



รายงานผลการวิจัย

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน

ในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม

THE INCREASED POTENTIAL USE OF OIL PALM KERNEL MEAL
IN HYBRID WALKING CATFISH FEEDS

โดย

วีรชัย เพชรสุทธิ ณิชพัฒน์ สุขใส นาทาลี อาร์ใจเย็น ชัยวิจิต เพชรศิลา



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน
ในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม
THE INCREASED POTENTIAL USE OF OIL PALM KERNEL MEAL
IN HYBRID WALKING CATFISH FEEDS.

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2550

จำนวน 150,000.- บาท

หัวหน้าโครงการ

นายวีรชัย เพชรสุทธิ

ผู้ร่วมโครงการ

นางสาวณัชพัฒน์ สุขใส นางสาวนาตาลี อาร์ใจเย็น

นายชัยวิจิต เพชรศิลา

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

...../...../.....

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย จากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการ การเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในปีงบประมาณ 2550 เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 150,000 บาท (หนึ่งแสนห้าหมื่นบาทถ้วน) บัดนี้ โครงการวิจัยฯ ได้เสร็จสิ้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงใคร่ขอแนะนำเสนอโครงการวิจัยฉบับนี้ โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร นักวิจัย และนักศึกษารวมทั้งผู้ที่สนใจในเรื่องที่เกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ การผลิตอาหารสำหรับสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปลา

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร เป็นอย่างยิ่งที่ได้เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าและคณาจารย์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ทุกคน ได้มีโอกาสทำงานวิจัย ขอขอบคุณคณาจารย์และนักวิชาการเกษตร ผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ได้ร่วมกันทำงานวิจัยชิ้นนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณบุคลากร เจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ที่ได้อำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยในทุกๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดา มารดา ภรรยา และญาติพี่น้อง ที่ได้ส่งเสริมสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่สำคัญในการทำงานวิจัยมาโดยตลอดจน

คณะผู้จัดทำวิจัย

สารบัญเรื่อง

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
บทคัดย่อ	1
ABSTRACT	2
คำนำ	4
วัตถุประสงค์	6
ผลสำเร็จที่คาดว่าจะได้รับ	6
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	50
ผลการวิจัย	56
วิจารณ์ผล	69
สรุป	71
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก	76

(ก)
สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับปาล์มน้ำมัน จำแนกตามอายุ	14
2 คุณค่าทางอาหารของกากปาล์มประเภทต่างๆ	28
3 มาตรฐานของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ใช้เป็นอาหารสัตว์	28
4 ส่วนประกอบทางเคมีและปริมาณพลังงานของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม	29
5 ปริมาณกรดอะมิโนแอซิดในกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม	30
6 ข้อแตกต่างระหว่างปลาดุกอุยและปลาดุกยักษ์	38
7 อัตราการให้อาหารปลาดุกในระยะต่างๆ กัน	45
8 ปริมาณสารอาหารของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสูตรต่างๆ สำหรับการทดลอง	56
9 ส่วนประกอบของอาหารแต่ละสูตรที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสม	57
10 ปริมาณสารอาหารจากการคำนวณของอาหารทดลองแต่ละสูตรที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสม	57
11 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	58
12 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตรต่อตัว) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	59
13 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัมต่อวัน) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม แตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	60
14 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม แตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	61

15	จำนวนปลาดุกลูกผสมที่รอดตาย (ตัว) จากการเลี้ยงด้วย อาหารผสมแตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	63
16	อัตราการรอดตาย (Survival Rate) (เปอร์เซ็นต์) ของปลา ลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม แตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	63
17	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยง ด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	65
18	น้ำหนักอาหารผสมทั้ง 5 สูตร (กิโลกรัม) ที่ใช้ในการ ทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสม เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	66
19	น้ำหนักผลผลิตรวม (กิโลกรัม) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยง ด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	67
20	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในบ่อซีเมนต์ที่ใช้เลี้ยง ปลาดุกอุยเทศด้วยอาหารแตกต่างกัน 5 สูตร เป็น ระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	68

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1 ตาราง ANOVA การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยของปลา ลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ	77
2 ตาราง ANOVA การเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยของ ปลาลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ด ปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ	77
3 ตาราง ANOVA การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ต่อวันของปลาลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อ ในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ	78
4 ตาราง ANOVA อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาลูก ผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ	78
5 ตาราง ANOVA อัตราการรอดตายของปลาลูกผสมที่ เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ ต่างกัน 5 ระดับ	79
6 ตาราง ANOVA อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลา ลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ	79
7 ตาราง ANOVA ปริมาณอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลาลูก ผสมเป็นระยะเวลา 4 เดือน	80
8 ตาราง ANOVA ปริมาณผลผลิตปลาลูกผสมที่ทดลอง เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ ต่างกัน 5 ระดับ เป็นระยะเวลา 4 เดือน	80

(ข)
สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขั้นตอนในการหีบน้ำมันปาล์มดิบ	24
2 ส่วนประกอบต่างๆ ของทะเลลายปาล์มพันธุ์เทเนอร่า	25
3 ลักษณะของปลาดุกลูกผสม	39
4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหาร ทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	58
5 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตรต่อตัว) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยง ด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	59
6 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัมต่อวัน) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วย อาหารผสม แตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	61
7 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปลาดุก ลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม แตกต่างกัน 5 สูตร เป็น ระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	62
8 อัตราการรอดตาย (Survival Rate) (เปอร์เซ็นต์) ของปลาดุก ลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม แตกต่างกัน 5 สูตร เป็น ระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	64
9 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วย อาหารผสมทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	65
10 น้ำหนักอาหารผสมทั้ง 5 สูตร (กิโลกรัม) ที่ใช้ในการทดลอง เลี้ยงปลาดุกลูกผสม เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	66
11 น้ำหนักผลผลิตรวม (กิโลกรัม) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วย อาหารผสมทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)	67

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1 เนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันภายหลังจากการกระเทาะกะลา	81
2 กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	81
3 ปลาปน	82
4 กากถั่วเหลือง	82
5 รำละเอียด	83
6 ปลาขี้ขาวบดละเอียด	83
7 น้ำมันปลาส่วนผสมของอาหาร	84
8 สารเหนียวสำหรับการผสมอาหาร	84
9 วิตามินส่วนผสมของอาหาร	85
10 ลักษณะของอาหารผสมที่คูลูกเคาะให้เข้ากันก่อนนำเข้าเครื่องบด (mincer)	85
11 การบดวัตถุดิบอาหารผสมด้วยเครื่องบดอาหาร (mincer)	86
12 ลักษณะเม็ดของอาหารผสมที่ผ่านเครื่องบดอาหาร (mincer)	86
13 การนำอาหารที่ผ่านการบดและอัดเม็ดไปฝังลมเพื่อลดความชื้น	87
14 การวัดขนาดความยาวของปลาดุกผสมเป็นรายตัว ในระหว่างการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน	87
15 การชั่งน้ำหนักปลาดุกผสมเป็นรายตัว ในระหว่างการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน	88
16 ปลาดุกผสมเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ในระยะเวลาการเลี้ยงประมาณ 4 เดือนขนาดความยาวประมาณ 31.84 ซม. น้ำหนัก 200 กรัม	88

**การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน
ในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม**
**THE INCREASED POTENTIAL USE OF OIL PALM KERNEL MEAL
IN HYBRID WALKING CATFISH FEEDS**

วีรชัย เพชรสุทธิ ณิชพัฒน์ สุขใส นาทาลี อาร์ใจเย็น ชัยวิชิต เพชรศิลา

**WEERACHAI PHETSUT NUTCHAPAT SUKSAI
NATALEE R JAIYEN CHAIWICHIT PETCHSILA**

มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร

อ.ละแม จ.ชุมพร

บทคัดย่อ

การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสมในระดับที่เหมาะสม และเพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ รวมทั้งผลผลิตสุทธิของปลาดุกลูกผสม นอกจากนั้นเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสม โดยทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomize Design) จำนวน 5 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ โดยกำหนดให้อาหารทุกชุดการทดลองมีระดับโปรตีน ไม่ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานไม่ต่ำกว่า 3,000 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ประกอบด้วยชุดการทดลองที่ 1 เป็นอาหารปลากินเนื้อ (อาหารปลาดุก) สำเร็จรูปชนิดเม็ดที่มีจำหน่ายทั่วไปเป็นอาหารชุดควบคุม ชุดการทดลองที่ 2 เป็นอาหารผสมที่จัดทำขึ้นโดยไม่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน สำหรับชุดการทดลองที่ 3, 4 และ 5 เป็นอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ในปริมาณ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสม ที่มีอายุ 45 วัน มีน้ำหนัก และความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 กรัม และ 7 เซนติเมตร ตามลำดับ ในบ่อซีเมนต์ขนาด 2X4X0.7 เมตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

ผลการทดลองพบว่า ปลาอุกผสมสามารถเลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบอาหารทั้งหมด โดยมีการเจริญเติบโตในด้านน้ำหนัก ความยาว อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และน้ำหนักผลผลิตสุทธิดีที่สุด โดยมีปริมาณการกินอาหารและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงที่สุด

การนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารปลา โดยเฉพาะเมื่อนำไปเลี้ยงปลาอุกผสม สามารถเพิ่มปริมาณกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเข้าไปในส่วนผสมของอาหารได้ในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหารปลาทั้งหมด โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของปลาอุกผสมในภาพรวมแต่อย่างใด รวมทั้งไม่ทำให้รสชาติหรือลักษณะของเนื้อปลาเปลี่ยนแปลงไป

ABSTRACT

The increased potential use of palm kernel meal in hybrid walking catfish feeds. Objectives to study optimum use of oil palm kernel as a raw material in hybrid catfish feed production and to study a growth rate, a survival rate, a feed conversion rate including a net production of hybrid catfish feeding with different ratios of oil palm kernel in the feed.

Moreover, to study a quality of water in a hybrid catfish pond by planning randomly tests (completely randomize design) in 5 sets of 3 trials, each of these sets are determined by unique sets of trials which have no less than 35% of protein level and at least 3,000 kilocalories of energy per on kilogram of feed.

The sets of the experiment contain of, set 1: grainy – finished flesh- eating fish feed (catfish feed) as a control set, set 2: mixed-feed without any of oil palm kernel ingredient. Feed in set 3, 4 and 5 have oil palm kernel as a component at 10, 20 and 30 % in quantity respectively.

The experiment was done on 45 days old hybrid catfish with the average body weight of 3.20 grams and the average body length of 7 centimeters respectively in a cement pond with a dimension of 2x4x0.7 meters for a period of 4 months (126 days)

A result of the experiment showed that hybrid catfish can be feeded with the feed which has oil palm kernel mixed in a quantity of 30 % of total raw material ingredients. Meanwhile, it caused the highest growth rate in weight, growth rate in length,

growth rate per day, the best net yield weight consumption rate and feed conversion rate.

The use of oil palm kernel as a raw material in hybrid catfish feed production, especially in hybrid catfish feeding an oil palm kernel can be added in 30 % of total raw material ingredients into the feed-mixed without any effect on the over all growth rate of hybrid catfish. Besides, it wouldn't cause any taste or appearance changes in the its meat.



คำนำ

กากเนื่อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน เป็นผลพลอยได้ชนิดหนึ่งที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์ม มีโปรตีนประมาณ 14- 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงาน และมีการย่อยได้ของพลังงานทั้งหมด 70 – 72 เปอร์เซ็นต์ มีฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียมสูง สามารถหาได้ง่ายในท้องที่ภาคใต้ มีราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นๆ ที่มีราคาค่อนข้างแพง หรือมีความต้องการใช้ในปริมาณสูงในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ กากเนื่อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน สามารถใช้ทดแทน รำละเอียด ข้าวโพด กากถั่วเหลือง ปลาบั่ว และมันเส้นในสูตรอาหารสัตว์ได้

ปัจจุบันรัฐบาลได้มีการส่งเสริมให้ขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งในเขตภาคใต้ และภาคตะวันออก เพื่อสกัดน้ำมันปาล์มเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีราคาแพง ซึ่งจะทำให้มีผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันปาล์มกันมากขึ้น การศึกษาการเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จากกากเนื่อในเมล็ดปาล์มเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์น้ำหรือปลา เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่ควรศึกษาและส่งเสริมให้มีการใช้ให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น เพื่อลดต้นทุนให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำหรือปลา และเป็นการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น หรือประเทศไทยให้คุ้มค่า และมีประโยชน์มากที่สุดต่อไป

จากการศึกษาการนำกากปาล์มน้ำมันประเภทต่างๆ มาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในทุกๆ ชนิด พบว่าในปี 2545 – 2547 มีการนำกากปาล์มประเภทต่างๆ มาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในปริมาณค่อนข้างมาก และมีแนวโน้มที่จะมีการนำมาใช้เพิ่มมากยิ่งขึ้น จากปี 2545 โดยรวมประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลที่ส่งเสริมให้มีการปลูกปาล์ม เพื่อสกัดน้ำมันปาล์มเป็นพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้มีปริมาณกากปาล์มน้ำมันประเภทต่างๆ เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ประกอบกับราคากากปาล์มมีราคาถูก เมื่อเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้โปรตีนในปริมาณใกล้เคียงกัน

สำหรับกากเนื่อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในโคนมและโคเนื้อ ได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก โคเป็นสัตว์กระเพาะรวมมีความสามารถในการกิน และการใช้ประโยชน์จากกากเนื่อในเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ดี รองลงมาได้มีการนำกากเนื่อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์จำพวก ไก่ไข่ สุกร และเป็ดเทศ ได้ถึง 40, 30 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับสัตว์น้ำยังไม่ค่อยมีการทดลองการนำกากเนื่อในเมล็ดปาล์มมาเป็นวัตถุดิบในสูตรอาหารสำหรับสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปลา ซึ่งอาจจะเป็นเพราะด้วยข้อจำกัดในเรื่องเยื่อใยที่สัตว์น้ำ เช่น ปลาหรือกุ้ง มีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากเยื่อใยเมล็ดปาล์มน้ำมันได้น้อยกว่าสัตว์บก จึงเป็นเรื่องที่ควรได้รับการสนับสนุนให้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยเพิ่มเติม ใน

เรื่องของการนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นๆ ที่มีราคาแพง และหาได้ค่อนข้างยาก เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้มีมูลค่าในการนำมาใช้ประโยชน์ให้มากยิ่งขึ้นต่อไป

นอกจากนี้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม ไม่เป็นพืช GMO ไม่มีสารพิษ และเป็นอาหารสัตว์ที่ผลิตได้ในประเทศ เพื่อเป็นการส่งเสริมการปลูกปาล์มให้เป็นอาชีพที่มั่นคง และยังเป็นทางเลือกให้ผู้ประกอบการธุรกิจอาหารสัตว์หันมาใช้วัตถุดิบภายในประเทศให้มากขึ้น เพื่อทดแทนวัตถุดิบที่มีราคาแพงได้ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาเพื่อนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปปาล์มน้ำมัน มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปลาตู้ลูกผสม และเพื่อศึกษาระดับหรือปริมาณการผสมลงไปในการอาหารที่เหมาะสม ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพเจริญเติบโตของปลา อันเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์น้ำ เป็นการนำของเหลือใช้จากปาล์มน้ำมันที่มีอยู่อย่างมากมาย ที่อาจจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นการลดการนำเข้าวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์จากต่างประเทศ อันเป็นการเพิ่มศักยภาพจากของเหลือใช้ที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนาการเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม
2. เพื่อศึกษาปริมาณการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม
3. เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและผลผลิตสุทธิของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน
4. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน

ผลสำเร็จที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. เกิดการใช้ประโยชน์จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในการนำมาผลิตเป็นอาหารสำหรับปลาหรือสัตว์น้ำ
2. ได้ทราบถึงปริมาณหรือสัดส่วนที่เหมาะสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในการนำมาผลิตเป็นอาหารสำหรับปลาดุกลูกผสม
3. ได้ทราบถึงการเจริญเติบโต การรอดตาย การเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน

การตรวจเอกสาร

ปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชตระกูลปาล์ม (Palmae) เช่นเดียวกับมะพร้าว จาก อินทผาลัม และ ตาลโตนด เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นตรง มีผลเป็นทะลาย นิยมปลูกเพื่อนำน้ำมันมาเป็น ประโยชน์ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Elaeis guineensis* Jacq มีถิ่นกำเนิดในทวีป ปลูกมากในแถบ ไซนร้อนของทวีปแอฟริกา อเมริกา และเอเชีย อินโดนีเซียเป็นประเทศแรกที่นำปาล์มน้ำมันเข้ามา ปลูกในทวีปเอเชียเมื่อ พ.ศ.2391 จากนั้นประเทศมาเลเซียได้นำเข้ามาปลูก เมื่อปีพ.ศ. 2418 จนกระทั่ง พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา ประเทศมาเลเซียกลายเป็นผู้ส่งออกน้ำมันปาล์มรายใหญ่ที่สุด ของโลก ประเทศไทยเริ่มนำปาล์มน้ำมันเข้ามาปลูกเป็นครั้งแรกตั้งแต่สมัยก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 (ปีพ.ศ. 2485) ที่สถานีทดลองยางคองหงษ์ อำเภอบางใหญ่ จังหวัดสงขลา และที่สถานีสิกรรม พลิว จังหวัดจันทบุรี (เอกชัย, 2548) สำหรับการปลูกปาล์มน้ำมันเชิงการค้าเป็นครั้งแรกที่ จ. กระบี่ และสตูล เมื่อปี พ.ศ. 2511 จากนั้นได้กระจายออกสู่จังหวัดอื่นๆ ในภาคใต้

ปาล์มน้ำมันนับได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ และปลูกกันมากทางภาคใต้ของ ประเทศไทย ในระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา พื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันได้ขยายตัวอย่างมาก โดยในปีพ.ศ.2513 มีพื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน 13,157 ไร่ และได้เพิ่มพื้นที่การเพาะปลูก มากขึ้นเรื่อยๆ โดยในปีพ.ศ.2532 มีพื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน รวมทั้งสิ้น 854,000 ไร่ และ เพิ่มมากขึ้น จนในปีพ.ศ.2547 มีพื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 1,844,266 ไร่ โดยร้อยละ 95 ของพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในเขตพื้นที่ภาคใต้ จังหวัดที่มีพื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันมาก คือ จังหวัดกระบี่ มีพื้นที่การเพาะปลูกและให้ผลผลิต 550,233 ไร่ รองลงมา คือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่การเพาะปลูกและให้ผลผลิต 413,876 ไร่ และจังหวัดอื่นๆ เช่น ชุมพร สตูล และตรัง ตามลำดับ โดยในแต่ละปีจะได้ผลผลิตปาล์มน้ำมันมากกว่า 2,633,927 ตันต่อปี (ธีระ, 2545-2546) และเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงในปีพ.ศ. 2547 มีผลผลิตปาล์มน้ำมัน รวมทั้งสิ้น 5,114,160 ตัน (เอกชัย, 2548)

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันจัดอยู่ในพืชตระกูลปาล์ม (Palmae หรือ Arecaceae) ซึ่งมีอยู่ 3 ชนิดคือ *Elaeis guineensis* (African oil palm) *Elaeis oleifera* (South American oil palm) และ *Elaeis odora* (American oil palm) โดยทั้ง 3 ชนิด *Elaeis guineensis* มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุด ปาล์มน้ำมันชอบสภาพภูมิอากาศที่มีฝนตกชุกสม่ำเสมอตลอดทั้งปีโดยเฉลี่ยประมาณ 1,800-2,000 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในรอบปีไม่ต่ำกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ และไม่ควรมีสภาพแห้งแล้งเกิน 2 เดือนติดต่อกัน ชอบความชื้นสูง แสงแดดจัดอย่างน้อยวันละ 5 ชั่วโมง ลักษณะของดินควรเป็นดินร่วนเหนียวถึงดินเหนียว มีความลึกของชั้นหน้าดินมากกว่า 75 เซนติเมตร. อุดมน้ำได้ดี ระดับน้ำใต้ดินลึก 75-100 เซนติเมตร มีธาตุอาหารสูง ความลาดชันไม่ควรเกิน 12 เปอร์เซ็นต์ และไม่ควรสูงกว่าระดับน้ำทะเลเกิน 500 เมตร ดินควรจะมีสภาพเป็นกรดอ่อนคือมีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 4.0-6.5 พื้นที่ไม่มีน้ำท่วมขัง มีการระบายน้ำดีถึงปานกลาง พื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศ จึงมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมแก่การปลูกปาล์มน้ำมัน โดยในปัจจุบันปาล์มน้ำมันยังสามารถปลูกได้ในภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางส่วนอีกด้วย แต่ผลผลิตที่ได้รับโดยทั่วไปเฉลี่ยยังต่ำกว่าประเทศมาเลเซีย

ปาล์มน้ำมันมีระบบรากแบบ fibrous root system โดยรากเกือบทั้งหมดเจริญตามแนวอนระดับใกล้ผิวดิน ความลึกประมาณ 2 เมตร ลำต้นตั้งเดี่ยวตรง สูงประมาณ 15 – 20 เมตร ใบเป็นรูปขนนกคล้ายใบมะพร้าว แต่ละทางใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ก้านทางใบและใบย่อย ช่อดอกเป็นดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียอยู่แยกกันคนละดอก แต่อยู่ในต้นเดียวกัน (monokioecious) ในแต่ละต้นจะเกิดช่อดอกได้ประมาณ 10 -15 ช่อดอก ส่วนผลหรือทะลายประกอบด้วยก้านทะลาย ช่อทะลาย และผล การปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อการค้าจะต้องการทะลายปาล์ม เปลือกนอก กะลา และเนื้อในเมล็ด

2. พันธุ์ปาล์มน้ำมัน

พันธุ์ปาล์มน้ำมันมีมากมายหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์ก็มีความแตกต่างกันไป โดยผลผลิตก็จะให้แตกต่างกัน คุณภาพไม่เหมือนกัน ขนาดและรูปร่างสีส้มของผลก็แตกต่างกัน

ปัจจุบันการจำแนกพันธุ์ปาล์มน้ำมันอาศัยลักษณะความหนา - บางของกะลา เส้นใยรอบกะลา และเปอร์เซ็นต์ของเนื้อปาล์ม พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้ามีอยู่ 3 พันธุ์คือ พันธุ์ดูรา (Dura) เทเนรา (Tenera) และฟิสิเฟอรา (Fisifera)

พันธุ์ที่แนะนำให้ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน คือ พันธุ์เทเนอรา (Tenera) เป็นพันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์ดูรากับพันธุ์ฟิสิเฟอรา ใช้พันธุ์ดูราเป็นพันธุ์แม่ และพันธุ์ฟิสิเฟอราเป็นพันธุ์พ่อ พันธุ์เทเนอรา มีกะลาบาง (0.5-4 มิลลิเมตร) และมีน้ำมันต่อน้ำหนักทะลายประมาณร้อยละ 22-25 มีทะลายดกกว่าพันธุ์ดูรา เนื่องจากพันธุ์เทเนอรา มีคุณสมบัติ คือ มีกะลาบาง ได้น้ำมันจากส่วนเปลือกนอกมากกว่าพันธุ์ดูราประมาณร้อยละ 25 จึงมักนิยมปลูกเป็นการค้า ลักษณะผลดิบสีดำ เมื่อสุกเปลือกนอกสีส้มแดง กะลาบางให้น้ำมันสูง

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี จะให้ผลผลิตสูง มีคุณภาพดี ให้ผลผลิตสม่ำเสมอตลอดปี ขายได้ราคาดี เป็นที่ต้องการของโรงงาน พันธุ์ปาล์มน้ำมันคุณภาพต่ำ (พันธุ์ไม่ดี) เมล็ดพันธุ์หรือต้นกล้าปาล์ม น้ำมันคุณภาพต่ำได้จากการผสมระหว่างพ่อและแม่พันธุ์ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการคัดเลือกสายพันธุ์ หรือได้จากการผสมพันธุ์แบบไม่มีการควบคุมการผสมพันธุ์ เช่น ต้นกล้าที่งอกบริเวณใต้โคนต้น ความเสียหายเมื่อปลูกปาล์มน้ำมันคุณภาพต่ำ คือ ผลผลิตทะลายปาล์มลดลง 15-50% และน้ำมันปาล์มดิบลดลง 35-55%

2.1 ลักษณะปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่างๆ

1. พันธุ์ดูรา (Dura) พบในแถบตะวันออกไกล เรียกว่า Deli Dura มีเปลือกหนามีน้ำมันและเนื้อหนา ปัจจุบันดูรานี้ใช้เป็นแม่พันธุ์สำหรับผลิตลูกผสมเทเนอรา

2. พันธุ์ฟิสิเฟอรา (Pisifera) เป็นพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง มีกะลาบางมาก เมล็ดในเล็ก แต่มีข้อเสียคือ ขนาดของผลเล็ก ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน และมีการผลิตทะลายต่อต้นจำนวนต่ำ ปัจจุบันใช้พันธุ์ฟิสิเฟอรานี้เป็นพันธุ์พ่อสำหรับผลิตพันธุ์ลูกผสม

3. พันธุ์เทเนอรา (Tenera) เป็นพันธุ์ผสมระหว่าง ดูราพันธุ์แม่กับพันธุ์พ่อ ฟิสิเฟอราเป็นพันธุ์ที่มีเปลือกสำหรับอัดน้ำมันมาก เนื้อหนาและให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันมาก มีกะลาบาง มีทะลายดกกว่าพันธุ์ ดูรา จึงมักนิยมปลูกเป็นการค้า

พันธุ์ปาล์มน้ำมันที่นิยมปลูก คือ พันธุ์ปาล์มน้ำมัน ลูกผสมเทเนอรา (DxP), พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1, พันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 และพันธุ์ลูกผสมสุราษฎร์ธานี

พันธุ์ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนร่า (DxP) ที่นิยมปลูกในประเทศไทย

1. ASD คือ พันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศออสเตรเลีย
2. IRHO คือพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศไอเวอรี่โคสต์
3. DAMI คือพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศปาปัวนิวกินี
4. CONGO คือพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศคองโก
5. BANIN คือพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศเบนิน
6. UTI คือพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ผลิตโดยบริษัทอุตสาหกรรมการเกษตร
7. UV คือพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ผลิตโดยบริษัทยูนิฟาย
8. SORC คือพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ผลิตโดยศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
9. PR คือพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่ผลิตโดยบริษัทเปารังค์

2.2 ข้อพิจารณาในการเลือกซื้อปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี

1. เป็นปาล์มน้ำมันพันธุ์ลูกผสมเทเนร่า (DxP)
2. ซื้อจากแหล่งที่เชื่อถือได้ มีหนังสือรับรองจากทางราชการ
3. เลือกต้นที่สมบูรณ์ ลักษณะดี ไม่มีอาการผิดปกติ
4. มีข้อมูลเบื้องต้นในด้านการให้ผลผลิตที่ดี และสม่ำเสมอ
5. มีประวัติพันธุ์อย่างชัดเจน
6. มีแหล่งที่ผลิต (ที่มา) ของเมล็ดพันธุ์ที่เชื่อถือได้

ต้นกล้าปาล์มน้ำมันควรมีอายุหรือขนาดเหมาะสมตามความต้องการของเกษตรกร เช่น ถ้าปลูกทันทีควรมีอายุ 8-12 เดือน ถ้าซื้อต้นกล้าเล็กเพื่อนำไปปลูกดูแลก่อนควรซื้อต้นกล้าที่มีอายุกล้า 2-4 เดือน

2.3 แหล่งปาล์มพันธุ์ดี

การเลือกซื้อปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี ควรพิจารณาปฏิบัติตามลำดับดังนี้

1. ซื้อจากกรมวิชาการเกษตร หรือจากบริษัทที่กรมวิชาการเกษตรรับรองว่าเป็นแหล่งผลิตที่เชื่อถือได้
2. ซื้อจากผู้จำหน่ายพันธุ์ที่แหล่งที่เคยจำหน่ายให้ส่วนราชการมาก่อน หรือจากบริษัทที่ทางราชการรับรอง
3. ซื้อจากผู้จำหน่ายพันธุ์ที่มีพื้นที่ปลูกและโรงงานอยู่ในพื้นที่อย่างมั่นคงถาวรเป็นการยืนยันว่ามีบริการหลังการขายหรือมีจุดรับซื้อผลผลิตจากเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง

4. ชื่อจากบริษัท หรือผู้ค้าพันธุ์ปาล์มน้ำมัน ที่กระทำเป็นอาชีพโดยมีนักวิชาการเกษตร ควบคุมการปฏิบัติอย่างถูกหลักวิชาการและมีการรับรองหรือประกันคุณภาพพันธุ์ปาล์มน้ำมันเป็น ลายลักษณ์อักษร

5. ในกรณีที่ไม่สามารถหาซื้อได้ตามข้อ 1-4 ควรสอบถามจากเพื่อนบ้านที่ปลูกปาล์มน้ำมัน พันธุ์ดีที่ให้ผลผลิตแล้ว ว่าซื้อมาจากแหล่งที่ใดแล้วพิจารณาตามข้อสังเกตในการคัดเลือกซื้อ ปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี

6. เกษตรกรควรขอหนังสือรับรองพันธุ์จากผู้ขายและเก็บหนังสือรับรองพันธุ์จากผู้ขายและ เก็บหนังสือรับรองพันธุ์ ตลอดจนเก็บหนังสือสัญญาการซื้อขายหรือใบเสร็จรับเงินไว้เป็นหลักฐาน อย่างไรก็ตามเกษตรกรที่มีความประสงค์จะปลูกปาล์มน้ำมันควรมีการเตรียมการได้ล่วงหน้า ขณะ เตรียมพื้นที่เพาะปลูกควรติดต่อสั่งซื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมันไว้ด้วยเพื่อให้ได้ทันเวลาตามต้องการ

3. การปลูกปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนรานิยมปลูกกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากให้ผลผลิตน้ำมันมาก ขึ้นของ เปลือกและเมล็ดในหนาแต่กะลาบาง น้ำมันในชั้นเปลือกสูงถึง 19 – 20 เปอร์เซ็นต์ (ธีระ, 2528) ปลูกโดยใช้เมล็ดที่งอกแล้วเพาะในแปลงเป็นเวลา 10 – 14 เดือน แล้วย้ายลงถุงพลาสติก ทำการ ดูแลรักษาอีก 2 – 4 เดือน ปลูกในพื้นที่ระยะห่าง 9 x 9 เมตร ใช้ปุ๋ยร็อคฟอสเฟต (rock - phosphate) รองกันหลุมในอัตราต้นละ 250 กรัม และปุ๋ยสูตร 18 – 12 – 6 ในอัตราต้นละ 1 - 2 กิโลกรัมต่อปี

การปลูกปาล์มน้ำมันให้ประสบผลสำเร็จ ผู้ปลูกจำเป็นต้องเข้าใจธรรมชาติและความ ต้องการของต้นปาล์ม เริ่มตั้งแต่การเลือกพื้นที่ปลูก การปลูกและดูแลรักษา การป้องกันกำจัด วัชพืชและศัตรูพืช การเก็บเกี่ยวและการขนส่งผลผลิต รวมทั้งควรพิจารณาถึงงบประมาณ ค่าใช้จ่าย และผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 การเลือกพื้นที่ปลูก

ปาล์มน้ำมันสามารถให้ผลผลิตน้ำมันสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ 6 – 10 เท่า เมื่อปลูกใน พื้นที่ที่มีความเหมาะสม กล่าวคือ

1. มีแสงแดดจัด อย่างน้อยวันละ 5 ชั่วโมง
2. มีฝนตกชุกสม่ำเสมอตลอดปี เฉลี่ย 150 มิลลิเมตร / เดือน หรือ 1,800 มิลลิเมตร / ปี มี ช่วงแล้งสั้น ไม่ควรเกิน 2 – 3 เดือน / ปี
3. มีอุณหภูมิระหว่าง 25 – 30 องศาเซลเซียส

4. พื้นที่ปลูกมีหน้าดินลึกมากกว่า 1 เมตร การระบายน้ำดี มีความเป็นกรดเป็นด่าง > 4.0 หากเป็นที่ราบหรือลุ่ม ควรมีร่องระบายน้ำทุกๆ 6 - 8 แถว เพื่อไม่ให้น้ำขังเมื่อมีฝนตกหนัก พื้นที่ปลูกควรมีความลาดชันน้อยเพื่อสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลผลิต

3.2 การปลูกและดูแลรักษา

1. ต้นกล้าที่พร้อมปลูก ควรมีอายุ 10 – 12 เดือน จากแหล่งผลิตหรือสถานเพาะชำที่ได้มาตรฐานและเชื่อถือได้ ต้นกล้าผิดปกติ เช่น ทรงต้นชะงุด ใบย่อยไม่คลี่ ขอบปล้องสั้นหรือห่างเกินไป ใบเรียวเล็กหรือแคบ ให้คัดทิ้งทันที หากมีปัญหาเรื่องหนูทำลาย ให้ปลูกต้นกล้าที่มีอายุมากกว่า 12 เดือน ขึ้นไป

2. ต้นกล้าปกติและสมบูรณ์เท่านั้นที่จะนำไปปลูกในแปลง มีระยะห่าง 8.75 – 9.00 เมตร เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ดินดีปลูกห่าง ดินเลวปลูกถี่ ก่อนปลูกควรปรับพื้นที่ด้วยการไถพรวน ขุดหลุมปลูกให้กว้างกว่าขนาดถุงต้นกล้าเล็กน้อย

3. หลังจากปลูกหวานเมล็ดพืชคลุมดินตระกูลถั่วระหว่างแถวปลูก เพื่อควบคุมวัชพืชและบำรุงดิน หากต้องการปลูกพืชเศรษฐกิจอายุสั้นแซมระหว่างแถวก็สามารถทำได้ เช่น สับปะรด เป็นต้น

4. หมั่นกำจัดวัชพืชรอบวงโคน รัศมีห่างจากโคนต้นประมาณ 0.5 ม. ในระยะแรก รัศมีจะขยายเพิ่มขึ้นตามอายุต้นปาล์ม การกำจัดวัชพืชในปีแรกควรหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี สารเคมีบางชนิดมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตในระยะแรก

5. ในช่วง 1 – 2 ปี แรก หมั่นตรวจสอบความสมบูรณ์ของต้น หากพบว่าต้นปาล์มไม่สมบูรณ์หรือผิดปกติ ให้ขุดทิ้งและปลูกแทนด้วยต้นกล้าใหม่ทันที

6. ควรหลีกเลี่ยงการตัดแต่งทางใบในระยะแรก หากจำเป็นหรือเมื่อต้องการเก็บผลผลิตให้ตัดทางใบทิ้งน้อยที่สุด ต้นปาล์มเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุครบ 3 ปีหลังจากปลูก ผลผลิต จะเพิ่มขึ้นและสูงสุดเมื่อมีอายุประมาณ 7 – 8 ปี ในปี 10 ทางใบเริ่มประสานกัน การเจริญเติบโตในด้านความสูงเพื่อเข้าหาแสงแดด พื้นที่ใบเริ่มสูงสุดและคงที่

7. ผลผลิตในปีต่อไปจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณฝน ชนิดของดิน และการดูแลรักษา การปลูกทดแทนมักเกิดขึ้นเมื่อต้นปาล์มมีอายุมาก หรือต้นสูงเกินไปจนเก็บเกี่ยวไม่ถึงโดยปกติเมื่อมีอายุตั้งแต่ 25 ปี ขึ้นไป

3.3 การใส่ปุ๋ย

ควรใส่ปุ๋ยให้เพียงพอกับความต้องการของต้นปาล์ม ไม่มากหรือน้อยเกินไป ค่าปุ๋ยคิดเป็น 50 – 60 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนการผลิต การใส่ปุ๋ยมากเกินไป นอกจากจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง ผลผลิตไม่เพิ่มขึ้น ยังมีผลเสียต่อต้นปาล์มได้อีกด้วย

ข้อควรทราบในการพิจารณาการใส่ปุ๋ยมีดังนี้

1. ปาล์มน้ำมันต้องการปุ๋ยค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แมกนีเซียม (Mg) และโบรอน (B) ปุ๋ยอื่นๆ ก็มีความจำเป็น แต่ความต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยกว่า

2. ในช่วงอายุ 1 – 2 ปีแรกหลังจากปลูก ต้นปาล์มต้องการปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจำนวนมาก เมื่อเทียบกับปุ๋ยโพแทสเซียมและแมกนีเซียม แต่เมื่อเริ่มให้ผลผลิตหรือในปีที่ 2 และ 3 ความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียม จะเพิ่มขึ้นตามลำดับ

3. ก่อนการใส่ปุ๋ยทุกครั้ง ควรกำจัดวัชพืชรอบโคนต้นให้สะอาด ดินมีความชื้นเพียงพอ ไม่แห้งหรือแฉะเกินไป หลีกเลี่ยงการใส่ปุ๋ยเมื่อมีฝนตกหนัก ในช่วง 5 – 6 ปีแรก สามารถใส่ปุ๋ยในบริเวณรอบวงโคนหรือทรงพุ่มใบได้ หลังจากนั้นสามารถหว่านได้ทั่วแปลงเพราะต้นปาล์มมีรากแผ่ขยายอยู่ทั่วไป

4. อาการขาดธาตุอาหารของต้นปาล์มสามารถสังเกตได้จากลักษณะใบ เมื่อมีสีเหลืองซีด แสดงว่าขาดปุ๋ยไนโตรเจน / ใบมีจุดสีเหลืองส้ม ขาดปุ๋ยโพแทสเซียม / ใบล่างมีสีเหลืองออกส้ม และเห็นได้ชัดเมื่อถูกแสง ขาดปุ๋ยแมกนีเซียม / ปลายใบหยิกย่นหรือเป็นรูปตะขอหรือมีแถบโปร่งแสง ขาดปุ๋ยโบรอน

5. ปุ๋ยเคมี แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ปุ๋ยชนิดแรกเรียกว่า ปุ๋ยเดี่ยว หรือ แม่ปุ๋ย เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 – 0 – 0), ปุ๋ยร็อคฟอสเฟต (0 – 3 – 0), ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0 – 0 – 60) และปุ๋ยชนิดที่สองเรียกว่า ปุ๋ยสูตร มีขายอยู่ในตลาดทั่วไป เช่น 18 – 12 – 6, 16 – 16 – 8, 15 – 15 – 15, 16 – 16 – 16, 13 – 13 – 21, 12 – 9 – 21 ฯลฯ

ผู้ปลูกที่มีสวนจำนวนมาก แนะนำให้ใช้ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ยนำมาผสมและแบ่งใส่ด้วยตนเอง เพราะต้นทุนปุ๋ยจะถูกกว่า สำหรับเกษตรกรรายย่อยที่มีพื้นที่ปลูกไม่มากนัก แนะนำให้ใช้ปุ๋ยเดี่ยวสลับหรือร่วมกับปุ๋ยสูตร ปริมาณการใช้ขึ้นอยู่กับอายุพืช และความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ตารางที่ 4) คำแนะนำในการใส่ปุ๋ยแบบกว้างๆ มีดังนี้

ตารางที่ 1 ปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีสำหรับปาล์มน้ำมัน จำแนกตามอายุ

อายุ ต้นปาล์ม	อัตราปุ๋ย * (กิโลกรัม/ ต้น)	แบ่งใส่ปุ๋ย (ครั้ง)	แอมโมเนียม ซัลเฟต* 21-0-0 (กิโลกรัม/ ต้น)	ปุ๋ยสูตร* 15-15-15 (กิโลกรัม/ ต้น)	ปุ๋ยโปแตสเซียม คลอไรด์ 0-0-60 (กิโลกรัม/ ต้น)
ปีที่ 1	2.0 – 2.5	4 – 5	0.5 – 1.0	1.0	0.5
ปีที่ 2	4.0 – 5.0	4 – 5	1.0 – 1.5	1.5 – 2.0	1.5 – 2.0
ปีที่ 3	5.5 – 6.0	4	2.0 – 2.5	1.5 – 2.0	2.0 – 2.5
ปีที่ 4	6.0 – 7.0	4	2.5 – 3.0	1.5 – 2.0	2.0 – 2.5
ปีที่ 5 หรือสูงกว่า	6.5 – 7.5	3	2.5 – 3.5	1.5 – 2.0	2.0 – 3.0

* ก่อนปลูกให้ใส่ปุ๋ยร็อคฟอสเฟตรองกันหลุม 0.5 กก. / ต้น

* ปุ๋ยสูตร 15 – 15 – 15 อาจใช้ปุ๋ยสูตรอื่นที่ใกล้เคียง แทนก็ได้

* ปุ๋ยสูตร 21 – 0 – 0 อาจใช้ปุ๋ยยูเรีย (46 – 0 – 0) ในอัตราประมาณครึ่งหนึ่งของที่แนะนำแทน เมื่อปลูกบนดินเหนียว แต่ไม่แนะนำให้ใช้กับดินร่วนและดินทราย เนื่องจากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียมีมาก

* ดินดีให้ใส่ปุ๋ยในอัตราต่ำ ดินไม่ดีให้ใส่ปุ๋ยในอัตราที่สูงกว่า

6. ชนิดและปริมาณปุ๋ยที่จะใช้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดิน อายุต้นปาล์ม และโอกาสการให้ผลผลิต หากเป็นไปได้ควรพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์ใบ ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุด นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงราคาปุ๋ยและผลผลิตปุ๋ย หากผลผลิตมีราคาดีน่าจะได้ใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยไม่ถูกวิธีอาจทำให้เกิดการสูญเสียของปุ๋ยได้ถึง 20 – 40 เปอร์เซ็นต์

7. การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมและโบรอน ให้พิจารณาตามความจำเป็น อาจใส่ทุกปีหรือปีเว้นปี หรือปีเว้น 2 ปี การใส่ปุ๋ยแมกนีเซียมให้ใช้ปุ๋ยโดโลไมท์ อัตรา 1.5 – 2.0 กิโลกรัม/ ต้น / ครั้ง หรือปุ๋ยกีเซอไรต์ อัตรา 0.5 – 1.5 กิโลกรัม / ต้น / ครั้ง อย่างใดอย่างหนึ่ง การใส่ปุ๋ยโบรอนให้ใช้ปุ๋ยโบแรกซ์ อัตรา 80 – 100 กรัม / ต้น / ครั้ง ในกรณีที่ต้นปาล์มไม่แสดงอาการขาดแสดงว่าต้นปาล์มได้รับธาตุอาหารเหล่านี้จากดินเพียงพอ

8. การใส่ปุ๋ยให้พิจารณาถึงคุณสมบัติของดิน ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ต้องการปุ๋ยในปริมาณที่น้อยกว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ปุ๋ยที่จำหน่ายในท้องตลาดบางชนิดอาจมีธาตุแมกนีเซียมและโบรอนผสมอยู่ จึงไม่จำเป็นต้องใส่เพิ่มอีก ดินทรายหรือดินร่วนทรายต้องการปุ๋ยมากกว่าดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียว ตามลำดับ

9. การใส่ปุ๋ย ในปีแรกแนะนำให้แบ่งใส่ 4 – 5 ครั้ง ตั้งแต่ปริมาณน้อยไปหามาก ในปีที่ 2, 3 และ 4 หลังจากปลูก ให้แบ่งใส่ปีละ 4 ครั้ง และในปีที่ 5 เป็นต้นไป ให้แบ่งใส่ปีละ 3 ครั้ง ดินร่วนทราย หรือดินทราย แนะนำให้แบ่งใส่บ่อยครั้งยิ่งดี ไม่ควรต่ำกว่า 4 ครั้ง / ปี วางแผนการใส่ปุ๋ยล่วงหน้าให้เหมาะสมกับฤดูกาล

10. การแบ่งใส่ไม่จำเป็นต้องแบ่งใส่ครั้งละเท่าๆ กัน เช่น อาจแบ่งเป็น 40 – 30 – 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้องการใส่ 3 ครั้ง หรือ 30 – 20 – 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้องการใส่ 4 ครั้ง ในช่วงเวลาที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม ควรใส่ปุ๋ยให้มากขึ้น แต่เมื่อไม่เหมาะสมอาจแบ่งใส่ให้น้อยลง ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงจากการสูญเสียของปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถทำให้ผลผลิตสูงสุดได้ หากปัจจัยอื่นที่มีปัญหายังไม่ได้รับการแก้ไข เช่น ดิน น้ำ การดูแลรักษา เป็นต้น ปุ๋ยที่ใส่อาจไม่อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช หรือรากพืชไม่สามารถดึงดูดธาตุอาหารจากปุ๋ยไปใช้เป็นประโยชน์ได้ หากจำเป็นควรปรึกษา นักวิชาการผู้รู้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของตัวท่านเอง

3.4 การประเมินความต้องการปุ๋ย

การประเมินความต้องการปุ๋ยสำหรับปาล์มน้ำมัน เป็นวิธีการที่มีความสำคัญเนื่องจาก ปุ๋ยเคมีสำหรับปาล์มน้ำมันนั้นมีราคาแพง และต้องใช้ในปริมาณต่อต้นมาก การใส่ปุ๋ยในอัตราสูงเกินไป เพียงเล็กน้อยก็จะกระทบกับต้นทุนการผลิตทั้งระบบ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบชนิดและอัตราที่เหมาะสมก่อนการใส่ปุ๋ย เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตต่อพื้นที่ และทำให้ปาล์มน้ำมัน มีผลผลิตที่สม่ำเสมอ ซึ่งการประเมินความต้องการปุ๋ยมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน คือ

1. การใช้สามัญสำนึกและประสบการณ์ในการใส่ปุ๋ย
2. ใช้ลักษณะอาการแสดงการขาดธาตุอาหารของต้นปาล์มน้ำมัน
3. การใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ

วิธีการที่นิยมใช้ในสวนปาล์มน้ำมันขนาดใหญ่คือ การใส่ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ใบ ซึ่งวิธีการค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน และต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเคมี แต่เป็นการประเมินที่แม่นยำที่สุดในขณะนี้ อย่างไรก็ตามการแสดงอาการขาดธาตุในแปลงและประสบการณ์ก็สามารถนำมาใช้ร่วมกับการวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมันได้เป็นอย่างดี ในการประเมินความต้องการปุ๋ยโดยใช้ผลวิเคราะห์ใบปาล์มน้ำมัน สรุปเป็นรายละเอียดและขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.5 การเก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน

เครื่องมือ

1. เลื่อย หรือเคียวสำหรับตัดทางใบ
2. กรรไกรตัดแต่งสำหรับตัดใบย่อย

อุปกรณ์

1. ถุงสำหรับใส่ตัวอย่างใบ และป้ายชื่อ
2. ปากกาสีสังเคราะห์แบบถาวร (maker pen)
3. น้ำกลั่น
4. ผ้าสะอาด

ขั้นตอน

1. เก็บตัวอย่างใบปาล์มน้ำมันจากทางใบที่ 17 และเก็บจากต้นที่กำหนดไว้ใน การเก็บตัวอย่างใบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
2. ให้เก็บตัวอย่างปาล์มน้ำมัน ในแต่ละแปลงย่อยของสวนอย่างน้อยประมาณ 1%
3. ทำการบันทึกต้นที่ผิดปกติ หรือต้นแสดงอาการขาดธาตุ N, P, K, Mg, B และ Cu
4. เก็บตัวอย่างในตำแหน่งทางใบที่ 17 โดยให้นับจากใบแรกที่เปิดเต็มที่แล้ว ที่บริเวณยอดของปาล์มน้ำมัน (ทางที่ 1) แล้วนับลงมา 2 รอบ (รอบของปาล์มน้ำมัน คือ 8 ทาง/รอบ) ตัดทางใบรอบที่ 3 ในแถวที่ใกล้เคียงกับทางที่ 1
5. ตัดใบย่อยบริเวณตรงกลาง จำนวน 3-6 ใบย่อยของแต่ละด้าน
6. ใบย่อยทั้งหมด ให้ตัดส่วนปลายทั้งสองข้างออก ให้เหลือตรงกลาง 20-30 เซนติเมตร
7. นำใบย่อยทั้งหมดที่ทำกรเก็บตัวอย่างจากแต่ละแปลงย่อย ใส่รวมกันในถุงพลาสติกที่เขียนป้ายบอกแปลงเรียบร้อยแล้ว
8. ใบย่อยทั้งหมดที่ตัดแล้ว ให้ล้างด้วยน้ำสะอาด หรือเช็ดด้วยผ้าชุบน้ำ โดยต้องระวังไม่ให้แต่ละตัวอย่างปนกัน
9. เอาแกนทางใบ และขอบใบออก ส่วนแผ่นใบที่เหลือให้รีบนำส่งห้องปฏิบัติการโดยเร็ว ข้อควรระวัง ให้เก็บไว้ในที่ร่ม แห้ง และเย็น

เวลา

1. ให้ทำในเวลาเดียวกันของแต่ละปี ปีละครั้ง โดยหลีกเลี่ยงช่วงฝนตกหนักหรือแล้งจัด
2. การเก็บตัวอย่างใบในแต่ละครั้ง ควรเก็บหลังจากใส่ปุ๋ยครั้งสุดท้ายอย่างน้อย 3 เดือน จะไม่ทำให้ผลของปุ๋ยเหล่านั้นกระทบต่อผลการวิเคราะห์

การบันทึก

1. วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง
2. จำนวนต้นที่ทำการเก็บตัวอย่าง
3. อาการผิดปกติที่พบเห็นในระหว่างทำการเก็บตัวอย่าง

3.6 อาการขาดธาตุอาหาร

อาหารผิดปกติจากการขาดธาตุอาหารมักจะแสดงออกให้เห็นเมื่อพืชขาดธาตุอาหารในขั้นรุนแรง และผลผลิตอาจลดลงแล้วด้วย ซึ่งอาการขาดธาตุอาหารต่างๆ สามารถมองเห็นได้โดยสายตา และสังเกตได้ดังนี้

ขาดธาตุอาหารไนโตรเจน (N)

ลักษณะอาการใบสีเหลืองซีดเกิดที่ทางใบแก่ก่อน แก้ไขโดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต อัตรา 1 - 2 กิโลกรัม/ต้น สำหรับต้นปาล์มที่มีอายุ 1-2 ปี และอัตรา 3-4 กิโลกรัม/ต้น สำหรับต้นปาล์มที่มีอายุ 5-10 ปี

ขาดธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P)

ลักษณะอาการ จะชะงักการเจริญเติบโต ใบมีสีเขียวเข้ม แก้ไขโดยใช้ปุ๋ยร็อคฟอสเฟต อัตรา 1.25 -1.5 กิโลกรัม/ต้น

ขาดธาตุอาหารโพแทสเซียม (K)

ลักษณะอาการจะมีสีเหลืองส้มเป็นจ้ำๆ บริเวณทางใบตอนล่างขนาดเล็กไปหาใหญ่ รูปร่างไม่แน่นอน เมื่อเป็นมากๆ เนื้อใบส่วนที่มีสีเหลืองจะแห้งและอาจเกิดเฉพาะต้นแทนที่จะเป็นบริเวณกว้าง อาจทำให้เข้าใจผิดว่าเกิดเนื่องจากพันธุกรรม ลักษณะเด่นชัดในปาล์มน้ำมันที่ขาดโพแทสเซียม คือ ทางใบล่างซีดและแห้งก่อนกำหนด

ขาดธาตุอาหารแมกนีเซียม (Mg)

ลักษณะอาการ ทางใบล่างจะมีสีเหลืองเริ่มจากปลายใบและขอบใบย่อย บริเวณที่มีสีเหลืองจะเห็นชัดเจนเมื่อถูกแสงแดดส่วนที่ไม่ถูกแสงแดดจะยังมีสีเขียว อาการขาดแมกนีเซียมมักพบมากในดินที่มีแมกนีเซียมต่ำและมีความเป็นกรดจัด ในบางกรณีเกิดจากธาตุอาหารในดินไม่สมดุลระหว่าง แมกนีเซียมกับโพแทสเซียม หรือแมกนีเซียมกับแคลเซียม ทำให้พืชไม่สามารถดูดแมกนีเซียมไปใช้ได้ดีเท่าที่ควร เช่น ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน หรือปุ๋ยโพแทสเซียมหรือปุ๋ยที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่มากเกินไป เป็นต้น วิธีการแก้ไขสำหรับอาการที่เกิดจุดประสีส้มบนใบที่แก่ หรือรุนแรงจนปลายใบและขอบใบแห้ง ให้ใส่โพแทสเซียมคลอไรด์ อัตรา 2.5-3.5 กิโลกรัม/ต้น/ปี

สำหรับต้นปาล์มที่ให้ผลผลิตแล้ว ในบางกรณีให้ใส่กลีเซอรอล 1-2 กิโลกรัมต่อต้น จะช่วยให้อาการขาดแมงนีเซียมดีขึ้น

ขาดธาตุอาหารโบรอน (B)

ลักษณะอาการ มีลักษณะผิดปกติแสดงให้เห็นหลายชนิด เช่น ปลายใบย่อยหักงอเป็นรูปตะขอ อาจเกิดเฉพาะทางหรือทุกทางไปทางใบย่อยสั้นผิดปกติในกรณีที่ขาดรุนแรง หรือเกิดแถบยาวใสโปร่งแสงขนานกับแถบทางใบย่อยย่นหรือหยิก แก้ไขโดยใส่โบรแรกซ์ อัตรา 50-100 กรัม/ต้น/ปี เมื่ออายุ 2-3 ปี และอัตรา 150-200 กรัม/ต้น/ปี เมื่ออายุ 4 ปีขึ้นไป

4. โรคปาล์มน้ำมัน

โรคที่มักเกิดขึ้นกับต้นปาล์มน้ำมันที่สำคัญคือ

4.1 โรคก้านทางใบปิด (Crown Disease) สาเหตุ ยังไม่ทราบแน่ชัด เข้าใจว่าเกิดจากพันธุกรรมหรืออาจเกิดจากความไม่สมดุลของธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุโบรอน ไนโตรเจน และแมงนีเซียม พบมากกับปาล์มน้ำมันในแปลงปลูกอายุ 1-3 ปี เป็นโรคที่พบเสมอ

ลักษณะอาการ เกิดแผลเน่าบริเวณใบยอด เมื่อยอดเจริญทางยอดคล้อยออกบริเวณที่เคยเป็นแผลเน่าใบย่อยจะแห้งฉีกขาดไป ก้านทางบริเวณนี้จะเหลือแต่ตอ ก้านทางส่วนนี้จะหักโค้งลงเมื่อต้นปาล์มน้ำมันสร้างยอดใหม่ก็จะแสดงอาการเช่นนี้ จนบางครั้งทางจะหักล้มโดยไม่แสดงอาการเน่าก่อน

4.2 โรคยอดเน่า (Spear Rot) สาเหตุ ยังไม่ทราบแน่ชัด แต่จากแยกหาเชื้อ สาเหตุจะพบเชื้อรา *Fusarium* sp. และแบคทีเรีย *Erwinia* sp. ระบาดมากในช่วงฤดูฝน ส่วนมากจะพบกับปาล์มน้ำมัน อายุ 1-3 ปี ในสภาพน้ำขังจะพบโรคนี้มาก

ลักษณะอาการ โคนยอดจะเน่า ระยะแรกแผลมีสีน้ำตาล ต่อมาจะขยายทำให้ยอดใบเน่าแห้งสามารถดึงหลุดออกได้

การป้องกันกำจัด ป้องกันแมลงอย่าให้มากัดกินบริเวณยอด ถ้าพบโรคในระยะแรกตัดส่วนที่เป็นโรคออกให้หมด แล้วฉีดพ่นด้วยยาฆ่าเชื้อรา เช่น ไทแรม อาลีแอม

4.3 โรคทะลายเน่า (Marasmius Runch Rot) สาเหตุ เชื้อรา (*Marasmius* sp.)

ลักษณะอาการ บนทะลายปาล์มน้ำมันก่อนจะสุกจะพบเส้นใยสีขาวของเชื้อขึ้นระหว่างผลและเจริญเข้าไปในผลทำให้เปอร์เซ็นต์ กรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้น ผลเน่าเป็นสีน้ำตาลดำมีลักษณะนุ่ม ถ้ามีสภาพเหมาะสมความชื้นมากเชื้อจะสร้างดอกเห็ดบนทะลาย

การป้องกันกำจัด กำจัดทะลายที่แสดงอาการออกให้หมดรวมทั้งซ่อตัวเมียที่ผสมไม่ดี เศษซากเกสรตัวผู้ที่แห้ง ตัดส่วนที่เป็นโรคแล้วฉีดพ่นด้วยสารเคมี เช่น antigro terzan, หรือ antracol

4.4 โรคลำต้นส่วนบนเน่า สาเหตุ รายงานจากต่างประเทศพบว่าเกิดจากเชื้อรา *Phelinus* sp. ร่วมกับ *Ganoderma* sp.

ลักษณะอาการ พบว่าส่วนบนของลำต้นจากยอดประมาณ 0.5 เมตรจะหัก พบครั้งแรกกับต้นอายุ 9 ปี เมื่อผ่าดูพบว่าเชื้อเข้าทางฐานของก้านทางทำให้เกิดอาการเน่าบริเวณลำต้น ในขณะที่ตาและรากแสดงอาการผิดปกติ

การป้องกันกำจัด เผาทำลายต้นปาล์มน้ำมันที่เป็นโรคผ่านไปในแปลงที่ปลูกปาล์มน้ำมันในกรณีที่พบอาการใหม่ๆ ถ้าส่วนที่เป็นโรคออกแล้วหาบริเวณแผ่สารป้องกันและกำจัดโรคพืช

5. แมลงและศัตรูปาล์มน้ำมัน

5.1 ดั้วแรด เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญปาล์มน้ำมันในภาคใต้ปัจจุบันมีการโค่นล้มต้นปาล์มอายุมาก และปลูกทดแทนทำให้แหล่งขยายพันธุ์ของดั้วแรดมากขึ้น และเข้าทำลายต้นปาล์มที่ปลูกใหม่ตั้งแต่ต้นปาล์มขนาดเล็กจนถึงปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิต การเกิดวาทภัย เช่น พายุ ทำให้ต้นมะพร้าวและต้นปาล์มน้ำมันล้มตาย ก็เป็นแหล่งขยายพันธุ์ของดั้วแรดในเวลาต่อมา

ลักษณะการทำลาย

เฉพาะตัวเต็มวัยเท่านั้นที่เป็นศัตรูปาล์มน้ำมัน โดยบินขึ้นไปกัดเจาะโคนทางใบทำให้ใบหักหรือกัดเจาะทำลายยอดอ่อน ทำให้ทางใบที่เกิดใหม่ไม่สมบูรณ์ มีรอยขาดแหว่งเป็นริ้วๆ คล้ายรูปสามเหลี่ยม ถ้าโดนทำลายมาก จะทำให้ใบที่เกิดใหม่ แคระแกรน หรือเป็นเหตุให้เกิดโรคยอดเน่าจนถึงตาย

แหล่งขยายพันธุ์ดั้วแรดได้แก่ ซากเน่าเปื่อยของลำต้น หรือตอของต้นปาล์มน้ำมัน ซากทะลายปาล์ม กองมูลสัตว์เก่า กองปุ๋ยคอก กองขุยมะพร้าว กองกากเมล็ดกาแฟ กองขยะ เป็นต้น การป้องกันกำจัด โดยวิธีเขตกรรม กำจัดแหล่งขยายพันธุ์โดย

1. เผาหรือฝังซากลำต้นหรือตอของปาล์มน้ำมัน
2. เคลี่ยกองซากพืช กองมูลสัตว์ ให้กระจายออก โดยมีความสูงไม่เกิน 15 เซนติเมตร
3. ถ้ามีความจำเป็นต้องกองซากพืชหรือมูลนานเกิน 2-3 เดือน ควรหมั่นพลิกกลับกองเพื่อตรวจหาไข่หนอน ดักด้ ตัวเต็มวัยเพื่อกำจัดเสีย

โดยวิธีกล หมั่นทำความสะอาดบริเวณคอต้นปาล์มตามโคนทางใบหากพบรอยแผลเป็นใช้เหล็กแหลมแทงดั้วแรดเพื่อกำจัด และใส่สารฆ่าแมลงป้องกันดั้วแรดเข้ามาวางไข่

โดยใช้สารฆ่าแมลง ใช้ Fhuradan 3 % G อัตรา 200 กรัม/ตัน ใส่รอบยอดอ่อน และชอกโคนทางใบถัดออกมา หรือใช้สาร Sevin 85% WP ผสมซีลี้อยในอัตราสารฆ่าแมลง 1 ส่วน ต่อซีลี้อย 3 ส่วน ใส่รอบยอดอ่อน ชอกโคนทางใบเดือนละ 1 ครั้ง หรือใช้ลูกเหม็น อัตรา 6-8 ลูกต่อต้น โดยใส่ไว้ที่ชอกโคนทางใบ

โดยชีววิธี ในธรรมชาติ ในธรรมชาติจะมีเชื้อราเขียวและเชื้อไวรัสช่วยทำลายหนอนตัวด้วงเรด โดยผสมซากเน่าเปื่อยของพืช ข้าว ชู่มะพร้าว กากกาแฟ และซีลี้อย ผสมคลุกกันเพื่อให้ด้วงเรดมาวางไข่ และขยายพันธุ์ จนถูกเชื้อราเข้าทำลายและตายในที่สุด

5.2 ดั้วกหูลาบ เป็นศัตรูสำคัญชนิดหนึ่งของต้นปาล์มน้ำมันขนาดเล็กซึ่งย้ายไปปลูกในแปลงใหญ่ โดยดั้วกจะกัดกินใบในช่วงเวลากลางคืน ถ้ารุนแรงจะทำให้ใบปาล์มน้ำมันโกร๋น ชะงักการเจริญเติบโต จะพบมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน

การป้องกันกำจัด โดยใช้สารฆ่าแมลงประเภท Carbaryl (Sevin 85%) WP อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร หรือ Carbasulgan (Posse 20% EC) อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นทุก 7-10 วัน

5.3. สัตว์ที่เป็นศัตรูปาล์มน้ำมัน สัตว์ที่ทำความเสียหายให้กับปาล์มน้ำมัน ส่วนมากเป็นสัตว์ที่มีถิ่นอาศัยในธรรมชาติมาก่อน สัตว์ที่เป็นศัตรูปาล์มน้ำมัน และที่พบมาก เช่น หนูพุกใหญ่ หนูท้องขาว เม่น กระแตธรรมดา นกเอี้ยง นกขุนทอง หมูป่าและอีเห็น

การป้องกันกำจัด โดยไม่ใช้สารเคมี

- การล้อมรั้วปาล์มน้ำมันที่มีอายุ 1-3 ปี ควรล้อมห่างโคนต้นประมาณ 15 เซนติเมตร โดยใช้เสาไม้ไผ่ 4 เสาปักเป็นหลัก ยึดรั้วตาข่ายให้มันคง ความสูงของรั้ว 45 เซนติเมตร

- การล้อมตี ใช้คนหลายคนช่วยกัน วิธีนี้ช่วยลดปริมาณหนูลงระยะหนึ่ง ถ้าจะให้ได้ดีต้องทำบ่อยๆ ข้อเสียคือเปลืองแรงงาน และเสียเวลามาก

- การดัก เช่น กรงดัก กับดัก หรือเครื่องมือดักหนูจะให้ผลดีในที่จำกัด เหี้ยอดักควรคำนึงว่าสัตว์ชนิดที่ต้องการดักมีความคุ้นเคยหรือต้องการอาหารชนิดใด มีมากน้อยเพียงใด

- การเขตกรรม โดยหมั่นถางหญ้าบริเวณโคนต้นปาล์ม อย่าให้มีหญ้าขึ้นรกเพราะเป็นที่หลบอาศัยที่ดีของสัตว์ศัตรูปาล์มน้ำมัน

- การยิง ใช้ในกรณีสัตว์ศัตรูปาล์มน้ำมันเป็นสัตว์ใหญ่ เช่น หมูป่า เม่น ช้างป่า

- การอนุรักษ์สัตว์ศัตรูธรรมชาติ เช่น งู พังพอน เหี้ยว นกเค้าแมว นกแสก ควรสงวนไว้ให้สมดุลกับธรรมชาติ

6. การเก็บเกี่ยวผลผลิต

หลังจากปลูกปาล์มไปแล้ว 3.0 – 3.5 ปี ผลผลิตจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุ สามารถเก็บเกี่ยวได้หลังจากช่อดอกเกสรตัวเมียได้รับการผสมแล้วเป็นเวลา 5 – 6 เดือน สีของผลปาล์มที่สูงแล้วจะเปลี่ยนเป็นจากสีม่วงดำเป็นสีส้มแดง ในช่วงฤดูที่ผลปาล์มออกชุก ควรเก็บเกี่ยวทุก 7 – 10 วัน ส่วนในช่วงฤดูแล้งอาจทำทุก 2 สัปดาห์

ผลปาล์มคุณภาพดี จะต้องมีย่น้ำมันในผลปาล์มมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์เป็นสำคัญ ตลอดจนสภาพอากาศ ช่วงการเจริญเติบโต และความสูงของผลปาล์ม ในทางปฏิบัติการตีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันมีปัญหา เพราะไม่มีเครื่องวัด จึงไม่สามารถทราบค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่แท้จริงของผลปาล์ม ของเกษตรกรแต่ละรายได้ ต้องอาศัยค่าที่ได้จากการผลิตแต่ละวัน เป็นฐานกำหนดราคา และการดูผลปาล์มสดด้วยสายตา

ผลปาล์มเป็นสินค้ามีข้อจำกัดหลังการเก็บเกี่ยว ที่ต้องรีบส่งโรงงานสกัดโดยเร็วที่สุด (ภายใน 1 วัน) เพื่อมิให้เสื่อมคุณภาพ หากปล่อยทิ้งไว้นานกรดไขมันอิสระในผลปาล์มจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้น้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้มีกรดไขมันอิสระเกินมาตรฐานการค้าปกติ (ไม่เกินร้อยละ 5)

7. ผลผลิตปาล์มน้ำมัน

ผลผลิตปาล์มน้ำมันของโลก ปีพ.ศ.2547 มีประมาณ 28.13 ล้านตัน หรือร้อยละ 28 ของน้ำมันพืชโลก รองลงมาจากน้ำมันถั่วเหลืองที่มีผลผลิต 32.01 ล้านตัน หรือร้อยละ 32 ของน้ำมันพืชโลก ซึ่งมีอยู่ทั้งหมดประมาณ 100.70 ล้านตัน

ประเทศผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก คือ ประเทศมาเลเซีย มีผลผลิตประมาณ 13.4 ล้านตัน หรือร้อยละ 48 ของผลผลิตน้ำมันปาล์มโลก รองลงมาคือ ประเทศอินโดนีเซีย มีผลผลิต 10.1 ล้านตัน หรือร้อยละ 36 สำหรับประเทศไทยมีผลผลิตประมาณ 0.895 ล้านตัน หรือร้อยละ 3 ของผลผลิตน้ำมันปาล์มโลก ซึ่งมีอยู่ประมาณ 28.13 ล้านตัน

ความต้องการบริโภคน้ำมันปาล์มของโลก ในปี พ.ศ.2547 มีประมาณ 27.89 ล้านตัน หรือร้อยละ 28 ของความต้องการบริโภคน้ำมันพืชทั้งหมด 99.92 ล้านตัน รองจากน้ำมันถั่วเหลือง ที่มีความต้องการบริโภค 32.1 ล้านตัน หรือร้อยละ 32 (เอกชัย, 2548)

8. ปาล์มน้ำมันของไทย

ในระบบอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของไทย มีผู้ที่เกี่ยวข้องด้วยกัน 3 ฝ่าย คือ

1. เกษตรกรชาวสวนปาล์มน้ำมัน
2. โรงงานสกัดน้ำมันดิบ
3. โรงงานกลั่นน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์

พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของไทย ในปีพ.ศ. 2547 มีพื้นที่ปลูกและให้ผลผลิตแล้วประมาณ 1, 844,266 ไร่ ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีพื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในเขตภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 95 ของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศ โดยส่วนใหญ่จะปลูกในเขตพื้นที่จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูก และให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันแหล่งใหญ่ของประเทศ คิดเป็นร้อยละ 75 ของพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ

ผลผลิตปาล์มน้ำมันของไทย ในปีพ.ศ.2547 มีประมาณ 5.114 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปีพ.ศ. 2546 ร้อยละ 4.31 ผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบของไทย ในปี พ.ศ.2547 มีประมาณ 894,976 ตัน (ผลปาล์ม 5.114 ล้านตัน) มากกว่าปี พ.ศ.2546 ประมาณ 750,000 ตัน และจะมีผลผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ เพื่อการบริโภค ประมาณ 480,000 ตัน

ผลผลิตที่เกี่ยวกับปาล์มน้ำมันของไทย ในปี พ.ศ.2546 พบว่าประเทศไทยผลิตน้ำมันปาล์มดิบได้ 863,836 ตัน น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ 476,990 ตัน (เอกชัย, 2548)

9. การแปรรูปปาล์มน้ำมัน

ทะลายปาล์มน้ำมันเมื่อนำมาแปรรูปแล้วจะสามารถแบ่งส่วนประกอบต่างๆ ได้เป็น 3 ส่วน คือ ผลปาล์มน้ำมัน ทะลายเปล่าของปาล์ม และสิ่งเจือปนอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 71, 28 และ 1 ตามลำดับ โดยในผลปาล์มน้ำมันจะประกอบไปด้วยน้ำมันปาล์มดิบ ความชื้น เมล็ดปาล์มน้ำมัน และกากเส้นใยปาล์ม คิดเป็นร้อยละ 22, 26, 12 และ 11 ตามลำดับ โดยภายในเมล็ดปาล์มน้ำมันจะประกอบด้วย กะลาปาล์มน้ำมัน, เนื้อในกะลาปาล์ม, กากเนื้อในกะลาปาล์ม และน้ำมันจากเนื้อในกะลาปาล์ม คิดเป็นร้อยละ 6.5, 5.5, 3.0 และ 2.5 ตามลำดับ (เอกชัย, 2548)

น้ำมันจากปาล์มสกัดได้จากส่วนของเปลือกนอก และจากเนื้อในเมล็ด ดังนี้

1. น้ำมันปาล์มจากเปลือกนอกโดยทั่วไปหีบได้จากส่วนของเปลือกนอกของผลปาล์ม เมื่อหีบจะได้น้ำมันปาล์ม ที่มีลักษณะเหลว มีน้ำปนอยู่ หลังจากนั้นจะนำมารองแยกสิ่งสกปรก และเส้นใยออกแล้วนำไปสกัดความชื้นให้อยู่ในระดับมาตรฐาน เพื่อลดการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสระหว่างการเก็บทะลายขนส่งน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จะบรรจุเก็บในถังเพื่อรอจำหน่ายให้กับโรงงานน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ต่อไป

2. น้ำมันปาล์มจากเนื้อในเมล็ดปาล์ม เนื้อในเมล็ดปาล์มจะมีน้ำมันประมาณ 46 – 57 เปอร์เซ็นต์ เนื้อในเมล็ดปาล์มจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ น้ำมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น โปรตีน เยื่อใย และเถ้า ร้อยละ 49, 26.9, 9.2, 8.5, 5.8 และ 1.8 ตามลำดับ

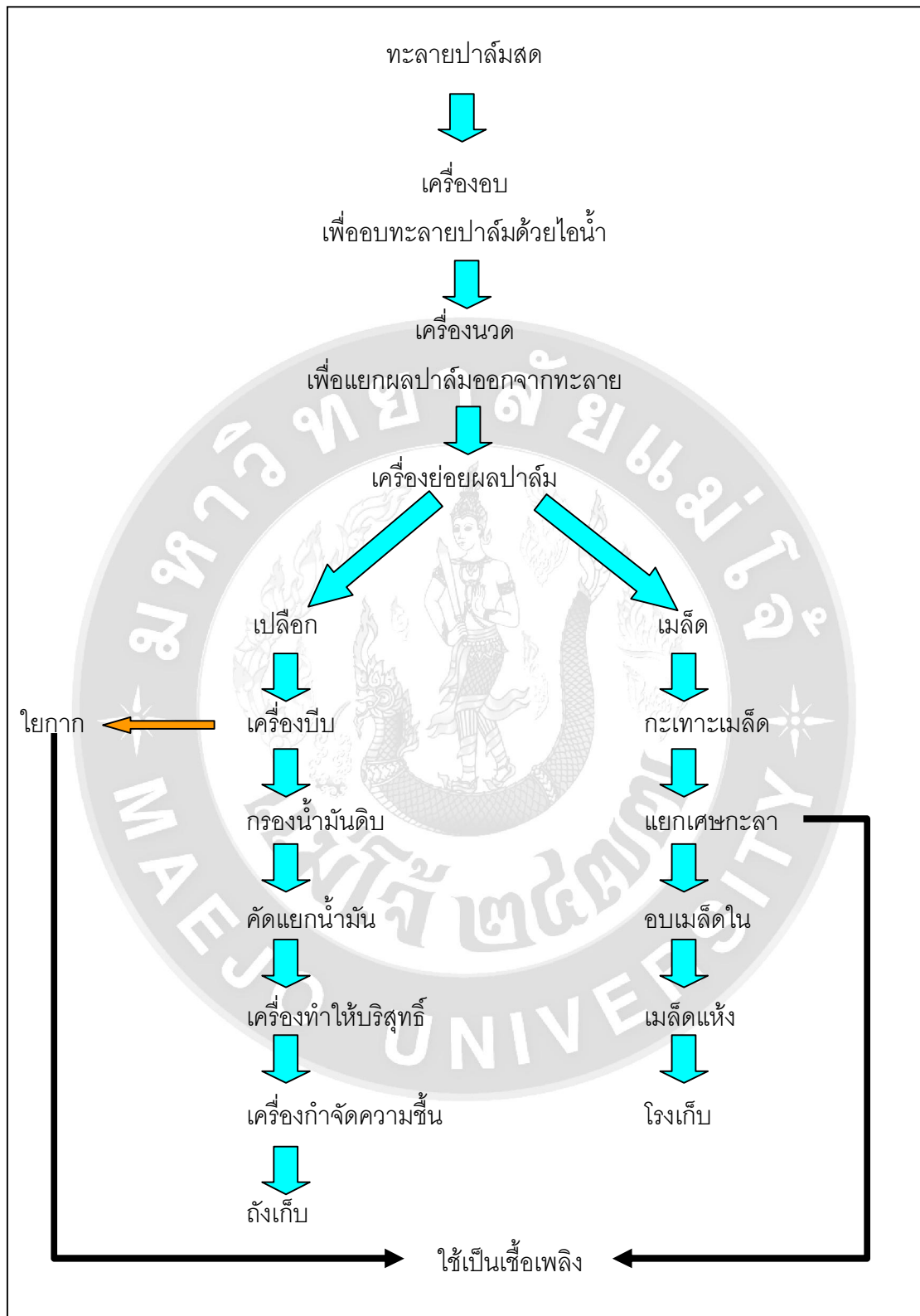
9.1 วิธีการแปรรูปปาล์มน้ำมัน

การแปรรูปน้ำมันปาล์มในอุตสาหกรรม มีขั้นตอนการ 3 ขั้นตอนการ คือ

1. การหีบเอาน้ำมันจากส่วนเปลือก และส่วนเนื้อในเมล็ดจะได้น้ำมันปาล์มดิบ
2. ขบวนการกลั่นใส่น้ำมันปาล์มให้บริสุทธิ์
3. นำน้ำมันที่ได้จากการกลั่นใสมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

9.2 ขบวนการหีบน้ำมันแบบแยกเปลือก และเมล็ดในโดยใช้น้ำ

1. การนำทะลายปาล์มสด ซึ่งตัดจากต้นมาทำการอบทะลายปาล์มด้วยไอน้ำโดยใช้หม้ออบ ความดันไอน้ำ นาน 40 – 80 นาที
2. การนำเข้าเครื่องนวด เพื่อนวดปาล์มให้ออกจากทะลายปาล์ม ทะลายเปล่าจะถูกส่งไปยังเตาเผาเพื่อทำปุ๋ยประเภทโปแตสเซียม หรือนำไปเพื่อเห็ด
3. ผลปาล์มจะถูกส่งไปยังเครื่องย่อยบดเพื่อย่อยเปลือกออก จากเมล็ดในขั้นตอนนี้จะได้เมล็ดในเปลือกและน้ำมันดิบ
4. เมล็ดใน จะถูกส่งไปยังเครื่องตะแกรงเมล็ด เพื่อแยกส่วนของกะลาและเนื้อในออกจากกัน เนื้อในเมล็ดปาล์มจะถูกส่งไปยังเครื่องอบแห้งแล้วบรรจุกระสอบจำหน่ายไปยังโรงกลั่นน้ำมันปาล์มต่อไป
5. น้ำมันดิบและเปลือกนอกที่มีน้ำมัน จะถูกส่งไปยังเครื่องหีบน้ำมันแบบเกลียวอัด หีบน้ำมันดิบออกจากเปลือก ส่วนกากจะถูกส่งไปยังเตาเผาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับกะลาต่อไป
6. น้ำมันดิบจะนำไปยังเครื่องกรองน้ำมัน แบบเครื่องจักรกรองหลายชั้น เพื่อแยกน้ำมันออกจากสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่
7. น้ำมันดิบที่กรองได้จะถูกส่งไปทำความสะอาดโดยใช้เครื่องฟอกเหวี่ยงความเร็วสูง แยกน้ำและสิ่งเจือปนออกจากน้ำมันดิบ
8. น้ำมันดิบที่ได้ยังมีสิ่งเจือปนอยู่ จะถูกส่งไปยังเครื่องกำจัดความชื้น เพื่อให้ความชื้นอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด
9. บรรจุถังเก็บเพื่อรอจำหน่าย (เอกชัย, 2548) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการหีบน้ำมันปาล์มดิบ

ที่มา : อีบรอเฮม, 2548

10. องค์ประกอบของทะลายปาล์มน้ำมัน

เมื่อนำทะลายปาล์มน้ำมันมาแปรรูป จะประกอบด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ผลปาล์มน้ำมัน 71 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็น

1.1 น้ำมันปาล์มดิบ 22 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย น้ำมันปาล์มโอเลอิน 15 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันปาล์มสเตียรีน 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดไขมันปาล์ม 2 เปอร์เซ็นต์

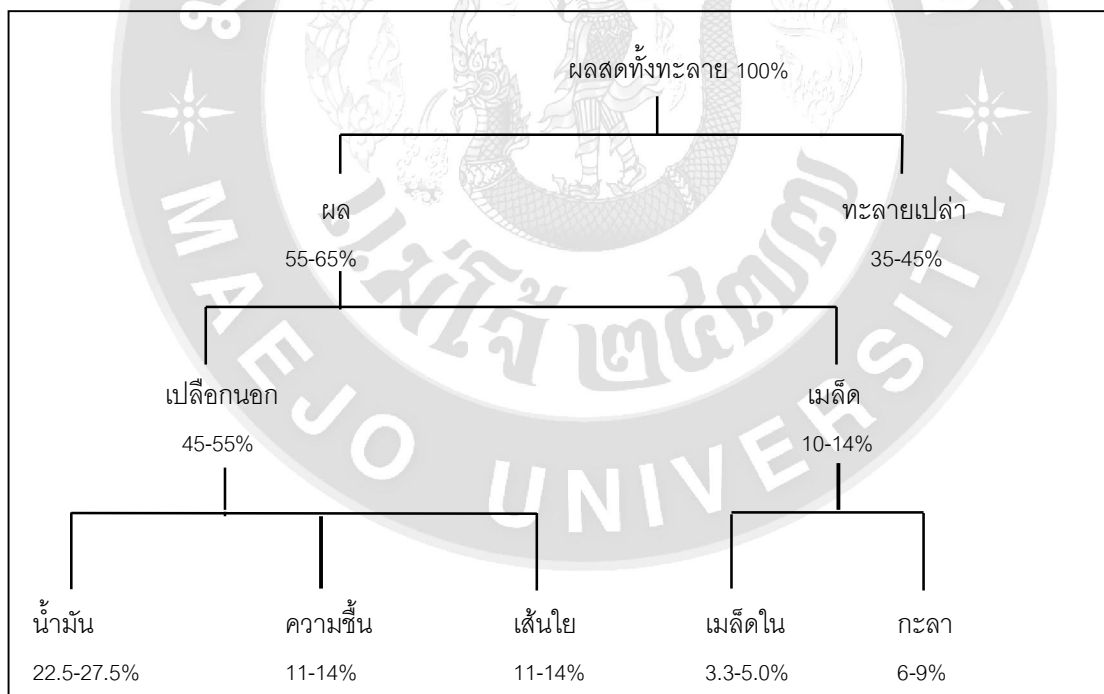
1.2 ความชื้น 26 เปอร์เซ็นต์

1.3 กากเส้นใยปาล์ม 11 เปอร์เซ็นต์

1.4 เมล็ดปาล์มน้ำมัน 12 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย เนื้อในกะลาปาล์ม 5.5 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันจากเนื้อในกะลาปาล์ม 2.5 เปอร์เซ็นต์ กากเนื้อในกะลาปาล์ม 3.0 เปอร์เซ็นต์ และกะลาปาล์มน้ำมัน 6.5 เปอร์เซ็นต์

2. ทะลายเปล่าของปาล์ม 28 เปอร์เซ็นต์

3. สิ่งเจือปนอื่นๆ 1 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบต่างๆ ของทะลายปาล์มพันธุ์เทเนอร่า

ที่มา : อิบรอเฮม, 2548

11. ชนิดของกากปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน เมื่อผ่านกระบวนการหีบ และสกัดน้ำมัน จะมีผลพลอยได้หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทั้งหมด 5 ชนิด คือ กากเยื่อใยปาล์ม (Oil palm pericarp or Palm press fiber, PPF) กากปาล์มน้ำมัน (Oil palm meal) กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (Oil palm kernel meal) กากเมล็ดปาล์มหรือกะลาปาล์ม (Palm nut shell or Palm seed meal, PSM) และส่วนสุดท้าย คือ กากน้ำมันปาล์ม (Palm oil sludge, POS) เศษวัสดุเหลือใช้ต่างๆ เหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่างๆ ได้หลายชนิด ได้แก่ กากเยื่อใยปาล์มสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิง ปุ๋ยหมัก เพาะเห็ด ส่วนของกะลาปาล์มนำไปเผาเป็นถ่าน ทำเป็นวัสดุปลูกต้นหนั้วและต้นกล้วยไม้ได้ และส่วนกากเนื้อในปาล์มใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ด เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

ผลพลอยได้จากปาล์มน้ำมันเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์มี 4 ชนิด คือ

1. กากปาล์มน้ำมันหรือกากปาล์มรวมหรือผลกากปาล์ม (Oil palm meal, PM) โดยมากกากปาล์มชนิดนี้จะได้จากโรงงานที่มีกระบวนการผลิตแบบใช้เครื่องบีบน้ำมัน (expeller) และพบว่า เป็นกากปาล์มที่มีปริมาณการผลิตในท้องตลาดจำนวนมาก กากปาล์มชนิดนี้มีเยื่อใยและกะลามาก โดยเฉพาะส่วนเยื่อใยมีมากกว่ากากปาล์มชนิดอื่นๆ

2. กากเมล็ดปาล์ม (Palm seed meal, PSM) เป็นกากปาล์มที่ใช้เมล็ดโดยไม่แยกกะลาออก โดยทั่วไปจะเข้าใจเรียกว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (Palm kernel cake PKC) หรือกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ไม่กะเทาะเปลือก และเป็นกากปาล์มที่มีการผลิตและมีการใช้เป็นอาหารสัตว์มาก กากปาล์มชนิดนี้มีส่วนประกอบของกะลาเนื้อมากและเห็นได้ชัด พบส่วนของเส้นใยปริมาณไม่มาก

3. กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (Palm kernel meal, PKM) เป็นกากปาล์มที่เอาเฉพาะเนื้อในมาผ่านกระบวนการสกัดน้ำมันเป็นกากปาล์มน้ำมันที่ได้จากโรงงานผลิตน้ำมันพืชที่มีขนาดใหญ่ มีกระบวนการผลิตแยกส่วน ซึ่งมีความแตกต่างทางกายภาพกับกากปาล์มชนิดอื่นอย่างชัดเจน และประกอบด้วยส่วนของเนื้อเป็นส่วนมาก ชิ้นส่วนของกะลาปาล์มพบว่ามีปะปนเพียงเล็กน้อย

4. กากตะกอนน้ำมันหรือกากน้ำมันปาล์ม (Palm oil sludge, POS) กากปาล์มชนิดนี้ ทางโรงงานผลิตจะเรียกว่า กากปาล์ม (Decanter) ปริมาณของกากปาล์มชนิดนี้มีปริมาณน้อย ทั้งนี้เนื่องจากเป็นส่วนที่ได้จากการกรองน้ำมัน และมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกับกากปาล์มชนิดอื่น และประกอบด้วยส่วนของกะลา เส้นใยและเนื้อ แต่ค่อนข้างเป็นชิ้นละเอียด ยกเว้นสำหรับโรงงานที่นำมาผสมกากพืช เพื่อช่วยให้สามารถอัดน้ำมันที่เหลืออยู่ในตะกอนน้ำมันออกได้อีก แต่จะมีการนำกากปาล์มนี้ไปผสมรวมกับกากปาล์มน้ำมัน

12. การนำส่วนประกอบของปาล์มน้ำมันไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง

1. น้ำมันปาล์มดิบ ไปนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้ เนยขาว ไขมันนม ไขมันผสมช็อคโกแลตสำหรับเคลือบ ครีมเทียม ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เนยเทียม และน้ำมันสำหรับทอด เป็นต้น

2. กากเส้นใยของผลปาล์ม และกะลา นำไปทำเชื้อเพลิงและอาหารสัตว์

3. เนื้อในกะลาปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วย

1) น้ำมันจากเนื้อในกะลาปาล์ม นำไปทำผลิตภัณฑ์เนยเทียม ครีม ไอศกรีม สบู่ ผงซักฟอก และแอลกอฮอล์ เป็นต้น

2) กากเนื้อในกะลาปาล์ม นำไปทำเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

13. คุณค่าทางอาหารของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน

กากปาล์มน้ำมัน (Oil palm meal) เป็นส่วนที่เหลือจากการหีบน้ำมันผลปาล์มทั้งผล มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนค่อนข้างต่ำประมาณ 7เปอร์เซ็นต์ แต่เยื่อใยสูงประมาณ 30เปอร์เซ็นต์ ไขมันประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 8.5เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคุณค่าทางอาหารต่ำกว่า ส่วนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (Oil palm kernel meal) ที่เป็นส่วนที่เหลือจากการหีบน้ำมันส่วนเนื้อในเมล็ดปาล์ม โดยจะมีโปรตีนสูงประมาณ 10-20% คาร์โบไฮเดรตประมาณ 40-50% เยื่อใยประมาณ 20-27% และมีไขมันประมาณ 10% (สมพงษ์, 2526; Fetuga *et al.*, 1977) นอกจากนั้นยังธาตุอาหารและกรดอะมิโนต่างๆ อีกมากมายที่มีความสำคัญและมีความสมดุล ยกตัวอย่างเช่นมีความสมดุลระหว่างแคลเซียมและฟอสฟอรัสมากกว่าในกากเมล็ดพืชน้ำมันชนิดอื่นๆ (สุธา และ เสาวนิต, 2544; McDonald *et al.*, 1981) จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปผสมในวัตถุดิบอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ชนิดต่างๆ เช่น แพะ โค (สมพงษ์, 2526) สุกร (ยุทธนาและสมเกียรติ, 2532) ไก่ (วินัยและคณะ, 2526; สุธา และ เสาวนิต, 2544) และสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลานิล ปลานิลแดงแปลงเพศ และปลาดุก (วุฒิพร และคณะ, 2546; Keong, 2003)

เอกชัย (2548) ได้รายงานว่กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีคุณค่าทางอาหารดังต่อไปนี้ มีโปรตีน 19 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 48 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5 เปอร์เซ็นต์ เส้นใย 13 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 11 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 4 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นกากเนื้อในเมล็ดปาล์มยังมีฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมสูง (8.0, 3.6 และ 6.4 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) รวมทั้งยังมีปริมาณแร่ธาตุปฏิกาย่อยที่มีอยู่มากที่สุดคือ เหล็ก 356 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ แมงกานีส 135 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่สังกะสี และทองแดง อยู่ในระดับ 41 และ 27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Nwokolo และคณะ, 1977), (McDonald และคณะ, 1988) ปริมาณทองแดงของกาก

เนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันใกล้เคียงกับในกากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากมะพร้าว กากเมล็ดฝ้าย และกากลินสีด (Ahmad, 1988) กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน จึงสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ได้

พานิช (2535) กล่าวว่าหลายจังหวัดในเขตภาคใต้มีการนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน มาเป็นแหล่งโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มที่สกัดน้ำมันโดยใช้สารเฮกเซล เป็นแหล่งโปรตีนซึ่งมีราคาถูกที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้โดยใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม มีโปรตีนค่อนข้างสูง มีวัตถุแห้ง 90 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน เยื่อใย ไขมัน เถ้า และไนโตรเจนฟรีเอ็กแทรก ร้อยละ 19, 16, 2, และ 59 ตามลำดับ มีแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัส ร้อยละ 0.34, 0.69 ตามลำดับ (ตารางที่ 1, 2, 3 และ 4)

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของกากปาล์มประเภทต่างๆ

ชนิดของกากปาล์มน้ำมัน	คุณค่าทางอาหาร (เปอร์เซ็นต์)			
	โปรตีน	ไขมัน	กาก	ความชื้น
กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม	15.30	8.86	17.15	6.27
กากเมล็ดปาล์ม	14.99	9.19	18.9	5.26
กากปาล์มรวม	16.01	10.72	19.07	5.12

ที่มา จากการสำรวจโรงงานผลิตอาหารสัตว์ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548

ตารางที่ 3 มาตรฐานของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ของประเทศมาเลเซีย MS 607: 1987 (first revision)

Property	Kernel Palm cake	
	as is	Dry basis
Crude protein	13.0	14.8
Moisture	12.0	0.0
Ether extract	10.0	11.4
Crude fiber	18.0	20.4
Total ash	5.0	5.7
Aflatoxin max	N.D*	N.D*

ที่มา : Mustaffa et al. (1991)

หมายเหตุ : N.D* mean not detectable at 50 mg/ kg (ppb)

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบทางเคมีและปริมาณพลังงานของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

Typical Chemical Composition and Energy Content of Kernel Palm Cake	
Dry matter ¹ %	91.00
Proximate chemical composition (as % of cakes) ¹	
Crude protein (N x 6.25)	14.00
Ether extract	8.00
Crude fiber	23.00
Total ash	6.00
N-free extracts (by difference)	49.00
Mineral nutrients ²	
Calcium , %	0.29
Phosphorus , %	0.79
Magnesium , %	0.27
Iron , mg kg	4.05
Copper, mg kg	28.50
Zinc , mg kg	77.00
Manganese , mg kg	225.00
Energy content ²	
Metabolizable energy , MJ kg	6.20
Metabolizable energy ,Kcal kg	1,480.00
True Metabolizable energy , MJ kg	7.40
True Metabolizable energy ,Kcal MJ kg	1,760.00

ที่มา 1 Extracted from Mustaffa et al. (1991)

2 Extracted from Yeong et al. (1983)

ตารางที่ 5 ปริมาณกรดอะมิโนแอซิดในกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม

โปรตีน/กรดอะมิโนแอซิด	ส่วนประกอบโดยรวม 16.06 (%)
อะลานีน	0.92
อาร์จีนีน	2.18
แอสพาร์ติก แอซิด	1.55
ซิสทีน	0.20
กลูตามิก แอซิด	3.15
ไกลซีน	0.82
ฮิสติดีน	0.29
ไอโซลูซีน	0.62
ลูซีน	1.11
ไลซีน	0.59
เมทไธโอนีน	0.30
ฟีนิลอลานีน	0.73
โพรลีน	0.62
เซอรีน	0.69
ทรีโอนีน	0.55
ทริพโตเฟน	0.17
ไทโรซีน	0.38
แวลีน	0.93

ที่มา : Yeong et al. (1983)

14. วัตถุดิบอาหารสัตว์

14.1 ปลาป่น ปลาป่นเป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ในการผลิตอาหารปลา หรืออาหารสัตว์น้ำทุกชนิด ทำมาจากปลาเบ็ด เศษปลาเล็กปลาน้อย หรือหัวปลาที่เหลือจากโรงงานทำปลากระป๋อง ปลาป่นมีโปรตีนที่มีคุณภาพสูงมากประมาณ 55-60 เปอร์เซ็นต์ มีกรดอะมิโนครบถ้วนทุกชนิดมีไลซีน, เมทไธโอนีน และทริปโตเฟนสูง มีไขมันประมาณ 6-10 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 9.7 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำ (NFE) 3.3 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 24.6 เปอร์เซ็นต์ มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสปริมาณมาก รวมทั้งมีสารเร่งการเจริญเติบโต (UGF) ของปลาด้วย นอกจากนี้ยังมีกลิ่นที่ดีชวนกระตุ้นให้ปลาและสัตว์น้ำกินอาหารได้มากขึ้น

ปลาป่นที่จะนำมาใช้ผลิตอาหารปลาควรมีกลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นเหม็นไหม้ และปราศจากการปลอมปนจากทรายละเอียด เปลือกหอย ยูเรีย ขนไก่ป่น หรือสารปลอมปนอื่นๆ เนื่องจากทำให้คุณค่าทางโภชนาการของปลาป่นลดลง ดังนั้นในการซื้อขายปลาป่น จึงมีการแบ่งเกรด ตามเปอร์เซ็นต์โปรตีนในปลาป่น โดยปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 1 จะมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ปลาป่น ชั้นคุณภาพที่ 2 มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 55 เปอร์เซ็นต์ และปลาป่นชั้นคุณภาพที่ 3 มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

การเลือกซื้อปลาป่นจึงควรซื้อที่มีคุณภาพสูง ปราศจากการปลอมปน หรืออาจเลือกใช้กากถั่วเหลืองเป็นส่วนผสมหลักให้มากขึ้น เนื่องจากกากถั่วเหลืองมีคุณภาพใกล้เคียงกับปลาป่นแต่กากถั่วเหลืองมีคุณภาพสม่ำเสมอดีกว่า สาเหตุที่มีการปลอมปนอย่างมากในปลาป่น เนื่องจากปลาป่นมีราคาแพง ทำให้มีการนำเอาวัสดุที่มีราคาถูกหรือคุณค่าทางโภชนาการต่ำใส่ปนเข้าไปเพื่อขายปลาป่นให้ได้ปริมาณมากขึ้น การปลอมปนด้วยสิ่งเหล่านี้ จะสังเกตด้วยตาเปล่าได้ยากมาก (กรมประมง, มปป.; บุญชัย, 2532; วีรพงศ์, 2536)

14.2 กากถั่วเหลือง กากถั่วเหลืองเป็นผลพลอยได้จากการนำเอาน้ำมันออกจากเมล็ดถั่วเหลือง กากถั่วเหลืองที่นิยมใช้ผลิตอาหารปลา หรืออาหารสัตว์น้ำมี 3 ลักษณะ ได้แก่ กากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือก และกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดกะเทาะเปลือก กากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน มีไขมันประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ จึงเก็บไว้ได้ไม่นาน แต่กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันมีไขมันประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ จึงเก็บไว้ได้นานกว่า กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันกะเทาะเปลือกมีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่ากากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือก กล่าวคือ กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดกะเทาะเปลือกมีโปรตีนและเยื่อใยประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือกมี 45 เปอร์เซ็นต์ และ

7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเนื่องมาจากการกะเทาะเปลือกก่อนสกัดน้ำมันจะเหลือแต่เมล็ดถั่วเหลืองเท่านั้น จึงทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่ามากะเทาะเปลือก

โดยทั่วไปกากถั่วเหลือง มีโปรตีน 46.9 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1.3 เปอร์เซ็นต์ กาก 6.5 เปอร์เซ็นต์ NFE 25.1 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 8.45 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 11.8 เปอร์เซ็นต์ กากถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนไลซีนสูง และเป็นโปรตีนที่ปลาย่ายได้ง่าย มีกลิ่นหอมดึงดูดความสนใจของปลา ไม่ควรใช้กากถั่วเหลืองในอาหารปลากินเนื้อเกิน 40 เปอร์เซ็นต์ เพราะจะมีผลทำให้การกินอาหารลดลง รวมทั้งอัตราการเจริญเติบโตลดลง กากถั่วเหลืองมีเมธไธโอนีน และวิตามินบี 12 ต่ำ หากต้องการใช้กากถั่วเหลืองในปริมาณมากในสูตรอาหาร ควรเสริมด้วยปลาป่นหรือข้าวโพด ซึ่งมีเมธไธโอนีนสูง และหากต้องการให้สูตรอาหารมีราคาถูกลงควรเลือกใช้ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบในการผลิต (กรมประมง, มปป; บุญชัย, 2532)

กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน (Extracted soybean meal) เป็นผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันถั่วเหลือง มีระดับโปรตีนผันแปรขึ้นกับขบวนการผลิตและสายพันธุ์ของเมล็ดถั่วเหลืองที่นำมาผลิต โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- กากถั่วเหลืองที่มีการกะเทาะเปลือก (Dehulled soybean meal) มีระดับโปรตีนผันแปรระหว่าง 47-49 เปอร์เซ็นต์ มีระดับกรดอะมิโนที่จำเป็นสูงกว่ากากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันพร้อมเปลือก

- กากถั่วเหลืองพร้อมเปลือกมี 3 ชนิดคือ

- กากถั่วเหลืองที่ใช้เมล็ดถั่วเหลืองที่ผลิตภายในประเทศ มีระดับโปรตีนประมาณ 45-46 เปอร์เซ็นต์

- กากถั่วเหลืองที่ใช้เมล็ดถั่วที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีระดับโปรตีนประมาณ 42-44 เปอร์เซ็นต์

- กากถั่วเหลืองที่นำเข้าจากต่างประเทศ ภายในประเทศ มีระดับโปรตีนประมาณ 43-44 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์, 2551: ระบบออนไลน์)

กากถั่วเหลืองที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมักเป็นกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน ทำให้มีไขมันหลงเหลืออยู่น้อย หรือไม่มี และมีคุณค่าอาหารค่อนข้างคงที่

การพิจารณาเลือกซื้อกากถั่วเหลือง ควรเลือกใช้กากถั่วเหลืองที่สกัดน้ำมันด้วยสารเคมีมากกว่ากากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน เนื่องจากในกระบวนการผลิตกากถั่วเหลืองจำเป็นต้องมีความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งถ้าใช้ความร้อนน้อยเกินไปจะทำให้สารยับยั้งทรินิทินในกากถั่วเหลืองไม่ถูกทำลาย และเป็นอันตรายต่อปลา ถ้าใช้ความร้อนมากเกินไปกากถั่วเหลืองจะมีกลิ่นไหม้ และกรดอะมิโนไลซีนจับตัวกับน้ำตาล ทำให้ปลาใช้ประโยชน์ได้น้อยและเจริญเติบโตช้า ไม่ควรใช้กาก

ถั่วเหลืองที่มีกลิ่นเหม็นไหม้ ที่มีสีน้ำตาลคล้ำผสมในอาหารสัตว์น้ำ เพราะจะมีโปรตีนที่ย่อยยาก และมีไลซีนน้อยกว่ากากถั่วเหลืองปกติ ดังนั้นจึงควรเลือกซื้อกากถั่วเหลืองที่มีความสุกพอดี (วีรพงศ์, 2536)

14.3 รำข้าว จัดเป็นผลพลอยได้ของการสีข้าวเช่นเดียวกับปลายข้าว แต่รำข้าวจะมีไขมันมากกว่าปลายข้าว ดังนั้น จึงควรเก็บรำข้าวไว้ในที่มืด อุณหภูมิต่ำหรือในที่ไม่มีอากาศถ่ายเทสะดวกเพราะไขมันในรำข้าวเหม็นหืนได้ง่าย รำข้าวมี 3 ลักษณะ ได้แก่ รำหยาบ รำละเอียด และรำสกัดน้ำมัน โดยไม่ควรใช้รำหยาบผลิตอาหารปลา เนื่องจากมีแกลบปนอยู่บางส่วนทำให้มีเยื่อใยสูง ควรใช้รำละเอียดหรือรำสกัดน้ำมัน รำสกัดน้ำมันมีโปรตีนสูงกว่ารำละเอียด แต่จะมีไขมันต่ำกว่ามาก รวมทั้งอาจมีกรดอมิโน กรดไขมันและวิตามินบางชนิดต่ำกว่ารำละเอียด เนื่องจากการผลิตรำสกัดน้ำมันต้องใช้ตัวทำละลายไขมันแยกไขมันออกมา จึงทำให้ไขมันเหลืออยู่น้อยและธาตุอาหารชนิดอื่น ๆ ก็อาจถูกสกัดออกมาด้วย ดังนั้น การนำรำสกัดน้ำมันมาใช้ผลิตอาหารปลา จึงควรพิจารณาถึงพลังงานที่มีในอาหารว่าเพียงพอต่อความต้องการของปลาหรือไม่ (วีรพงศ์, 2536)

รำมีโปรตีนประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 12 เปอร์เซ็นต์ กาก 12.3 เปอร์เซ็นต์ NFE 40.6 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 10.0 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 13.1 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งมีวิตามินบี 1 และไนอาซีนสูง ในรำข้าวส่วนใหญ่มักจะมีไขมันไม่อิ่มตัวที่มีกรดไขมันลิโนลิคค่อนข้างสูง รวมทั้งกรดลิโนลิคเป็นกรดไขมันที่ปลาต้องการ รำข้าวมีคุณสมบัติเป็นยาระบายอ่อนๆ รำข้าวแนะนำให้ผสมในสูตรอาหารปลาได้ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากรำข้าวมีเยื่อใยสูง ปริมาณน้ำหนักรำข้าว (ลักษณะฟาม) (บุญชัย, 2532)

14.4 ปลายข้าว ประกอบด้วยเศษข้าวที่หักและส่วนของจมูกข้าว ปลายข้าวทั่วไปมีโปรตีนประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ มีไขมันและเยื่อใยต่ำ ปลายข้าวมี 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่หรือที่เรียกกันว่า ข้าวท่อน ปลายข้าวขนาดเล็กมักมีส่วนของจมูกข้าวซึ่งเป็นต้นอ่อนที่มีโปรตีน ไขมัน ไวตามิน และแร่ธาตุมากกว่าส่วนอื่นของเมล็ดจึงเหมาะกับการเลี้ยงสัตว์มากกว่า เพราะสัตว์สามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า ดังนั้น ปลายข้าวขนาดเล็กจึงเป็นที่นิยมใช้เลี้ยงสัตว์มากกว่า และมักมีราคาแพงและหาซื้อได้ยาก (กองอาหารสัตว์, 2552: ระบบออนไลน์)

14.5 กากสัลดปาล์ม เป็นผลผลิตที่ไม่ต้องการของโรงงานปาล์มน้ำมันในขบวนการสุดท้าย ซึ่งจากลูกปาล์ม 1 ตัน เมื่อผ่านกระบวนการบีบน้ำมันแล้วจะเป็นกากปาล์มส่วนดังกล่าว 190 กิโลกรัม (19 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มสด) ในแต่ละวันจะมีส่วนที่ไม่ต้องการดังกล่าวจำนวนมากจากการนำไปวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า มีโปรตีน 14.10 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10.52

เปอร์เซ็นต์เยื่อใย 12.30 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 14.47 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรที่เลี้ยง โคเนื้อ โคนม ในพื้นที่ จังหวัดประจวบฯ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี จะใช้กากสลดปาล์มเลี้ยงสัตว์ในสภาพที่เป็นกากสลดปาล์มสด เนื่องจาก มีกลิ่นหอมสัตว์จึงชอบกินมาก แต่จะพบปัญหาการเก็บรักษา ด้านเชื้อรา เมื่อ กองไว้ประมาณ 4 วัน ขึ้นไปจะเป็นเชื้อราทั้ง สีขาว สีเหลือง จึงได้พยายามหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการทำให้แห้ง ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาด้านเชื้อราได้เป็นอย่างดี (ศุภวันจักรี, 2550)

14.6 น้ำมันปลา ได้มาจากการสกัดน้ำมันจากส่วนเนื้อปลา หนัง หัว และหางของปลาทะเลหลายชนิดขณะที่น้ำมันตับปลาสกัดจากตับของปลาทะเล และนิยมรับประทานเพื่อเสริมวิตามินดี และวิตามินเอ น้ำมันปลามีลักษณะกึ่งน้ำมันพืช และกึ่งไขมันสัตว์โดยมีลักษณะเป็นไขมันชั้น ในน้ำมันเหล่านี้มีปริมาณของไขมันในกลุ่มโอเมก้า 3 ค่อนข้างสูง เหตุที่เนื้อเยื่อของปลามีน้ำมันหรือไขมันแตกต่างจากไขมันสัตว์ชนิดอื่น เนื่องจากอาหารของปลา คือ แพลงก์ตอน และสาหร่าย ซึ่งหลายชนิดสามารถสังเคราะห์ ไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 ได้ นอกจากนี้เมตาบอลิซึมของปลาเองก็มีส่วนมาก ในการสร้างเสริมและรักษากรดไขมันเหล่านี้ไว้ปลาทะเลที่มีน้ำมันมาก เช่น ปลาซาร์ดีน ปลาแฮ้วรี ปลาแซลมอน และปลาทูน่า มีไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 สูงถึง 1-4 กรัมต่อเนื้อปลา 100 กรัม ส่วนปลาในทะเลไทยที่พบไขมันในกลุ่มโอเมก้าสูงได้แก่ ปลาทุ ซึ่ง มี 2-3 กรัมต่อเนื้อปลา 100 กรัม ปลาอีเก ปลากระพง ปลาตาเดียว มี 0.5-2 กรัม ต่อเนื้อปลา 100 กรัม ส่วนปลาน้ำจืดเชื่อว่ามีไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 น้อยกว่าปลาทะเล เนื่องจาก แพลงก์ตอนและสาหร่ายน้ำจืดสังเคราะห์กรดดังกล่าวได้น้อยกว่า (สมพงษ์, 2538)

14.7 สารเหนียวหรือสารประสานอาหาร เป็นสารที่ช่วยให้อาหารมีความคงทนในน้ำได้นาน การใช้สารเหนียวมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในการทำอาหารสำหรับสัตว์น้ำที่กินอาหารช้าๆ เช่น กุ้ง สารเหนียว สามารถแบ่งออกได้ 3 ชนิดใหญ่ๆ คือเป็นสารพวกโปรตีน สารพวกคาร์โบไฮเดรต และสารสังเคราะห์ หรือ สารธรรมชาติที่ไม่มีคุณค่าทางอาหาร (กองอาหารสัตว์, 2552: ระบบออนไลน์)

14.8 วัตถุดิบจำพวกวิตามินและแร่ธาตุ วิตามินและแร่ธาตุที่ใช้เป็นส่วนผสมของอาหาร มักอยู่ในรูปสารประกอบเคมี เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในปริมาณน้อยมาก ในสูตรอาหาร จึงทำให้เกิดปัญหา ในการผสมให้ทั่วถึงในทุกๆ ส่วน ดังนั้น จึงไม่นิยมผสมวิตามิน และแร่ธาตุ ในตัวอาหารโดยตรง จึงมักถูกผสมไว้ก่อนล่วงหน้ากับสื่อบางชนิด เช่น กากถั่วเหลือง รำ แกลบบด หรือ หินปูน แล้วเรียกสารผสมเหล่านี้ว่า สารผสมล่วงหน้า (พรีมิกซ์) บางครั้งอาจเรียกว่า "อาหารเสริม" (กองอาหารสัตว์, 2552: ระบบออนไลน์)

14.9 ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น

สารกันเหิน ได้แก่ BGT, BHA หรืออีทอกซ์ควีน สูตรอาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบสูง ควรเติมสารกันเหิน และไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 1 สัปดาห์

ไค-แคลเซียมฟอสเฟต มีแคลเซียม 24% และฟอสฟอรัส 15%

15. การผลิตอาหารปลา

วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำมาใช้ในการผลิตอาหารปลา หรืออาหารสัตว์น้ำจะมีจำนวนน้อยกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์บก เช่น เป็ด ไก่ และหมู เป็นต้น สิ่งสำคัญประการแรกของการนำวัตถุดิบอาหารสัตว์มาผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด หรืออาหารผสม คือ ต้องทราบถึงลักษณะวัตถุดิบของอาหารที่มีคุณภาพ รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ ซึ่ง ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย เถ้า แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามิน เกลือแร่ กรดอะมิโน และกรดไขมัน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลพิจารณาเลือกใช้นิเวศวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เหมาะสมกับสัตว์แต่ละชนิด

วัตถุดิบอาหารสัตว์สำหรับการผลิตอาหารปลาดุกกลุ่มผสมให้มีโปรตีน 20 – 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลาขี้ขาว และฟรீมิกซ์ ปลาป่นเป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ในการผลิตอาหารปลา เนื่องจากปลาป่นมีโปรตีนที่มีคุณภาพสูง ประมาณ 55-60 เปอร์เซ็นต์ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นครบถ้วนทุกชนิด มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสในปริมาณมาก และยังมีกลิ่นที่ดีช่วยกระตุ้นให้ปลามีความต้องการกินอาหารได้มากขึ้น ปลาป่นที่นำมาใช้ในการผลิตอาหารปลาควรมีกลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นไหม้ และปราศจากการปลอมปน แต่ในปัจจุบันปลาป่นที่มีจำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดมีการปลอมปนกันมาก โดยส่วนใหญ่แล้ววัตถุดิบที่นำมาปลอมปน ได้แก่ ทราเยละเอียด เปลือกหอย ยูเรีย ขนไก่ และสารปลอมปนอื่นๆ จึงทำให้คุณภาพทางโภชนาการของปลาป่นลดลง สาเหตุที่ต้องมีการปลอมปนเนื่องมาจากปลาป่นมีราคาแพงทำให้มีการนำเอาวัสดุที่มีราคาถูก หรือมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำใส่ปนเข้าไป เพื่อขายปลาป่นให้ได้ในปริมาณที่มากขึ้น การแก้ไขทางหนึ่งคือ การนำปลาป่นไปวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ หรืออาจเลือกใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบของส่วนผสมหลักในอาหารให้มากขึ้น เนื่องจากกากถั่วเหลืองมีคุณค่าทางโปรตีนใกล้เคียงกับปลาป่น ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการนำเอาน้ำมันออกจากเมล็ดถั่วเหลือง กากถั่วเหลืองที่นิยมใช้ในการผลิตอาหารปลามี 3 ลักษณะได้แก่ กากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเทาะเปลือก และกากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดกะเทาะเปลือก กากถั่วเหลืองชนิดอัดน้ำมันมีไขมันประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ จึงเก็บไว้ได้ไม่นาน แต่กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันมีไขมันเพียง 1 เปอร์เซ็นต์จึงเก็บไว้ได้นานกว่า กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิด

กะเพาะเปลือกมีคุณค่าทางโภชนาการดีกว่ากากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเพาะเปลือก กล่าวคือ กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดกะเพาะเปลือกมีโปรตีน 50 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใย 4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมันชนิดไม่กะเพาะเปลือกมีโปรตีน 45 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใย 74 เปอร์เซ็นต์ ในการผลิตกากถั่วเหลืองต้องมีเรื่องของความร้อนเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งถ้าใช้ความร้อนน้อยเกินไปจะทำให้สารยับยั้งทริปซินในกากถั่วเหลืองไม่ถูกทำลาย และเป็นอันตรายต่อปลา แต่ถ้าใช้ความร้อนมากเกินไป กากถั่วเหลืองจะมีกลิ่นไหม้ และกรดอะมิโนไลซีนจับตัวกับน้ำตาลทำให้ความต้องการกินอาหารของปลาลดน้อยลง การนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลง ส่งผลถึงการเจริญเติบโตที่ช้า แต่กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ที่ต้องมีการนำเข้ามาจากต่างประเทศ ปีหนึ่งเป็นมูลค่าที่มาก ดังนั้นถ้าหากสามารถนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์น้ำทดแทนหรือเป็นส่วนหนึ่งของสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำได้ ก็จะเป็นการลดการสูญเสียเงินตราที่ต้องนำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ จากต่างประเทศลงได้

ปลาดุกกลุ่มสมเป็นปลากินเนื้อ และกินซาก สามารถกินอาหารได้หลายชนิด ทั้งอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด และอาหารผสมที่เกษตรกรผลิตขึ้นเอง โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วยปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลาขี้ขาว รำละเอียด วิตามินและแร่ธาตุเสริมอื่นๆ ซึ่งมีโปรตีนโดยทั่วไปประมาณ 20 – 25 เปอร์เซ็นต์

16. ลักษณะทางอนุกรมวิธานของปลาดุกกลุ่มสม

ประเทศไทยมีพันธุ์ปลาดุก อยู่ด้วยกัน 5 ชนิด แต่ที่รู้จักกันโดยทั่วไป มีอยู่ 2 ชนิด คือ ปลาดุกอูย (*Clarias macrocephalus*) และปลาดุกด้าน (*Clarias batrachus*) ปลาดุกอูยหรือที่ชาวบ้านทั่วไปเรียกกันว่า ปลาดุกนา เป็นปลาพื้นเมืองของไทยที่ไม่มีเกล็ด รูปร่างเรียวยาว เนื้อดี เหลือง นุ่ม รสชาติอร่อย สามารถนำมาปรุงแต่งเป็นอาหารต่างๆ ได้มากมาย จึงเป็นที่นิยมเพาะเลี้ยงกันโดยทั่วไป แต่ประสบปัญหาเรื่องการเลี้ยง เนื่องจากปลาดุกอูยมีอัตราการเจริญเติบโตช้า และมีขนาดเล็ก จึงได้มีการนำปลาดุกสายพันธุ์จากต่างประเทศ African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) ที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกา ซึ่งเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว สามารถกินอาหารได้หลายชนิด มีความต้านทานโรค และทนต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพแวดล้อมได้สูง มาผสมข้ามพันธุ์กับปลาดุกอูย โดยใช้พ่อพันธุ์จากปลาดุกเทศผสมกับแม่พันธุ์ปลาดุกอูย เรียกกลุ่มสมที่ได้ว่า ปลาดุกอูย – เทศ หรือปลาดุกกลุ่มสม แต่ชาวบ้านทั่วไปนิยมเรียกว่า ปลาดุกบึกอูย ซึ่งเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตเร็ว ทนต่อ

สภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง เนื้อมีสีส้ม และรสชาติดี สามารถจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธาน โดยใช้ลักษณะรูปร่างภายนอกได้ดังนี้

Phylum Chordata

Class Actinopterygii

SubClass Neopterygii

Order Siluriformes

Family Clariidae

Genus *Clarias*

17. ลักษณะทางชีววิทยาของปลาดุกอุยผสม

ปลาดุกอุยผสม เกิดจากการผสมเทียมข้ามพันธุ์ของพ่อพันธุ์ปลาดุกยักษ์กับแม่พันธุ์ปลาดุกอุย ปลาดุกยักษ์ที่นำมาเป็นพ่อพันธุ์เป็นปลาในตระกูลออฟริกกันแคทฟิช (African catfish) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Clarias gariepinus* ชื่อสามัญคือ African sharptooth catfish ถิ่นกำเนิดอยู่ในแอฟริกากลาง จากนั้นได้แพร่กระจายสู่อเมริกา รัสเซียและจีน สำหรับปลาดุกยักษ์พันธุ์ที่นำมาใช้เป็นพ่อพันธุ์เพื่อผลิตปลาดุกอุยผสมบิกอุย เป็นหนึ่งใน 32 สายพันธุ์ของปลาในตระกูลออฟริกกันแคทฟิช โดยชาวรัสเซียได้นำมาแพร่พันธุ์ในประเทศลาว แล้วจึงถูกนำเข้ามายังไทยอีกทอดหนึ่ง ลักษณะทั่วไปของปลาดุกยักษ์สายพันธุ์นี้ มีขนาดโตกว่าปลาดุกอุยและปลาดุกค่าน ได้คางเป็นสีขาว มีหนวดขนาดใหญ่ 4 คู่ ลำตัวสีเหลืองอมเทาและเป็นลายคล้ายหินอ่อน ขอบครีบท้องและปลายครีบท้องสีแดง เป็นปลาที่เลี้ยงง่าย กินอาหารได้แทบทุกชนิด มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อม เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีขนาดใหญ่อายุยืนยาวมาก แต่มีข้อเสียคือ เนื้อเหลวสีขาวซีดไม่น่ารับประทาน รสชาติไม่อร่อยและเป็นปลาที่นิสัยดุร้าย (ตารางที่ 6)

เนื่องจากปลาดุกยักษ์เป็นปลาพันธุ์ต่างประเทศ เข้ามาในประเทศไทยได้ไม่นานนัก ชื่อที่ใช้เรียกในแต่ละท้องถิ่นจึงแตกต่างกันออกไป ซึ่งก่อให้เกิดความสับสนแก่เกษตรกรเป็นอย่างมาก กรมประมงได้ศึกษาอนุกรมวิธานและตั้งชื่อปลาชนิดนี้ว่า “ปลาดุกเทศ” แต่ผู้เพาะพันธุ์แต่ละคนหรือแต่ละท้องถิ่นได้เรียกชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น เรียกว่า ปลาดุกยักษ์ ปลาดุกรัสเซีย ปลาดุกคองโก หรือปลาดุกคอมมิวนิสต์

ตารางที่ 6 ข้อแตกต่างระหว่างปลาดุกอุยและปลาดุกยักษ์

	ลักษณะ	ปลาดุกอุย	ปลาดุกยักษ์
1	หัว	เล็กค่อนข้างรีไม่แบนกะโหลกจะลื่น มีรอยบุ๋มตรงกลางเล็กน้อย	ใหญ่และแบนกะโหลกจะเป็นตุ่มๆไม่เรียบ มีรอยบุ๋มตรงกลางเล็กน้อย
2	ใต้คาง	มีสีคล้ำไม่ขาว	สีขาว
3	หนวด	มี 4 คู่ โคนหนวดเล็ก	มี 4 คู่ โคนหนวดใหญ่
4	กะโหลกท้ายทอย	โค้งมน	หยักแหลมมี 3 หยัก
5	ปาก	ไม่ป้านค่อนข้างมน	ป้าน แบนหนา
6	ครีบทู	มีเงี่ยงเล็กสันแหลมคมมาก ครีบทึงยืนยาวเกินหรือเท่ากับครีบท่อน	มีเงี่ยงใหญ่สันนิ่มไม่แหลมคมและส่วนของครีบท่อนหุ้มถึงปลายครีบทึง
7	ครีบท้อง	ปลายครีบทึงสีเทาปนดำ	ปลายครีบทึงสีแดง
8	ครีบท้อง	กลมไม่ใหญ่มากนักสีเทาปนดำ	กลมใหญ่ สีเทา ปลายครีบทึงมีสีแดงและมีแถบสีขาวลาดบริเวณคอคาง
9	สัดส่วนระหว่างหัวต่อตัว	1 ต่อ 4	1 ต่อ 3
10	สีของลำตัว	สีดำ,น้ำตาลปนดำที่บริเวณด้านบนของลำตัว	เทา, เทาอมเหลือง
11	จุดที่ลำตัว	ขณะที่ปลาขนาดเล็กจะปรากฏจุดขาวเรียงขวางเป็นทางประมาณ 9-10 แถว เมื่อปลาขนาดใหญ่จุดจะเลือนหายไป	ไม่มีจุด เมื่อปลาโตขึ้นจะปรากฏคล้ายหินอ่อนทั่วตัว
12	ผนังท้อง	มีสีขาวถึงเหลืองเฉพาะบริเวณอกถึงครีบท้อง	ผนังท้องมีสีขาวตลอดจนถึงโคนหาง

ที่มา: สุภาพร (2538)

สำหรับปลาดุกอุยที่ใช้เป็นแม่พันธุ์ในการผลิตลูกผสมปลาดุกบิ๊กอุยเป็นปลาพื้นบ้านของไทย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Clarias macrocephalus* ชื่อสามัญคือ walking catfish มีลักษณะรูปร่างยาวเรียว ไม่มีเกล็ด มีหนวด 4 คู่ ที่ริมฝีปาก ผิวหนังสีน้ำตาล เนื้อออกสีเหลือง รสชาติอร่อย นุ่มหวาน และเป็นที่นิยมบริโภคของประชาชนทั่วไป

เมื่อนำปลาดุกสองพันธุ์มาผสมเทียมข้ามพันธุ์กัน จึงทำให้เกิดปลาดุกลูกผสมใหม่ ที่มีลักษณะเหมาะสมสำหรับเลี้ยงเป็นการค้ายิ่งขึ้น ปลาดุกลูกผสมได้รวมลักษณะที่ดีเด่นของพ่อแม่พันธุ์ ไว้ในตัวเดียวกันจึงเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว เลี้ยงได้น้ำหนักมาก เนื้อมีรสชาติอร่อย ทนทานต่อโรคพยาธิและสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี (สันต์, 2548)

18. ลักษณะทั่วไปของปลาดุกลูกผสม

ลักษณะรูปร่างและอุปนิสัยจะอยู่กึ่งกลางระหว่างปลาสองพันธุ์นี้ คือ ลักษณะภายนอกและนิสัยการกินอาหารคล้ายกับปลาดุกอุยมาก มีผิวค่อนข้างเหลือง โดยเฉพาะลำตัวและหางจะเป็นลายจุดประสีขาวของปลาดุกอุยชัดเจนมาก แต่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จุดนี้จะหายไป ลำตัวบางส่วนคล้ายกับปลาดุกยักษ์ เช่น กะโหลกท้ายทอยแหลมเป็น 3 หยัก หัวมีขนาดใหญ่และคอดหางมีจุดประสีขาวเรียงตามขวาง ในระยะที่ปลายังเล็ก บางครั้งก็ไม่อาจแยกได้ว่าเป็นปลาดุกลูกผสมหรือปลาดุกยักษ์พันธุ์แท้ ดังนั้น ต้องดูที่ลักษณะหัวปลาและลายขวางที่คอดหาง เมื่อปลาอายุได้ 3 สัปดาห์ขึ้นไป การเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสมใกล้เคียงกับปลาดุกยักษ์ที่เป็นเพศพ่อมาก เนื่องจาก มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ในช่วงระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน ปลาดุกลูกผสม (ภาพที่ 3) สามารถสร้างน้ำหนักได้ประมาณตัวละ 200 กรัม (ขนาด 5 ตัวต่อ 1 กิโลกรัม) ซึ่งเป็นขนาดที่ตลาดมีความต้องการ ลักษณะเนื้อปลาดุกลูกผสมคล้ายกับเนื้อปลาดุกอุยมาก คือ ออกสีเหลือง ลักษณะนุ่มแต่ไม่เหลวและมีรสชาติดี (สันต์, 2548)



ภาพที่ 3 ลักษณะของปลาดุกลูกผสม

19. การเลี้ยงปลาอุกกลมผสม

19.1 อัตราปล่อยปลาอุกกลมผสม (บักอูย) ที่เลี้ยงจะปล่อยลูกปลา ขนาด 2-3 เซนติเมตร ในอัตราประมาณ 40-100 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการเลี้ยง คือ ชนิดของอาหาร ขนาดของบ่อและระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำซึ่งปกติทั่วๆ ไป อัตราปล่อยเลี้ยงประมาณ 50 ตัวต่อตารางเมตร และเพื่อป้องกันโรคซึ่งอาจจะติดต่อกับลูกปลาจะใช้ยาฟอร์มาลินใส่ในบ่อเลี้ยง ใช้ความเข้มข้นประมาณ 30 ส่วนในล้าน (3 ลิตรต่อน้ำ 100 ตัน) ในวันที่ปล่อยลูกปลาไม่จำเป็นต้องให้อาหาร จะเริ่มให้อาหารวันรุ่งขึ้น

19.2 การให้อาหาร เมื่อปล่อยปลาอุกกลมผสมลงในบ่อดินแล้ว อาหารที่ให้ในช่วงที่ลูกปลาคูกลมีขนาดเล็ก 2-3 เซนติเมตร ควรให้อาหารผสมคูลูกน้ำเป็นก้อนให้ลูกปลากิน ให้กินวันละ 2 ครั้ง หว่านให้กินทั่วบ่อโดยเฉพาะในบริเวณขอบบ่อ เมื่อลูกปลามีขนาดโตขึ้นความยาวประมาณ 5-7 เซนติเมตร สามารถฝึกให้กินอาหารเม็ดได้ จากนั้น เมื่อปลาโตขึ้นจนมีขนาดความยาว 15 เซนติเมตร ขึ้นไปจะให้อาหารเม็ดเพียงอย่างเดียว หรืออาหารเสริมชนิดต่าง ๆ ได้ เช่น ปลาเป็ดผสมรำละเอียด อัตรา 9 ต่อ 1 หรืออาหารที่ลดต้นทุน เช่น อาหารผสมบดจากส่วนผสมต่าง ๆ เช่น กระดูกไก่ ไข่ไก่ เศษขนมปัง เศษเส้นหมี่ เศษเลือดหมู เลือดไก่ เศษกล้วย หรือเศษอาหารต่าง ๆ เท่าที่สามารถหาได้ นำมาบดรวมกันแล้วผสมให้ปลากิน แต่การให้อาหารประเภทนี้จะต้องระวังเรื่องคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงให้ดี เมื่อเลี้ยงปลาได้ประมาณ 3-4 เดือน ปลาจะมีขนาดประมาณ 200-400 กรัมต่อตัว ซึ่งผลผลิตที่ได้ประมาณ 10-14 ตันต่อไร่ อัตรารอดประมาณ 40-70 เปอร์เซ็นต์

19.3 การถ่ายเทน้ำ เมื่อตอนเริ่มเลี้ยงใหม่ ๆ ควรมีระดับความลึกประมาณ 30-40 เซนติเมตร ซึ่งลูกปลาเจริญเติบโตขึ้นในเดือนแรกจะเพิ่มระดับน้ำสูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร หลังจากย่างเข้าเดือนที่สองจะเพิ่มระดับน้ำ 10 เซนติเมตรต่อสัปดาห์ จนระดับน้ำในบ่อมีความลึก 1.20-1.50 เมตร การถ่ายเทน้ำควรเริ่มตั้งแต่การเลี้ยงผ่านไปประมาณ 1 เดือน โดยการถ่ายน้ำประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำในบ่อ 3 วันต่อครั้ง หรือถ้าในบ่อเริ่มเสียจะต้องถ่ายน้ำมากกว่าปกติ

19.4 การป้องกันโรค ปลาอุกที่เลี้ยงสามารถเกิดโรคได้หากคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยงไม่ดี ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุของการให้อาหารมากเกินไปจนอาหารเหลือเน่าเสีย เราจะสามารถป้องกันไม่ให้เกิดโรคได้โดยต้องหมั่นสังเกตว่า เมื่อปลาหยุดกินอาหารจะต้องหยุดให้อาหารทันที เพราะปลาอุกกลมผสมจะมีนิสัยชอบกินอาหารที่ให้ใหม่ โดยถึงแม้จะกินอิ่มแล้ว ถ้าให้อาหารใหม่อีกก็จะคายหรือส่ายออกอาหารเก่าทิ้ง แล้วกินอาหารที่ให้ใหม่อีก ซึ่งอาหารที่ให้ควรประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวปลาเท่านั้น

20. การเลี้ยงปลาดุกลูกผสมในบ่อดิน และบ่อซีเมนต์

การเลี้ยงปลาดุกลูกผสมนั้น สามารถเลี้ยงได้ทั้งในบ่อดินและบ่อซีเมนต์

20.1 การเลี้ยงในบ่อดิน การเลี้ยงในบ่อดินนั้น จะต้องเตรียมบ่อตามหลักการเตรียมบ่อเลี้ยงปลาทั่วไป ดังนี้

1. จะต้องตากบ่อกันบ่อให้แห้ง ปรับสภาพบ่อกันบ่อให้สะอาด
2. ใส่ปูนขาวเพื่อปรับสภาพของดินในอัตราประมาณ 60-100 กิโลกรัมต่อไร่
3. ใส่ปุ๋ยคอกเพื่อให้เกิดอาหารธรรมชาติสำหรับลูกปลาในอัตราประมาณ 40-80 กิโลกรัมต่อไร่
4. นำน้ำเข้าบ่อโดยการรองไม่ให้ศัตรูของลูกปลาติดเข้ามากับน้ำ จนมีระดับน้ำลึกที่ 30-40 เซนติเมตร หลังจากนั้นวันรุ่งขึ้นจึงปล่อยปลา และเพื่อให้ลูกปลามีอาหารกินควรเติมไรแดงในอัตราประมาณ 5 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเป็นอาหารแก่ลูกปลา หลังจากนั้นจึงให้อาหารผสมแก่ลูกปลา ลูกปลาที่นำมาเลี้ยงควรตรวจดูว่ามีสภาพปกติ การปล่อยลูกปลาลงบ่อเลี้ยงจะต้องปรับอุณหภูมิของน้ำในบ่อและน้ำในบ่อให้เท่า ๆ กันก่อน โดยการแช่ถุงบรรจุลูกปลาในน้ำประมาณ 30 นาที จึงปล่อยลูกปลา เวลาที่เหมาะสมในการปล่อยลูกปลาควรเป็นตอนเย็นหรือตอนเช้า

20.2 การเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ปรับสภาพน้ำให้เป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อย แต่ต้องแน่ใจว่าบ่อซีเมนต์จะต้องหมดฤทธิ์ของปูน ระดับน้ำในบ่อเมื่อเริ่มปล่อยลูกปลาขนาด 2-3 เซนติเมตร ควรมีระดับความลึกประมาณ 20-30 เซนติเมตร เมื่อลูกปลาเติบโตขึ้นเรื่อยๆ เพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้นตามลำดับ การเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยงโดยเพิ่มระดับน้ำประมาณ 5 เซนติเมตรต่อสัปดาห์ ให้อาหารเม็ดประมาณ 3-7 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา โดยปล่อยปลาในอัตรา 50-70 ตัวต่อตารางเมตร ปลาจะเติบโตได้ขนาดประมาณ 100-200 กรัมต่อตัว ในระยะเวลาการเลี้ยงประมาณ 90 วัน อัตราการรอดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาหารที่ใช้เลี้ยงสามารถให้อาหารชนิดต่างๆ ทดแทนอาหารเม็ดได้ โดยใช้อาหารพวกไส้ไก่หรือปลาเป็ดผสมกับเศษอาหารก็ได้ แต่จำเป็นต้องถ่ายเทน้ำเพื่อป้องกันน้ำเน่าเสียบ่อยกว่าการถ่ายเทน้ำเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารเม็ด (กรมประมง, ม.ป.ป.)

21. ความต้องการสารอาหารของปลาดุกลูกผสม

21.1 ความต้องการโปรตีนในอาหาร

การกำหนดปริมาณโปรตีนที่ควรได้รับในวันหนึ่ง นอกจากจะต้องพิจารณาถึงวัย หรือขนาด และสภาวะแวดล้อมแล้ว ความต้องการโปรตีนของสัตว์น้ำ ยังแตกต่างกันไปตามชนิดอีกด้วย สภาวะแวดล้อมในน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิของน้ำ และปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มีผลต่อการใช้โปรตีนของสัตว์น้ำเป็นอย่างมากเพราะอุณหภูมิ และออกซิเจนในน้ำช่วยเร่งอัตราการเผาผลาญอาหาร ขณะเดียวกันอาหารที่มีโปรตีนมากเกินไปนอกจากจะทำให้สัตว์น้ำไม่เจริญเติบโต อันเนื่องมาจากการกระบวนการ deamination ภายในร่างกายของสัตว์น้ำโดยตรงแล้วสารประกอบไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายลงในน้ำจะทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมลง ทำให้สัตว์น้ำเบื่ออาหาร และใช้ประโยชน์จากอาหารได้น้อย การเจริญเติบโตต่ำ ดังนั้นปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำคือโปรตีนที่น้อยที่สุดที่ทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตดีที่สุด การใช้โปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต สัตว์น้ำต้องการได้รับโปรตีนจากอาหารประจำวันในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ ปริมาณโปรตีนที่สัตว์น้ำต้องการประจำวันแตกต่างกันออกไปตามชนิด และวัยของสัตว์น้ำ ตามคุณสมบัติของน้ำและอาหาร อาหารที่มีพลังงานจากไขมันและคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำแม้จะมีระดับโปรตีนสูงเกินความต้องการก็ไม่ทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตได้ดี ทั้งนี้เพราะโปรตีนจะถูกเปลี่ยนสภาพเป็นพลังงานเพื่อเสริมพลังงานจากไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เพียงพอ (เวียง, 2543) ความต้องการโปรตีนของปลาดุกนั้นจะแตกต่างกันไปตามวัย และอายุที่เพิ่มขึ้น ในลูกปลาวัยอ่อนจนถึงขนาดสามารถปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยงได้มีความต้องการโปรตีนอยู่ในช่วง 35 -40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในช่วงระยะเวลาที่อยู่ในบ่อเลี้ยงปลาดุกมีความต้องการโปรตีน 25-35 เปอร์เซ็นต์

21.2 ความต้องการคาร์โบไฮเดรตในอาหาร

คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่มีราคาถูกที่สุด และยังเป็นต้นกำเนิดสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต เช่น กรดอะมิโน เป็นต้น รวมทั้งช่วยสำรองโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต ด้วยเหตุนี้อาหารสัตว์น้ำจึงควรมีคาร์โบไฮเดรตที่ใช้ประโยชน์ได้อยู่ด้วย ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์น้ำ ประเภทและปริมาณของคาร์โบไฮเดรตในอาหาร และกรรมวิธีในการเตรียมอาหาร (เวียง, 2543) โดยปกติปลาสามารถย่อยคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ปลากินเนื้อไม่สามารถย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ดี ส่วนในปลากินทั้งพืชและเนื้อ ปลากินพืชจะย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ดีกว่า (Chow, 1980) ปลาดุกอเมริกัน สามารถย่อยกลูโคส แป้ง และใยอาหารได้ 90, 50-80 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (NRC, 1993) ปลาดุกลูกผสมขนาดน้ำหนัก 2.5 กรัม

และ 50 กรัม สามารถใช้อาหารที่มีระดับไขมันรวมอยู่สูงถึง 12 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการอดและการใช้ประโยชน์โภชนา ถ้าปลาได้รับอาหารที่มีไขมัน 3.5-6.5 เปอร์เซ็นต์ และ 5.0-6.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์โภชนาของปลาของปลามีค่าสูงสุด (นฤมล, 2539) ความต้องการคาร์โบไฮเดรตของปลาดุกจะอยู่ในช่วง 35–40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้ว ปลาดุกจะไม่ขาดสารอาหารประเภทนี้ เพราะมีอยู่ในแป้ง ปลาข้าว รำ และในข้าวโพด นอกจากนี้วัตถุดิบเหล่านี้ในอาหารผสมอัดเม็ดลอยน้ำ จะช่วยให้อาหารรวมตัวกันได้แน่นขึ้นอีกด้วย

21.3 ความต้องการไขมันในอาหาร

ไขมัน (fat) เป็น ester ของกรดไขมัน และกลีเซอรอล (glycerol) และเป็นพลังงานที่สำคัญของร่างกาย เมื่อร่างกายไม่ได้รับเป็นเวลานานร่างกายจะนำไขมันที่เก็บสะสมไว้มาใช้ ความต้องการไขมันของปลาจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของน้ำ ขนาด อายุของปลา การทำงานของร่างกาย วิธีการให้อาหาร ปริมาณแสง สภาพแวดล้อม คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ องค์ประกอบของอาหาร และชนิดของปลา (Halver, 1989) สูตรโครงสร้างของไขมันที่แตกต่างกันจะทำให้การเจริญเติบโตที่ต่างกัน จากการทดลองโดยให้ปลา channel catfish ระยะเวลาหนึ่ง เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมันต่างชนิดกัน พบว่า สูตรอาหารที่ประกอบด้วยไขมันชนิด triglyceride มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ free fatty acid และ ethyl ester ตามลำดับ ไขมันในปลาส่วนใหญ่จะประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว จากการศึกษาอัตราส่วนของกรดไขมัน $\omega 6 / \omega 3$ ในเนื้อปลาที่มีผลมาจากอัตราส่วนของ $\omega 6 / \omega 3$ ในอาหาร เมื่ออัตราส่วนในอาหารมีกรดไขมันกลุ่ม $\omega 6$ ซึ่งมาจากน้ำมันพืชมาก ปลาจะเปลี่ยนกรดไขมันกลุ่ม $\omega 3$ มาก ถ้าแหล่งไขมันน้ำมันซึ่งมี $\omega 3$ อัตราส่วนของ $\omega 6 / \omega 3$ ในอาหารจะเปลี่ยนไปเล็กน้อยเท่านั้น แสดงให้เห็นถึงความต้องการกรดไขมันของปลา (Chow, 1980) จากการทดลองเลี้ยงปลา channel catfish ด้วยอาหารที่มีแหล่งไขมันต่าง ๆ กัน เช่น น้ำมันปลา น้ำมันถั่วเหลือง และไขมันสัตว์ พบว่า ปลาที่เลี้ยงด้วยน้ำมันปลามีน้ำหนักเพิ่มมากที่สุด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด ส่วนปลาที่เลี้ยงด้วยน้ำมันถั่วเหลืองโตช้า เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองมีกรดไขมัน linoleic ซึ่งเป็นกรดไขมัน $\omega 6$ สูง และมีกรดไขมัน $\omega 3$ ต่ำ แต่น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการเลี้ยงด้วยอาหารที่มีแหล่งไขมันต่าง ๆ กัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Yingst and Stickney, 1980 ในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาดุกไม่ควรจะมีไขมันในปริมาณที่มากเกินไป 5-6 เปอร์เซ็นต์ วัตถุดิบที่มีไขมันในปริมาณมากได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว

21.4 ความต้องการวิตามินและแร่ธาตุในอาหาร

วิตามิน สารอาหารชนิดนี้จัดได้ว่าเป็นอาหารบำรุง เพราะมีส่วนช่วยให้ปลาดุกสามารถใช้อาหารอื่นๆ ได้มากขึ้น ทำให้ปลาดุกมีการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น โดยที่สารอาหารชนิดนี้เองไม่ได้มีส่วนในการเจริญเติบโตของปลาดุกโดยตรงเลย ดังนั้นวิตามินจึงมีความจำเป็นที่ปลาดุกจะต้องได้รับความเหมาะสม

แร่ธาตุ เป็นส่วนประกอบสำคัญๆ ของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะแคลเซียมและฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นส่วนประกอบของกระดูกและฟัน และยังเป็นสารที่ควบคุมปริมาณของน้ำในตัวปลา แร่ธาตุมีอยู่ในสารอาหารโดยทั่วไปอยู่แล้ว วัตถุดิบที่นิยมนำมาเป็นอาหารเลี้ยงปลาดุกทั่วไป จะหาซื้อได้ตามท้องถื่นที่ได้จากพืชได้แก่ รำข้าว ปลายข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง มันสำปะหลัง กากถั่วเหลือง ถั่วเหลืองเมล็ด กากถั่วลิสง กากมะพร้าว ส่วนวัตถุดิบที่ได้มาจากสัตว์ก็มี ปลาเบ็ด ปลาปน เลือดปลา ในการเลือกวัตถุดิบเหล่านี้ควรเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี ไม่ขึ้นรา ไม่เหม็นหืน อาหารที่ได้จึงมีคุณภาพดี เก็บไว้ใช้ได้นาน

22. การกินอาหาร

ขนาดและวัยของปลาดุกเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการกินอาหารของปลาที่กล่าวคือ ปลาดุกที่มีขนาดเล็กจะกินอาหาร เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับน้ำหนักตัวมากกว่าปลาที่มีขนาดใหญ่กว่าในปลาชนิดเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น ปลาดุกเมื่อมีขนาดเล็กจะกินอาหารประมาณ 6 – 8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และจะลดลงเรื่อยๆ เหลือเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อปลาโตขึ้น (ขนาดที่ตลาดต้องการ 300 -400 กรัม) (ภาณุ และคณะ; 2539)

การให้อาหารจำนวนหลายครั้งในแต่ละวัน จะมีผลทำให้ปลากินอาหารได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งโดยปกติแล้วปลาจะหยุดกินอาหารเมื่อได้รับอาหารตามที่ร่างกายต้องการ และจะเริ่มกินใหม่อีกครั้งเมื่ออาหารในกระเพาะถูกย่อยไปแล้วประมาณครึ่งหนึ่งหรือ 50 เปอร์เซ็นต์ (ภาณุ และคณะ; 2539)

ตารางที่ 7 อัตราการให้อาหารปลาตกในระยะต่างๆ กัน

ระยะเวลาที่เลี้ยง (วัน)	อาหารต่อน้ำหนักตัว (เปอร์เซ็นต์)
1 – 20	10
21 - 40	8 - 10
41 – 60	6 – 8
61 – 80	4 – 6
81 – 120	5
121 - 150	3

ที่มา; กรมประมง (2530) (อ้างตามภาณุ และคณะ, 2539)

23. สูตรอาหารสำหรับลูกปลาดุกลูกผสม

สุภาพร (2538) ได้แนะนำสูตรอาหารสำหรับลูกปลาดุกลูกผสมในระยะอนุบาล จำนวน 2 สูตรไว้ดังนี้

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1 ร้อยละโดยน้ำหนัก	สูตรที่ 2 ร้อยละโดยน้ำหนัก
ปลาป่นอัดน้ำมัน	54.0	56.0
กากถั่วลิสงป่น	10.0	12.0
รำละเอียด	12.0	12.0
แป้ง(สารเหนียว)	13.6	14.6
น้ำมันปลา	5.6	4.0
วิตามินและแร่ธาตุ	1.6	2.0

24. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์

24.1 การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบอาหารโคเนื้อ

อาหารที่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบ เมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง จะยังคงอยู่ในกระเพาะรูเมนได้นานเนื่องจากมีปริมาณเยื่อใยสูง ทำให้อาหารย่อยได้มากขึ้น แต่เมื่อเพิ่มระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันให้สูงขึ้นจะทำให้การย่อยได้ และการใช้ประโยชน์ลดลง (Ahmad; 1988b)

จินดา และคณะ (2539) ได้ทำการศึกษาการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นอาหารเสริมเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ผสมอเมริกันบราห์มัน เพศผู้ตอน ปรากฏว่า การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มทดแทนอาหารชั้นระดับ 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารชั้นเป็นอาหารเสริมจะมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าการใช้อาหารชั้นล้วนๆ และสรุปได้ว่าสามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มทดแทนอาหารชั้นสำหรับใช้เป็นอาหารเสริมเลี้ยงโคเนื้อที่กินหญ้าคุณภาพต่ำได้ 50-100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารเสริมและต้นทุนการผลิตในที่สุด

ปัญญาและคณะ(2535) รายงานว่าในสูตรอาหารชั้นเสริมใช้ขุยมะพร้าวและกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม 70 – 79 เปอร์เซ็นต์ ประกอบในสูตรอาหารมีความน่ากินและโคกินอาหารได้ไม่แตกต่างกับสูตรอาหารชั้นที่มีกากมะพร้าวและยางพาราประกอบในสูตร

วรรณะ (2536) รายงานว่าการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่มีโปรตีนประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารโคในคอกทดลอง พบว่าไนโตรเจนที่ละลายได้เพิ่มขึ้นสูงสุด หลังกินอาหาร 1 ชั่วโมง โปรตีนไนโตรเจนสูงสุด หลังจากกินอาหาร 4-6 ชั่วโมง สัดส่วนของกรดอะซิติก พรอพิโอนิก และบิวทิริกในกระเพาะรูเมน เป็น 62.54, 17.90 และ 13.64 โมลาร์เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุในซีรัมเพิ่มขึ้น หลังจากกินอาหาร 3 ชั่วโมง แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมเท่ากับ 12.21, 6.16 และ 1.80 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ สังกะสี และทองแดง เท่ากับ 5.52 และ 5.98 ส่วนในล้าน (ppm) กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีโปรตีน และการย่อยได้ของวัตถุดิบ เท่ากับ 12.28 และ 64.92 เปอร์เซ็นต์

เสกสรรค์และคณะ (2547) รายงานว่าจากการทดลองเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมบราห์มันเพศผู้ โดยมีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นแหล่งอาหารโปรตีนร่วมกับวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงาน ได้แก่ มันเส้น ข้าวโพดบด ปลายข้าวและรำละเอียด มีอัตราการเจริญเติบโต 694 , 698 , และ 770 กรัมต่อตัวต่อวัน มีประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 12.35 , 12.59 และ 11.79 กิโลกรัมตามลำดับ

24.2 การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นวัตถุดิบอาหารโคนม

จินดา และคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารชั้นสำหรับโครีดนม โดยใช้โคนมพันธุ์ AFS (Australian Friesian Sahiwal) ที่กำลังให้นม ผลการทดลองปรากฏว่าสามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มในสูตรอาหารเพื่อทดแทน กากถั่วเหลืองสำหรับโครีดนมได้ทั้งหมด โดยต้องปรับระดับโปรตีนให้เท่ากับการใช้กากถั่วเหลือง ผลผลิตและคุณภาพน้ำนม ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารรวม มีแนวโน้มว่าต้นทุนค่าอาหารในการผลิตน้ำนมไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 กิโลกรัม จะต่ำกว่าการใช้กากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบในสูตร

24.3 การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นวัตถุดิบอาหารสุกร

ยุทธนา (2542) ทดลองเลี้ยงสุกรด้วยสูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันแทนรำข้าวและเสริมด้วยกรดอะมิโนไลซีนอย่างเดียว พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการให้อาหารดีกว่า และมีต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ถูกกว่าสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมรำข้าวที่เสริม หรือไม่เสริมกรดอะมิโน

รุจิรา (2542) กล่าวว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีเยื่อใยสูง นำมาผสมอาหารเลี้ยงสุกรได้ในระดับ 35 เปอร์เซ็นต์ และใช้แทนรำละเอียดในสูตรอาหารสัตว์ได้ถึง 25 เปอร์เซ็นต์

24.4 การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นวัตถุดิบอาหารไก่พื้นเมือง

เสาวคนธ์ (2533) กล่าวว่าในสูตรอาหารเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง อายุ 6 – 12 สัปดาห์สามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ถึง 33 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โดยผสมกับอาหารไก่เนื้อระยะแรก

ปัญญาและคณะ (2535) รายงานว่าในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองลูกผสม โดยให้อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปไก่เนื้อระยะแรกผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอัตรา 2 : 1 ทำให้ไก่ที่อายุ 12 สัปดาห์ น้ำหนักตัวเฉลี่ยและอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดเท่ากับ 1,533 กรัมและ 21.91 กรัมต่อวันตามลำดับ และต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุดคือ 22.85 บาทต่อกิโลกรัม และได้กำไรสูงสุดด้วยคือ 13.35 บาทต่อตัว

ณัฐวุฒิและคณะ (2547) จากการทดลองเลี้ยงไก่พื้นเมืองผสมพื้นเมือง โดยใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (Palm Kernel Cake , PKC) เป็นแหล่งโปรตีนระดับ 0 , 10 , 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร มีอัตราการเจริญเติบโต 22.85 , 23.30 , 22.25 และ 22.68 กรัมต่อตัวต่อวันตามลำดับ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเท่ากับ 3.52 , 3.48 , 3.50 และ 3.59 ตามลำดับ และพบว่าการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับ 10 , 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร

สามารถลดค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ลดลงได้เท่ากับ 2.76 , 2.61 และ 2.58 บาท ต่อ กิโลกรัม คิดเป็น 14.19 , 13.42 และ 13.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร

24.5 การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นวัตถุดิบอาหารไก่ไข่

Peres และคณะ (2542) รายงานผลการทดลองว่า สามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารไก่ไข่ Single comb white leghorn โดยไม่มีผลต่อการกินอาหาร อัตราการตาย และน้ำหนักไข่ แต่ถ้าใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารจะมีผลทำให้ไก่ผลิตไข่ลดลง

24.6 การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นวัตถุดิบอาหารเปิดเทศ

เสาวคนธ์และคณะ (2533) รายงานผลการทดสอบการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันและกากเมล็ดยางพาราเป็นอาหารหลักเลี้ยงเปิดเทศจะทำให้ราคาอาหารต่อหน่วยลดลงและสามารถใช้ได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร โดยไม่มีผลต่อคุณภาพซากแต่อย่างใด

พานิช (2535) รายงานว่า กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมีโปรตีนค่อนข้างสูงโดยมีวัตถุแห้ง 90 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน เยื่อใย ไขมัน เถ้า และไนโตรเจนฟรีแเอ็กเทร็ก ร้อยละ 19, 16 , 2 , และ 59 มีแร่ธาตุแคลเซียม (Ca) และฟอสฟอรัส (P) ร้อยละ 0.34 และ 0.69 ตามลำดับ สามารถใช้ในสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์ปีก เช่น เป็นอาหารของเปิดเทศได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์

ศักดิ์ และคณะ (2546) ทดลองการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันระดับสูงในสูตรอาหารเลี้ยงเปิดเทศสายพันธุ์กระป็นบุรี ภายหลังสิ้นสุดการทดลองทำการฆ่าและศึกษาลักษณะซากของเปิด พบว่าสามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารได้ 30% โดยไม่กระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้และลักษณะซากของเปิดเทศ

24.7 การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นวัตถุดิบอาหารปลา

วุฒิพร และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษาการแทนที่ปลาป่นด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศโดยใช้ปลาที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.02-3.04 กรัม โดยทำการทดลองในตู้กระจก ความจุน้ำ 235 ลิตร มีระบบน้ำไหลเวียนแบบปิด อาหารที่ใช้ทดลองมี 5 สูตร แต่ละสูตร มี 4 ซ้ำ โดยอาหารสูตรที่ 1-5 มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปรับระดับสารอาหารในทุกสูตรให้มีโปรตีน ไขมันและพลังงานใกล้เคียงกัน (โปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 7-9 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ย่อยได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัม) ใช้เวลาทดลองนาน 10 สัปดาห์ ผลจากการทดลองพบว่าการเจริญเติบโต

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร สัมประสิทธิ์การย่อยอาหารลดลงตามระดับของกากเนื้อในเมล็ดปาล์ม น้ำมันที่ผสมเพิ่มสูงขึ้นในอาหาร โดยการเจริญเติบโตของปลาสูงที่สุดเมื่อปลาได้รับอาหารกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกับปลาที่ได้รับอาหารสูตรพื้นฐาน (สูตรที่ 1) ในขณะที่การผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหาร, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ, การใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ และสัมประสิทธิ์การย่อยอาหารของปลาอยู่ในเกณฑ์ดี การผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารทุกระดับไม่มีผลต่อองค์ประกอบเลือดและดัชนีต่อตับตัวปลา จากผลการศึกษาในครั้งนี้สรุปได้ว่าสามารถผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาดังได้ ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ทำการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และสัมประสิทธิ์การย่อยอาหารอยู่ในเกณฑ์ดี และสรีรวิทยาของปลาปกติ นอกจากนี้ยังส่งผลให้ต้นทุนการผลิตปลาดำต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ การผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในระดับอื่นๆ

ศิริศักดิ์ และคณะ (2540) ได้รายงานว่าคุณค่าทางอาหารของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันพบว่า มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตที่เพียงพอใกล้เคียงกับรำละเอียด จึงได้ศึกษาถึงการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันแทนรำละเอียดในอัตรา 10 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยทดลองกับปลาดุกอุยเพศ ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 1.92 กรัม ในบ่อซีเมนต์ขนาดความจุ 3.3 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดเวลา ทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า สูตรอาหารที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ปลามีผลผลิตสูงสุด และมีอัตราการรอดสูงกว่าสูตรควบคุม รวมทั้งไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยง อาหารทดลองทุกสูตรทำให้ปลามีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวปลา 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าสูตรควบคุม โดยสูตรที่ใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์การวิจัย

1. บ่อซีเมนต์ ขนาดความกว้าง 2 เมตร ความยาว 4 เมตร ความลึก 1 เมตร
2. ผ้ากรองที่มีขนาด 120 ไมครอน
3. ปลาตู้ลูกผสมขนาด ความยาว 7 เซนติเมตร
4. ถังไฟเบอร์กลาส ขนาดความจุ 2 ลูกบาศก์เมตร
5. อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดสำหรับปลาดุกเล็กพิเศษ โปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์
6. กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน
7. ปลาป่น
8. กากถั่วเหลือง
9. รำละเอียด
10. วิตามิน และแร่ธาตุ
11. เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
12. ตาชั่งสปริง ขนาด 1 กิโลกรัม
13. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ดิจิทัล
14. ไม้บรรทัด
15. เครื่องปั๊มอากาศพร้อมอุปกรณ์จ่ายอากาศ
16. สวิตช์ปลา
17. เครื่องบดอาหาร
18. ตู้อบอาหาร
19. เครื่องวัดอุณหภูมิ น้ำ YSI 550A
20. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ pH meter ORION model 210A
21. เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยใช้ DO meter YSI 550A
22. เครื่องวัดการส่องผ่านของแสง Spectrophotometer
23. อุปกรณ์เครื่องแก้วห้องวิทยาศาสตร์
24. สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
25. สมุดบันทึก
26. เครื่องคำนวณ
27. คอมพิวเตอร์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสถานที่ และอุปกรณ์การทดลอง

ใช้บ่อซีเมนต์รูปรางสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดความกว้าง 2 เมตร ความยาว 4 เมตร ความลึก 1 เมตร (ความจุ 8 ลูกบาศก์เมตร) มีท่อส่งน้ำ และท่อระบายน้ำทิ้ง ระบบน้ำที่ใช้ผ่านผ้ากรองที่มีขนาด 120 ไมครอน

2. การเตรียมปลาสำหรับการทดลอง

นำปลาดุกกลุ่มผสมที่มีขนาดความยาว 7 เซนติเมตร อายุ 45 วัน จำนวน 7,000 ตัว จากศูนย์วิจัยและทดลองพันธุ์สัตว์น้ำจังหวัดชุมพร มาพักไว้ในถังไฟเบอร์กลอส ขนาดความจุ 2 ลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้ปลาได้ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมก่อนการทดลอง ให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดสำหรับปลาดุกเล็กพิเศษที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้ โปรตีน, ไขมัน, ความชื้น และกาก เท่ากับ 40, 6, 12 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ให้อาหารกินวันละ 2 ครั้ง เข้า-เย็น ในเวลา 08.00 น. และ 17.00 น. สังเกตพฤติกรรมกรรมการกินอาหาร และทำการตรวจเช็คสุขภาพปลาก่อนทำการสุ่มตัวอย่างปลาเพื่อการทดลอง 2 วัน ปลาที่จะถูกทำการสุ่มที่จะใช้ในการทดลองจะต้องเป็นปลาที่มีสุขภาพดี ไม่เป็นโรคและจะต้องมีขนาดความยาวที่ใกล้เคียงกัน

3. การเตรียมอาหารสำหรับการทดลอง

อาหารที่ใช้สำหรับการทดลองมีอยู่ 5 สูตร คือ

อาหารสูตรที่ 1 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากินเนื้อ

อาหารสูตรที่ 2 เป็นอาหารที่จัดทำขึ้นโดยไม่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน

อาหารสูตรที่ 3 เป็นอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 10 เปอร์เซ็นต์

อาหารสูตรที่ 4 เป็นอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 20 เปอร์เซ็นต์

อาหารสูตรที่ 5 เป็นอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์

อาหารทุกสูตรที่ใช้ในการทดลองจะต้องคำนวณคุณค่าทางอาหารโดยให้มีโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประกอบของวัตถุดิบที่จะนำมาผลิตเป็นอาหารสำหรับปลาดุกกลุ่มผสมประกอบด้วย ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ปลาขี้ขาว วิตามิน แร่ธาตุ และสารเหนียว

วิธีการเตรียมอาหารสำหรับการทดลอง โดยการชั่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ประกอบด้วย ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด วิตามิน แร่ธาตุ และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ตามน้ำหนักที่ได้คำนวณไว้ นำวัตถุดิบทั้งหมดมาส่วนคลุกเคล้ากันให้ดี ป้อนเข้าเครื่องบดอัดเม็ดอาหารสัตว์ นำอาหารที่ได้มาผึ่งลมให้แห้ง บรรจุลงภาชนะเก็บไว้ในที่เย็น และแห้ง

4. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสมด้วยอาหาร 5 สูตรการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากินเนื้อ อาหารผสมที่ไม่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอัตรา 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ละชุดการทดลองจะประกอบด้วย 3 ซ้ำ

5. ขั้นตอน และวิธีการทดลอง

- เติมน้ำที่ผ่านการกรองด้วยผ้ากรอง เข้าสู่บ่อทดลองทุกบ่อ จำนวน 15 บ่อ
- สุ่มตัวอย่างปลาดุกลูกผสมลงในบ่อทดลองทุกบ่อ จำนวน 400 ตัวต่อบ่อ (อัตราความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร)
- เพิ่มอากาศในน้ำด้วยหัวทราย ทุกบ่อ
- ปริมาณอาหารที่ให้ ในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 จะให้อาหารในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัว จากนั้นจะทำการปรับปริมาณอาหารที่ให้ตามความต้องการของปลาดุกในแต่ละบ่อทดลอง (ให้อาหารปลากินจนอิ่ม)
- ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในปริมาณที่เท่าๆ กัน ในเวลา 08.00 น และ 17.00 น.
- บันทึกปริมาณการกินอาหารของปลา ทุกสัปดาห์ ตลอดการทดลอง
- สุ่มตัวอย่างปลาขึ้นมาชั่งน้ำหนัก วัดความยาว ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง
- ตรวจเช็คคุณภาพน้ำ ภายในบ่อทดลอง ประกอบด้วย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen: DO) ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) อุณหภูมิของน้ำ (Temperature) ค่าความเป็นด่าง (Total Alkalinity) ความกระด้าง (Total Hardness) แอมโมเนีย (Ammonia) และไนไตรท์ (Nitrite)
- เปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อทดลอง ทุกสัปดาห์ หรือทุกครั้งที่น้ำมีคุณภาพไม่ดี เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตของปลา

6. การบันทึก และเก็บข้อมูล

- บันทึกปริมาณการกินอาหารของปลา ทุกสัปดาห์ ตลอดการทดลอง
- บันทึกน้ำหนัก และความยาวของปลาที่สุ่มตัวอย่าง ทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง
- บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำภายในบ่อทดลอง ประกอบด้วย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen: DO) ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) อุณหภูมิของน้ำ (Temperature)

ค่าความเป็นด่าง (Total Alkalinity) ความกระด้าง (Total Hardness) แอมโมเนีย (Ammonia) และไนไตรท์ (Nitrite)

- สุ่มตัวอย่างปลาจากบ่อทดลอง ในอัตราส่วน 10 เปอร์เซ็นต์ แล้วบันทึกน้ำหนัก ความยาว
- บันทึกน้ำหนักผลผลิตปลาทั้งหมด ในแต่ละบ่อ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์การเจริญเติบโต

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการนับจำนวนปลาที่เหลือรอดในแต่ละบ่อ มาชั่งน้ำหนักรวมทั้งหมด (Total batch weight) จากนั้นทำการคัดขนาดปลาเป็น 3 กลุ่ม ตามการแพร่กระจายของความยาวตัว และสุ่มตัวอย่างจำนวน 30 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนปลาทั้งหมดในแต่ละกลุ่ม มาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของปลาแต่ละตัว เพื่อดำเนินการหาความยาวและน้ำหนักตัวเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มต่อไป และนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อเป็นตัวแทนการศึกษาเปรียบเทียบ โดยมีสมการวิเคราะห์ดังนี้

1. อัตราการเจริญเติบโต (Absolutely Daily Weight Gain: ADG) กรัม/ตัว/วัน

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาการทดลอง (วัน)}}$$

2. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate หรือ SGR)

$$= \frac{\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาการทดลอง (วัน)}} \times 100$$

3. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Percentage weight gain)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}} \times 100$$

4. อัตราการรอด (Survival Rate) เปอร์เซ็นต์

$$= \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือ (ตัว)}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (ตัว)}} \times 100$$

5. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Rate: FCR)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมด (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักปลาทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)}}$$

6. ผลผลิตสุทธิ (Net Yield) กิโลกรัม/ตารางเมตร

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)}}{\text{พื้นที่บ่อ (ตารางเมตร)}}$$

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA แบบ One Way Analysis โดยใช้ F – test และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วย Duncan's new Multiple Range Test วิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์โปรแกรม

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. การวัดอุณหภูมิของน้ำโดยใช้เครื่องมือ YSI 550A
 - 1.1 สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ ด้วยขวดเก็บตัวอย่างโดยไม่ต้องกรอง ปิดฝาให้แน่น
 - 1.2 นำตัวอย่างน้ำมาวัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่องมือ YSI 550A
 - 1.3 บันทึกผล
2. การวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) โดยใช้ pH meter ORION model 210A
 - 2.1 สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ ด้วยขวดเก็บตัวอย่างโดยไม่ต้องกรอง ปิดฝาให้แน่น
 - 2.2 นำตัวอย่างน้ำมาวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (pH) โดยใช้ pH meter ORION model 210A
 - 2.3 บันทึกผล
3. การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen: DO) โดยใช้ DO meter YSI 550A
 - 3.1 สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ ด้วยขวดเก็บตัวอย่างโดยไม่ต้องกรอง ปิดฝาให้แน่น
 - 3.2 นำตัวอย่างน้ำมาวัดค่าปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยใช้เครื่องมือ DO meter YSI 550A
 - 3.3 บันทึกผล
4. การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียรวมที่ละลายในน้ำ (Total Ammonia) วิเคราะห์ตามวิธี Phenol – Hypochlorite method)
 - 4.1 กรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1001 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Flask ขนาด 50 มิลลิลิตร
 - 4.2 เติม Phenol 0.5 มิลลิลิตร
 - 4.3 เติม Sodium nitroprusside 0.5 มิลลิลิตร
 - 4.4 เติม Oxidizing Reagent 1 มิลลิลิตร
 - 4.5 ผสมตัวอย่างให้เข้ากัน และปิดฝา Flask ด้วย Parafilm ทิ้งไว้ 1 – 2 ชั่วโมง วัดค่า Transmittance ของตัวอย่างน้ำด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 640 nm โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น Reference Solution

5. วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนที่ละลายในน้ำ

5.1 กรองตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Flask ขนาด 125 มิลลิลิตร

5.2 เติม Sulfanilamide 1 มิลลิลิตร ผสมทิ้งไว้ประมาณ 2 -8 นาที

5.3 เติม N-E-D 1 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 10 นาที ถึง 2 ชั่วโมง วัดวัดค่า Transmittance ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 543 mm

$$\text{การคำนวณ} \quad \text{Abs} = 2 - \log \% T$$

$$\text{เพราะฉะนั้นความเข้มข้นของไนไตรท์ (ppm)} = \frac{(\text{Abs} - \text{Constant})}{\text{Slope}}$$

6. วิเคราะห์หาค่าความเป็นด่างรวมของน้ำ (Total Alkaline) โดยวิธีการ Titrate

6.1 กรองตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Flask ขนาด 125 มิลลิลิตร

6.2 หยด Phenolphthalein Indicator 5 หยด เขย่าผสมให้เข้ากัน

6.3 ถ้าสารละลายไม่มีสี แสดงว่า Phenolphthalein Alkalinity เท่ากับ 0 นั่นคือ น้ำไม่มีสารประกอบคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ถ้าสารละลายมีสีชมพูแสดงว่าในน้ำตัวอย่างมีคาร์บอเนต ให้ไทเทรตด้วย H_2SO_4 0.02 N ที่ใช้คูณด้วย 40

$$\text{การคำนวณ ppm} = \frac{(\text{A} \times \text{N} \times 50000)}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (ml.)}}$$

$$\text{เมื่อ A} = \text{ปริมาณของ } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ ที่ใช้ไป (ml.)}$$

$$\text{เมื่อ N} = \text{normality ของ } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ ซึ่งเท่ากับ 0.02 N}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ Alkalinity} = \text{Total Alkalinity} - \text{CO}_3^{2-} \text{ Alkalinity}$$

$$\text{CO}_3^{2-} \text{ Alkalinity} = \text{Phenolphthalein Alkalinity} \times 2$$

8. สถานที่ทำการวิจัย/เก็บข้อมูล

- ทดลอง และเก็บข้อมูล ณ อาคารปฏิบัติการประมงน้ำจืด

- วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ อาคารปฏิบัติการประมง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ – ชุมพร อำเภอละแม จังหวัดชุมพร

9. ระยะเวลาทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 รวมระยะเวลาทำการวิจัย 2 ปี

ผลการวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง การเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม มีวิธีการโดยการนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ผ่านการอัดหรือสกัดน้ำมันออกแล้วมาเป็นส่วนประกอบสำคัญของวัตถุดิบในการผลิตอาหารผสม ซึ่งกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่นำมาทดลองในครั้งนี้มีองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ คือ มีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน กากใยอาหาร และ ความชื้น เท่ากับ 15.0, 45, 8.5, 17 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่. 8) โดยมีการจัดทำอาหารผสมที่ใช้สำหรับการทดลอง 5 สูตร ดังนี้ อาหารสูตรที่ 1 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากินเนื้อ โปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ อาหารสูตรที่ 2 เป็นอาหารผสมที่จัดทำขึ้นโดยใช้ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด และวัตถุดิบอื่นๆ เป็นส่วนประกอบ โดยไม่มีการผสมส่วนของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันแต่อย่างใด และสำหรับอาหารสูตรที่ 3, 4, และ 5 เป็นอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอัตราส่วน 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาหารทุกสูตรที่ใช้ในการทดลองมีคุณค่าทางอาหาร โปรตีนไม่น้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ และมีส่วนประกอบของวัตถุดิบที่จะนำมาผลิตดังนี้ คือ ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำละเอียด ไคแคลเซียม ฟอสเฟต วิตามินแร่ธาตุ และกล้วยน้ำว้าที่ใช้เป็นตัวช่วยในการทำให้วัตถุดิบอาหารชนิดต่างๆ จับตัวกันได้ดีขึ้นเมื่อนำมาอัดเป็นเม็ด(ตารางที่.9 และ 10) จากนั้นนำไปทดลองเลี้ยงกับปลาดุกลูกผสม ที่มีขนาดความยาวเริ่มต้น 7 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเริ่มต้น 3.20 กรัม เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน) ซึ่งสามารถรายงานผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 8 ปริมาณสารอาหารของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน
ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสูตรต่างๆ สำหรับการทดลอง

ปริมาณสารอาหารของ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน	เปอร์เซ็นต์
โปรตีน	15.0
คาร์โบไฮเดรต	45.0
ไขมัน	8.5
กากใยอาหาร	17.0
ความชื้น	6.5
อื่นๆ	8.0

ตารางที่ 9 ส่วนประกอบของอาหารแต่ละสูตรที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสม

สูตรอาหาร	วัตถุดิบ (เปอร์เซ็นต์)								รวม (กิโลกรัม)
	อาหารเม็ดสำเร็จรูป	กากเนื้อในปาล์มน้ำมัน	ปลาป่น	กากถั่วเหลือง	รำละเอียด	ไคคลเซียมฟอสเฟต	วิตามินและแร่ธาตุ	กล้วยน้ำว้า	
1	100	-	-	-	-	-	-	-	100
2	-	-	35	30	23	1	1	10	100
3	-	10	35	30	13	1	1	10	100
4	-	20	35	30	3	1	1	10	100
5	--	30	45	13	-	1	1	10	100

ตารางที่ 10 ปริมาณสารอาหารจากการคำนวณของอาหารทดลองแต่ละสูตรที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลาดุกลูกผสม

สูตรอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี		
	โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	คาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์)	ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)
1	ไม่ต่ำกว่า 35	หาคำตอบเพิ่มเติม	หาคำตอบเพิ่มเติม
2	35.33	20.63	6.68
3	35.63	20.57	6.48
4	35.93	20.51	6.28
5	35.09	19.36	7.70

1. อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate)

1.1 น้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ย (Average Weight and Length)

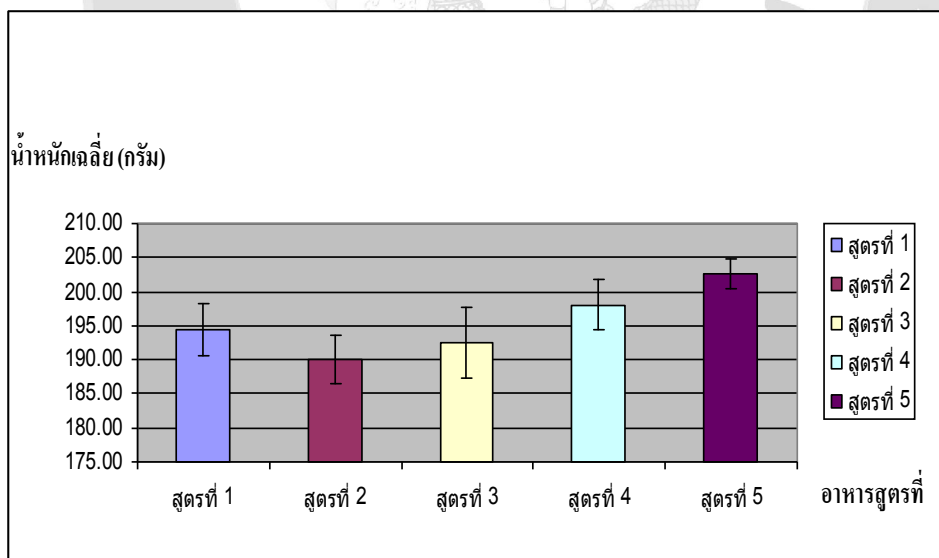
ปลาดุกลูกผสมทั้ง 5 ชุดการทดลอง มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 3.20 กรัม และมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 7 เซนติเมตร เมื่อนำมาทดลองเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ขนาดพื้นที่ 8 ตารางเมตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน) พบว่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของปลาดุกลูกผสมทั้ง 5 ชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 5 มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักสูงที่สุด โดยมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย เท่ากับ 202.52 กรัม รองลงมาคือปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 4, 1, 3 และ 2 โดยมีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย เท่ากับ 198.05, 194.46, 192.51 และ 190.02 ตามลำดับ (ตารางที่.11 และภาพที่.4) ขณะที่ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกัน

ทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 31.84 เซนติเมตร (ตารางที่.12.และภาพที่.5)

ตารางที่ 11 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

อาหารสูตรที่	ซ้ำที่				เฉลี่ย
	1	2	3	รวม	
1	190.17	196.05	197.15	583.37	194.46 ^{bc}
2	192.04	186.01	192.01	570.06	190.02 ^c
3	188.49	190.53	198.50	577.53	192.51 ^{bc}
4	197.06	195.00	202.08	594.14	198.05 ^{ab}
5	201.01	201.52	205.04	607.57	202.52 ^a

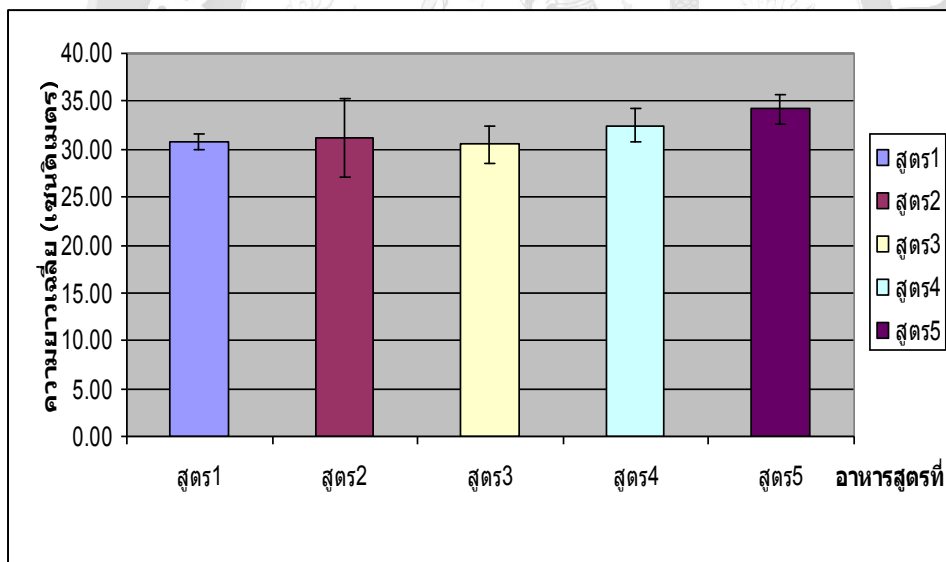
หมายเหตุ a, b, c, d = อักษรที่แตกต่างในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) ของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

ตารางที่ 12 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตรต่อตัว) ของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

อาหารสูตรที่	ซ้ำที่				เฉลี่ย
	1	2	3	รวม	
1	29.80	31.50	31.10	92.40	30.80 ^a
2	34.50	32.50	26.60	93.60	31.20 ^a
3	28.50	30.50	32.50	91.50	30.50 ^a
4	30.50	33.00	34.00	97.50	32.50 ^a
5	35.50	32.50	34.60	102.60	34.20 ^a



ภาพที่ 5 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตรต่อตัว) ของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

1.2 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (Absolutely Daily Weight Gain: ADG)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน) พบว่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (Absolutely Daily Weight Gain: ADG) ของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่าปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 5 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.58 กรัมต่อวัน รองลงมาคือปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 4, 1, 3 และ 2 โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 1.55, 1.52, 1.50 และ 1.48 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 13 และภาพที่ 6)

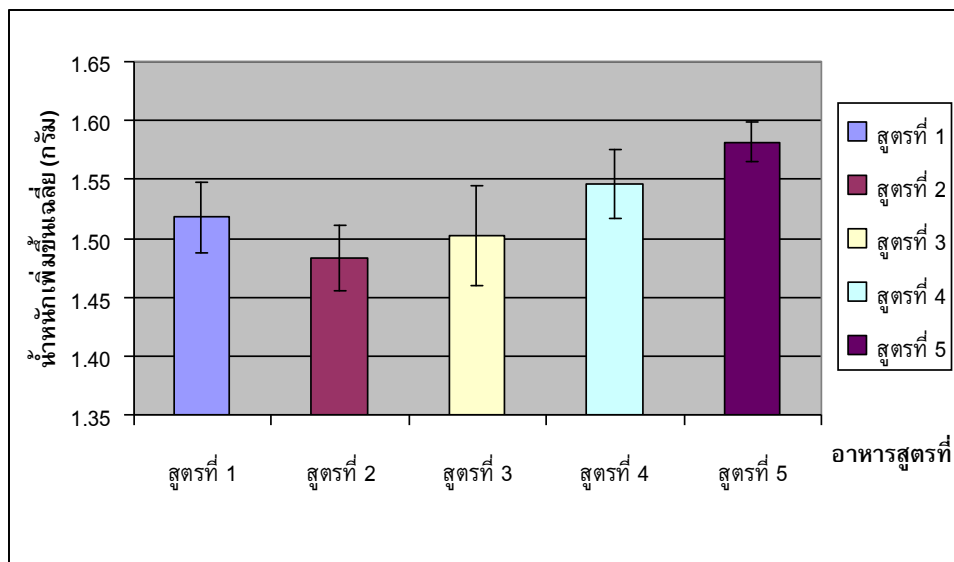
1.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate: SGR)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate: SGR) (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 5 มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 3.29 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน รองลงมาคือปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 4, 1, 3 และ 2 โดยมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย เท่ากับ 3.27, 3.26, 3.25 และ 3.24 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 14 และภาพที่ 7)

ตารางที่ 13 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัมต่อวัน) ของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

อาหารสูตรที่	ซ้ำที่				เฉลี่ย
	1	2	3	รวม	
1	1.48	1.53	1.54	4.55	1.52 ^{bc}
2	1.50	1.45	1.50	4.45	1.48 ^c
3	1.47	1.49	1.55	4.51	1.50 ^{bc}
4	1.54	1.52	1.58	4.64	1.55 ^{ab}
5	1.57	1.57	1.60	4.75	1.58 ^a

หมายเหตุ a ,b,c,d = อักษรที่แตกต่างในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

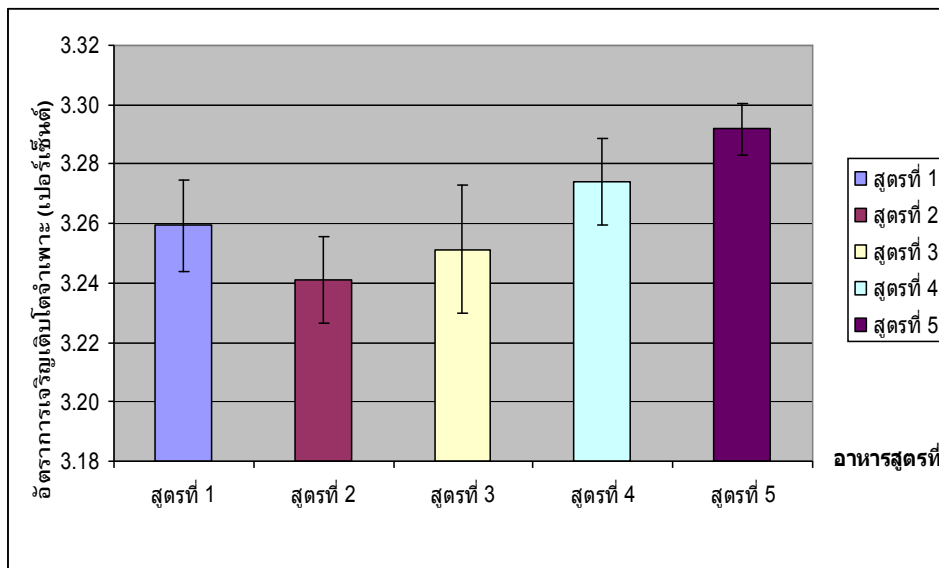


ภาพที่ 6 น้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัมต่อวัน) ของปลาดุกกลมผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

ตารางที่ 14 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปลาดุกกลมผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

อาหารสูตรที่	ซ้ำที่			รวม	เฉลี่ย
	1	2	3		
1	3.24	3.27	3.37	9.78	3.26 ^{ab}
2	3.25	3.22	3.25	9.72	3.24 ^b
3	3.23	3.24	3.28	9.75	3.25 ^b
4	3.27	3.26	3.29	9.82	3.27 ^{ab}
5	3.29	3.29	3.30	9.88	3.29 ^a

หมายเหตุ a, b, c, d = อักษรที่แตกต่างในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 7 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม แตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

2. อัตราการรอดตาย (Survival Rate)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน) พบว่าการรอดตายของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร เรียงตามลำดับสูตรอาหารที่ 1 ถึง 5 โดยมีจำนวนเฉลี่ยดังนี้ 390, 392, 380, 376 และ 378 ตัวตามลำดับ (ตารางที่ 15) เมื่อนำไปคำนวณหาอัตราการรอดตาย (Survival Rate) ของปลาดุกกลุ่มผสม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 2 มีค่าอัตราการรอดตายสูงที่สุด โดยมีอัตราการรอดตาย เท่ากับ 98.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 1, 3, 5 และ 4 มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 97.50, 95.00, 94.45 และ 94.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และภาพที่ 8)

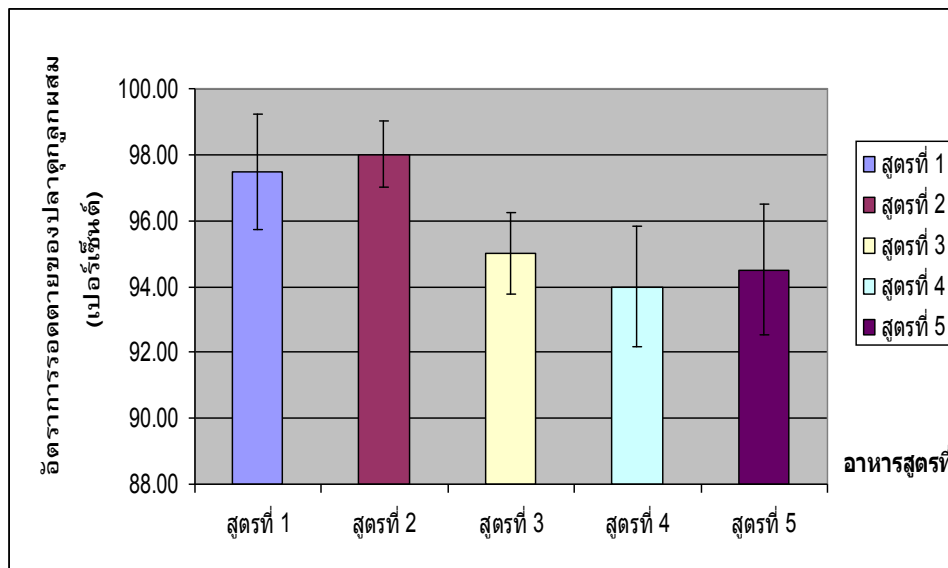
ตารางที่ 15 จำนวนปลาอุกกลุ่มผสมที่รอดตาย (ตัว) จากการเลี้ยงด้วยอาหารผสมแตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

อาหารสูตรที่	ซ้ำที่			รวม	เฉลี่ย
	1	2	3		
1	382	395	393	1,170	390
2	392	396	388	1,176	392
3	385	375	380	1,140	380
4	378	382	368	1,128	376
5	387	375	372	1,134	378

ตารางที่ 16 อัตราการรอดตาย (Survival Rate) (เปอร์เซ็นต์) ของปลาอุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม แตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

อาหารสูตรที่	ซ้ำที่			รวม	เฉลี่ย
	1	2	3		
1	95.50	98.75	98.25	292.50	97.50 ^{ab}
2	98.0	99.0	97.0	294.00	98.00 ^a
3	96.25	93.75	95.0	285.00	95.00 ^{abc}
4	94.50	95.50	92.0	282.00	94.00 ^c
5	96.75	93.75	93.0	283.50	94.50 ^{bc}

หมายเหตุ a,b,c,d = อักษรที่แตกต่างในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 8 อัตราการรอดตาย (Survival Rate) (เปอร์เซ็นต์) ของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม แตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

3. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Rate: FCR)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน) พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 1 มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 1.50 รองลงมาได้แก่ ปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 1.58, 1.78, 1.97 และ 2.04 ตามลำดับ (ตารางที่.17 และภาพที่.9)

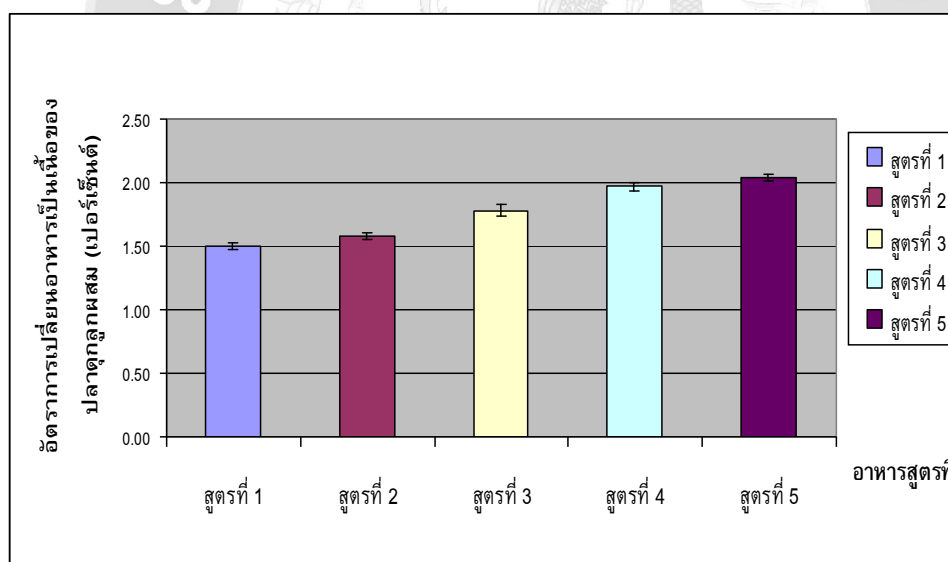
4. ผลผลิตปลา (Net Yield)

จากการทดลองเลี้ยงปลาดุกกลุ่มผสมจำนวน 400 ตัว ในบ่อพื้นที่ 8 ตารางเมตร ด้วยอาหารที่มีความแตกต่างกันของวัตถุดิบ 5 สูตร เป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน (126) พบว่าปลา มีการกินอาหารในปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมาก โดยปลาดุกกลุ่มผสมที่ทดลองให้กินอาหารสูตรที่ 5 มีการกินอาหารในปริมาณที่มากที่สุด เท่ากับ 156.152 กิโลกรัม รองลงมาได้แก่อาหารสูตรที่ 4, 3, 2 และ 1 โดยมีน้ำหนักของอาหารที่ปลากินเท่ากับ 146.662, 130.207, 117.678 และ 113.785 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อนำไปทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 18 และภาพที่.10)

ตารางที่ 17 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

อาหารสูตรที่	ซ้ำที่				เฉลี่ย
	1	2	3	รวม	
1	1.53	1.49	1.48	4.50	1.50 ^e
2	1.56	1.61	1.56	4.74	1.58 ^d
3	1.82	1.80	1.73	5.34	1.78 ^c
4	1.98	2.00	1.93	5.91	1.97 ^b
5	2.06	2.05	2.01	6.12	2.04 ^a

หมายเหตุ a, b, c, d = อักษรที่แตกต่างในแนวดิ่งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 9 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

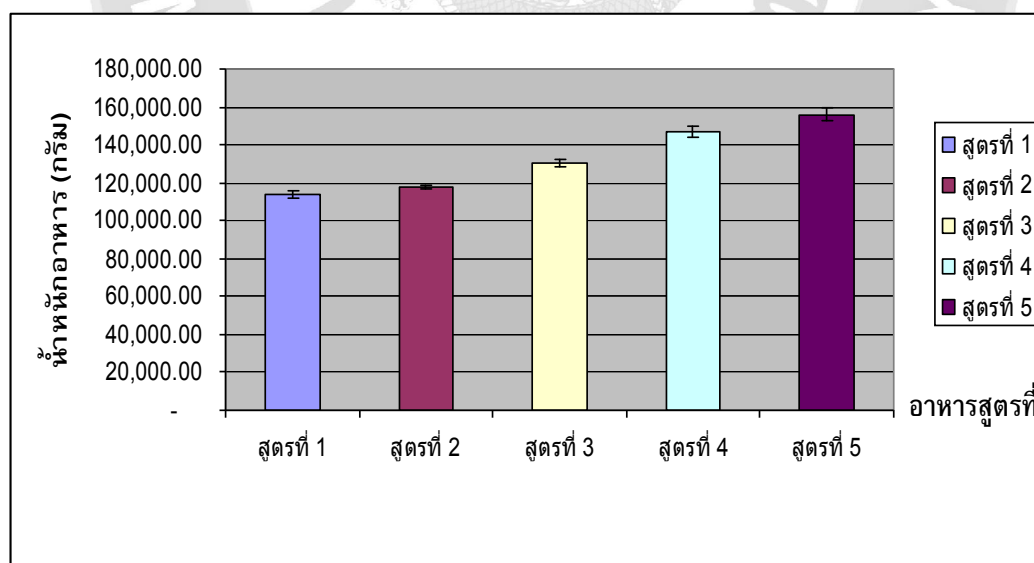
น้ำหนักผลผลิตรวมของปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน) พบว่าปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 5 มีค่าน้ำหนักผลผลิตปลารวมมากที่สุด เท่ากับ 76,545 กรัม (76.545 กิโลกรัม) รองลงมาได้แก่

ปลาดุกกลุ่มผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสูตรที่ 1, 2, 4 และ 3 โดยมีน้ำหนักผลผลิตปลารวม เท่ากับ 75,855, 74,480, 74,480 และ 73,150 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำไปทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 19 และภาพที่ 11)

ตารางที่ 18 น้ำหนักอาหารผสมทั้ง 5 สูตร (กิโลกรัม) ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลาดุกกลุ่มผสม เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

อาหารสูตรที่	ซ้ำที่				เฉลี่ย
	1	2	3	รวม	
1	111.4485	115.2413	114.6578	341.3475	113.7825 ^d
2	117.6784	118.8792	116.4776	353.0352	117.6784 ^d
3	131.9203	128.4938	130.2070	390.6210	130.2070 ^c
4	147.4427	149.0029	143.5421	439.9877	146.6626 ^b
5	159.8697	154.9125	153.6732	468.4554	156.1518 ^a

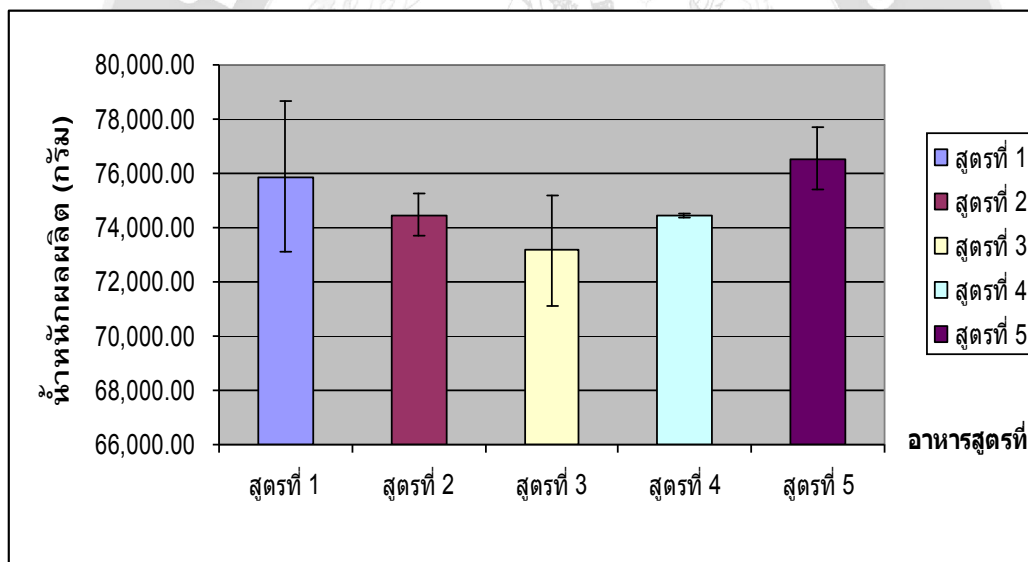
หมายเหตุ a, b, c, d = อักษรที่แตกต่างในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 10 น้ำหนักอาหารผสมทั้ง 5 สูตร (กิโลกรัม) ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลาดุกกลุ่มผสม เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

ตารางที่ 19 น้ำหนักผลผลิตรวม (กิโลกรัม) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

อาหารสูตรที่	ซ้ำที่				เฉลี่ย
	1	2	3	รวม	
1	72.645	77.440	77.480	227.565	75.855
2	75.280	73.660	74.500	223.440	74.480
3	72.570	71.450	75.430	219.450	73.150
4	74.490	74.490	74.364	223.344	74.448
5	77.790	75.570	76.275	229.635	76.545



ภาพที่ 11 น้ำหนักผลผลิตรวม (กิโลกรัม) ของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมทั้ง 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

5. คุณภาพน้ำ (Water Quality)

คุณภาพน้ำภายในบ่อซีเมนต์ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลาอุกผสมด้วยอาหารผสม 5 สูตร ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 4 เดือน (126 วัน) พบว่า มีอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 27.5-32.5 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำอยู่ในช่วง 7.0-7.8 ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 4.0-5.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) มีค่าอยู่ในช่วง 280-320 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้าง (Hardness) มีค่าอยู่ในช่วง 100-150 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในบ่อซีเมนต์ที่ใช้เลี้ยงปลาอุกผสมด้วยอาหารแตกต่างกัน 5 สูตร เป็นระยะเวลา 4 เดือน (126 วัน)

คุณสมบัติของน้ำ	หน่วย	สูตรอาหาร				
		1	2	3	4	5
อุณหภูมิ	เซลเซียส	27.5-32.5	27.5-32.5	27.5-32.5	27.5-32.5	27.5-32.5
ความเป็นกรด-ด่าง		7.0 - 7.8	7.2 - 7.5	7.2 - 7.5	7.0 - 7.5	7.0 - 7.5
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	ม.ก./ลิตร	4.0 - 5.5	4.0 - 5.5	4.0 - 5.5	4.0 - 5.5	4.0 - 5.0
ความเป็นด่าง	ม.ก./ลิตร	115 - 135	115 - 140	115 - 130	115 - 130	115 - 130
ความกระด้าง	ม.ก./ลิตร	100 - 150	100 - 150	100 - 15	100 - 150	100 - 150

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาวิจัยการเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์จากกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในการนำมาเป็นวัตถุดิบการผลิตอาหารปลา โดยการนำมาผสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่นๆ เช่น ปลาป่น กากถั่วเหลือง รำข้าว และกล้วยน้ำว้า รวมทั้งได้มีการเสริมในส่วนของคุณค่าวิตามินและแร่ธาตุให้กับปลาได้รับในปริมาณที่ครบถ้วน แล้วนำมาทดลองเลี้ยงกับปลาดุกกลุ่มผสมที่มีขนาดความยาวประมาณ 7 เซนติเมตร เป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือนนั้น พบว่าในขั้นตอนการผลิตอาหารผสมอัดเม็ดสามารถบดและอัดเม็ดอาหารได้ทุกสูตร ทั้งนี้เนื่องจากการผสมกล้วยน้ำว้าสุกเข้าไปในขั้นตอนการผลิต ซึ่งกล้วยน้ำว้ามีคุณสมบัติเป็นสารเหนียวชนิดหนึ่ง อยู่ในกลุ่มของสารเหนียวที่ให้การบีบไฮเดรต สามารถทำให้อาหารเม็ดที่ผลิตคงทนอยู่ในน้ำได้นาน ประมาณ 4-5 ชั่วโมง หากมีการผสมลงไปในสูตรอาหารประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ (บุญชัย, 2523) แต่สำหรับการผลิตอาหารผสมเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้มีการวางแผนการผสมกล้วยน้ำว้าสุกไว้ในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถขึ้นรูปอัดเม็ดอาหารได้ และให้อาหารมีความคงทนอยู่ในน้ำได้นาน รวมทั้งเพื่อเพิ่มปริมาณสารอาหารในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตให้ได้ในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณของสูตรอาหารทุกสูตร

สำหรับการตอบรับอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันของปลาดุกกลุ่มผสมเป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้กล่าวคือ ปลาดุกกลุ่มผสมสามารถกินอาหารได้ตามปกติเหมือนกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่นำมาทดลองเปรียบเทียบ (อาหารกลุ่มควบคุม) อีกทั้งยังสามารถเจริญเติบโตได้ดี มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของการผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเข้าไปในสูตรอาหารตามลำดับ (30 เปอร์เซ็นต์)

ด้านการเจริญเติบโตของปลาดุกกลุ่มผสม ในช่วงแรก คือ ระยะ 1 เดือนแรกจะมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าปลาดุกกลุ่มผสมที่กินอาหารเม็ดสำเร็จรูป เนื่องจากสาเหตุของระดับโปรตีนในอาหารผสมที่ใช้ในการทดลองมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าที่ควรจะเป็นหรือต่ำกว่าที่ลูกปลาต้องการ กล่าวคือ อาหารผสมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีการตั้งระดับเปอร์เซ็นต์โปรตีนไว้ที่ 35 เปอร์เซ็นต์ตลอดการทดลอง แต่ที่ปลาดุกกลุ่มผสมในระยะแรกหรือเดือนแรกต้องการนั้นควรจะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนเท่ากับ 35 – 40 เปอร์เซ็นต์ (บุญชัย, 2532) ทั้งนี้เนื่องจากขนาดและวัยของปลาเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต กล่าวคือ โดยทั่วไปความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตของปลาจะมีค่ามาก ในขณะที่ปลายังมีอายุน้อยหรือมีขนาดเล็ก และความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโตจะลดลง เมื่อปลามีขนาดหรืออายุมากขึ้น ทั้งนี้เพราะปลาขนาดใหญ่จะมีอัตราการเจริญเติบโตช้าลง อันเนื่องมาจากอัตราการสังเคราะห์โปรตีนในร่างกายต่ำกว่าปลาที่มีขนาดเล็ก จึงทำให้ปลาขนาดใหญ่มีความต้องการโปรตีนน้อยลง (Walton,

1985 อ้างโดย วีรพงศ์, 2536) ดังนั้นข้อเสนอแนะทางหนึ่งสำหรับการทดลองหรือการวิจัยต่อไป ควรแบ่งการทดลองในลักษณะนี้ออกเป็น 2 ช่วง หรือระยะที่ลูกปลามีอายุในการเลี้ยง 1-2 เดือนแรก และช่วงที่ 2 คือ ช่วงที่ปลาอายุ 2 – 3 เดือนขึ้นไป โดยปรับค่าของระดับเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกอาหารควรมีโปรตีน 35 – 40 เปอร์เซ็นต์ และช่วงหลังอาหารควรมีโปรตีน 25 -35 เปอร์เซ็นต์

นอกจากการพิจารณาในส่วนที่เกี่ยวกับปริมาณโปรตีนในอาหารปลาแล้ว แหล่งโปรตีนในอาหารทดลองยังจะมีชนิดหรือปริมาณของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบที่ต่างกันไป ทำให้โปรตีนมีคุณภาพแตกต่างกัน ความต้องการกรดอะมิโนเพื่อการเจริญเติบโตจะมีความสำคัญต่อปลามากกว่าความต้องการโปรตีนเพื่อการเจริญเติบโต เนื่องจากปลาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนเท่ากัน แต่หากมีชนิดหรือปริมาณกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบต่างกัน ก็จะทำให้มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ปลาจะเจริญเติบโตได้ดีต้องได้รับโปรตีนที่มีคุณภาพดี หรือมีกรดอะมิโนครบถ้วนทั้งคุณภาพและปริมาณ (วุฒิพงศ์, 2536)

การที่ปลาดุกกลืนกินอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นตามส่วนผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันจาก 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปลาได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานไม่เพียงพอตามความต้องการของร่างกาย ทำให้มีผลต่อปริมาณความต้องการในการบริโภคเพิ่มสูงขึ้น กล่าวคืออาหารที่มีพลังงานน้อย ทำให้ปลาดุกกินอาหารในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งได้รับพลังงานตามความต้องการของร่างกาย ปลาจึงจะหยุดการกินอาหาร (Lee and Putnam, 1973 อ้างโดย วีรพงศ์, 2536) คาร์โบไฮเดรต คือ สารอาหารที่ให้พลังงานได้บางส่วนแก่ร่างกาย ความต้องการคาร์โบไฮเดรตของปลาดุกจะอยู่ในช่วง 35– 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาถึงอาหารผสมทุกสูตรที่นำมาทดลองในครั้งนี้มีระดับปริมาณของคาร์โบไฮเดรตประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าที่ควรได้รับถึงครึ่งหนึ่ง จึงอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่มีผลทำให้ปลากินอาหารเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในการพัฒนาปรับปรุงวัตถุดิบในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงปลาดุกผสม จึงควรมีการคำนึงถึงพลังงานที่ปลาดุกจะได้รับจากอาหารด้วย ทั้งนี้เพราะพลังงานในอาหารมีผลต่อความต้องการกินอาหารของปลาดุกในรูปของปริมาณซึ่งส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion rate: FCR) ที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย

สรุป

โครงการวิจัยเรื่องการเพิ่มศักยภาพการใช้ประโยชน์กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในการผลิตอาหารปลาดุกลูกผสม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมในการผลิตอาหารปลาดุก เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และผลผลิตสุทธิของปลาดุกลูกผสม รวมทั้งเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสม โดยวางแผนกำหนดให้อาหารทุกชุดการทดลองมีระดับโปรตีน ไม่ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานที่ให้ไม่ต่ำกว่า 3,000 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยชุดการทดลองที่ 1 เป็นอาหารปลากินเนื้อ (อาหารปลาดุก) สำเร็จรูปชนิดเม็ดที่มีจำหน่ายทั่วไปเป็นอาหารชุดควบคุม และชุดการทดลองที่ 2 เป็นอาหารผสมที่จัดทำขึ้นโดยไม่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน สำหรับชุดการทดลองที่ 3, 4 และ 5 เป็นอาหารที่มีส่วนผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ในปริมาณ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการทดลองเลี้ยงกับปลาดุกลูกผสม ที่มีอายุ 45 วัน มีน้ำหนัก 3.20 กรัม และมีความยาวประมาณ 7 เซนติเมตร ในบ่อซีเมนต์ ขนาด 2X4X0.7 เมตร เป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน (126 วัน) สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้ ปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบอาหารทั้งหมด มีการเจริญเติบโตในด้านน้ำหนัก ความยาว อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และน้ำหนักผลผลิตสุทธิดีที่สุด โดยมีปริมาณการกินอาหารและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงที่สุดด้วย

การนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารปลา โดยเฉพาะเมื่อนำไปเลี้ยงปลาดุกลูกผสม สามารถเพิ่มปริมาณกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเข้าไปในส่วนผสมของอาหารได้ในปริมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบอาหารปลาทั้งหมด โดยไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตของปลาดุกลูกผสมในภาพรวมแต่อย่างใด รวมทั้งไม่ทำให้รสชาติหรือลักษณะของเนื้อปลาเปลี่ยนแปลงไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. มปป. การทำอาหารสัตว์น้ำสำเร็จรูปแบบพื้นบ้าน. กองควบคุมและพัฒนา
อาหารสัตว์น้ำ. กรมประมง. 29 หน้า.
- กรมประมง. มปป. การเพาะเลี้ยงปลาตู้บักอูย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา เฉลิมพล บุญเจือ และสมจิต อินทรมณี. (มปป). การใช้กากเนื้อใน
เมล็ดปาล์มเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารสำหรับโครีดนม. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก
[http:// www.dld.go.th/nutrition/RESEARCH/research_full/2543/R4310.doc](http://www.dld.go.th/nutrition/RESEARCH/research_full/2543/R4310.doc)
- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, ณัฐวุฒิ บุรินทราภิบาล และเฉลียว ศรีชู. 2539. การใช้กากเนื้อใน
เมล็ดปาล์มเป็นอาหารเสริมสำหรับโคเนื้อ. โครงการวิจัยลำดับที่ 39 – 0514-059.
กองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์. 10 หน้า.
- จินดา สนิทวงศ์, เฉลิมพล บุญเจือ และสมจิต อินทรมณี. 2540. การใช้กากเนื้อในเมล็ด
ปาล์มเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารสำหรับโครีดนม. โครงการวิจัยลำดับที่ 40 –
0514-034. กองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์. 11 หน้า.
- นฤมล ตี๋พานิช. 2539. ผลของใยอาหารต่อการใช้ประโยชน์และการเจริญเติบโตของปลา
ดุกลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ณัฐวุฒิ บุรินทราภิบาล. 2547. การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเป็นอาหารโปรตีนเลี้ยงไก่
ลูกผสมพื้นเมือง. ข่าวพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ปีที่ 9 ฉบับที่ 2
พฤษภาคม- สิงหาคม 2547 9 หน้า.
- ดร. กอเฮาะ. 2541. การศึกษาชนิดกากปาล์มและการตรวจสอบทางกล้องจุลทรรศน์.
เอกสารประชุมวิชาการกองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ หน้า 9 – 11.
- ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2545-2546. ปาล์มน้ำมันและการเพิ่มมูลค่า. จดหมายข่าวปาล์มน้ำมัน
3:3-8.
- บุญชัย กิจสัมฤทธิ์โรจน์. 2532. หลักการใช้อาหารปลา – กุ้ง. ศูนย์ผลิตตำราเกษตรเพื่อชนบท.
127 หน้า.
- ปัญญา ธรรมศาล เดชา เชนกลรบ และประยูร ครองยุติ. 2535 . การใช้กากเนื้อในเมล็ด
ปาล์ม กากเมล็ด กากเมล็ดยางพารา และกากมะพร้าวเป็นอาหารขุนโคเนื้อ
รายงานประจำปี 2535 ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์นราธิวาส, กองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์.
หน้า 55 – 66.

- ปัญญา ธรรมศาล, นพวรรณ ชมชัย และประยูร ครองยุติ. 2531. การใช้กากปาล์มน้ำมันจากโรงงานขนาดเล็กของศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองเป็นอาหารสัตว์ 1) การใช้เป็นอาหารไก่พื้นเมืองลูกผสม. โครงการวิจัยลำดับที่ 31-1303-64. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์รณราวิวาส, กองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์. 14 หน้า.
- ปาล์มน้ำมัน. กรมส่งเสริมการเกษตร (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก <http://www.doe.go.th/plant/palm.htm>.
- ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล สุจินต์ หนูขวัญ กำชัย ลาวัญญุณี วีระ วัชรกรโยธิน และนวลมณี พงศ์นา. 2539. หลักการเพาะเลี้ยงปลา. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 30. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด. กรมประมง กรุงเทพฯ. 124 หน้า.
- ยุทธนา ศิริวัฒนกุล 2542 . การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มเสริมด้วยกรดอะมิโนสังเคราะห์แทนรำข้าวในอาหารสุกร (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก <http://Web.kku.ac.th/~trofrec/public1~htm/pig-5.pdf>.
- ยุทธนา ศิริวัฒนกุล และสมเกียรติ ทองรักษ์. 2532. การใช้กากเนื้อในปาล์มน้ำมันเสริมด้วยกรดอะมิโนสังเคราะห์แทนรำข้าวในอาหารสุกรระยะเจริญเติบโต. (20-60 กก.). ว.สงขลานครินทร์. 11:29-36.
- รุจิรา ศรีจันทร์ และประยูร ลีลางามวงศ์ 2542. คู่มือวัตถุดิบที่ใช้เป็นอาหารสัตว์. สำนักพัฒนาระบบและรับรองและมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ หน้า 24 – 25.
- วรรณะ ม้าเดี้ยว. 2536. การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นอาหารโค.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ 83 หน้า
- วินัย ประถมพิกาญจน์ วรวิทย์ วณิชชาติ อุดสาห์ จันทร์อำไพ และบุญธรรม พฤษวานิช. 2526. การศึกษาระดับที่เหมาะสมของกากปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารไก่กระทง. ว.สงขลานครินทร์. 5:331-336.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. อาหารปลา. โอ.เอส.พรินติ้งเฮาส์ พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. 216 หน้า.
- วุฒิพร พรหมขุนทอง, วรรณชัย พรหมเกิด, กิจการ ศุภมาตย์, วุฒิกรณ์ จิตติวรรณ และดุสิต นาคะชาติ. 2546. การแทนที่ปลาป่นในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus* Linn.) ด้วยกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน. ว.สงขลานครินทร์. 26:168-179.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2543. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำ และการให้อาหารสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ศักดิ์ดา ประจักษ์บุญเจษฎา, เยี่ยม คงสวัสดิ์ และมณฑล อ่อนโพธิ์เตี้ย. 2546. **ผลการใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มระดับสูงในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และลักษณะซากของเป็ดเทศสายพันธุ์กระบินบุรี**. ศูนย์วิจัย และพัฒนาอาหารสัตว์ นราธิวาส. เอกสารวิชาการเลขที่ 47 (3) – 0514-105. 13 หน้า.
- ศิริศักดิ์ บริรักษ์ธนกุล; อัมพร สมบูรณ์มาก; ศิริวัลย์ รัตนนาคินทร์. 2540. **การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารปลาอุกอุยเทศ**. รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14: สาขาสัตวศาสตร์ และการประมง. หน้า 262-269
- เศกสรรค์ สอนกุล 2547 . **การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มและมะพร้าวในอาหารผสมเสร็จสำหรับโคขุน**. ข่าวพืชอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม– สิงหาคม 2547 9 หน้า.
- สันต์ นาตะสุวรรณ. 2548. **คู่มือปลาน้ำจืด**. เทพพิทักษ์, กรุงเทพฯ.
- สมพงษ์ เทศประสิทธิ์. 2526. **การใช้กากปาล์มน้ำมันในอาหารโคขุน**. ว.สงขลานครินทร์. 5: 227-229.
- สุธา วัฒนสิทธิ์ และเสาวนิต คูประเสริฐ. 2544. **การใช้กากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารสัตว์**. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 23(ฉบับพิเศษ): 741-752.
- สุภาพร สุกสีเหลือง. 2538. **การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. ศูนย์สื่อเสริม. กรุงเทพฯ ฯ.
- เสาวคนธ์ โจนสถิตย์ นพวรรณ ไชยานุกุลกิตติ อนันต์ ภูสิทธิกุล ประยูร ครอบยุติ พิสุทธิ สุขเกษม โภคพูล เดชพรม และสมจิตร อินทรมณี. 2533. **การใช้สากากากเนื้อในเมล็ดปาล์มและกากเมล็ดยางพาราเป็นอาหารหลักเป็ดเทศ**. รายงานผลงานประจำปี 2533 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ หน้า 98 –118.
- อিবรอเฮม ยีดำ. 2548. **ปาล์มน้ำมัน**. เข้าถึงได้จาก
<http://classroom.psu.ac.th/users/spravit/510-211/lecturenote/oilpalm.doc>
- เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2548. **คู่มือปาล์มน้ำมัน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. เพ็ท-แพลน ฟับลิชชิง, กรุงเทพฯ : 304 หน้า
- Ahmad, M.B. 1986. Palm kernel cake as a new feed for cattle. Asian Livestock .11 (5): 49.
- Keong, W. 2003. The potential use of palm kernel meal in aquaculture feeds. Online [Available] <http://govdoch.aquake.org/cgi/content/abstract/2003/1201/12010200>
- McDonald, P., R.R. Edwards., J.F.D. Greenhalgh. 1981. Animal Nutrition London. Longman.

- Mustaffa,B. and Hawari,H .1991 .**Palm kernel cake in cattle feedlotting**. Asean Food.Journal. 6 (3):102 – 103.
- Nwokolo,E.N. ,Bragg, D.B. and Saban, H.S. 1977. **A Nutritive evaluation of Palm kernel meal for use in poultry ration**. Tropical Science. 19 (3) : 147 – 154.
- Peres, J.F., Gernat, A.G. and Murillo, J.G. 2000. **Effect of different levels of palm kernel meal in layers diet**. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก
<http://www.poultryscience.org/ps/abs/00/Jan00ab77.htm>.
- Walton, M.J. 1985. **Aspect of amino acid metabolism in teleost fish**. In: Nutrition and Feeding in Fish. Academic Press. London. Pp 47 – 67.
- Yingst, W.L. and R. R. Stickney. 1980. **Growth of caged channel catfish Fingerlings reared on diets containing various lipids**. Prog Fish. Cult. 42(1):24-26.
- Yoeng, S. W., Mukherjee, T.K and Hutagulung, R.I. 1983 .**The nutritive value of palm kernel cake as a feedstuff for poultry**. Proc.of the national workshop on oil palm by-products utilization p.100-107.



ตารางผนวกที่ 1 ตาราง ANOVA การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-prob
Treatment	4	287.5107	71.8777	4.98	3.48	5.99	0.0106
Error	10	144.4467	14.4447				
Total	14	431.9575	30.8541				

GRAND MEAN = 195.513334147135

CV = 1.9439 %

ตารางผนวกที่ 2 ตาราง ANOVA การเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-prob
Treatment	4	27.8760	6.969	1.28	3.48	5.99	0.3417
Error	10	54.5600	5.456				
Total	14	82.4360	5.8883				

GRAND MEAN = 31.8399998982747

CV = 7.3361 %

ตารางผนวกที่ 3 ตาราง ANOVA การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของปลาดุก
ลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-prob
Treatment	4	0.0173	0.0043	4.43	3.48	5.99	0.0249
Error	10	0.0097	0.00097				
Total	14	0.0270	0.0019				

GRAND MEAN = 1.52600000699361

CV = 2.0374 %

ตารางผนวกที่ 4 ตาราง ANOVA อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วย
อาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-prob
Treatment	4	0.0052	0.0013	4.19	3.48	5.99	0.0309
Error	10	0.0031	0.00031				
Total	14	0.0083	0.0006				

GRAND MEAN = 3.26333332061768

CV = 0.5424 %

ตารางผนวกที่ 5 ตาราง ANOVA อัตราการรอดตายของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-prob
Treatment	4	39.900	9.975	3.89	3.48	5.99	0.0369
Error	10	25.625	2.5625				
Total	14	65.525	4.6804				

GRAND MEAN = 95.8

CV = 1.6710 %

ตารางผนวกที่ 6 ตาราง ANOVA อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาดุกลูกผสมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-prob
Treatment	4	0.6698	0.1675	145.65	3.48	5.99	0.0000
Error	10	0.0115	0.00115				
Total	14	0.6814	0.04867				

GRAND MEAN = 1.7739999850591

CV = 1.9144 %

ตารางผนวกที่ 7 ตาราง ANOVA ปริมาณอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปลาอุกกลุ่มผสมเป็นระยะเวลา 4 เดือน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-prob
Treatment	4	4003452131.52	1000863032.88	183.91	3.48	5.99	0.0000
Error	10	54421349.1862	5442134.9186				
Total	14	4057865172.8985	289847512.3499				

GRAND MEAN = 132896.466666667

CV = 1.7554 %

ตารางผนวกที่ 8 ตาราง ANOVA ปริมาณผลผลิตปลาอุกกลุ่มผสมที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ต่างกัน 5 ระดับ เป็นระยะเวลา 4 เดือน

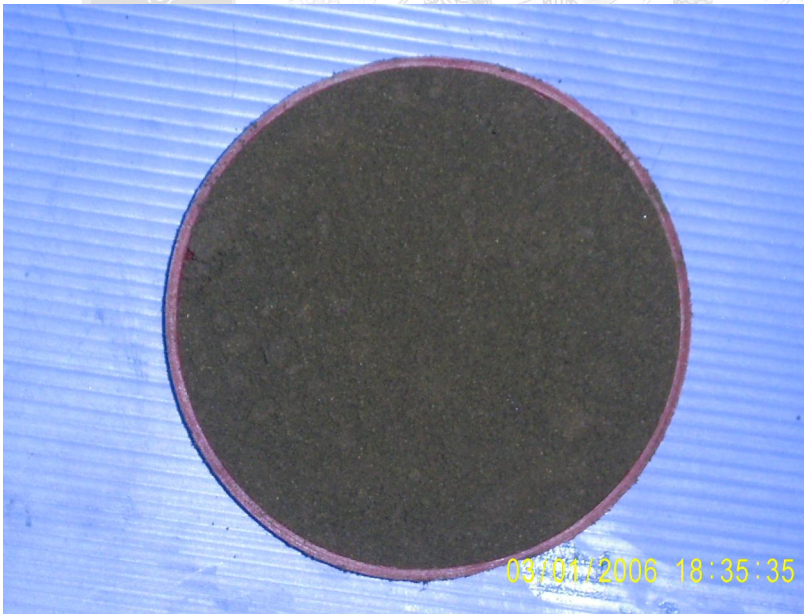
Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-prob
Treatment	4	21183471.6	5295867.90	1.91	3.48	5.99	0.1857
Error	10	27778684.0	2777868.40				
Total	14	48962155.6	3497296.8286				

GRAND MEAN = 74895.6

CV = 2.2254 %



ภาพผนวกที่ 1 เนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันภายหลังจากการกระเทาะกะลา



ภาพผนวกที่ 2 กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน



ภาพผนวกที่ 3 ปลาป่น



ภาพผนวกที่ 4 กากถั่วเหลือง



ภาพผนวกที่ 5 รำละเอียด



ภาพผนวกที่ 6 ปลายข้าวบดละเอียด



ภาพผนวกที่ 7 น้ำมันปลาส่วนผสมของอาหาร



ภาพผนวกที่ 8 สารเหนียวสำหรับการผสมอาหาร



ภาพผนวกที่ 9 วิตามินส่วนผสมของอาหาร



ภาพผนวกที่ 10 ลักษณะของอาหารผสมที่คูลูกเคี้ยวให้เข้ากันก่อนนำเข้าเครื่องบด (mincer)



ภาพผนวกที่ 11 การบดวัตถุดิบอาหารผสมด้วยเครื่องบดอาหาร (mincer)



ภาพผนวกที่ 12 ลักษณะเม็ดของอาหารผสมที่ผ่านเครื่องบดอาหาร (mincer)



ภาพผนวกที่ 13 การนำอาหารที่ผ่านการบดและอัดเม็ดไปฝังลงเพื่อลดความชื้น



ภาพผนวกที่ 14 การวัดขนาดความยาวของปลาดุกลูกผสมเป็นรายตัว ในระหว่างการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน



ภาพผนวกที่ 15 การชั่งน้ำหนักปลาดุกลูกผสมเป็นรายตัว ในระหว่างการทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน



ภาพผนวกที่ 16 ปลาดุกลูกผสมเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ในระยะเวลาการเลี้ยงประมาณ 4 เดือน
ขนาดความยาวประมาณ 31.84 ซม. น้ำหนัก 200 กรัม