



การสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำและสูตรอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ

ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์

Tanaporn Chittapalapong

ราชการบริหารส่วนกลาง

Central Administrative Office

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives



การสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำและสูตรอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ

ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์

Tanaporn Chittapalapong

ราชการบริหารส่วนกลาง

Central Administrative Office

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๗

2014

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
วิธีการศึกษา	1
พลังงาน	1
สารอาหารที่สำคัญ	2
การย่อยอาหาร (Digestion)	11
อาหารธรรมชาติ	13
การสร้างสูตรอาหาร (Feed formulation)	14
การทำอาหารทดสอบ (Preparation on test diet)	21
สูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ	24
เอกสารอ้างอิง	54

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แหล่งคาร์โบไฮเดรตในธรรมชาติ	3
2	ความสามารถในการย่อยแบ่งของปลา	3
3	ระดับโปรตีนในอาหารกุ้งทะเลที่ขนาดต่างๆ	4
4	ค่าเฉลี่ยความต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็นของสัตว์น้ำทั่วไป	4
5	ความต้องการโปรตีนในอาหารของสัตว์น้ำเศรษฐกิจ	4
6	ระดับกรดไขมันที่เหมาะสมในอาหารกุ้งทะเล	6
7	ความต้องการลิปิดในรูปแบบต่างๆ (% อาหาร)	6
8	ปริมาณแร่ธาตุที่สัตว์น้ำต้องการ	11
9	เปอร์เซ็นต์การย่อยโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตของปลาไน และปลาดุกจาก วัตถุดิบชนิดต่างๆ	12
10	องค์ประกอบวัสดุอาหารท้องถิ่น	14
11	องค์ประกอบของวัตถุดิบ และวัตถุดิบแปรรูป	15
12	ปริมาณธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสในสารที่ใช้เติมอาหารผสม	16
13	โปรตีนในอาหารผสมของสูตรอาหารที่สร้าง	17
14	ปริมาณโปรตีนของวัสดุอาหาร	18
15	ปริมาณโปรตีนของอาหารผสมของสูตรอาหารที่สร้าง	19
16	ปริมาณโปรตีน และพลังงานในอาหารผสม	20
17	บายด์เดอร์ที่ใช้ในการผสมอาหาร	20
18	เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุด (ค่าในวงเล็บ) ของวัสดุอาหารที่ใช้ทำอาหารสัตว์น้ำ	20
19	ชนิดและปริมาณวิตามินที่ใช้ในอาหารสมทบ และอาหารสมบูรณ์แบบ	22
20	ชนิดและปริมาณวัสดุที่ใช้ทำอาหารทดสอบวิตามินกับปลาดุกอุย	22
21	ชนิดและปริมาณของวัสดุที่ใช้ทำอาหารทดสอบกรดอะมิโน	23
22	ชนิดและปริมาณแร่ธาตุที่ใช้ในอาหารสมทบและอาหารสมบูรณ์แบบ	23
23	สูตรอาหารปลานิล 1	25
24	สูตรอาหารปลานิล 2	25
25	สูตรอาหารปลาตะเพียน	25
26	สูตรอาหารปลาดุกใหญ่	25
27	สูตรอาหารปลาดุกเล็กถึงขนาดกลาง	26
28	สูตรอาหารลูกปลาไน ลูกปลาตะเพียน และลูกปลานิล	26

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
29	สูตรอาหารลูกปลาดุกตัวอ่อน ลูกปลาดุกอุย และลูกปลาช่อน	26
30	สูตรอาหารปลาดุก ปลาช่อน และปลาบู๋	27
31	สูตรอาหารปลาสร้อย	27
32	สูตรอาหารแม่ปลาสร้อย แม่ปลาปลานิล และแม่ปลาอีสกเทศ	27
33	สูตรอาหารปลากะพง และกระรัง	27
34	สูตรอาหารกุ้งก้ามกรามเล็ก	28
35	สูตรอาหารกุ้งก้ามกราม	28
36	สูตรอาหารกุ้งทะเล	28
37	สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินเนื้อ (สูตร1)	29
38	สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินเนื้อ (สูตร2)	29
39	สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินทั้งพืชและสัตว์	30
40	สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินทั้งพืชและสัตว์ (กินพืชมากกว่าสัตว์)	31
41	สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่กุ้งก้ามกราม	31
42	สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินเนื้อ (สูตร1)	32
43	สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่-แม่ปลาสร้อยรวมกลุ่มกินทั้งสัตว์และพืช (สูตร1)	33
44	สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่-แม่ปลาสร้อยรวมกลุ่มกินทั้งสัตว์และพืช (สูตร2)	33
45	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.1 (โปรตีน 40%)	34
46	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.1 (โปรตีน 28%)	35
47	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.1 (โปรตีน 20%)	35
48	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.2 (โปรตีน 40%)	36
49	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.2 (โปรตีน 28%)	36
50	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.2 (โปรตีน 20%)	37
51	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.3 (โปรตีน 40%)	37
52	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.3 (โปรตีน 28%)	38
53	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.3 (โปรตีน 20%)	38
54	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.4 (โปรตีน 40%)	39
55	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.4 (โปรตีน 28%)	39
56	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.4 (โปรตีน 20%)	40
57	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.5 (โปรตีน 40%)	40
58	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.5 (โปรตีน 28%)	41
59	สูตรอาหารปลาลดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.5 (โปรตีน 20%)	41

สารบัญตาราง (ต่อ)

60	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.1 (โปรตีน 40%)	42
61	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.1 (โปรตีน 28%)	42
62	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.1 (โปรตีน 20%)	43
63	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.2 (โปรตีน 40%)	43
64	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.2 (โปรตีน 28%)	44
65	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.2 (โปรตีน 20%)	44
66	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.3 (โปรตีน 40%)	45
67	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.3 (โปรตีน 28%)	45
68	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.3 (โปรตีน 20%)	46
69	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.1 (โปรตีน 40%)	46
70	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.1 (โปรตีน 28%)	47
71	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.1 (โปรตีน 20%)	47
72	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.2 (โปรตีน 40%)	48
73	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.2 (โปรตีน 28%)	48
74	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.2 (โปรตีน 20%)	49
75	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.1 (โปรตีน 40%)	49
76	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.1 (โปรตีน 28%)	50
77	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.1 (โปรตีน 20%)	50
78	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.2 (โปรตีน 40%)	51
79	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.2 (โปรตีน 28%)	51
80	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.2 (โปรตีน 20%)	52
81	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.3 (โปรตีน 40%)	52
82	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.3 (โปรตีน 28%)	53
83	สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.3 (โปรตีน 20%)	53

คำนำ

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่เพื่อการดำรงชีพ เป็นแหล่งพลังงาน การเจริญเติบโต และการสืบเผ่าพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในโลกนี้ สัตว์น้ำก็เช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ต้องการอาหารเพื่อการเจริญเติบโต แพร่ขยายพันธุ์ เพื่อให้ชีวิตคงอยู่ อาหารสัตว์น้ำจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเป็นปัจจัยพื้นฐานของการผลิต และการควบคุมต้นทุนการผลิต ถ้าอาหารสัตว์น้ำมีคุณภาพดี ราคาต่ำ เกษตรกรจะได้รับผลผลิตสัตว์น้ำดี มีกำไร การสร้างสูตรอาหารได้เองช่วยให้เกษตรกรประหยัดค่าใช้จ่าย ใช้วัสดุในท้องถิ่น ได้อาหารราคาถูก มีโภชนาการดี สารอาหารครบถ้วน ทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตดี มีสุขภาพสมบูรณ์ และได้ผลผลิตสูง

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ทราบ วิธีการสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำ ปัจจัยที่สำคัญ และสูตรอาหารสัตว์น้ำ เศรษฐกิจต่างๆ

วิธีดำเนินการ

การสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างเพื่อให้ได้อาหารสัตว์น้ำที่เหมาะสมกับสัตว์น้ำนั้นๆดังนี้

พลังงาน

ปลาหรือสัตว์น้ำต้องการพลังงานเพื่อการเจริญเติบโต สืบพันธุ์ และกิจกรรมต่างๆ พลังงานได้มาจากการสันดาปอาหาร โดยเรียกขบวนการทางชีวเคมีของการใช้พลังงานว่า Metabolism อัตราการใช้พลังงาน (Metabolic rate) ของปลา หรือสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆดังนี้

1. ขนาดของสัตว์น้ำหรือปลา ปลาขนาดเล็กต้องการพลังงานเพื่อการเจริญเติบโต มากกว่าปลาโตเต็มวัย โดยสัตว์น้ำวัยอ่อนต้องการพลังงานสูงกว่าสัตว์น้ำที่โตเต็มวัยเพราะพื้นที่สัมผัสพื้นของสัตว์น้ำวัยอ่อนมีน้อยกว่าสัตว์น้ำที่โตแล้ว
2. กิจกรรมของสัตว์ ความต้องการพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนที่หรือว่ายน้ำ ในการต้านทานกระแสน้ำ และทดแทนพลังงานที่สูญเสียไปจากการตกใจ ปริมาณพลังงานต้องมีเพียงพอในกิจกรรมนี้ก่อน แล้วจึงนำพลังงานที่เหลือไปใช้ในการเจริญเติบโต
3. อุณหภูมิ เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในความต้องการพลังงาน ปลาเป็นสัตว์เลือดเย็น ต้องการพลังงานเพื่อรักษาหรือควบคุมอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่ อุณหภูมิในร่างกายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำเป็นหลัก เมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำลง ปลาก็ลดกิจกรรมของตัวเองด้วย เช่น ลดการกินอาหาร เกิดอาการเฉื่อย เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นปลามีอาการว่องไวขึ้นด้วย
4. ความเครียด ปลาใช้พลังงานเพื่อต่อต้านความเครียด ซึ่งมาจากสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความหนาแน่น การเคลื่อนย้าย อาหารคุณภาพต่ำ น้ำเสีย ความเค็ม ปริมาณออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง และอื่นๆ

แหล่งพลังงานของปลาหรือสัตว์น้ำคือโปรตีนและไขมันเป็นหลัก แตกต่างจากสัตว์เลื้อยคลานที่ใช้ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก เนื่องจากปลามีประสิทธิภาพในการย่อยคาร์โบไฮเดรตค่อนข้างต่ำ สัตว์น้ำใช้พลังงานประมาณ 70% เพื่อกิจกรรมต่างๆ และการเจริญเติบโตส่วนที่เหลือ 30% สูญเสียไปกับการขับถ่าย ความต้องการพลังงาน หรือ Metabolizable Energy Requirement (ME) คือพลังงานที่สัตว์น้ำได้จากอาหารลบออกด้วยพลังงานที่สูญเสียจากการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายทั้งที่เหงือก และที่ช่องขับถ่าย ME ถูกนำไปใช้ในขบวนการเมตาบอลิซึมของสัตว์น้ำ ความต้องการพลังงานจากอาหารเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต 1 กก. ในปลาแต่ละชนิดมีค่าใกล้เคียงกันคือ 4,000 kcl ดังนั้นในการสร้างสูตรอาหารสัตว์น้ำต้องคำนึงถึงพลังงานที่สัตว์น้ำได้รับด้วย (ประเสริฐ และคณะ, 2525; กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, 2534 และ นฤมล, 2549)

สารอาหารที่สำคัญ

อาหารสัตว์น้ำต้องมีโภชนาการ หรือ Nutrition คือสิ่งที่ทำนุบำรุงร่างกายเพื่อให้บรรลุถึงจุดที่ต้องการเพื่อทำกิจกรรม เซลล์ทำการแปลงวัตถุดิบต่างๆมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ในอดีตเกษตรกรไม่เข้าใจถึงโภชนาการ แต่ปัจจุบันมีการเห็นคุณค่าทางโภชนาการ เพราะเห็นถึงประโยชน์ เช่น การป้องกันโรคที่เกิดจากการขาดธาตุอาหารจำเป็น ทำให้ร่างกายอ่อนแอ ไม่มีภูมิคุ้มกันโรค หรือมีสารอาหารบางอย่างในร่างกายมากเกินไป ได้แก่ ไขมัน เป็นต้น สารอาหารสำคัญที่มีความจำเป็นต่อสัตว์น้ำ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ

1. คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้ง น้ำตาล โยพืช (ตารางที่ 1) เป็นแหล่งให้พลังงานแก่สิ่งมีชีวิต (แต่น้อยกว่าไขมัน) ที่มีราคาถูกที่สุดหาง่าย เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด พบมากในพืชเกิดขึ้นจากขบวนการสังเคราะห์แสง พลังงานเหล่านี้ได้สะสมอยู่ในพืช เมื่อสัตว์น้ำกินเข้าไปก็ทำให้ได้พลังงานสำหรับการดำรงชีวิตอยู่ และสามารถแปรรูปไปเป็นไขมันเพื่อเก็บเป็นพลังงานสำรอง คาร์โบไฮเดรตให้ค่าพลังงานความร้อนเฉลี่ย 2.5 กิโลแคลอรี/กรัม ปลาว่ายและดูดซึมน้ำตาลได้ดีกว่าแป้ง แต่ปลาใช้ประโยชน์จากแป้งได้ดีกว่าน้ำตาล ส่วนโยพืชหรือเซลลูโลสปลาย่อยได้น้อยมากหรือไม่ได้เลย ดังนั้นแป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีความสำคัญต่อการนำมาทำอาหารปลามากกว่าน้ำตาลและเซลลูโลส โดยทั่วไปปลาย่อยแป้งได้ 25-70% แต่ผันแปรไปตามชนิดสัตว์น้ำ ซึ่งสัตว์น้ำมีความสามารถในการย่อยคาร์โบไฮเดรตได้แตกต่างกัน เช่น ปลาRainbow trout ย่อยกลูโคส ได้ร้อยละ 90 แต่ย่อยแป้งดิบได้แค่ร้อยละ 20 เมื่อทำแป้งให้สุกสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยได้สูงขึ้นประมาณ 25-30% (ตารางที่ 2) ปลาทุกชนิดมีน้ำย่อยแป้งอยู่จำกัด สามารถย่อยแป้งได้แค่จำนวนหนึ่ง ดังนั้นถ้าเพิ่มปริมาณแป้งลงไปในอาหารส่งผลให้ประสิทธิภาพในการย่อยแป้งลดลง เช่นปลากินเนื้อย่อยแป้งในอาหารที่มีแป้ง 20 % ได้ถึง 68% แต่ถ้าเพิ่มแป้งในอาหารเป็น 60% ปลากลับย่อยแป้งได้เพียง 26% (ลดลงจากเดิม 40%) ถึงแม้ปลาไม่สามารถย่อยเซลลูโลส แต่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการขับถ่าย โดยโยพืชที่มีปริมาณไม่เกิน 8% ช่วยทำให้อาหารเคลื่อนที่ผ่านทางเดินอาหารช้าลงทำให้มีเวลาดูดซึมสารอาหารได้มากขึ้น ปลาบางชนิดมีแบคทีเรียช่วยย่อยเซลลูโลส ในความต้องการคาร์โบไฮเดรตของสัตว์น้ำ เช่นใน ปลาcatfish ควรมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ไม่เกิน ร้อยละ 20 ของอาหารทั้งหมดเพราะถ้ามากเกินไปทำให้เกิดการสะสมไกลโคเจนที่ตับ ทำให้ปลาเป็นโรคตับ เป็นโรคอ้วน ปลาที่กินทั้งพืช และสัตว์ หรือ omnivore เช่นปลาสามารถผสมแป้งสุกได้ถึงร้อยละ 60 ของอาหารทั้งหมด ปลานิลต้องการคาร์โบไฮเดรตถึงร้อยละ 40 ความจำเป็นต้องใส่คาร์โบไฮเดรต อีกประการคือเพื่อประสานยึดองค์ประกอบของอาหารหรือบดเคี้ยวเข้าด้วยกันในรูปเม็ด หรือก้อน ทำ

ให้การละลายของอาหารในน้ำช้าลง ลดการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร ได้แก่ แป้งเหนียว สารเหนียว และยังช่วยทำให้อาหารลอยน้ำ เช่นอาหารปลาตก จำเป็นต้องมีแป้ง 40-50% แต่ถ้าใส่มากเกินไปทำให้คุณค่าของอาหารลดลง (ประเสริฐ และคณะ, 2525; กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, 2534 และ นฤมล, 2549)

ตารางที่ 1 แหล่งคาร์โบไฮเดรตในธรรมชาติ

คาร์โบไฮเดรต	แหล่งที่พบ
น้ำตาล	น้ำผลไม้ น้ำผึ้ง น้านมสัตว์ น้ำตาลจากอ้อย น้ำตาลจากสับปะรด น้ำตาลจากการสลายแป้ง น้ำตาลจากนม
แป้ง	เมล็ดพืช เช่น ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวเหนียว หัวพืช เช่น มันสำปะหลัง เผือก มัน
ใยพืช	พืชผักทุกชนิด

ที่มา: กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ (2534)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการย่อยแป้งของปลา

แป้ง	% การย่อยได้	
	ปลากินทั้งพืชและสัตว์	ปลากินเนื้อ
แป้งข้าวโพด (ดิบ)	26	
แป้งข้าวโพด (สุก)	59	
แป้ง (ดิบ)		38
แป้ง (สุก)		69

ที่มา: กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ (2534)

2. โปรตีน หรือ body builder แหล่งที่มาได้แก่ สัตว์ พืช และสาหร่าย เป็นอินทรีย์สารที่มีมากที่สุดในร่างกายของสัตว์น้ำ สัตว์น้ำที่มีชีวิตต้องการโปรตีนตลอดเวลา เพื่อไปสร้างการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สร้างฮอร์โมน เอนไซม์ หายใจ ให้พลังงาน และองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ และขยายพันธุ์ โดยสัตว์น้ำวัยอ่อนต้องการโปรตีนสูงกว่าสัตว์น้ำที่โตเต็มวัยเพราะพื้นที่สัมผัสน้ำของสัตว์น้ำวัยอ่อนมีน้อยกว่าสัตว์น้ำที่โตแล้ว ทำให้ต้องใช้พลังงานต้านแรงผลักดันของน้ำมากกว่า (ตารางที่ 3) ปลาหรือสัตว์น้ำต้องการโปรตีนมากกว่าสัตว์บก (ประมาณร้อยละ 30-50 ในอาหาร) โดยอาหารปลา catfish มีโปรตีน 25-40% คุณภาพของโปรตีนสูงขึ้นเมื่อใช้โปรตีนจากอาหารหลายๆแหล่งทำให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โปรตีนประกอบไปด้วยกรดอะมิโนมากกว่า 24 ชนิด แต่ที่สัตว์น้ำต้องการมีเพียง 19 ชนิด โดยมีกรดอะมิโนที่มีความจำเป็น (essential amino acids) ต่อปลา 10 ชนิด ได้แก่ Arginine Histidine Isoleucine Leucine Methionine Phenylalanine Threonine Tryptophan Lysine และ Valine (ตารางที่ 4) กรดอะมิโนทั้ง 10 ตัวนี้เปรียบเสมือนเสาเข็มบ้านหรือร่างกายสัตว์น้ำ นอกจากสัตว์น้ำต้องการโปรตีนที่ระดับแตกต่างกันตามชนิด และวัยของสัตว์น้ำแล้ว ยังต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็นในปริมาณที่ต่างกันอีกด้วย ปลาที่ได้รับกรดอะมิโนที่จำเป็นไม่ครบถ้วนทำให้ปลาเจริญเติบโตช้า รูปร่างเปลี่ยนไป เช่นถ้าขาด Tryptophan ทำให้กระดูกสันหลัง

ของปลาแดงส่งผลให้ปลามีรูปร่างคดงอ (scoliosis และ lordosis) ถ้าขาดไลซีนปลามีอาการครีบหลังและหางเป็นแผลขาดกร่อน มีอัตราการตายสูง ขาดMethionine ปลามีอาการตาเป็นต้อ อาหารที่มีValine มากเกินไปทำให้ไปยับยั้งการเจริญเติบโต และเกิดการเป็นพิษของกรดอะมิโนเป็นต้น โปรตีนในสัตว์มีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทุกตัวแต่โปรตีนในพืชมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบแต่ปริมาณบางตัวไม่มากพอ ส่วนโปรตีนในสาหร่ายเช่นสาหร่ายเกลียวทองมีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบทุกตัวเช่นกัน ความต้องการโปรตีนของสัตว์น้ำหรือปลาเป็นปัจจัยหลักในการสร้างสูตรอาหารของสัตว์น้ำ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 3 ระดับโปรตีนในอาหารกุ้งทะเลที่ขนาดต่างๆ

ขนาดของกุ้ง (กรัม)	ระดับโปรตีนในอาหาร (%)
0.0002-0.25	50
0.25-1.0	45
1.0-3.0	35

ที่มา Akiyama *et al.* (1991)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็นของสัตว์น้ำทั่วไป

กรดอะมิโนที่จำเป็น	ปริมาณที่สัตว์น้ำต้องการ (% ของโปรตีน)
Arginine	4.5
Histidine	1.9
Isoleucine	2.8
Leucine	4.0
Methionine	3.6
Phenylalanine	6.3
Threonine	3.1
Tryptophan	0.7
Valine	3.5
Lysine	5.3

ตารางที่ 5 ความต้องการโปรตีนในอาหารของสัตว์น้ำเศรษฐกิจ

ชนิดสัตว์น้ำ	ปริมาณที่สัตว์น้ำต้องการ (% ของโปรตีน)
ปลานิล	34±8
ปลาซิว	27±2
ปลาดุกอุยผสม	35±5
ปลาช่อน	48±5
ปลาไน	35±2
ปลาดุกด้าน	30±2
ปลากะพงขาว	48±2
กุ้งก้ามกราม	34±5
กุ้งกุลาดำ	43±7

ปัจจัยสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาคือความสามารถในการย่อย และดูดซึมอาหารของปลา โดยคำนึงถึงค่าสัมประสิทธิ์การย่อยสารอาหารของปลา ส่วนมากสัตว์น้ำสามารถย่อยโปรตีนจากสัตว์ได้ดีกว่าจากพืช (ประเสริฐ และคณะ, 2525; กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, 2534, วิมล, 2537 และ นฤมล, 2549)

3. ลิพิด หรือไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูงสุด ไขมัน 1 กรัมให้พลังงาน 8-9 กิโลแคลลอรี่ เป็นหนึ่งใน 3 ของสารอาหารหลักที่จำเป็นของอาหารสัตว์น้ำ (โปรตีน ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต) มีความสำคัญรองจากโปรตีนได้แก่ ไขมัน ขี้ผึ้ง น้ำมัน phospholipid glycolipid และsterols โดยไขมันเป็นของแข็ง ส่วนน้ำมันเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ แหล่งที่มาได้แก่ พืช และ สัตว์ ไขมันจากพืชอยู่ในรูปของเหลว เช่นน้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง ไขมันในสัตว์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแข็ง ไขมันในสัตว์มีคอเลสเตอรอล แต่ของพืชไม่มี ไขมันไม่ละลายน้ำ ไขมันมีอยู่ในทุกเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ เยื่อหุ้มหัวใจ เยื่อหุ้มประสาท ป้องกันไม่ให้ ฮอรโมน และวิตามินซึมออกไปนอกเซลล์ ทำให้ร่างกายอบอุ่น เป็นตัวกันการกระทบกระเทือนของอวัยวะภายใน ให้พลังงาน ช่วยละลาย และดูดซึมวิตามินบางชนิดได้แก่ เอ ดี อี เค ให้กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย เป็นตัวพาลิปิดอื่นๆไปที่ตับ และส่วนต่างๆของร่างกาย ไขมันในร่างกายของสัตว์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ไขมันคงตัวหรือ Constant fat มีอยู่ในปริมาณที่น้อยแต่ต้องมีตลอดไป เมื่อสัตว์ขาดอาหารร่างกายจะไม่ดึงไขมันตัวนี้ออกมาใช้ และ ไขมันไม่คงตัว หรือ variable fat มีในร่างกายสัตว์เป็นพลังงานสำรอง เมื่อขาดแคลนอาหารไขมันส่วนนี้จะถูกดึงมาใช้ กรดไขมัน แบ่งเป็น กรดไขมันไม่อิ่มตัว (ไขมันสัตว์ มะพร้าว และปาล์ม) มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส โดยแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง ถ้าไขมันที่ปลากินเข้าไปในร่างกายมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าอุณหภูมิในตัวปลาทำให้ไขมันอยู่ในรูปของแข็งเป็นก้อนที่ลำไส้ เกิดการย่อยที่ไม่สมบูรณ์ ดูดซึมได้ช้า และกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (น้ำมันปลา น้ำมันตับปลา และน้ำมันตับปลาหมัก) จุดหลอมเหลวต่ำ อยู่ในสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง มีความสำคัญเนื่องจากเป็นกรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acids หรือ EFA) เพราะสัตว์น้ำไม่สามารถสังเคราะห์ได้เอง ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น เป็นต้นกำเนิดของ prostaglandin หรือสารที่ควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่มดลูก เร่งการตกไข่ ควบคุมการหลั่งฮอรโมนในร่างกาย และความดันโลหิต ในกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวมีกรดไขมันที่จำเป็น (เพราะสัตว์น้ำไม่สามารถสร้างเอง) ได้แก่ lenoleic (w6โอเมก้า 6) และlenolenic (w3โอเมก้า 3) โดยสัตว์น้ำได้นำกรดไขมันทั้ง 2 ตัวไปเพื่อไปสร้าง arachidonic acid ซึ่งเป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ในร่างกาย ได้แก่ สมอ ก้ามเนื้อ และตับ ปลาที่ขาดกรดไขมันที่จำเป็นทำให้เจริญเติบโตช้า เซลล์ครึ่งทางตาย ตับซีด มีไขมันมาก ผิวขาวบรอนซ์ ท้องบวม เม็ดเลือดแดงแตก หายใจเร็วขึ้นกว่าปกติ ปลานิลต้องการ n-6 fatty acids (18:2n6โอเมก้า 7) ที่ร้อยละ 0.5 (Lovell, 1998) กุ้งก้ามกรามต้องการ n-6 fatty acids ส่วนกุ้งทะเล *Penaeus* spp.ต้องการกรดไขมันดังตารางที่ 6 ไขมันจากสัตว์มีw3 หรือโอเมก้า 3 สูง ส่วนไขมันจากพืชมีw6 หรือโอเมก้า 6 สูง นอกจากกรดไขมันยังมีลิพิดที่สำคัญโดยเฉพาะสัตว์น้ำที่มีเปลือก (ตารางที่ 6) นั่นคือคอเลสเตอรอล ซึ่งเป็น sterols ที่พบในสัตว์เป็นสารจำเป็นในการสร้างน้ำดี ฮอรโมนเพศ และฮอรโมนลอกคราบ จำเป็นต่อการสร้างเซลล์ใหม่ และphospholipid ที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และช่วยลำเลียงกรดไขมันไปยังส่วนต่างๆของร่างกาย ปริมาณไขมันในอาหารควรสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีน และสารอาหารอื่นๆ ชนิดสัตว์น้ำ ลักษณะของอาหาร (แห้งหรือเปียก) การย่อยได้ของไขมัน และอุณหภูมิของน้ำ ระดับไขมันที่ใส่ในอาหารสัตว์น้ำ (ตารางที่ 7) ได้แก่ ปลานิลและปลาดุกไม่เกิน 10% กุ้งควรต่ำกว่า 10% ถ้าใส่ไขมันสูงเกินไปทำให้เกิดออกซิโดส์

ส่งผลให้เกิดการหื่น ดังนั้นอาหารที่มีไขมันสูงต้องใส่สารกันหื่น เก็บในที่มืด และมีอุณหภูมิต่ำๆ (ประเสริฐ และคณะ, 2525; กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, 2534 และ นฤมล, 2549)

ตารางที่ 6 ระดับกรดไขมันที่เหมาะสมในอาหารกุ้งทะเล

กรดไขมัน	ระดับความต้องการ (%)
Linolenic acid(18:3n3)	0.3
Linoleic acid (18:2n6)	0.4
Eicosapentaenoic (20:5n3)	0.4
Decosahexaenoic acid (22:6n3)	0.4

ที่มา : Akiyama *et al.* (1991)

ตารางที่ 7 ความต้องการลิปิดในรูปแบบต่างๆ (% อาหาร)

สัตว์น้ำ	กรดไขมันที่จำเป็น	phospholipid	คอเลสเตอรอล
ปลานิล	1% w6 (2%น้ำมันพืช)	0.05%	-
ปลาน้ำจืดทั่วไป	1% w3+1% w6 (4%น้ำมันพืช)	0.05%	-
ปลาทะเล และน้ำกร่อย	1% w3 (4%น้ำมันปลา)	3%	-
กุ้งน้ำจืด	0.75% w3 (3%น้ำมันปลา)	-	0.5%(3%ปลาหมึก+ 5%หัวกุ้งปน)
กุ้งทะเล	1% w3 (4%น้ำมันปลา)	3%	0.5%(3%ปลาหมึก+ 5%หัวกุ้งปน)

ที่มา :วิมล (2537)

3. วิตามิน เป็นสารที่สัตว์น้ำต้องการในปริมาณที่น้อย แต่ขาดไม่ได้ มาจาก vital+amine หมายถึงสารประกอบที่สำคัญเท่าชีวิต สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดจากการสังเคราะห์ วิตามินที่สำคัญต่อสัตว์น้ำมีประมาณ 15 ชนิด ดังนี้

ก. กลุ่มที่ละลายในไขมัน น้ำมัน เนย อีเทอร์ และแอลกอฮอล์มี 4 วิตามินดังนี้

- วิตามินเอ ช่วยเกี่ยวกับการมองเห็น ช่วยเร่งการเจริญเติบโต รักษาเยื่อระบบต่างๆให้แข็งแรง ควบคุมการสร้างเซลล์ใหม่ และกระตุ้นให้เป็นไปอย่างปกติ สัตว์ทุกชนิดต้องการวิตามินเอ ในพืชไม่มีวิตามินเอ แต่จะแฝงอยู่ในรูปคาโรทีนมีสีเหลือง หรือ pro vitamin A ซึ่งร่างกายสัตว์สามารถเปลี่ยนให้เป็นวิตามินเอ หรือ active vitamin A ได้ แต่ปลาไม่สามารถเปลี่ยนได้ เนื่องจากขาดน้ำย่อยที่แตกโมเลกุลของคาโรทีนไปเป็นวิตามินเอ ถ้าขาดวิตามินเอ ปลาตาขุ่น ตาบวม ปูด และอักเสบ การสร้างกระดูกอ่อน และกระดูกเป็นไปอย่างไม่ปกติทำให้กระดูกงอหักงอ เจริญเติบโตช้า แหล่งวิตามินเอพบในผัก ผลไม้สีเขียว และสีเหลือง น้ำมันตับปลา นม ไข่แดง ถ้าได้รับวิตามินเอมากเกินไป เกิดการสะสมในร่างกายเกิดพิษ (เพราะร่างกายไม่สามารถขับออกมาได้เหมือนวิตามินที่ละลายในน้ำ) ได้แก่ ตับโต ม้ามโต

- วิตามินดี ร่างกายสามารถสร้างได้ โดยปฏิกิริยากับแสงแดดต่อร่างกาย วิตามินดีมีบทบาทในการใช้ประโยชน์ของแคลเซียม และฟอสฟอรัส ทำหน้าที่ดูดซึมฟอสฟอรัส และกรดอะมิโนที่อยู่ในไตกลับคืนมา มีส่วนร่วมในการสร้างฟัน มีส่วนในการเจริญของกระดูก วิตามินดีมีหลายรูปแบบ แต่ที่สำคัญคือวิตามินD₂ และวิตามินD₃ ถ้าขาดวิตามินดีทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ของ

แคลเซียม และฟอสฟอรัสได้เต็มที่ อัตราการตายลดลง แหล่งที่มีวิตามินดีคือไข่ไก่ น้ำมันตับปลา ตับ ยีสต์ และอาหารที่นำมาผึ่งแดด ถ้าได้รับวิตามินดีมากเกินไป (เพราะร่างกายไม่สามารถขับออกมาได้ เหมือนวิตามินที่ละลายในน้ำ) วิตามินที่เหลือใช้เป็นพิษต่อตับ ทำให้ตับพิการ การเจริญเติบโตชะงัก ทำให้กระดูกโพรง

- วิตามินอี เป็นวิตามินที่ทนต่อความร้อน มีบทบาทป้องกันสารที่มี double bond ในกล้ามเนื้อเรียบไม่ให้ถูก oxidize ไป (ป้องกันการหืน) หรือเป็น antioxidant ช่วยรักษาคุณสมบัติ ในการให้สารซึมผ่านเซลล์ของเส้นเลือดฝอย และหัวใจ ควบคุมกล้ามเนื้อหัวใจให้ทำงานได้ปกติ ช่วย ในการฟักไข่ของปลา ถ้าขาดวิตามินอีทำให้เจริญเติบโตช้า โลหิตจาง ระบบสืบพันธุ์ผิดปกติ หรือเป็น หมัน ตัวอ้วน อัตราการตายสูง ตับเหลือง ตับมีไขมันมาก เม็ดเลือดเปราะ ตกลูกที่โต ท้องบวม ตัวสี ซีด ตาโปน ลำตัวและครีบมีสีซีด กระพุ้งเหงือกบิดเบี้ยว แหล่งวิตามินอี มีในพืชสีเขียว และในเมล็ดพืช จมูกข้าวสาลี น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันข้าวโพด รำละเอียด ถ้าได้รับวิตามินอีมากเกินไป (เพราะ ร่างกายไม่สามารถขับออกมาได้เหมือนวิตามินที่ละลายในน้ำ) ทำให้ตับพิการ เบื่ออาหาร สิ้นตัวล้มตาย

- วิตามินเค จัดเป็นวิตามินที่เป็นส่วนประกอบเอนไซม์ที่ทำให้เลือดจับตัวแข็งเร็วขึ้น ป้องกันเลือดออกไม่หยุด ถ้าขาดวิตามินเคมีผลทำให้เลือดแข็งตัวช้าลง 3-5 เท่า แผลหายช้า ท้องบวม เลือดคั่งตามเหงือก และตา โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่มีเส้นเลือดฝอยไปหล่อเลี้ยง ถ้าปลาขาดวิตามินเค นานๆทำให้เป็นโรคโลหิตจาง แหล่งที่มีวิตามินเค ได้แก่ ใบพืชสด ปลาป่น เนื้อป่น และตับ

ข. กลุ่มที่ละลายในน้ำ พบในพืช ผักผลไม้ ยีสต์ มี 11 วิตามิน ดังนี้

- วิตามินบี1 หรือไทอามีน (Thiamine) ละลายได้ทั้งในน้ำ และแอลกอฮอล์ มีกลิ่น และรส คงสภาพได้ดีในสภาวะที่เป็นกรดอ่อน แต่สลายตัวได้ง่ายในสภาพเป็นกลางหรือด่าง เป็น ส่วนประกอบของ coenzyme a ร่วมในปฏิกิริยาสันดาปคาร์โบไฮเดรตให้สมบูรณ์ ถ้าขาดวิตามินบี1 ทำให้ปฏิกิริยาไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดการคั่งค้างของกรดไพรูวิก และกรดแลคติกในสมองและ กล้ามเนื้อ การใช้คาร์โบไฮเดรตไม่ได้ผล มีผลต่อการทำงานของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ ชัก ทำให้ปลาตกใจง่าย เสียการทรงตัวว่ายหมุนไปมา ที่ฐานครีบริบรอยซ้ำเลือด ท้องบวม ร่างกาย เจริญเติบโตช้า สมองไม่พัฒนา แหล่งวิตามินบี1 พบในยีสต์ เมล็ดพืชที่ป่นออก รำข้าว ปลาป่น ปัจจุบันสามารถสังเคราะห์ได้ ข้อควรระวังอย่าผสมวิตามินบี1ร่วมกับเนื้อปลาดิบ เพราะทำให้ลด ประสิทธิภาพของวิตามินบี 1

- วิตามินบี2 หรือไรโบฟลาวิน (Riboflavin) เป็นผลึกสีเหลือง ละลายทั้งในน้ำ แอลกอฮอล์ และในด่าง สลายตัวได้ง่ายในสภาพที่เป็นด่าง และถูกแสงแดด ทนความร้อนได้ดีใน สภาพแห้ง และทนต่อการออกซิไดซ์ในสภาพที่เป็นกรดหรือเป็นกลาง ร่วมในปฏิกิริยาการหายใจของ เนื้อเยื่อที่เส้นเลือดไปเลี้ยงน้อย เป็นสารร่วมสร้างพลังงานในขบวนการชีวเคมีต่างๆของร่างกาย องค์ประกอบของ enzyme ช่วยในการสลายตัวของน้ำตาล ช่วยร่างกายในการใช้ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้แลกเปลี่ยนออกซิเจนในเนื้อเยื่อที่สำคัญ เช่น ตา ทำงาน ร่วมกับวิตามินบี6 ในการเปลี่ยนทริปโตเฟนไปเป็นไนอาซิน หรือ nicotinic acid หรือวิตามินบี3 ซึ่ง ใช้ในลูป metabolism ถ้าขาดวิตามินบี2 ทำให้ระบบประสาทส่วนกลางทำงานผิดปกติ เม็ดเลือด แดงเสื่อมสมรรถภาพ เบื่ออาหาร ม่านตาผิดปกติ เลนส์ตาขุ่น โรคกลัวแสง ตาแดง ขี้ตา ตาบอด ปอด หัวใจขาด ไตพิการ หัวฟู ตัวสั้น ป้อม ผิวคล้ำ หนวดกุด เหงือกซีด ตับซีด ตกลูกตามลำตัวและ

ครีป อัตราการตายต่ำ แหล่งวิตามินบี2 ได้แก่ นม ตับ หัวใจ ยีสต์ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ไข่ ปลาปน กุ้ง ปน และมูลสัตว์ ข้อควรระวังควรป้องกันไม่ให้โดนแสงแดด

- วิตามินบี3 หรือไนอาซิน (nicotinic acid) เป็นผลึกสีขาว ละลายได้ทั้งในน้ำ และแอลกอฮอล์ ทนความร้อนทั้งในสภาพที่เป็นกรด และด่าง เป็นตัวร่วมในปฏิกิริยาถ่ายอิเล็กตรอน ช่วยเผาผลาญไขมันและโปรตีนในร่างกาย ทำงานร่วมในขบวนการทางชีวเคมี มีองค์ประกอบเป็นสารที่สำคัญซึ่งทำงานร่วมในปฏิกิริยาต่างๆมากมายในร่างกาย ถ้าขาดวิตามินบี3 เบื่ออาหาร ภาวะและลำไส้ใหญ่เป็นแผลบวม ประสาทผิดปกติ ผิวหนังมีลักษณะแห้งไหม้เป็นแห่งๆ กล้ามเนื้อกระดูกเคลื่อนไหวช้า วัยน้ำผิดปกติ เสียการทรงตัว ขากรรไกรผิดปกติ ตกเลือดที่ผิวหนังและครีป แหล่งวิตามินบี3 ได้แก่ ยีสต์ ตับ ไต หัวใจ ถั่ว ผักสีเขียว ข้าวสาลี นม และไข่

- วิตามินบี5 หรือกรดแพนโทเทนิค (Pantothenic acid) เป็นน้ำมันสีเหลือง ใช้ในรูปผลึกของเกลือแคลเซียมสีขาว ทนต่อ oxidizing และ reducing agent สลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อนสูง เป็นองค์ประกอบของ coenzyme A เกี่ยวข้องกับการสร้างพลังงานจากสารอาหารพวกโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต มีส่วนช่วยในการสังเคราะห์ไขมัน คอเลสเตอรอล เม็ดเลือดแดง สารฮอร์โมน จากสเตอรอยด์ ถ้าขาดวิตามินบี5 ปลายเหตุกินอาหาร เบื่ออาหาร การเจริญเติบโตลดลง ผิวหนังตกเลือด โลหิตจาง มีเลือดคั่งบริเวณซี่โครงทำให้ซี่โครงบวม และปลายซี่โครงแผ่เป็นแผ่นรวมกัน ผิวหนังเป็นแผล วัยน้ำผิดปกติ แหล่งกรดแพนโทเทนิค ข้าว ข้าวสาลี ยีสต์ ตับ ไต หัวใจ ม้าม เนื้อปลา ถั่วลิสง และcalcium pantothenic

- วิตามินบี6 หรือไพริดอกซิน (Pyridoxine) สลายตัวได้ง่ายเมื่อโดนแสง ทนต่อความร้อนทั้งในสภาพที่เป็นกรด และด่าง ร่วมปฏิกิริยาในการสันดาปโปรตีนให้เป็น ATP ร่วมกับวิตามินบี2 ในการเปลี่ยนทริโตนไปเป็นไนอาซิน หรือ nicotinic acid มีส่วนร่วมในการสร้าง mRNA เป็น coenzyme สำหรับใช้ protein catabolism ช่วยสร้าง antibody ถ้าขาดวิตามินบี6 ทำให้หายใจเร็ว เลือดออกตามผิวหนัง ระบบประสาทผิดปกติ เกิดตึง ตาโปน หงุดหงิดกระวนกระวาย วัยน้ำหนา ตายกระทันหัน และตัวแข็งหลังจากตายอย่างรวดเร็ว แหล่งวิตามินบี6 ได้แก่ ยีสต์ ข้าว เมล็ดธัญพืช ไข่แดง ตับ นม

- วิตามินบี7 หรือไบโอติน (Biotin) ละลายได้ในน้ำ และละลายในแอลกอฮอล์ได้เล็กน้อย ทนต่อความร้อน และแสง แต่ถูกทำลายได้ด้วยกรด ด่าง หรือ oxidizing agent เป็นตัวร่วมในการถ่ายเทคาร์บอนไดออกไซด์ เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ไขมันในปฏิกิริยา elongationให้มีโครงสร้างยาวขึ้น มีส่วนในขบวนการสร้างพลังงานจากสารอาหาร และสังเคราะห์สารจากแอมโมเนียที่ต้องการกำจัดทิ้ง การแบ่งเซลล์ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต มีความสำคัญต่อระบบประสาท และกล้ามเนื้อ ถ้าขาดวิตามินบี7 การเจริญเติบโตลดลง มีแผลที่ลำไส้ใหญ่ กล้ามเนื้อลีบและกระดูก มีแกนซี่โครงหนา แต่ซีด วัยน้ำผิดปกติ สัตว์ซีด แหล่งวิตามินบี7 ได้แก่ ตับ ไต ยีสต์ นม ไข่ ไบโอตินสังเคราะห์

- วิตามินบี8 หรืออินโนซิทอล (Inositol) ผลึกสีขาว ละลายได้ในน้ำ แต่ไม่ละลายในแอลกอฮอล์หรืออีเทอร์ เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ เปรียบเสมือนกาวยึดเซลล์เข้าด้วยกัน ทำหน้าที่ร่วมกับ Choline ในการรักษาระดับไขมันในร่างกายไม่ให้ไปสะสมที่ตับ เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตของกล้ามเนื้อ ถ้าขาดวิตามินบี8 เจริญเติบโตช้า การย่อยช้า ท้องบวมมีน้ำขัง โลหิตจาง สีคล้ำ ไขมันสะสมที่ตับมาก มีผลตามตัวและครีป ลำไส้เล็กมีสีเทา ตกเลือดในลำไส้เล็ก แหล่งวิตามินบี8 ได้แก่ ถั่ว สมอ หัวใจ ยีสต์ กากสับหรือมะนาว

- วิตามินบี9 หรือโฟลิก (Folic acid) ผลึกรูปสี่เหลี่ยม ละลายได้ทั้งในน้ำ และในแอลกอฮอล์อย่างเจือจาง ตกตะกอนกับเกลือของโลหะ ในสภาพที่เป็นกรดสลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อนหรือแสงแดด มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตเป็น growth factor และป้องกันโรคโลหิตจางในปลา สร้างเม็ดเลือดแดงที่ส่วนหน้าของไต เป็นตัวรับส่งคาร์บอนเดี่ยวในร่างกาย ถ้าขาดวิตามินบี9 เบื่ออาหาร เหงือกซีด โลหิตจาง ตกเลือดที่ไต และลำไส้เล็ก เม็ดโลหิตแดงมีลักษณะเป็นรูปปากบี้ตื้นเป็นคูปู มีน้ำในช่องท้อง สีตัวคล้ำ ครีบบางขาดง่าย การเจริญเติบโตลดลง แหล่งวิตามินบี9 ได้แก่ ใบพืชสีเขียว ยีสต์ ตับ ไต เนื้อและเครื่องในปลา ถั่วเหลือง เมล็ดธัญพืช

- วิตามินบี12 หรือ Cyanocobalamin ในรูปผลึกสีแดง ทนความร้อนได้เล็กน้อย เมื่ออยู่ในสภาพเป็นกลาง สลายตัวได้ง่ายในสภาพเป็นกรดหรือด่าง ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง ทำหน้าที่ร่วมกับกรดโฟลิกในการสร้างเม็ดเลือดแดง รักษาสภาพของเนื้อเยื่อสมอง ช่วยสังเคราะห์คอเลสเตอรอล ถ้าขาดวิตามินบี12 เม็ดเลือดแดงแตกง่าย และมีรูปร่างผิดปกติ ปริมาณ Hemoglobin ต่ำ โลหิตจาง coenzyme แหล่งวิตามินบี12 ได้แก่ ปลาปน เครื่องในปลา ตับ ไต อาหารที่ใส่วิตามินบี12 ควรเก็บในที่เย็น และไม่ควรเก็บไว้นาน

- โคลีน (Choline) ละลายในน้ำทนความร้อนเมื่ออยู่ในสภาพเป็นกรด สลายตัวในสภาพเป็นด่าง เพราะโคลีนเป็นด่างแก่ เป็นองค์ประกอบของเซลล์ช่วยในการลำเลียงไขมัน ทำหน้าที่ร่วมกับวิตามินบี8 ในการรักษาระดับไขมันในร่างกายไม่ให้ไปสะสมที่ตับ ใช้ในการสร้างสารประกอบใหม่ๆ ที่ร่างกายต้องการ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้สารอาหาร ถ้าขาดโคลีน การเจริญเติบโตลดลง ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลาต่ำ มีไขมันสะสมที่ตับ ตกเลือดที่ไตและลำไส้เล็ก ตับโต ลำไส้และไตแดงซ้ำ แหล่งโคลีน ได้แก่ ไข่แดง เครื่องในสัตว์ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง จมูกข้าว ข้าวโอ๊ต กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก เนื้อสัตว์

- วิตามินซี (Ascorbic acid) เป็นผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่นละลายในน้ำ เมื่ออยู่ในสภาพที่เป็นด่างถูก oxidized ไปเป็น dehydroascorbic acid ได้ง่าย มีประสิทธิภาพของการทำงานต่ำ สลายตัวง่ายเมื่อโดนความร้อน เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ เกี่ยวกับสร้างโปรตีน คอลลาเจน เม็ดเลือดแดง ภูมิคุ้มกัน สร้างกระดูกอ่อน และกระดูก ช่วยให้แผลหายเป็นปกติ ถ้าขาดวิตามินซี ทำให้การสร้างกระดูกอ่อน และกระดูกผิดปกติ กระดูกสันหลังคดงอ กระดูกอ่อนที่ครีบ ขากรรไกรผิดปกติ เหงือกอ่อนแอไม่เจริญเท่าที่ควร เนื้อบริเวณฐานครีบแดงซ้ำ เป็นแผลหายช้า มีการตกเลือดที่ตา ปาก เพดานปาก ตามกระพุ้งเหงือก ตามลำตัว ตับ ไต ลำไส้เล็ก และกล้ามเนื้อ ความต้านทานโรคลดลง การเจริญเติบโตลดลง ตัวดำ ตาย แหล่งวิตามินซี ได้แก่ กะหล่ำ ส้ม มะนาว แผลง ตับ ไต หนึ่ปลา วิตามินซีสังเคราะห์

ปกติวิตามินมีอยู่บ้างในวัสดุที่นำมาทำอาหารสัตว์น้ำอยู่แล้ว แต่เพื่อป้องกันการขาดวิตามินอาจต้องผสมเพิ่มเข้าไป (ประเสริฐ และคณะ, 2525; กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, 2534 และ นฤมล, 2549)

4. แร่ธาตุ เป็นสารอาหารที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของปลาหรือสัตว์น้ำ ให้กิจกรรมต่างๆ ภายในร่างกายดำเนินไปอย่างปกติ เพื่อทำไปสร้างเนื้อเยื่อต่างๆ เพื่อเป็นโครงสร้างของร่างกาย ระบบการจัดสมดุลย์ ปลาได้รับแร่ธาตุหลายชนิดจากน้ำผ่านทางเหงือก และบางส่วนจากวัสดุที่นำมาทำอาหารแต่ก็ยังไม่เพียงพอกับความต้องการ เพราะบางส่วนสูญเสียไประหว่างขั้นตอนการผลิต หรือปลาใช้ประโยชน์ธาตุนั้นๆ จากวัตถุดิบได้น้อย ยากต่อการย่อย และดูดซึม จึงจำเป็นต้องได้รับจากอาหาร แบ่งแร่ธาตุออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

ก. แร่ธาตุหลัก (Macro mineral) เป็นแร่ธาตุหลักที่ร่างกายต้องการในปริมาณที่มากมี 7 ธาตุแต่มีเพียง 3 ธาตุที่ต้องใส่เพิ่มในอาหาร ดังนี้

1. แคลเซียม Calcium (Ca) เป็นสารหลักในการสร้างกระดูก เกล็ด การหดตัวของกล้ามเนื้อ การแข็งตัวของเลือด น้ำย่อยได้แก่ Lipase และ Protease การทำงานของระบบประสาท การจัดสมดุลในร่างกาย ปลาดูดซึมแคลเซียมจากน้ำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำว่าเป็นน้ำอ่อน หรือน้ำกระด้าง และปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำและในอาหารถ้ามีมากพอมีผลทำให้ปลาดูดซึมแคลเซียมจากน้ำได้มากขึ้น ส่วนการดูดซึมแคลเซียมในลำไส้ของปลานั้นต้องอาศัยวิตามิน D₃ เป็นตัวช่วยจึงดูดซึมได้ดี อาหารสัตว์น้ำที่มีส่วนประกอบวัตถุดิบจากพืชในปริมาณที่มากส่งผลให้ประสิทธิภาพการดูดซึมแคลเซียมลดลง นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเป็นด่างในทางเดินอาหาร ถ้าทางเดินอาหารมีสภาพเป็นกรดปลาสามารถใช้ประโยชน์จากแคลเซียมในอาหารได้ดีกว่า

2. ฟอสฟอรัส Phosphorus (P) เป็นธาตุที่จำเป็นในการสร้างกระดูกร่วมกับแคลเซียม สร้างพลังงาน และเป็นองค์ประกอบของเซลล์เมมเบรน เป็นรหัสของกรรมพันธุ์ควบคุมการสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโต ใช้ในรูปอินทรีย์ และอนินทรีย์ ปลาดูดซึมฟอสฟอรัสได้จากน้ำได้แต่ในปริมาณที่น้อย ปลาดูดซึมฟอสฟอรัสจากอาหารได้ดีกว่าแต่ขึ้นอยู่กับแหล่งวัตถุดิบฟอสฟอรัสในอาหาร ถ้าเป็นพืชดูดซึมได้น้อยมาก แต่ถ้าเป็นสัตว์ เช่นปลาป่นดูดซึมได้ดีพอสมควร ปลาที่มีกระเพาะ เช่น ปลาดุก ปลาช่อน ดูดซึมฟอสฟอรัสได้ดีกว่าปลาที่ไม่มีกระเพาะ เช่น ปลาไน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปริมาณแคลเซียมในอาหารอีกด้วยเพราะถ้ามีแคลเซียมมากเกินไปทำให้ปลาย่อยฟอสฟอรัสได้น้อยลง ถ้าขาดฟอสฟอรัส ปลาเติบโตช้า หัวกระโหลก และกระดูกของปลาสั้นกว่าปกติ

3. แมกนีเซียม Magnesium (Mg) ประมาณร้อยละ 70 ของแมกนีเซียมอยู่ในกระดูกและเกล็ด เป็นตัวช่วยเสริมให้ enzyme ในร่างกายใช้ประโยชน์จาก ไขมัน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ช่วยสร้างกระดูก มีบทบาทต่อร่างกายในการใช้วิตามินบี1 แมกนีเซียมมีมากทั้งในเนื้อเยื่อของพืช และสัตว์ แต่ปลาสามารถนำแมกนีเซียมในเนื้อเยื่อสัตว์ไปใช้ได้มากกว่า ปลาดูดซึมแมกนีเซียมได้จากน้ำเช่นกัน แต่ในน้ำจืดมีแมกนีเซียมน้อยไม่พอเพียงจำเป็นต้องได้จากอาหาร แต่ปลาทะเลไม่ต้องการเพราะได้แมกนีเซียมจากน้ำทะเลเพียงพอ ปลาที่ขาดแมกนีเซียม มีอาการชัก ขากรรไกรแข็ง แต่ถ้าได้รับแมกนีเซียมมากเกินไปทำให้ปลามีอาการทางประสาท

ข. แร่ธาตุรอง (Trace mineral) เป็นแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการในปริมาณที่น้อยมากมี 7 ธาตุดังนี้

1. เหล็ก (Fe) ในรูปอนุมูล ferrous (Fe⁺⁺) เป็นประโยชน์ต่อปลาเนื่องจากปลาดูดซึมได้ดี เหล็กเป็นตัวนำออกซิเจนในปลา และมีผลต่อระบบเอนไซม์ในร่างกาย เป็นองค์ประกอบเม็ดเลือดแดง ถ้าขาดเหล็กทำให้เป็นโรคโลหิตจาง

2. ไอโอดีน Iodine (I) เป็นองค์ประกอบของฮอร์โมนที่ช่วยป้องกันโรคคอหอยพอก ถ้าขาดไอโอดีนทำให้เกิดโรคคอหอยพอกในปลา

3. สังกะสี Zinc (Zn) เป็นองค์ประกอบเอนไซม์ย่อยโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต เป็นส่วนสำคัญในโครงสร้างและหน้าที่ของอินซูลินมีบทบาทในความอยากอาหาร ถ้าขาดสังกะสีส่งผลให้ปลามีเลนส์ตาผิดปกติ

4. ซีลีเนียม Selenium (Se) ทำหน้าที่คล้ายวิตามินอี ช่วยการคงสภาพของเซลล์เมมเบรน ป้องกันโรคตับล้มเหลว (Liver necrosis) และ White muscle แต่ถ้าได้รับมากเกินไปมีผลทำให้ปลาโตช้า อัตราการตายสูง

5. ทองแดง Copper (Cu) เป็นองค์ประกอบของ Hemocyanin ของเลือดในสัตว์มีเปลือก ได้แก่ กุ้ง ปู ช่วยการพัฒนาการกระดูก จำเป็นต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง ถ้ามีมากเกินไปส่งผลให้ปลาโตช้า และเป็นโรคโลหิตจาง เนื่องจากทองแดงไปขัดขวางการดูดซึมธาตุเหล็ก

6. แมงกานีส Manganese (Mn) เป็นองค์ประกอบเอนไซม์ที่ย่อย ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต เกี่ยวข้องกับการสร้างกระดูก การสร้างเม็ดโลหิตแดง และการเป็นหมัน

7. โคบอลต์ Cobalt (Co) จำเป็นในการสร้างวิตามินบี 12 และเม็ดเลือดแดง

ปริมาณแร่ธาตุที่สัตว์น้ำต้องการที่นำมาผสมในอาหารตามตารางที่ 8 (ประเสริฐ และคณะ, 2525; กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, 2534 และ วิลล, 2537)

ตารางที่ 8 ปริมาณแร่ธาตุที่สัตว์น้ำต้องการ

แร่ธาตุ	ปริมาณ
แคลเซียม (%)	0.3-0.5
ฟอสฟอรัส (%)	0.6
แมกนีเซียม (%)	0.04-0.05
เหล็ก (มก./กก.)	30
ไอโอดีน (มก./กก.)	1-5
สังกะสี (มก./กก.)	150
ซีลีเนียม (มก./กก.)	0.15-0.40
ทองแดง (มก./กก.)	1.5-5.0
แมงกานีส (มก./กก.)	12
โคบอลต์ (มก./กก.)	0.05
ที่มา :วิลล (2537)	

การย่อยอาหาร (Digestion)

อาหารสัตว์น้ำมีประโยชน์หรือไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการย่อย และดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ของสัตว์น้ำหรือปลา โดยมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่ออัตราการย่อยอาหาร ดังนี้

1. ชนิดของสัตว์น้ำ มีความแตกต่างในระบบทางเดินอาหาร ทำให้ปลาหรือสัตว์น้ำย่อยอาหารแต่ละชนิดได้ไม่เท่ากัน เช่น ปลาที่มีกระเพาะสามารถย่อยฟอสฟอรัสในกระดูกป่นได้ แต่ปลาในวงศ์ Cyprinidae ไม่มีกระเพาะที่แท้จริง ไม่สามารถย่อยฟอสฟอรัสในกระดูกป่นได้

2. อายุของสัตว์น้ำ สัตว์น้ำหรือปลาที่อายุน้อยระบบการย่อยอาหารยังไม่พัฒนาอย่างเต็มที่ ทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยสารอาหาร เช่น โปรตีน และแป้ง ได้น้อยกว่าปลาที่โตแล้ว

3. ความเครียด ที่เกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ โรค สิ่งแวดล้อม มีผลทำให้การย่อยอาหารผิดปกติ เช่น การขนย้ายปลา ทำให้ปลาไม่กินอาหาร และขับถ่ายมากผิดปกติ

4. อุณหภูมิ ปลาเป็นสัตว์เลือดเย็น อุณหภูมิร่างกายจึงเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ น้ำที่อาศัยอยู่ เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปลากินอาหารได้มากเพราะระบบย่อยอาหารทำงานเร็วขึ้น มีน้ำย่อยออกมามาก และน้ำย่อยมีประสิทธิภาพมากขึ้น ปลากินอาหารในฤดูร้อนได้ดีกว่าในฤดูหนาว

5. องค์ประกอบของอาหาร ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญเพราะเกษตรกร หรือผู้ผลิตอาหารสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยให้สูงขึ้นได้ดังนี้

5.1 ชนิดวัตถุดิบ โดยทั่วไปสัตว์น้ำสามารถย่อยวัตถุดิบที่มาจากสัตว์ได้ดีกว่าพืช เนื่องจากพืชมีผนังเซลล์ที่หนาและแข็งแรงกว่าสัตว์ ทำให้ยากต่อการย่อยทำให้ไม่สามารถดึงสารอาหารนั้นๆออกมาใช้ประโยชน์ได้

5.2 ขนาดวัตถุดิบ ปลาย่อยวัตถุดิบขนาดเล็กที่บดละเอียดได้ดีกว่าวัตถุดิบขนาดใหญ่หรือหยาบ เพราะน้ำย่อยสามารถเข้าได้ทั่วถึงวัตถุดิบเล็กได้มากกว่าวัตถุดิบใหญ่

5.3 ความสุขของวัตถุดิบ โดยเฉพาะแป้งถ้าทำให้สุกโดยการนึ่งหรือต้มมีประโยชน์กับปลามากกว่าแป้งดิบ เพราะแป้งดิบไปจับตัวทางเคมีกับน้ำย่อยในทางเดินอาหาร ทำให้น้ำย่อยมีประสิทธิภาพลดลง

5.4 ปริมาณแป้งในอาหาร ปลามีน้ำย่อยแป้งได้ปริมาณจำกัด หากมีแป้งมากเกินไปความสามารถของน้ำย่อย ส่งผลให้ประสิทธิภาพการย่อยแป้งลดลง และยังทำให้ปลาย่อยโปรตีนได้น้อยลงอีกด้วย เนื่องจากแป้งที่ไม่ถูกย่อยสามารถเคลื่อนที่ผ่านทางเดินอาหารได้อย่างรวดเร็วพร้อมกับนำไปโปรตีนบางส่วนออกตามไปด้วย

ความสามารถของปลาในการย่อยวัตถุดิบ จากตารางที่ 9 มีส่วนช่วยในการตัดสินใจเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมมาใช้ในการทำอาหารปลา (กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, 2534)

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์การย่อยโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตของปลาใน และปลาดุกจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ

วัตถุดิบ	% การย่อยโปรตีน		% การย่อยไขมัน		% การย่อยคาร์โบไฮเดรต	
	ปลาไน	ปลาดุก	ปลาไน	ปลาดุก	ปลาไน	ปลาดุก
สาหร่าย	65.8	-	-	-	-	-
แห่น	80	-	-	-	-	-
ปลาป่น	90.3	85.2	-	-	-	-
เนื้อป่น	-	75	-	-	-	-
ขนนกป่น	-	68.5	-	-	-	-
เลือดป่น	84.7	-	-	-	-	-
ไข่แดง	95.3	-	-	-	-	-
แป้งมันสำปะหลัง	-	-	-	-	95.5	-
เมล็ดข้าวโพดสุก	88	-	79	76	84.3	66
แป้งมันฝรั่งดิบ	-	-	-	96	-	78
แป้งมันฝรั่งสุก	-	-	-	-	54	-
แป้งข้าวโพด	-	-	-	-	85	-
ข้าวเจ้าป่น	89.5	85.2	91.5	97	90.0	-
ข้าวสาลี	85.5	83.8	-	96	-	59
กากถั่วเหลือง	78.1	79.2	86.0	81	83.5	-
กากถั่วลิสง	92.1	-	90.5	-	73.9	-
กากฟ้าย	77	-	87	81	39.4	17

ตารางที่ 9 (ต่อ)

วัตถุดิบ	% การย่อยโปรตีน		% การย่อยไขมัน		% การย่อยคาร์โบไฮเดรต	
	ปลาไน	ปลาดุก	ปลาไน	ปลาดุก	ปลาไน	ปลาดุก
กากเมล็ดทานตะวัน	76.6	-	86.4	-	26.7	-
เมล็ดยาสูบ	92	-	-	-	71	-
รำ	-	71	-	-	-	-
น้ำมันข้าวโพด	-	-	-	97.3	-	-
น้ำมันปลา	-	-	-	97	-	-
อาหารสำเร็จรูป	87.2	91.3	82.8	97.3	73.7	80.7

อาหารธรรมชาติ

อาหารสัตว์น้ำแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ อาหารที่ผลิต และอาหารธรรมชาติ โดยอาหารธรรมชาติเกิดขึ้นเองในแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน ตัวอ่อนแมลง ไข่เดือนน้ำ สัตว์เกาะติด พรรณไม้น้ำ กุ้ง และปลา ปัจจุบันมีอาหารธรรมชาติหลายชนิดที่สามารถผลิตได้และนำมาใช้อุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ทำให้มีอัตราการตายสูง เพราะอาหารธรรมชาติมีคุณค่าทางโภชนาการสูง แบ่งได้ดังนี้

ก. แพลงก์ตอนพืช ได้แก่ *Chaetoceros* spp. *Chlorella* spp. *Spirulina* spp. (ภาพที่ 1)

1. *Chaetoceros* spp เป็น สาหร่ายจำพวก Diatom มีโปรตีน 36.1% คาร์โบไฮเดรต 49.2% และไขมัน 20.7% (Ben-Amos *et al.*, 1987 อ้างตาม สุพิศและคณะ, 2538) มีสีเหลืองใช้เลี้ยงกุ้ง ปู วัย zoea

2. *Chlorella* spp. เป็นสาหร่ายสีเขียวมีโปรตีนสูงถึง 51-58% ไขมัน 14-22% คาร์โบไฮเดรต 12-17% (Becker, 2007) ไฟเบอร์ วิตามิน และแร่ธาตุ ใช้เป็นอาหารโรติเฟอร์ และไรแดง

3. *Spirulina* spp. หรือสาหร่ายเกลียวทอง เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ผนังเซลล์บาง มีโปรตีนสูงถึง 63% คาร์โบไฮเดรต 18% ไขมัน 5% เกลือ 9% ความชื้น 5% (ยุวดี, 2544) กรดอะมิโนที่จำเป็นทุกชนิด วิตามิน และแร่ธาตุ และยังมีรงควัตถุ หรือสารสีอีกด้วย ใช้ในอาหารผสมเลี้ยงลูกปลาวัยอ่อน และเลี้ยงปลาสวยงาม



ก



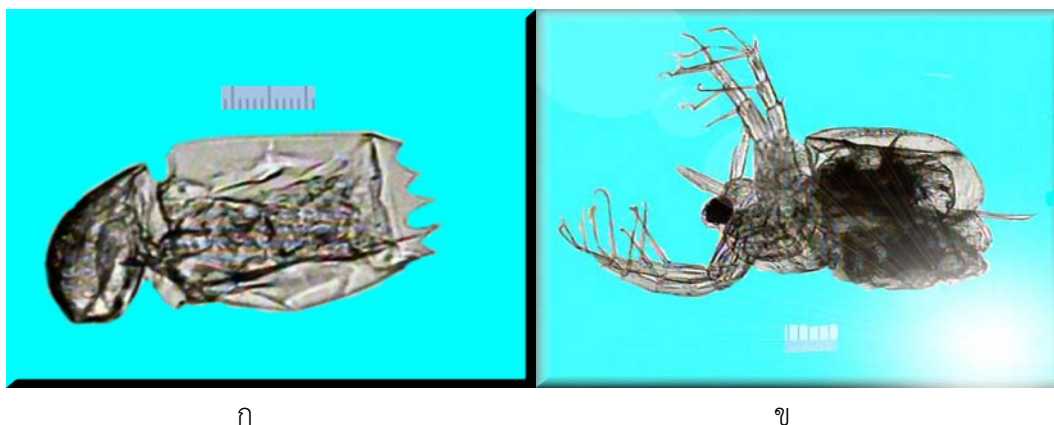
ข

ภาพที่ 1 *Chlorella* sp. (ก) และ *Spirulina* sp. (ข)

ข. แพลงก์ตอนสัตว์ได้แก่ โรติเฟอร์ และ ไรแดง (ภาพที่ 2)

1. โรติเฟอร์ ที่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงได้ในปริมาณมากคือ *Brachionus plicatilis* Muller, 1786 อยู่ใน Phylum Rotifera มีโปรตีน 60.48-65.03% ไขมัน 8.35-14.90% และเถ้า 14.93-18.12% นำมาเลี้ยงลูกกุ้งทะเลระยะ Mysis ทดแทนไรน้ำเค็ม หรือ Artemia ที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ (วารินทร์ และคณะ, 2548) และยังเป็นอาหารลูกปลากระพงขาว ปลากระรัง และปลากระพงแดง (ธิดา และคณะ, 2531)

2. ไรแดง ที่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงได้ในปริมาณมากคือ *Moina macrocopa* (Straus, 1820) อยู่ใน Phylum Arthropoda อันดับ Cladocera มีฝา (valve) หุ้ม 2 ฝาแต่ปิดไม่สนิท (ธนาภรณ์ และวิรัชย์, 2550) มีโปรตีนสูง 74.09% คาร์โบไฮเดรต 12.5% ไขมัน 10.19% เถ้า 3.47% (สันทนา, 2529) นำมาอนุบาลลูกปลาน้ำจืด และเลี้ยงปลาสวยงาม



ภาพที่ 2 (ก) *Brachionus plicatilis* Muller, 1786 และ(ข) *Moina macrocopa* (Straus, 1820)

การสร้างสูตรอาหาร (Feed formulation)

อาหารสัตว์น้ำโดยทั่วไปมีส่วนผสมของวัสดุอาหารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เพราะไม่มีวัสดุอาหารใดที่มีโภชนาการครบถ้วน การสร้างสูตรอาหารคือการหาส่วนผสมของอาหารที่ให้โภชนาการ เช่น โปรตีน หรือพลังงาน ตามที่ต้องการ การสร้างสูตรอาหารได้เอง สามารถเลือกใช้วัสดุอาหารในท้องถิ่น (ตารางที่ 10, 11 และ 12) ที่มีราคาถูก หาได้ง่าย ช่วยลดต้นทุนการผลิตสัตว์น้ำได้ (ประเสริฐ และคณะ, 2525; กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ, 2534 และ วิมล, 2537)

ตารางที่ 10 องค์ประกอบวัสดุอาหารท้องถิ่น

วัสดุอาหาร	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	กาก	NFE	เถ้า
ปลาป่น	9.7	55	6	2.4	3.3	24.6
ปลาสด	67.5	18.0	13.0	0	0	1.5
เลือดป่น	10.4	81.5	1.0	0.7	1.6	4.8
ขนไก่ป่น	8.1	84.2	2.8	1.0	0.5	3.4
เนื้อและกระดูกป่น	7.4	49.1	10.3	2.6	0.7	29.9

ตารางที่ 10 (ต่อ)

วัสดุอาหาร	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	กาก	NFE	เถ้า
กุ้งปน	10.	40.6	2.6	14.2	2.6	30.0
เศษไก่ปน	6.5	57.5	15.0	2.3	3.1	15.6
ใส่ไก่	73.7	13.9	11.2	0	0	1.2
ปลาหมึกปน	8.1	74.8	8.8	0	4.9	3.4
ปูปน	6.5	31.0	2.1	10.6	13.7	36.1
กากถั่วเหลือง	11.8	46.9	1.3	6.5	25.1	8.4
กากถั่วลิสง	7.0	48.0	5.8	7.0	27.1	5.1
กากเมล็ดฝ้าย	9.8	41.7	1.5	11.3	28.8	6.9
กากเมล็ดงา	8.0	40.4	10.6	6.4	24.2	10.4
กากมะพร้าวอัด	8.5	20.8	6.3	12.0	45.4	7.0
ใบกระถินปน	10.0	23.9	2.9	9.4	49.5	3.2
ปลายข้าว	11.6	7.1	1.4	0.5	75.2	4.2
รำละเอียด	10.0	12.2	11.8	12.3	40.6	13.1
ข้าวโพด	11.2	9.4	0.2	0.8	77.2	1.2
ข้าวสาลี	12.1	12.0	1.7	2.5	70.0	1.7
รำข้าวสาลี	12.1	14.7	4.0	9.9	53.5	5.8
ข้าวฟ่าง	11.2	10.6	3.0	1.9	71.4	1.9
มันสำปะหลัง	13.5	2.2	0.5	3.0	71.8	5.0

NFE คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำ

ตารางที่ 11 องค์ประกอบของวัตถุดิบ และวัตถุดิบแปรรูป

วัสดุอาหาร	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	คาร์โบไฮเดรต	เถ้า	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	ไนโตรเจน	โปแตสเซียม
ปลาปน	63.9	6.8	0.6	4.0	17.6	4.14	2.67	10.22	0.4
ปูปน	31.6	2.1	10.3	7.2	40.9	15.15	1.63	5.05	0.45
กากถั่วเหลืองปน	44.3	5.3	5.7	29.6	6.0	0.29	0.66	7.09	1.77
รำละเอียด	12.4	13.16	11.6	39.9	13.3	0.08	1.36	1.98	1.74
กากมะพร้าว	20.0	11.6	11.5	42.6	6.0	0.21	0.64	3.41	1.95
กากถั่วลิสง	43.5	7.6	13.3	23.4	5.2	0.16	0.45	6.96	1.15
รำข้าวสาลี	16.4	4.5	10.0	53.1	6.1	0.13	1.29	2.62	1.23
ยีสต์แห้ง	38.8	1.9	6.1	30.2	14.0	-	-	6.21	-
เลือดปน	82.2	1.9	0.9	0.9	5.7	0.32	0.25	13.15	0.09
กระดูกปนอบไอน้ำ	7.5	1.2	1.5	3.2	82.1	30.14	14.53	1.2	-
แป้งสาลีขาว	10.8	0.9	0.3	75.6	0.4	0.02	0.09	1.73	0.05
กากเมล็ดป่าน	35.2	4.6	8.9	36.7	5.7	0.37	0.86	5.63	1.24
ข้าวโพด	8.5	3.8	2.0	68.0	1.2	0.02	0.27	1.36	0.28

ตารางที่ 12 ปริมาณธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสในสารที่ใช้เติมอาหารผสม

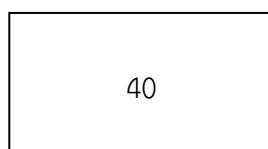
ชนิด	%แคลเซียม	%ฟอสฟอรัส
กระดูกป่นแห้ง	29.0	13.6
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	26.5	20.5
หินปูนบด	33.8	-
ถ่านกระดูก	22	13.1
แคลเซียมฟอสเฟต	17.0	21.0
โซเดียมฟอสเฟต	-	22.4
ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต	-	20.0
เปลือกหอยนางรมป่น	35.0	-

วิธีการสร้างสูตรอาหารมีดังนี้ (ประเสริฐ และคณะ, 2525)
 ก. โดยใช้วิธีรูปสี่เหลี่ยม Square method balance (Morrison, 1961) โดยมีวิธีทำดังนี้

1. วาดรูปสี่เหลี่ยม

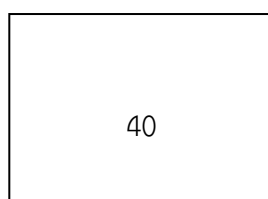


2. ตรงกลางใส่เปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการให้มีในอาหาร



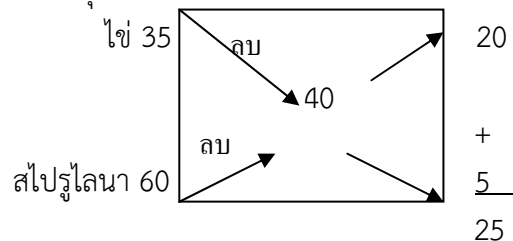
3. ใส่เปอร์เซ็นต์โปรตีนของวัสดุอาหารที่นำมาทำอาหารที่มุมบน และมุมล่างซ้าย สำหรับอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อนที่ใช้วัสดุอาหารเพียง 2 ชนิด

ไข่ 35



สไปรูไลนา 60

4. ลบเปอร์เซ็นต์โปรตีนของไข่ และสไปรูไลนาออกจากเปอร์เซ็นต์โปรตีนของอาหารผสม ใส่ไว้ในมุมตรงข้าม



5. ผลลัพธ์ที่ได้คืออัตราส่วนของไข่ และสไปรูไลนา โดยคิดเป็นร้อยละของหน่วยน้ำหนัก ดังนี้

อาหารผสม 25 ส่วน มีไข่ 20 ส่วน

$$\text{อาหารผสม 100 ส่วน มีไข่อยู่ } \frac{20 \times 100}{25} = 80\%$$

อาหารผสม 25 ส่วน มีสไปรูไลนา 5 ส่วน

$$\text{อาหารผสม 100 ส่วน มีปลาปนอยู่ } \frac{5 \times 100}{25} = 20\%$$

6. ตรวจสอบความถูกต้องของผลที่ได้ จากตารางที่ 13

ตารางที่ 13 โปรตีนในอาหารผสมของสูตรอาหารที่สร้าง

ส่วนผสม	%	%โปรตีนในสารอาหาร	%โปรตีนในอาหารผสม
ไข่	80	35	$\frac{80 \times 35}{100} = 28$
สไปรูไลนา	20	60	$\frac{20 \times 60}{100} = 12$
รวม	100		40

กรณีที่ใช้วัสดุอาหารมากกว่า 2 ชนิด เช่นอาหารปลาตุก ปลาช่อน ที่ต้องใส่แบ่งเหี่ยวเพื่อช่วยให้อาหารเกาะตัวกันได้ดี และคงรูปอยู่ในน้ำได้นานอีกทั้งยังต้องเสริมวิตามิน และแร่ธาตุ สามารถคำนวณได้ดังนี้ ต้องการอาหารผสมปลาตุก 100 กก. ให้มีโปรตีนในอาหาร 40% โดยใช้ปลาปน กากถั่วเหลือง รำ และปลายข้าว โดยใช้ปลาปน : กากถั่วเหลือง = 1:1 และรำ: ปลายข้าว = 2:1 โดยมีแบ่งเหี่ยว 20% แร่ธาตุ 2% และวิตามิน 1%

1. วัสดุที่กำหนดปริมาณแน่นอนให้โปรตีน

$$\frac{20 \times 10.9}{100} + \frac{2 \times 0}{100} + \frac{1 \times 0}{100} = 2.18\%$$

$$\text{ดังนั้นเหลือโปรตีน} = 40 - 2.18 = 37.82\%$$

ส่วนผสมปลาปน กากถั่วเหลือง รำ และปลายข้าว $100 - 20 - 2 - 1 = 77$ กก.

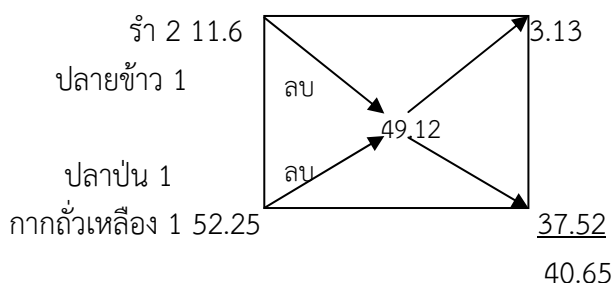
ส่วนผสมปลาปน กากถั่วเหลือง รำ และปลายข้าว 77 กก. ต้องมีโปรตีน 37.82 กก.

ส่วนผสมทั้ง 4 อย่าง 100 กก ต้องมีโปรตีน $\frac{37.82 \times 100}{77} = 49.12$ กก.

แยกหาโปรตีนแต่ละคู่ จากตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ปริมาณโปรตีนของวัสดุอาหาร

ส่วนผสมอาหาร	ส่วนที่ใช้	%โปรตีน	ปริมาณโปรตีน
รำ	2	12.7	$2 \times 12.7 = 25.4$
ปลายข้าว	1	9.6	$1 \times 9.6 = 9.6$
รวม	3		35.0
เฉลี่ย	1		11.6%
ปลาป่น	1	61.5	$1 \times 61.5 = 61.5$
กากถั่วเหลือง	1	44.0	$1 \times 44.0 = 44.0$
รวม	2		105.5
เฉลี่ย	1		52.25%



รำ+ปลายข้าว 3.13 ส่วน ใน 40.65 ส่วน คิดเป็น เปอร์เซ็นต์

$$\frac{3.13 \times 100}{40.65} = 7.7\%$$

$$40.65$$

ดังนั้น รำ $= 7.7 \times \frac{2}{3} = 5.13 \%$

ดังนั้น ปลายข้าว $= 7.7 \times \frac{1}{3} = 2.57 \%$

ปลาป่น + กากถั่วเหลือง 37.52 ส่วน ใน 40.65 ส่วน คิดเป็น เปอร์เซ็นต์

$$\frac{37.52 \times 100}{40.65} = 92.52\%$$

$$40.65$$

ดังนั้น ปลาป่น $92.3 \times \frac{1}{2} = 46.15\%$

ดังนั้น กากถั่วเหลือง $= 92.3 \times \frac{1}{2} = 46.15\%$

ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำ และปลายข้าว 77 กก. มีปลาป่น + กากถั่วเหลือง $\frac{37.52 \times 77}{40.65} = 71$ กก.

มีปลาป่น และกากถั่วเหลืองอย่างละ $71/2 = 35.5$ กก.

ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำ และปลายข้าว 77 กก มีรำ+ปลายข้าว $\frac{3.13 \times 77}{40.65} = 6$ กก.

มีรำ $6 \times \frac{2}{3} = 4$ กก.

มีปลายข้าว $6 \times \frac{1}{3} = 2$ กก.

ตรวจสอบความถูกต้องของผลที่ได้ตามตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ปริมาณโปรตีนของอาหารผสมของสูตรอาหารที่สร้าง

ส่วนผสมอาหาร	ปริมาณ	%โปรตีนในสารอาหาร	%โปรตีนในอาหารผสม
ปลาป่น	35.5	61.5	$\frac{35.5 \times 61.5}{100} = 21.8$
กากถั่วเหลือง	35.5	44.0	$\frac{35.5 \times 44.0}{100} = 15.6$
รำ	4	12.7	$\frac{4 \times 12.7}{100} = 0.5$
ปลายข้าว	2	9.6	$\frac{2 \times 9.6}{100} = 0.19$
แป้งเหนียว	20	10.9	$\frac{20 \times 10.9}{100} = 2.18$
แร่ธาตุ	2	0	$\frac{2 \times 0}{100} = 0$
วิตามิน	1	0	$\frac{1 \times 0}{100} = 0$
รวม	100		40.27%

วิธีรูปสี่เหลี่ยมสามารถใช้หาสมมูลของพลังงาน วิตามิน และแร่ธาตุได้เช่นเดียวกับโปรตีน

ข. การสร้างสูตรอาหารให้มีทั้งปริมาณโปรตีน และพลังงานตามต้องการ โดยการใช้สมการทางพีชคณิต เหมาะสำหรับการทำอาหารทดลอง ตัวอย่างเช่น

หาส่วนผสมของรำ และถั่วเหลืองที่จะให้อาหารผสมมีโปรตีน 30% และพลังงาน 220 kcal Metabolizable Energy (ME) /100 กรัม ให้รำมีโปรตีน 8.2% และพลังงาน 1.992 kcal /100 กรัม ถั่วเหลือง มีโปรตีน 44% และพลังงาน 2.438 kcal /100 กรัม

สมมติให้ x = กรัม ของรำในอาหารผสม 100 กรัม

Y = กรัม ของถั่วเหลืองในอาหารผสม 100 กรัม

$$0.082x + 0.44y = 30 \quad (1)$$

$$1.992x + 2.438y = 220 \quad (2)$$

$$(1) \times \frac{1.992}{0.082} \quad 1.992x + 10.69y = 728.78 \quad (3)$$

$$(3) - (2) \quad 8.251y = 508.78$$

$$Y = 61.66$$

$$\text{แทนค่า } y \text{ ใน (1)} \quad 0.082x + 0.44 \times 61.66 = 30$$

$$0.082x = 30 - 27.13$$

$$X = \frac{2.87}{0.082}$$

$$= 35.0$$

$$X = 34.97$$

ตรวจสอบผลของอาหารตามตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณโปรตีน และพลังงานในอาหารผสม

ส่วนผสม	%	%โปรตีน	พลังงาน	โปรตีน (%)	พลังงาน (kcal)
รำ	34.97	8.2	1.992	$\frac{34.97 \times 8.2}{100} = 2.87$	$34.97 \times 1.992 = 69.66$
ถั่วเหลือง	61.66	44	2.438	$\frac{61.66 \times 44}{100} = 27.13$	$61.66 \times 2.438 = 150.32$
รวม	96.63			30	219.98

ในการสร้างสูตรอาหารควรคำนึงถึงปริมาณวัสดุอาหารที่ใช้ได้สูงสุดด้วยการใส่วัสดุอาหารเหล่านั้นมากเกินไปทำให้คุณค่าอาหารสัตว์น้ำนั้นๆลดลง (ตารางที่ 17 และ 18)

ตารางที่ 16 บายด์เดอร์ที่ใช้ในการผสมอาหาร

บายด์เดอร์โปรตีน (%ที่ใช้)	บายด์เดอร์คาร์โบไฮเดรต (%ที่ใช้)	บายด์เดอร์สังเคราะห์และธรรมชาติ (%ที่ใช้)
กลูเต็น (3-10%)	แป้งข้าวโพด (30%)	บาสฟิน (1%)
เจลาติน (2-5%)	ข้าวสาลี (20%)	กัวกัม (2%)
เลือด (2%)	ข้าวเจ้า (20-30%)	ยางมันสำปะหลัง (5%)
ไข่ขาว (5-10%)	แป้งสาลี (10%)	อะควาบายด์ (2%)
หางนมผง (2%)	กากน้ำตาล (2-4%)	เบนโทไนท์ (3%)

ที่มา: วิมล (2537)

ตารางที่ 18 เปอร์เซ็นต์ค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุด (ค่าในวงเล็บ) ของวัสดุอาหารที่ใช้ทำอาหารสัตว์น้ำ

วัสดุอาหาร	ปลากินเนื้อ	ปลากินทั้งพืชและสัตว์	กุ้งทะเล	กุ้งน้ำจืด
ปลาปน	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด
ปลาสด	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด	ไม่จำกัด
เลือดปน	7.5(10)	3(10)	6(10)	6(10)
ขนไก่ปน	5(15)	5(20)	0(15)	0(20)
เนื้อและกระดูกปน	10(20)	10(25)	7(15)	9(20)
กุ้งปน	10(25)	7(25)	23(ไม่จำกัด)	20(ไม่จำกัด)
เศษไก่ปน	5(15)	7(20)	0(15)	0(20)
ปลาหมึกปน	0(ไม่จำกัด)	0(ไม่จำกัด)	25(ไม่จำกัด)	11(ไม่จำกัด)
กากถั่วเหลือง	42(35)	35(40)	0(20)	0(30)
กากถั่วลิสง	10(15)	20(25)	7(15)	13(25)
กากเมล็ดฝ้าย	10(15)	15(20)	0(10)	0(15)

ตารางที่ 17 (ต่อ)

วัสดุอาหาร	ปลากินเนื้อ	ปลากินทั้งพืชและสัตว์	กุ้งทะเล	กุ้งน้ำจืด
กากมะพร้าวอัด	0(15)	15(35)	7(15)	21(25)
ใบกระถินปน	3(5)	4(10)	0(5)	4(10)
รำละเอียด	10(15)	15(35)	12(35)	26(35)
ข้าวโพด	8(20)	26(35)	10(15)	30(35)
ข้าวสาลี	10(20)	15(35)	10(20)	18(35)
ข้าวฟ่าง	0(20)	18(35)	0(15)	0(35)
มันสำปะหลัง	0(15)	0(35)	8(15)	10(25)

ที่มา: วิมล (2537)

การทำอาหารทดสอบ (Preparation on test diet)

อาหารทดสอบเป็นอาหารที่ใช้ในการทดลองวิจัยในห้องปฏิบัติการของนักวิจัยทางด้านอาหารสัตว์น้ำซึ่งต่างจากอาหารสัตว์น้ำทั่วไป อาหารทดสอบจัดเป็นอาหารสมบูรณ์แบบประกอบไปด้วยสารอาหารที่มีคุณภาพครบถ้วนต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ รสชาติดี มีขนาดเหมาะสมกับสัตว์น้ำที่ใช้ทดลอง คงทนอยู่ในน้ำได้นานเพียงพอ ใช้แหล่งวัสดุที่มีคุณภาพ ย่อยง่าย ไม่มีพิษต่อสัตว์น้ำทั้งทางตรง และทางอ้อม ไม่จำเป็นต้องราคาถูก เช่น โปรตีน นิยมใช้ casein และ gelatin ในอัตราส่วน 5:1 จัดเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพดี และไม่มีวิตามิน สำหรับใช้ในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับวิตามิน ไขมัน นิยมใช้น้ำมันข้าวโพด ถั่วเหลือง หรือน้ำมันปลา แป้งนิยมใช้ในรูป dextrin ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของแป้งที่สัตว์น้ำสามารถย่อยได้เป็นอย่างดี วิตามินและแร่ธาตุ โดยใช้แบบสำเร็จรูปแต่ละตัวนำมาผสมกัน สารเหนียวเป็นพวก cellulose ช่วยให้วัสดุอาหารจับตัวและคงทนอยู่ในน้ำได้นานพอสมควร ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ อาหารทดสอบส่วนใหญ่เป็นอาหารเปียกจึงนิยมใส่วุ้น (agar) หรือ carboxymethyl cellulose (CMC) เพื่อลดการสูญเสียอาหารเมื่ออยู่ในน้ำโดยใส่ประมาณ 2-5% การทำอาหารทดสอบจำแนกตามสารอาหารที่ต้องการทดสอบดังนี้ (Lovell, 1989; N.R.C., 1973; N.R.C., 1977 และประเสริฐ และคณะ, 2525)

1. การทำอาหารทดสอบวิตามิน

เมื่อต้องการทดสอบว่าวิตามินตัวใดตัวหนึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโต ลักษณะอาการต่างๆ หรือเพื่การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ให้ละเว้นการเติมวิตามินดังกล่าวลงไปในวิตามินรวมจากตารางที่ 19 และ 20

ตารางที่ 19 ชนิดและปริมาณวิตามินที่ใช้ในอาหารสมทบ และอาหารสมบูรณ์แบบ

วิตามิน	อาหารแห้ง 1 กก.*	
	อาหารสมทบ	อาหารสมบูรณ์แบบ
วิตามิน A	2000 IU	5500 IU
วิตามิน D ₃	220 IU	1000 IU
วิตามิน E	11 IU	50 IU
วิตามิน K	5 มก.	10มก.
ไทอามีน	0	20 มก.
ไรโบเฟลวิน	2-7 มก.	20 มก.
ไนอาซีน	17-18 มก.	100 มก.
D-Calcium pantothenate	7-11 มก.	50 มก.
ไพริดอกซิน	11 มก.	20 มก.
ไบโอติน	0	5 มก.
อินโนซิทอล	0	100 มก.
โพลีก	0	5 มก.
วิตามิน B ₁₂	2-10 ไมโครกรัม	20 ไมโครกรัม
โคลีน	440 มก.	550 มก.
วิตามิน C	0-100 มก.	30-100 **มก.

IU international unit

*ปริมาณที่กำหนดไว้ไม่ได้เพื่อไว้สำหรับการสูญเสียที่เกิดจากการผลิตหรือการเก็บรักษา

** ปริมาณวิตามิน C ปกติ 100 มก./อาหาร 1 กก. โดยเฉพาะบ่อที่มีผลผลิตสัตว์น้ำสูงกว่า 80 กก./ไร่

ตารางที่ 20 ชนิดและปริมาณวัสดุที่ใช้ทำอาหารทดสอบวิตามินกับปลาดุกอุย

วัสดุ	ปริมาณในอาหาร (%)
Casein (ชนิดไม่มีวิตามิน)	29
Corn dextrin	30
น้ำมันพืช (ถั่วเหลือง)	6
วิตามินรวม *	2
แร่ธาตุรวม**	4
แป้ง Cellulose	20
Carboxymethyl cellulose	3
gelatin	6

*วิตามินตามตารางที่ 19 สูตรสมบูรณ์แบบ

** แร่ธาตุตามตารางที่ 22 สูตรสมบูรณ์แบบ

2. การทำอาหารทดสอบกรดอะมิโน

เมื่อต้องการทดสอบกรดอะมิโนตัวใดที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อาหารหรือการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ให้ละเว้นการเติมกรดอะมิโนชนิดนั้นตามตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ชนิดและปริมาณของวัสดุที่ใช้ทำอาหารทดสอบกรดอะมิโน

วัสดุ	ปริมาณในอาหาร (%)
Amino acid mixture ³	33
Corn, dextrin	20
Cellulose, powder	20
Corn, oil	7
Fish oil	4
Carboxymethyl cellulose	10
Vitamin mixture ¹	4
Mineral mixture ²	2

¹ วิตามินตามตารางที่ 19 สูตรสมบูรณ์แบบ

² แร่ธาตุตามตารางที่ 22 สูตรสมบูรณ์แบบ

³ Amino acid mixture กรัม/100 กรัมของสารแห้ง ดังนี้

Arginine	2.4	Tryptophan	0.5
Histidine	1.2	Tyrosine	1.9
Isoleucine	1.9	Valine	1.9
Leucine	2.8	Glycine	3.5
Lysine	2.4	Alanine	1.7
Methionine	0.9	Aspartic acid	2.4
Phenylalanine	1.9	Cystine	0.3
Threonine	1.2	Glutamic acid	3.8
		Proline	2.3

ตารางที่ 22 ชนิดและปริมาณแร่ธาตุที่ใช้ในอาหารสับทบและอาหารสมบูรณ์แบบ

วิตามิน	กรัมต่ออาหาร 100 กรัม	
	อาหารสับทบ*	อาหารสมบูรณ์แบบ**
CaCO ₃	0.750	1.480
MnSO ₄ ·H ₂ O	0.030	0.035
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.070	-
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.006	0.003
FeSO ₄ ·7 H ₂ O	0.050	0.050
NaCl	0.750	0.60
KIO ₃	0.0002	0.001

ตารางที่ 21 (ต่อ)

วิตามิน	กรัมต่ออาหาร 100 กรัม	
	อาหารสมทบ*	อาหารสมบูรณ์แบบ**
CaHPO ₄ ·2 H ₂ O	2.00	2.07
MgSO ₄	-	0.30
ZnCO ₃	-	0.015
CoCl ₂	-	0.00017
NaMoO ₄ ·2 H ₂ O	-	0.00083
NaSeO ₃	-	0.00002

*เป็นอาหารที่ประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายไม่ครบถ้วนตามที่สัตว์น้ำชนิดนั้นๆ ต้องการ

**เป็นอาหารที่ประกอบด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตอย่างครบถ้วนสมบูรณ์

วิธีทำอาหารทดสอบชนิดเปียกมีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งวัสดุที่นำมาใช้แต่ละตัวแล้วแยกเก็บแต่ละตัว
2. นำวัสดุทุกตัวยกเว้นพวกน้ำมันมารวมกันในเครื่องผสมแบบมีใบพัด (Hobart mixer) ประมาณ 6-7 นาที ควรใส่วัสดุที่ใช้ปริมาณมากที่สุดก่อน แล้วใส่วัสดุที่ใช้น้อย เช่น วิตามิน แร่ธาตุ สารกันรา คั่นตรงกลาง แล้วใส่วัสดุที่มีปริมาณมากอันดับรองไว้ข้างบน
3. หลังจากคลุกเคล้าดีแล้วด้วยเครื่องผสม เติมน้ำสุกอุ่นลงไป 35 % โดยน้ำหนัก เช่นทำอาหาร 1 กก เติมน้ำ 350 ซีซี เปิดเครื่องผสม 7-8 นาที ทำให้อาหารผสมรวมกับน้ำมีลักษณะเป็นผงร่วน สามารถนำมาทำเป็นแผ่น หรือปั้นเป็นก้อนได้
4. นำอาหารผสมที่ได้เข้าเครื่องบดอัดออกเป็นเส้น โดยเลือกหน้าแวนให้พอเหมาะกับขนาดสัตว์น้ำ หรือปลาที่นำมาทดลอง
5. นำอาหารผสมที่ได้เป็นเส้นแท่งยาว มาหัก หรือตัดให้เป็นแท่งเล็กๆ แล้วเก็บในภาชนะหรือถุงพลาสติกที่กันน้ำได้ นำไปแช่แข็ง การแช่แข็งทำให้อาหารคงสภาพความสมบูรณ์ทางโภชนาการไว้ได้นาน

ก่อนนำอาหารทดสอบไปทำการทดลองต้องนำมาวิเคราะห์คุณค่าอาหาร และพลังงานเสมอ

สูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ

สูตรอาหารสัตว์น้ำที่นำเสนอเป็นของสัตว์น้ำเศรษฐกิจในประเทศไทย ได้แก่ ปลานิล ปลานิล (ตารางที่ 23 และ 24) ปลาดุก (ตารางที่ 25) ปลาดุกใหญ่ (ตารางที่ 26) ปลาดุกเล็ก ถึงขนาดกลาง (ตารางที่ 27) ลูกปลานิล ลูกปลาดุก และลูกปลานิล (ตารางที่ 28) ลูกปลาดุก ด้าน ลูกปลาดุกอวบ และลูกปลาช่อน (ตารางที่ 29) ปลาดุก ปลาช่อน และปลาบู (ตารางที่ 30) ปลา สวาย (ตารางที่ 31) แม่ปลาสวาย แม่ปลาปลานิล และแม่ปลาอีสกเทศ (ตารางที่ 32) ปลากระพง และ กะรัง (ตารางที่ 33) กุ้งก้ามกรามเล็ก (ตารางที่ 34) กุ้งก้ามกราม (ตารางที่ 35) กุ้งทะเล (ตารางที่ 36) (ประเสริฐ และคณะ, 2525 และ วิมล, 2537) และสูตรอาหารสัตว์น้ำโดยใช้วัสดุท้องถิ่นที่มีอยู่ในแต่ละภาคเพื่อลดต้นทุนตามตารางที่ 37-83 (พิศมัย, 2549)

ตารางที่ 23 สูตรอาหารปลานิล 1

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
รำละเอียด	77.0
ปลาป่น	23.0

ตารางที่ 24 สูตรอาหารปลานิล 2

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่นอัดน้ำมัน	12
กากถั่วลิสงปน	6
รำละเอียด	41
ปลายข้าวบดหรือมันเส้นบด	40
วิตามิน + แร่ธาตุ	1

ตารางที่ 25 สูตรอาหารปลาตะเพียน

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่นอัดน้ำมัน	12
กากถั่วลิสงปน	23
รำละเอียด	40
แป้งหรือข้าว	20
ใบกระถินปน	4
วิตามิน + แร่ธาตุ	1

ตารางที่ 26 สูตรอาหารปลาดุกใหญ่

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่นอัดน้ำมัน	17
กากถั่วเหลืองปน	17
กากถั่วลิสงปน	18.4
รำละเอียด	22
ปลายข้าว	24
วิตามิน + แร่ธาตุ	1.6

ตารางที่ 27 สูตรอาหารปลาตุ๊กเล็กถึงขนาดกลาง

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่นอัดน้ำมัน	23
กากถั่วเหลือง	23
กากถั่วลิสง	23
รำละเอียด	14
ปลายข้าว	15.4
วิตามิน + แร่ธาตุ	1.6

ตารางที่ 28 สูตรอาหารลูกปลาไน ลูกปลาตะเพียน และลูกปลานิล

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่นอัดน้ำมัน	30
รำละเอียด	45
กากถั่วป่น	24
วิตามิน + แร่ธาตุ	1

ก่อนผสมอาหารผง ร่อนวัสดุอาหารที่เตรียมไว้ตะแกรงเบอร์ 16 หรือ 16 ช่องตารางนี้ แล้วนำเข้าเครื่องผสมอาหาร 18-20 นาที ให้ลูกปลากินในรูปผง

ตารางที่ 29 สูตรอาหารลูกปลาดุกด้าน ลูกปลาดุกอูย และลูกปลาช่อน

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่นอัดน้ำมัน	56
รำละเอียด	12
กากถั่วลิสงป่น	12
แป้งเหนียว	14
น้ำมันปลา	4
วิตามิน + แร่ธาตุ	1.6
สารเหนียว	0.4

ผสมอาหารทั้งหมดทั้งหมดในเครื่องผสมอาหารนานประมาณ 18-20 นาที การใช้โดยผสมน้ำเย็น 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักแล้วขยำปั้นเป็นก้อนให้ลูกปลากิน

ตารางที่ 30 สูตรอาหารปลาตุก ปลาช่อน และปลาบู

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาเปิดบด	60
แป้งบด	19
รำละเอียด	20
วิตามิน + แร่ธาตุ	1

ผสมส่วนผสมทั้งหมดโดยใช้เครื่องโม่ปลาแล้วเก็บใส่ไหหรือโถงปิดฝาให้แน่น

ตารางที่ 31 สูตรอาหารปลาสร้อย

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่น	10
กากถั่วเหลือง	35
ปลายข้าวบด	50
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	3
วิตามิน + แร่ธาตุ	1

ตารางที่ 32 สูตรอาหารแม่ปลาสร้อย แม่ปลาปลาไน และแม่ปลาอีสกเทศ

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่นอัดน้ำมัน	16
กากถั่วลิสงป่น	24
กากถั่วเหลืองป่น	14
รำละเอียด	30
ปลายข้าวบดหรือมันเส้นบด	15
วิตามิน + แร่ธาตุ	1

ตารางที่ 33 สูตรอาหารปลากระพง และกระรัง

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาเปิดบด	46
ปลาป่น	26
กากถั่วเหลือง	10
เนื้อและกระดูกป่น	4
รำข้าวสาลีติดแป้ง	4
น้ำมันปลา	3
สารเหนียว	5
เนื้อหอยป่น	2
วิตามิน + แร่ธาตุ	1

ตารางที่ 34 สูตรอาหารกึ่งก้ามกรามเล็ก

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่น	10
เปลือกกุ้งป่น	25
กากถั่วลิสง	5
กากถั่วเหลือง	5
รำละเอียด	26
รำถั่วเขียว	26
น้ำมันปลา	3

ตารางที่ 35 สูตรอาหารกึ่งก้ามกราม

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่น	10
เปลือกกุ้ง	25
กากถั่วลิสง	5
กากถั่วเหลือง	5
ปลายข้าว	25.8
รำละเอียด	25.8
น้ำมันปลา	3
สารเหนียว	0.4

ตารางที่ 36 สูตรอาหารกึ่งทะเล

วัสดุ	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ปลาป่น	27
กากถั่วเหลือง	15
รำละเอียด	10
กากถั่วลิสง	5
ใบกระถินป่น	5
กากเมล็ดงา	5
แป้งมันสำปะหลัง	8
เนื้อและกระดูกป่น	10
กากมะพร้าวอัด	10
ข้าวโพดป่น	4
วิตามิน + แร่ธาตุ	1

ตารางที่ 37 สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินเนื้อ (สูตร1)

วัตถุดิบ(%)	โปรตีน 50%	โปรตีน 45 %
ปลาป่น(58-60%)	54	45
เนื้อหมึกป่น	5	5
กากถั่วเหลือง	15	16
แป้งสาลี	13	-
ปลายข้าว	-	19
ยีสต์	2	2
สารเหนียว	5	5
น้ำมันถั่วเหลือง	1	1
น้ำมันตับหมึกหรือปลาทะเล	2	2
เลซิติน*	1	1
วิตามินและแร่ธาตุรวม**	0.3	0.3
วิตามินซี (97%)	0.2	0.2
วิตามินอี (50%)	0.3	0.3
สาหร่ายสไปรูลีนา	1	1
รำสกัดน้ำมัน	0.2	2.2
รวม	100	100
ราคาอาหาร บาท/กก.	49.98	42.28

* เลซิตินอยู่ในรูปของเหลวชั้น ดังนั้นก่อนผสมอาหารจะต้องนำมาละลายในน้ำมันถั่วเหลืองหรือน้ำมันปลาทะเลเพื่อให้กระจายตัวดี

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

ตารางที่ 38 สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินเนื้อ (สูตร2)

วัตถุดิบ (%)	โปรตีน 50%	โปรตีน 45 %
ปลาป่น(58-60%)	48	42
เนื้อหมึกป่น	5	5
หวิดกลูเตน	5	5
กากถั่วเหลือง	15	16
แป้งสาลี	10	-
ปลายข้าว	-	13
ยีสต์	5	5
สารเหนียว	5	6
น้ำมันถั่วเหลือง	1	1
น้ำมันตับหมึกหรือปลาทะเล	2	2
เลซิติน*	1	1
วิตามินและแร่ธาตุรวม**	0.3	0.3

ตารางที่ 38 (ต่อ)

วัตถุดิบ (%)	โปรตีน 50%	โปรตีน 45 %
วิตามินซี (97%)	0.2	0.2
วิตามินอี (50%)	0.3	0.3
สาหร่ายสไปรูลีนา	1	1
รำสกัดน้ำมัน	1.2	2.2
รวม	100	100
ราคาอาหาร บาท/กก.	45.3	42.48

* เลซิตินอยู่ในรูปของเหลวชั้น ดังนั้นก่อนผสมอาหารจะต้องนำมาละลายในน้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันปลาทะเลเพื่อให้กระจายตัวดี

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

ตารางที่ 39 สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินทั้งพืชและสัตว์

วัตถุดิบ (%)	โปรตีน 40% (กินสัตว์มากกว่าพืช)	โปรตีน 35% (กินสัตว์มากกว่าพืช)
ปลาป่น (58-60% โปรตีน)	45	37
หมึกป่น	5	5
กากถั่วเหลือง	16	16
ปลายข้าว	15	21
ยีสต์ขนมปัง (<i>Saccharomyces serivease</i>)	5	5
สารเหนียว	5	5
น้ำมันถั่วเหลือง	1	1
น้ำมันตับหมึกหรือปลาทะเล	1	1
เลซิติน*	1	1
วิตามินและแร่ธาตุรวม**	0.3	0.3
วิตามินซี (97%)	0.2	0.2
วิตามินอี (50%)	0.3	0.3
สาหร่ายสไปรูลีนา	1	1
รำสกัดน้ำมัน	4.2	6.2
รวม	100	100
ราคาอาหาร บาท/กก.	37.45	35.31

* เลซิตินอยู่ในรูปของเหลวชั้น ดังนั้นก่อนผสมอาหารจะต้องนำมาละลายในน้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันปลาทะเลเพื่อให้กระจายตัวดี

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

ตารางที่ 40 สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินทั้งพืชและสัตว์ (กินพืชมากกว่าสัตว์)

วัตถุดิบ (%)	โปรตีน 32%	โปรตีน 28%
ปลาป่น (58-60% โปรตีน)	32	21
หมึกป่น	5	5
กากถั่วเหลือง	16	22
ปลายข้าว	26	33
ยีสต์	2	2
สารเหนียว	5	5
น้ำมันถั่วเหลือง	1	1
น้ำมันตับหมึกหรือปลาทะเล	1	1
เลซิติน*	1	1
วิตามินและแร่ธาตุรวม**	0.3	0.3
วิตามินซี (97%)	0.2	0.2
วิตามินอี (50%)	0.3	0.3
สาหร่ายสไปรูลีนา	1	1
รำสกัดน้ำมัน	9.2	7.2
รวม	100	100
ราคาอาหาร บาท/กก.	34.42	32.52

* เลซิตินอยู่ในรูปของเหลวชั้น ดังนั้นก่อนผสมอาหารจะต้องนำมาละลายในน้ำมันถั่วเหลืองหรือน้ำมันปลาทะเลเพื่อให้กระจายตัวดี

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

ตารางที่ 41 สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่กุ้งก้ามกราม

วัตถุดิบ (%)	โปรตีน 40%	โปรตีน 35%
ปลาป่น (58-60% โปรตีน)	37	37
หมึกป่น	5	5
หัวกุ้งป่น	5	5
กากถั่วเหลือง	16	16
ยีสต์	5	5
ปลายข้าว	-	20
แป้งสาลี	15	-
หวีดกลูเตน (wheat gluten)	5	-
สารเหนียว	-	6
น้ำมันถั่วเหลือง	1	1
น้ำมันตับหมึกหรือปลาทะเล	2	2
เลซิติน*	1	1
วิตามินและแร่ธาตุรวม**	0.3	0.3

ตารางที่ 41 (ต่อ)

วัตถุดิบ (%)	โปรตีน 40%	โปรตีน 35%
วิตามินซี (97%)	0.2	0.2
วิตามินอี (50%)	0.3	0.3
สาหร่ายสไปรูลีนา	1	1
รำสกัดน้ำมัน	6.2	0.2
รวม	100	100
ราคาอาหาร บาท/กก.	49.01	37.75

* เลซิตินอยู่ในรูปของเหลวชั้น ดังนั้นก่อนผสมอาหารจะต้องนำมาละลายในน้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันปลาทะเลเพื่อให้กระจายตัวดี

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างฉลากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

ตารางที่ 42 สูตรอาหารสำหรับพ่อแม่ปลากินเนื้อ (สูตร1)

วัตถุดิบ (%)	โปรตีน 45%	โปรตีน 45%
ปลาป่น (58-60% โปรตีน)	46	53
หมึกป่น	10	10
หัวกุ้งป่น	5	5
กากถั่วเหลือง	16	14
แป้งสาลี	10	-
ปลายข้าวบดละเอียด	-	10
หิวตกลูเตน	5	-
วุ้น	-	2
น้ำมันถั่วเหลือง	1	1
เลซิติน*	1	1
น้ำมันตับหมึกหรือปลาทะเล	2	2
วิตามินและแร่ธาตุรวม**	0.3	0.3
วิตามินซี (97%)	0.2	0.2
วิตามินอี (50%)	0.3	0.3
สาหร่ายสไปรูลีนา	1	1
รำสกัดน้ำมัน	0.2	2.2
รวม	100	100
ราคาอาหาร บาท/กก.	42.98	42.28

* เลซิตินอยู่ในรูปของเหลวชั้น ดังนั้นก่อนผสมอาหารจะต้องนำมาละลายในน้ำมันถั่วเหลือง หรือน้ำมันปลาทะเลเพื่อให้กระจายตัวดี

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างฉลากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

ตารางที่ 43 สูตรอาหารสำหรับพ่อ-แม่ปลาสวยงามกลุ่มกินทั้งสัตว์และพืช (สูตร1)

วัตถุดิบ (%)	กินทั้งสัตว์และพืช โปรตีน 35%	กินทั้งสัตว์และพืช โปรตีน 35%
ปลาป่น (58-60% โปรตีน)	26	33
หมักป่น	5	5
หัวกุ้งป่น	5	5
กากถั่วเหลือง	16	16
แป้งสาลี	20	-
ปลายข้าว	-	20
หัตถ์กลูเตน	5	-
ยีสต์	5	5
วุ้น	-	2
น้ำมันถั่วเหลือง	1	1
เลซิติน*	1	1
น้ำมันตับหมักหรือปลาทะเล	2	2
วิตามินและแร่ธาตุรวม**	0.3	0.3
วิตามินซี (97%)	0.2	0.2
วิตามินอี (50%)	0.3	0.3
สาหร่ายสไปรูลีนา	1	1
รำสกัดน้ำมัน	12.2	8.2
รวม	100	100
ราคาอาหารบาท /กก.	41.65	51.36
ราคาอาหารสำเร็จรูป บาท/กก.	1,000-2,000	1,000-2,000

* เลซิตินอยู่ในรูปของเหลวชั้น ดังนั้นก่อนผสมอาหารจะต้องนำมาละลายในน้ำมันถั่วเหลืองหรือน้ำมันปลาทะเลเพื่อให้กระจายตัวดี

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

ตารางที่ 44 สูตรอาหารสำหรับพ่อ-แม่ปลาสวยงามกลุ่มกินทั้งสัตว์และพืช (สูตร2)

วัตถุดิบ (%)	กินทั้งเนื้อและพืช โปรตีน 32%	กินทั้งเนื้อและพืช โปรตีน 32%
ปลาป่น (58-60% โปรตีน)	30	30
หมักป่น	5	5
หัวกุ้งป่น	5	5
กากถั่วเหลือง	16	16
แป้งสาลี	20	-
ปลายข้าว	-	15

ตารางที่ 44 (ต่อ)

วัตถุดิบ(%)	กินทั้งเนื้อและพืช โปรตีน 32%	กินทั้งเนื้อและพืช โปรตีน 32%
สารเหนียว (อัลฟาสดาซท์)	-	5
ยีสต์	5	5
น้ำมันถั่วเหลือง	1	1
เลซิติน*	1	1
น้ำมันตับหมึกหรือปลาทะเล	1	1
วิตามินและแร่ธาตุรวม**	0.3	0.3
วิตามินซี (97%)	0.2	0.2
วิตามินอี (50%)	0.3	0.3
สาหร่ายสไปรูไลนา	1	1
รำสกัดน้ำมัน	14.2	14.2
รวม	100	100
ราคาอาหาร บาท/กก.	33.52	30.9
ราคาอาหารสำเร็จรูป บาท/กก.	1,000-2,000	1,000-2,000

* เลซิตินอยู่ในรูปของเหลวชั้น ดังนั้นก่อนผสมอาหารจะต้องนำมาละลายในน้ำมันถั่วเหลืองหรือน้ำมันปลาทะเลเพื่อให้กระจายตัวดี

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

ตารางที่ 45 สูตรอาหารปลาสดต้นขุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.1 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบ บาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	32
มันเส้นบด	3	14	8
โปรตีนข้าวโพดสกัด (Corn gluten)	68	30	28
กากเมล็ดทานตะวันสกัดน้ำมัน	21	25	15
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	0.5-1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	90
น้ำมันถั่วเหลือง		2	42
น้ำมันปาล์ม		2	42
เกลือทะเลปนละเอียด(ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ1 (อน.1)

ตารางที่ 46 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.1 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	32
มันเส้นบด	3	22	8
กากเมล็ดทานตะวันสกัดน้ำมัน	21	30	15
กากงาอัดน้ำมัน	33	21	18
น้ำมันปลาทะเล		1	90
น้ำมันถั่วเหลือง		2	42
น้ำมันปาล์ม		1	42
เกลือทะเลปนละเอียด (ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ1 (อน.1)

ตารางที่ 47 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.1 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	32
มันเส้นบด	3	36	8
กากเมล็ดทานตะวันสกัดน้ำมัน	21	30	28
กากงาอัดน้ำมัน	33	18	15
น้ำมันถั่วเหลือง		1	42
น้ำมันปาล์ม		2	42
เกลือทะเลปนละเอียด (ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคคล์เซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ1 (อน.1)

ตารางที่ 48 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.2 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	23	28
มันเส้นบด	3	20	6
โปรตีนข้าวโพดสกัด (Corn gluten)	68	26	22
กากงาอัดน้ำมัน	33	24	11
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		2	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ2 (อน.2)

ตารางที่ 49 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.2 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	28
มันเส้นบด	3	34	6
กากงาอัดน้ำมัน	33	25	11
กากถั่วเหลือง	44	14	14
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ2 (อน.2)

ตารางที่ 50 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.2 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้นบด	3	40	6
กากงาอัดน้ำมัน	33	25	11
รำสกัดน้ำมัน	14	8	6
กากถั่วเหลือง	44	12	14
น้ำมันปาล์ม		3	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคแคลเซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ2 (อน.)

ตารางที่ 51 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.3 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	28
มันเส้นบด	3	19	6
โปรตีนข้าวโพดสกัด (Corn gluten)	68	30	22
กากกระเจียบ	28	20	5
ยีสต์ (<i>Saccharomyces servisiae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		2	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ3 (อน.3)

ตารางที่ 52 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.3 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	28
มันเส้นบด	3	28	6
กากกระเจียว	28	25	5
กากงาอัดน้ำมัน	33	20	11
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ3 (อน.3)

ตารางที่ 53 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.3 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้นบด	3	40	6
กากงาอัดน้ำมัน	33	25	11
รำสกัดน้ำมัน	14	8	6
กากถั่วเหลือง	44	12	14
น้ำมันปาล์ม		3	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไดแคลเซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ3 (อน.3)

ตารางที่ 54 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.4 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	28
มันเส้นบด	3	20	6
โปรตีนข้าวโพดสกัด (Corn gluten)	68	24	22
กากเมล็ดนุ่นอัดน้ำมัน	32	25	11
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		2	28
เกลือทะเลปนละเอียด (ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ4 (อน.4)

ตารางที่ 55 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.4 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	28
มันเส้นบด	3	25	6
กากเมล็ดนุ่นอัดน้ำมัน	28	25	11
กากงาอัดน้ำมัน	33	15	11
กากถั่วเหลือง	44	8	14
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
เกลือทะเลปนละเอียด (ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ4 (อน.4)

ตารางที่ 56 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.4 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้นบด	3	41	6
กากเมล็ดนุ่นอัดน้ำมัน	28	25	11
กากงาอัดน้ำมัน	33	18	11
น้ำมันถั่วเหลือง		1	32
น้ำมันปาล์ม		3	28
เกลือทะเลปนละเอียด (ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคแคลเซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ4 (อน.4)

ตารางที่ 57 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.5 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	28
มันเส้นบด	3	24	6
ดักแด้ไหมแห้งป่น	55	40	15
กากถั่วเหลือง	44	8	14
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		1	32
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ5 (อน.5)

ตารางที่ 58 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.5 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	28
มันเส้นบด	3	48	6
ดักแด้ไหมแห้งป่น	55	27	15
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		1	32
วิตามินและแร่ธาตุรวม		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ5 (อน.5)

ตารางที่ 59 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สอจ.- อน.5 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้นบด	3	41	6
ดักแด้ไหมแห้งป่น	55	24	15
รำสกัดน้ำมัน	14	20	6
น้ำมันปาล์ม		3	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม		0.25-0.50	80
ไคคลเซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ5 (อน.5)

ตารางที่ 60 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.1 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	28
มันเส้นบด	3	14	6
โปรตีนข้าวโพดสกัด (Corn gluten)	68	30	22
กากเมล็ดยางพาราอัดน้ำมัน	28	20	9
กากถั่วเหลือง	44	5	14
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)		1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		2	28
เกลือทะเลปนละเอียด(ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า
หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคใต้1 (ขต.1)

ตารางที่ 61 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.1 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	28
มันเส้นบด	3	32	6
กากเมล็ดยางพาราอัดน้ำมัน	24	24	9
กากถั่วเหลือง	44	17	14
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	0.2	90
เกลือทะเลปนละเอียด(ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า
หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคใต้1 (ขต.1)

ตารางที่ 62 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.1 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้นบด	3	38	6
กากเมล็ดยางพาราอัดน้ำมัน	68	24	9
กากถั่วเหลือง	28	16	14
น้ำมันปาล์ม	44	3	28
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)		0.2	90
รำอัดน้ำมัน		7	6
เกลือทะเลปนละเอียด(ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคคลเซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคใต้1 (ขต.1)

ตารางที่ 63 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.2 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	28
มันเส้นบด	3	10	6
โปรตีนข้าวโพดสกัด (Corn gluten)	68	30	22
กากเมล็ดยางพาราอัดน้ำมัน	28	13	9
กากมะพร้าว	20	16	8
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		2	28
เกลือทะเลปนละเอียด(ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคใต้2 (ขต.2)

ตารางที่ 64 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.2 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	28
มันเส้นบด	3	30	6
กากเมล็ดยางพาราอัดน้ำมัน	24	12	9
กากมะพร้าว	20	14	8
กากถั่วเหลือง	44	17	14
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	0.2	90
เกลือทะเลปนละเอียด(ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคใต้2 (ขต.2)

ตารางที่ 65 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.2 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้นบด	3	20	6
กากเมล็ดยางพาราอัดน้ำมัน	28	18	9
กากมะพร้าว	20	38	8
น้ำมันถั่วเหลือง	44	1	32
น้ำมันปาล์ม		3	28
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	0.2	90
รำอัดน้ำมัน	14	8	6
เกลือทะเลปนละเอียด (ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคแคลเซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคใต้2 (ขต.2)

ตารางที่ 66 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.3 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	28
มันเส้นบด	3	10	6
โปรตีนข้าวโพดสกัด (corn gluten)	68	30	22
กากเมล็ดปาล์มอัดน้ำมัน	16	29	8
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		2	28
เกลือทะเลปนละเอียด (ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคใต้ 3 (ขต.3)

ตารางที่ 67 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.3 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	28
มันเส้นบด	3	33	6
กากเมล็ดปาล์มอัดน้ำมัน	16	20	8
กากมะพร้าวอัดน้ำมัน/กากมะพร้าวแห้ง	33	20	11
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
เกลือทะเลปนละเอียด (ที่มีการเสริมไอโอดีน)		0.2	25
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	0.2	90
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคใต้ 3 (ขต.3)

ตารางที่ 68 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคใต้ สอจ.- ขต.3 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้นบด	3	21	6
กากเมล็ดปาล์มอัดน้ำมัน	28	32	8
กากมะพร้าวอัดน้ำมัน/กากมะพร้าวแห้ง	33	32	11
น้ำมันถั่วเหลือง		1	32
น้ำมันปาล์ม		2	28
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	0.2	90
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคคล์เซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า
หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคใต้3 (ขต.3)

ตารางที่ 69 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.1 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	23	28
มันเส้นบด	3	21	6
โปรตีนข้าวโพดสกัด (corn gluten)	68	26	22
กากงาอัดน้ำมัน	33	24	11
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		1	32
น้ำมันปาล์ม		2	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า
หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคเหนือ1 (น.1)

ตารางที่ 70 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.1 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	28
มันเส้นบด	3	34	6
กากงาอัดน้ำมัน	33	25	11
กากถั่วเหลือง	44	14	14
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคเหนือ 1 (น.1)

ตารางที่ 71 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.1 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้นบด	3	40	6
กากงาอัดน้ำมัน	33	25	11
รำสกัดน้ำมัน	14	8	6
กากถั่วเหลือง	44	12	14
น้ำมันปาล์ม		3	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคแคลเซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคเหนือ 1 (น.1)

ตารางที่ 72 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.2 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	28
มันเส้นบด	3	24	6
ดักแด้ไหมแห้งป่น	55	40	15
กากถั่วเหลือง	44	8	14
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		1	32
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคเหนือ2 (น.2)

ตารางที่ 73 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.2 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	22	28
มันเส้นบด	3	48	6
ดักแด้ไหมแห้งป่น	55	27	15
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		1	32
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคเหนือ2 (น.2)

ตารางที่ 74 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคเหนือ สอจ.- น.2 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้นบด	3	41	6
ดักแด้ไหมแห้งป่น	55	24	15
รำสกัดน้ำมัน	14	20	6
น้ำมันปาล์ม		3	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคแคลเซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคเหนือ2 (น.2)

ตารางที่ 75 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.1 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	28
มันเส้นบด	3	18	6
โปรตีนข้าวโพดสกัด (corn gluten)	68	25	22
กากเหลือจากการทำน้ำมันถั่วเหลือง (แห้ง)	35	26	6
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		2	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างล่างหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคกลาง1 (ก.1)

ตารางที่ 76 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.1 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	15	28
กากเหลือจากการทำน้ำมันถั่วเหลือง (แห้ง)	35	20	6
มันเส้น	3	35	6
กากมะพร้าวแห้ง	20	25	8
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคกลาง1 (ก.1)

ตารางที่ 77 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.1 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	6.6	15	28
กากเหลือจากการทำน้ำมันถั่วเหลือง (แห้ง)	5.95	24	6
มันเส้น	1.14	33	6
กากมะพร้าวแห้ง	6.8	25	8
น้ำมันปาล์ม		2	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคคลเซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคกลาง1 (ก.1)

ตารางที่ 78 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.2 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	23	28
มันเส้นบด	3	29	6
กากเหลือจากการทำวันเส้น	68	30	20
กากถั่วเหลือง	44	12	14
ยีสต์ (<i>Saccharomyces servisiae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		2	65
น้ำมันถั่วเหลือง		1	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคกลาง2 (ก.2)

ตารางที่ 79 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.2 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	9	17	28
มันเส้น	3	45	6
กากเหลือจากการทำวันเส้น	68	12	20
กากมะพร้าวแห้ง	20	21	8
น้ำมันปลาทะเล		2	65
น้ำมันถั่วเหลือง		1	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคกลาง2 (ก.2)

ตารางที่ 80 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.2 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	28	10	28
มันเส้น	3	48	6
กากเหลือจากการทำวันเส้น	68	13	20
กากมะพร้าว	20	25	8
น้ำมันปลาทะเล		2	65
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคแคลเซียมฟอสเฟต(AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคกลาง2 (ก.2)

ตารางที่ 81 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.3 (โปรตีน 40%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	24	28
มันเส้นบด	3	21	6
โปรตีนข้าวโพดสกัด (corn gluten)	68	25	22
กากเหลือจากการทำน้ำมันถั่วเหลือง (แห้ง)	35	24	5
ยีสต์ (<i>Saccharomyces serivisae</i>)	45	1	90
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคกลาง3 (ก.3)

ตารางที่ 82 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.3 (โปรตีน 28%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	20	28
มันเส้น	3	45	605
กากเหลือจากการทำน้ำมันถั่วเหลือง (แห้ง)	35	24	6
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันถั่วเหลือง		2	32
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคกลาง3 (ก.3)

ตารางที่ 83 สูตรอาหารปลาสดต้นทุนเขตภาคกลาง สอจ.- ก.3 (โปรตีน 20%)

ชนิดวัตถุดิบ	%โปรตีน	ปริมาณที่ใช้	ราคาวัตถุดิบบาท/กก.*
ปลาป่น	58	11	28
มันเส้น	3	3	6
กากเหลือจากการทำน้ำมันถั่วเหลือง (แห้ง)	35	24	5
กากมะพร้าว	20	25	8
น้ำมันปลาทะเล		1	65
น้ำมันปาล์ม		1	28
วิตามินและแร่ธาตุรวม**		0.25-0.50	80
ไคคล์เซียมฟอสเฟต (AR.grade)		1	25
รวม		100	

* ราคาวัตถุดิบมีการเปลี่ยนแปลงและบางชนิดมีเฉพาะฤดูกาล

** ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุรวมใช้ตามที่ระบุข้างถุงหากซื้อแบบที่ขายทางการค้า

หมายเหตุ: สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด (สอจ.) เขตภาคกลาง3 (ก.3)

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ. 2534. อาหารสัตว์น้ำ. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง.
- ธิดา เพชรมณี มาวิทย์ อัครอารีย์ ไพบุลย์ บุญลิปตานนท์ และไพฑูรย์ อรรถยานนท์. 2531. ความ
เป็นไปได้ในการใช้ไรติเฟอร์ *Brachionus plicatilis* เป็นอาหารระยะแรกของลูกปลากะรัง
Epinephelus malabaricus. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2531. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
ชายฝั่งแห่งชาติ, กรมประมง. 10 หน้า.
- ธนาภรณ์ จิตตपालพงศ์ และวิษมัย โสมจันทร์. 2550. การจำแนกชนิดแพลงก์ตอนในแหล่งเลี้ยงสัตว์
น้ำมาตรฐานปลอดภัย. กรมประมง. 147 หน้า.
- นฤมล อัครเกษมณี. 2549. อาหารและการให้อาหารปลา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัย
ราชภัฏสงขลา. 330 หน้า.
- ประเสริฐ สิตะสิทธิ์, มะลิ บุญยรัตนผลิน และนันทิยา อุ่นประเสริฐ. 2525. อาหารปลา. สถาบัน
ประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 88 หน้า.
- พิศมัย สมสืบ. 2549. สูตรอาหารปลาพ่อแม่พันธุ์และอาหารปลาขุนในสถานีและศูนย์วิจัยประมงน้ำ
จืด. 16 หน้า. (ฉบับโรเนียว)
- ยุวดี พิรพรไพศาล. 2544. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 66 หน้า.
- วารินทร์ ธนาสมหวัง, สุทธิชัย ฤทธิธรรมและ สุพิศ ทองรอด. 2549. ผลผลิตและคุณค่าทาง
โภชนาการของไรติเฟอร์ (*Brachionus plicatilis*) ที่เลี้ยงด้วย *Chlorella* spp. และ
อาหารสมทบ.วารสารการประมง 59(4): 310-322.
- วิมล จันทโรทัย. 2537. อาหารและการให้อาหารสัตว์น้ำสาระสำคัญโดยสรุป. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่
25. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด, กรมประมง. 44 หน้า.
- สันทนา ดวงสวัสดิ์. 2529. ชีวิตประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 3. สถาบันวิจัย
ประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 7 หน้า.
- สุพิศ ทองรอด อนันต์ ต้นสุตะพานิช และธนัญช์ สังกรธนกิจ. 2538. การศึกษาเบื้องต้นในการอนุบาล
กึ่งกุลาดำวัยอ่อนระยะ Nauplius ถึง Mysis-3 ด้วยอาหารสำเร็จเสริมน้ำปลาและ
เปรียบเทียบกับอาหารมีชีวิต. วารสารประมง 48(3): 241-249.
- Akiyama, D.M., Dominy, W.G. and A.L. Lowrence. 1991. Penaeid Shrimp Nutrition for
the Commercial Feed Industry: Revised. In: Proceeding of the Aquaculture
Feed Processing and Nutrition Workshop. American Soybean Association.
Singapore. pp. 80-90.
- Becker EW. 2007. Microalgae as a source of protein. Biotechnology Advances 25: 207-
210.
- Lovell, R.T. 1989. Nutrition and Feeding of Fish. Von Nostrand Reinhold , New York.
260 p.
- Lovell, R.T. 1998. Nutrition and Feeding of Fish, Second edition. Kluwer Academic
Publishers. Massachusetts. 267 p.

- Morrison, Frank B. 1961. Feeds and Feeding. Abridged, Ninth Edition. Vail-Ballou Press, inc., Binghamton. New York. pp. 581-607.
- National Research Council. 1973. Subcommittee on Fish Nutrition, Nutrient requirements of trout, salmon and catfish. Washington D.C. National Academy of Sciences, (Nutrient Requirements of Domestic animals). 11:57p.
- National Research Council. 1977. Subcommittee on Warmwater Fishes. Nutrient requirements of warmwater fishes. Washington D.C. National Academy of Sciences, (Nutrient Requirements of Domestic animals). 78 p.