

1.1.2.2 ตะเกียงแอลกอฮอล์ เป็นตะเกียงแบบที่ใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง เพื่อให้ได้เปลวเพลิงหรือเปลวไฟ ใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับตะเกียงก๊าซ ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการนั้นไม่มีก๊าซ เปลวไฟจากตะเกียงแอลกอฮอล์ร้อนน้อยกว่าจากตะเกียงก๊าซมาก จึงต้องใช้เวลานานกว่าในการเผาเพื่อให้ปราศจากเชื้อ

1.1.2.3 ตะเกียงก๊าซ (Bunsen burner) เป็นตะเกียงที่ใช้ก๊าซหุงต้มทำให้เกิดเปลวไฟสำหรับใช้เผาฆ่าเชื้อที่ติดอยู่กับเครื่องมือบางอย่าง เช่น เข็มเขี่ยเชื้อ ปิเปต หลอดทดลอง ปากคีบ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในกันมากในการถ่ายเชื้อ

1.1.2.4 จานเพาะเชื้อ (Petri dish) มีลักษณะคล้ายจานทรงกระบอกแบบตื้น 2 ใบ สวมประกบกันสนิท โดยปกติทำด้วยแก้วหรือพลาสติกที่ทนความร้อน ใช้สำหรับใส่อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง (agar) ทำให้มีบริเวณเนื้อที่ผิว (surface area) กว้าง เหมาะในการแยกเชื้อแบคทีเรียจากตัวอย่างส่งตรวจโดยทั่วไป

1.1.2.5 หลอดเลี้ยงเชื้อ (culture tube) ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาจำเป็นต้องใช้หลอดทดลอง (test tube) ขนาดต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อใช้ใส่อาหารเลี้ยง

เชื้อจุลินทรีย์ หลอดทดลองที่ใช้มีทั้งแบบปิดด้วยจุกเกลียว (screw cap test tube) และแบบธรรมดาซึ่งใช้สำลีอุดเป็นจุกแล้วแต่ประเภทของอาหารที่จะใส่ในหลอดนั้น อาหารเลี้ยงเชื้อที่บรรจุในหลอดทดลองมีทั้งชนิดที่เป็นอาหารแข็งประเภทวุ้น (agar) และอาหารเหลว (broth) เมื่อบรรจุอาหารในหลอดทดลองแล้ว จะต้องมีจุกปิดปากหลอดไว้เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์อื่นปนเปื้อน

1.1.2.6 หลอดดักก๊าซ (Durham tube) เป็นหลอดทดลองขนาดเล็กประมาณ 5 x 50 มิลลิเมตร ใช้คว่ำลงในหลอดทดลองขนาดปกติที่บรรจุอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต้องการทดสอบความสามารถในการใช้น้ำตาลแล้วให้กรดและก๊าซ CO_2 ก๊าซที่เกิดขึ้นจะลอยขึ้น จึงทำให้มีก๊าซจำนวนหนึ่งดันไล่ที่ของของเหลวแล้วถูกขังอยู่ที่ก้นหลอดดักก๊าซ

1.1.2.7 ปิเปต (pipette) การถ่ายเชื้อในสภาพของเหลวหรือสารละลายจำนวนมากจากหลอดทดลอง จำเป็นต้องใช้ปิเปต ในทางจุลชีววิทยาปิเปตที่ใช้มักจะอุดปลายด้านที่สำหรับดูดไว้กรองเชื้อไม่ให้ผ่านเข้าปาก และเพื่อป้องกันเชื้อจากปากลงสู่อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1.2.8 ชุดย้อมสี (staining set) โดยปกติจะประกอบด้วยขวดสีต่าง ๆ หลายชนิด สำหรับการย้อมสไลด์แบบ Gram's stain, Acid fast stain หรือ Simple stain อื่น ๆ โดยมากนิยมใช้ขวดสีชาเพื่อกันแสง เนื่องจากสารเคมีหลายชนิดเปลี่ยนสภาพได้ง่ายเมื่อถูกแสงสว่าง

1.1.2.9 เครื่องกรองแบคทีเรีย (bacteriological filter) จะมีแผ่นกรองแบคทีเรีย (membrane filter) ซึ่งแผ่นกรองเหล่านี้มีรูขนาดเล็กมาก (0.22-0.45 μm) จนกระทั่งตัวแบคทีเรียไม่สามารถผ่านได้ (แต่ไวรัสผ่านได้) ฉะนั้นสารที่ผ่านการกรองแล้วจะปราศจากแบคทีเรียและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่มีขนาดใหญ่กว่ารูของกระดาษกรอง

1.1.2.10 ตู้เย็น (refrigerator) ใช้ในการเก็บอาหารเลี้ยงเชื้อที่ยังไม่ต้องการใช้ ตลอดจนสารเคมีและน้ำยาที่จำเป็นต้องเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ ๆ เช่น ยาปฏิชีวนะ ซีรั่ม พลาสมา เลือด และอื่น ๆ ในกรณีที่ต้องการเก็บแบคทีเรียไว้เป็นเวลานาน ๆ โดยไม่ต้องการให้แบ่งตัวเพิ่มจำนวนมาก อาจเก็บไว้ในตู้เย็นได้เช่นเดียวกัน (ยกเว้นเชื้อบางชนิดที่ตายได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำ ๆ)

1.1.2.11 สไลด์ (slide) เป็นแผ่นแก้วสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดประมาณ 2.5 x 7.5 cm. ใช้สำหรับเป็นที่รองรับเชื้อจุลินทรีย์ในการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ หรือ concave slide ชนิดที่มีหลุมตรงกลาง ใช้สำหรับดูการเคลื่อนไหวของจุลินทรีย์

1.1.2.12 เครื่องตีบดตัวอย่าง (stomacher) ใช้สำหรับตีบดผสมตัวอย่างให้เข้ากัน โดยตัวอย่างต้องมีขนาดไม่เกิน 400 ml เหมาะสำหรับใช้บดตัวอย่างที่เป็นอาหารชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาทางจุลชีววิทยา ตัวเครื่องมีระบบในการตั้งเวลาในการทำงาน หรือเป็นแบบอัตโนมัติก็ได้ ในการใช้งานต้องใส่ถุงบรรจุตัวอย่างและต้องเป็นถุงได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกวนผสมสารให้เข้ากันมากยิ่งขึ้น ใบกวนจะกวนสารให้ผสมจนเข้ากันเป็นเนื้อเดียว พร้อมทั้งจะเขย่าถุงบรรจุสารไปในเวลาเดียวกัน

1.1.3 การดูแลรักษาและการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ

เครื่องแก้วที่สามารถใช้วัดปริมาตรได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ แน่นอน และเที่ยงตรง ต้องสะอาด ปราศจากคราบไขมัน หรือสิ่งปนเปื้อนติดอยู่ที่ผนังด้านใน ด้านนอก และปากขวด ลักษณะของเครื่องแก้วที่สะอาดจะไม่ปรากฏหยดของสารละลายเกาะที่ผนังด้านในของเครื่องแก้ว การล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วมีวิธีการล้างและวิธีการเตรียมน้ำยาทำความสะอาด ดังนี้

1.1.3.1 การเตรียมน้ำยาทำความสะอาดเครื่องแก้ว เครื่องแก้วที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารต้องสะอาด ปราศจากสิ่งปนเปื้อน ดังนั้นในการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วจึงต้องใช้น้ำยาสำหรับล้างทำความสะอาดเครื่องแก้ว (cleaning solution) น้ำยาล้างเครื่องแก้วสามารถเตรียมได้หลายสูตรขึ้นอยู่กับความสกปรกและชนิดของเครื่องแก้ว สูตรการเตรียมน้ำยามีดังนี้

(1) กรดโครมิก (dichromate-sulfuric acid) ใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้วที่สกปรกทั้งที่เป็นสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียม ดังนี้

1) ชั่งโพแทสเซียมไดโครเมต (potassium dichromate; $K_2Cr_2O_7$) 15 กรัม เติมลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่เติมน้ำกลั่นลงไปแล้ว 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

2) ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น เกรดทางการค้าลงไปอย่างช้า ๆ คนให้เข้ากัน สารละลายจะค่อย ๆ กลายเป็นสีน้ำตาลแดง

3) ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งปริมาณกรดที่ใช้ประมาณ 200 มิลลิลิตร คนให้สารละลายเข้ากันดี

4) ปกติสารละลายกรดโครมิกสามารถใช้ได้หลายครั้ง และต้องเททิ้งเมื่อสารละลายกลายเป็นสีเขียวของโครมัสออกไซด์ ข้อควรระวังในการใช้สารละลายกรดโครมิกทำความสะอาดเครื่องแก้ว คือ อาจมีโครเมียมไอออนตกค้างอยู่ ถ้านำเครื่องแก้วไปวิเคราะห์สารอื่น ซึ่งโครเมียมไอออนมีผลต่อการทดลองนั้นจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้

(2) กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ใช้ทำความสะอาดอุปกรณ์ พลาสติกพวกโพลีเอทธิลีน (polyethylene) และแก้วได้ มีขั้นตอนในการเตรียม ดังนี้

1) นำน้ำกลั่นประมาณ 500 มิลลิลิตร ใส่ขวดปรับปริมาตร

2) เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (hydrochloric cone; commercial grade) จำนวน 100 มิลลิลิตร ลงไปขวดปรับ เติมน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร เพื่อให้สารมีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรต่อปริมาตร)

(3) กรดซัลฟูริก-กรดไนทริกฟูมมิง (sulfuric-fuming nitric acid) เป็นสารผสมของกรดซัลฟูริกเข้มข้นและกรดไนทริกเข้มข้นในอัตราส่วนที่เท่ากัน ใช้สำหรับกำจัดกรีสที่มีมากบนผิวแก้ว

(4) ไตรโซเดียมฟอสเฟต (trisodium phosphate) การเตรียมสารประกอบด้วยไตรโซเดียมฟอสเฟต 57 กรัม โซเดียมโอลีเอต 28.5 กรัม และน้ำกลั่น 470 มิลลิลิตร ใช้กำจัดคราบและตะกอนถ่านที่เกาะแน่นติดกับผิวแก้ว วิธีการกำจัดคราบผงถ่านออกอาจใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10-15 เปอร์เซ็นต์

(5) สารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เตรียมโดยชั่งน้ำหนักของโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 120 กรัม เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีประสิทธิภาพสูงในการทำความสะอาด แต่มีข้อเสีย คือ ทำให้แก้วสึกกร่อนได้ ถ้าแช่น้ำไว้นาน ๆ โดยเฉพาะเครื่องแก้วที่เป็นแก้วขัด

1.1.3.2 ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วและขวดเก็บตัวอย่าง เครื่องแก้วแต่ละชนิดมีขั้นตอนการล้างทำความสะอาดที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของเครื่องแก้ว ดังนี้

(1) เครื่องแก้วทุกชนิด การล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วทุกชนิดยกเว้นขวดปรับปริมาตร ปิเปต และบิวเรต มีขั้นตอนการล้าง ดังนี้

1) หลังจากใช้เครื่องแก้วเสร็จแล้วให้ล้างด้วยน้ำก๊อกทันที

2) ล้างด้วยน้ำยาล้างจานหรือผงซักฟอกพร้อมทั้งใช้แปรงถูแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง

3) กลั้วด้วยน้ำกลั่น 1-2 ครั้ง กรณีใช้น้ำยาล้างจานหรือผงซักฟอกแล้วไม่สามารถกำจัดสิ่งสกปรกหรือคราบไขมันได้ ให้ล้างด้วยน้ำยาล้างเครื่องแก้วแช่ไว้ 2-3 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด ทำให้เครื่องแก้วแห้งโดยใช้ตู้อบไฟฟ้าอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

(2) เครื่องแก้วจำพวกขวดปรับปริมาตร ปิเปต และบิวเรต มีขั้นตอนการล้างทำความสะอาด ดังนี้

1) ล้างขวดปรับปริมาตร ปิเปต และบิวเรตด้วยน้ำยาล้างจานหรือผงซักฟอกก่อน แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง

2) เติมน้ำยากรดโครมิกลงไปในขวดปรับปริมาตรแช่ไว้ 2-3 นาที สำหรับปิเปต และบิวเรตให้แช่ในน้ำยาไว้ 2-3 ชั่วโมง ล้างเครื่องแก้วด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง กลั้วด้วยน้ำกลั่น 1-2 ครั้ง

3) ปล่อยให้เครื่องแก้วแห้งในอุณหภูมิห้อง อย่าอบเครื่องแก้วแห้งด้วยตู้อบไฟฟ้า เพราะความร้อนอาจทำให้ขนาดของเครื่องแก้วเปลี่ยนไป

(3) ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดขวดเก็บตัวอย่าง มีขั้นตอนการล้างง่าย ๆ ดังนี้

1) กรณีเป็นขวดใหม่ ควรแช่ไว้ในน้ำอย่างน้อย 1 สัปดาห์ ก่อนล้างทำความสะอาด

2) ส่วนขวดที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ทำความสะอาดโดยใช้แปรงถูล้างผนังด้านในของขวดด้วยผงซักฟอกหรือน้ำยาล้างจาน แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง แช่ขวดในสารละลายไฮโดรคลอริกเป็นเวลา 2-3 วัน จากนั้นแช่ด้วยน้ำสะอาดอีก 1 วัน แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกหลาย ๆ ครั้ง เพื่อล้างสารละลายไฮโดรคลอริกที่ยังค้างอยู่ กลั้วด้วยน้ำกลั่น 1-2 ครั้ง และคว่ำไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

1.1.3.3 การดูแลรักษาเครื่องแก้ว เมื่อใช้เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของอาหารเสร็จแล้ว ต้องล้างทำความสะอาดและทำให้แห้งก่อนนำเก็บเข้าตู้ การดูแลรักษาเครื่องแก้วมี ดังนี้

(1) การเก็บสารละลาย ไม่ควรเก็บสารละลายที่มีสีต่าง ๆ และสารละลายที่เป็นกรดสูงในขวดปรับปริมาตร เพราะการเก็บสารละลายต่าง ๆ ไว้ในเครื่องแก้วเป็นเวลานานมีผลทำให้เครื่องแก้วเกิดการกัดกร่อนได้ ถ้าต้องการเก็บสารละลายให้เก็บในขวดสำหรับเก็บสารเท่านั้น

(2) การทำให้เครื่องแก้วแห้ง การทำให้ภาชนะเครื่องแก้วแห้งเร็วสามารถทำได้โดยใช้ผ้าที่สะอาด และกระดาษเนื้อเยื่อซับให้แห้ง หรืออีกวิธีหนึ่ง คือ การล้างด้วยอะซีโตนแล้วเป่าให้แห้ง ซึ่งนิยมใช้ทั่วไป แต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง สำหรับเครื่องแก้วที่ทำจากแก้วชนิดแข็งควรทำให้แห้งโดยอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส (พรรณี และคณะ 2545)

1.1.4 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการมีหลักสำคัญ 3 ประการ คือ เทคนิคการปฏิบัติงาน อุปกรณ์เพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่บุคลากร และการออกแบบห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังนี้

1.1.4.1 เทคนิคการปฏิบัติงาน (laboratory practice and techniques) ซึ่งเน้นความจำเป็นที่ต้องปฏิบัติตามเทคนิคทางห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาที่ถูกต้องอย่างเคร่งครัด (Good Micro biotical Techniques : GMT) บุคลากรในห้องปฏิบัติการนั้นจำเป็นต้องรู้จักคุณสมบัติของเชื้อที่กำลังศึกษาหรือเชื้อที่อาจจะพบได้ในสิ่งตรวจที่ส่งเข้ามายังห้องปฏิบัติการขั้นต้น ควรมีการจัดทำหลักการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน ที่เรียกว่า Standard Operating Procedure (SOP) ซึ่งมีรายละเอียดของการทำงาน ตั้งแต่การเริ่มรับสิ่งที่ส่งตรวจไปจนถึงการฆ่าเชื้อของที่ใช้แล้ว ก่อนที่จะกำจัดออกในรูปของขยะ บุคลากรเมื่อรกเข้าปฏิบัติงานควรได้รับการอบรมถึงเทคนิคเหล่านี้

1.1.4.2 อุปกรณ์เพื่อเพิ่มความปลอดภัยแก่บุคลากร (safety equipment) อันได้แก่ ตู้ปลอดเชื้อเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ ในห้องปฏิบัติการที่มีการเพาะเลี้ยงเซลล์และไวรัส เรียกว่า Biological Safety Cabinet (BSC) ที่ถือเป็นด่านแรกของการป้องกันไม่ให้เชื้อหลุดรอดสู่บรรยากาศในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ ของใช้หรือภาชนะที่มีระบบป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ เช่น หลอดปั่น (centrifuge) ที่มีฝาเกลียวปิดเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของ

ละอองเชื้อในขณะที่ปั่น ถุงมือ เสื้อกาวน์ รองเท้า หน้ากากกันฝุ่นละอองและแว่นตา ก็จัดอยู่ในกลุ่มอุปกรณ์ช่วยเพิ่มความปลอดภัยได้

ตู้ Biological Safety Cabinet (BSC) ถือว่าจำเป็นมากสำหรับห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะห้องไวรัสวิทยา เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กักละอองเชื้อที่อยู่ในอากาศเป็น Aerosol ซึ่งเกิดขึ้นในระหว่างการปฏิบัติงานให้อยู่ภายในตู้ และเชื้อที่เปรอะเปื้อนตู้นั้นจะถูกทำลายได้โดยการเช็คด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ Disinfectant ตู้ BSC มีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภทคือ Class I, II และ III ทั้ง 3 ชนิดมีระบบกรองอากาศด้วยแผ่นกรองที่เรียกว่า High-Efficiency Particulate Air, HEPA Filter ก่อนที่จะระบายอากาศสู่บรรยากาศภายนอกตู้ ตู้ BSC Class I และ II เป็นชนิดด้านหน้าและสามารถป้องกันผู้ปฏิบัติงานได้ ถ้าใช้ร่วมกับเทคนิคทางจุลชีววิทยาที่ถูกวิธี GMT ตู้ BSC Class I ไม่มีระบบกรองอากาศจากภายนอกก่อนเข้าภายในตู้ได้ ส่วน Class II นั้นมี จึงสามารถป้องกัน contamination จากบรรยากาศภายนอกตู้ได้ด้วย ตู้ BSC Class II นี้มักใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงเซลล์และไวรัส ซึ่งถือเป็นตู้ที่ให้ความปลอดภัยสูงสุดแก่ผู้ปฏิบัติการและสิ่งแวดล้อมภายนอก

1.1.4.3 การออกแบบห้องปฏิบัติการ (facility design) ซึ่งถือเป็นการป้องกันด่านที่ 2 หลังจากการใช้ตู้ BSC กล่าวคือ จะป้องกันไม่ให้เชื้อที่อาจหลุดออกมาจากตู้ BSC และฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศห้องปฏิบัติการเข้าสู่สิ่งแวดล้อม การป้องกันวิธีนี้ ได้แก่ การเพิ่มระบบฟอกอากาศ (decontamination) เข้ากับระบบหมุนเวียนอากาศภายในห้อง และติดป้ายห้ามบุคคลภายนอกเข้าไปในห้องโดยพลการ

1.1.5 การป้องกันการปนเปื้อนและแพร่กระจายของเชื้อ

การป้องกันการปนเปื้อนและการแพร่กระจายของเชื้อในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ไม่ว่าจะเพื่อการเรียนการสอนหรือการตรวจวิเคราะห์ของหน่วยงานใดก็ตาม นอกจากจะต้องเข้าใจถึงเนื้อหาและขั้นตอนเรื่องที่วิเคราะห์หรือในแต่ละบทปฏิบัติการที่กำลังศึกษาอยู่ ผู้ปฏิบัติยังต้องเข้าใจถึงหลักการและหลักปฏิบัติทางจุลชีววิทยา ตลอดกฎระเบียบขั้นพื้นฐาน และถือปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

1.1.5.1 หลักการและหลักปฏิบัติทางจุลชีววิทยา หลักใหญ่ ๆ ที่ควรตระหนักอยู่ตลอดเวลา ได้แก่

(1) ป้องกันไม่ให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากภายนอกลงในหลอด ฟลาสก์หรือจานเพาะเชื้อ ที่กำลังทดลอง

(2) ป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ที่ใช้ศึกษาออกไปปนเปื้อนหรือแพร่กระจายไปสู่สภาวะแวดล้อม ไม่ว่าจุลินทรีย์นั้นจะเป็นเชื้อโรคหรือไม่ก็ตาม

1.1.5.2 การป้องกันการปนเปื้อนจากภายนอก มีข้อควรปฏิบัติพื้นฐานดังต่อไปนี้

(1) ดูแลไม่ให้ห้องปฏิบัติการเป็นแหล่งละสมเชื้อ กล่าวคือ ต้องรักษาความสะอาดไม่ให้เกิดแหล่งสะสมฝุ่นละออง ไม่นำสิ่งที่ไม่จำเป็นเข้าในห้องปฏิบัติการ และมีการกำจัดขยะสม่ำเสมอ

(2) ผู้ปฏิบัติต้องเรียนรู้และฝึกเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) จนสามารถปฏิบัติได้คล่อง ดังเช่น ในการทำความสะอาดตัวเอง ทำความสะอาดโต๊ะ และ ฆ่าเชื้อเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ในการทดลองทางนี้ทั้งหมด

(3) ป้องกันการปนเปื้อนระหว่างการบ่มเชื้อ สำหรับในเขตร้อนมักมีปัญหาเกี่ยวกับการปนเปื้อนที่เกิดจากมด แมลงอื่น ๆ เช่น แมลงหวี่ เป็นต้น มีการแก้ปัญหาได้ดังนี้

1) ป้องกันมดโดยวางจานเพาะเชื้อบนถ้วยรองขาตู้ ซึ่งมีน้ำหล่อและเก็บไว้ในตู้ที่มีการฉีดยาฆ่าแมลงเป็นครั้งคราว

2) ใช้ชอลค์ชนิดที่ผสมยาฆ่าแมลง ขีดล้อมบริเวณที่บ่มเชื้อ

3) วางจานเพาะเชื้อในถุงพลาสติกขนาดพอเหมาะที่จะทำให้จานตั้งอยู่ได้อย่างไม่คับหรือหลวมเกินไป ที่ใช้งานได้ดีต้องเป็นถุงพลาสติกทนร้อน และต้องรัดยางให้ดี

1.1.5.3 การป้องกันการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ออกสู่ภายนอก ต้องมีการทำให้ถูกต้อง หากปฏิบัติไม่ถูกต้องแล้ว ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาจะกลายเป็นบ่อเกิดและแหล่งสำคัญสำหรับการแพร่เชื้อออกสู่สภาวะแวดล้อม สิ่งที่ต้องปฏิบัติอย่างเคร่งครัดเพื่อขจัดปัญหาดังกล่าว ได้แก่

(1) จานเพาะเชื้อจะต้องมีฝาครอบ หลอดหรือขวดเชื้อจะต้องมีจุกอุดตลอดเวลา ถึงแม้ว่าการทดลองสิ้นสุดลงแล้ว จนกระทั่งถึงการฆ่าเชื้ออีกรอบเพื่อทำลายเชื้ออย่างสมบูรณ์

(2) เมื่อเสร็จการทดลองแล้ว ต้องหมั่นทำความสะอาดภาชนะที่มีเชื้อติดค้างอยู่ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากการวางจานเพาะเชื้อหรือหลอดเชื้อที่จุกไม่แน่นไว้นาน ๆ แมลง เช่น มดหรือแมลงหวี่จะเข้าไปในภาชนะได้ และแมลงนั้นจะเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อต่อไปเมื่อออกมาภายนอก

(3) ก่อนจะล้างทำความสะอาดภาชนะดังกล่าว จะต้องทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยนำเข้าหม้อนึ่งความดันไอก่อนทุกครั้ง

(4) ต้องเตรียมถาดใส่น้ำยาฆ่าเชื้อไว้บนโต๊ะตลอดเวลาในการทดลอง และน้ำยาฆ่าเชื้ออุปกรณ์ เช่น ปิเปตที่ใช้งานแล้ว โดยวางปิเปตในแนวนอน ให้น้ำยาฆ่าเชื้อท่วมปิเปต

1.1.5.4 เครื่องมือของใช้ที่จำเป็นในการเรียนปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ซึ่งเป็นสิ่งที่นักศึกษาต้องเตรียมสิ่งจำเป็นดังกล่าวให้พร้อม ดังนี้

(1) ปากกามาร์กเกอร์ชนิดลบออกไม่ได้

(2) ดินสอสี จำนวน 1 ชุด (ดินสอสีดำ สีม่วง สีน้ำเงิน เขียว)

(3) ผ้าเช็ดหน้า จำนวน 1 ผืน

(4) มีด 1 บาท จำนวน 1 ด้าม

(5) กระดาษทิชชู่

(6) สบู่ใช้ในการล้างเมือจำนวน 1 ก้อน

(7) ไม้บรรทัด จำนวน 1 อัน

(8) ยางลบ จำนวน 1 อัน

(9) ไม้ขีดไฟหรือไฟแช็ค จำนวน 1 อัน

(10) อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จะแจ้งให้ทราบเป็นการเฉพาะแลปต่อไป

1.1.5.5 การเตรียมตัวเพื่อทำปฏิบัติการ ผู้ทำปฏิบัติการต้องอ่านและทำความเข้าใจบทปฏิบัติการก่อนที่จะเข้าห้องปฏิบัติการและควรวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าจะทำอะไรก่อนหลัง เช่น หากต้องการมีการหลอมวุ้นและเทอาหารใส่จานเพาะเชื้อ ผู้ปฏิบัติการควรทำใส่ส่วนนี้ก่อน เนื่องจากต้องใช้เวลาให้วุ้นละลายและรอให้เย็นลงจนสามารถใส่จานเพาะเชื้อได้ ทั้งยังต้องรอให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวจึงจะใช้ได้ และควรมีแผนว่าจะใช้เวลาช่วงที่รอนี้ให้ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างไร การทำความเข้าใจกับแบบฟอร์มรายงานผลล่วงหน้าจะช่วยให้ทราบว่าควรจะเน้นสังเกตในเรื่องใดบ้าง สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้สามารถปฏิบัติการได้เสร็จตามกำหนดเวลาอย่างเข้าใจและได้รับความรู้ที่แท้จริง

1.1.6 การทดลองใช้เครื่องมือทางจุลชีววิทยา และการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ

การทดลองใช้เครื่องมือทางจุลชีววิทยา และการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

1.1.6.1 อุปกรณ์และสารเคมี มีดังนี้

(1) เครื่องชั่ง
(2) เดซิกเคเตอร์
(3) ตู้อบไฟฟ้า
(4) อ่างควบคุมอุณหภูมิ
(5) เครื่องวัดพีเอช
(6) หม้อนึ่งความดันไอน้ำ
(7) ตู้บ่มเชื้อ
(8) ตู้ปลอดเชื้อ
(9) กล้องจุลทรรศน์ แบบเลนส์ธรรมดา (compound microscope)
(10) immersion oil
(11) กระดาษเช็ดเลนส์
(12) สไลด์แบคทีเรียย้อมสี
(13) โพแทสเซียมไดโครเมต (potassium dichromate; $K_2Cr_2O_7$)
(14) กรดซัลฟูริกเข้มข้น

1.1.6.2 การทดลอง ดังต่อไปนี้

(1) แบ่งกลุ่มนักศึกษากลุ่มละ 2 คน เพื่อศึกษาและทดลองการใช้เครื่องทางจุลชีววิทยาดังกล่าวให้ครบทุกเครื่องมือ

(2) การเตรียมน้ำยาทำความสะอาดเครื่องแก้วกรดโครมิก (dichromate-sulfuric acid) ใช้ทำความสะอาดเครื่องแก้วที่สกปรกทั้งที่เป็นสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียม ดังนี้

1) ชั่งโพแทสเซียมไดโครเมต (potassium dichromate; $K_2Cr_2O_7$) 15 กรัม เติมลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่เติมน้ำกลั่นลงไปแล้ว 20 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน

2) ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น เกรดทางการค้าลงไปอย่างช้า ๆ คนให้เข้ากัน สารละลายจะค่อย ๆ กลายเป็นสีน้ำตาลแดง

3) ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งปริมาณกรดที่ใช้ประมาณ 200 มิลลิลิตร คนให้สารละลายเข้ากันดี

4) ปกติสารละลายกรดโครมิกสามารถใช้ได้หลายครั้ง และต้องเททิ้งเมื่อสารละลายกลายเป็นสีเขียวของโครมัสออกไซด์ ข้อควรระวังในการใช้สารละลายกรดโครมิกทำความสะอาดเครื่องแก้ว คือ อาจมีโครเมียมไอออนตกค้างอยู่ ถ้านำเครื่องแก้วไปวิเคราะห์สารอื่น ซึ่งโครเมียมไอออนมีผลต่อการทดลองนั้นจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้

1.1.6.3 กฎและระเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ในการเรียนปฏิบัติการเทคโนโลยีการหมักดอง นักศึกษาต้องทำตามกฎระเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของนักศึกษาเอง และของทุกคนที่ใช้ห้องปฏิบัติการร่วมกัน ในที่นี้ขอย้ำถึงวิธีการในการเรียนปฏิบัติการเทคโนโลยีการหมักดอง และข้อควรระมัดระวังดังนี้ คือ

(1) วิธีการในการเรียนปฏิบัติการเทคโนโลยีหมักดอง มีดังนี้

1) นักศึกษาต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการในบทที่จะเรียนมาก่อนเข้าห้อง

2) ควรวางแผนการปฏิบัติการให้สามารถทำเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนดให้

3) เตรียมอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ให้เพียงพอและครบถ้วน (ไม้ขีดไฟ ผ้าเช็ดมือ ปากกา ขีดแก้ว)

4) แบ่งงานกันทำโดยระบุชื่อของนักศึกษาแต่ละคนในกลุ่มว่าต้องทำอะไร

5) แม้จะทำงานเป็นกลุ่ม แต่นักศึกษาแต่ละคนในกลุ่มต้องมีความรู้ในการปฏิบัติการทั้งหมด

6) จดบันทึกวิธีการที่ใช้และผลที่ได้จากการปฏิบัติให้ครบถ้วนทุกขั้นตอน เพื่อให้นักศึกษาทุกคนในกลุ่มได้ทราบและสามารถดำเนินการปฏิบัติการต่อไปได้

7) ในบางครั้งอาจมีการสาธิตการปฏิบัติการ นักศึกษาทุกคนจะต้องศึกษา และเรียนรู้เนื้อหาของปฏิบัติการที่สาธิตให้ถูกต้อง

8) ทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องใช้และบริเวณโต๊ะที่ใช้ในการปฏิบัติการหลังเสร็จงานทุกครั้ง สีย้อมและอุปกรณ์ต่าง ๆ นำเก็บคืนเข้าที่เดิม เก็บเศษกระดาษที่ใช้แล้วทิ้งขยะให้หมด ลบเครื่องหมายต่าง ๆ ที่เขียนไว้ข้างภาชนะออกให้หมดเมื่อล้างส่งคืน

9) นักศึกษาจะต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการแตกหัก ชำรุดของวัสดุอุปกรณ์ หรือเครื่องมือในการปฏิบัติการที่เกิดขึ้นจากการทำของนักศึกษา ฉะนั้นต้องช่วยกันสอดส่องดูแลในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ให้ถูกต้อง เพราะถ้าทราบว่าใครทำ คนนั้นรับผิดชอบ แต่ถ้าไม่สามารถระบุว่าใครทำนักศึกษาทุกคนจะต้องร่วมกันรับผิดชอบ

(2) ข้อควรระวัง มีดังต่อไปนี้

1) จุลินทรีย์หลายชนิดที่เจริญในห้องปฏิบัติการอาจก่อให้เกิดโรคได้ ดังนั้นนักศึกษาจะต้องระมัดระวัง และใช้เทคนิคปลอดเชื้อทุกครั้ง เพื่อความปลอดภัยของนักศึกษาและสภาพแวดล้อม

2) โต๊ะปฏิบัติการไม่ควรมีสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการวางอยู่ด้วย เช่น กระเป๋า สมุด หนังสือ ที่ไม่เกี่ยวข้องควรเก็บไว้ในลิ้นชักใต้โต๊ะ

3) ใช้ผ้าชุบน้ำบีบพอหมาดเช็ดทำความสะอาดโต๊ะให้สะอาดแล้วจึงใช้น้ำยาฆ่าเชื้อทำความสะอาดบริเวณที่จะปฏิบัติการทุกครั้งก่อนและหลังทำงาน

4) ห้ามนำอาหารและน้ำเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการ ห้ามนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการเข้าปาก เช่น อมดินสอ ปากกา หรือนิ้วมือ

5) สวมเสื้อคลุมหรือผ้ากันเปื้อนในการทำงานทุกครั้ง เพราะสามารถป้องกันเชื้อจุลินทรีย์และสีย้อมที่อาจกระเด็นติดเสื้อผ้าได้

6) ถ้ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้น เช่น ทำเครื่องแก้วแตก ถ้าไม่มีเชื้อราให้เก็บใส่ถุงทิ้งขยะ ถ้ามีเชื้อรา ราดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อก่อนเก็บทิ้ง ถ้าถูกไฟลวกต้องแจ้งอาจารย์ผู้สอนทันที

7) หากนักศึกษามีผมยาวให้ผูกรวบให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ หรือถูกไฟไหม้เลีย

8) เก็บเชื้อที่ไม่ใช้แล้วทำลายทิ้งให้เรียบร้อย อย่าหมักหมมไว้ในตู้ เพราะมดหรือแมลงอาจนำเชื้อไปที่อื่นได้

9) ล้างมือด้วยสบู่ทุกครั้งก่อนและหลังทำงาน

10) ซักผ้าเช็ดมือและผ้าเช็ดโต๊ะให้สะอาดอยู่เสมอ

1.1.6.4 สิ่งจำเป็นที่นักศึกษาต้องเตรียม เครื่องมือของใช้จำเป็นในการเรียนปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา นอกจากอุปกรณ์ที่เจ้าหน้าที่จะจัดเตรียมไว้สำหรับปฏิบัติการแต่ละบทแล้ว ก่อนเข้าห้องปฏิบัติการทุกครั้ง นักศึกษาต้องเตรียมสิ่งจำเป็นดังต่อไปนี้ให้พร้อม

(1) ปากกามาร์กเกอร์ (Marker pen) ชนิดลบออกไม่ได้ จำนวน 1 ด้าม

(2) ดินสอสี จำนวน 1 ชุด (ดินสอดำ ดินสอสีแดง ม่วง เขียว น้ำเงิน)

(3) ผ้าเช็ดหน้า จำนวน 1 ผืน

(4) มีด 1 บาท จำนวน 1 ด้าม

(5) กระดาษทิชชู่

(6) สบู่ใช้ล้างมือ จำนวน 1 ก้อน

(7) ไม้บรรทัด จำนวน 1 อัน

(8) ยางลบ จำนวน 1 อัน

(9) ไม้ขีดไฟหรือไฟแช็ค จำนวน 1 อัน

(10) ลวดเขี่ยเชื้อ จำนวน 1 อัน และ อุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งจะแจ้งให้ทราบเป็นการเฉพาะแลบต่อไป

ใบงานที่ 1

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปี.....หมายเลข.....

รายงานผลบทปฏิบัติการที่ 1

เทคนิคการใช้เครื่องมือ ดูแลรักษาเครื่องมือทางการหมักดอง และความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบ

1. ให้นักศึกษาทำรายงานการใช้เครื่องมือทางจุลชีววิทยา ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการประจำห้องว่ามีอะไรอยู่บ้าง ได้แก่ หม้อนึ่งความดันไอน้ำ ตู้บ่มเชื้อ ตู้ปลอดเชื้อ เครื่องตีบดตัวอย่าง ตู้เย็น เป็นต้น

หัวข้อรายงาน (จัดทำเป็นรูปเล่มให้เรียบร้อย)

1.1 ชื่อ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ

1.2 ลักษณะของเครื่องมือเป็นอย่างไร วาดรูป หรือ ถ่ายรูป

1.3 การใช้งานเครื่องมือนั้นอย่างไร

1.4 การดูแลและรักษาเครื่องมือนั้นอย่างไร

1.5 ข้อควรปฏิบัติในเครื่องมือนั้น ๆ อย่างไร

2. ให้นักศึกษาทำรายงานการใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วทางจุลชีววิทยา มีอะไรบ้าง ได้แก่ LOOP, หลอดทดลอง และ สไลด์ เป็นต้น

หัวข้อรายงาน (จัดทำเป็นรูปเล่มให้เรียบร้อย)

2.1 ชื่อภาษาไทย ชื่อภาษาอังกฤษ

2.2 ลักษณะของเครื่องมือเป็นอย่างไร วาดรูป หรือ ถ่ายรูป

2.3 การใช้เครื่องแก้วนั้นใช้อย่างไร

2.4 การดูแลรักษาเครื่องแก้วนั้นทำอย่างไร

2.5 ข้อควรปฏิบัติในการล้างเครื่องแก้วนั้น ทำอย่างไร

3. การดูแลรักษาและการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ

3.1 การเตรียมน้ำยาทำความสะอาดเครื่องแก้ว

3.2 ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดเครื่องแก้วและขวดตัวอย่าง

3.3 การดูแลรักษาเครื่องแก้ว

การทดสอบ ให้นักศึกษาอธิบายเครื่องมือตามหัวข้อที่ได้รับมอบหมายแต่ละชนิด โดยมีการสุ่มจับสลาก (ในชั่วโมงที่มีการสอบปฏิบัติ)

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. ถ้าไล่อากาศในหม้ออัดความดันไม่หมด อาหารเลี้ยงเชื้อจะมีลักษณะอย่างไร เมื่อเก็บไว้ 3 วันที่อุณหภูมิห้อง

2. ถ้ามีการปรับพีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมวุ้น ควรจะปรับเมื่อเติมวุ้นแล้วหรือก่อนเติมวุ้น เพราะเหตุใด

3. ซิลิกามีลักษณะเป็นอย่างไร เมื่อใช้งานไปนาน ๆ จนไม่สามารถเก็บความชื้นได้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

4. ก่อนและหลังใช้งานเครื่องวัดพีเอช ควรปฏิบัติอย่างไร

5. ถ้าต้องการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องแก้วพวกขวดปรับปริมาตร และปิเปต มีวิธีการล้างทำความสะอาดอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

ทวีศรี หันพงศ์กิติกูล. 2533. **ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์.** สงขลา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
ทวีศรี หันพงศ์กิติกูล, 2533

พรรณี เดชกำแหง, ฤดีวรรณ บุญยะรัตน์, จินตนา ชัยสุโรจน์, นิตยา แซ่ซิ้ม,
กุลยา จันทร์อรุณ และระมัด โชคชัย. 2545. **คู่มือปฏิบัติการเคมี 1**. โครงการ
พัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สำนักงานสถาบัน
ราชภัฏ. กรุงเทพฯ : คุรุสภา.

ไพโรจน์ วิริจารี. 2545. **หลักการวิเคราะห์จุลินทรีย์.** ภาควิชาเทคโนโลยี
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 229 น.

บทปฏิบัติการที่ 2

การแยกและเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์

2.1 ปฏิบัติการแยกและเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์

ในอาหารหมักดองทุกชนิดมีเชื้อที่มีประโยชน์ ซึ่งเชื้อเหล่านั้นจะเจริญได้ในเฉพาะอาหาร อุณหภูมิ พีเอชที่เหมาะสม สิ่งเหล่านี้มีผลต่อรสชาติของอาหารหมักดองที่เกิดขึ้น อาหารหมักดองนั้นจัดเป็นอาหารที่สามารถดูดซึมได้ง่าย เนื่องจากการหมักเป็นการเปลี่ยนสารโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีนให้กลายเป็นกรดอะมิโน ซึ่งเป็นสารโมเลกุลเล็ก และร่างกายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ทำให้อาหารหมักดองเป็นอาหารที่มีคุณค่า ซึ่งสิ่งที่ทำให้สภาพอาหารจากโมเลกุลใหญ่เป็นโมเลกุลเล็กนั้นมาจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหารหมักดองนั้นเอง หากต้องการผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีรสชาติคงเดิมเช่นนี้ต้องมีการศึกษาเรื่องเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในอาหารนั้น ๆ และทำการแยก เก็บรักษาเชื้อนั้น ทำให้มีความบริสุทธิ์ และสามารถนำกลับมาใช้ได้อีกในกรณีที่นำไปพัฒนาต่อเป็นกล้าเชื้อบริสุทธิ์ ซึ่งจะใช้ในการหมักอาหารชนิดนั้น ๆ ได้อีกต่อไป

การแยกเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ การเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ และการทดลองเรื่องการแยกเชื้อและเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ในอาหารหมักดอง มีดังนี้

2.1.1 การแยกเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์

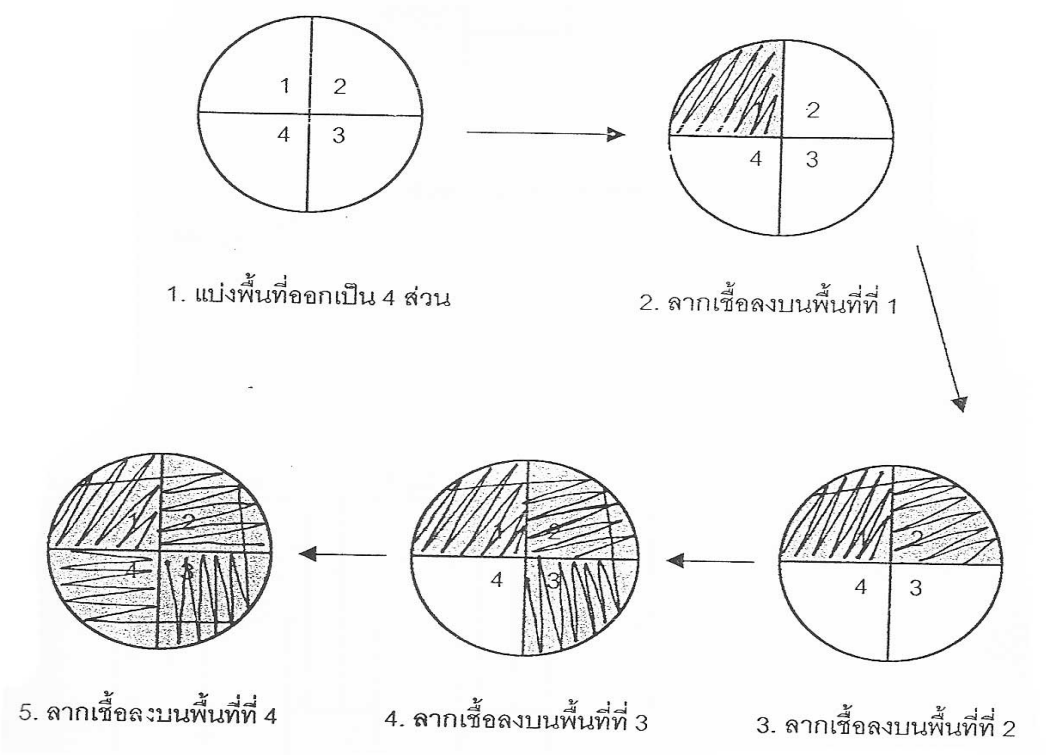
อาหารหมักดอง แต่ละชนิดจะเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์ต่างชนิดกันดังนี้

ซีอิ๊วได้จากการหมักถั่วเหลืองกับแป้งสาลีด้วยเชื้อจุลินทรีย์ 3 ชนิด คือ เชื้อรา *Aspergillus oryzae* แบคทีเรียพวก lactic acid bacteria และเชื้อยีสต์พวก *Saccharomyces rouxii* (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532)

ในธรรมชาติจุลินทรีย์จะเจริญปะปนกันอยู่ ดังนั้นถ้าเราต้องการศึกษา จุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ เราต้องแยกจุลินทรีย์ชนิดนั้นออกจากจุลินทรีย์พวกอื่น ๆ ซึ่งการแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ (pure culture หรือ axenic culture) ทางจุลชีววิทยา หมายถึงแบคทีเรียนั้นต้องเจริญมาจากเซลล์หนึ่งเซลล์ หรือหลายเซลล์ก็ได้ แต่ทุกเซลล์ในกลุ่มมีลักษณะเหมือนกัน

ทุกประการ เทคนิคการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์นั้นทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการมีดังนี้

2.1.1.1 Streak plate techniques แบบ Cross steak plate เป็นการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์บนอาหารแข็ง (solid media) โดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ เขี่ยเอาตัวอย่างอาหารหมักดองมาลากบนผิววุ้นให้เป็นทางยาว ๆ จำนวนเชื้อที่ถูกลากออกไปยิ่งยาวก็จะมีจำนวนเซลล์น้อยลง



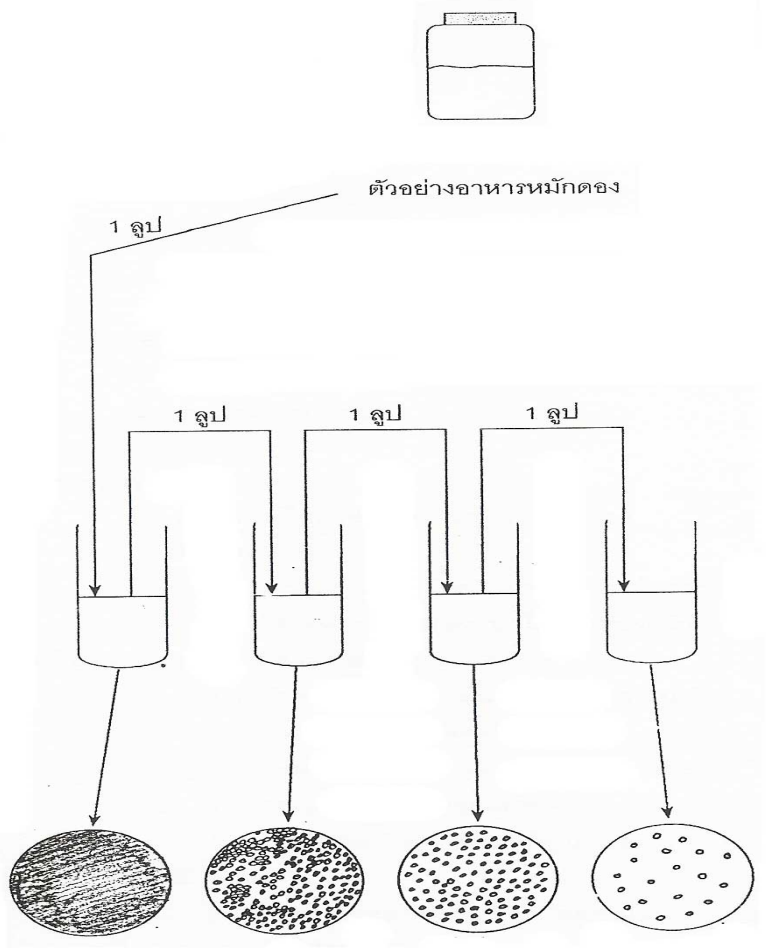
ภาพที่ 2.1 แสดงการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ แบบ cross streak plate

ที่มา : วารุณี (2545)

ได้เป็นเซลล์เดี่ยว ๆ อยู่ห่าง ๆ กัน เมื่อบ่มเชื้อเซลล์ 1 เซลล์จะเจริญแบ่งตัวทับถมกันได้เป็นโคโลนีเดี่ยว ๆ ซึ่งอาหารที่ใช้ต้องมีผิวหน้าอาหารที่แห้ง เรียบ และปราศจากสิ่งมีชีวิตอื่น ห่วงเขี่ยเชื้อนั้นมีตัวห่วงทำมาจากทองคำขาวหรือลวดนิโครม แต่ทองคำขาวดีกว่านิโครม เพราะอายุการใช้งานทนทานกว่า และโดยทั่วไปด้ามห่วงเขี่ยเชื้อมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มม. ยาว 160 มม. (วารุณี, 2545)

2.1.1.2 Pour plate techniques แบบ Loop dilution เป็นการเจือจางเชื้อที่อยู่ปะปนกัน โดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อเขี่ยเอาตัวอย่างอาหารหมักดองมาทำให้เจือจางในหลอดอาหารแข็ง ซึ่งอาหารยังอุ่น ๆ และยังไม่แข็งตัว แล้วกระจายเชื้อในหลอดอาหารโดยการหมุน

หลอดด้วยฝ่ามือไปมา และทำการเจือจางต่อไปอีก โดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ เขี่ยเชื้อจากหลอดอาหารหลอดแรกไปยังหลอดที่ 2 แล้วกระจายเชื้อในหลอดที่ 2 ทำการเจือจางเชื้ออีกในหลอดที่ 3 ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์แบบ Loop dilution
ที่มา : บุษกร (2547)

หลังจากนั้นกระจายเชื้อในหลอดอาหารอีกครั้ง จึงเทอาหารจากหลอดอาหารใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เขย่าจานอาหารไปทางซ้ายและขวาอย่างเบา ๆ เพื่อกระจายเชื้อในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่ออาหารแข็งตัว เซลล์ที่ถูกกระจายจะถูกตรึงไม่ล่องลอยเป็นอิสระ ดังนั้นเมื่อเซลล์มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้น เซลล์จะเกาะกลุ่มรวมกันเป็นโคโลนีอยู่กับที่ (บุษกร, 2547)

2.1.2 การเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์

การเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ มีดังนี้

1. เขี่ยเชื้อจากโคโลนีเดี่ยว ๆ ที่ได้ใส่ในหลอดอาหารเอียงบ่มไว้ 1 คืน

2. นำมาตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ถ้าทุกเซลล์มีลักษณะเหมือนกัน แสดงว่าเชื้อบริสุทธิ์

3. การเก็บเชื้อในหลอดอาหารนี้จะเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ไม่ได้นาน ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ดังนั้นควรจะต่อเชื้อ (subculture) ใหม่ แล้วรอให้เชื้อเจริญเต็มที่ หลังจากนั้นเทพาราฟินเหลวปิดผิวเชื้อบนอาหาร และเก็บไว้ในตู้เย็น

4. ส่งหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่แยกได้จากตัวอย่างอาหารหมักดองพร้อมรายงานรูปร่างของเชื้อจุลินทรีย์

2.1.3 การทดลองเรื่องการแยกเชื้อและเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์

การทดลองเรื่องการแยกเชื้อและเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ มีวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลองดังนี้

2.1.3.1 วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่

(1) ตัวอย่างอาหารหมักดอง
นมเปรี้ยว
ข้าวหมาก
ซีอิ้ว

(2) จานเพาะเชื้อ 6 คู่

(3) หลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS Broth และ PDA slant

(4) อาหารเลี้ยงเชื้อ MRS Agar หลอดละ 20 มล. 4 ขวด และ PDA ขวดละ 40 มล. 1 ขวด

(5) ห่วงเขี่ยเชื้อ 1 ด้าม

(6) สไลด์

(7) สีย้อม methylene blue

(8) ตะเกียงแอลกอฮอล์

2.1.3.2 วิธีการทดลอง

(1) นมเปรี้ยว

1) เอาลูปแตะนมเปรี้ยวมาเกลี่ยลงบนสไลด์บาง ๆ ทิ้งสไลด์ไว้จนแห้งสนิท

2) ใช้ Xylene หยดลงบนสไลด์ตรงรอยเกลี่ยของนมเปรี้ยวซึ่งแห้ง แล้วแกว่งเบา ๆ ประมาณ 1 นาที เพื่อล้างไขมันออก แล้วเททิ้ง

3) ล้างด้วยแอลกอฮอล์และแกว่งเบา ๆ 1 นาที

4) ล้างด้วยน้ำ ซับให้แห้งด้วยกระดาษ

5) ย้อมด้วยสี menthylene blue 3-5 นาที

6) ส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์

7) รายงานผลว่าเห็นจุลินทรีย์มีรูปร่างอย่างไร

(2) ข้าวหมาก

1) ตักน้ำข้าวหมากมา 1 ลูป ใส่ลงบนสไลด์ แล้วหยดสี menthylene blue ลงไป 1 หยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์

2) นำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3) รายงานผลว่าเห็นจุลินทรีย์พวกไหน มีรูปร่างอย่างไรบ้าง

(3) ซีอิ้ว ทำเช่นเดียวกับนมเปรี้ยว

(4) การแยกเชื้อยีสต์บริสุทธิ์โดยวิธี cross streak plate

1) เอาลูปแตะน้ำข้าวหมาก แล้วมาทำ cross streak ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่มีสภาพกรดที่ได้จากการทดลองครั้งแรก โดยเติม กรดแลคติกที่มีความเข้มข้น 10% 0.5 ซีซี ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA 40 มล. เพื่อปรับให้มีสภาพเป็นกรด

2) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1-2 วัน

3) ตรวจผลการทดลอง จะพบว่า แนวที่ลากไว้ครั้งหลังจะมีการเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง จนสามารถแยกออกจากกันเป็นโคโลนีเดี่ยว ๆ ได้

(5) การแยกเชื้อบริสุทธิ์โดยวิธี loop dilution

1) ตักนมเปรี้ยวมา 1 ลูป ใส่ลงไปในหลอดอาหาร MRS broth แล้วเขย่าหลอดให้เชื้อกระจายทั่วกันดี

2) ใช้หลอดอาหาร MRS broth หลอดแรกเป็นหลอดตั้งต้น แล้วทำการเจือจางเชื้อต่อไป โดยการเอาลูปแตะเชื้อจากหลอดแรกมาใส่ในหลอดอาหาร MRS broth หลอดที่ 2 แล้วเขย่าหลอดให้เชื้อกระจายดี

3) ทำการเจือจางไปเรื่อย ๆ จนถึงอาหาร MRS broth หลอดที่ 4

4) นำหลอดอาหารแต่ละหลอดมาเทใส่จานเพาะเลี้ยงเชื้อ

5) บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1–2 วัน

6) ตรวจผลจะพบจานอาหารที่ 3 หรือ 4 จุลินทรีย์จะเจริญกระจายในจำนวนน้อยจนแยกจากกันเป็นโคโลนีเดี่ยว ๆ ทำให้สามารถแยกเป็นเชื้อบริสุทธิ์

(6) การเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์

1) เขี่ยเชื้อจากโคโลนีเดี่ยว ๆ ที่ได้ใส่ในหลอดอาหารเอียงบ่มไว้ 1 คืน

2) นำมาตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยา ถ้าทุกเซลล์มีลักษณะเหมือนกันแสดงว่าได้เชื้อบริสุทธิ์

3) การเก็บเชื้อในหลอดอาหารนี้จะเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ไม่ได้นาน ถ้าไว้ที่อุณหภูมิห้องดังนั้นควรจะต่อเชื้อ (sub culture) ใหม่แล้วรอให้เชื้อเจริญเต็มที่ หลังจากนั้นเทพาราฟินเหลวปิดผิวเชื้อบนอาหารและเก็บไว้ในตู้เย็น

4) ส่งหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่แยกได้จากตัวอย่างอาหารหมักดองพร้อมรายงานรูปร่างของเชื้อจุลินทรีย์

ใบงานที่ 2

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปี.....หมายเลข.....

รายงานผลบทปฏิบัติการที่ 2

การแยก และเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์

ผลการทดลอง

1. รูปร่างของจุลินทรีย์ในตัวอย่างอาหารหมักดอง

ตัวอย่างอาหาร	วาดลักษณะรูปร่าง	ลักษณะโคโลนี	ชนิดของจุลินทรีย์
1. นมเปรี้ยว	กำลังขยาย.....เท่า		
2. ข้าวหมาก	กำลังขยาย.....เท่า		
3. ซีอิ้ว	กำลังขยาย.....เท่า		

2. จุลินทรีย์ที่แยกได้จากตัวอย่างอาหารหมักดอง

ตัวอย่างอาหาร	วาดลักษณะรูปร่าง	ลักษณะโคโลนี	ชนิดของจุลินทรีย์
1. นมเปรี้ยว	กำลังขยาย.....เท่า		
2. ข้าวหมาก	กำลังขยาย.....เท่า		

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1.การแยกเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารสามารถทำได้ทุกชนิดหรือไม่

2. การแยกเชื้อให้บริสุทธิ์มีด้วยกันหลายแบบ ได้แก่อะไรบ้าง

3. ในการเก็บรักษาเชื้อแบบใดที่สามารถเก็บไว้ได้นาน

4. จงบอกเปรียบเทียบวิธีการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์แบบ Cross streak plate กับแบบ loop dilution ว่ามีข้อแตกต่างกันอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

บุษกร อุตรภิชาติ. 2547. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. 451 น.

วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532. เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วารุณี ประดิษฐศรีกุล. 2545. คู่มือบทปฏิบัติการ วิชา เทคโนโลยีหมักดอง. คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

บทปฏิบัติการที่ 3

การวิเคราะห์อาหารหมักดอง

3.1 ปฏิบัติการเรื่องวิเคราะห์อาหารหมักดอง

ในการวิเคราะห์อาหารหมักดองนั้นจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับการวิเคราะห์ในอาหารโดยทั่ว ๆ ไป แต่มีความจำเป็นตรงที่ต้องเลือกสุ่มตัวอย่างจากอาหารที่มีการหมักดอง การสุ่มตัวอย่างอาหารออกมาวิเคราะห์นั้นจะต้องเป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมดได้ ดังนั้นก่อนที่จะแบ่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ จะต้องผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกันเสียก่อน จะต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับอาหารที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วย เช่น ปริมาณ หรือจำนวนตัวอย่าง วันเดือนปีที่ผลิตอาหาร สถานที่ผลิต และจะต้องสังเกตและทราบสภาพระหว่างหรือภายหลังการเก็บตัวอย่างมาแล้วเพราะสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ อาจมีผลต่อตัวอย่างอาหารได้ เช่น ความร้อน ความเย็น แสงและตัวอย่างจะต้องไม่เกิดการสลายตัวเองจากแบคทีเรีย หรือเน่าเสียจาก autolytic action ของเอนไซม์ หรือเกิดการหืนเนื่องจาก ความชื้น แสง และความร้อน และไม่เกิดการปนเปื้อนจากสิ่งอื่น ๆ ภายหลัง

การวิเคราะห์อาหารหมักดอง การสุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ฉลากโภชนาการ และการทดลองเรื่องการวิเคราะห์อาหารหมักดอง มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การวิเคราะห์อาหารหมักดอง

อาหารดอง เป็นผลิตภัณฑ์อาหารอีกชนิดหนึ่งที่ทำได้จากผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ การดองมีหลายชนิด ได้แก่ การดองเค็ม เป็นการดองผักหรือผลไม้ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ หลังจากดองเค็มแล้ว หากเอาเกลือออกแล้วนำไปดองในน้ำส้มสายชูเจือจางอีกระยะหนึ่ง เช่น การดองหัวหอม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความเข้มข้นของเกลือประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ และกรดอะซิตริกประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ การดองผักบางครั้งจะใช้ผักหลาย ๆ ชนิดมาดองผสมกันก็ได้ การดองเค็มที่ใช้น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดการหมักขึ้นได้

การดองผักและผลไม้ นอกจากจะใช้น้ำเกลือและน้ำส้มสายชูแล้ว ยังมีการดองหวาน (sweet pickle) ซึ่งเป็นการดองผักที่หั่นเป็นชิ้น ๆ ในซอสชนิดข้น (thick sauce) ซึ่งซอสนี้จะประกอบด้วยผลไม้ หัวหอม น้ำตาล น้ำส้มสายชู และเครื่องเทศ และยังมีการดองในซอสชนิดใส (thin sauce) เช่น ใช้ซีอิ้วขาวก็ได้

อาหารดองที่ไม่ได้บรรจุกระป๋องจะเติมวัตถุกันเสียลงไปด้วย เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือ กรดเบนโซอิก (250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) หรือ 4 ไฮดรอกซีเบนโซเอต (250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

สำหรับอาหารหมักดองที่บรรจุในภาชนะ เช่น กระป๋อง หรือ ขวดแก้ว ก่อนนำอาหารหมักดองตัวอย่างไปวิเคราะห์ มีข้อควรพิจารณาดังนี้

1.ฉลากข้างภาชนะบรรจุ อ่านและบันทึกข้อความในฉลากข้างภาชนะบรรจุ เช่น ชื่ออาหาร น้ำหนักสุทธิ ส่วนประกอบ เลขทะเบียน และ วันเดือนปีที่ผลิตและหมดอายุ เป็นต้น

2. การตรวจสูญญากาศ สำหรับอาหารหมักดองที่ผ่านการฆ่าเชื้อหรือบรรจุด้วยระบบสูญญากาศต้องตรวจสูญญากาศด้วย

3. การปิดผนึก ตรวจหาความบกพร่องของการปิดผนึกที่อาจก่อให้เกิดความเสียหาย หรือ ข้อผิดพลาดที่ทำให้การปิดผนึกไม่ดี

4. ลักษณะของอาหารหมักดอง พิจารณาลักษณะที่มองเห็นของอาหาร เช่น สี ความสม่ำเสมอของสี ลักษณะและขนาดของชิ้น ชนิดของผักที่เป็นส่วนประกอบ ของเหลวที่เป็นส่วนประกอบ ตะกอนและความผิดปกติที่อาจพบ

5. การหา Drained weight คือ การหาน้ำหนักของส่วนที่เป็นเนื้อ แยกออกจากส่วนที่เป็นของเหลว ทำได้โดยการเทอาหารดองตัวอย่างออกจากภาชนะบรรจุใส่ในตะแกรงหรือกระชอนที่เป็น stainless steel ปล่อยให้สะเด็ดน้ำประมาณ 5 นาที ถ้าของเหลวมีลักษณะข้น ต้องล้างของเหลวที่ติดออกให้หมดโดยใช้น้ำอุ่น ชั่งน้ำหนักของส่วนที่เป็นเนื้อ ล้างภาชนะบรรจุให้สะอาด อบให้แห้ง ชั่งน้ำหนักของภาชนะบรรจุ คำนวณหาอัตราส่วนของผักและของเหลว ถ้าผักมีหลายชนิดปนกัน หาอัตราส่วนของผักแต่ละชนิดที่เป็นส่วนประกอบด้วย

6. รสชาติและลักษณะเนื้อ ชิมอาหารดองตัวอย่างว่ามีรสชาติ และลักษณะเนื้อเป็นอย่างไร เช่น เนื้อกรอบ หรือ เนื้อนิ่ม เป็นต้น

3.1.2 การทดลองเรื่องการวิเคราะห์อาหารหมักดอง

ในการวิเคราะห์อาหารดอง จะวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด เถ้า กรดทั้งหมด กรดที่ระเหยได้ กรดที่ระเหยไม่ได้ เกลือ น้ำตาล และ วัตถุกันเสีย (วันเพ็ญ, 2541)

วิธีการทดลอง และคำถามทบทวน ดังนี้

3.1.4.1 วิธีการทดลอง

(1) นำอาหารหมักดองที่พบตามท้องตลาด ได้แก่ แหนม หน่อไม้ดอง และปูดองเค็ม เป็นต้น

การเตรียมอาหารหมักดองตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนม, 2546; หน่อไม้, 2549 และ ปูดองเค็ม, 2549)

นำตัวอย่างอาหารหมักดองทั้งหมดมาปั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องปั่น เทใส่ภาชนะเก็บไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีต่อไป

(2) นำมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น และการชิม

(3) นำมาวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี ได้แก่ ปริมาณเกลือ เถ้า ความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น

3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด

ชั่งอาหารหมักดองตัวอย่างมา 5 กรัม ใส่ในภาชนะสำหรับหาความชื้นที่ผ่านการอบและทราบน้ำหนักที่แน่นอน พร้อมฝา นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ100 องศาเซลเซียส เปิดฝาขณะอบเป็นเวลา 4 ชั่วโมง หรือ ใช้ตู้อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปิดฝา ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator ชั่งน้ำหนัก นำไปอบซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด

3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด

ชั่งอาหารหมักดองตัวอย่างมา 10 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 20 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่อากาศแล้วลงไป 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันไตเตรทด้วยสารละลายไซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยใช้ฟีนอฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดอะซิตริก

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดที่ระเหยได้และกรดที่ระเหยไม่ได้

ชั่งตัวอย่างอาหารหมักดองมา 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย เขย่าให้เข้ากัน นำไประเหยบน water-bath ให้แห้ง เติมน้ำกลั่นและระเหยให้แห้งซ้ำอีกครั้งหนึ่ง หลังจากอบแห้ง นำมาเติมน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน ไตเตรตสารละลายที่ได้ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ โดยใช้ฟีนอฟธาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหาปริมาณกรดที่ระเหยไม่ได้ในรูปของกรดอะซิตริก

เปอร์เซ็นต์กรดที่ระเหยได้ = เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด- เปอร์เซ็นต์กรดที่ระเหยไม่ได้

เปอร์เซ็นต์สารที่ระเหยได้ทั้งหมด= 100 – เปอร์เซ็นต์ของแข็งทั้งหมด

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดระเหยได้ทั้งหมดที่อยู่ใน aqueous phase ในรูปของกรดอะซิตริก} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์กรดที่ระเหยได้}}{\text{เปอร์เซ็นต์สารที่ระเหยได้ทั้งหมด}} \times 100$$

ปริมาณกรดที่ระเหยได้ทั้งหมดที่อยู่ใน aqueous phase มีอย่างน้อย 3.5 เปอร์เซ็นต์

3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณเกลือ

ชั่งอาหารหมักดองตัวอย่างมา 10 กรัม ใส่ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไป 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน นำไปทำให้เป็นกลางโดยใช้สารลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ใช้กระดาษลิตมัสเป็นอินดิเคเตอร์

เติมสารละลายโปแตสเซียมโครเมต ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 2 มิลลิลิตร เพื่อทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์ เขย่าให้เข้ากัน ไตเตรทสารละลายทั้งหมดกับสารละลายเงินไนเตรท ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จุดยุติจะมีสีส้ม จดปริมาตรของสารละลายเงินไนเตรทที่ใช้ คำนวณหาปริมาณเกลือได้ดังนี้

1 มิลลิลิตร ของสารละลายเงินไนเตรท ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลย์พอดีกับเกลือ 0.00585 กรัม

คำนวณหาปริมาณเกลือที่อยู่ใน aqueous phase ได้ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์เกลือที่อยู่ใน aqueous phase} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์เกลือ}}{\text{เปอร์เซ็นต์เกลือ} + \text{เปอร์เซ็นต์น้ำ}} \times 100$$

3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล

หาปริมาณน้ำตาลในอาหารหมักดองตัวอย่างทั้งก่อนและหลังอินเวอร์ชั่น โดยวิธีของ Lane และ Eynon

$$\text{คำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำตาลที่อยู่ใน aqueous phase} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์น้ำตาลทั้งหมด}}{\text{เปอร์เซ็นต์น้ำตาลทั้งหมด + เปอร์เซ็นต์น้ำ}} \times 100$$

(4) นำตัวอย่างอาหารหมักดองวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ โดยนำมาตรวจหาเชื้อทั้งหมดที่อยู่ในอาหารหมักดอง ในอาหาร PCA agar และ PDA agar ย้อมสีแกรม แกรมบวกและแกรมลบ และ กล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาของเชื้อที่ผลิตอาหารหมักดองมีรูปอย่างไร

(5) นำมาวิเคราะห์เทียบกับหลักมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนว่าเป็นอย่างไร ซึ่งนำมาตรฐานชุมชนแต่ละชนิดนำมาเป็นตัวแบบมาตรฐานและวิเคราะห์

(6) จดบันทึกการทดลองตามหัวข้อการวิเคราะห์ต่าง ๆ

(7) สรุปผลการทดลองว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหรือไม่ อย่างไร จงอธิบาย

ใบงานที่ 3

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปี.....หมายเลข.....

รายงานผลบทปฏิบัติการที่ 3
บทปฏิบัติการเรื่องการวิเคราะห์อาหารหมักดอง

ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์ในตัวอย่างอาหารหมักดอง

ตัวอย่างอาหาร	ลักษณะทางกายภาพ	ลักษณะทางเคมี	ลักษณะทางจุลชีววิทยา
1. แหนม			
2. หน่อไม้ดอง			
3. ปูดองเค็ม			

2. ผลการวิเคราะห์ในตัวอย่างอาหารหมักดองเมื่อเปรียบเทียบกับมผช.

ตัวอย่างอาหาร	ลักษณะของผลิตภัณฑ์	ผลการวิเคราะห์	มผช.
1. แหนม			
2. หน่อไม้ดอง			
3. ปูดองเค็ม			

สรุปการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามทบทวน

(1) ทำไมการวิเคราะห์ต้องยึดหลักตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ของแต่ละผลิตภัณฑ์ จงอธิบาย

(2) สาเหตุในการทำอาหารหมักดองเนื่องจากสาเหตุใด อธิบาย

(3) ในการทำอาหารหมักดองนั้นต้องปฏิบัติตามหลัก GMP หรือไม่อย่างไร จงอธิบาย

(4) ถ้าต้องการวิเคราะห์ความชื้นอย่างประมาณสามารถกระทำได้โดยใช้เครื่องมืออะไรบ้าง

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2546. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนมเลขที่ 145/2546**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2549. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหน่อไม้เลขที่ 1166/2549**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2549. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปูดองเลขที่ 1334/2549**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2541. **บทปฏิบัติการเคมีอาหาร 1**. ลำปาง : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตลำปาง.

วารุณี ประดิษฐ์ศรีกุล. 2545**. คู่มือบทปฏิบัติการ วิชา เทคโนโลยีหมักดอง.** คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

บทปฏิบัติการที่ 4

แหนม

4.1 แหนม

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นเมืองจากเนื้อสัตว์หมักส่วนมากเป็นอาหารหมักพื้นบ้านในครัวเรือนผลิตเพื่อการบริโภคในครัวเรือน ที่นิยมกันมากที่สุด ได้แก่ แหนม ทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ บางท้องถิ่น เรียกว่า หมูส้ม บางแห่งใช้เนื้อวัวแทนเนื้อหมู เรียกว่า เนื้อส้ม เป็นต้น

ความหมายของแหนม จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักแหนม และการทดลองการทำแหนมแบบธรรมชาติและการทำแหนมจากเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ความหมายของแหนม

แหนม หมายถึง ผลิตภัณฑ์เนื้อที่เตรียมได้ โดยการนำเนื้อมาบด หรือสับให้ละเอียด ใส่หนังเนื้อสัตว์ลงไป เช่น เนื้อหมู เนื้อปลา ไปผสมกับเกลือ กระเทียมบด และสารประกอบไนเตรทหรือไนไตรท์ แล้วบรรจุห่อด้วยใบตอง หรือพลาสติก เก็บไว้ 2-3 วันก็สามารถนำมารับประทานได้

การแปรรูปเนื้อสัตว์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์จากเนื้อหมูและเนื้อวัว ซึ่งอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากคนจีนที่เข้ามาอยู่อาศัย และทำมาหาเลี้ยงชีพ โดยการทำผลิตภัณฑ์พวกกุนเชียง หมูแผ่น ลูกชิ้น ซึ่งมีการผลิตสูง รองลงมาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านของไทยภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ พวกแหนม หมูยอ และไส้กรอกเปรี้ยว สำหรับแหนมนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมบริโภคกันเป็นอย่างมาก

4.1.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักแหนม

การหมักแหนมเกิดจากกิจกรรมของแบคทีเรียแลคติก โดยในระยะแรกของการหมักเป็นพวก *Pediococcus* เติบโตอย่างรวดเร็ว และสร้างกรดแลคติกขึ้น ส่วน *Lactobacillus* ในระยะแรกเติบโตอย่างช้า ๆ จึงมีจำนวนน้อยกว่า หลังการหมัก 3 วัน *Pediococcus* ซึ่งทนกรดได้ไม่มากนักจะเติบโตช้าลงและหยุดเติบโตในที่สุด ในระยะนี้ Lactobacillus เติบโตและสร้างกรดต่อไป (วิลาวัลย์, 2536)

4.1.3 การทดลองการทำแหนมแบบธรรมชาติและการทำแหนมจากเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์

วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ และวิธีการทดลอง ดังนี้

4.1.3.1 วัสดุอุปกรณ์

(1) เนื้อสัตว์ ในที่นี้ใช้เนื้อหมู เนื้อวัว และเนื้อปลา เนื้อ หมายถึงเนื้อที่ได้จากสัตว์เพื่อนำมาใช้เป็นอาหาร ซึ่งรวมถึงกล้ามเนื้อ และอวัยวะต่าง ๆ เช่น ตับ หัวใจ และส่วนอื่น ๆ ที่บริโภคได้ เนื้อจากสัตว์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ โค กระบือ สุกร แพะ แกะ เป็นต้น เนื้อสัตว์จะมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพของสัตว์ก่อนนำมาฆ่า สัตว์ต่างชนิดกันหรืออายุต่างกัน โดยทั่วไปกล้ามเนื้อของสัตว์จะมีส่วนประกอบทางเคมี ได้แก่ น้ำ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน เอนไซม์ และแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นต้น

(2) การทำแหนมในระดับชาวบ้าน มักมีการเติมดินประสิวลงไปด้วยเล็กน้อย เพื่อให้เกิดสีแดงสวย โดยปริมาณที่ใช้เติมนั้นไม่ได้มีการชั่ง ตวง วัด ใช้ประมาณเองตามความชำนาญที่ปฏิบัติมา ซึ่งนับว่าเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เพราะสารให้สีดังกล่าวจัดเป็นวัตถุเจือปนอาหารพวกไนเตรทและไนไตรท์ ซึ่งมีกฎหมายควบคุมกำหนดปริมาณการใช้ โดยอนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกิน 200-500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งต้องคำนวณในรูปโซเดียมไนเตรท และโซเดียมไนไตรท์ ตามลำดับ ปัจจุบันการใช้ไนเตรทและไนไตรท์ ผสมกับอาหารมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ

1) เพื่อช่วยให้อาหาร โดยเฉพาะเนื้อสัตว์มีสีแดงคงทน ไม่เสื่อมสลายไปขณะหุงต้ม

2) ทำให้อาหารมีรสชาติและกลิ่นเฉพาะ

3) ทำให้อาหารเก็บไว้ได้นาน ไนเตรท ไนไตรท์ จะทำหน้าที่เป็นสารกันเสีย ป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะพวกที่ทำหน้าที่ให้เกิดการบูดและพวกที่สร้างสารพิษ สารให้สีที่ขอแนะนำให้ใช้ คือ ผงเพรก

ผงเพรกเป็นสารเคมีพวกสารประกอบไนเตรทไนไตรท์ ใช้ใส่ในผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดกลิ่นและรสที่ต้องการ ทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นพิษและทำให้เกิดโรค และช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีดีขึ้น

(3) ส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่

1) เกลือ ควรเติมประมาณ 2-3% ของน้ำหนักอาหาร จะช่วยทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์อื่น ๆ เจริญได้ และช่วยดึงน้ำและน้ำตาลจากเนื้อ และยังสามารถทำหน้าที่เป็นสารกันบูดได้

วัตถุประสงค์ของการใส่เกลือในแหนม คือ ทำให้เกิดรสเค็ม และทำให้แหนมเก็บไว้ได้นาน ปริมาณเกลือที่ใส่ถ้าน้อยเกินไปจะทำให้แหนมเน่าเสียได้ และถ้าใส่เกลือมากเกินไปแหนมที่ได้จะมีรสเปรี้ยวน้อยกว่ารสเค็ม

2) ข้าว ที่ใส่ลงในแหนมเป็นข้าวที่ผ่านการหุงต้มจนสุกแล้ว ใช้ได้ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว การใส่ข้าวลงไปก็เพื่อเป็นแหล่งคาร์โบดฮเดรตแก่แบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติก ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้แหนมมีรสเปรี้ยว

3) กระเทียม ตามปกติมักจะบดกระเทียมให้ละเอียดก่อน แล้วจึงใส่ลงในผลิตภัณฑ์ การใส่กระเทียมจะให้ผลทั้งในแง่เพิ่มกลิ่นหอมและรสชาติของแหนม และยังช่วยเป็นสารกันบูดได้ด้วย โดยจะใส่ประมาณ 10% ของน้ำหนักอาหาร

4) พริกขี้หนู การทำแหนมอาจจะมีการเติมพริกขี้หนูเป็นเม็ด ๆ พริกขี้หนูที่เติมนั้น นอกจากจะให้รสเผ็ดเมื่อบริโภคแล้ว ยังช่วยเพิ่มสีสันที่สวยงามให้กับแหนมอีกด้วย

4.1.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทำแหนม การทำแหนมบริโภคกันเองภายในครัวเรือน ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ยุ่งยาก แต่ถ้ามีการผลิตเพื่อจำหน่ายในปริมาณมาก ๆ จะมีอุปกรณ์ช่วยทุนแรงในการผลิต ซึ่งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำแหนมมีดังนี้

(1) เครื่องบดเนื้อ

(2) เครื่องอัดไส้

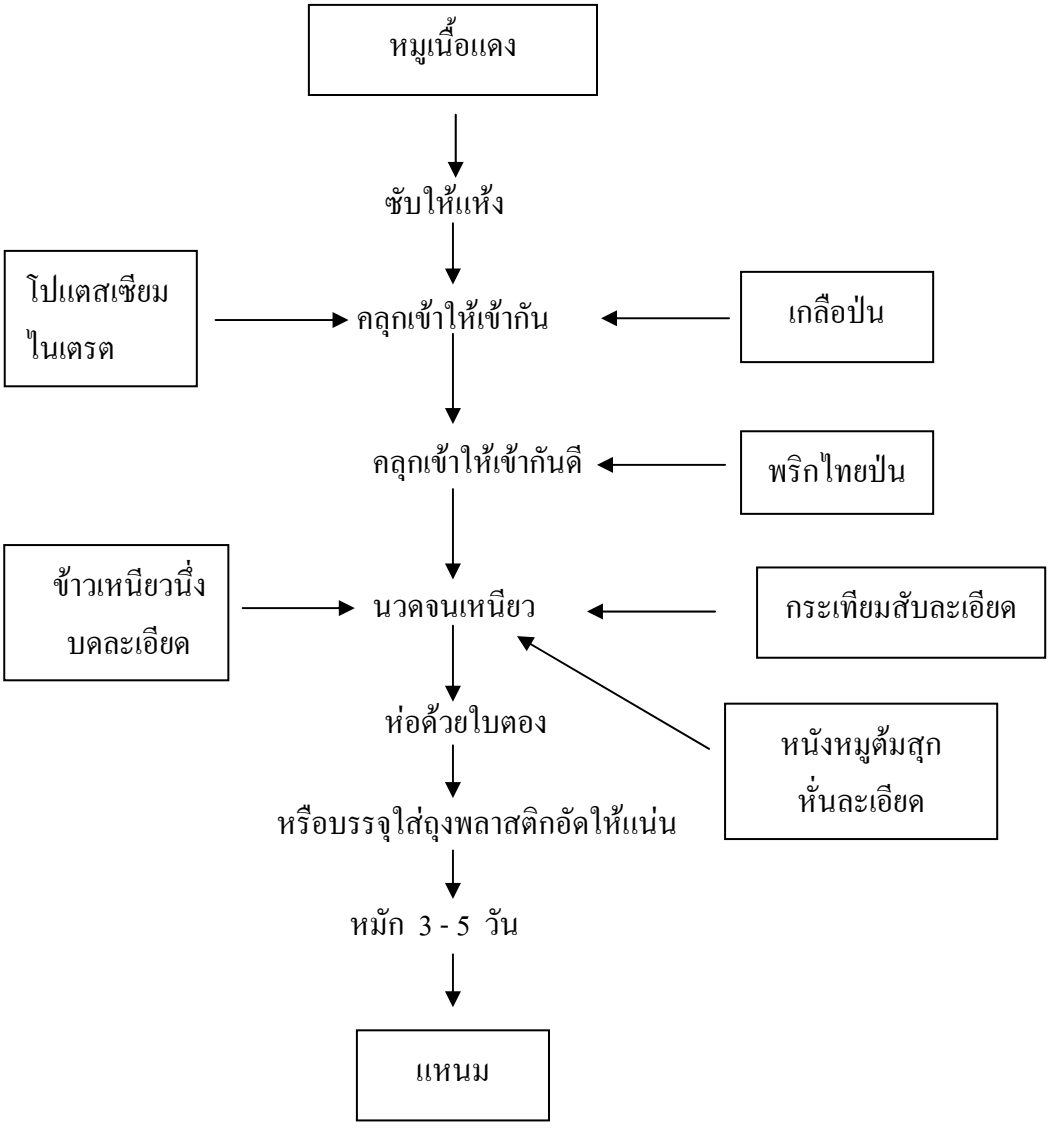
(3) เครื่องชั่งชนิดละเอียดและชนิดหยาบ

(4) อุปกรณ์เครื่องครัวต่าง ๆ ได้แก่ มีด เขียง ถาด กะละมัง หม้อ เตา

4.1.3.3 วิธีการทดลองตอนที่ 1

(1) นำเนื้อสัตว์ที่ได้มาบดให้ละเอียดตามที่ต้องการ

(2) การทำแหนมแบบธรรมชาติ ทำตามแผนผังในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 วิธีการหมักแหนม

ที่มา : ดัดแปลง วิลาวัณย์ (2536)

4.1.3.4 วิธีการวิเคราะห์

(1) คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า เป็นต้น

(2) ตรวจวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรียทั้งหมด ย้อมสีแกรม ส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูรูปร่างว่าเป็นแบบใด

(3) ตรวจทางกายภาพ ได้แก่ กลิ่น สี และพีเอช เป็นต้น

(4) ตรวจตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนม, (2546)

(5) สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง พร้อมเอกสารอ้างอิง เปรียบเทียบผลที่ได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนม, (2546)

4.1.3.5 วิธีการทดลองตอนที่ 2 การทำแหนมจากเชื้อบริสุทธิ์ (กล้าเชื้อ)

(1) วัสดุและอุปกรณ์

1) เนื้อหมู
2) พริกไทย
3) กระเทียม
4) ข้าวสุก
5) เกลือ
6) ถุงพลาสติก
7) เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus cerevisiae*
8) แป้งข้าวเจ้า
9) แป้งข้าวเหนียว
10) แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน 3:1
11) น้ำตาลแลกโตส
12) โมโนโซเดียมกลูตาเมต
13) น้ำตาลซูโครส
14) วิตามินซี
15) หางนม

(2) วิธีการทดลอง

1) นำเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus cerevisiae* ที่เตรียมจากเชื้อซึ่งเจริญอยู่ในระยะ stationary โดยเตรียมที่ 21 ชั่วโมง และมีค่า

ความขุ่นสูง 18.5 เก็บเซลล์ที่เจริญอยู่ในระยะ mid-log late-log โดยเหวี่ยงแยกเซลล์ที่ความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ล้างเซลล์ด้วยสารละลายน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร(ศุภศิลป์, 2541) แล้วเติมสารละลายน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทำให้เป็นซัสเพนชั่นของเชื้อแล้วคลุกกับแป้งซึ่งเป็นตัวพยุงในข้อ 2

2) นำแป้งทั้งสามชนิด ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน 3:1 เป็นตัวพยุงในการเตรียมกล้าเชื้อผง (ศุภศิลป์, 2541) โดยนำแป้งทั้งหมดนี้ไปฆ่าเชื้อด้วยความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที

3) หลังจากนั้นเก็บกล้าเชื้อผงสองอุณหภูมิ คือ อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิตู้เย็น

4) นำกล้าเชื้อผงที่ได้ผสมกับแหนม แล้วสังเกตดูว่าแหนมที่ทำจากธรรมชาติและแหนมที่ทำจากกล้าเชื้อผงจะมีลักษณะอย่างไร ทดสอบทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ โดยยึดแบบจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนม, (2546)

5) บันทึกผลการทดลองด้านลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี วิเคราะห์เกลือ สี และความเป็นกรดเป็นด่าง ทางจุลินทรีย์โดยเลี้ยงในอาหาร MRS

(3) วิธีการวิเคราะห์ (มาตรฐานผลิตชุมชนแหนม, 2546)

1) คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เถ้า เป็นต้น

2) ตรวจวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรียทั้งหมด ย้อมสีแกรม ส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูรูปร่างว่าเป็นแบบใด

3) ตรวจทางกายภาพ ได้แก่ กลิ่น สี และพีเอช เป็นต้น

4) วิเคราะห์โดยยึดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนม, (2546)

5) สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง พร้อมเอกสารอ้างอิง เปรียบเทียบผลที่ได้กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน แหนม

ใบงานที่ 4

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปี.....หมายเลข.....

รายงานผลบทปฏิบัติการที่ 4

ทดลองการทำแหนมแบบธรรมชาติและการทำแหนมจากเชื้อจุลินทรีย์บริสุทธิ์

ผลการทดลอง

1. คุณค่างทางโภชนาการของแหนม

ชนิดผลิตภัณฑ์	คุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ)				
	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	ความชื้น	หมายเหตุ
แหนมหมักแบบธรรมชาติ					
แหนมหมักโดยใช้กล้าเชื้อ					

2. ผลการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

ชนิดผลิตภัณฑ์	ผลการทดสอบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด การเจือจางที่ระดับต่าง ๆ					
	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	ย้อมติดสีแกรม	วาดภาพที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์
แหนมหมักแบบธรรมชาติ						
แหนมหมักโดยใช้กล้าเชื้อ						

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แหนม

ลักษณะที่ประเมิน	แหนมหมักตามธรรมชาติ	แหนมหมักโดยใช้กล้าเชื้อจุลินทรีย์	หมายเหตุ
สี			
กลิ่น			
รส			
เนื้อสัมผัส			
การยอมรับ			

4.เขียนกราฟเส้นเพื่อดูแนวโน้มการเจริญของเชื้อ เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus cerevisiae* โดยใช้โปรแกรมexcel

สรุปผลการทดองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. คุณค่าทางโภชนาการของแหนมที่หมักแบบธรรมชาติและที่ใช้เชื้อบริสุทธิ์แตกต่างกัน หรือไม่แตกต่าง อย่างไร อธิบาย

2. การหมักแบบใช้เชื้อบริสุทธิ์ในการหมักแหนมมีข้อดี ข้อด้อย อย่างไร

3. ในการผลิตอาหารหมักพื้นบ้าน หากต้องการทำกล้าเชื้อ จะดัดแปลงในอาหารประเภทใดได้อีกบ้าง อธิบาย

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2546. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแหนมเลขที่ 145/2546**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2536. **ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากจุลินทรีย์**. พิมพ์ครั้งที่ 1 โครงการสนับสนุนของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศุภศิลป์ มณีรัตน์. 2541. **การเตรียมกล้าเชื้อผงสำหรับการผลิตแหนม**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บทปฏิบัติการที่ 5

ปลาส้ม

5.1 ปลาส้ม

อาหารหมักพื้นเมืองจากปลามีด้วยกันหลายชนิด เช่น ปลาร้า บูดู ปลาส้ม ปลาส้มฟัก เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่นิยมใช้ปลาน้ำจืดได้แก่ ปลายี่สก ปลานวลจันทร์ ปลาตะเพียน เป็นต้น การเลือกใช้ปลานับว่าสำคัญมาก ปลายิ่งตัวใหญ่ยิ่งดี ในการทำอาหารหมักจากปลาเกิดรสเปรี้ยว ไม่ควรหมักในปี๊บเหล็ก เพราะจะทำให้เกิดสนิม รสชาติจะเปลี่ยนไป และไม่มีควรวางถังหมักไว้ในบริเวณที่มีแสงแดดส่อง เพราะจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่น่ารับประทาน สิ่งที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้นคือความสะอาดในทุกขั้นตอนของการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

ความหมายปลาส้ม จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักปลาส้ม และการทดลองเรื่องการทำปลาส้ม มีดังนี้

5.1.1 ความหมายปลาส้ม

ปลาส้ม คือ อาหารที่ทำด้วยปลาเป็นตัว ๆ หรือเป็นชิ้น ๆ ผสมกับข้าวสุกและเกลือแล้วหมักจนมีรสเปรี้ยว และมีกลิ่นหอมที่เกิดจากกระบวนการหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ที่สร้างกรดแลกติก ปลาที่นิยมใช้ในการทำปลาส้ม คือ ปลาตะเพียน ปลาสวาย ปลาเทโพ และปลาสร้อย

5.1.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักปลาส้ม

ช่วงแรกพบแบคทีเรียพวก *Staphylococcus* *Micrococcus* และ *Bacillus* ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลา ส่วนแบคทีเรียที่พบในปริมาณมากและพบตลอดระยะในการหมัก คือ *Pediococcus* *cerevisiae* ที่พบรองลงไป คือ *Lactobacillus*

plantarum และ *L. brevis* ซึ่งพบว่าแบคทีเรียแลคติกเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการสร้างกรดและกลิ่นรสในปลาส้ม (ทองคำ, 2538)

5.1.3 วัตถุดิบที่สำคัญในการทำปลาส้ม

วัตถุดิบที่สำคัญในการทำปลาส้ม มีดังนี้

1. ปลา โดยมากจะเป็นปลาน้ำจืด เช่น ปลาตะเพียน ปลานิล ปลานวลจันทร์ ปลาสร้อย เป็นต้น

2. เกลือ สาเหตุที่เติมเกลือเพื่อเพิ่มการป้องกันการเจริญของแบคทีเรียหรือป้องกันการย่อยสลายของเนื้อปลา เกลือที่เติมเข้าไปจะค่อย ๆ ซึมเข้าไปในเนื้อปลามีผลให้การทำงานของเอนไซม์ในเนื้อปลาทำงานช้าลงด้วย

3. กระเทียม ถือว่าเป็นส่วนประกอบสำคัญในการหมัก หรือการทำปลาส้ม การใส่ลงไปช่วยป้องกันหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเชื้อราที่เราไม่ต้องการในกระบวนการหมักได้

4. ข้าวเหนียวนึ่ง ข้าวเจ้าสุกหรือข้าวคั่ว

ข้าวเหนียวนึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต ทำให้เกิดการหมักให้ดีขึ้น โดยทั่วไปจะทำให้เกิดรสเปรี้ยวแล้วแต่ปริมาณข้าวเหนียวนึ่งที่ใช้

ข้าวเจ้านึ่งสุก เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต จะทำให้เกิดการหมักให้ดีขึ้น โดยทั่วไปจะทำให้เกิดรสเปรี้ยวแล้วแต่ปริมาณข้าวสุกที่ใช้ นอกจากนี้ข้าวเจ้าหุงสุกจะทำให้สีของปลาส้มมีสีที่น่ารับประทานขึ้น

ข้าวคั่ว เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตจะทำให้เกิดการหมักที่ดีขึ้น โดยทั่วไปจะทำให้เกิดกลิ่นและสีของปลาส้มมีสีสันที่น่ารับประทานยิ่งขึ้น (พงศ์พันธุ์, 2546)

5.1.4 การทดลองที่ 1 ปลาส้ม แบบดั้งเดิม

การทำปลาส้มแบบดั้งเดิม ดังนี้

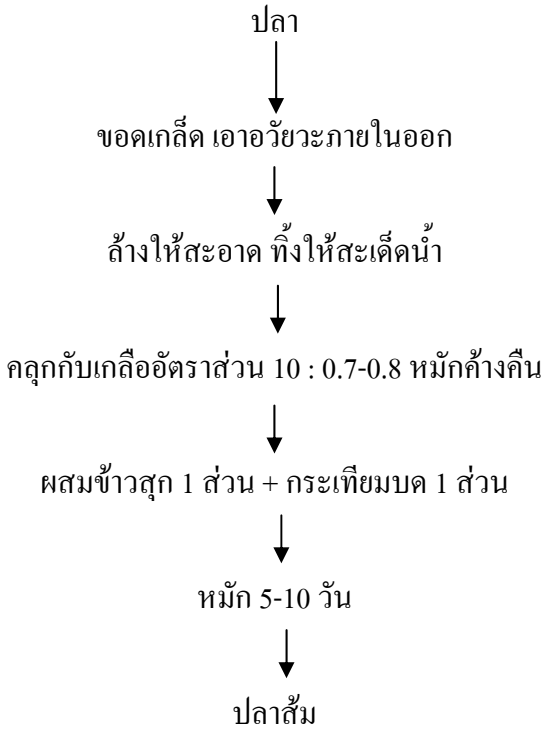
5.1.4.1 การเตรียมปลา นำมาล้างให้สะอาด ขอดเกล็ดออกให้หมด ผ่าท้องควักไส้และอวัยวะต่าง ๆ ภายในท้องปลาออกให้หมด แล้วล้างให้สะอาดอีกครั้ง ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ ไม่นิยมเอาหัวออก นำปลามาผสมกับเกลือบรรจุให้แน่นในภาชนะ เช่น โอ่ง หรือไห โดยใช้

อัตราส่วนของปลากับเกลือ คือ ปลา : เกลือ (โดยน้ำหนัก) เท่ากับ 7 : 3 และระยะเวลาที่ใช้ในการหมักทิ้งไว้ ประมาณ 5 วัน

5.1.4.2 การหมัก นำปลาที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้วมาใส่ภาชนะที่สะดวกในการคลุกเคล้าให้เข้ากัน เช่น กะละมัง นำเครื่องปรุง ซึ่งได้แก่ ข้าวเหนียวนึ่ง กระเทียม น้ำตาลทราย เกลือ และผงชูรส แล้วนำมาหมักกับปลาโดยมีอัตราส่วนดังนี้

ปลาซึ่งผสมเกลือไว้เรียบร้อยแล้วตามข้อ 5.1.4.1 นั้น ปลาเกลือ : ข้าวคั่ว หรือข้าวสุกในอัตราส่วนของร้อยละโดยน้ำหนัก 10 : 3-3.5 อาจจะผสมกระเทียมลงไปด้วยร้อยละ 1-5 แล้วใช้ระยะเวลาหมัก 7-10 วัน โดยใช้ผ้าขาวบางคลุม หรือใช้ภาชนะที่มีฝาปิด หมักทิ้งไว้ตามระยะเวลาดังกล่าว

5.1.4.3 การเก็บรักษา ปลาส้มเมื่อทำการหมักได้ที่แล้วก็สามารถนำมาบริโภคได้ แต่ถ้าต้องการเก็บไว้นาน ๆ ก็ต้องนำออกมาจากที่หมักแล้วเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำ ๆ จะทำให้เก็บไว้ได้ 1 สัปดาห์



ภาพที่ 5.1 ขั้นตอนการทำปลาส้ม

ที่มา : ดัดแปลงจากวิลาวัณย์ (2536)

5.1.5 การทดลองที่ 2 ปลาส้ม แบบพัฒนาโดยการใช้กล้าเชื้อ

การทำปลาส้ม แบบพัฒนาโดยการใช้กล้าเชื้อ ดังนี้

5.1.5.1 วิธีการทดลอง ดังนี้

(1) การเตรียมวัตถุดิบ เช่น ปลา เครื่องปรุง ในลักษณะเดียวกันกับการทดลองที่ 1

(2) การเตรียมเชื้อเริ่มต้น *Lactobacillus brevis* และ *Pediococcus pentosaceus* ทำให้เชื้อมีความสด มีอายุที่อยู่ในช่วงที่เจริญเติบโตเต็มที่เวลา 21 ชั่วโมง โดยนำเซลล์ที่ได้จากการเลี้ยงในอาหาร GYP วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 500 นาโนเมตร นำเซลล์มาหมุนเหวี่ยงแยกเซลล์ แล้วนำมาผสมกับแป้งข้าวเจ้าในอัตรา ส่วน 1 : 20 โดยมีจำนวนเชื้อเริ่มต้นที่ 7.7×10^3 ถึง 8.67×10^3 โคโลนีต่อกรัม (ชุตินุช, 2544)

(3) นำกล้าเชื้อที่ผลิตได้ในข้อ (2) นำมาผลิตปลาส้มตามภาพที่ 5.1 โดยมีระยะ เวลาในการหมัก 8 วัน นำปลาส้มแบบดั้งเดิม และแบบพัฒนาโดยใส่กล้าเชื้อดังกล่าว นำมาทดลองดังนี้

5.1.5.2 วิเคราะห์อาหารหมัก (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาส้ม, 2548) ดังนี้

(1) ด้านทางกายภาพ เกี่ยวข้องกับสี กลิ่น รสชาติ ความชอบโดยรวม

(2) ด้านทางจุลิชีววิทยา เชื้อกลุ่มแลกติก นำมาตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ และย้อมสีแกรม

(3) ด้านทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า เป็นต้น

(4) สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง เปรียบเทียบผลที่ได้กับ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาส้ม, (2548)

ใบงานที่ 5

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปี.....หมายเลข.....

รายงานผลบทปฏิบัติการที่ 5

ทดลองการทำปลาส้ม

ผลการทดสอบ

1. คุณค่างทางโภชนาการของปลาส้ม

ชนิดผลิตภัณฑ์	คุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ)				
	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	ความชื้น	หมายเหตุ
ปลาส้มหมักแบบธรรมชาติ					
ปลาส้มหมักแบบใส่กล้าเชื้อ					

2. ผลการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

ชนิดผลิตภัณฑ์	ผลการทดสอบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด การเจือจางที่ระดับต่าง ๆ					
	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	ย้อมติดสีแกรม	วาดภาพที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์
ปลาส้มหมักแบบธรรมชาติ						
ปลาส้มหมักแบบใส่กล้าเชื้อ						

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาส้ม

ลักษณะที่ประเมิน	ปลาส้มหมักแบบธรรมชาติ	ปลาส้มหมักแบบใส่จุลินทรีย์	หมายเหตุ
สี			
กลิ่น			
รส			
เนื้อสัมผัส			
การยอมรับ			

4.เขียนกราฟเส้นเพื่อดูแนวโน้มการเจริญของเชื้อ เชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* และ *Pediococcus cerevisiae* โดยใช้โปรแกรมexcel

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. ปลาส้ม ส้มฟัก ต่างกันอย่างไร
2. การใส่ข้าวสุกลงไปในการหมักนั้นไปช่วยเรื่องอะไร
3. ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำปลาส้ม พิจารณาจากอะไร

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาส้มเลขที่ 26/2548.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

ชุตินุช สุจริต. 2544. **การเตรียมกล้าเชื้อผงสำหรับการผลิตปลาส้ม.** รายงานการวิจัย ประจำปีงบประมาณผลประโยชน์ปี 2543 จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

พงษ์พันธุ์ ชมพูเพชร. 2546. **รวยด้วยปลา.** กรุงเทพฯ: มติชน. 126 น.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2536. **ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากจุลินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 1 โครงการสนับสนุนของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทองคำ คิมหะมานนท์. 2538. **การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในระหว่างการผลิตปลาหมัก (สัมฟัก).** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บทปฏิบัติการที่ 6

ปลาแป้งแดง

6.1 ปลาแป้งแดง

ปลาแป้งแดง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลา เช่น ปลาข้าวเม่า ปลาตาหวาน ปลาใบไม้ มาตัดหัวและท้าย เอาเครื่องในออก แล่เอาเฉพาะเนื้อเป็นชิ้น ล้างทำความสะอาด หมักกับส่วนผสม เติมสีจากข้าวแดง หรืออังคั๊ก จนมีรสเปรี้ยว ก่อนบริโภคต้องทำให้สุก

ปลาแป้งแดงเป็นอาหารหมักที่มีต้นกำเนิดจากบริเวณภาคใต้ของประเทศไทย แพร่หลายและรู้จักกันดีในจังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี ปลาแป้งแดงเป็นอาหารหมักที่ประกอบด้วยปลาทั้งตัวหรือชิ้นปลาที่ถูกหั่นเป็นท่อน และอาจมีเม็ดข้าวสุกปนอยู่บ้าง ปลาแป้งแดงส่วนใหญ่จะมีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย

6.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาแป้งแดง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำปลาแป้งแดง มีดังนี้

6.1.1.1 ปลา นิยมใช้ปลาทะเลขนาดตัวไม่ใหญ่มากนัก เช่น ปลาข้างเหลือง ปลาทู ปลาตะเพียนทะเล ปลาตะโกก และปลาใบไม้ เป็นต้น ควรใช้ปลาสดจะทำให้ได้รสชาติที่ดีและอร่อย

6.1.1.2 ข้าวเจ้า ข้าวที่นำมาใช้ในการทำปลาแป้งแดงนิยมหุงให้สุกค่อนข้างแฉะหรือเป็นข้าวต้มเหลวคล้ายแป้ง ซึ่งจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากขึ้น และในการทำปลาแป้งแดงบางสูตรมีการเติมน้ำตาลลงไปด้วย

6.1.1.3 เกลือแกง เป็นสารปรุงแต่งอาหารและใช้ถนอมอาหารมานานแล้ว ในการถนอมอาหารจะต้องใช้ในปริมาณสูงพอสมควร เพื่อให้มีผลไปขัดขวางการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ปริมาณของเกลือที่ใช้ในอาหารปลาหมักขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ คือ ความสดของปลา ส่วนประกอบของน้ำ ไขมัน และโปรตีนในปลา ความสะอาดของปลา นอกจากนี้ความสะอาดของเกลือ ความชื้นและองค์ประกอบของเกลือเองก็มีส่วนต่อปริมาณและกลิ่นรส

ของอาหารหมักนั้น ๆ ด้วย ในการทำอาหารปลาหมักที่มีการใช้เกลือควรใช้เกลือที่มีความละเอียดพอดี การเติมเกลือในปริมาณที่พอเหมาะสม นอกจากจะเป็นการปรุงรสและยังช่วยให้แบคทีเรียแลกติกเจริญได้ดี และในขณะเดียวกันจะช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์พวกที่ให้เน่าเสีย และทำให้เกิดโรค (มัทนา, 2538)

6.1.1.4 ข้าวแดง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักข้าวกับเชื้อราที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Monascus purpureus* เป็นเชื้อราในกลุ่ม Ascomycetes เส้นใยมีผนังกั้นมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-5 ไมโครเมตร เมื่อเจริญบนอาหารแข็งเส้นใยจะแนบชิดกับผิวอาหาร มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบมีเพศและไม่มีเพศ เชื้อรานี้จะเจริญและย่อยข้าว ขณะเดียวกันสร้างรงควัตถุสีแดง สีเหลือง แล้วแต่สายพันธ์ของ *Monascus* sp. ทำให้ข้าวมีลักษณะสีแดงเข้มและมีกลิ่นเฉพาะ เมื่อนำไปอบแป้งก็จะได้เป็นข้าวแดง

ข้าวแดงที่ใส่ในปลาแป้งแดงเพื่อให้ปลาแป้งแดงมีสีแดง และช่วยให้ปลาหมักมีกลิ่นหอม ดังนั้นต้องเลือกข้าวแดงที่มีคุณภาพดีและใหม่

6.1.1.5 สีผสมอาหาร สีเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งทำให้ผู้บริโภคเลือกซื้ออาหาร การใช้สีต่าง ๆ เพื่อจูงใจให้สะดุดตาผู้บริโภค สีที่ได้จากเชื้อ *Monascus purpureus* นอกจากจะได้สีแดงแล้ว ภายในตัวของสารสีมีสารต้านอนุมูลอิสระ อีกด้วย

6.1.2 จุลินทรีย์ที่มีบทบาทต่อการหมักปลาแป้งแดง

ในระยะเวลาของการหมักปลาแป้งแดง ในระยะเวลาของการหมักปลาแป้งแดงมักพบแบคทีเรียในสกุล *Micrococcus*, *Staphyococcus* และ *Lactobacillus* ซึ่งมีบทบาทในการย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลา (วิลาวัณย์, 2536) นอกจากนี้อาจพบแบคทีเรียในสกุลอื่น ๆ คือ *Lactococcus, Leuconostoc* และ *Pediococcus* ซึ่งแบคทีเรียแลกติกกลุ่มนี้จะเปลี่ยนน้ำตาลในอาหารให้เป็นกรดแลคติก และผลิตสารอีกหลายชนิดเพื่อเป็นตัวยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ที่ทำให้อาหารเน่าเสียหรือก่อโรคทางเดินอาหาร (อรวินทร์, 2532)

6.1.3 วิธีการทำปลาแป้งแดง

วัตถุดิบในการทำปลาแป้งแดง มีดังนี้

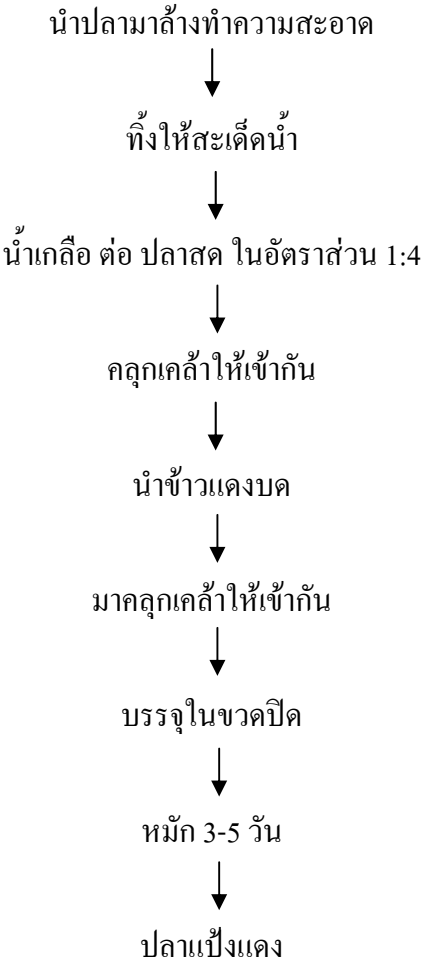
1. ปลา	3	กิโลกรัม
2. เกลือ	1	กิโลกรัม

3. ข้าวแดง 3 กิโลกรัม

การหมักปลาแป้งแดงเป็นการหมักดองที่ไม่ใช้ออกซิเจน จัดเป็นการหมักเพื่อให้ได้กรดแลกติก โดยปกติการหมักเพื่อให้เกิดกรดแลกติกนี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญ ก็คือ แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก ได้แก่ homofermetative lactic acid bacteria อาหารเนื้อสัตว์อาศัยการหมักเพื่อให้ได้กรดแลกติกที่รู้จักกัน ได้แก่ แหนม ไส้กรอกอีสาน สำหรับปลา ได้แก่ ปลาส้ม เป็นต้น จะเห็นได้ว่าอาหารดังกล่าวมีส่วนประกอบที่เหมือนกัน คือ ข้าว เพราะข้าวที่ผสมลงไปเพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการหมักเร็วขึ้น

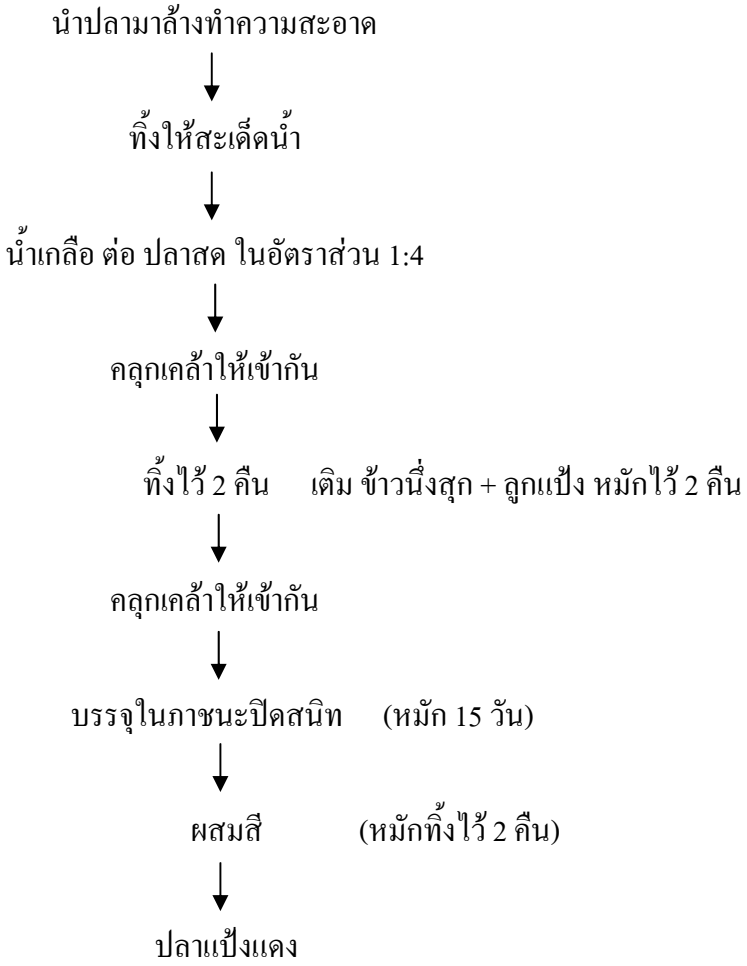
ในปัจจุบันการหมักปลาแป้งแดงสามารถหมักได้ 2 วิธี คือ การหมักปลาแป้งแดงโดยใช้ข้าวแดง และการหมักปลาแป้งแดงโดยใช้ลูกแป้งร่วมกับสีผสมอาหาร ซึ่งมีขบวนการหมักดังนี้

6.1.3.1 การหมักปลาแป้งแดงโดยใช้ข้าวแดง การหมักปลาแป้งแดงเริ่มจากการนำปลามาทำความสะอาด ล้างไขมันออก หากปลาตัวใหญ่มีการหั่นเป็นชิ้น ๆ นำปลามาคลุกกับเกลือโดยใช้อัตราส่วน 4 : 1 โดยน้ำหนัก แล้วหมักเกลือไว้ 2 คืน หลังจากนั้นนำปลามาหมักกับข้าวแดงที่เตรียมไว้ หมักจนครบระยะเวลา 3-5 วัน จึงสิ้นสุดกระบวนการหมัก ดังภาพที่ 6.1



ภาพที่ 6.1 แสดงกระบวนการหมักปลาแป้งแดงโดยใช้ข้าวแดง
ที่มา :พจนีย์ (2545)

6.1.3.2 การหมักปลาแป้งแดงโดยใช้ลูกแป้งร่วมกับสีผสมอาหาร
กระบวนการหมักปลาแป้งแดงเริ่มในลักษณะที่คล้ายคลึงกันกับข้อ 6.1.3.1 แต่ ข้าวเจ้าหุงสุกจะผ่านการหมักกับลูกแป้ง 2 วัน หมักจนครบระยะเวลา 15 วัน แล้วจึงเติมสีผสมอาหาร จากนั้นหมักต่อไปอีก 2 วัน จึงสิ้นสุดกระบวนการหมัก ดังภาพที่ 6.2



ภาพที่ 6.2 แสดงกระบวนการหมักปลาแป้งแดงโดยใช้ลูกแป้งร่วมกับสีผสมอาหาร

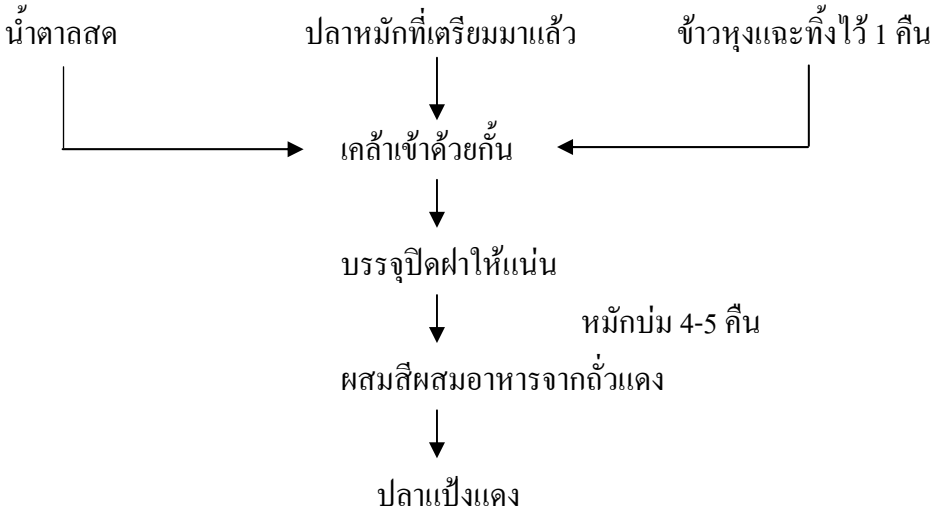
ที่มา : พจนีย์ (2545)

6.1.4 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลอง ดังนี้

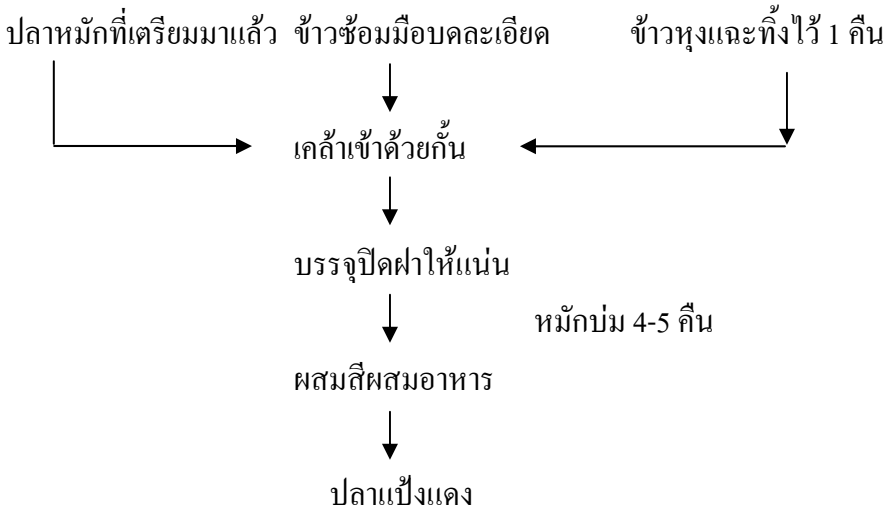
1. โดยการผลิตปลาแป้งแดงสองสูตร ซึ่งทั้งโดยสูตรที่ 1 เป็นการหมักแบบปกติ โดยใช้วัตถุดิบที่ชาวบ้านหมักตามธรรมดา

2. โดยสูตรที่ 2 การผลิตปลาแป้งแดงด้วยถั่วแดงและน้ำตาลสดใช้วัตถุดิบจากข้าวเจ้า เป็นข้าวซ้อมมือ ซึ่งในการเตรียมข้าวซ้อมมือ และมีการเตรียมสีจากถั่วแดง โดยต้มจนเปื่อยและบดละเอียด ดังภาพที่ 6.2 และ 6.3



ภาพที่ 6.3 แสดงการหมักปลาแป้งแดงโดยใช้น้ำตาลสดเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกรดแลกติกโดยเร็ว โดยใช้น้ำตาลสด 1/2 ถ้วยตวงต่อปลา 1 กก.

ที่มา : พจนีย์ (2545)



ภาพที่ 6.4 แสดงการหมักปลาโดยใช้ข้าวซ้อมมือบดละเอียด

ที่มา : พจนีย์ (2545)

6.1.5 การวิเคราะห์ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาแป้งแดง, 2548)
การวิเคราะห์ ดังนี้

1. ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และสิ่งแปลกปลอม เป็นต้น
2. ลักษณะทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด – ด่าง สารเจือปน เป็นต้น
3. ลักษณะทางจุลินทรีย์ ได้แก่ รา และยีสต์ จุลินทรีย์ทั้งหมด เป็นต้น

ใบงานที่ 6

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปี.....หมายเลข.....

รายงานผลบทปฏิบัติการที่

การทำปลาแป้งแดง

ผลการทดสอบ

คุณค่างทางโภชนาการของปลาแป้งแดง

ชนิดผลิตภัณฑ์	คุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ)				
	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	ความชื้น	หมายเหตุ
ปลาแป้งแดงหมักแบบธรรมชาติ					
ปลาส้มหมักแบบใช้น้ำตาล					
ปลาส้มหมักแบบใช้ข้าวซ้อมือบดละเอียด					

2. ผลการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

ชนิดผลิตภัณฑ์	**ผลการทดสอบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด การเจือจางที่ระดับต่าง ๆ**					
	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	ย้อมติดสีแกรม	วาดภาพที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์
ปลาแป้งแดงหมักแบบธรรมชาติ						
ปลาแป้งแดงหมักแบบใช้น้ำตาล						
ปลาแป้งแดงหมักแบบใช้ข้าวซ้อมมือบดละเอียด						

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาแป้งแดง

ลักษณะที่ประเมิน	**ปลาแป้งแดงหมักแบบธรรมชาติ**	**ปลาแป้งแดงหมักแบบใช้น้ำตาล**	**ปลาแป้งแดงหมักแบบใช้ข้าวซ้อมมือบดละเอียด**
สี			
กลิ่น			
รส			
เนื้อสัมผัส			
การยอมรับ			

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. การเพิ่มมูลค่าคุณค่าทางโภชนาการในปลาแป้งแดงทำได้อย่างไรบ้าง
2. ปัญหาที่พบในการผลิตปลาแป้งแดงในปัจจุบัน ได้แก่อะไรบ้าง

เอกสารอ้างอิง

พจนีย์ ทรัพย์สมาน. 2545. **การปรับปรุงคุณภาพอาหารท้องถิ่นภาคใต้: ปลาแป้งแดง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยทักษิณ.

มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2538. **จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง**. ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 240 น.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2536. **ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากจุลินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 1 โครงการสนับสนุนของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อรวินท์ เสาหรัชตนันท์. 2532. **สารกันเสียในอาหารจากแบคทีเรียกลุ่มสารกรดแลคติก.** ว. อาหาร. 19(3) : 202-206.

บทปฏิบัติการที่ 7

การดองผัก

7.1 การดองผัก

การดองผัก เพื่อการยืดอายุการเก็บรักษาไว้ใช้ในระหว่างที่ไม่ใช่ฤดูกาลเป็นการถนอมอาหารของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ หรือเพื่อการบริโภคในระหว่างการเดินทางไกลผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการดองนั้นจะมีลักษณะใกล้เคียงกับวัตถุดิบก่อนการแปรรูป การดองผักหรือผลไม้อาจเติมสารที่ช่วยในการรักษา เช่น กรด ปริมาณพอเหมาะที่จะหยุดการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ที่ทำให้เสื่อมเสีย จะเติมเกลือในปริมาณเหมาะสมเพื่อเลือกแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติกให้เจริญเติบโต และเปลี่ยนน้ำตาลในผักผลไม้ให้เป็นกรดแลกติก กระบวนการดองมีสิ่งสำคัญในการทำลายเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรีย (ราณี, 2552)

7.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผักดอง

ผลิตภัณฑ์ผักดองที่เกิดจากการหมักของจุลินทรีย์ ผักดองประเภทนี้ได้จากการเติมเกลือลงไปในผัก เกลือที่เติมลงไปอาจเติมในรูปเกลือป่น หรือน้ำเกลือ โดยเติมลงไปในปริมาณที่เหมาะสมกับการเติบโตของจุลินทรีย์ที่ต้องการให้มีบทบาทในการหมัก โดยส่วนใหญ่ในการหมักจึงศึกษากะหล่ำปลีดอง และแตงกวาดอง มากกว่าผักดองอื่น ๆ

วัตถุดิบที่ใช้ในการหมักกะหล่ำปลีดอง

1. กะหล่ำปลีดอง ที่ใช้ในการดองต้องโตเต็มที่ และคัดเลือกเอาแต่เฉพาะที่สดและไม่มีรอยช้ำ ซึ่งส่วนประกอบของกะหล่ำปลีดองแตกต่างกันขึ้นกับสายพันธุ์และสภาพในระหว่างการเติบโต พบว่าปริมาณน้ำตาลจะอยู่ระหว่าง 2.9-6.4 เปอร์เซนต์ การที่มีปริมาณน้ำตาลมากจะส่งผลทำให้การหมักได้กรดสูงมากเกินไป

2. เกลือ ปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักกะหล่ำปลีดองอยู่ระหว่าง 2.25-2.5 เปอร์เซ็นต์ การเติมเกลือลงไปทำให้ของเหลวในผักไหลออกมาก ซึ่งของเหลวที่ไหลออกมานั้นประกอบด้วยน้ำตาลและสารอาหารอื่น ๆ การเติมเกลือช่วยควบคุมจุลินทรีย์ในการหมัก

เนื่องจากเป็นสภาวะที่แบคทีเรียแลกติกชอบในขณะที่จุลินทรีย์อื่น ๆ ที่ไม่ต้องการจะถูกยับยั้งด้วยเกลือ

7.1.2 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการทำผักดอง

ในระยะแรกของการหมักจะมีแบคทีเรียต่าง ๆ มากมายหลายชนิดเติบโตขึ้นมา แบคทีเรียเหล่านี้มาจากกะหล่ำปลี น้ำ แต่ชนิดที่เด่น ได้แก่ พวกผลิตกรด ซึ่งจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการดองเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต เนื่องจากการดองส่วนมากจะใช้จุลินทรีย์ที่มีตามธรรมชาติ จึงต้องมีการปรับสภาวะแวดล้อม เพื่อให้เหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์เหล่านี้ โดยเติมเกลือลงไปในปริมาณที่เหมาะสม และบรรจุผักผลไม้ลงไปให้แน่นที่สุด ให้เหลือช่องว่างที่มีอากาศน้อยที่สุด ซึ่งสภาวะเหล่านี้จะช่วยกำจัดจุลินทรีย์อื่นและก็ช่วยส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติก

กระบวนการดองที่ต้องการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลในผลไม้ให้เป็นกรดแลกติกจะเป็นแบคทีเรียใน *family Lactobacteriaceae* แบคทีเรียเหล่านี้จะใช้น้ำตาลและสารอาหารที่มีในผักผลไม้เป็นแหล่งอาหารในการเจริญเติบโตและผลิตกรดแลกติกออกมา จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการดองเป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต เนื่องจากการดองส่วนมากจะใช้จุลินทรีย์ที่มีตามธรรมชาติ จึงต้องมีการปรับสภาวะแวดล้อมเพื่อให้เหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์เหล่านี้โดยเติมเกลือลงไปในปริมาณที่เหมาะสมและบรรจุผักผลไม้ลงไปให้แน่นที่สุด ให้เหลือช่องว่างที่มีอากาศน้อยที่สุด ซึ่งสภาวะเหล่านี้จะช่วยกำจัดจุลินทรีย์อื่นและก็ช่วยส่งเสริมการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติก

Family Lactobacteriaceae ที่เกี่ยวข้องกับการดอง ได้แก่ *Leuconostoc, Lactobacillus* และ *Pediococcus* ระหว่างกระบวนการดองจุลินทรีย์ที่เจริญพวกแรกเป็นแบคทีเรียคือ *Leuconstoc mesenteroides* จากนั้นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติกเจริญเติบโตและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สลับซับซ้อนในผักและผลไม้การเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลกติกแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับปริมาณจุลินทรีย์ตั้งต้นที่มีในวัตถุดิบ ความเข้มข้นของเกลือและน้ำตาล และอุณหภูมิ *Lactobacillus plantarum* เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดในปริมาณสูงและกรดส่วนมากเป็นกรดแลคติก *Pediococcus cerevisiae* ก็เช่นเดียวกัน *Lactobacillus brevis* สำคัญต่อกลิ่นรสของผักและผลไม้ดอง

กะหล่ำปลีดองที่ดีควรมีสีอ่อน ๆ กรอบ มีกรดประมาณ 1.7 เปอร์เซ็นต์ สะอาด มีกลิ่นกรดและกลิ่นหอม จากการศึกษาพบว่า กะหล่ำปลีดองโดยเฉลี่ยจะมีพีเอช 3.4-3.6 กรดแลกติก 1.25 เปอร์เซ็นต์ กรดอะซิตริก 0.3 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล 0.58 เปอร์เซ็นต์

7.1.3 วิธีการหมักกะหล่ำปลีดอง

นำกะหล่ำปลีดองที่โตเต็มที่ หัวกะหล่ำปลีมีรูปกลม มาตัดส่วนใบข้างนอกที่มีสีเขียวหรือที่สกปรกออกทิ้ง หลังจากนั้นตัดแกนกลางกะหล่ำปลีออกทิ้ง เหลือแต่กาบใบ ล้างด้วยน้ำสะอาด การล้างนี้นอกจากช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการลงแล้ว ยังเป็นการเพิ่มแบคทีเรียแลกติกมากขึ้นด้วย นำกะหล่ำปลีมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 0.08-0.16 เซนติเมตร นำกะหล่ำปลีที่ได้ใส่ในถังหมัก เติมเกลือให้มีความเข้มข้นประมาณ 2.25-2.5 เปอร์เซ็นต์ คลุกเคล้ากะหล่ำปลีและเกลือให้เข้ากันดี หลังจากเติมเกลือลงไปจะเริ่มมีน้ำซึมออกจากกะหล่ำปลี ภายในไม่กี่ชั่วโมงจะมีน้ำเกลือและการหมักจะเกิดขึ้น หลังจากบรรจุกะหล่ำปลีและเกลือลงถังหมักเรียบร้อยแล้ว จะปิดทับผิวหน้าถังหมักด้วยแผ่นพลาสติกคลุมออกมานอกถังหมัก กดทับให้ชิ้นกะหล่ำปลีจมในน้ำเกลือทั้งหมด ซึ่งจะเป็นการป้องกันไม่ให้กะหล่ำปลีดำและเกิดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสไปในทางที่ไม่ต้องการ การหมักที่ไม่มีอากาศเป็นสภาพที่เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียแลกติกซึ่งที่มีบทบาทในการหมักดังกล่าว

7.1.4 การทดลองการหมักผักดอง

ทดลองการหมักผักดองจะดองผักสองชนิด ได้แก่ กะหล่ำปลีดอง และ กิมจิ ดังนี้

7.1.4.1 การทดลองที่ 1 การหมักกะหล่ำปลีดอง

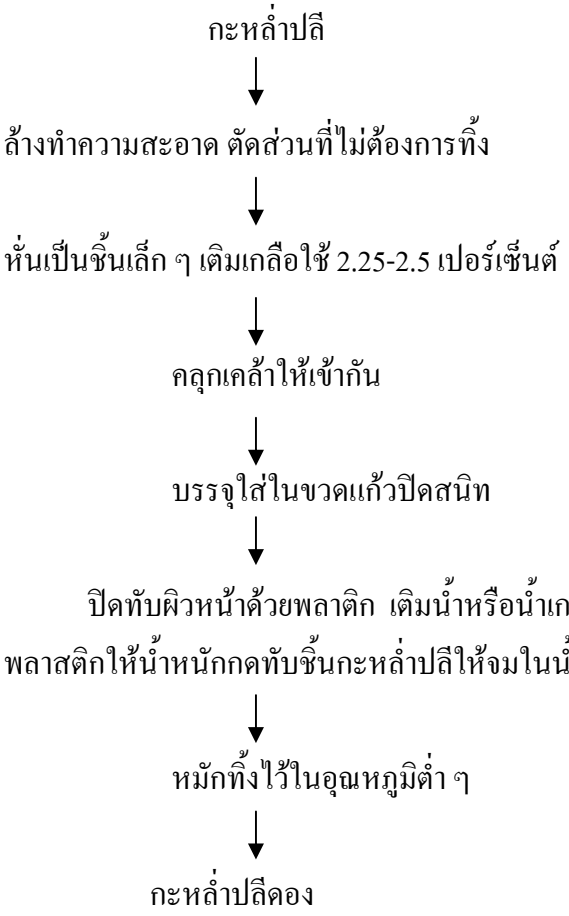
วัตถุดิบ

1. กะหล่ำปลีที่โตเต็มที่
2. เกลือเม็ดที่ผสมไอโอดีน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการหมัก

1. ขวดแก้วปิดสนิท
2. ภาชนะที่ทำการผสม

วิธีการหมัก ดังภาพที่ 7.1



ภาพที่ 7.1 แสดงขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ผักดอง

ที่มา : ดัดแปลงจากราณี (2552)

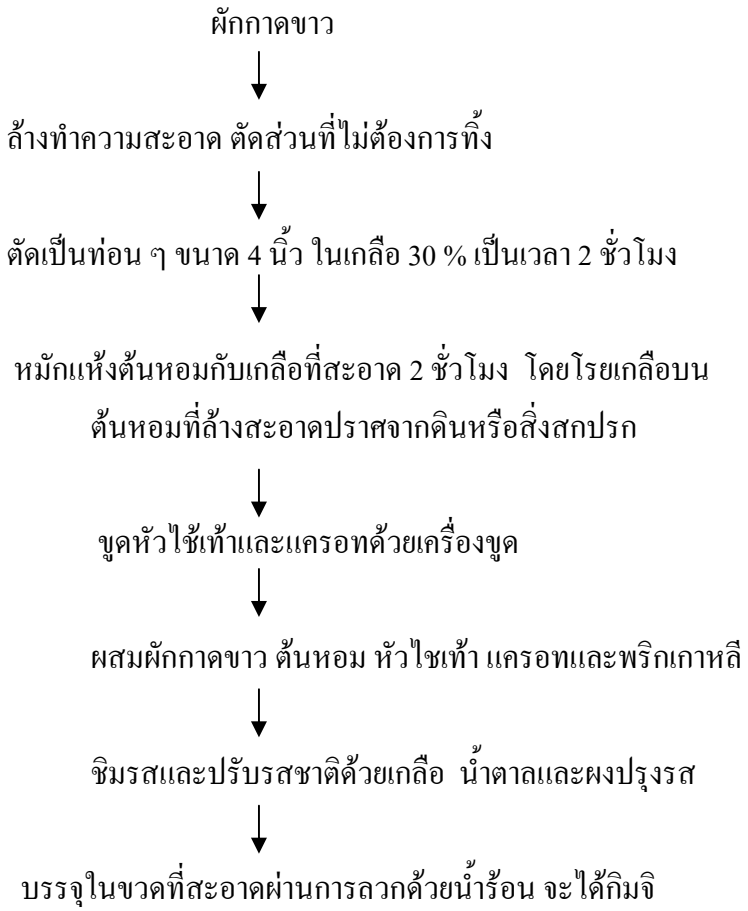
7.1.4.2 การทดลองที่ 2 การหมักกิมจิ ดังแสดงภาพที่ 7.2 ดังนี้

วัตถุดิบ

1. ผักกาดขาว
2. กระเทียม
3. หัวไชเท้า
4. แครอท
5. ต้นหอม
6. พริกแห้งเกาหลี

อุปกรณ์ที่ใช้ในการหมัก

1. ขวดแก้วปิดสนิท
2. ภาชนะที่ทำการผสม



ภาพที่ 7.2 แสดงขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตกิมจิ

ที่มา : ดัดแปลงจากราณี (2552)

7.1.5 วิธีการวิเคราะห์

วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ดังนี้

7.1.5.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ หาสิ่งปลอมปนแป้ง ตามวิธี มอก.1080-2535 ดังนี้

(1) สิ่งแปลกปลอม ตามวิธี มอก.1080-2535

(2) ค่า a_w ตามวิธี AOAC (2000)

(3) ความชื้นตามวิธี AOAC (2000)

(4) วัดสี โดยใช้ เครื่องวัดสี Color-spectrophotometer รุ่น Ultrascan XE/IX7 โดยวัดค่า L*, a* และ b*

7.1.5.2 การวิเคราะห์ทางเคมี หาปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ตามวิธี AOAC (2000) ดังนี้

(1) ค่า pH ตามวิธี มอก.1080-2535

(2) ปริมาณกรดแลคติก โดยวิธี titration

(3) สีสังเคราะห์โดยวิธี paper chromatography

7.1.5.3 การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามวิธี AOAC (2000) ดังนี้

(1) ปริมาณยีสต์และรา ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามวิธี AOAC (2000)

(2) *Staphylococcus aureus* ต่อตัวอย่าง 0.1 กรัม ตามวิธี AOAC (2000)

ใบงานที่ 7

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปี.....หมายเลข.....

รายงานผลบทปฏิบัติการที่ 7

เรื่อง ปฏิบัติการดองผัก

ผลการทดสอบ

1. ผลการทดลองทางกายภาพของผักดอง

ชนิดผลิตภัณฑ์	ทางกายภาพ				
	aw	ความชื้น	วัดสี	ลักษณะโดยรวม	หมายเหตุ
ผักกะหล่ำปลีดอง					
กิมจิ					

2. ผลทางเคมี

ชนิดผลิตภัณฑ์	ทางด้านเคมี			
	pH	ปริมาณกรดแลกติก	สี	หมายเหตุ
ผักกะหล่ำปลีดอง				
กิมจิ				

3. ผลการทดสอบทางจุลชีววิทยา

ชนิดผลิตภัณฑ์	ผลการทดสอบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด การเจือจางที่ระดับต่าง ๆ					
	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	ย้อมติดสีแกรม	วาดภาพที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์
แบคทีเรียทั้งหมด						
ยีสต์						
รา						
Staphylococcus sp.						

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. ในการล้างผักที่จะนำมาใช้ในการดองควรล้างด้วยสารอะไรบ้าง เพื่อช่วยลดปริมาณยาฆ่าแมลงและพยาธิ

2. การเน่าเสียของผักดองในการหมักเกิดจากสาเหตุใดบ้าง

3. หากต้องการให้ผักและผลไม้มีความกรอบ ควรทำอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

ราณี สุรกาญจน์กุล. 2552. **ปฏิบัติการเทคโนโลยีของผลไม้และผัก**. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 204 น.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (17thedition).** Gaithersburg, MD, USA. 1018 p.

บทปฏิบัติการที่ 8

การผลิตเต้าเจี้ยว

8.1 การเตรียมเชื้อเริ่มต้น

กล้าเชื้อ หรือเชื้อเริ่มต้น (starter) หมายถึงเชื้อที่ใช้เริ่มต้นในการหมัก ซึ่งมักใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในระยะ log phase นอกจานี้ยังมีการเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ที่เก็บไว้ในรูปเซลล์คงทน เช่น ในลูกแป้งข้าวหมากจะมี Chalamyldospore ของเชื้อ *Amylomyces rouxii* ซึ่งเป็นสปอร์ที่มีผนังหนา ทำให้คงทนต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมได้ดี โดยเฉพาะสภาพที่แห้งแล้ง ลูกแป้งข้าวหมากสามารถเก็บได้นานถึง 6 เดือน และยังสามารถใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นในการหมักได้ (วิลาวัลย์, 2536)

8.1.1 ขั้นตอนการเตรียมกล้าเชื้อเต้าเจี้ยว

ขั้นตอนการเตรียมกล้าเชื้อ *Aspergillus oryzae* มีดังนี้

1. ชั่งข้าวสาร 30 กรัม ใส่ในถุงร้อนขนาด 8 x 12 นิ้ว
2. ใส่น้ำลงในข้าวสาร 5 ซีซี
3. ใส่คอขวด อุดด้วยสำลี ปิดด้วยกระดาษ
4. เอาไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อความดัน โดยใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วนาน 15 นาที
5. เอาออกจากหม้อทิ้งให้เย็น
6. เขี่ยเชื้อ *Aspergillus oryzae* ใส่ในถุงข้าว
7. บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 5 วัน
8. นำมาอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นานประมาณ 6 ชั่วโมง ให้มีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ หรือเอามาผสมกับแป้งมันสำปะหลังที่เตรียมเอง โดยเอามันสำปะหลังมาปอกเปลือก แล้วหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ เอาไปตากแดดให้แห้ง จากนั้นนำมาบดจะได้แป้งมันสำปะหลัง ใช้ผสมกับกล้าเชื้อ โดยใช้อัตราส่วนกล้าเชื้อต่อแป้งมันสำปะหลังเท่ากับ 1 : 10 และ

กล้าเชื้อนี้ 100 กรัม ใช้หมักถั่วเหลือง 5 กิโลกรัม กล้าเชื้อที่ได้นี้จะเก็บได้นาน โดยไม่เปลี่ยนแปลงถ้าควบคุมความชื้นให้ต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

9. เก็บกล้าเชื้อไว้ 1 สัปดาห์ ถ้าเหมือนเดิม แสดงว่ากระบวนการทำกล้าเชื้อถูกต้อง

10. รายงานลักษณะของกล้าเชื้อที่ได้

8.1.2 การเตรียมโคจิ

การเตรียมโคจิ มีขั้นตอน (วารุณี, 2545) ดังนี้

1. นำถั่วเหลือง 1 กิโลกรัม คัดเอาเม็ดลีบ เม็ดเสีย และเศษดินทรายทิ้ง
2. ล้างให้สะอาด
3. ต้มจนถั่วเหลืองมีสีน้ำตาลแดง หรือนำไปนึ่งที่ความดัน 10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 1 ชั่วโมง เมื่อบี้ด้วยมือพบว่าถั่วถูกบี้แบนทั้งเปลือกและเนื้อถั่วยังอยู่คานิ้วมือ
4. นำมาสะเด็ดน้ำและทิ้งให้เย็น
5. คลุกกับแป้งสาลี 300 กรัม และสปอร์ของเชื้อรา 4.3 กรัม
6. นำมาแผ่ลงในกระด้งหรือตะกร้าพลาสติกหนาประมาณ 2-3 นิ้ว
7. บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2-3 วันจะได้โคจิ

8.1.3 การหมักโคจิในน้ำเกลือ

การหมักโคจิในน้ำเกลือ มีขั้นตอนดังนี้

1. นำโคจิมาบี้ใส่ถังหมักหรือไห
2. ใส่น้ำเกลือที่มีความเข้มข้น 17-22 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 2 กิโลกรัม ปิดปากไหให้สนิท
3. นำไปบ่มที่กลางแดด โดยคนทุกวันในสัปดาห์แรกและลดลงเหลือคนทุกสัปดาห์จนครบ 2 เดือน จะได้เต้าเจี้ยวดิบเกรด 1

8.1.4 การทดลองผลิตเต้าเจี้ยว

การทดลองผลิตเต้าเจี้ยว ต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการทดลอง ดังนี้

8.1.4.1 วัสดุอุปกรณ์ มีดังนี้

(1) ปลายข้าว

(2) น้ำกลั่น

(3) ถุงร้อนขนาด 8 x 12 นิ้ว

(4) คอขวด

(5) ลำสี

(6) กระดาษหนังสือพิมพ์

(7) หนังยาง

(8) เครื่องชั่ง

(9) หม้อวัดความดันไอน้ำ

(10) หม้อต้ม

(11) ห่วงเขี่ยเชื้อ

(12) ตะเกียงแอลกอฮอล์

(13) เชื้อ *Aspergillus oryzae*

(14) ถั่วเหลือง

(15) แป้งสาลี

(16) ไห

(17) กระด้งหรือตะกร้าพลาสติก

(18) เกลือ

(19) ขวดพร้อมฝา

(20) กระดาษวัด pH

8.1.4.2 วิธีการทดลอง ดังนี้

(1) เตรียมกล้าเชื้อ *A. oryzae* แล้วบันทึกลักษณะของกล้าเชื้อตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 5

(2) เตรียมโคจิ แล้วบันทึกลักษณะของโคจิตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 3

(3) หมักโคจิในน้ำเกลือ แล้ววัดพีเอชทุกวันในสัปดาห์แรกและบันทึกลักษณะของโคจิ

(4) ตรวจสอบคุณภาพของโคจิที่หมักในน้ำเกลือ (เต้าเจี้ยวดิบเกรด 1) โดยนำมาตรวจสอบทางกายภาพ (ลักษณะเนื้อถั่ว สี) และประเมินค่าทางประสาทสัมผัสโดยการชิม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าเจี้ยว, 2547)

ใบงานที่ 8

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปี.....หมายเลข.....

รายงานผลบทปฏิบัติการที่ 8

การทำเต้าเจี้ยว

ผลการทดสอบ

1.ลักษณะของเชื้อเริ่มต้น

วันที่	ลักษณะของเชื้อเริ่มต้น
1	
2	
3	
4	
5	

2. ลักษณะของโคจิ

วันที่	ลักษณะของเชื้อเริ่มต้น
1	
2	
3	

3. พีเอชของโคจิที่หมักในน้ำเกลือ

วันที่	ลักษณะของเชื้อเริ่มต้น
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

4. ลักษณะของเต้าเจี้ยว

ลักษณะตรวจสอบ	ลักษณะเต้าเจี้ยว
สี	
กลิ่น	
รส	
เนื้อสัมผัส	
การแยกชั้น	

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. เชื้อเริ่มต้นเมื่อไร
2. โคจิคืออะไร
3. การหมักแบบพื้นเมืองต่างกับการหมักแบบนี้อย่างไร อธิบาย

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าเจี้ยวเลขที่ 288/2547.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2536. **ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากจุลินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 1 โครงการสนับสนุนของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วารุณี ประดิษฐ์ศรีกุล. 2545. **คู่มือบทปฏิบัติการ วิชา เทคโนโลยีหมักดอง.** คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

บทปฏิบัติการที่ 9

ข้าวหมาก

9.1 ข้าวหมาก

ข้าวหมากคือ ของหวานชนิดหนึ่งที่มีมาแต่ครั้งโบราณ เกิดจากการนำข้าวเหนียวที่นึ่งจนสุกมาเคล้ากับลูกแป้ง ลูกแป้งซึ่งเป็นหัวเชื้อช่วยในการหมักข้าวเหนียวนึ่ง โดยเปลี่ยนข้าวเหนียวนึ่งให้กลายเป็นน้ำตาลและแอลกอฮอล์ เนื่องจากหัวเชื้อแป้งข้าวหมากมีจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งช่วยทำการย่อยสลายแป้งในข้าวเหนียวนึ่งให้กลายเป็นน้ำตาล และเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์

ข้าวหมากเป็นอาหารหมักพื้นบ้านของไทย ทำจากข้าวเหนียวทั้งข้าวเหนียวธรรมดา และข้าวเหนียวดำ แต่ข้าวเหนียวดำมักไม่ค่อยพบบ่อยนัก ในการทำข้าวหมากจะต้องใช้ลูกแป้งข้าวหมาก ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนแป้งครึ่งวงกลม สีขาวนวล น้ำหนักเบา ในลูกแป้งข้าวหมากจะมีเชื้อราสกุล *Mucor* sp., *Amylomyces s*p. ซึ่งสามารถสร้างเอนไซม์อมิเลสออกมาย่อยแป้งในข้าวเหนียวให้เป็นน้ำตาล น้ำตาลหรือน้ำหวานที่ได้จากการย่อยข้าวเหนียวนี้ เรียกว่า น้ำต้อย มีความหวานประมาณ 30-40 องศาบริกซ์ น้ำต้อยนี้จะมีรสหวานจัดและซ่านิด ๆ เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดระหว่างการหมัก

จุลินทรีย์ในลูกแป้งมีทั้งเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรีย เป็นกล้าเชื้อ (mixed culture) ในลูกแป้งแต่ละชนิดนั้นจะมีความแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ เช่น ลูกแป้งเหล้าจะพบเชื้อราทั้ง *Rhizopus* spp. และ *Amylomyces rouxii* ยีสต์ *S. cerevisiae* และแบคทีเรียพวกที่สร้างกรดแลกติก และกรดอะซีตริก แต่แบคทีเรียเหล่านี้จะพบได้น้อยจากเครื่องเทศที่ใส่ เช่น ขิง ชะเอม อบเชย ดอกจันทร์ และลูกจันทร์ มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียพวกนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อรนุช, 2530) ลูกแป้งทำหน้าที่เปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล แล้วเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์ไปด้วย ลูกแป้งที่ดีจะโปร่งเบา สีขาวนวล ไม่มีรอยแตกร้าว ก้อนแป้งเป็นรูพรุน ซึ่งเกิดจากการฟูของแป้งขณะบ่ม เมื่อขยี้จะยุ่ยเป็นผงละเอียด ไม่มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว มีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ

9.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำข้าวหมาก

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำข้าวหมาก แบ่งออกได้ 3 อย่างด้วยกัน คือ วัตถุดิบหลัก ลูกแป้ง และภาชนะที่ใส่ข้าวหมาก

1. ข้าวเหนียว ควรใช้ข้าวเหนียวอย่างดี
2. ลูกแป้งข้าวหมาก ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่พบในลูกแป้ง ได้แก่ ราพวก *Mucor Rhiaopus Amylomyces* ยีสต์ *Endomycopsis Hansenula* และ *Saccharomyces* sp.
3. น้ำต้องใช้น้ำสะอาด
4. ภาชนะใส่ข้าวหมาก นิยมใช้ใบตอง หรือกล่องพลาสติก

9.1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำลูกแป้ง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำลูกแป้ง มีดังนี้

9.1.2.1 แป้ง ใช้ได้ทั้งแป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวเจ้า แต่ผลการศึกษาพบว่า ลูกแป้งที่ผลิตโดยใช้แป้งข้าวเจ้าล้วน ๆ จะมีคุณภาพดีกว่าที่ผลิตด้วยแป้งข้าวเหนียว

9.1.2.2 สมุนไพร เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งแต่ละสูตรจะมีการผลิตลูกแป้งที่แตกต่างกันไป แต่มักจะเก็บเป็นความลับที่ถ่ายทอดกันเฉพาะในครัวเรือน ข้อควรสังเกต คือ ชนิดและปริมาณของสมุนไพร สมุนไพรที่เป็นของแห้ง ต้องแห้งสนิทปราศจากการเจริญของเชื้อรา ความเก่าใหม่ของสมุนไพรมีผลต่อการทำลูกแป้งเช่นกัน

สูตรที่ใช้ในการทำลูกแป้งมีด้วยกันหลายสูตร เช่น ตารางที่ 9.1 และ 9.2

ตารางที่ 9.1 สูตรตำรับลูกแป้งข้าวหมาก สูตรที่ 1

องค์ประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
ชะเอม	180
พริกไทย	60
ดีปลี	120
กระเทียม	420
ขิง	120
ข่า	60
ข้าวเจ้า	1,200

หมายเหตุ หน่วยเดิมเป็นตำลึงและชั่ง

ที่มา : กฤษณามรวิสิฐ (2549)

ตารางที่ 9.2 สูตรตำรับลูกแป้งข้าวหมาก สูตรที่ 2

องค์ประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
ชะเอม	15
พริกไทย	7 (เมล็ด)
ดีปลี	60
กระเทียม	15
ขิงแห้ง	15
ข่าแห้ง	15
ข้าวเจ้า	1,500

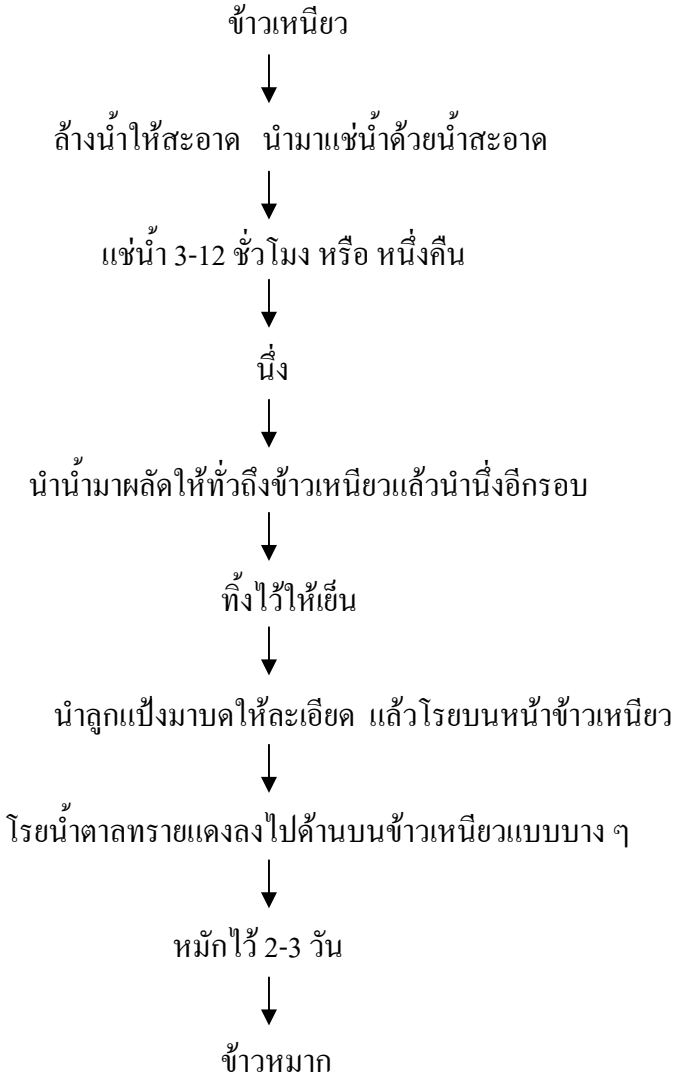
หมายเหตุ หน่วยเดิมเป็นบาท

ที่มา : พิไลพรรณ (2553)

9.1.3 วิธีการทำแป้งข้าวหมาก

วิธีการทำแป้งข้าวหมาก มีลำดับขั้นตอน (ดัดแปลงจากการทำแป้งข้าวหมากแบบไทย ๆ , 2535) ดังนี้

1. ข้าวเหนียวอย่างดี
2. ล้างและแช่น้ำค้างคืนหรืออย่างน้อยประมาณ 3 ชั่วโมง
3. เอาขึ้นจากน้ำ สะเด็ดน้ำรองด้วยผ้าขาวบาง สะเด็ดน้ำให้แห้งมากที่สุด เพราะถ้าข้าวเปียกหรือแฉะจะมีเชื้อแบคทีเรีย ทำให้ข้าวหมากเปรี้ยวได้ง่าย
4. นำข้าวเหนียวมานึ่งจนข้าวเหนียวสุกทั่วถึงกัน
5. นำน้ำ 250 มิลลิลิตร นำข้าวเหนียวมาผลัดข้าวเหนียวให้ทั่วถึงกัน
6. นำข้าวเหนียวมานึ่งให้สุกอีกครั้ง
7. ทิ้งไว้ให้เย็น
8. เกลี่ยข้าวให้กระจายหนาเท่า ๆ ไว้ในถาด เพื่อให้เย็น
9. โรยและคลุกลูกแป้งข้าวหมาก โดยการนำมาบดละเอียดด้วยโกร่ง แล้วร่อนเอาเศษที่ไม่ต้องการออกก่อนนำมาโรยลงในข้าวเหนียวที่เตรียมไว้ โดยมีอัตราส่วนดังนี้ 3 ฝา ใช้ข้าวเหนียว 2 ลิตร และหากใช้ลูกแป้ง 6 ฝา ใช้ข้าวเหนียว 4 ลิตร (อัตราส่วนการใช้ลูกแป้งต่อข้าวเหนียวนี้ แล้วแต่ว่าเราจะนำลูกแป้งข้าวหมากมาจากที่ไหน ซึ่งเวลาตอนซื้อนั้นจะต้องถามว่าอัตราส่วนในการใช้ลูกแป้งต่อข้าวเหนียวเป็นอย่างไร)
10. ใส่น้ำตาลทรายแดง โดยโรยให้ทั่ว (กระจายเท่า ๆ กัน) หากต้องการให้ข้าวหมากมีความหวานมาก ๆ ก็ใส่น้ำตาลให้มาก แต่หากต้องการให้มีความหวานพอดี ก็แค่โรยน้ำตาลให้เท่าถึงกัน
11. บรรจุใส่ภาชนะที่แห้งและสะอาด เช่น กล่อง หรือห่อใบตองให้ข้าวเรียงตัวกันหลวม ๆ ไม่กดแน่น ไม่ควรหนามาก และให้มีที่ว่างเหนือภาชนะเพื่อให้มีอากาศเพียงพอ
12. เก็บไว้ในที่ร่มประมาณ 2-3 วัน จนเป็นข้าวหมากที่มีรสหอมหวานชวนรับประทาน



ภาพที่ 9.1 ขั้นตอนการทำข้าวหมาก

ที่มา : พิไลพรรณ (2553)

9.1.4 วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ มีดังนี้

1. ลูกแป้งข้าวหมาก
2. ปลายข้าวเจ้า 1 ลิตร
3. เครื่องเทศ ขิง ข่า ชะเอม และ ดีปลี
4. กระด้ง

5. ใบตอง
6. กระสอบ
7. ข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวงู
8. Ebulliometer
9. เครื่องชั่ง
10. ปิเปิด

9.1.5 วิธีการทำลูกแป้งข้าวหมาก

วิธีการทำลูกแป้งข้าวหมาก มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. เตรียมแป้งโดยใช้แป้งข้าวเจ้า นำมาร่อนให้แป้งเป็นเนื้อเดียวกัน เอาเศษขยะต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการออก

2. บดสมุนไพรชนิดแห้งให้ละเอียด นำไปบด และ นำไปอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

3. ผสมแป้งและสมุนไพรกับลูกแป้งเก่า โดยมีอัตราส่วนดังนี้ ลูกแป้งเก่า 5 กรัม ต่อ แป้ง 1 กิโลกรัม

4. การนวดแป้งให้เข้ากับสมุนไพร นำน้ำต้มที่เย็นแล้วมาเติมลงไปในปริมาณที่เหมาะสมเมื่อนวดแป้งแล้วจะปั้นเป็นก้อนได้ ปริมาณน้ำที่ใช้นั้นกำหนดได้ไม่แน่นอนขึ้นกับความแห้งของแป้งที่ใช้ ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ผลิต เช่น แป้งที่ใช้มีความชื้นประมาณ 8% และสมุนไพรแห้ง พบว่าเมื่อนวดแป้ง 100 กรัมกับน้ำ 80-85 มิลลิลิตร แป้งที่นวดได้จะมีความชื้นประมาณ 45-46% ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่เหมาะสมที่สุด โดยปั้นแป้งให้เป็นก้อนได้

5. เมื่อนวดแป้งจนเหนียวแล้วจึงปั้นเป็นก้อนกลมขนาดเท่า ๆ กัน พบว่าการหมักแป้งที่นวดแล้วไว้ประมาณ 6-12 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาปั้นจะได้ลูกแป้งที่มีคุณค่าดีกว่าปั้นโดยไม่หมักแป้ง

6. เรียงลูกแป้งบนกระด้งหรือภาชนะกั้นโปร่งอื่น ๆ ให้แต่ละลูกห่างกันเล็กน้อย เนื่องจากจุลินทรีย์เจริญจะทำให้ลูกแป้งฟูขึ้น ส่วนของลูกแป้งด้านที่ติดกับภาชนะจะแบนราบตามผิวที่สัมผัส โดยที่ด้านบนยังคงรูปร่างโค้งเป็นครึ่งวงกลม

7. เมื่อเรียงลูกแป้งเต็มภาชนะแล้ว โรยผงลูกแป้งที่เตรียมไว้ลงบนผิวของลูกแป้งที่ปั้นใหม่ โดยใช้ผงลูกแป้งประมาณ 15 กรัม ต่อสูตรที่ใช้แป้ง 1 กิโลกรัม คลุมภาชนะด้วยผ้าหนา ๆ โดยไม่ให้ผ้าสัมผัสกับผิวลูกแป้ง บ่มประมาณ 48 ชั่วโมงนำไปตากแดดให้แห้งแล้วเก็บ

ในภาชนะที่ปิดฝาได้สนิท การที่ลูกแป้งได้รับแสงแดดโดยตรง จะทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ลดลงไปบ้าง ซึ่งเป็นผลจากรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ดังนั้นจึงควรตากลูกแป้งโดยมีแผ่นกระจกใสกั้นแสงอยู่ด้านบน หรือการอบในตู้อบ (สุพัฒน์ และคณะ, 2545)

9.1.6 การทดลองทำลูกแป้ง (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวหมาก, 2546)

การทดลองทำลูกแป้ง (นภา, 2534) ดังนี้

1. หาวัตถุดิบในการทำลูกแป้งทั้งสองสูตรมาทำการทดลอง

2. ทำตามวิธีการทำลูกแป้งที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น

3. เปรียบเทียบลูกแป้งทั้งสองสูตรที่ได้ทำการทดลอง โดยนำมาทำแป้งข้าวหมากในการทดลองที่ 9.1.7 อีกครั้ง (ใช้ลูกแป้งที่ผลิตขึ้นเอง)

4. ทดสอบลูกแป้งที่ผลิตขึ้นเองจาก ลูกแป้งสงขลา นครศรีธรรมราช และตรัง แล้วนำไปวิเคราะห์ ดังนี้

4.1 ด้านกายภาพ ได้แก่ กลิ่น สี ลักษณะทั่วไป และทดสอบชิม

4.2 ด้านจุลชีววิทยา ตรวจแบคทีเรียทั้งหมด ดูขนาด และ รูปร่างของแบคทีเรีย ด้านเคมี ตรวจหาพีเอช ปริมาณแอลกอฮอล์ เป็นต้น

5.สรุปผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

9.1.7 การทดลองทำแป้งข้าวหมาก

การทดลองทำแป้งข้าวหมาก จากลูกแป้งที่ได้ทำไว้แล้วในข้อที่ 9.1.6 (ไพบูลย์ และคณะ, 2548) ดังนี้

1. ทำตามวิธีการที่ได้กล่าวไว้แล้ว

2. นำลูกแป้งของจังหวัดต่าง ๆ ได้แก่ สงขลา นครศรีธรรมราช และตรัง โดยนำมาทำแป้งข้าวหมาก

3. ใช้วัตถุดิบข้าวเหนียวขาวเป็นตัวควบคุม และใช้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองเป็นชุดทดลอง โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ชุดการทดลอง

4. การทดลองนำลูกแป้งที่มีการผลิตแตกต่างกันของแต่ละจังหวัดนำมาศึกษาการแป้งข้าวหมาก และ การทำลูกแป้ง ตามวิธีการทำของแต่ละชนิด โดยมีการวิเคราะห์ผลข้าวหมาก

4.1 ด้านกายภาพ ได้แก่ กลิ่น สี ลักษณะทั่วไป และทดสอบชิม

4.2 ด้านชีววิทยา ตรวจแบคทีเรียทั้งหมด ดูขนาด และ รูปร่างของแบคทีเรีย ด้านเคมี ตรวจหาพีเอช ปริมาณแอลกอฮอล์ เป็นต้น

4.3 สามารถนำไปดัดแปลงทำเป็นอาหาร หรือ พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ควบคู่กับอะไรได้อีกบ้าง

5. สรุปผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

ใบงานที่ 9

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปี.....หมายเลข.....

รายงานผลบทปฏิบัติการที่ 9

การทำลูกแป้งและแป้งข้าวหมาก

ผลการทดสอบ

1. การทดสอบลูกแป้งที่ผลิตเอง

ลูกแป้ง	ด้านกายภาพ			
	กลิ่น	สี	ลักษณะทั่วไป	ทดสอบชิม
ผลิตลูกแป้งจากลูกแป้งตรัง				
ผลิตลูกแป้งจากลูกแป้งนครศรีฯ				
ผลิตลูกแป้งจากลูกแป้งสงขลา				

2. ด้านชีววิทยาของลูกแป้งที่ผลิตเอง

ลูกแป้ง	ด้านชีววิทยา			
	แบคทีเรียทั้งหมด	รูปร่างของแบคทีเรียที่ตรวจเจอในลูกแป้ง	พีเอชในน้ำหมักที่ออกจากแป้งข้าวหมาก	ปริมาณแอลกอฮอล์
ผลิตลูกแป้งจากลูกแป้งตรัง				
ผลิตลูกแป้งจากลูกแป้งนครศรีฯ				
ผลิตลูกแป้งจากลูกแป้งสงขลา				

3. ลักษณะทางกายภาพแป้งข้าวหมากที่ผลิตได้จากลูกแป้ง

แป้งข้าวหมาก	ลักษณะทางกายภาพ			
	กลิ่น	สี	ลักษณะทั่วไป	ทดสอบชิม
แป้งข้าวหมากผลิตขึ้นจากมีลูกแป้งตรัง				
แป้งข้าวหมากผลิตขึ้นจากมีลูกแป้งนครศรีฯ				
แป้งข้าวหมากผลิตขึ้นจากมีลูกแป้งสงขลา				

4. ลักษณะทางชีวภาพของแป้งข้าวหมากที่ผลิตได้จากลูกแป้ง

แป้งข้าวหมาก	ลักษณะทางชีววิทยา			
	แบคทีเรียทั้งหมด	รูปร่างของแบคทีเรียที่ตรวจเจอในแป้งข้าวหมาก	พีเอชในน้ำหมักที่ออกจากแป้งข้าวหมาก	ปริมาณแอลกอฮอล์
แป้งข้าวหมากผลิตขึ้นจากมีลูกแป้งตรัง				
แป้งข้าวหมากผลิตขึ้นจากมีลูกแป้งนครศรีฯ				
แป้งข้าวหมากผลิตขึ้นจากมีลูกแป้งสงขลา				

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. ลูกแป้งข้าวหมาก มีจุลินทรีย์ชนิดใด
2. หากต้องการปรับปรุงให้ข้าวหมากมีความหวานจะทำอย่างไร
3. หากต้องการให้ได้ข้าวหมากที่มีความสม่ำเสมอในการผลิตจะทำอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

"การทำข้าวหมากแบบไทย ๆ". มติชนบทเทคโนโลยีชาวบ้าน (ปีที่ 4 ฉบับที่ 49 ฉบับ 49 มิถุนายน 2535)

กฤษณามรวิสิฐ, ขุน. 2494. **ข้าวหมาก**. สามิตสาร. 7(2): 75-79.

พิไลพรรณ พงษ์บูล. 2523. **การศึกษาชีววิทยาของลูกแป้งข้าวหมาก**. รายงานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

สุพัฒน์ กุมพิทักษ์ และกำพล กาหลง. 2545. **อุ สาโท น้ำตาลเมา เหล้าต้ม เหล้าพื้นบ้านไทย.** เกษตรธรรมชาติ. 8: 12-17.

ไพบูลย์ ด่านวิรุทัย และพัฒนา เหล่าไพบูลย์. 2548. **ไวน์ผลไม้และสาโท ผลิตด้วยความมั่นใจได้อย่างไร.** ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

นภา โล่ทอง. 2535. **กล้าเชื้ออาหารหมักและเทคโนโลยีการผลิต**. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. พิมพ์ที่ พับยลิชซิ่ง กทม. 159 น.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2546. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนข้าวหมากเลขที่ 162/2546.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

อรนุช อุตรภิชาติ. 2530. การ**คัดเลือกแบคทีเรียแลกติกซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อซัลโมเนลลาและการผลิตกล้าเชื้อผงเพื่อใช้หมักแหนม.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บทปฏิบัติการที่ 10

การหมักไวน์ผลไม้

10.1 การหมักไวน์ผลไม้

ไวน์ผลไม้เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักน้ำผลไม้กับเชื้อยีสต์ซึ่ง โดยส่วนใหญ่แล้วไวน์ที่ผลิตกันแต่เดิมจะใช้องุ่น ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีรสชาติฝาด สีสันสวย และมีสรรพคุณทางยา แต่องุ่นไม่สามารถปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการนำผลไม้ที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาผลิตกันมากขึ้นในประเทศ แต่ผลไม้ที่นำมานั้นต้องมีรสชาติและสีสัน ทีมีลักษณะคล้าย ๆ กับองุ่น หรือ อาจมีสรรพคุณทางยา มาใช้ในการทำไวน์ เช่น ไวน์มะเม่า ไวน์กระเจี๊ยบ และ ไวน์มังคุด ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในการทำไวน์มีสีสัน และความอร่อยไม่แพ้ ไวน์ที่ทำมาจากองุ่นเช่นกัน

10.1.1 ชนิดของไวน์

การแบ่งชนิดของไวน์ มีวิธีการแตกต่างกันหลายวิธีดังนี้

10.1.1.1 การแบ่งไวน์ตามเปอร์เซ็นต์ของแอลกอฮอล์ ดังนี้

(1) ไวน์ธรรมดา (natural wine) คือ ไวน์ที่มีแอลกอฮอล์ประมาณ 9-14%

(2) ไวน์อย่างแรง (desert and Appetizer wine) คือ ไวน์ที่มีแอลกอฮอล์ประมาณ 15-21%

10.1.1.2 การแบ่งไวน์ตามความหวาน แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

(1) ไวน์ชนิดที่ไม่หวาน (dry wine) ปริมาณน้ำตาลน้อยกว่า 1% ผู้ที่ชอบดื่มไวน์ชนิดนี้มักผ่านการดื่มไวน์มามากพอควรแล้ว

(2) ไวน์หวาน (sweet wine) ปริมาณน้ำตาลประมาณ 14% ผู้ที่ชอบดื่มมักจะเป็นผู้หญิงหรือผู้ที่หัดดื่มไวน์ใหม่ ๆ

10.1.1.3 การแบ่งไวน์ตามปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

(1) ไวน์ชนิดที่ไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (still wine หรือ table wine) คือไวน์ที่ได้จากการหมักทั่วไป

(2) ไวน์ที่มี CO_2 (sparkling wine) เป็นไวน์ที่ผ่านการหมัก 2 ขั้นตอน คือ การหมักครั้งแรกเช่นเดียวกับไวน์ธรรมดา แต่หมักครั้งที่ 2 ปริมาณ CO_2 จะถูกเก็บไว้ในขวดเพื่อให้เกิดความซ่า เมื่อเปิดและรินไวน์

10.1.1.4 การแบ่งไวน์ตามลักษณะสี แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

(1) ไวน์แดง (red wine) คือ ไวน์ที่ทำจากองุ่นแดง

(2) ไวน์ขาว (white wine) คือ ไวน์ที่มีสีใสทำจากองุ่นขาว อาจจะออกสีเหลืองหรือน้ำตาลก็ได้

(3) ไวน์สีชมพู (pink wine) คือ ไวน์ที่ได้จากไวน์แดงผสมกับไวน์ขาว หรืออาจเป็นไวน์แดงแต่สีอ่อนกว่า

10.1.1.5 ไวน์ชนิดอื่น ๆ ได้แก่

(1) ไวน์ดอกไม้ เช่น ไวน์กุหลาบ ไวน์ดอกเข็ม

(2) ไวน์ชนิดเติมเครื่องดื่มสมุนไพร หรือสารที่ให้กลิ่น เช่น Vermouth ของอิตาลี

10.1.2 กระบวนการผลิตไวน์

กระบวนการผลิตไวน์ มีดังนี้

10.1.2.1 การคัดเลือกผลไม้ ผลไม้ที่จะนำมาทำไวน์ควรมีคุณสมบัติดังนี้ คือ มีความสุกพอดี ไม่เน่าเสีย มีกลิ่นหอม มีสีที่น่ารับประทาน

10.1.2.2 การเตรียมน้ำหมัก การเตรียมน้ำผลไม้สำหรับการหมักไวน์ผลไม้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการทำไวน์ผลไม้ เพราะคุณภาพของน้ำหมักมีผลต่อลักษณะและคุณภาพของไวน์ที่หมักได้ทั้งหมด วิธีการเตรียมน้ำหมักสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

(1) การหมักทั้งผล ผลไม้ที่เหมาะสมในการหมักทั้งผล คือ ผลไม้ที่ต้องการสกัดสีออกจากผิวของผลไม้ หรือผลไม้ที่มีความนุ่ม เละ เตรียมโดยการแช่ผลไม้นั้น ๆ ลงในน้ำในปริมาณที่เหมาะสม

(2) การหมักเฉพาะน้ำผลไม้ ผลไม้โดยทั่วไปจะทำการบีบคั้นน้ำออกจากผลไม้ โดยการบีบอัด แล้วผสมน้ำตามความเหมาะสมเมื่อสกัดน้ำผลไม้ได้แล้วเตรียมน้ำหมักโดยการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่มีในธรรมชาติของผลไม้ และปรับปริมาณสารอาหารให้พอดีกับความต้องการของยีสต์ที่จะใช้ในการหมัก วิธีการทำลายจุลินทรีย์สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1) การต้ม ผลไม้ที่จะเตรียมน้ำหมักโดยวิธีการต้ม ควรเป็นผลไม้ที่มีความแข็ง และต้องการสกัดสีของผลไม้ การต้มมีผลเสียต่อคุณภาพของน้ำหมัก ดังนี้

1. เกิดปัญหาทำให้ไวน์ขุ่น ยากในการทำให้ใสได้
2. ความร้อนทำให้กลิ่นและรสชาติของน้ำผลไม้โดยธรรมชาติสูญเสีย
3. การต้มผลไม้ ทำให้เกิดกลิ่นสุก (cooked) ของผลไม้ทำให้ไวน์มีกลิ่น และรสชาติที่เปลี่ยนไปจากธรรมชาติ

ในทางตรงกันข้าม การต้มผลไม้ก่อนการหมักไวน์ ก็มีข้อดีบางอย่าง เช่น ช่วยทำให้การสกัดสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญของยีสต์ และสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคไวน์ผลไม้ได้มากกว่าการไม่ต้ม ซึ่งจะช่วยทำให้ได้ไวน์ผลไม้ที่มีความเข้มข้น (body) สูง

2) การใช้สารเคมี สารเคมีที่นิยมใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการก่อนการหมักไวน์ คือ โซเดียม หรือโปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ ในปริมาณระหว่าง ร้อยละ 0.01–0.02 ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ที่จะนำมาทำไวน์ ถ้าเป็นผลไม้ที่สกปรกมาก และเน่าเสียง่าย ควรใช้ในปริมาณที่มากกว่าผลไม้ที่สะอาด

ข้อดีของการใช้สารเคมี คือ ช่วยทำให้เกิดการสร้างสารกลีเซอรอล (glycerol) ในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยปรับปรุงคุณภาพของไวน์ในด้านความเข้มข้นของไวน์ และทำให้ไวน์มีรสชาติที่กลมกล่อม ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงสี กลิ่น และรสของไวน์ในระหว่างการหมักและเก็บบ่ม ช่วยรักษาปริมาณวิตามินซีที่มีในน้ำหมัก อย่างไรก็ตาม สารประกอบ ซัลไฟท์ก็มีข้อเสีย คือ ถ้าใช้ในปริมาณมากจะทำให้เกิดความเป็นพิษ และยังเป็นสารฟอกสีกับผลไม้บางชนิด

10.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักไวน์

ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักไวน์ มีดังนี้

10.1.3.1 การใช้จุลินทรีย์ในการหมักไวน์ มีการใช้ 2 วิธี คือ

(1) ใช้จุลินทรีย์ธรรมชาติ ได้มีการศึกษายีสต์ในผลไม้ต่าง ๆ พบว่าในผลไม้มียีสต์น้อย ส่วนใหญ่จะพบที่ผิวผลไม้ภายนอก โดยเฉพาะผลไม้ที่สุกจัด มีรสหวาน เมื่อคั้นเอาน้ำผลไม้ปล่อยทิ้งไว้ น้ำผลไม้จะเกิดการหมักเองโดยจุลินทรีย์ที่ติดมากับผลไม้ แต่ชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์เหล่านี้ไม่แน่นอน แตกต่างตามสภาวะแวดล้อม อุณหภูมิและความชื้น เป็นต้น ซึ่งทำให้ไวน์ที่ได้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ

(2) ใช้จุลินทรีย์บริสุทธิ์ที่คัดเลือกแล้ว ได้แก่ เชื้อยีสต์ ส่วนใหญ่จะเป็นยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* เชื้อยีสต์ที่ใช้ในการหมักมีสภาพการเก็บรักษา 2 แบบ คือ เชื้อสดเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงวุ้น (nutrient agar) และสภาพผงแห้ง ซึ่งสามารถเก็บได้นานและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่ายีสต์สด

10.1.3.2 สภาวะของกระบวนการหมักไวน์ มีดังนี้

(1) อุณหภูมิ ในขั้นตอนระหว่างการหมักจะมีพลังงานความร้อนเกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการที่ยีสต์ใช้น้ำตาลซูโครสในการหมักไวน์ ความร้อนมีผลต่อการเจริญของยีสต์ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของน้ำหมักและอัตราการหมักของเอทานอล ยีสต์จะสามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง แต่ถ้าใช้อุณหภูมิที่สูงมากเกินไปจะทำให้การเจริญของยีสต์และอัตราการผลิตเอทานอลต่ำกว่าที่อุณหภูมิการหมักปกติ โดยทั่วไปจะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 18-20 องศาเซลเซียส

(2) pH มีความสำคัญมากต่อการเจริญของยีสต์ อัตราการหมักไวน์ อัตราการผลิตเอธานอล และการสร้างสารพลอยได้อื่น ๆ ตลอดจนควบคุมการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ

(3) ในสภาวะที่มีอากาศ ยีสต์จะสามารถแบ่งตัวในระยะเจริญเมื่อเวลาผ่านไปภายใน 24 ชั่วโมง การเจริญของยีสต์ในช่วงนี้จะให้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่น้อยมาก ยีสต์จะผลิตกรดน้ำส้ม ทำให้ไวน์มีรสเปรี้ยวและมีกลิ่นบูด แต่ในสภาวะไม่มีอากาศยีสต์จะแบ่งเซลล์ได้น้อยกว่าแต่จะให้แอลกอฮอล์ได้ดีกว่า

(4) ความเข้มข้นเอทานอล ในระหว่างกระบวนการหมักความเข้มข้นของเอทานอลจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจะสามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์ได้

10.1.4 การทำให้ไวน์มีคุณภาพดี

การทำให้ไวน์มีคุณภาพดี มีดังนี้

10.1.4.1 การตกตะกอน กระบวนการตกตะกอนของไวน์ที่ดีสามารถเพิ่มคุณภาพของไวน์ได้มาก การตกตะกอนไวน์เป็นการเติมสารที่มีคุณสมบัติในการกำจัดหรือลดปริมาณสารแขวนลอยที่ไม่พึงประสงค์ในไวน์ และสามารถช่วยให้ได้ไวน์ที่ใส มีสีและกลิ่นที่ดีขึ้น สารที่ใช้ในการตกตะกอนไวน์ควรเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น gelatin, tannin หรือ bentonite เป็นต้น ความขุ่นที่เกิดขึ้นในไวน์เกิดจากเนื้ออ่อน ยีสต์ แบคทีเรีย สารแขวนลอยอื่น ๆ และสารที่เกิดประจุขึ้นระหว่างกระบวนการเก็บบ่มไวน์ ซึ่งสารเหล่านี้จะอยู่ในรูปของโปรตีนเพคติน หรือสารที่เกิดจากการสลายสารในกลุ่ม polyphenol การดูดซับหรือการซึมซับของสารที่ใช้ในการตกตะกอนไวน์กับสารแขวนลอย จะได้กลุ่มสารที่มีขนาดใหญ่ขึ้นง่ายต่อการกรอง

10.1.4.2 การกรอง เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญในการเพิ่มคุณภาพของไวน์ ซึ่งใช้วิธีการกรองแบบ microfiltration ทำให้ความเข้มข้นของสีและกลิ่นของไวน์ลดลงได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความดันและอัตราการไหลของไวน์

10.1.4.3 การบ่ม เป็นช่วงเวลาสำคัญ ที่ทำให้ไวน์มีคุณภาพ การบ่มช่วยให้ไวน์มีกลิ่นหอมและมีรสชาติที่ดีขึ้น ไวน์ทุกชนิดควรมีการบ่มให้เพียงพอ เพื่อให้เกิดการพัฒนาของกลิ่นหอมที่สมบูรณ์ที่สุด ไวน์แต่ละชนิดจะมีระยะเวลาในการบ่มไม่เท่ากัน ภาชนะในการบ่มอาจใช้ขวดแก้ว ถังสแตนเลส แต่มีข้อเสีย คือ ราคาแพง สำหรับในระดับอุตสาหกรรม การบ่มไวน์นิยมใช้ถังไม้โอ๊ค ในระหว่างการบ่มจะเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างช้า ๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงสารที่มีในไวน์ให้อยู่ในลักษณะที่สมดุล เป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส

10.1.5 วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ มีดังต่อไปนี้

1. เชื้อ *Sacchromyces cerevisiae* สายพันธุ์ที่เหมาะในการทำไวน์
2. สับปะรด
3. KMS
4. NaOH 0.1 N
5. hand refactometer

6. $(NH_4)_2HPO_4$

7. สายยาง

8. ขวดแก้วปากแคบ

9. ผ้าขาวบาง

10. บิวเรตพร้อมขาตั้ง

11. มีด เขียง

12. หม้อต้มน้ำ

13. เครื่องชั่ง

10.1.6 ขั้นตอนการทำไวน์

ขั้นตอนการทำไวน์ ดังนี้

1. เลือกสับปะรดสุกเหลือง ล้าง, ตัดหัวท้ายของผลสับปะรด ปอกเปลือกแล้วเอาตาออกตัดเป็นท่อนโดยผ่า 4 ตามยาว แล้วหั่นเป็นท่อน นำไปชั่ง

2. จากข้อ 1 นำมาคำนวณหาปริมาณ KMS ซึ่งใช้ ppm (mg/กก.)

3. เติม KMS ที่คำนวณได้จากข้อ 2 แล้วสับสับปะรด

4. คั้นเอาแต่น้ำสับปะรดโดยใช้ผ้าขาวบาง แล้วชั่งน้ำหนักน้ำสับปะรดที่ได้ กรองน้ำสับปะรดใส่ลงในถังปากแคบที่ล้างและฆ่าเชื้อด้วยน้ำยา KMS 500 ppm หรือลวกด้วยน้ำร้อน

5. วัดเปอร์เซ็นต์ Acidity โดยเอาน้ำสับปะรด 10 มล. เติมน้ำกลั่นให้ครบ 50 มล. แล้วไตเตรทกับ NaOH 0.1 N ถ้าได้ปริมาณกรดมากกว่า 0.6% ให้เจือจาง แต่ถ้าได้น้อยกว่า 0.6% ให้เติมกรดซิตริกเพิ่มจนได้ 0.6%

ตัวอย่าง สมมุติว่าได้ค่า Acidity = 0.1540 = Total Acid ในสับปะรด = 0.15 g ต่อ 100 มล.

6. คำนวณหาปริมาณกรดซิตริก

6.1 คำนวณหาปริมาณกรดซิตริกที่เติมต่อน้ำผลไม้เป็นแกลลอน

1 แกลลอน = 4536 มล.

$\therefore$ ต้องเติมกรดซิตริก = $(0.6\text{-}0.15) \times \frac{4536}{100}$ = 20.412 กรัม/แกลลอน

1 แกลลอน = 4.536 ลิตร

น้ำสับปะรดที่เติมน้ำแล้ว 70 ลิตร = $\frac{70}{4.536}$ = 15.42 แกลลอน

เติมกรดซิตริก = 15.42 X 20.412 = 314.42 กรัม/แกลลอน

6.2 คำนวณหาปริมาณกรดซิตริกที่เติมต่อน้ำผลไม้เป็นลิตร

ต้องเติมกรดเพิ่ม 0.45 กรัม ต่อ 100 มล. ของน้ำสับปะรด

ฉะนั้น 1 ลิตร เติมกรด $\frac{0.45}{100} \times 1000$ กรัม = 4.5 กรัม

ถ้า 70 ลิตร เติมกรด 4.5 x 70 = 315.0 กรัม

หมายเหตุ ข้อ 5-6 อาจเติมน้ำหลังจากทราบค่า acidity ก่อน โดยเติมให้มีการคำนวณ

น้ำ	:	น้ำผลไม้
0.9-0.6	:	0.6
0.3	:	0.6
3	:	6

ฉะนั้นต้องเติมน้ำ 3 กก. ลงในน้ำผลไม้ 6 กก.

7. วัด $^{\circ}$Brix (องศาบริกซ์) แล้วเปิดตารางดูค่าความหนาแน่น เพื่อเปลี่ยนค่าเป็นปริมาณน้ำตาลที่มีในน้ำสับปะรด

ตารางที่ 10.1 ค่า Refrctometer number-density conversion to sugar (กรัม/ลิตร)

°Brix	density	density to sugar
4	1016	46.1
5	1020	56.5
6	1024	66.9
7	1028	77.4
8	1032	87.8
9	1036	98.2
10	1040	108.7
11	1044	119.2
12	1048	129.6
13	1052	140.1
14	1057	153.2
15	1061	163.7
16	1065	174.2
17	1070	187.3
18	1075	200.5
19	1079	211.0
20	1084	224.2

ที่มา : Stanbury และ Whitaker (1984)

ตัวอย่าง ถ้าวัดได้ 6°Brix จะได้น้ำตาล = 66.9 กรัม/ลิตร แต่จะต้องหักน้ำตาลออกไปอีก ถ้าได้ค่าดังต่อไปนี้

ถ้าค่า Total Acidity : Substrate from sugar (กรัม/ลิตร)

<0.6%	=	6 กรัม/ลิตร	:	20 กรัม/ลิตร	ลบออกจาก 66.9
0.6-0.9%	=	6-9 กรัม/ลิตร	:	25 กรัม/ลิตร	
>0.9%	=	9 กรัม/ลิตร	:	30 กรัม/ลิตร	

จากข้อ 6 ได้ Total Acidity = 0.15% ดังนั้นมีน้ำตาล = 66.9- 20 = 46.9

ปกติในการเฟอร์เมนต์ น้ำตาลจะเป็นตัวบ่งบอกปริมาณ alcohol จาก Gaylussac equation

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 62 \text{ kcal}$$

น้ำตาล reducing sugar 200 กรัม/ลิตร ให้ 96.3 กรัม/ลิตร $\cong$ 12.2% by volume หรือ 12.2% โดยปริมาณ

ฉะนั้นจึงเติมน้ำตาล 200 กรัม/ลิตร ของน้ำผลไม้

ดังนั้นจึงต้องเติมน้ำตาลเพิ่ม = 200-46.9 กรัม/ลิตร = 153.1 กรัม/ลิตร

น้ำสับปะรด 1 ลิตร เติมน้ำตาล 153.1 กรัม

น้ำสับปะรด 70 ลิตร เติมน้ำตาล 153.1 x 70 = 1071.7 กรัม

= 10.72 กก.

น้ำตาลทราย 1 กก. จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 0.625 ลิตร

น้ำตาลทราย 10.72 กก. จะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 0.625 x 10.72 ลิตร

= 6.6898 ลิตร

8. เติม Diammonium phosphate $\{(NH_4)_2HPO_4\}$ เป็นแหล่งไนโตรเจน และฟอสฟอรัสปริมาณ 0.5 - กรัม/ลิตร ตัวอย่างถ้ามีน้ำสับปะรด 70 ลิตร ต้องเติม 70 กรัม (ประดิษฐ์, 2545)

9. เติม KMS เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอีก 100 ppm ในน้ำสับปะรด

10. เติม pectinase enzyme ให้ไวน์ใส 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ bentonite ซึ่งต้องทดลองหาปริมาณ bentonite ที่เหมาะสมก่อน แล้วทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้ KMS หมดฤทธิ์และน้ำสับปะรดใส

11. เติมกล้าเชื้อ 2-5% ของน้ำสับปะรด ซึ่งเตรียมโดยคั้นน้ำสับปะรด 400 มล. ต้มให้เดือด 10 นาที แล้วบรรจุในขวดที่ลวกน้ำร้อน ทิ้งให้เย็นและเติมเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* บ่มไว้ 1 คืน บนเครื่องเขย่าถ้ามี เนื่องจากช่วงนี้ต้องการปริมาณเซลยีสต์ จึงมีการเติมอากาศเพื่อเชื้อจะได้เจริญแตกหน่ออย่างรวดเร็ว

12. ใส่ air lock ที่ปากขวดโดยไม่ให้อากาศเข้าแต่ให้คาร์บอนไดออกไซด์ออก

13. บ่มไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 20°ซ

14. วัด% แอลกอฮอล์โดยใช้ Ebulliometer (ไพบูลย์ และพัฒนา, 2548)

15. หยุดกระบวนการหมัก (Stop fermentation) โดยใช้ความเข้มข้น KMS 150 ppm

16. ดูดเอาส่วนน้ำที่ใสด้านบนของน้ำหมักออก (rack) เพื่อแยกเอา Autolysed yeast ออก เนื่องจาก Autolysed yeast ทำให้เกิดกลิ่นก๊าซไข่เน่า (H_2S) ควรทำหลาย ๆ ครั้ง

17. การบ่ม (aging) เพื่อกำจัดกลิ่นก๊าซไข่เน่าและสร้าง ester จาก acid-alcohol

18. เติมโปแตสเซียมซอร์เบท (Potassium sorbate) แล้วบรรจุขวดทิ้งไว้ 1 คืน ออกจำหน่ายได้ การเติมโปแตสเซียมซอร์เบท ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ดังแสดงในตารางที่ 10.3

ตารางที่ 10.2 ปริมาณโปแตสเซียมซอร์เบทที่เติมในไวน์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ต่างกัน

% alcohol	**ปริมาณ กรัม/ลิตร**
10	200
11	170
12	135
13	95
14	50

ที่มา : Stanbury และ Whitaker (1984)

วิเคราะห์ และวิจารณ์ผลการทดลอง (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์ผลไม้, 2546)

สังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ (สี กลิ่น) ทางฟิสิกส์ และเคมี ทุกสัปดาห์ ปริมาณน้ำตาล และ pH เริ่มต้น ระหว่างการหมักทุก 7 วัน และหลังการหมัก ปริมาณกรด

ใบงานที่ 10

ชื่อ-สกุล.....ชั้นที่.....เลขที่.....

บทปฏิบัติการที่ 10

การทำไวน์ผลไม้

ผลการทดลอง

1.ลักษณะทางกายภาพของไวน์สับปะรด

ระยะเวลาหมัก	เปอร์เซ็นต์น้ำตาล	สี	กลิ่น	รส	pH
0					
7					
14					

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. ทำอย่างไรในการเก็บรักษาไวน์ให้ยาวนานที่สุด
2. การใส่เชื้อเริ่มต้น 1 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมในการทำสับปะรดหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

ประดิษฐ์ ครุวัณณา. 2545. **สาโทและสาเก ไวน์ ศาสตร์และศิลป์.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2546. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์เลขที่ 2/2546.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

ไพบูลย์ ด่านวิรุทัย และพัฒนา เหล่าไพบูลย์. 2548. **ไวน์ผลไม้และสาโท ผลิตด้วยความมั่นใจได้อย่างไร.** ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

Stanbury, P.F. and Whitaker, A.1984. **Principle of Fermentation Technologyh.** Pergamon Press: Oxford. 178-208 p.

บทปฏิบัติการที่ 11

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

11.1 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ในปัจจุบันมีกฎหมายควบคุมไวน์ ซึ่งกำหนดปริมาณแอลกอฮฮล์ SO_2 Volatile acid การปนเปื้อนของสารต้องห้ามพวก Monochloroacetic Acid และยังมีกฎซึ่งกำหนดขึ้นเพื่อป้องกันการกระทำที่ผิดกฎหมายในเรื่องการใช้น้ำ น้ำตาล แอลกอฮอล์ หรือการ Blending ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์จึงมีความสำคัญ ทำให้สามารถผลิตไวน์ที่มีองค์ประกอบในรูปแบบเดียวกันได้ โดยเริ่มจากทุกขั้นตอนในการผลิตต้องมีการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและการชิม

11.1.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบองไวน์

กระบวนการในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีขั้นตอนดังนี้

11.1.1.1 การสุ่มตัวอย่าง โดยทั่วไปน้ำไวน์จะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ยกเว้นส่วนบนของภาชนะที่ใช้หมัก ซึ่งจะมีช่องว่างของอากาศอยู่ และไวน์บริเวณผิวหน้านี้มีองค์ประกอบที่แตกต่างจากไวน์ด้านล่างของภาชนะบรรจุ เนื่องจากมีปริมาณ Volatile acid และ SO_2 ที่สูงกว่า ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างควรใช้สายยางหรือแท่งแก้วกลวงที่สะอาดจุ่มลงไปให้ปลายสายยางหรือแท่งแก้วอยู่บริเวณส่วนกลางของภาชนะบรรจุ แกว่งปลายสายยางหรือแท่งแก้วเล็กน้อย เพื่อกวนให้ไวน์ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงดูดตัวอย่างไวน์ขึ้นมา ปริมาณที่สุ่มควรแปรผันตามขนาดหรือปริมาณไวน์ในภาชนะบรรจุ ควรเก็บตัวอย่างในขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่สะอาดและแห้ง และควรบรรจุตัวอย่างให้เต็มขวด

11.1.1.2 การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์ มักตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบดังนี้ คือ

(1) Total Soluble Solid (TSS) โดยทั่วไปการวิเคราะห์หาค่า TSS ของน้ำองุ่นก่อนหมักหรือระหว่างการหมักไวน์ ทำได้ 2 วิธี คือ Hydrometer และ Refractometer

(2) น้ำตาล ไวน์แต่ละชนิดจะมีปริมาณน้ำตาลแตกต่างกัน เช่น Dry wine ปริมาณน้ำตาล 0.1% Red wine มีปริมาณน้ำตาล 1-1.5% เป็นต้น การตรวจวิเคราะห์น้ำตาลในไวน์ทำได้ 2 วิธี คือ วิธีของ Lane และ Lynon method โดยนำตัวอย่างไวน์มาไตเตรทกับ Fehling solution ในสภาพที่เป็นด่างแล้วเปรียบเทียบกับน้ำตาลมาตรฐานที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับสารละลาย Fehling solution และวิเคราะห์น้ำตาลโดยวิธี Rapid Method เป็นการหาปริมาณน้ำตาลโดยประมาณซึ่งจะใช้เม็ดยา Clinic test ระยะเวลาในการวิเคราะห์สั้นมาก

(3) ปริมาณกรดทั้งหมด โดยการไตเตรทกับ NaOH และต้องไตเตรทแบบซ้อนซึ่งมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$\text{กรดทั้งหมด (กรัม/100 มล. Tartaric acid)} = \frac{V_N \times N \times 75 \times 100}{1{,}000 \times V_E} = 0.075\ V_N$$

$$\text{กรดทั้งหมด (กรัม/100 มล. Citric acid)} = \frac{V_N \times N \times 75 \times 100}{1{,}000 \times V_E} = 0.070\ V_N$$

เมื่อ V_N = ปริมาตรของ 0.1 N NaOH ที่ใช้ทั้งหมด

N = Normality ของ NaOH (0.1 N)

V_E = ปริมาตรของไวน์หรือน้ำผลไม้ตัวอย่างที่นำมาไตเตรท

(4) ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH) ไวน์ทั่วไปจะมีค่า pH = 3.5 ± 0.2

(5) Volatile Acidity (AV) นำตัวอย่างไวน์ไปกลั่นก่อนโดยเก็บ distillate มา 100 มล. แล้วนำ distillate มาต้มไล่ก๊าซ CO_2 โดยให้เดือดประมาณ 30 วินาที จากนั้นนำมาไตเตรทกับ 0.1 N NaOH

$$\%VA = \frac{V_N \times N \times 60 \times 100}{1{,}000 \times V_E} = 0.060\ V_N$$

(6) แอลกอฮอล์ (Alcohol) การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ทำได้ 2 วิธี ดังนี้ คือ

1) ใช้วิธี Ebulliometric Analysis ซึ่งมีข้อจำกัด คือ ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์จะต้องมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่เหมาะสม คือ 5% โดยปริมาตร และปริมาณน้ำตาลน้อยกว่า 2%

2) ใช้วิธี Hydrometric analysis โดยนำตัวอย่างมากลั่นก่อน จากนั้นนำไป distillate วัด % แอลกอฮอล์โดยใช้ alcohol hydrometer

11.1.2 การประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

การประเมินค่าทางประสาทสัมผัสของการชิมไวน์มีขั้นตอน (ประดิษฐ์ และ วิภา, 2543) ดังนี้

11.1.2.1 การเลือกแก้วไวน์ ลักษณะของแก้วไวน์ที่ดี และขนาดบรรจุของแก้วไวน์ ดังนี้

(1) ลักษณะของแก้วไวน์ที่ดี มีดังนี้

1) ตัวแก้วใส่ไวน์ควรมีทรงแบบดอกทิวลิปและบาง

2) แก้วใสไม่มีลวดลายหรือพิมพ์ดอกใด ๆ ทั้งสิ้น

3) มีก้านแก้วยาวได้สัดส่วนประมาณ 5–6 ซม.

4) มีขนาดบรรจุได้มาตรฐาน

5) ต้องสะอาด ไม่มีฝุ่น กลิ่นสาบ หรือรอยลิปติกส์

(2) ขนาดบรรจุของแก้วไวน์ แก้วไวน์มาตรฐานสากลมีรูปร่างลักษณะดังภาพที่ 11.1 สำหรับบรรจุเป็นดังนี้

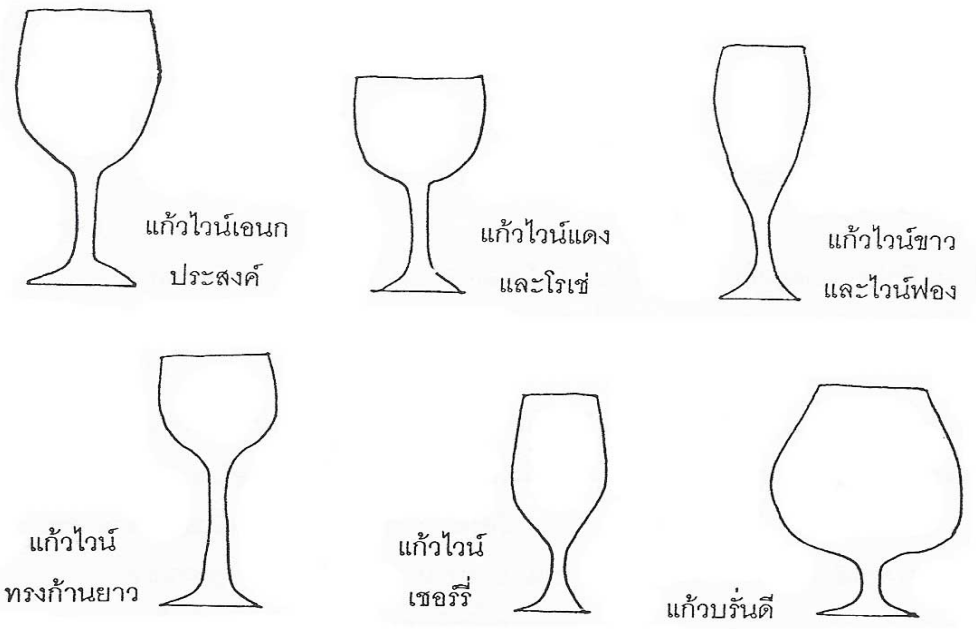
1) แก้วสำหรับไวน์หวานแอลกอฮอล์สูงและไวน์พอร์ทควรมีความจุประมาณ 100 มล.

2) แก้วสำหรับไวน์ฟองหรือแชมเปญควรมีความจุประมาณ 150 มล.

3) แก้วสำหรับไวน์ขาวควรมีความจุประมาณ 250 มล.

4) แก้วไวน์เอนกประสงค์ควรมีความจุประมาณ 200 มล.

ควรรินไวน์ใส่แก้วไม่เกินครึ่งหนึ่งของความจุของแก้ว ฉะนั้นแก้ว 1 ใบจะรินไวน์ใส่ประมาณ 40-70 มล. ในการชิมซ้ำ ๆ ปริมาณจะลดลงเหลือ 20–40 มล.



ภาพที่ 11.1 ลักษณะแก้วไวน์ที่ได้มาตรฐาน

11.1.2.2 จำนวนไวน์ที่ใช้ชิม ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ชิม การชิมแต่ละครั้งควรมีไวน์ให้เปรียบเทียบหรือให้คะแนน 6-10 ชนิด

11.1.2.3 กับแกล้ม ควรจัดแบบธรรมดา จืด ไม่มีกลิ่นรุนแรง เช่น ขนมปังกรอบ ไส้กรอก แฮม เบคอน

11.1.2.4 เวลาที่เหมาะในการชิมไวน์ มีอยู่ 2 ช่วง คือ ช่วงเช้า ระหว่าง 10 : 00-12 : 00 น. กับช่วงเย็นระหว่าง 16 : 00–18 : 00 น. ซึ่งเวลาดังกล่าวคนเริ่มมีความรู้สึกหิวเล็กน้อย ความรู้สึกนี้ช่วยให้การชิมไวน์มีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะประสาททุกส่วนในการรับรู้ สี กลิ่น และรส ทำงานได้เต็มที่

11.1.2.5 อุณหภูมิของไวน์ที่ชิม อุณหภูมิของไวน์มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะไวน์ที่มีคุณภาพยอดเยี่ยม ถ้าอุณหภูมิของไวน์ไม่ได้ที่จะทำให้กลิ่นและรสไม่ดีเท่าที่ควร

(1) ไวน์ฟอง แชมเปญ และไวน์หวาน ควรแช่ให้เย็นประมาณ 5 ^{0}ซ.

(2) ไวน์ขาว ไม่หวาน และไวน์โรเซ่ควรแช่ให้เย็นประมาณ 10 ^{0}ซ.

(3) ไวน์แดงรสอ่อน (light red wine) ควรแช่เย็นประมาณ 15 ^{0}ซ.

(4) ไวน์แดงหรือพอร์ท (port wine) ควรแช่เย็นประมาณ 20 ^{0}ซ.

สำหรับไวน์ขาวควรนำออกจากตู้เย็นและเปิดจุกตั้งไว้ในห้องประมาณ $\frac{1}{2}$-1 ชั่วโมง ที่ต้องทำเช่นนี้เพื่อให้กลิ่นไม่ดีในไวน์ระเหยออกไป อากาศจะทำปฏิกิริยากับไวน์เล็กน้อย ทำให้ไวน์มีกลิ่นและรสดีขึ้น ควรมีถังน้ำแข็งสำหรับแช่ไวน์

11.1.2.6 หลักในการชิมไวน์ ถือหลัก 3 ด คือ ดู ดม และดื่ม

(1) การดู ให้ดูความใสและสีของไวน์ ไวน์จะต้องใสเป็นประกาย และสีจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน

(2) การดม ให้ดมกลิ่นของไวน์ โดยหมุนไวน์ในแก้วเบา ๆ แล้วสูดดมว่ามีกลิ่นผลไม้นั้น ๆ หรือเปล่า กลิ่นแรงแค่ไหน กลิ่นไม่ประสงค์ เช่น กลิ่นน้ำส้มสายชู กลิ่น oxidation มีหรือไม่และมากน้อยเพียงไร

(3) การดื่ม ในที่นี้หมายถึงการจิบ จิบครั้งแรกเป็นการล้างปาก พยายามใช้ลิ้นเขี่ยไวน์ให้กระจายทั่วปาก หรือเคี้ยวไวน์แล้วบ้วนทิ้ง จิบครั้งที่ 2 และ 3 เพื่อพิจารณารสชาติของไวน์ ปริมาณแอลกอฮอล์ และไวน์มีความกลมกล่อมหรือไม่

จากการ ดู ดม ดื่ม จึงนำมาประเมินผลโดยรวมว่าคุณภาพที่ชิมนั้นถูกใจหรือไม่ เหมาะสมกับราคาหรือเงินที่เราจะต้องจ่ายไปเพื่อซื้อมาหรือไม่

11.1.3 การทดสอบเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

การทดสอบเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ดังนี้

11.1.3.1 วัสดุอุปกรณ์ มีดังนี้

(1) ตัวอย่างไวน์
(2) Fehling solution
(3) NaOH 0.1 N
(4) ฟนอลทาลีน
(5) บิวเรตพร้อมขาตั้ง
(6) ปิเปต
(7) ขวดรูปชมพู่
(8) Ebulliometer
(9) แก้วไวน์

11.1.3.2 วิธีการทดลอง ดังนี้

(1) นำตัวอย่างไวน์มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาล ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณแอลกอฮอล์ (AOAC, 2000 และ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไวน์, 2546)

(2) นำตัวอย่างไวน์มาประเมินค่าทางประสาทสัมผัส โดยใช้ใบให้คะแนนที่ออกแบบโดยคณาจารย์ที่สอนวิชาการผลิตไวน์และการปลุกองุ่นของมหาวิทยาลัยแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย เมืองเดวิส สหรัฐอเมริกา Davis Scorecard ได้แสดงไว้ในการทดลองนี้ พร้อมทั้งคำอธิบายวิธีการให้คะแนนสำหรับไวน์ด้วย (Steinkraus, 1996)

11.1.4 การวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์โดยวิธี Ebulliometric analysis

ในการหาปริมาณแอลกอฮอล์โดยวิธีนี้ อาศัยหลักการวัดจุดเดือด (boiling point) ของสารตัวอย่างที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ โดยถ้าปริมาณของแอลกอฮอล์ในสารตัวอย่างเพิ่มขึ้น จะทำให้จุดเดือดของสารตัวอย่างลดลงจากจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์มากขึ้น เครื่องมือสำหรับวัดปริมาณแอลกอฮอล์ โดยอาศัยหลักการนี้ เรียกว่า อีบูลลิโอมิเตอร์ โดยมีลักษณะตามภาพที่ 11.2 เครื่องมือนี้นิยมนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตไวน์ ผลไม้ สุรากลั่นและอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อื่น ๆ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้ได้สะดวกและรวดเร็วในการวิเคราะห์

11.1.4.1 วัสดุอุปกรณ์ มีดังนี้

(1) ชุดเครื่องอีกบูลลิโอมิเตอร์

(2) กระบอกตวง ขนาด 50 มิลลิลิตร

11.1.4.2 สารเคมี มีดังนี้

(1) น้ำกลั่นบริสุทธิ์

(2) น้ำเย็นหรือน้ำแข็ง

(3) โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร)

11.1.4.3 วิธีการ ดังนี้

(1) หาจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ ดังนี้

1) ตวงน้ำบริสุทธิ์ 30 มิลลิลิตร หรือใช้หลอดที่มากับเครื่องมือโดยตวงให้ถึง “EAU” ใส่ลงใน Boiling chamber (A)

2) ใส่เทอร์โมมเตอร์ © ให้ปลาอยู่เหนือน้ำใน Boiling chamber

3) ต้มกระทั่งเดือดด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ (B) เมื่อถึงจุดเดือดอุณหภูมิจะคงที่ อ่านอุณหภูมิจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์จากเทอร์โมมิเตอร์

4) จุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ที่อ่านได้ นำไปตั้งในแผ่นอ่านเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ (Dosage de I’ Alcohol dans les Vins) โดยตั้งจุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์ที่อ่านได้ (ดูสเกลด้านใน) ให้ตรงกับ 0.0 % แอลกอฮอล์ (ดูสเกลด้านนอก) หรือตำแหน่งที่มีเครื่องหมาย ♂ ดังภาพที่ 11.3

(2) หาจุดเดือดของสารตัวอย่าง ดังนี้

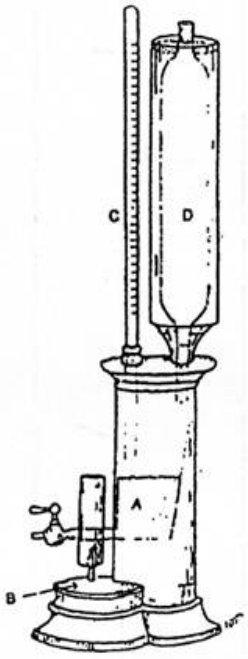
1) ตวงสารตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร หรือใช้หลอดที่มากับเครื่องมือโดยตวงให้ถึงขีด “VIN” ใส่ลงใน Boiling chamber

2) เติมน้ำเย็นหรือน้ำแข็งลงไปในส่วนควบแน่น (D)

3) ใส่เทอร์โมมิเตอร์ ให้อยู่ในระดับเดียวกันกับ 2) ของข้อ (1)

4) ต้มจนกระทั่งเดือดเด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ เมื่อถึงจุดเดือดอุณหภูมิจะคงที่ประมาณ 15-30 วินาที อ่านจุดเดือดของสารตัวอย่าง

5) อ่านเปอร์เซ็นต์ของแอลกอฮอล์ของสารตัวอย่าง (ดูสเกลด้านนอก) ที่อยู่ตรงกับจุดเดือดของสารตัวอย่าง (ดูสเกลด้านใน) จากแผ่นอ่านเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์



ภาพที่ 2 ลักษณะของเครื่องอีบูลลิโอมิเตอร์ ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ช่องใส่ตัวอย่าง (A); ตะเกียงแอลกอฮอล์ (B); เทอร์โมมิเตอร์ (C); และส่วนควบแน่น (D)

ภาพที่ 3 แผ่นอ่านแอลกอฮอล์

ที่มา : Steinkraus (1996)

11.1.5 ข้อควรปฏิบัติในการใช้เครื่อง Ebulliometer

ข้อควรปฏิบัติ มีดังนี้

1. ควรล้างทำความสะอาด Boiling chamber ทุกครั้งที่เปลี่ยนวิเคราะห์สารตัวอย่าง

2. ในส่วนของ Boiling chamber ถ้ามีคราบของสารตัวอย่างติดอยู่ให้ล้างทำความสะอาดด้วยสารละลาย 1 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไฮดรอกไซด์

3. ถ้าสารตัวอย่างมีน้ำตาลมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่หาได้ โดยมีผลทำให้จุดเดือดลดลงซึ่งจะทำให้วัดปริมาณแอลกอฮอล์ได้มากกว่าที่เป็นจริง วิธีการแก้ไขทำได้โดย

3.1 กลั่นแยกแอลกอฮอล์ออกมาก่อน จากนั้นนำส่วนที่กลั่นได้ (distillate) ไปหาจุดเดือดหรือ

3.2 เจือจางสารตัวอย่างให้มีปริมาณของน้ำตาลน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำไปหาจุดเดือดหรือ

3.3 หาปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในหน่วย เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) แล้วนำมาคูณด้วย 0.05 (ค่าคงที่) จากนั้นนำไปหักลบออกจากเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ที่หาได้

4. ในกรณีที่สารตัวอย่างเมื่อต้มแล้วเกิดฟองให้ป้องกันโดยการเติม Tween 80 ป้องกันการเกิดฟองชนิดอื่นลงไป 1-2 หยด ก่อนเริ่มต้นการหาจุดเดือด

ใบให้คะแนนการชิมไวน์

ไวน์.....

วันเดือนปี..... ชื่อ/นามสกุล.....

หมายเลขไวน์								
ความใส 2								
สี 2								
กลิ่น 4								
กลิ่นน้ำส้มสายชู 2								
กรดทั้งหมด 2								
ความหวาน 1								
ตัวตน 1								
รส 2								
ความเผื่อน 2								
คุณภาพโดยทั่วไป 2								
คะแนนรวม 20								

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำอธิบายวิธีให้คะแนนในใบชิมไวน์

ความใส 2	ขุ่น 0	ใส 1	ใสเป็นประกาย 2
สี 2	ไม่ดี ไม่เหมาะ 0	พอใช้ 1	ดีเหมาะสมแล้ว 2
กลิ่น 4	ไม่มีกลิ่นผลไม้เลย 0	มีแต่บอกไม่ได้ว่าเป็นผลไม้อะไร 1	มีบอกกลิ่นผลไม้ได้ 2–4 ตามความแรงของกลิ่นผลไม้
กลิ่นน้ำส้มสายชู 2	กลิ่นแรงมาก 0	สงสัยว่าอาจมี 1	ไม่สามารถบอกได้ 2
กรดทั้งหมด 2	มากหรือน้อยเกินไป 0	มากหรือน้อยไปเล็กน้อย 1	ดีเหมาะสมแล้ว 2
ตัวตน (บอดี้) 1	คล้ายน้ำประปาผสมแอลกอฮอล์ 0	เป็นไวน์กรดและแอลกอฮอล์และสารสกัดจากการหมัก 1	
รส 2	ใช้ไม่ได้ 0	พอใช้ได้ 1	กลมกล่อมดี 2
ความเฝื่อน 2 ไวน์ขาว.....	มาก 0	เล็กน้อย 1	ไม่มีหรือน้อยมาก 2
ความเฝื่อน 2 ไวน์แดง.....	ไม่มี 0	มากหรือน้อยไป 1	พอสมควร 2
คุณภาพโดยทั่วไป 2	ไม่ถูกใจไม่สมควรซื้อ 0	พอใช้ 1	ถูกใจ 2

หมายเหตุ

17-20 คะแนน เป็นไวน์ที่มีคุณภาพดีเด่นและไม่มีลักษณะด้อย

13-16 คะแนน เป็นไวน์มาตรฐานไม่มีอะไรที่เด่นและด้อย

9-12 คะแนน เป็นไวน์ที่ยอมรับโดยผู้บริโภคมีลักษณะด้อยบ้างเล็กน้อย

5-8 คะแนน เป็นไวน์ที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ

1-4 คะแนน เป็นไวน์เสีย

ใบงานที่ 11

ชื่อ-สกุล.....ชั้นที่.....เลขที่.....

บทปฏิบัติการที่ 11
การตรวจคุณภาพของเครื่องดื่ม

ผลการทดลอง

1. การตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของไวน์

ตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตาล	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด	ปริมาณแอลกอฮอล์
1				
2				
3				
4				
5				
6				

2. การประเมินทางประสามสัมผัสของไวน์

ไวน์.....

วันเดือนปี.....ชื่อ/นามสกุล.....

หมายเลขไวน์	1	2	3	4	5	6
ความใส 2						
สี 2						
กลิ่น 4						
กลิ่นน้ำส้มสายชู 2						
กรดทั้งหมด 2						
ความหวาน 1						
ตัวตน 1						
รส 2						
ความเผื่อน 2						
คุณภาพโดยทั่วไป 2						
คะแนนรวม 20						

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. ตัวตนของไวน์หมายถึงอะไร
2. ไวน์ชนิดใดจะได้คะแนนมากเมื่อมีความเฝื่อนพอดี
3. ทำไมไม่ใช้ hand refactometer ในการวัดเปอร์เซ็นน้ำตาล

เอกสารอ้างอิง

ประดิษฐ์ ครุวัณณา และวิภา สุโรจนะ เมธากุล. 2543. **การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จากผลิตผลเกษตร**. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ: 80 น.

Steinkraus, K.H. 1996. **Handbook of Indigenous Fermented Foods**. Marcel Dekker Inc, New York.

บทปฏิบัติการที่ 12

การหมักน้ำส้มสายชู

12.1 การหมักน้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชูจัดเป็นเครื่องปรุงรสอาหารชนิดหนึ่ง โดยนำมาประกอบอาหารที่ต้องการรสเปรี้ยว และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารประเภทอื่น ๆ เช่น ซอสพริก น้ำสลัด เพื่อใช้ในกาสร้างรสชาติ และช่วยถนอมอาหาร การจำแนกประเภทและกรรมวิธีการผลิตมีดังนี้

น้ำส้มสายชูหมัก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบที่เหมาะสม เช่น ธัญพืช ผลไม้ น้ำตาล หรือกากน้ำตาล มาหมักกับส่าเหล้า แล้วนำมาหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มสายชูหมัก, 2547)

12.1.1 การจำแนกประเภทของน้ำส้มสายชู

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 204 (พ.ศ. 2543) เรื่อง น้ำส้มสายชู ได้จัดประเภทของน้ำส้มสายชูไว้ 3 ชนิด ดังนี้

12.1.1.1 น้ำส้มสายชูหมัก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำธัญพืช ผลไม้ หรือน้ำตาล มาหมักกับส่าเหล้า แล้วหมักต่อกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ กระบวนการหมักจะเปลี่ยนน้ำตาลที่มีอยู่ในอาหารเหล่านี้ให้เป็นแอลกอฮอล์ โดยอาศัยยีสต์ที่มีตามธรรมชาติ เพื่อให้น้ำส้มสายชูที่หมักมีกลิ่นหอมและรสชาติเฉพาะ จากนั้นจะอาศัยแบคทีเรียตามธรรมชาติหรือเติมหัวเชื้อน้ำส้มลงไป จะทำหน้าที่เปลี่ยนแอลกอฮอล์ให้เป็นกรดอะซิตริก น้ำส้มสายชูหมักจะมีสีเหลืองอ่อนตามธรรมชาติ มีรสหวานของน้ำตาลที่ตกค้าง มีกลิ่นของวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก ใส ไม่มีตะกอนยกเว้นตะกอนที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และต้องมีปริมาณกรดอะซิตริกไม่น้อยกว่าร้อยละ 4

12.1.1.2 น้ำส้มสายชูกลั่น เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแอลกอฮอล์กลั่นมาเจือจาง (dilute distilled alcohol) แล้วหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชู เมื่อหมักแล้วนำไปกลั่นอีก

หรือได้จากการนำน้ำส้มสายชูหมักมากลั่น น้ำส้มสายชูจะต้องมีลักษณะใส ไม่มีตะกอนและมีปริมาณกรดอะซิติกไม่น้อยกว่าร้อยละ 4

12.1.1.3 น้ำส้มสายชูเทียม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอากรดอะซิติกซึ่งสังเคราะห์ขึ้นทางเคมี เป็นกรดอินทรีย์มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 95 มาเจือจางจนได้ปริมาณกรดร้อยละ 4-7 มีลักษณะใสไม่มีสี

ในที่นี้จะกล่าวถึงน้ำส้มสายชูหมักซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัตถุดิบ เช่น องุ่น แอปเปิ้ล เมล็ดธัญพืช ผลไม้พื้นเมืองต่าง ๆ น้ำตาล หรือกากน้ำตาล โดยนำไปหมักกับยีสต์หรือราให้ได้แอลกอฮอล์ก่อน แล้วจึงหมักต่อจนได้กรดอะซิติก น้ำส้มสายชูจะมีชื่อเรียกตามวัตถุดิบที่ใช้ในการหมัก เช่น ไวน์วินีการ์ (wine vinegar) ผลิตจากองุ่น ไซเดอร์วินีการ์ (cider vinegar) ผลิตจากแอปเปิ้ล มอลต์วินีการ์ (malt vinegar) ผลิตจากมอลต์ที่ได้จากข้าวบาร์เลย์ หรือเมล็ดธัญพืช เวย์วินีการ์ (whey vinegar) ผลิตจากเวย์ ฟรุตวินีการ์ (fruit vinegar) ผลิตมาจากผลไม้ที่มีมากในแต่ละประเทศ และไรซ์วินีการ์ (rice vinegar) ผลิตจากข้าว เป็นต้น

สำหรับน้ำส้มสายชูหมักที่นิยมบริโภคกันในแต่ละท้องถิ่นของประเทศไทยมักเป็นน้ำส้มสายชูหมักจากพืชตระกูลตาล ได้แก่ น้ำส้มตาลโตนด น้ำส้มจาก และน้ำส้มมะพร้าว

12.1.2 กระบวนการหมักน้ำส้มสายชู

กระบวนการหมักน้ำส้มสายชูสามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

12.1.2.1 ขั้นตอนการผลิตแอลกอฮอล์ นำน้ำผลไม้หรือน้ำตาลมาหมักกับยีสต์ในสภาพที่ไม่ใช้ออกซิเจน เพื่อให้ได้แอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการ

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\textit{Saccharomyces cerevisiae}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH$$

ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเช่นเดียวกับการหมักแอลกอฮอล์โดยทั่วไป สำหรับเชื้อยีสต์ที่ใช้ก็เป็นชนิดเดียวกัน ได้แก่ *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 23-26 องศาเซลเซียส โดยควบคุมไม่ให้เกิน 40 องศาเซลเซียส เนื่องจากการสร้างแอลกอฮอล์จะหยุดลง (วราวุฒิ และ รุ่งนภา, 2532)

12.1.2.2 ขั้นตอนการผลิตน้ำส้มสายชู เมื่อหมักน้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์อย่างสมบูรณ์ แล้วแยกยีสต์และส่วนตะกอนออก แล้วหมักต่อด้วยเชื้อน้ำส้มสายชู

ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับแอลกอฮอล์ได้กรดอะซิตริกและน้ำ ดังสมการ

$$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{\text{acetic acid bacteria}} CH_3COOH + H_2O$$

ปฏิกิริยานี้มีอะซิตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) เป็นสารอินเตอร์มีเดียท ผลิตภัณฑ์ที่ได้นอกจากกรดอะซิติกแล้วยังมีอัลดีไฮด์ เอสเทอร์ และอะซิโตนเกิดขึ้นบ้างเล็กน้อย

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชู เรียกรวมกันว่า แบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติก (acetic acid bacteria) ที่ใช้กันมาก คือ *Acetobacter* และ *Gluconobacter* บางชนิด แบคทีเรีย *Acetobacter* พบมากในธรรมชาติมีรูปร่างเป็นแท่งสั้นหรือโค้งเล็กน้อย อาจจะไม่เคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลาที่อยู่รอบเซลล์ ไม่มีเอนโดสปอร์ การติดสีแกรมเปลี่ยนแปลงได้ โดยเมื่ออายุน้อยจะย้อมติดสีแกรมลบ ปัจจุบันนิยมใช้พวก *Gluconobacter* เนื่องจากไม่สามารถออกซิไดซ์กรดอะซิติกต่อให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเหมือนกับ *Acetobacter* บางชนิด จึงไม่ทำให้เกิดการสูญเสียกรดอะซิตริกที่เกิดขึ้นจากการหมัก (Adams & Moss, 1995) ดังสมการ

$$CH_3COOH + 2O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

แบคทีเรียที่ผลิตน้ำส้มสายชูจะเจริญอยู่ในของเหลวและในส่วนที่ของเหลวสัมผัสกับอากาศอาจเกิดการออกซิไดซ์ต่อเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ดังนั้นวิธีการป้องกันอาจจะทำโดยเก็บน้ำส้มสายชูในภาชนะให้เต็มและปิดสนิท

การหมักน้ำส้มสายชูจะเกิดได้ดีเมื่อมีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 6-8 แต่ถ้าปริมาณแอลกอฮอล์สูงถึงร้อยละ 12 หรือต่ำเพียงร้อยละ 1-2 การหมักเกิดขึ้นช้า ระหว่างการหมักจะเกิดความร้อนขึ้นจึงต้องมีการลดอุณหภูมิและควบคุมให้อยู่ในช่วง 21-32 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม

ตามทฤษฎีการใช้น้ำตาล 100 ส่วนจะถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ 51 ส่วน กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 49 ส่วน แต่ในทางปฏิบัติจริงจะได้แอลกอฮอล์เพียง 45-47 ส่วน เท่านั้น น้ำตาลส่วนที่หายไปจะถูกยีสต์นำไปใช้หรือถูกเปลี่ยนเป็นสารอื่น ดังนั้นเมื่อเริ่มจากวัตถุดิบซึ่งมีน้ำตาลร้อยละ 10 ภายหลังการหมักด้วยยีสต์จะมีแอลกอฮอล์เพียงประมาณร้อยละ 4.6

ส่วนในขั้นตอนการหมักกรดอะซิตริก การใช้แอลกอฮอล์ 100 ส่วน จะหมักได้กรดอะซิตริก 130 ส่วน แต่ในทางปฏิบัติจริงจะได้เพียง 120 ส่วนเท่านั้น กล่าวคือ เมื่อเริ่มหมักวัตถุดิบที่มีน้ำตาล 100 ส่วน ถ้าหากควบคุมสภาวะต่าง ๆ เหมาะสมจะได้กรดอะซิตริก 50-55 ส่วน ดังนั้นในการผลิตน้ำส้มสายชูให้มีปริมาณกรดอะซิตริกตามมาตรฐานร้อยละ 4 จะต้องเริ่มผลิตจากวัตถุดิบที่มีน้ำตาลอย่างน้อยร้อยละ 8

12.1.3 การผลิตน้ำส้มสายชูในระดับอุตสาหกรรม

ในการผลิตน้ำส้มสายชูในระดับอุตสาหกรรม มีการออกแบบพัฒนาถังหมัก และการควบคุมกระบวนการหมักอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สูงตามต้องการและประหยัดพลังงาน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

12.1.3.1 การผลิตน้ำส้มสายชูแบบดั้งเดิม การผลิตน้ำส้มสายชูแบบดั้งเดิมเป็นการผลิตโดยปล่อยให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ โดยใช้น้ำส้มสายชูเก่าประมาณ 1/3 เป็นเชื้อเริ่มต้น และเติมไวน์ลงในภาชนะปากกว้างแต่ตื้นหรือใส่ในถังหมักไม่ให้เต็มถัง เชื้อน้ำส้มสายชูจะเจริญเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ที่ผิวหน้า เรียกว่า หัวน้ำส้ม (mother of vinegar) เชื้อน้ำส้มสายชู ได้แก่ *Acetobacter aceti* var. *xylinum* ซึ่งจะออกซิไดซ์แอลกอฮอล์ในไวน์ให้เป็นกรดอะซิตริกโดยใช้เวลาประมาณ 5 สัปดาห์

12.1.3.2 การผลิตน้ำส้มสายชูแบบเร็ว การผลิตน้ำส้มสายชูแบบเร็วเป็นการเร่งกระบวนหมัก โดยการเพิ่มออกซิเจนและปริมาณหัวเชื้อน้ำส้มให้มีโอกาสสัมผัสและเกิดการหมักอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งได้มีการพัฒนาถังปฏิกรณ์ชีวภาพที่ใช้สำหรับการหมักน้ำส้มหลายรูปแบบ ตัวอย่างที่นิยมใช้ คือ

(1) ถังหมักแบบถังกรองเติมอากาศ (trickling process) โดยที่แบคทีเรียผลิตน้ำส้มสายชูจะยึดติดกับผิวของวัสดุที่มีรูพรุน เช่น ขี้เลื่อย ซังข้าวโพด ก้านอุ่นแล้วค่อย ๆ ปล่อยสารละลายที่มีแอลกอฮอล์ผ่านวัสดุหมักซึ่งมีอากาศอยู่รอบ ๆ แอลกอฮอล์จะถูกออกซิไดซ์เป็นกรดอะซิตริก ใช้เวลาในการหมัก 4-10 วัน ได้น้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นของกรดอะซิตริกประมาณร้อยละ 11 แล้วนำมาเจือจางด้วยน้ำให้มีความเข้มข้นตามต้องการ

(2) ถังหมักแบบฟริงส์อะซิเทเตอร์ (Fring's acetator) วิธีการนี้เป็นการหมักน้ำส้มสายชูในถังหมัก โดยใช้อาหารเหลวและมีระบบการควบคุมกระบวนการหมัก ได้แก่ ระบบการให้อากาศ การกำจัดฟอง และระบบควบคุมอุณหภูมิอย่างอัตโนมัติ วิธีนี้

ต้องการเครื่องมือเติมอากาศที่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เวลาในการหมักประมาณ 36 ชั่วโมง

เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักจะต้องนำน้ำส้มสายชูที่ได้ไปบ่มเก็บไว้เป็นระยะเวลา 2-3 เดือน เพื่อให้น้ำส้มสายชูมีคุณภาพที่ดีขึ้น โดยการสร้างเอสเทอร์จากแอลกอฮอล์ที่เหลืออยู่ และเพื่อให้สารแขวนลอยและแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิตริกที่ปนมาเกิดการตกตะกอน ในขั้นตอนการตกตะกอนอาจจะเติมสารที่ทำให้ใส (fining agent) เช่น เบนโทไนต์ เคซีน เจลาติน แทนนิน และไข่ขาว เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดการตกตะกอนได้รวดเร็วขึ้น แล้วจึงนำไปกรองเพื่อให้ได้น้ำส้มสายชูที่ใสบริสุทธิ์ต่อไป

12.1.4 การผลิตน้ำส้มสายชูจากแหล่งต่าง ๆ

การผลิตน้ำส้มสายชูจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ กล้วยน้ำว้า และผลไม้ เป็นต้น

12.1.4.1 การทดลองที่ 1 การหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วยน้ำว้า หมักแบบธรรมชาติ

วัตถุดิบในการทดลอง

1. กล้วยน้ำว้าสุก จำนวน 2 หวี
2. น้ำตาลทรายจำนวน 4-5 ช้อนโต๊ะ
3. ขวดโหลหรือภาชนะที่เป็นแก้ว สามารถบรรจุได้ 4-5 ลิตร
4. น้ำสะอาดจำนวน 3-4 ลิตร

ขั้นตอนในการทำ

1. ปอกกล้วยน้ำว้าสุกจัดใส่กะละมัง จากนั้นนำไปปั่นในเครื่องปั่นให้ละเอียด แล้วนำลงใส่ในขวดโหลที่ได้เตรียมไว้

2. ใส่น้ำตาลทรายและน้ำตาลงไป ปิดฝาขวดโหลดให้สนิทหมักไว้ประมาณ 15 วันก็จะได้น้ำส้มที่มีความเปรี้ยวตามที่ต้องการ

3. เมื่อได้ความเปรี้ยวจากกล้วยน้ำว้าแล้ว จะต้องกรองน้ำส้มออกจากขวดโหลดโดยใช้ผ้าขาวบางในการกรอง แล้วใส่ขวดโหลเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป จะเก็บในตู้เย็นหรือในห้องอุณหภูมิปกติก็ได้น้ำส้มสายชูที่ได้จากการหมักกล้วยน้ำว้า

12.1.4.2 การทดลองที่ 2 การหมักโดยใช้ผลไม้ กับหัวเชื้อ *Acotabacter aceti* TISTR -354

วัตถุดิบในการทดลอง

1. กล้วยน้ำว้าสุก จำนวน 2 หวี
2. น้ำตาลทรายจำนวน 4-5 ช้อน
3. ขวดโหลหรือภาชนะที่เป็นแก้ว สามารถบรรจุได้ 4-5 ลิตร
4. น้ำสะอาดจำนวน 3-4 ลิตร
5. เชื้อ *Acotabacter aceti* TISTR -354 นำมาหมักในน้ำผลไม้ เช่น ในน้ำมะพร้าวก่อน เพื่อให้เป็นหัวเชื้อน้ำส้ม

ขั้นตอนในการทำ

1. ปอกกล้วยน้ำว้าสุกจัดใส่กะละมัง จากนั้นนำไปปั่นในเครื่องปั่นให้ละเอียด แล้วนำลงใส่ในขวดโหลที่ได้เตรียมไว้
2. ใส่น้ำตาลทรายและน้ำตาลงไป ปิดฝาขวดโหลดให้สนิทหมักไว้ประมาณ 5 วัน ทำให้เป็นไวน์ผลไม้ก่อน
3. หลังจากนั้นนำไวน์ผลไม้ที่ได้ผสมกันในอัตราส่วน 1 : 1 และหมัก 3-4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง จึงได้น้ำส้มสายชูหมักจากไวน์ผลไม้ภายในเวลา 6-7 วันต่อรุ่น ได้กรดน้ำส้ม 6.5-7% จากนั้นนำมากรองหรือไม่ได้กรองก็ได้
4. นำมาต้มฆ่าเชื้อ 70 องศาเซลเซียส 2 นาที
5. นำมาบรรจุขวดเป็นน้ำส้มสายชูหมักจากไวน์ผลไม้ ที่ป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่น ๆ ได้อีกด้วย

12.1.5 การวิเคราะห์น้ำส้มสายชู (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มสายชู, 2547)

การวิเคราะห์น้ำส้มสายชู (โดยนำน้ำส้มสายชูทั้งสองการทดลองมาวิเคราะห์) ดังนี้

1. วิเคราะห์ทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น สิ่งแปลกปลอม เป็นต้น
2. วัดความเป็นกรดโดยเครื่องวัดพีเอชมิเตอร์
3. การวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด

ปิเปตน้ำส้มสายชูตัวอย่างมา 10 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยกระเบื้อง ถ้าน้ำส้มสายชูตัวอย่างมีสี เติมน้ำกลั่น (ที่ต้มและปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น) ลงไปให้สีเจือจาง หยอดฟีนอล์ทาลีนลง

ไป 2-3 หยด แล้วนำไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ คนขณะไตเตรทจนได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน จดปริมาตรของสารละลายด่างที่ได้ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง คำนวณหาค่าเฉลี่ยของด่าที่ใช้ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของกรดทั้งหมดในรูปอะซิตริก

1 มิลลิลิตร ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ทำปฏิกิริยาสมมูลกับกรดอะซิตริก 0.0300 กรัม

หรือเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิตริก (น้ำหนักต่อปริมาตร)

= ปริมาตรด่างที่ใช้ในการไตเตรต x 0.3

น้ำส้มสายชูจะมีปริมาณกรดทั้งหมดไม่น้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ แล้วน้ำส้มสายชูที่มีคุณภาพดีจะมีปริมาณกรดทั้งหมดอย่างน้อย 5 เปอร์เซ็นต์ ในรุปกรดอะซิตริก

ใบงานที่ 12

ชื่อ-สกุล.....ชั้นที่.....หมายเลข.....

บทปฏิบัติการที่ 12
การหมักน้ำส้มสายชู

ผลการทดสอบ

1.ลักษณะของน้ำส้มสายชู

น้ำส้มสายชู	ลักษณะทางกายภาพ				
	สี	กลิ่น	พีเอช	ลักษณะปรากฏ	สิ่งแปลกปลอม
การหมักน้ำส้มสายชูจากกล้วยน้ำว้า					
การหมักโดยใช้ผลไม้ กับหัวเชื้อ *Acotabacter aceti* TISTR -354					

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายการกระบวนการหมักน้ำส้มสายชู
2. ข้อควรระวังในการหมักน้ำส้มสายชูได้แก่อะไรบ้าง
3. การทดสอบน้ำส้มสายชูแท้และเทียมมีการทดสอบอย่างไร อธิบาย

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มสายชูหมักเลขที่ 326/2547.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

วราวุฒิ ครูส่ง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2532. **เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

Adams, M.R., and Moss, M.O. 1995. **Food Microbiology.** Cambridge : The Royal Society of Chemistry.

บทปฏิบัติการที่ 13

การศึกษานอกสถานที่เกี่ยวกับอาหารหมัก

13.1 การศึกษานอกสถานที่เกี่ยวกับอาหารหมัก

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่มีการศึกษานอกสถานที่ เลือกผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากปลาและสัตว์น้ำ และผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากถั่วเหลือง

13.1.1 อาหารหมักพื้นบ้าน

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักพื้นบ้านส่วนใหญ่ในจังหวัดตรังมีด้วยกันหลากหลาย แต่ในการไปศึกษานอกสถานที่นั้นพิจารณาจากสินค้าที่ได้มาตรฐาน และการรวมตัวกันเข้มแข็ง เพื่อจะได้เป็นแบบอย่างในการรวมตัวของชุมชนนั้น ๆ ซึ่งช่วยทำให้คนในชุมชนมีอาชีพ ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ และได้รับประทานอาหารที่มีคุณภาพ ปลอดภัย

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากปลาและสัตว์น้ำ วิธีการหมักที่ใช้กันมานาน คือ การใส่เกลือแล้วหมัก ซึ่งกรรมวิธีในการหมักผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำที่ปฏิบัติต่อกันมาตั้งแต่สมัยโบราณพอจะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

13.1.1.1 การหมักที่ใช้เกลือมากหรืออาหารหมักที่เค็มจัด ได้แก่ น้ำปลา น้ำบูดู กะปิ ไตปลาดอง ปลาทูเค็ม ปูเค็ม เป็นต้น กรรมวิธีในการหมักและปริมาณเกลือที่ใช้แตกต่างกันตามวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ (นฤมล, 2550)

(1) น้ำปลา ปลาที่นิยมใช้มาก คือ ปลาไส้ตัน ปลาสร้อย ปลากะตัก วิธีการหมักโดยคร่าว ๆ คือ นำปลามาคลุกเคล้ากับเกลือในอัตราส่วนประมาณ 3 ส่วน ต่อเกลือ 1 ส่วน หมักนาน 16-18 เดือน จนเนื้อปลาย่อยสลายออกมาเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อนหรือน้ำตาลแดง แยกเอาส่วนที่เป็นน้ำใสออกมา กรองแล้วบรรจุใส่ขวด ส่วนกากที่เหลือ อาจจะนำมาต้มกับน้ำเกลือแล้วหมักทิ้งไว้อีกประมาณ 6-9 เดือน จะได้น้ำปลาที่คุณภาพรองลงไป

(2) น้ำบูดู บริโภคกันมากในภาคใต้ของประเทศ ระดับครัวเรือนมากกว่าเป็นอุตสาหกรรม มีลักษณะคล้ายน้ำปลา แต่ค่อนข้างข้น เพราะมีส่วนของเนื้อปลาที่ย่อยแล้วผสมอยู่ ใช้เวลาหมัก 3-6 เดือน มักนำไปต้มก่อนบรรจุขวด

(3) กะปิ วัตถุดิบที่ใช้ คือ กุ้งฝอย เคยฝอย หรือกุ้งตัวเล็ก ๆ คลุกเคล้ากับเกลือ ประมาณร้อยละ 15-30 ของกุ้ง หมักกับเกลือประมาณ 1-2 วัน นำกุ้งมาเกลี่ยบนเสื่อไม้ไผ่แล้วนำออกผึ่งแดดให้แห้งพอหมาด ๆ ตำให้ละเอียด บรรจุลงโอ่งหรือไหอัดให้แน่นหมักทิ้งไว้จนมีกลิ่นหอม โดยทั่วไประยะเวลาหมักประมาณ 4-8 เดือน

13.1.1.2 การหมักที่ใช้เกลือ และมีข้าวหรือแป้งเป็นส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีหลากหลายชนิด เช่น ปลาร้า ปลาจ่อม กุ้งจ่อม ปลาเจ่า กุ้งเจ่า ปลาส้ม กุ้งส้ม ปลาแป้งแดง ส้มฟักหรือแหนมปลา เป็นต้น ปลาที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ส่วนมากเป็นปลาน้ำจืดและเป็นปลาที่มีขนาดเล็ก การเติมข้าวหรือแป้ง ขึ้นกับชนิดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ อาจใช้ในรูปของข้าวคั่วในการทำปลาร้า ข้าวสุกในการทำปลาส้ม และแหนมปลา ข้าวหมากในการทำปลาเจ่า ข้าวแดงหรืออังคักในการทำปลาแป้งแดง ข้าวเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตและสารอาหาร ช่วยให้จุลินทรีย์ในการเจริญเติบโตโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียแลตติก การที่แบคทีเรียแลคติกเจริญได้ดีนั้นจะทำให้อาหารหมักมีรสเปรี้ยว ซึ่งความเปรี้ยวหรือปริมาณกรดที่สร้างขึ้นนี้ จะช่วยป้องกันจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียและจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดได้ ความเปรี้ยวจะต่างกันไปตามลักษณะชนิดของผลิตภัณฑ์และระยะเวลาในการหมัก

ปลาร้าและน้ำปลาร้า มีการพัฒนารูปแบบ โดยการบรรจุภาชนะปิดสนิท หรือทำเป็นปลาร้าผง ส่งจำหน่ายต่างประเทศ

ส่วนผลิตภัณฑ์อาหารหมักอื่น ๆ มีการจำหน่ายแพร่หลาย ได้แก่ ปลาส้ม และปลาส้มฟัก

13.1.1.3 การหมักที่ใช้เกลือ และมีผักหรือผลไม้เป็นส่วนประกอบ อาหารหมักประเภทนี้ไม่ค่อยแพร่หลาย นิยมกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางท้องถิ่นเท่านั้น ได้แก่ เค็มบักนัด หรือเค็มหมักนัด (หรือเค็มสับปะรด) โดยมีการใช้ปลาสวาย หรือปลาเทโพ แล่ หั่นเป็นชิ้นบาง ๆ นำมาคลุกกับเกลือ หมักทิ้งไว้ 1 คืน แล้วนำมาผสมกับสับประรดที่สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยใช้ทั้งน้ำ และเนื้อสับปะรด บรรจุใส่ขวด หมักประมาณ 3 เดือน ปลาหมักกับผลไม้อีกชนิดหนึ่ง ได้แก่ ปลาหม่ำ ใช้ปลานวลจันทร์ หรือปลาตะเพียน เฉพาะส่วนเนื้อผสมกับเกลือ เติมข้าวคั่วและสับปะรด ระยะเวลาหมักประมาณ 1 เดือน ถ้าใช้ไตปลาแทนเนื้อปลา ใช้เวลาหมักนาน 3 วัน เรียกว่า หม่ำไตปลา

13.1.2 ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากถั่วเหลือง

ซีอิ๊วและเต้าเจี้ยว นำถั่วเหลืองที่นึ่งแล้วผสมกับแป้งสาลี หรือแป้งข้าวเจ้า เติมเชื้อรา ทิ้งไว้ 3-4 วัน จนเชื้อราเจริญทั่วก้อนถั่วเรียกว่า โคจิ (koji) จากนั้นเติมน้ำเกลือความเข้มข้นปริมาณ 20% หมักนาน 3-6 เดือน แยกส่วนที่เป็นน้ำ จำหน่ายซีอิ๊ว ส่วนกาก อาจเติมน้ำเกลือแล้วหมักเป็นซีอิ๊วชั้นสอง

เต้าเจี้ยว มีวิธีการคล้ายกัน แต่เติมน้ำเกลือน้อยกว่า หรือบางแห่งอาจนำกากที่เหลือจากการผลิตซีอิ๊วมาขายเป็นเต้าเจี้ยว แต่ปัจจุบันนี้การผลิตซีอิ๊วและเต้าเจี้ยว มักใช้เชื้อราบริสุทธิ์ในช่วงการหมักในน้ำเกลืออาจมีการเติมเชื้อยีสต์ หรือเชื้อแบคทีเรียแลกติก เพื่อช่วยให้มีกลิ่นรสดีขึ้น

อาหารหมักพื้นบ้านในจังหวัดตรังที่พานักศึกษาไปดูงานนอกสถานที่นั้น ได้พิจารณาแล้วพบว่า ผลิตภัณฑ์อาหารหมัก จังหวัดตรัง (น้ำปลา) กลุ่มแม่บ้านเกษตรหยงสตาร์ วิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรกรหยงสตาร์ตำบลท่าข้าม อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง มีด้วยกันหลายผลิตภัณฑ์ ได้แก่ น้ำปลา กะปิ กุ้งแห้ง เป็นต้น ส่วนผลิตภัณฑ์เต้าเจี้ยวเกษตรวิสาหกิจชุมชนแม่บ้านเกษตรกรวัดกลางพัฒนา ตำบลนาโยงเหนือ อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง

13.1.3 ชนิดอันตรายที่สำคัญของอาหารหมัก

ชนิดอันตรายที่สำคัญของอาหารหมักและมาตรการควบคุม เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ต้องไปดูงานเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 13.1

ตารางที่ 13.1 ประเภทอาหารและการควบคุมผลิตภัณฑ์หมักดองที่เป็นตัวแทนในการไปดูงานนอกสถานที่

ประเภทอาหาร	ชนิดอันตรายที่สำคัญ	การควบคุม
1. ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ		- คัดเลือกวัตถุดิบ
1.1 ความเค็มสูง น้ำปลา ปลาร้า กะปิ	ชีวภาพ เคมี - Histamine ในน้ำปลา	- เกลือเม็ดเสริมไอโอดีน
1.2 ความเค็มต่ำ		- ใช้ปลาสด มีการควบคุมอุณหภูมิในการขนส่ง และเก็บรักษา
- ปลาส้ม	ชีวภาพ	
- สัมฟัก	- Salmonella - พยาธิ	- กระบวนการหมักที่ถูกต้อง ควบคุม pH < 4.5
	เคมี - ไดเมทธิลไนโตรซามีนในปลาร้า - Borax ในปลาส้มฟัก	- สุขลักษณะตาม GMP - ใช้วัตถุเจือปนอาหารที่ได้รับอนุญาตและในปริมาณที่กฎหมายกำหนด
2. ผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง ซีอิ้ว เต้าเจี้ยว	ชีวภาพ - จุลินทรีย์ก่อโรค เคมี - สารกำจัดศัตรูพืช เช่น DDT ในถั่วเหลือง	- กระบวนการฆ่าเชื้อ - คัดเลือกวัตถุดิบ - เกลือ

ที่มา : จันทนา (2549)

13.1.4 ความปลอดภัยของอาหารหมักและปัจจัยสำคัญในกระบวนการผลิต

ความปลอดภัยของอาหารหมัก เกิดจากหลายสาเหตุ (จันทนา, 2549) ดังต่อไปนี้

13.1.4.1 อันตรายทางชีวภาพ (Biological Hazard) หมายถึง อาหารที่มีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน อันตรายทางชีวภาพนี้ ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ ปรสิต และไวรัส เป็นเรื่องที่จัดการได้ยาก จุลินทรีย์ที่ตรวจพบ คือ *Clostrium botulinum Salmonella* sp. และ *E. coil* ซึ่งเชื้อเหล่านี้สามารถตรวจพบในอาหารแม้ประเทศที่เจริญแล้ว

13.1.4.2 อันตรายทางเคมี (Chemical Hazard) หมายถึง อันตรายที่เกิดจากสารเคมีที่อยู่ในธรรมชาติ เช่น ในดิน น้ำ ซึ่งอาจจะมาจากสารฆ่าแมลง สารเคมีทุกชนิดที่มีการปนเปื้อนมากับอาหารทั้งที่ตั้งใจใช้เพื่อการเลี้ยง หรือดูแลสุขภาพสัตว์ และที่อาจจะปนเปื้อนเข้าไปโดยไม่เจตนา แต่หาสารที่อนุญาตให้ใส่ในอาหารได้นั้น คือ วัตถุเจือปนในอาหาร และต้องมีการจำกัดปริมาณการใส่ลงในอาหาร และห้ามเกินปริมาณที่กำหนดไว้

13.1.4.3 อันตรายทางกายภาพ (Physical Hazards) หมายถึง อันตรายที่เกิดจากวัตถุปนปลอม เช่น เกิดจากมีเศษแก้ว เศษกระดูก ลวดเย็บกระดาษ น็อต และตะปู ไม้หรือโลหะปนเปื้อนอยู่ในอาหาร ซึ่งการผลิตขายจำเป็นที่จะต้องดูแลไม่ให้มีสิ่งต่าง ๆ ปนเปื้อนมาอย่างเด็ดขาดเพราะมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค

ในอาหารหมักของไทย ส่วนใหญ่แล้วเกิดรสเปรี้ยว มักเกิดจากกระบวนการหมักจากกลุ่มแบคทีเรียแลตติก เนื่องจากอาหารหมักนั้นได้มีการเติมแหล่งคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนให้กับเชื้อกลุ่มแบคทีเรียแลกติก ทำให้อาหารมีฤทธิ์เป็นกรด ป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย ซึ่งแบคทีเรียแลกติกยังสามารถสร้างสารไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อื่น ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ก่อโรคได้ สารเหล่านี้ ได้แก่ ไนซิน ซึ่งเป็นสารจากแบคเทริโอซิน ที่สร้างโดย *Lactococcus lactis* ซึ่งสามารถยับยั้งแบคทีเรีย แกรมบวก รวมทั้ง *Clostridium botulinum* และ *Listeria* sp., *Bacillus* sp. และ *Staphylococcus aureus* โดยส่วนใหญ่นำมาใช้ในอาหารบรรจุกระป๋องเพื่อยับยั้งการงอกสปอร์ของแบคทีเรียกลุ่ม *Clostridium* sp. และ *Bacillus* sp. (Jay, 1992)

ส่วนไพมาริซินที่สร้างโดย *Streptomyces natalensis* นำมาใช้กับเนยแข็งรวมทั้งผิวหน้าของไส้กรอกชนิดแห้งเพื่อป้องกันเชื้อรา ซึ่งสารแบคเทริโอซินชนิดนี้มีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนในเซลล์ของเชื้อราแต่ไม่มีผลยับยั้งแบคทีเรีย

อาหารหมักที่ไม่ผ่านกระบวนการหมักแลคติก มีการใช้เกลือปริมาณสูงเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ เช่น ปูดองเค็ม น้ำปลา บูดู ไตปลา เป็นต้น

13.1.5 การศึกษานอกสถานที่เกี่ยวกับอาหารหมัก

สิ่งที่ต้องปฏิบัติเมื่อออกไปศึกษานอกสถานที่

1. เมื่ออาจารย์แจ้งให้นักศึกษาทราบว่าจะไปชมโรงงานที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์หมักชนิดใด นักศึกษาควรอ่านบททวนขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นให้เข้าใจ

2. นักศึกษาควรแต่งชุดนักศึกษา หรือ ชุดที่เหมาะสมสำหรับการไปดูงาน อันนี้

อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม และมาให้ตรงเวลา

3. นำกล้องถ่ายรูป หากสถานที่ที่ไปเยี่ยมชมนั้นสามารถให้ถ่ายรูปได้ จะได้นำมาทำรายงาน และ สมุดจดไปด้วยเพื่อจดข้อมูลสำคัญ ๆ เพื่อนำกลับมาทำรายงานส่งอาจารย์ในชั่วโมงต่อไป

4. เมื่อเที่ยวชมโรงงานควรจะติดตามผู้พาชม และซักถามเฉพาะผู้พาชมเท่านั้น ไม่ซักถามเจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ เพราะอาจทำให้เขาบกพร่องหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติการอยู่

5. เมื่อเยียมชมจบแล้ว ให้นักศึกษาคัดเลือกตัวแทนเพื่อกล่าวคำขอบคุณ และเชิญให้อาจารย์มอบของที่ระลึกเพื่อเป็นการขอบคุณ ณ สถานที่ ๆ เราไปเยียมชม

6. ทำรายงานส่ง โดยจับประเด็นโดยเน้น ในเรื่อง วัตถุดิบ กระบวนการผลิต บรรจุภัณฑ์ การเก็บรักษา เป็นต้น ตลอดจนสอบถามในเรื่องมาตรฐานในการตั้งโรงงานในเรื่อง GMP และสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร

ใบงานที่ 13

ชื่อ-สกุล.....ชั้นที่.....หมายเลข.....

บทปฏิบัติการที่ 13

การศึกษานอกสถานที่

1.บันทึกข้อมูลที่ได้ไปศึกษานอกสถานที่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและข้อเสนอแนะในการไปศึกษานอกสถานที่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายบท

1. งบลงทุนในการผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีอะไรบ้าง
2. หากมีปัญหาในการทำผลิตภัณฑ์กลุ่มแม่บ้านจะทำอย่างไร
3. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตส่งตรวจเพื่อขอเอกสารมาตรฐาน มผช ทำอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

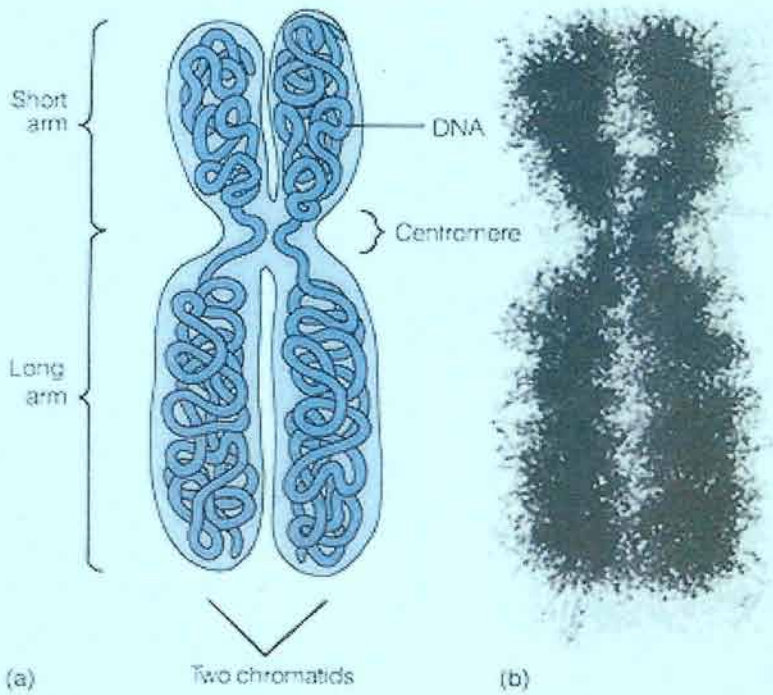
จันทนา สงวนรุ่งวงศ์. 2549. **คู่มือการประยุกต์ใช้ GMP และ 5 ส ในอุตสาหกรรมอาหาร**. พงษ์วรินการพิมพ์ จำกัด กทม. 137 น.

นฤมล อัศวเกศมณี. 2550. **การเก็บถนอมสัตว์น้ำ**. มหาวิทยาลัยราชภัฏ สงขลา. โรงพิมพ์ภาพพิมพ์. 382 น.

Jay, J.M. 1992. **Modern Food Microbiology (4th edition).** New York : Chapman Hall.

เอกสารหมายเลข 18

ปฏิบัติการพันธุศาสตร์



เรียบเรียงโดย

ดร.สมรักษ์ รอดเจริญ

สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง พ.ศ.2555

สารบัญ

	หน้า
บทปฏิบัติการที่ 1 การศึกษาลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับแมลงหวี่	2
บทปฏิบัติการที่ 2 การทดลองผสมพันธุ์แมลงหวี่	12
บทปฏิบัติการที่ 3 แบ่งเซลล์แบบ Mitosis	16
บทปฏิบัติการที่ 4 การแบ่งเซลล์แบบ Miosis	24
บทปฏิบัติการที่ 5 Karyotype	33
บทปฏิบัติการที่ 6 ความน่าจะเป็น	40
บทปฏิบัติการที่ 7 Multiple Alleles หมู่เลือดคน	55
บทปฏิบัติการที่ 8 เซ็กส์โครมาติน	63
บทปฏิบัติการที่ 9 ความผิดปรกติของโครโมโซม	69
บทปฏิบัติการที่ 10 พันธุศาสตร์ของลักษณะปริมาณ	82
บทปฏิบัติการที่ 11 พันธุศาสตร์ประชากร	85
บทปฏิบัติการที่ 12 การวิเคราะห์พันธุประวัติ	92