



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง)

ปริญญา

ผลิตภัณฑ์ประมง

ผลิตภัณฑ์ประมง

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง คุณภาพเนื้อปูม้า (*Portunus pelagicus*, Linnaeus 1758) ที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น *Gracilaria edulis* (Gmelin) Silva

Quality Characteristics of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*, Linnaeus 1758)

Meat Fed *Gracilaria edulis* (Gmelin) Silva

นามผู้วิจัย นางสาวอิสริยา อึ้งรัมย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์มยุรี จัยวัฒน์, วท.ม.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นงนุช รักสกุลไทย, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์อนงค์ จีระภัทร์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์วันชัย วรวัฒนเมธีกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อากงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

คุณภาพเนื้อปูม้า (*Portunus pelagicus*, Linnaeus 1758) ที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น

Gracilaria edulis (Gmelin) Silva

Quality Characteristics of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*, Linnaeus 1758)

Meat Fed *Gracilaria edulis* (Gmelin) Silva

โดย

นางสาวอิสริย์ อึ้งรัมย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตบัณฑิตประมง)

พ.ศ. 2550

อิสริย์ อังรัมย์ 2550: คุณภาพเนื้อปูม้า (*Portunus pelagicus*, Linnaeus 1758) ที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น *Gracilaria edulis* (Gmelin) Silva ปรินญาวิทยาสาสตรมหาบัณฑิต (ผลิตภัณฑ์ประมง) สาขา ผลิตภัณฑ์ประมง ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง ปรธานกรรการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มยุรี จัยวัฒน์, วท.ม. 145 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของปูม้า ความแตกต่างด้านองค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันและศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้สาหร่ายเป็นอาหารหรืออาหารเสริมสำหรับการเลี้ยงและการขุนปูม้า โดยทำการทดลองในบ่อซีเมนต์ขนาด 8 ลบ.ม. ทดลองเลี้ยงด้วยอาหาร 4 ชนิด ได้แก่ 1) ปลาเป็ดสด 2) อาหารเม็ดสด 3) อาหารเม็ดสดและสาหร่าย และ 4) สาหร่ายวุ้น *G. edulis* และทดลองเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหาร 7 ชนิด ได้แก่ 1) ปลาเป็ดสด 2) หอยแมลงภู่ 3) อาหารเม็ดสด 4) ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น 5) หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น 6) อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และ 7) สาหร่ายวุ้น

ผลการเลี้ยงปูม้าขนาด 25 g นาน 8 สัปดาห์พบว่าปูที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดเจริญเติบโตดีที่สุดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 128.64% ปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดมีอัตราการรอดตายสูงสุด 90.00% องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณคอเลสเตอรอลของเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นมีค่าต่ำกว่าปูที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่นๆ ($P \leq 0.05$) แต่มี arginine (1.59 g/100g) และ methionine (0.33 g/100g) สูงกว่าปูที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนกรดไขมันในเนื้อปูไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) คุณภาพด้านสีของเนื้อปูในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกัน ค่าความสว่างของเนื้อปูทุกส่วนของปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นจะมีค่าความสว่างน้อยที่สุด แต่มีค่าสีแดงสูงที่สุด เนื้อของปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดมีความเหนียวสูงที่สุด (9.35 N) คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ กลิ่นและเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน

ผลการขุนปูขนาด 100 g นาน 4 สัปดาห์พบว่าปูที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่เจริญเติบโตดีที่สุดมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 38.79% ปูที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้นมีอัตราการรอดตายสูงสุด 88.33% องค์ประกอบทางเคมี กรดอะมิโนและกรดไขมันในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นมีค่าต่ำกว่าและต่างจากปูที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่นๆ โดยมี methionine 0.37 g/100 g, EPA 20.93% และ DHA 2.50% คอเลสเตอรอลของปูที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้นมีค่าสูงที่สุด (63.50 mg/100g) แอสตาแซนธินของปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นมีค่าสูงที่สุด (10.32 $\mu\text{g/g}$) คุณภาพด้านสีของเนื้อปูแต่ละส่วนมีความแตกต่างกัน ปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นมีความสว่างน้อยที่สุดแต่มีค่าสีแดงสูงที่สุด เนื้อของปูที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มีความเหนียวสูงที่สุด (11.45 N) คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำ กลิ่นและความชอบรวมของเนื้อทุกส่วนมีความแตกต่างกัน ส่วนก้ามและรยางค์มีลักษณะของสีแตกต่างกัน ($P \leq 0.05$) โดยสามารถใช้สาหร่ายวุ้นเป็นอาหารเสริมในการเลี้ยงหรือขุนปูม้าเพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนื้อปูได้

Issaree Eungrasamee 2007: Quality Characteristics of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*, Linnaeus 1758) Meat Fed *Gracilaria edulis* (Gmelin) Silva. Master of Science (Fishery Products), Major Field: Fishery Products, Department of Fishery Products. Thesis Advisor: Assistant Professor Mayuree Chaipayawat, M.S. 145 pages.

The aims of this study were to study on growth of blue swimming crab and quality characteristic of crab meats fed with the different diets. The possibility of using red seaweed as feedstuff or supplementary feed for the cultures and fattening of blue swimming crabs was studied. The crabs were reared in the experiment concrete tanks capacity 8 m³. Four diets (chopped fish, moist pellets, moist pellets with red seaweed and red seaweed) were given to the crabs for 8 weeks. The fattening of crabs with 7 diets (chopped fish, mussels, moist pellets, chopped fish with red seaweed, mussels with red seaweed, moist pellets with red seaweed and red seaweed) was carried out as well for 4 weeks.

The results of rearing crabs with initial weight of 25 g for 8 weeks showed that crabs fed chopped fish had the highest gain weight (128.64%). Crabs fed with moist pellets had the highest survival rate (90.00%). Crabs fed red seaweed had proximate composition and cholesterol content lower than other diets ($P \leq 0.05$), but arginine content as well as methionine content were higher than others (1.59 and 0.33 g/100g, respectively) ($P \leq 0.05$). No significant differences were observed in fatty acid profile ($P > 0.05$). Color of the crab meats in each part was significantly different: crab meats fed red seaweed showed the lowest lightness but the highest redness. Crab meats fed moist pellets had the highest toughness (9.35 N). No significant differences in taste, odor and texture of crab meats were found.

The results of fattening crabs with initial weight of 100 g for 4 weeks showed that crabs fed mussel had the highest gain weight (38.79%). Crabs fed mussel with red seaweed had the highest survival rate (88.33 %). Crabs fed with red seaweed had proximate composition, amino acid and fatty acid content differed and lower than the other diets: they had the highest methionine, EPA and DHA content (0.37 g/100g, 20.93 and 2.50% respectively). Crabs fed mussel with red seaweed had the highest cholesterol content (63.50 mg/100g). Astaxanthin of crabs fed with red seaweed was the highest (10.32 µg/g). Color of the crab meats in each part was significantly different: crab fed with red seaweed had the lowest lightness but the highest redness. Toughness of crab meats fed mussel was the highest (11.45 N). A sensory evaluation revealed some significant differences in firmness, juiciness, odor and overall acceptance. Claws and legs meats had significant differences in color. Therefore it is concluded that the red seaweed is possibly used as supplementary feed for the crab cultures or fattening of crabs to improve the quality of the crab meats.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์มยุรี จัยวัฒน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษารองศาสตราจารย์นงนุช รักสกุลไทย กรรมการวิชาเอก ที่ให้คำปรึกษา กำลังใจ ความหวังใจและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์อนงค์ จิรัชทร์ กรรมการวิชารอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนะบุญ สัจจาอนันตกุล และรองศาสตราจารย์ประทีพ ตาบทิพย์วรรณ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณสถานีวิจัยประมงคลองวาฬ จ.ประจวบคีรีขันธ์ และเจ้าหน้าที่ประจำสถานี ที่ให้คำชี้แนะ และเอื้อเฟื้อพันธุ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า จนเกิดปัญญาสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่งานวิจัยนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณความรัก ความหวังดี และความช่วยเหลือจากคุณลัดดา ทรัพย์คงอยู่ ขอขอบคุณความมีน้ำใจและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านของเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ปริญญาโทภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมงทุกท่าน ตลอดจนผู้ทดสอบและเพื่อน ๆ ทุกท่านที่มีได้ระบุนาม ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่ออดิศักดิ์ และคุณแม่สุนทรี ที่ให้การอบรมสั่งสอน ให้คำปรึกษา และให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ขอขอบคุณพี่ชาย และพี่สาวของข้าพเจ้าที่มอบความหวังใจ และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

อิสริย์ อึ้งรัมย์

กันยายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
ปูม	4
สาหร่ายสกุล <i>Gracilaria</i>	16
คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสัตว์น้ำ	19
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	24
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	31
สรุปผลการทดลอง	88
ข้อเสนอแนะ	91
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	92
ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก การทำอาหารเม็ดสดชนิดจมน้ำ การคำนวณการเจริญเติบโตของปูม้า	
ระหว่างการทดลอง ข้อมูลจากการทดลอง	
และคุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลอง	101
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์ทางเคมี	115
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	129

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ส่วนผสมวัตถุดิบในการผลิตอาหารเม็ด และองค์ประกอบทางเคมี ของอาหารแต่ละสูตร	11
2 ผลกระทบของพีเอชต่อสัตว์น้ำ	13
3 ผลกระทบของปริมาณออกซิเจนที่มีต่อปู	14
4 คุณค่าทางอาหารของเนื้อส่วนลำตัว และเนื้อส่วนรยางค์ของปูม้า	15
5 คุณค่าอาหารของสาหร่ายพม nang ณ จุดเก็บ ตำบลเกาะขย ตำบลสทิงหม้อ และตำบลหัวเขา เปรียบเทียบในฤดูฝนและฤดูร้อน	17
6 การเพิ่มของน้ำหนักปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองจากการเลี้ยงด้วย อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	32
7 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	33
8 ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดตายเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	34
9 ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปูม้า และอัตราแลก เนื้อของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	36
10 องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักเปียก) ของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหาร ต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	38
11 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วย อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	40
12 องค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วย อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	41
13 ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็น เวลา 8 สัปดาห์	42
14 ค่าสีของส่วนเนื้อก้ามของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ค่าสีของส่วนเนื้อยางค์ของปมไม้ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	44
16	ค่าสีของส่วนเนื้อก้นของปมไม้ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	45
17	ค่าสีของส่วนเนื้อลำตัวของปมไม้ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	45
18	ค่าความเหนียวของเนื้อปมไม้ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	46
19	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปมส่วนก้นที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	48
20	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปมส่วนลำตัวที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	49
21	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปมส่วนก้ามที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็น เวลา 8 สัปดาห์	50
22	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปมส่วนยางค์ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์	51
23	การเพิ่มของน้ำหนักปมไม้เมื่อสิ้นสุดการทดลองจากการเลี้ยงแบบขุน ด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	53
24	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของปมไม้ที่เลี้ยงแบบขุน ด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	54
25	เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของปมไม้ที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และเลี้ยงแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์	55
26	ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดตายเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปมไม้ที่เลี้ยงแบบขุน ด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	56
27	เปรียบเทียบอัตราการรอดตายของปมไม้ที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และเลี้ยงแบบ ขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
28	ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปูม้าและอัตราแลกเปลี่ยนของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	59
29	เปรียบเทียบอัตราแลกเปลี่ยนของปูม้าที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์และเลี้ยงแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์	60
30	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	62
31	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปูที่รายงานโดยผู้อื่น	63
32	เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในส่วนเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์และเลี้ยงแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์	64
33	องค์ประกอบของกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	65
34	องค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	68
35	ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	69
36	ปริมาณแอสตาแซนธินในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	70
37	ค่าสีของส่วนเนื้อก้ามของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	71
38	ค่าสีของส่วนเนื้อรยางค์ของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	72
39	ค่าสีของส่วนเนื้อก้อนของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	73
40	ค่าสีของส่วนเนื้อลำตัวของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
41	ค่าความเหนียวของเนื้อปูจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	75
42	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนก้นที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	82
43	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนลำตัวที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	83
44	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนก้ามที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	84
45	ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนรยางค์ที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	86
ตารางผนวกที่		
ก1	องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (ร้อยละของน้ำหนักรวม) ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปูเป็นเวลา 8 สัปดาห์	104
ก2	องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (ร้อยละของน้ำหนักรวม) ที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงแบบขุนปูเป็นเวลา 4 สัปดาห์	104
ก3	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	105
ก4	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	106
ก5	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	107
ก6	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงแบบขุนปูด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก7 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม) ของปฏิกิริยาตลอดการทดลองที่เลี้ยงแบบขุนปฐด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	110
ก8 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปฏิกิริยาตลอดการทดลองที่เลี้ยงแบบขุนปฐด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	111
ก9 คุณภาพของน้ำในบ่อตลอดระยะเวลาของการทดลองเลี้ยงปฐด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	113
ก10 คุณภาพของน้ำในบ่อตลอดระยะเวลาของการทดลองเลี้ยงปฐแบบขุนปฐด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	114
ค1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของปฐเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	130
ค2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการรอดตายของปฐเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	130
ค3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร และอัตราแลกเนื้อของปฐที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	130
ค4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปฐที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	131
ค5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบของกรดอะมิโนในเนื้อปฐที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	132
ค6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อปฐที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	134
ค7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปฐที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	135
ค8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของเนื้อปฐที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	135
ค9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความหนืดของเนื้อปฐที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	136

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	136
ค11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการรอดตายของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการ ทดลองเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	137
ค12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร และอัตรา แลกเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	137
ค13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบ ขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	138
ค14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบของกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าที่เลี้ยง แบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	139
ค15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อปูม้า ที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	141
ค16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้า ที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	142
ค17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแอสตาแซนธินในเนื้อปูม้า ที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	142
ค18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุน ด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	142
ค19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหนียวของเนื้อปูม้า ที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์	144

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	ลักษณะโดยทั่วไปของปูม้าเพศผู้ และปูม้าเพศเมีย
2	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์
3	อัตราการรอดตายของปูม้าตลอดการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์
4	ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนก้อนของปูม้าสุกจากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์
5	ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนก้ามของปูม้าสุกจากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์
6	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์
7	อัตราการรอดตายของปูม้าตลอดการทดลองเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์
8	ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนก้อนของปูม้าสุกจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์
9	ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนลำตัวของปูม้าสุกจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์
10	ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนก้ามของปูม้าสุกจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์
11	ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนรยางค์ของปูม้าจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ภาพผนวกที่

ก1	ปูม้าเมื่อเริ่มต้นการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	108
----	---	-----

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่

หน้า

- ก2 ปูม้าเมื่อเริ่มต้นการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงด้วยแบบขุนด้วย
อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

112

คุณภาพเนื้อปูม้า (*Portunus pelagicus*, Linnaeus 1758) ที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น

Gracilaria edulis (Gmelin) Silva

Quality Characteristics of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*, Linnaeus 1758) Meat Fed *Gracilaria edulis* (Gmelin) Silva

คำนำ

ปูม้า (*Portunus pelagicus*, Linnaeus 1758) เป็นสัตว์น้ำหน้าดินที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง มีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อนบริเวณใกล้ชายฝั่ง สำหรับในประเทศไทยจะพบทั้งทางฝั่งทะเลอันดามัน ฝั่งอ่าวไทย และบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันปูม้าที่นำมาบริโภคในประเทศและที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเนื้อปูกระป๋องส่งออกไปยังต่างประเทศเป็นผลผลิตจากทะเลแทบทั้งสิ้น โดยในปี 2547 มีปริมาณปูม้าจากการจับและการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง 29,500 ตัน ซึ่งลดลง 8.67 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับปริมาณปูม้าในปี 2546 (สถิติการประมง, 2548) และยังมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ จากการจับปูม้าจากทะเลขึ้นมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายทั้งปูวัยรุ่นและแม่ปูไข่นอกกระดองเกินกว่าปูในธรรมชาติจะเกิดแทนได้ทัน

การเพาะเลี้ยงปูม้าจึงเข้ามามีบทบาทในการเพิ่มผลผลิตเพื่อทดแทนผลผลิตจากทะเลที่น้อยลง แต่การเพาะเลี้ยงปูม้าที่ผ่านมามีผลกระทบต่อปัญหาการตายเนื่องจากการกินกันเอง ประกอบกับราคาของปูม้าที่เคยต่ำ ทำให้ไม่ได้รับความสนใจจากกลุ่มเกษตรกร แต่ในปัจจุบันราคาปูม้าเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นอย่างชัดเจน ทำให้การเพาะเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์ได้รับความสนใจมากขึ้น

ปูม้ามีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์สูง เพราะมีช่วงวงจรชีวิตสั้นกว่าปูทะเล แม่พันธุ์หาง่าย สามารถหาแม่ปูไข่นอกกระดองมาใช้ในการเพาะฟักได้ตลอดปี แม้แต่ไขปูที่จับปั้งของปูม้าเพศเมียที่โรงงานปูกระป๋องทิ้งแล้วก็สามารถนำมาใช้ผลิตลูกพันธุ์ได้ และหากมีการจัดการบ่อให้ดี มีอาหารที่ลูกปูสามารถกินได้อย่างต่อเนื่องและเพียงพอ ก็สามารถผลิตลูกพันธุ์ปูม้าในบ่อดินในเชิงพาณิชย์ได้ (ธนัญช์, 2546)

ในปัจจุบันเกษตรกรได้หันมาเลี้ยงหมู่มากขึ้น เนื่องจากมีความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งการเลี้ยงหมูมีข้อดีในหลาย ๆ ด้าน เช่น เลี้ยงง่าย โตเร็ว กินอาหารได้หลายอย่าง ทนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำได้ดี ความเสี่ยงในการลงทุนต่ำ ผลตอบแทนจากการลงทุนดี และยังมีตลาดรองรับมาก นอกจากนั้นการเลี้ยงหมูยังสามารถทำโดยนำมาเลี้ยงให้เป็นปุ๋ยมูล เป็นปุ๋ยมั่ม หรือขุนหมูโปรกให้เป็นหมูแน่น ที่มีขนาดตามความต้องการของตลาดได้ด้วย (บรรจง, 2547)

การศึกษาถึงคุณภาพของหมูที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะอาหารที่ใช้เป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเลี้ยง ที่จะส่งผลต่อคุณภาพของเนื้อหมูโดยตรง ผลการศึกษานอกจากจะทำให้ทราบลักษณะที่แตกต่างกัน ได้แก่ ด้านคุณค่าทางโภชนาการ ลักษณะเนื้อสัมผัส และลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อหมูที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารชนิดต่าง ๆ และสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียแล้ว ความรู้ที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเพาะเลี้ยงหมูให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการนำสาหร่ายสกุลกราซิลาเรียมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมากขึ้นด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเจริญเติบโตของปูม้าที่เลี้ยงหรือขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน
2. ศึกษาความแตกต่างด้านองค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูม้า ที่ได้จากการเลี้ยงหรือขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน
3. ศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการใช้สาหร่ายเป็นอาหาร หรืออาหารเสริมสำหรับการเพาะ เลี้ยงปูม้า

การตรวจเอกสาร

1. ปูม้า

1.1 ชนิดของปูม้าที่พบในประเทศไทย

ปูม้าที่พบในประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มของปูว่ายนํ้า ในสกุล *Portunus* โดยปูกลุ่มนี้ในประเทศไทยมีประมาณ 19 ชนิด ดังนี้

1. *Portunus argentatus* (White, 1847)
2. *P. brockii* (De Man, 1887)
3. *P. gladiator* (Fabricius, 1798)
4. *P. gracilimanusi* (Stimpson, 1858)
5. *P. granulatus* (H. Mile Edwards, 1834)
6. *P. hastatoides* (Fabricius, 1798)
7. *P. inominatus* (Rathbun, 1909)
8. *P. longispinosus* (Dana, 1852)
9. *P. minutus* (Shen, 1937)
10. *P. orbicularis* (Richters, 1880)
11. *P. orbitominus* (Rathbun, 1911)
12. *P. pelagicus* (Linnaeus, 1758)
13. *P. pseudoargenatus* (Stephenson, 1961)
14. *P. pulchricristatus* (Gordon, 1931)
15. *P. rubromarginatus* (Lanchester, 1900)
16. *P. sanguinolentus* (Herbst, 1783)
17. *P. tenuipes* (De Haan, 1835)
18. *P. tuberculosus* (H. Mile Edwards, 1861)
19. *P. tweediei* (Shen, 1938)

โดยในจำนวนปูว่ายน้ำทั้ง 19 ชนิดนี้ ปูม้า (*P. pelagicus* (Linnaeus, 1758)) จัดเป็นปูที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดชนิดหนึ่ง (Naiyanetr, 1998)

1.2 ลักษณะรูปร่างของปูม้า (external morphology)

ลักษณะทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนหัว (head) อก (thorax) และท้อง (abdomen) โดยมีส่วนหัวติดอยู่กับส่วนอก ซึ่งเรียกว่า cephalothorax มีกระดอง (carapace) หุ้มอยู่ตอนบน ทางด้านข้างทั้งสองของกระดองจะเป็นรอยหยักคล้ายฟันเลื่อย เป็นหนามแหลมข้างละ 9 อัน เรียกว่า anterolateral tooth มีขาทั้งหมด 5 คู่ โดยคู่แรกจะเปลี่ยนไปเป็นก้ามใหญ่ เพื่อใช้ป้องกันตัวและจับอาหาร ส่วนขาคู่ที่ 2, 3 และ 4 จะมีขนาดเล็ก ปลายแหลม ใช้เป็นขาเดิน (walking leg) ส่วนขาคู่สุดท้ายตรงปลายมีลักษณะเป็นใบพาย ใช้ในการว่ายน้ำ

ส่วนของขาแต่ละอันจะแบ่งเป็นปล้อง ๆ มีชื่อเรียกต่างกันไป โดยเริ่มจากปล้องที่ติดกับลำตัว เรียกตามลำดับ คือ coxa, basis, ischium, merus, carpus, propodus และปล้องสุดท้ายเรียกว่า dactylus

ขาคู่ที่หนึ่ง ซึ่งเปลี่ยนไปเป็นก้าม จะมีชื่อเรียกปล้องต่าง ๆ แตกต่างออกไปดังนี้ คือ coxa, basis, ischium, merus, arm, wrist และ hand โดยปล้องที่ 6 และ 7 จะมีลักษณะคล้ายกันตรงที่มีด้านบนเคลื่อนไหวได้

หนาม (spine) หนามของกระดองคู่สุดท้ายจะยาวมาก แหลมและใหญ่กว่าหนามอันอื่น ความยาวของกระดองจะยาวประมาณ 2 – 2.5 เท่าของความกว้างของกระดอง ก้ามของปูม้าเพศผู้โตเต็มวัยจะมีความยาวเป็น 3 เท่าของความยาวกระดอง ส่วนในเพศเมียจะมีขนาดสั้นกว่า ที่ขอบบนของบริเวณฐานของปล้องที่ 4 (merus) จะมีหนาม 3 – 4 อัน ขอบล่างจะมีหนามเพียงอันเดียว ขาเดินจะมีปลายแหลมที่ขอบของกระดองด้านหน้า ระหว่างเขี้ยวจะมีหนาม 2 คู่ โดยไม่รวมหนามเขี้ยวด้านใน หนามคู่แรกมีชื่อเรียกว่า front median tooth ซึ่งมีขนาดเล็ก หนามอีกคู่หนึ่งเรียกว่า lateral frontal tooth จะมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมยกขึ้น หนามที่ขอบเขี้ยวด้านในมีขนาดใหญ่ที่สุด เรียกว่า inner orbital tooth โดยที่ช่วงกว้างระหว่าง inner orbital tooth กับ lateral frontal tooth จะกว้างกว่าช่วงระหว่าง lateral frontal tooth กับ front median tooth ช่วงระหว่างหนามของเขี้ยวด้านในและด้านนอกจะมีรอยบาก 2 รอย ที่ขอบล่างของเขี้ยวด้านในจะมีหนามแหลม 1 อัน บริเวณ

ริมฝีปากบนจะมีหนามแหลมยื่นยาวออกมา 1 อัน ลักษณะกระดองจะเป็นรูปไข่ โกงัน ไม่มีขน แต่มีตุ่มเล็ก ๆ เป็นจุดประอยู่ทั่วไป มีสัน (ridge) ที่เห็นเด่นชัด คือ epibranchial ridge, protogastric ridge และ mesogastric ridge

หนวด จะมี 2 คู่ โดยคู่ที่ 1 จะพับอยู่ตามขวาง ฐานของหนวดคู่ที่ 2 จะมีช่องติดกับเบ้าตา โดยบริเวณฐานจะอยู่ติดกับหนามอันในของขอบเบ้าตา

ก้ามในปูเพศผู้จะมีก้ามยาวกว่าเพศเมีย ขอบด้านหน้าของปล้องที่เรียกว่าแขน (arm) จะมีหนาม ขนาดเกือบเท่ากัน 3 อัน ขอบด้านล่างจะมีขน ในขณะที่ขอบด้านหลังจะมีหนาม 1 อัน และส่วนที่เรียกว่า wrist ของปล้องก้าม จะมีหนามใหญ่ 1 อันที่ขอบด้านหน้า และมีหนามอีก 2 อันที่ขอบด้านหลัง โดยหนามอันแรกจะมีขนาดเล็กกว่าหนามอันหลัง และหนามอันหลังจะอยู่ติดกับสัน (ridge) ซึ่งเป็นขอบด้านหลังของ wrist บริเวณด้านบนของ wrist จะมีสันนูน 3 แถว โดยมีสัน 2 แถวที่ขนานกัน ส่วนปลายของอีกสันหนึ่งจะชี้ไปยังหนามของขอบด้านหลัง และปล้องที่เรียกว่ามือ (hand) จะมีสัน 3 แถว โดยที่สันแถวกลางจะมีหนาม 1 อัน ส่วนอีก 2 แถวจะอยู่ด้านนอกของมือ บนสันแถวบนจะเป็นตุ่มและสูงชันมามาก ส่วนสันแถวล่างจะมีลักษณะเป็นช่อง ที่ด้านบนของมือจะติดกับนิ้วที่เคลื่อนไหวไม่ได้ (immovable finger) และด้านล่างของมือจะเป็นนิ้วที่เคลื่อนไหวได้ (movable finger) ซึ่งจะมีพื้นขนาดใหญ่และแหลมคมมาก

ขาเดินของปูม้าได้แก่ รางค์คู่ที่ 2, 3 และ 4 โดยปล้องที่เรียกว่า dactylus และ propodus ของขาเดินจะมีขนาดยาวกว่าปล้องอื่น ๆ ขอบด้านบนของปล้องที่เรียกว่า carpus จะมีลักษณะเป็นร่องมีหนามแหลม 2 อัน โดยอันหลังจะเห็นได้ชัดกว่าอันแรก แต่ในขาเดินคู่ที่ 4 หนามอันแรกจะเห็นได้ชัดเจนกว่า หรือมีขนาดเท่ากันทั้ง 2 หนาม

ขาว่ายน้ำ (swimming legs) ได้แก่ รางค์คู่สุดท้าย และในส่วนของปล้องสุดท้ายของรางค์คู่นี้จะเปลี่ยนแปลงไปเพื่อใช้ในการว่ายน้ำ เรียกว่า paddles มีลักษณะแบนบางเป็นรูปไข่ ปล้องที่เรียกว่า merus จะมีลักษณะเกือบจะกลมหรือเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ท้อง ส่วนท้องของปูม้าเพศผู้จะเป็นรูปสามเหลี่ยม มีขนาดเล็ก แคบและยาว ปล้องที่ 3 และปล้องที่ 4 ของส่วนท้องจะเชื่อมติดกัน บริเวณขอบของส่วนท้องจะมีขน (pleopod) รางค์อกคู่แรกของปูม้าจะมีลักษณะเรียวยาวและยาวมาก อยู่ในช่องของส่วนที่เรียกว่า sternum ส่วนท้องปู

เพศเมียจะขยายกว้างปิดคลุมเกือบเต็มหน้าอก รยางค์คู่ที่ 2 ถึง 5 จะเปลี่ยนเป็นรยางค์ที่ยาว และบริเวณขอบของรยางค์เหล่านี้จะมีขนเล็ก ๆ คล้ายขนนก เพื่อให้ไข่เกาะติดได้ในเวลาฟัก

สีและขนาด ปูม้าเพศผู้ลำตัวจะมีสีฟ้าอ่อน มีจุดขาวตกกระอยู่ทั่วไปบนกระดองและก้ามคลุมไปจนถึงขาว่ายน้ำ พื้นท้องจะเป็นสีขาว ขาจะมีสีฟ้า ปูม้าเพศเมียจะมีลำตัวสีน้ำตาลอ่อน ไม่มีจุดขาวบนกระดอง บริเวณปลายขาจะมีสีม่วงแดง (ภาพที่ 1) ขนาดของปูม้าที่มีอายุเท่ากันปูม้าเพศผู้จะมีขนาดใหญ่กว่าปูม้าเพศเมีย ซึ่งโดยทั่วไปในปูม้าที่เจริญเติบโตจนถึงวัยเจริญพันธุ์ จะมีความยาวกระดองตั้งแต่ 4.2 เซนติเมตรขึ้นไป (สุเมธ, 2527)



ภาพที่ 1 ลักษณะโดยทั่วไปของปูม้า (ซ้าย) ปูม้าเพศผู้ (ขวา) ปูม้าเพศเมีย

1.3 ลักษณะนิสัยของปูม้า

ปูม้ามีพฤติกรรมออกหากินในเวลากลางคืน มีนิสัยกินกันเอง (cannibalism) โดยเฉพาะตอนที่มีการลอกคราบ และตามที่บรรจง (2547) ได้กล่าวว่า ปูม้ากินอาหารได้ทั้งที่เป็นพืช และสัตว์ โดยในกรณีที่ไม่มีเนื้อสัตว์ ก็สามารถให้ยัดก้อนของสาหร่ายแทนได้ แต่ถ้าให้เป็นเนื้อสัตว์ปูม้าจะโตเร็วขึ้น

1.4 การเจริญเติบโตของปูม้า

ปูม้าจะอาศัยการลอกคราบในการเจริญเติบโต โดยในระยะวัยอ่อนปูม้าจะมีรูปร่างแตกต่างจากตัวเต็มวัย การเจริญเติบโตของปูม้าในระยะวัยอ่อนจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นใหญ่ ๆ คือ ระยะแรกเรียกว่า zoea ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 11 – 15 วัน ในระยะนี้จะมีการเปลี่ยนรูปร่าง 4 ขั้น ซึ่งการเจริญเติบโตจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่งจะใช้เวลาประมาณ 3 – 4 วัน และระยะที่สอง ที่เรียกว่า megalopa จะใช้เวลาประมาณ 4 – 5 วัน จากนั้นลูกปูจะลอกคราบและเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

เข้าสู่ระยะแมงมุม หรือ first crab ซึ่งจะมีรูปร่างเหมือนตัวเตี้ยๆ ส่วนการศึกษาการเจริญเติบโตของปูเตี้ยๆ จะพิจารณาจากความยาว และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังจากการลอกคราบ กับระยะห่างในการลอกคราบแต่ละครั้ง

1.5 วิธีการเลี้ยงปูม้า

วิธีการเลี้ยงปู สามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี ดังนี้ (สุภาพ และ ทวีศักดิ์, 2534)

1.5.1 การเลี้ยงปู

หมายถึง การเลี้ยงปูขนาดเล็กที่จำนวนมากกว่า 5 ตัวต่อกิโลกรัม มาเลี้ยงในระยะเวลาตั้งแต่ 1 เดือนจนถึงหลายเดือน เพื่อให้ปูลอกคราบและมีขนาดใหญ่ตามที่ตลาดต้องการ จึงจับมาจำหน่าย

1.5.2 การขุนปู

หมายถึง การนำปูทะเลที่ขนาดตั้งแต่ 1 – 4 ตัวต่อกิโลกรัม ที่ยังเป็นปูโพรง ซึ่งเป็นปูหลังลอกคราบ และยังมีเนื้อไม่เต็มมาขุนเลี้ยงไว้เป็นเวลา 10 – 20 วันแล้ว จะได้ปูแน่นไปจำหน่ายได้

1.6 อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงปูม้า

ประเภทของอาหารที่นิยมนำมาใช้ในการเลี้ยงปูม้า แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.6.1 อาหารมีชีวิต

เป็นอาหารที่เกิดขึ้นภายในบ่อตามธรรมชาติ ได้แก่ แบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ไดอะตอม และสัตว์หน้าดินต่าง ๆ เช่น ไส้เดือนแดง ไส้เดือนทะเล หนอนแดง เกยและปลาขนาดเล็กต่าง ๆ

บุญชัย และ ทวี (2523) ได้ทำการทดลองเพาะพันธุ์และเลี้ยงปูม้าแบบมวล (mass culture) โดยอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกปูม้าในระยะ zoea คือ โรติเฟอร์ (*Branchionus plicatilis*) ต่อมาเมื่อลูกปูเริ่มเข้าระยะ megalopa จะให้ลูกอาร์ทีเมียวัยอ่อนเป็นอาหาร และเมื่อลูกปูเจริญเติบโตจนเข้าสู่ระยะ first crab จึงค่อยให้อาหารเสริมจำพวกเนื้อปลาสด

1.6.2 อาหารสด

อาหารสดที่นิยมใช้ในการเลี้ยงปูม้า ได้แก่ ปลาเป็ด หอยกะพง หอยแมลงภู่ และ เพรียงทะเล โดยในการให้ปลาเป็ดนั้นนิยมสับเป็นชิ้นหรือบดก่อน ส่วนหอยกะพงก็จะให้ทั้งเปลือก แต่ถ้าเป็นหอยแมลงภู่ก็ต้องแกะเปลือกออกเสียก่อน และถ้าเป็นพวกเปรียงทะเลและไส้เดือนทะเล ควรให้ทั้งตัวในสภาพที่ยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งในการให้อาหารสดนั้น ต้องคำนึงถึงความสดเป็นสำคัญ เพราะปลาที่เน่าแล้ว จะให้คุณค่าทางอาหารที่ต่ำ และอาจจะเป็นสื่อนำโรคไปยังปูที่เลี้ยงอีกด้วย

สุเมธ (2526) ได้ทำการทดลองเลี้ยงปูม้าจากระยะ first crab จนถึงวัยเจริญพันธุ์ ในบ่อซีเมนต์ที่มีการจัดให้มีที่หลบซ่อนแตกต่างกัน ได้แก่ (1) ใส่ทรายละเอียดรองที่ก้นบ่อ (2) ใส่ทรายละเอียดรองที่ก้นบ่อและมีทางมะพร้าวปกคลุมอยู่บนทราย (3) ใส่ทรายละเอียดและเศษเนื่อวาน และ (4) ไม่มีแหล่งหลบซ่อนตัว ในการเลี้ยงปูม้าจะให้เนื้อปลาข้างเหลืองและหอยแครงเป็นอาหาร วันละ 2 ครั้ง นานประมาณ 4 – 5 เดือน พบว่า ปูม้ามีอัตราการเจริญเติบโต 0.89 เซนติเมตร ต่อเดือน และมีอัตราการรอดตายของปูม้าที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์เฉลี่ยร้อยละ 5.5 และถึงแม้ว่าแต่ละบ่อจะมีที่หลบซ่อนแตกต่างกัน แต่อัตราการรอดของปูม้ามีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะการจัดบ่อและวัสดุที่ใช้เป็นแหล่งหลบซ่อนขณะลอกคราบยังไม่เหมาะสมเพียงพอ จึงไม่สามารถลดการกินกันเองของปูม้าได้

สุเมธ (2527) ทำการศึกษาถึงชนิดของอาหารที่พบในกระเพาะของปูม้า พบว่า จะเป็นพวกกุ้งและครัสตาเซียนร้อยละ 44.34 ปลาร้อยละ 31.55 หมึกร้อยละ 15.05 สาหร่ายร้อยละ 1.34 และอื่น ๆ ร้อยละ 3.41 และจากการทดลองเลี้ยงปูม้าในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปูม้าจะชอบกินอาหารที่เป็นเนื้อหอยมากกว่าเนื้อปลาและเนื้อหมึก

บรรจง (2547) กล่าวว่า การให้อาหารสดควรให้ปริมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักตัว และถ้าให้ปลาเปิดเป็นอาหารตลอดระยะเวลา 4 เดือนจะมีอัตราแลกเนื้อประมาณ 3 – 3.5

1.6.3 อาหารเม็ด

อาหารเม็ดที่ใช้จะเป็นอาหารเม็ดสำหรับกึ่งกุลาดำหรือกึ่งก้ามกราม หรือจะเป็นอาหารเม็ดที่ผลิตขึ้นเองก็ได้ ซึ่งการให้อาหารเม็ดนี้มีข้อดี คือ สะดวกและหาซื้อได้ง่าย แต่มีข้อเสีย คือ ทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงสูง และอัตราการเจริญเติบโตของปูจะต่ำกว่าปูที่เลี้ยงด้วยปลาเปิด

พรทิพย์ และ เจต (2537) ได้ทำการทดลองเลี้ยงปูม้าอายุ 42 วัน ด้วยอาหารต่างชนิด 7 ชนิด คือ เนื้อปลาสด เนื้อหมึกสด เนื้อหอยสด อาหารเม็ด เนื้อปลาสดผสมอาหารเม็ด เนื้อหมึกสดผสมอาหารเม็ด และเนื้อหอยสดผสมอาหารเม็ดนาน 3 สัปดาห์ พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยเนื้อหมึกสดผสมอาหารเม็ด มีค่าเฉลี่ยการเพิ่มของน้ำหนักสูงสุด คือ 5.54 กรัม ส่วนปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ด มีค่าเฉลี่ยการเพิ่มของน้ำหนักต่ำสุด คือ 3.92 กรัม

บรรจง (2547) กล่าวว่า คุณค่าทางอาหารของอาหารเม็ดเป็นสิ่งสำคัญ โดยอาหารเม็ดที่ผลิตขึ้นเองควรมีโปรตีนอยู่ในระดับ 30 – 45 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าจะนำไปใช้กับปูม้าในระยะใด และได้แนะนำสูตรการทำอาหารเม็ด 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 อาหารสำหรับลูกปูในระยะ 15 วันแรก เป็นอาหารที่มีระดับโปรตีนประมาณ 46 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 อาหารสำหรับลูกปูในระยะ 16 – 60 วัน เป็นอาหารที่มีระดับโปรตีนประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 3 อาหารสำหรับลูกปูระยะหลัง 60 วัน มีระดับโปรตีนประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

1.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย

1.7.1 แสงสว่าง (light)

ลูกปูวัยอ่อนจัดเป็นพวก photopositive reaction คือ จะเคลื่อนที่เข้าหาแสง ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มกัน และแสงสว่างจะช่วยให้ลูกปูหาอาหารกินได้มากขึ้น ดังนั้น การจัดความเข้มของแสงให้กระจายอย่างเท่ากันในบ่อ จะเป็นการช่วยลดการรวมกลุ่มของลูกปู ป้องกันการกินกันเอง และลดความเครียดของลูกปู ซึ่งจะเป็นการเพิ่มอัตราการรอดตายของลูกปูได้

ตารางที่ 1 ส่วนผสมวัตถุดิบในการผลิตอาหารเม็ด และองค์ประกอบทางเคมีของอาหารแต่ละสูตร

	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
กากถั่วเหลือง	20.78	16.6	12.47
ปลาเบญจพรรณ	35	28	21
หมัก	7	5.6	4.2
เปลือกหัวกุ้ง	7	5.6	4.2
รำข้าว	0	13.98	27.41
น้ำมันปลา	3	3	3.5
กลูเตน	6	6	6
แป้งสาลี	15.5	15.5	15.5
วิตามินผสม	2	2	2
แร่ธาตุผสม	3	3	3
วิตามินซี	0.2	0.2	0.2
BHT	0.02	0.02	0.02
เลซิดิน	0.3	0.5	0.5
รวม	100	100	100
องค์ประกอบทางเคมี	โปรตีน 46.45 %	โปรตีน 40.35 %	โปรตีน 34.50 %
	ไขมัน 11.1 %	ไขมัน 11.49 %	ไขมัน 14.17 %
	เถ้า 14.48 %	เถ้า 13.52 %	เถ้า 12.31 %
	ความชื้น 10.3 %	ความชื้น 11.17 %	ความชื้น 9.97 %

ที่มา: บรรจง (2547)

1.7.2 อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำในบ่อมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับปริมาณแสงอาทิตย์ อุณหภูมิของอากาศ ฤดูกาล ระดับความสูงของน้ำ และสภาพภูมิอากาศ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งปูเป็นสัตว์เลือดเย็น อุณหภูมิของร่างกายจะอยู่ในระดับเดียวกับอุณหภูมิน้ำ และเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำ (วิรัช, 2544) โดย

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับปูม้าอยู่ระหว่าง 28 – 30 องศาเซลเซียส เพราะที่อุณหภูมิสูงนี้ จะเป็นตัวเร่งการใช้พลังงาน ทำให้ลูกปูกินอาหารได้มากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้จะทำให้ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาการยาวนานขึ้น (บรรจง, 2547)

1.7.3 ความเค็ม (salinity)

ความเค็ม หมายถึง ความเข้มข้นของไอออนทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ ไอออนสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในการก่อให้เกิดความเค็มของน้ำมีอยู่ 7 ชนิด ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ ซัลเฟต และไบคาร์บอเนต (Boyd, 1989) ความเค็มของน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะระบบการควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกาย (water regulatory system) ซึ่งมีผลมาจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ระหว่างภายในตัวสัตว์น้ำและน้ำภายนอก (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) โดยที่ลูกปูม้าในแต่ละระยะต้องการความเค็มที่ต่างกัน ในระยะ zoea ความเค็มที่เหมาะสมจะอยู่ระหว่าง 27 -28 ส่วนในพันส่วน ส่วนลูกปูม้าในระยะเมกาโลปา จนถึงระยะแมงมุม ต้องการความเค็มระหว่าง 17 – 23 ส่วนในพันส่วน และปูม้าจะเติบโตได้ดีในน้ำที่มีความเค็มระหว่าง 25 – 30 ส่วนในพันส่วน ถ้าน้ำมีความเค็มต่ำกว่า 25 หรือสูงกว่า 30 ส่วนในพันส่วน ปูจะโตช้า เพราะในสภาวะที่น้ำมีความเค็มสูงหรือต่ำมาก ๆ ปูต้องใช้พลังงานมาก เพื่อรักษาระดับเกลือและแร่ในเลือดให้คงที่และสมดุล (บรรจง, 2547)

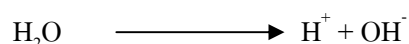
1.7.4 ปริมาณความหนาแน่น (density)

ความหนาแน่นของปูที่ปล่อยเลี้ยงขึ้นอยู่กับผลผลิตที่ต้องการ เช่น ถ้าต้องการให้มีผลผลิต 800 – 1200 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้าเป็นระยะเมกาโลปา ควรปล่อยในอัตรา 30 – 40 ตัวต่อตารางเมตร ถ้าเป็นลูกปูระยะแมงมุม ควรปล่อยในอัตรา 15 – 20 ตัวต่อตารางเมตร และถ้าเป็นลูกปูขนาด 2.0 – 2.5 เซนติเมตร ควรปล่อยในอัตรา 5 – 10 ตัวต่อตารางเมตร

ส่วนการเลี้ยงแบบขุนปู โดยทั่วไปนิยมปล่อยปูในอัตรา 1 – 1.5 ตัวต่อตารางเมตร แต่ในบางครั้งอัตราการปล่อยอาจเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงจากอัตรานี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณพันธุ์ปูที่สามารถจัดหาได้ในแต่ละครั้งหรือแต่ละฤดูกาล (อนุวัฒน์ และ รัชฎา, 2536)

1.7.5 พีเอช (pH) หรือความเป็นกรด – เบสของน้ำ

การวัดพีเอชของน้ำเป็นการวัดปริมาณของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่มีอยู่ในน้ำ ตามปฏิกิริยาแตกตัวของน้ำเป็นดังนี้ (นิคม, 2546)



การผันแปรของพีเอชในรอบวัน มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของน้ำ (ความเป็นด่างทั้งหมด) อัตราการสังเคราะห์แสง และอัตราการหายใจ ถ้าความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของน้ำต่ำค่าพีเอชในตอนเช้าอาจลดต่ำลงถึง 6 และสูงกว่า 11 ในช่วงบ่าย (Boyd, 1982) โดยค่าพีเอชจะส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ (ตารางที่ 2) และค่าพีเอชยังมีผลต่อการแสดงออกของความเป็นพิษของคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น (Boyd and Tucker, 1998)

ตารางที่ 2 ผลกระทบของพีเอชต่อสัตว์น้ำ

ค่าพีเอช	ผลกระทบ
< 4	สัตว์น้ำเริ่มตายเนื่องจากความเป็นกรด
4 – 6	สัตว์น้ำเจริญเติบโตช้า
> 6 – 9	เหมาะสมที่สุดกับการเจริญเติบโต
> 9 – 11	สัตว์น้ำเจริญเติบโตช้า
> 11	สัตว์น้ำเริ่มตายเนื่องจากพีเอชสูง

ที่มา: Boyd (1982)

1.7.6 ปริมาณออกซิเจน (oxygen)

การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชและพันธุ์ไม้น้ำ เป็นแหล่งให้ออกซิเจนที่สำคัญแก่บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ การเปลี่ยนแปลงปริมาณแสงในรอบวันมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสง และอัตราการผลิออกซิเจน ส่วนการหายใจของสิ่งมีชีวิตและกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เกิดจากจุลินทรีย์ รวมทั้งปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในน้ำทำให้แหล่งน้ำเกิดการสูญเสีย

ออกซิเจน (มันสัน และ ไพพพรม, 2539) ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ความเข้มข้นต่างกัน จะส่งผลกระทบต่อปูแตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลกระทบของปริมาณออกซิเจนที่มีต่อปู

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	ผลกระทบ
ต่ำกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	ปูจะเริ่มตาย
2.6 – 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	ปูจะไม่กินอาหาร อ่อนแอ ติดเชื้อได้ง่าย
3.1 – 3.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	ปูจะมีอาการเครียด กินอาหารน้อย
3.6 – 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	เป็นภาวะที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของปู

ที่มา: บรรจง (2547)

1.7.7 ชนิดและปริมาณของอาหาร

ลูกปูในแต่ละระยะจะมีนิสัยและพฤติกรรมการกินอาหารแตกต่างกัน ดังนั้นการให้อาหารลูกปูต้องรอบคอบในการเลือกชนิดและปริมาณของอาหารที่เหมาะสมกับลูกปู เช่น ถ้าเป็นลูกปูที่เพิ่งออกจากไข่ อาหารก็จะเป็นพวกแพลงก์ตอนขนาดเล็ก เช่น โรติเฟอร์ ส่วนอาหารของลูกปูในระยะต่อมา ได้แก่ พวกไรน้ำเค็ม และสำหรับปูม้าตัวเต็มวัยจะกินเนื้อสัตว์ทุกชนิด (สุเมธ, 2527)

1.8 คุณค่าทางอาหารของปูม้า

อำนาจ (2521) กล่าวว่า สัตว์น้ำพวกกุ้ง ปลา หมึก ปู และหอย เป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง ไขมันต่ำ ย่อยได้ง่าย มีวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด และได้รายงานเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหารของปูม้า ว่าในเนื้อปูม้า 100 กรัมจะให้พลังงาน 62 – 76 กิโลแคลอรี และมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

โปรตีน	13.2 – 15.8	เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.3 – 1.1	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	79.5 – 83.2	เปอร์เซ็นต์
เถ้า	0.8 – 2.6	เปอร์เซ็นต์

สุเมธ (2527) ได้วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเนื้อปูม้า พบว่า ปูม้าจะมีเนื้อประมาณ ร้อยละ 46.7 ของน้ำหนักทั้งหมด และในเนื้อปูม้าดิบจะมีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

โปรตีน	10.3	เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.67	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	86.0	เปอร์เซ็นต์
เถ้า	1.96	เปอร์เซ็นต์

Mathew *et al.* (1999) รายงานถึงปริมาณคอเลสเตอรอลที่เป็นองค์ประกอบในปูม้า ที่พบในแถบน่านน้ำอินเดียช่วงเดือนพฤษภาคม ว่าจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบ 0.68 เปอร์เซ็นต์ และมีคอเลสเตอรอลเป็นองค์ประกอบ 66.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

Gökoğlu and Yerlikaya (2003) ได้ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเนื้อปูม้า (*Portunus pelagicus*) โดยแยกวิเคราะห์เป็นเนื้อลำตัว และเนื้อบริเวณหางค์ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า คุณค่าทางอาหารของเนื้อปูม้าทั้ง 2 ส่วนไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) มีเพียงปริมาณแคลเซียม และฟอสฟอรัสที่มีความแตกต่างกัน ($P\leq 0.05$) โดยเนื้อบริเวณลำตัวมีปริมาณแคลเซียมต่ำกว่า แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่าเนื้อบริเวณหางค์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณค่าทางอาหารของเนื้อส่วนลำตัว และเนื้อส่วนหางค์ของปูม้า

คุณค่าทางอาหาร	เนื้อบริเวณลำตัว	เนื้อบริเวณหางค์
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	75.28	77.09
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	22.64	21.54
ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	1.21	0.81
เถ้า (เปอร์เซ็นต์)	2.24	2.52
โซเดียม (มก./100 กรัม)	319.8	353.5
โพแทสเซียม (มก./100 กรัม)	303.8	308.9
แคลเซียม (มก./100 กรัม)	87.6	150.9
แมกนีเซียม (มก./100 กรัม)	48.8	55.8
ฟอสฟอรัส (มก./100 กรัม)	154.2	120.6

ตารางที่ 4 (ต่อ)

คุณค่าทางอาหาร	เนื้อบริเวณลำตัว	เนื้อบริเวณหางค์
สังกะสี (มก./100 กรัม)	3.72	4.68
เหล็ก (มก./100 กรัม)	0.68	0.45
แมงกานีส (มก./100 กรัม)	0.16	0.06
ทองแดง (มก./100 กรัม)	1.49	2.08

ที่มา: Gökoğlu and Yerlikaya (2003)

2. สาหร่ายสกุล *Gracilaria*

2.1 ลักษณะของสาหร่ายสกุล *Gracilaria*

สาหร่ายสกุล *Gracilaria* เป็นสาหร่ายทะเลสีแดง ชื่อทั่วไป คือ สาหร่ายวุ้น มีลักษณะเส้นกลมอวบน้ำ แดกแขนงได้มากจนเป็นพุ่ม มีรากเล็ก ๆ ลักษณะเป็นรูปถ้วยสำหรับยึดเกาะ เรียกว่า holdfast โดยลักษณะของการแตกแขนงจะแตกต่างกันตามชนิดของสาหร่าย มีทั้งการแตกแขนงแบบสลับ (alternate) แบบคู่ (dichotomous) แดกแขนงด้านเดียว (secund) หรือแบบไม่เป็นระเบียบ (irregular) ปลายแขนงมีทั้งปลายแหลม ปลายมน ปลายตัด หรือแยกเป็นแฉก ส่วนโคนแขนงบางชนิดอาจคอดหรือเรียวยาวเล็กสาหร่ายสกุลนี้จะมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามท้องถิ่นและลักษณะของสาหร่าย เช่น บางชนิดเป็นข้อสั้น ๆ เรียกว่าสาหร่ายข้อ บางชนิดที่แตกแขนงคล้ายเขากวาง เรียกว่า สาหร่ายเขากวาง (กาญจนภานัน, 2527)

2.2 องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายสกุล *Gracilaria*

สาหร่ายเป็นแหล่งสำคัญของสารเคมีหลายชนิดที่มีคุณประโยชน์ต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย ส่วนที่กินได้ของสาหร่ายจะประกอบไปด้วยโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ และยังอุดมไปด้วยใยอาหาร โดยที่สารอาหารที่เป็นองค์ประกอบของสาหร่ายจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง ได้แก่ ชนิดของสาหร่าย บริเวณที่พบ ฤดูกาล และยารวมถึงอุณหภูมิของน้ำอีกด้วย (Jensen, 1993)

สาหร่ายสกุล *Gracilaria* ยังประกอบไปด้วยสารให้สีกลุ่มคาโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นส่วนจำเป็นในอาหารสำหรับกุ้ง และปลา (Briggs and Smith, 1993) สุรگیر (2541) ทำการศึกษาคุณค่าทางอาหารของสาหร่ายพรรณาง (*G. fisheri*) ที่เก็บจากบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก และเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารของสาหร่ายพรรณางที่ได้จากบริเวณและฤดูกาลที่แตกต่างกัน พบว่าในช่วงฤดูฝนปริมาณวิตามินเอของตำบสทิงหม้อมีปริมาณสูงมาก และตำบหัวเขามีปริมาณต่ำ ส่วนในฤดูร้อนปริมาณไอโอดีนของตำบหัวเขาสูงมาก และตำบเกาะขอมมีปริมาณต่ำ ส่วนปริมาณสารอาหารชนิดอื่น ๆ ในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายพรรณาง ณ จุดเก็บ ตำบเกาะขอม ตำบสทิงหม้อ และตำบหัวเขา เปรียบเทียบในฤดูฝนและฤดูร้อน

ปริมาณสารอาหาร	ฤดูฝน			ฤดูร้อน		
	ตำบเกาะขอม	ตำบสทิงหม้อ	ตำบหัวเขา	ตำบเกาะขอม	ตำบสทิงหม้อ	ตำบหัวเขา
ไขมัน (% : น.น.แห้ง)	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
โปรตีน (% : น.น.แห้ง)	12.05	7.59	8.99	3.82	3.79	2.24
เส้นใย (% : น.น.แห้ง)	4.21	7.17	4.52	4.33	4.22	3.48
ความชื้น (% : น.น.แห้ง)	78.09	77.10	85.65	88.22	88.65	80.81
เถ้า (% : น.น.แห้ง)	83.44	87.75	76.57	84.11	81.11	81.24
วิตามินเอ (IU : 100 กรัม)	99.78	340.86	20.07	87.78	72.33	60.86
ไอโอดีน (มก. : ก.ก.)	75.40	154	20.50	17.10	81.70	194
แป้ง (starch) (% : น.น.)	17.05	14.26	30.69	22.10	22.85	17.47

ที่มา: สุรگیر (2541)

2.3 การเพาะเลี้ยงสาหร่าย

ในประเทศไทยได้มีการศึกษาถึงการเพาะเลี้ยงสาหร่ายวุ้นสกุลกราซิลาเรีย มาเป็นเวลานานแล้ว โดยมีชนิดที่สำคัญ 3 ชนิด ได้แก่ *G. fisheri*, *G. changii* และ *G. verrucosa* (สรวิต, 2543)

การเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง *G. fisheri* ในบ่อดินสามารถทำได้ง่ายกว่าสาหร่ายชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีความทนต่อการแปรผันของความเค็มในน้ำได้ดี จากการทดลองของสุวัณน์ (2534) ที่ทำการเลี้ยงสาหร่ายผสมนางในบ่อดินขนาด 5 x 20 เมตร ลึก 80 เซนติเมตร และเติมปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 20 ppm ทุก 14 วัน ในระยะเวลา 98 วัน พบว่าสาหร่ายมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 750 กรัมต่อตารางเมตร เป็น 10,698 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งคิดเป็น 62,880 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

จิวรรณ และคณะ (2538) ได้ทำการทดลองเลี้ยงสาหร่ายผสมนาง *G. fisheri* แบบผลผลิตสูงในบ่อดินขนาด 0.5 ไร่ที่จังหวัดจันทบุรี เลี้ยงที่ความหนาแน่น 500 กรัมต่อตารางเมตร บนแพงดาข่ายขนาด 3 ตารางเมตร จำนวน 60 แผง นาน 8 เดือน พบว่าเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทั้งหมด 141 กิโลกรัม โดยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของสาหร่ายมีความสัมพันธ์กับความเค็ม ความเป็นด่าง ความกระด้าง ปริมาณแคลเซียม อีออน และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ และพบว่าสาหร่ายที่อยู่ในบ่ที่มีน้ำเคลื่อนไหว จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าการเลี้ยงสาหร่ายที่ทำบนแพงดาข่าย

อรุณี (2539) ได้ทำการเลี้ยงสาหร่ายเขากวาง (*G. changii*) ในกระชังขนาด 0.8 x 0.8 x 0.3 เมตร โดยทำการทดลองที่ความหนาแน่นของสาหร่ายเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 500, 1000, 1500 และ 2000 กรัมต่อตารางเมตร และการเลี้ยงที่ระดับความลึก 2 ระดับ คือ ที่บริเวณผิวน้ำและบริเวณพื้นบ่อ เป็นเวลา 4 เดือน พบว่า สาหร่ายที่ระดับผิวน้ำจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ระดับพื้นบ่อ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของสาหร่ายที่ความหนาแน่นต่ำจะดีกว่าที่ความหนาแน่นสูง โดยมีอัตราการเจริญ 8.0 – 21.2 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน

Daugherty and Bird (1988) ได้ทำการศึกษาถึงระดับความเค็ม และอุณหภูมิที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตของสาหร่าย *G. verrucosa* พบว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของแต่ละฤดูกาล และระดับความเค็มมีผลทำให้ปริมาณผลผลิต ปริมาณวุ้น และความแข็งแรงของเจลของสาหร่าย *G. verrucosa* แตกต่างกัน โดยที่ระดับความเค็ม 17 ‰ สาหร่าย *G. verrucosa* จะให้ผลผลิตต่ำที่สุด

และกุ้งที่ได้มีความแข็งแรงของเจลด้าที่สุด ส่วนสาหร่ายที่เลี้ยงในน้ำที่ระดับความเค็ม 25 – 30 ‰ และมีช่วงการผันแปรของอุณหภูมิน้อยจะเหมาะสมสำหรับสาหร่าย *G. verrucosa* และกุ้งที่ได้จะมีความแข็งแรงของเจลด้าที่สุด

2.4 การนำสาหร่ายมาใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำ

สาหร่ายวุ้นสกุลกราซิลารีย ในปัจจุบันนอกจากจะเป็นอาหารของมนุษย์แล้ว ยังสามารถนำมาใช้ในการเลี้ยงสุกร โค ม้า และมีความต้องการสูงในการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮื้อ และทางด้านการเกษตรอีกด้วย (อาภารัตน์, 2547)

กาญจนา และคณะ (2546) ทำการทดลองเลี้ยงหอยเป่าฮื้อด้วยสาหร่ายพม nang (*Gracilaria fisheri*) ในบ่อคอนกรีตนาน 8 เดือน พบว่า มีอัตราการเจริญเติบโต (โดยน้ำหนัก) เท่ากับ 0.017 กรัมต่อวัน และมีอัตราการรอดตาย 95.50 เปอร์เซ็นต์

3. คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสัตว์น้ำ

3.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสัตว์น้ำ หมายถึง คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคสามารถประเมินได้ด้วยประสาทสัมผัสประกอบด้วย

3.1.1 ลักษณะที่มองเห็น (appearance)

ลักษณะที่มองเห็น ประกอบด้วย สี ขนาด และรูปร่าง และพื้นผิวลักษณะที่มองเห็นในอาหารทะเล ได้แก่ ความขุ่น-ใสของเนื้อ ความมันวาวของเปลือก ความเข้ม - ชืดของสี ลักษณะที่มีเมือก เป็นต้น

3.1.2 กลิ่น (odor/aroma/fragrance)

คำที่นิยมใช้อธิบายกลิ่นของอาหารทะเล ได้แก่ กลิ่นสาหร่ายทะเล กลิ่นบ่อน้ำ กลิ่นคาวปลา กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นแอมโมเนีย กลิ่นยีสต์หมัก กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นหวานเอียน กลิ่นคล้ายชีส กลิ่นเหม็นเน่า เป็นต้น (Lawless and Heymann, 1998)

3.1.3 เนื้อสัมผัส (consistency/texture)

Lawless and Heymann (1998) กล่าวว่า เนื้อสัมผัสของอาหารเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากต่อผู้บริโภค โดยจะเป็นดัชนีที่ชี้ถึงคุณภาพของอาหาร คำที่นิยมใช้ในการบรรยายเกี่ยวกับลักษณะเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแข็ง (hardness), ความกรอบ (crispness หรือ crunchiness) และองค์ประกอบที่เป็นความชื้น (moisture content) ส่วนคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่ใช้ในการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำ จะใช้คำอธิบายคุณลักษณะในเรื่องของความแน่นเนื้อ (firmness), ลักษณะที่ยืดหยุ่นได้ (elasticity), ลักษณะเป็นเส้นใย (fibrousness), ความเหนียว (toughness) และความฉ่ำ (succulence)

3.1.4 กลิ่นรส (flavor)

กลิ่นรส ประกอบด้วย กลิ่นของอาหาร (aromatics) รส (tastes) และความรู้สึกที่เกิดจากปัจจัยทางเคมีในปาก (chemical feeling factors) ซึ่งในอาหารทะเลกลิ่นรสจะเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับสัตว์น้ำของผู้บริโภค กลิ่นรสที่มีอยู่ในสัตว์น้ำ ได้แก่ กลิ่นอับ กลิ่นคล้ายเนื้อไก่ต้มสุก กลิ่นไหม้ กลิ่นรสโลหะ ส่วนรส ได้แก่ รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว รสขม และรสอูมามิ เป็นต้น

Orban *et al.* (1997) ศึกษาถึงลักษณะเนื้อสัมผัสและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลา Sea bream (*Sparus aurata*) ที่ได้จากระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกัน ซึ่งแบ่งระบบของการเลี้ยงออกเป็น 2 ระบบ คือ intensively และ extensively farming system โดย intensively farming system จะเป็นการเลี้ยงในถังน้ำกร่อยและเลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีนและไขมันสูงกว่า ส่วน extensively farming system จะเป็นการเลี้ยงในถังน้ำกร่อยและเลี้ยงด้วยอาหารตามธรรมชาติ จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าตัวอย่างปลาที่ได้จาก intensive farm จะมีค่าความสด, ค่าความฉ่ำน้ำและค่าความเป็นมันวาวสูงกว่า ในขณะที่ตัวอย่างที่ได้จาก extensive farm จะมีลักษณะของเส้นใยสูงกว่า และในตัวอย่างปลาสดจาก intensive farm จะมีกลิ่นสาบแรงกว่า extensive farm แต่หลังจากทำให้สุก พบว่า ไม่มีความแตกต่างเกิดขึ้นในเรื่องของความเข้มข้นของกลิ่น (smell) กลิ่นรส (flavor) ความสว่าง (brightness) และความแน่นเนื้อ (firmness)

Francesco *et al.* (2004) ได้ทำการศึกษาถึงผลของอาหารผสมที่มีต่อคุณภาพของเนื้อปลา rainbow trout โดยการให้อาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ ปลาป่น (FM) และอาหารผสมโปรตีนพืชที่มีการเติมกรดอะมิโนอิสระลงไป (PP) โดยทำการเลี้ยงเป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่าอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงปลามีผลต่อองค์ประกอบของกล้ามเนื้อปลา โดยในปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมันสูงกว่าจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบในเนื้อสูงกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีไขมันต่ำกว่า และเมื่อนำเนื้อปลาหลังจากเก็บไว้นาน 5 วันในน้ำแข็งที่ 1 องศาเซลเซียส มาทำให้สุกด้วยไมโครเวฟที่ 500 วัตต์ นาน 70 วินาที มาทำการทดสอบเชิงพรรณนา (descriptive test) ผลที่ได้ คือ เนื้อปลา trout ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร PP จะมีความกระด้างมากกว่า, มีความหวานน้อยกว่าและมีความเข้มข้นของกลิ่นน้อยกว่าเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร FM

อรสา และคณะ (2548) ทำการทดลองเพื่อศึกษาถึงคุณภาพทางด้านเคมี และด้านประสาทสัมผัสของเนื้อกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมเกลือแร่ (MSF) และเนื้อกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติ (NF) โดยการเลี้ยงกุ้งในบ่อดินที่มีความเค็มของน้ำด่ำ (2 – 3 ส่วนในพันส่วน) ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่มีการเสริมแร่ธาตุและไม่เสริมแร่ธาตุ เป็นเวลา 4 เดือน จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของเนื้อกุ้งกุลาดำสด พบว่า เนื้อกุ้ง MSF และ NF มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน วัดค่าความแน่นเนื้อและความเหนียวของเนื้อกุ้งสดด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยใช้หัววัดชนิด Flat Cylinder P/6 และ Warner – Bratzler Blade ตามลำดับ พบว่า เนื้อกุ้ง MSF มีความแน่นของเนื้อต่ำกว่าเนื้อกุ้ง NF อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันด้านความเหนียว เมื่อนำเนื้อกุ้งมาผ่านการแช่เยือกแข็งที่ -80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วันและเก็บที่ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 วัน พบว่า เนื้อกุ้งกุลาดำทั้ง 2 ชนิดมีค่าความแน่นเนื้อและความเหนียวไม่แตกต่างกัน เมื่อนำเนื้อกุ้งมาต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที พบว่า เนื้อกุ้ง MSF มีค่าการสูญเสียน้ำหนักจากการทำให้สุกน้อยกว่าเนื้อกุ้ง NF อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของเนื้อต้มสุกด้วยวิธี Quantitative Descriptive Analysis พบว่า เนื้อกุ้ง MSF และ NF ต้มสุกมี 10 ลักษณะที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยลักษณะของเนื้อกุ้ง MSF ต้มสุกที่มีคะแนนสูงกว่าเนื้อกุ้ง NF ต้มสุก ได้แก่ ความละเอียดของเนื้อ ความฉ่ำน้ำ กลิ่นไข่ขาวต้มสุก กลิ่นปลานึ่ง กลิ่นชายทะเล และรสอูมามิ แต่ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของกุ้งต้มสุกทั้งสองชนิดด้วยวิธี Texture Profile Analysis และใช้หัววัด Flat Cylinder P/50 แสดงให้เห็นว่า ลักษณะเนื้อสัมผัส ซึ่งได้แก่ ค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น และค่าการตอบสนองการเคี้ยวของเนื้อกุ้งต้มสุกทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการทดลองเลี้ยงปูม้า

- 1.1 ลูกปูม้า จากสถานีวิจัยคลองวาฬ จ.ประจวบคีรีขันธ์ ที่มีอายุประมาณ 45 วัน (น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 25 กรัม) และปูม้าที่มีอายุประมาณ 90 วัน (น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 100 กรัม)
- 1.2 บ่อสำหรับทดลอง ขนาดกว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง เท่ากับ $2 \times 4 \times 1$ เมตร³
- 1.3 ท่อและอุปกรณ์ให้อากาศ จำนวน 3 ชุด
- 1.4 ท่อและอุปกรณ์ในการดูดตะกอน
- 1.5 กระชอน
- 1.6 เครื่องชั่งและอุปกรณ์วัดความยาว
- 1.7 เทอร์โมมิเตอร์
- 1.8 เครื่องมือวัดความเค็ม Hand refractometer รุ่น N.O.W. Tokyo
- 1.9 เครื่องมือวัด pH ยี่ห้อ Trans instruments รุ่น Eco pH
- 1.10 เครื่องมือวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ Oxygen meter รุ่น YSI-57

2. อาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปูม้า

- 2.1 ปลาเป็ดสด (ปลาข้างเหลือง) ซื้อจากตลาดสด จังหวัดชุมพร
- 2.2 หอยแมลงภู่มิมีชีวิตขนาดเล็ก ซื้อจากตลาดสด จังหวัดชุมพร
- 2.3 อาหารเม็ดสดชนิดจมน้ำ (ผลิตเองตามภาคผนวก ก)
- 2.4 สาหร่ายวุ้น (*Gracilaria edulis*) แบบสด ที่รวบรวมจากธรรมชาติ จากตำบลอ่างศิลา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

3. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางเคมี

- 3.1 เครื่องย่อยโปรตีน (Buchi 435)
- 3.2 เครื่องกลั่น โปรตีน (Buchi 323 Distillation Unit)
- 3.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Soxtec System Ht 1043)
- 3.4 เครื่อง Fibertec system M ประกอบด้วย Hot extraction unit 1010 และ Cold extraction unit 1010
- 3.5 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Ohaus 6010H)
- 3.6 เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace) (Phoenix Furnaces Model)

4. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ

- 4.1 Texture analyzer Stable Micro System รุ่น TA-HD
- 4.2 เครื่องวัดสี (Minolta รุ่น CM-3500d)

5. อุปกรณ์อื่นๆ

- 5.1 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง (Sartorius 1219 MP)
- 5.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง (Presica 240 A)
- 5.3 อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี

6. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

- 6.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)
- 6.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)
- 6.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อไข ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)
- 6.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ amino acid ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)
- 6.5 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ fatty acid ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)
- 6.6 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอล ตามวิธีของ A.O.A.C (2000)

7. เครื่องประเมิณผล

- 7.1 เครื่องคอมพิวเตอร์
- 7.2 โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 14.0

วิธีการ

1. ศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปูม้า และคุณภาพของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

ชนิดของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยง มีดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1	ปลาเป็ดสด (ปลาข้างเหลือง)
ชุดการทดลองที่ 2	อาหารเม็ดสดชนิดจมน้ำ
ชุดการทดลองที่ 3	อาหารเม็ดสดชนิดจมน้ำและสาหร่ายวุ้น
ชุดการทดลองที่ 4	สาหร่ายวุ้น

วางแผนการทดลองแบบสุ่มทดลอง (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลองเลี้ยงนาน 8 สัปดาห์ แต่ละชุดการทดลอง ทำ 3 ซ้ำ

1.1 ศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปูม้า

นำลูกปูม้าที่มีอายุประมาณ 45 วัน น้ำหนักเฉลี่ย 25 กรัม ความยาวกระดองประมาณ 3 เซนติเมตร ปล่อยเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร ระดับน้ำสูง 40 เซนติเมตร ปล่อยปูจำนวน 120 ตัวต่อบ่อ เลี้ยงนาน 8 สัปดาห์ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 น. และ 16.00 น. โดยอาหารที่เป็นปลาสด และอาหารเม็ดให้อัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (บรรจง, 2547) โดยจะหั่นปลาเป็ดสดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อน ส่วนสาหร่ายวุ้นให้แบบสดในปริมาณที่มากเกินไป เศษอาหารที่เหลือตกค้างในบ่อจะถูกดูดออกในตอนเช้าของวันถัดไป

ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกสัปดาห์ หรือเมื่อตรวจพบว่าคุณภาพของน้ำลดต่ำลงจนไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงปูม้า ในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ใช้เลี้ยง โดยดูดตะกอนและน้ำออกก่อน แล้วเติมน้ำใหม่ให้เท่ากับระดับเดิม พร้อมกับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ใช้ Oxygen meter, ความเป็นกรดค่า (pH) ใช้ pH meter, ปริมาณค่า (Alkalinity, มิลลิกรัมต่อลิตร) วิเคราะห์โดยวิธี Titrimetric method, ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน) ใช้ Hand refractometer ส่วนอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ใช้ Thermometer วัดอุณหภูมิของน้ำวันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 8.00 น. และ 16.00 น.

ขณะที่ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ทำการนับจำนวนปูม้าที่เหลือของทุกการทดลองและชั่งน้ำหนัก โดยการชั่งน้ำหนักรวมของปูทุกตัวในแต่ละบ่อทดลอง แล้วนำมาตรวจหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และคำนวณอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน และอัตราการรอดตาย ดังแสดงในภาคผนวก ก

นำข้อมูลในการเจริญเติบโตของปูม้า และจำนวนปูม้าที่เหลือมาคำนวณเพื่อปรับปริมาณอาหารที่ให้สำหรับการเลี้ยงในสัปดาห์ต่อไป ทำการบันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้และน้ำหนักอาหารที่เหลือ นำมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร และอัตราแลกเนื้อ ดังแสดงในภาคผนวก ก

1.2 ศึกษาคุณภาพของเนื้อปูม้า

1.2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (proximate composition) กรดอะมิโน (amino acid) กรดไขมัน (fatty acid) และปริมาณคอเลสเตอรอล (cholesterol) ของเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยง คุ่มตัวอย่างปูม้าที่ได้มาล้างทำความสะอาด แคะเปลือก นำเฉพาะส่วนเนื้อมาบดทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี แต่ละตัวอย่างทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

- วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)
- วิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอล และปริมาณกรดไขมัน โดยใช้ Gas chromatography ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)
- ปริมาณกรดอะมิโน โดยใช้ Amino Acid Analyzer ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

ทุกการทดลองวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 14.0

1.2.2 ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพของเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

หลังการทดลองเลี้ยงเสร็จสิ้นแล้ว นำตัวอย่างปูม้ามาทำให้สุกด้วยการนึ่งเป็นเวลา 10 นาที นำเฉพาะส่วนเนื้อมาทดสอบ โดยแบ่งเนื้อปูออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนเนื้อก้าม ส่วนเนื้อรยางค์ ส่วนเนื้อก้อน และส่วนเนื้อลำตัว นำมาวัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี แสดงผลในระบบ L* a* b* ซึ่งเป็นค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ตามลำดับ และนำเฉพาะเนื้อก้ามมาทดสอบ ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture analyzer Stable Micro System วัดค่าความเหนียวของเนื้อ (toughness) โดยใช้หัววัดแบบใบมีดชนิด Warner-Bratzler blade หัววัดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 มิลลิเมตรต่อวินาที ตัดส่วนเนื้อก้ามปูออกเป็น 2 ส่วน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 14.0

1.2.3 ศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

ศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยนำเนื้อปูม้าที่ผ่านการทำให้สุก เช่นเดียวกับข้อ 1.2.2 มาทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติและการยอมรับรวม และทดสอบการจัดกลุ่มของปูตามสีของเนื้อปู โดยทดสอบแบบ Multi-sample test โดยใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 7 คน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 14.0

2. ศึกษาการเจริญเติบโตของปูม้า และคุณภาพของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน

ชนิดของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยง มีดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1	ปลาเป็ดสด (ปลาข้างเหลือง)
ชุดการทดลองที่ 2	หอยแมลงภู่
ชุดการทดลองที่ 3	อาหารเม็ดสดชนิดจมน้ำ
ชุดการทดลองที่ 4	ปลาเป็ดสด (ปลาข้างเหลือง) และสาหร่ายวุ้น
ชุดการทดลองที่ 5	หอยแมลงภู่ และสาหร่ายวุ้น
ชุดการทดลองที่ 6	อาหารเม็ดสดชนิดจมน้ำ และสาหร่ายวุ้น
ชุดการทดลองที่ 7	สาหร่ายวุ้น

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) ทำการทดลองเลี้ยงนาน 4 สัปดาห์ แต่ละชุดการทดลอง ทำ 2 ซ้ำ

2.1 ศึกษาการเจริญเติบโตของปูม้า

นำปูม้าที่มีอายุประมาณ 90 วัน น้ำหนักเฉลี่ย 100 กรัม ความยาวกระดองประมาณ 10 เซนติเมตร ปล่อยเลี้ยงในบ่อจำนวนบ่อละ 30 ตัว เลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เวลา 08.00 น. และ 16.00 น. โดยอาหารที่เป็นปลาสดและอาหารเม็ดให้ในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ของ น้ำหนักตัว ให้หอยแมลงภู่แบบที่ยังมีชีวิตทั้งเปลือก และให้สาหร่ายวุ้นแบบสดในปริมาณที่มากเกินไป พอเศษอาหารที่เหลือตกค้างในบ่อจะถูกดูดออกในตอนเช้าของวันถัดไป

การเปลี่ยนถ่ายน้ำ และวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ทำเช่นเดียวกับข้อ 1.1

การเก็บข้อมูลในการเจริญเติบโตของปูม้า และการปรับปริมาณอาหารสำหรับ สัปดาห์ต่อไป ทำเช่นเดียวกับข้อ 1.1

2.2 ศึกษาคุณภาพของเนื้อปูม้า

2.2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี กรดอะมิโน กรดไขมัน ปริมาณคอเลสเตอรอล และปริมาณแอสตาแซนธิน (astaxanthin) ของเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่าง ชนิดกัน

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี กรดอะมิโน กรดไขมัน และปริมาณ คอเลสเตอรอลทำเช่นเดียวกับข้อ 1.2.1 ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณแอสตาแซนธิน ใช้วิธีของสุค สายชล (2541) ที่ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Kobayashi *et al.* (1991)

2.2.2 ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพของเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงแบบขุนด้วย อาหารต่างชนิดกัน

ทำเช่นเดียวกับข้อ 1.2.2

2.2.3 ศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน

ทำเช่นเดียวกับข้อ 1.2.3

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

ทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน กาก เถ้า และความชื้นของอาหารแต่ละชนิด ด้วยวิธีของ A.O.A.C. (2000) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ หรือ Nitrogen free extract (NFE) คำนวณจากสูตร

$$\text{NFE} = 100 - (\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} + \text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} + \text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} + \text{เปอร์เซ็นต์เถ้า} + \text{เปอร์เซ็นต์เยื่อใย})$$

ค่าพลังงานที่ย่อยได้ของอาหาร (Digestible Energy; DE, กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม) คำนวณจากสูตร

$$\text{DE} = (\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} \times 4) + (\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} \times 8) + (\text{เปอร์เซ็นต์ NFE} \times 2.8)$$

ซึ่งตัวเลข 4, 8 และ 2.8 เป็นค่าพลังงานที่ย่อยได้ สำหรับ โปรตีน ไขมัน และ NFE นก 1 กรัม ตามลำดับ มีหน่วยเป็น กิโลแคลอรี

4. สถานที่ทำการทดลอง

4.1 ห้องปฏิบัติการแปรรูปสัตว์น้ำ และห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

4.2 สินทะเลไทยฟาร์ม อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร

5. ระยะเวลาทำการทดลอง

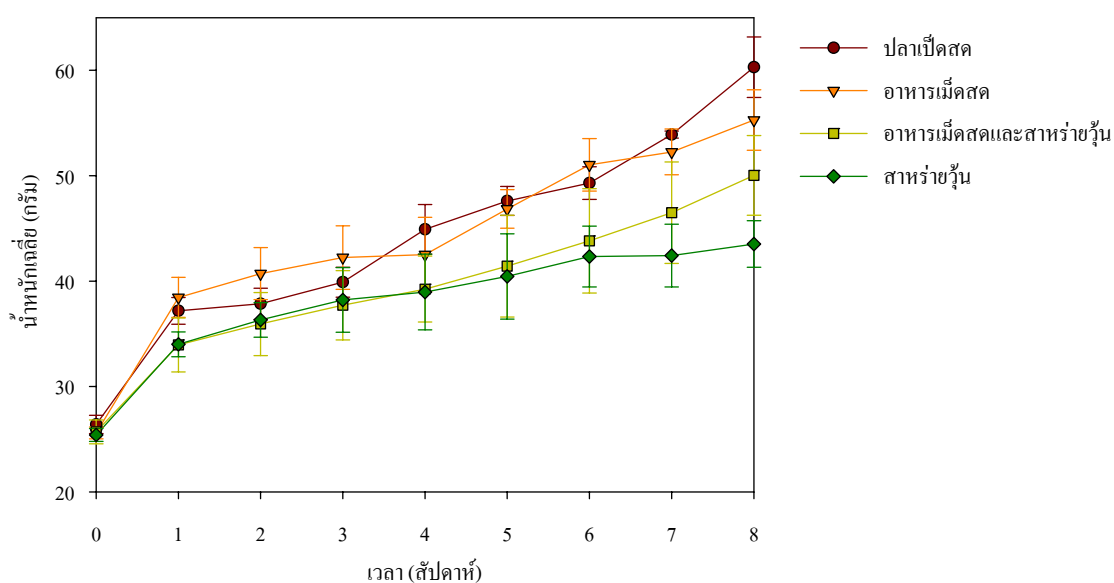
เริ่มทดลองเดือนมีนาคม 2549 สิ้นสุดการทดลองเดือนกรกฎาคม 2550

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปูม้า และคุณภาพของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

1.1 การเจริญเติบโตของลูกปูม้า

การทดลองเลี้ยงปูม้า ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 25 กรัม โดยให้อาหารทดลอง 4 ชนิด ได้แก่ ปลาเป็ดสด อาหารเม็ดสด อาหารเม็ดชนิดสดจมน้ำและสาหร่ายวุ้น และให้สาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียววนาน 8 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวที่เพิ่มขึ้น

การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักต่อตัวที่เพิ่มขึ้นของปูม้าหลังการทดลองเลี้ยง 8 สัปดาห์ พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดมีน้ำหนักต่อตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงที่สุด เท่ากับ 128.64 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักต่อตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 116.13, 94.50 และ 71.95 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดจะแตกต่างจากปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

โดยการเจริญเติบโตของปูม้าจากทุกชุดการทดลองทั้งหมดค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองของ ชานินทร (2532) ที่ทำการทดลองเลี้ยงปูม้าในกระชังนาน 6 สัปดาห์ มีการเจริญเติบโตของปูม้าเท่ากับ 18.40 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ซึ่งมากกว่าของ ชานินทร (2532) ที่ให้อาหารเพียงวันละครั้งในตอนเช้า

ตารางที่ 6 การเพิ่มของน้ำหนักปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองจากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)
1 ปลาเป็ดสด	128.64 ± 8.60^a
2 อาหารเม็ดสด	$116.13 \pm 8.39^{a,b}$
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	$94.50 \pm 10.06^{b,c}$
4 สาหร่ายวุ้น	71.95 ± 18.18^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของปูม้า พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุด เท่ากับ 1.48 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้น มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 1.38, 1.19 และ 0.96 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูม้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

การเจริญเติบโตของปูม้าจะวัดจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และความถี่ในการลอกคราบแต่ละครั้ง (บรรจง, 2547) ปริมาณโปรตีน และไขมันในอาหารที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของปู (Catacutan, 2002) โดยการทดลองในครั้งนี้ที่ปลาเป็ดสด อาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้นจะมีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงกว่าในสาหร่าย (ตารางผนวกที่ ก1) ซึ่งทำให้ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดและอาหารเม็ดสดจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sheen and Wu (1999) ที่รายงานว่าปูทะเล (*Scylla serrata*) ที่ได้รับอาหารที่มีไขมันจะมีความถี่ในการลอกคราบสูงกว่าปูที่ได้รับอาหารที่ไม่มีไขมัน

ตารางที่ 7 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)
1 ปลาเป็ดสด	1.48 ± 0.07^a
2 อาหารเม็ดสด	$1.38 \pm 0.07^{a,b}$
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	1.19 ± 0.09^b
4 สาหร่ายวุ้น	0.96 ± 0.19^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

อัตราการรอดตายของปูม้า

อัตราการรอดตายของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันตลอดการทดลอง พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดมีอัตราการรอดตายสูงสุด เท่ากับ 90.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสด และสาหร่ายวุ้น มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 86.66, 75.83 และ 74.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 3) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราการรอดตายของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยอัตราการรอดตายของปูม้าทุกชุดการทดลองค่อนข้างสูง (74.72 – 90.00 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบ เทียบกับของบุญชัย และทวี (2523) และ ชานินทร (2532) ที่ทดลองเลี้ยงลูกปูม้าระยะ

first crab และลูกปูม้าที่น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 45 กรัม พบว่ามีอัตราการรอดตายอยู่ในช่วง 33.22 – 37.03 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการทดลองครั้งนี้จะให้อาหารอย่างเพียงพอ มีการทำที่กำบังหลบซ่อนตัวสำหรับปูม้า และปล่อยลูกปูม้าที่ไม่หนาแน่นมาก (30 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งสอดคล้องกับ ภมรพรรณ และ วารินทร์ (2548) ที่รายงานว่าลูกปูม้าที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นต่ำกว่าจะมีอัตราการรอดตายที่สูงกว่าลูกปูม้าที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นสูง และอัตราการรอดตายของปูม้าจะขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดการภายในบ่อเลี้ยง และระยะเวลาในการเลี้ยงด้วย (สุเมธ, 2526)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดตายเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

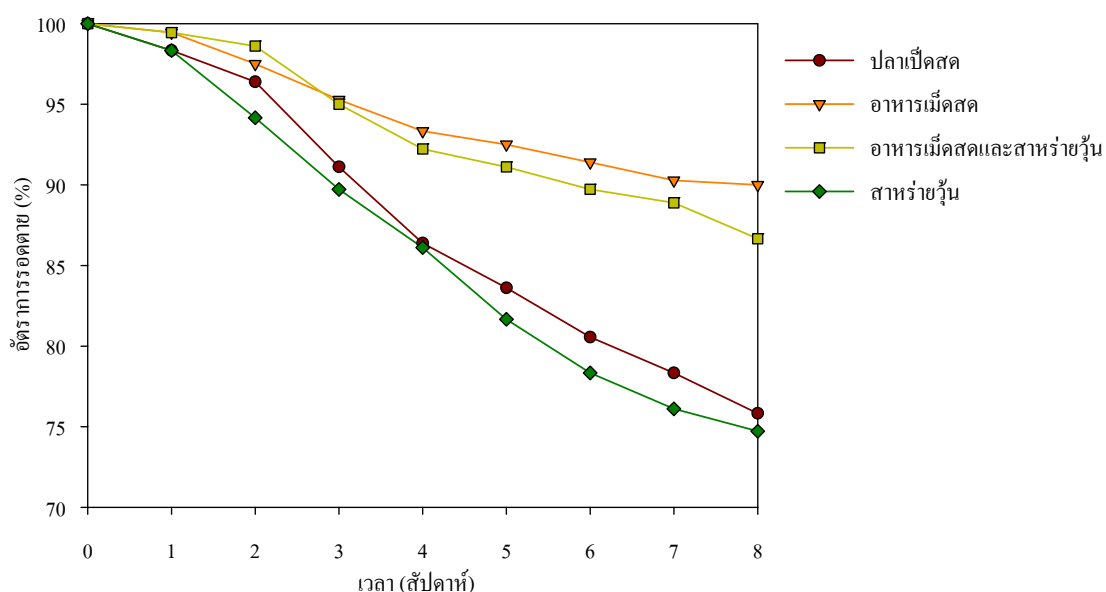
ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยอัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)
1 ปลาเป็ดสด	75.83 ± 4.17 ^b
2 อาหารเม็ดสด	90.00 ± 5.00 ^a
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	86.66 ± 3.82 ^a
4 สาหร่ายวุ้น	74.72 ± 5.42 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein efficiency Ratio, PER)

เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารแต่ละชนิด ซึ่งหมายถึง ค่าที่ใช้ในการประเมินแหล่งของโปรตีนสำหรับอาหารสัตว์น้ำ โดยคุณภาพของโปรตีนในอาหารจะมีผลต่อค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร และค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารนี้จะรวมถึงปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ใช้ในการเจริญเติบโตด้วย (Mazid *et al.*, 1997) ผลการทดลอง พบว่า ปลาเป็ดสดมีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารสูงที่สุด คือ 1.98 รองลงมา ได้แก่ อาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้น มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารเท่ากับ 1.52, 1.50 และ 1.21 ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารทั้ง 4 ชุดการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งจากการทดลองอาหารที่ใช้มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารใกล้เคียงกับรายงานของ Goytortúa-Bores *et al.* (2006) ที่ทดลองในกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*)

จากการทดลองครั้งนี้ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารของปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาเป็ดสดมีค่าสูงที่สุด แสดงว่าปูม้าสามารถนำโปรตีนจากปลาเป็ดสดไปใช้ได้ดีกว่าอาหารเม็ดสด และสาหร่ายวุ้น ทั้งนี้เนื่องจากปลาเป็ดสดมีองค์ประกอบโปรตีนที่ใกล้เคียงกับองค์ประกอบ โปรตีนของปูม้า และยังย่อยสลายและดูดซึมได้ดีกว่าอาหารเม็ดสด ซึ่งองค์ประกอบโปรตีนถูก เปลี่ยนแปลงโครงสร้างโดยการให้ความร้อน ส่วนสาหร่ายวุ้นมีโปรตีนในปริมาณต่ำ และมี เซลลูโลสที่ทำให้ย่อยสลายและดูดซึมได้ยากกว่า



ภาพที่ 3 อัตราการรอดตายของปูม้าตลอดการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

อัตราแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio, FCR)

การศึกษาอัตราแลกเนื้อ พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น มีอัตราแลกเนื้อสูงที่สุด เท่ากับ 6.75 รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสด และปลา เป็ดสด มีอัตราแลกเนื้อเท่ากับ 4.76, 4.43 และ 4.04 ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราแลกเนื้อของปูม้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยอัตราแลกเนื้อของ การทดลองนี้ (4.04 – 6.75) มีค่าต่ำกว่าของ Lim *et al.* (1997), Goytortúa-Bores *et al.* (2006) และ ฐานันดร และคณะ (2550) ที่ทดลองในกุ้งขาว (*L. vannamei*) และกุ้งกุลาดำ (*P. monodon*) ที่มีอัตรา

แลกเนื่ออยู่ในช่วง 1.18 – 2.55, 1.40 – 1.54 และ 1.51 – 2.13 ตามลำดับ แสดงว่าการเลี้ยงปูเมื่อเทียบกับการเลี้ยงกุ้งต้องให้อาหารมากกว่า ทำให้ต้นทุนการเลี้ยงและราคาสูงกว่าด้วย

โดยทั่วไป อัตราแลกเนื่อควรจะน้อยกว่า 1.5 – 2 ซึ่งแสดงว่าสัตว์น้ำสามารถนำอาหารไปใช้ได้มีประสิทธิภาพ แต่ถ้าอัตราแลกเนื่อสูงอาจเนื่องมาจากปริมาณสารอาหารในอาหารไม่เพียงพอ หรือให้อาหารมากเกินไป (ฐานันคร และคณะ, 2550)

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปูม้า และอัตราแลกเนื่อของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร	อัตราแลกเนื่อ
1 ปลาเบ็ดสด	1.98 ± 0.21^a	4.04 ± 0.45^b
2 อาหารเม็ดสด	1.52 ± 0.09^b	4.43 ± 0.27^b
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	$1.50 \pm 0.16^{b,c}$	4.76 ± 0.53^b
4 สาหร่ายวุ้น	1.21 ± 0.13^c	6.75 ± 1.47^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1.2 คุณภาพของเนื่อปูม้า

1.2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี กรดอะมิโน กรดไขมัน และปริมาณคอเลสเตอรอลของเนื่อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปูม้าเมื่อเริ่มทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองหลังจากเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยมีปูม้าที่จับจากธรรมชาติที่มีขนาดใกล้เคียงกันเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ ผลการทดลองเป็นดังนี้

ปริมาณความชื้นในเนื่อปู พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด เท่ากับ 84.76 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ เนื่อปูม้าจากธรรมชาติ ปูม้าที่เลี้ยงด้วย

อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสด และปลาแปดสด มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 82.31, 80.25, 78.33 และ 77.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณความชื้นในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณโปรตีนในเนื้อปู พบว่า ปูม้าจากธรรมชาติมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด คือ 14.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสด อาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้น มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 12.24, 12.10, 10.86 และ 8.49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณโปรตีนในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณไขมันในเนื้อปู พบว่า ปูม้าจากธรรมชาติมีปริมาณไขมันในเนื้อสูงที่สุด เท่ากับ 1.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้น และอาหารเม็ดสด มีปริมาณไขมันเท่ากับ 0.94, 0.49, 0.38 และ 0.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณไขมันในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณเถ้าในเนื้อปู พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้นมีปริมาณเถ้าสูงที่สุด เท่ากับ 2.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น และอาหารเม็ดสด มีปริมาณเถ้าในเนื้อเท่ากับ 2.51 และ 2.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ส่วนปูม้าจากธรรมชาติและปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสดมีปริมาณเถ้าในเนื้อต่ำที่สุดและเท่ากัน คือ 1.79 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณเถ้าในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อปู พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อสูงที่สุด เท่ากับ 7.87 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น สาหร่ายวุ้น และปูม้าจากธรรมชาติมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อเท่ากับ 6.97, 5.71, 3.86 และ 0.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี หากพิจารณาปริมาณโปรตีนและไขมันที่เป็นองค์ประกอบ จะเห็นว่า ปูม้าที่จับจากธรรมชาติมีคุณภาพสูงกว่าปูม้าที่ทดลองเลี้ยงทุกชุดการทดลอง

จากผลการทดลองครั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปูม้า จะมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Wen *et al.* (2006) ที่รายงานว่าองค์ประกอบทางเคมีของปู Chinese mitten-handed crab (*E. sinensis*) มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 71.89 – 82.67% ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 8.36 – 14.84% ปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 1.47 – 6.52% และปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 1.77 – 1.90%

โดยทั่วไปปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันในเนื้อที่แตกต่างกันจะเป็นผลมาจากอาหารที่ให้ (Bjerkeng *et al.*, 1997) และปริมาณไขมันในอาหารที่เหมาะสมสำหรับสัตว์ทะเลมีเปลือกจะอยู่ในช่วง 2 – 10% (Sheen and Wu, 1999)

ตารางที่ 10 องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักเปียก) ของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักเปียก)				
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
ปูจากธรรมชาติ	82.31±0.31 ^b	14.15±0.88 ^a	1.03±0.08 ^a	1.79±0.17 ^b	0.72±0.64 ^d
1 ปลาเป็ดสด	77.16±0.55 ^c	12.24±0.66 ^b	0.94±0.25 ^a	1.79±0.24 ^b	7.87±0.54 ^a
2 อาหารเม็ดสด	78.33±0.67 ^d	12.10±0.26 ^b	0.27±0.14 ^b	2.33±0.37 ^a	6.97±1.34 ^{a,b}
3 อาหารเม็ดสด และสาหร่ายวุ้น	80.25±1.13 ^c	10.86±0.41 ^c	0.49±0.04 ^b	2.69±0.13 ^a	5.71±0.91 ^b
4 สาหร่ายวุ้น	84.76±1.13 ^a	8.49±1.24 ^d	0.38±0.18 ^b	2.51±0.20 ^a	3.86±1.90 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อนำตัวอย่างปูม้าที่ได้จากธรรมชาติ และจากการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน มาวิเคราะห์ปริมาณของกรดอะมิโน กรดไขมัน และคอเลสเตอรอล ผลการทดลองมีดังนี้

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อปูม้า พบว่า ปริมาณกรดอะมิโนแต่ละชนิดส่วนใหญ่จะไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) โดยเมื่อโปรตีนที่ปูได้รับผ่านกระบวนการเผาผลาญในร่างกายแล้วจะได้กรดอะมิโนที่อยู่ในรูปของกรดอะมิโนที่จำเป็น ซึ่งประกอบด้วย arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophan และ valine เพื่อใช้สำหรับการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ เมื่อพิจารณาเฉพาะกรดอะมิโนที่จำเป็น พบว่า ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นในเนื้อปูม้าไม่แตกต่างกัน ยกเว้น arginine และ methionine ที่มีความแตกต่างกัน โดยปริมาณของ arginine และ methionine ในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณสูงที่สุด และแตกต่างจากปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.59 และ 0.33 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ตามลำดับ (ตารางที่ 11)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันในเนื้อปูม้า พบว่า ปริมาณกรดไขมันในเนื้อปูม้าส่วนใหญ่แล้วจะไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ส่วนกรดไขมันที่พบว่ามีปริมาณแตกต่างกัน ได้แก่ stearic acid, linoleic acid และ lignoceric acid เมื่อพิจารณาเฉพาะกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid (ARA), eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA) พบว่า ในเนื้อปูม้าไม่มี linolenic acid และ DHA ส่วนปริมาณของ oleic acid, ARA และ EPA ในเนื้อปูม้ามีค่าไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ปริมาณของ linoleic acid ในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 9.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวัน ปลาเบ็ดสด และที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวมีปริมาณของ linoleic acid ในเนื้อเท่ากับ 8.81, 8.24 และ 5.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้ ปริมาณกรดไขมันในเนื้อปูมีปริมาณสูง เมื่อเทียบกับ Wen *et al.* (2006) ที่รายงานไว้ในเนื้อปู Chinese mitten-handed crab (*E. sinensis*) มีปริมาณของ ARA อยู่ในช่วง 3.0 – 4.9 เปอร์เซ็นต์ และ EPA อยู่ในช่วง 7.3 – 10.2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

โดยที่ EPA จะมีผลในด้านการพัฒนาของลูกปูวัยอ่อน ส่วน DHA จะเป็นตัวหลักในการเร่งให้เกิดการลอกคราบในปูทะเล ซึ่งจากหน้าที่ที่แตกต่างกันของ EPA และ DHA จึงทำให้มีการกระจายอยู่ในเนื้อเยื่อส่วนที่ต่างกัน คือ DHA จะพบใน neural tissue ได้แก่ สมองและก้านตา ในขณะที่ EPA จะพบตามเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ (Holme *et al.*, 2007)

ตารางที่ 11 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

Amino acid (กรัม/100กรัม ตัวอย่าง)	ชุดการทดลอง				
	ปูจากธรรมชาติ	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาเบ็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสด และสาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย สาหร่ายวุ้น
Alanine	0.47 ± 0.01^b	0.48 ± 0.02^b	0.48 ± 0.03^b	0.53 ± 0.01^a	0.53 ± 0.00^a
Arginine	1.39 ± 0.02^b	1.42 ± 0.03^b	1.45 ± 0.04^b	1.40 ± 0.02^b	1.59 ± 0.00^a
Aspartic acid	2.00 ± 0.02^b	2.00 ± 0.02^b	2.04 ± 0.06^b	2.07 ± 0.02^a	2.15 ± 0.00^a
Cystine	0.70 ± 0.02^a	0.71 ± 0.02^a	0.70 ± 0.01^a	0.74 ± 0.03^a	0.46 ± 0.01^b
Glutamic acid ^{ns}	1.53 ± 0.01	1.60 ± 0.03	1.52 ± 0.02	1.57 ± 0.06	1.54 ± 0.01
Glycine	1.12 ± 0.02^b	1.23 ± 0.04^a	1.26 ± 0.05^a	1.11 ± 0.01^b	1.14 ± 0.00^b
Histidine ^{ns}	0.49 ± 0.01	0.57 ± 0.09	0.49 ± 0.01	0.45 ± 0.00	0.57 ± 0.04
Isoleucine ^{ns}	0.24 ± 0.01	0.27 ± 0.01	0.25 ± 0.03	0.26 ± 0.01	0.27 ± 0.00
Leucine ^{ns}	0.78 ± 0.01	0.79 ± 0.01	0.77 ± 0.02	0.73 ± 0.08	0.77 ± 0.00
Lysine ^{ns}	0.95 ± 0.06	1.00 ± 0.01	1.00 ± 0.01	0.93 ± 0.04	0.95 ± 0.01
Methionine	0.27 ± 0.01^b	0.28 ± 0.01^b	0.29 ± 0.02^b	0.29 ± 0.01^b	0.33 ± 0.00^a
Phenylalanine ^{ns}	0.37 ± 0.03	0.43 ± 0.01	0.41 ± 0.02	0.41 ± 0.10	0.41 ± 0.04
Proline ^{ns}	0.57 ± 0.01	0.61 ± 0.00	0.61 ± 0.00	0.58 ± 0.02	0.57 ± 0.03
Serine ^{ns}	0.61 ± 0.00	0.61 ± 0.02	0.57 ± 0.04	0.57 ± 0.03	0.59 ± 0.01
Threonine ^{ns}	0.48 ± 0.01	0.50 ± 0.02	0.49 ± 0.04	0.52 ± 0.01	0.53 ± 0.03
Tryptophan ^{ns}	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.07 ± 0.01
Tyrosine ^{ns}	0.41 ± 0.01	0.47 ± 0.01	0.43 ± 0.01	0.42 ± 0.03	0.41 ± 0.01
Valine ^{ns}	0.20 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.25 ± 0.01	0.18 ± 0.02	0.18 ± 0.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 12 องค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

Fatty acid (เปอร์เซ็นต์)	ชุดการทดลอง				
	ปูจากธรรมชาติ	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาเบ็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสดและ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย สาหร่ายวุ้น
Palmitic acid (C16:0) ^{ns}	23.55 ± 0.54	24.14 ± 0.16	23.49 ± 1.43	24.15 ± 3.37	20.78 ± 0.51
Palmitoleic acid (C16:1) ^{ns}	1.96 ± 0.11	2.24 ± 0.15	2.29 ± 0.16	2.36 ± 0.51	2.43 ± 0.10
Stearic acid (C18:0)	13.75 ± 0.90 ^b	13.45 ± 0.29 ^b	12.77 ± 0.93 ^b	13.08 ± 0.49 ^b	16.36 ± 1.59 ^a
Oleic acid (C18:1) ^{ns}	16.90 ± 0.65	19.21 ± 1.58	18.65 ± 1.51	17.24 ± 1.65	18.82 ± 1.16
Linoleic acid (C18:2)	5.37 ± 0.55 ^b	8.24 ± 0.57 ^a	9.18 ± 1.51 ^a	8.81 ± 0.07 ^a	5.91 ± 0.67 ^b
Arachidonic acid (ARA) (C20:4) ^{ns}	8.99 ± 0.62	7.57 ± 0.62	7.41 ± 0.09	8.71 ± 0.30	8.05 ± 1.24
Eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5) ^{ns}	13.45 ± 0.37	11.40 ± 0.51	12.85 ± 0.52	12.20 ± 0.34	12.69 ± 2.16
Lignoceric acid (C24:0)	16.04 ± 0.48 ^a	13.78 ± 0.81 ^{a,b}	13.37 ± 0.96 ^b	13.46 ± 1.29 ^b	14.98 ± 0.91 ^{a,b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเบ็ดสดมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 60.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปูม้าจากธรรมชาติ และปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น มีปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อเท่ากับ 58.41, 55.58, 54.77 และ 54.71 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 13) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ มีปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวที่แตกต่างกันกับเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ แต่ไม่ต่างกันกับเนื้อปูม้าจากธรรมชาติ

การที่ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีปริมาณต่ำกว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากได้รับอาหารที่มีไขมันไม่เพียงพอ ซึ่งทำให้ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวเจริญเติบโตได้ช้า เนื่องจากคอเลสเตอรอลมีหน้าที่สำคัญในการเป็นส่วนประกอบของเซลล์ อีกทั้งยังเป็นสารตั้งต้นของ steroid hormones และฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการลอกคราบ เป็นต้น แต่ก็เป็นผลทำให้มีปริมาณคอเลสเตอรอลสะสมในเนื้อน้อยกว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ จากผลการทดลองที่ได้ พบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลอยู่ในช่วง 54.71 – 60.10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่ารายงานของ Mathew *et al.* (1999) ที่พบว่าปริมาณคอเลสเตอรอลในปูม้าเท่ากับ 66.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

ตารางที่ 13 ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ปริมาณคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100กรัมตัวอย่าง)
ปูจากธรรมชาติ	54.77 ± 0.08^d
1 ปลาเบ็ดสด	60.10 ± 0.02^a
2 อาหารเม็ดสด	58.41 ± 0.05^b
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	55.58 ± 0.03^c
4 สาหร่ายวุ้น	54.71 ± 0.04^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1.2.2 คุณภาพทางด้านกายภาพโดยการวัดสี และทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงปูม้าเป็นเวลา 8 สัปดาห์ นำเฉพาะส่วนเนื้อของปูที่ได้จากการทดลอง และปูจากธรรมชาติที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับปูเมื่อสิ้นสุดการทดลอง วัดค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเนื้อปูส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัว ผลการทดลองมีดังนี้

ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัวของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นมีค่าความสว่างของเนื้อทุกส่วน (ส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัว) ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 61.40, 56.73, 65.61 และ 75.00 ตามลำดับ (ตารางที่ 14, 15, 16 และ 17) และมีค่าต่ำกว่าเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ปลาเป็ดสด อาหารเม็ดสด และอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น แสดงว่า สีของเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงสาหร่ายวุ้นจะทึบมากที่สุด โดยในภาพรวมส่วนของเนื้อก้อนซึ่งเป็นเนื้อขาว ค่าความสว่างที่สูงที่สุดเป็นเนื้อก้อนของปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสด และมีค่าสูงกว่าค่าความสว่างของเนื้อก้อนของปูที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น และเนื้อส่วนอื่นของปูม้าอีกด้วย

ค่าสีแดง (a^*) ของเนื้อส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัวของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นมีค่าสีแดงของเนื้อ ส่วนก้ามและรยางค์สูงที่สุด และมีค่าต่างจากปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 10.28 และ 5.68 (ตารางที่ 14 และ 15) ส่วนเนื้อก้อนและเนื้อลำตัวมีค่าสีแดงเท่ากับ -1.31 และ 0.60 ซึ่งไม่แตกต่างจากปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น แต่จะต่างจากปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสด และอาหารเม็ดสด (ตารางที่ 16 และ 17)

ค่าสีเหลือง (b^*) ของเนื้อส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัวของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดมีค่าสีเหลืองของเนื้อทุกส่วน (ส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัว) ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 10.74, 10.28, 9.21 และ 11.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 14, 15, 16 และ 17) และมีค่าต่ำกว่าเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ ได้แก่ อาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้น

ตารางที่ 14 ค่าสีของส่วนเนื้อก้ามของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L*	a*	b*
1 ปลาเป็ดสด	64.14 $\pm$ 0.49 ^b	3.59 $\pm$ 0.87 ^c	10.74 $\pm$ 0.99 ^d
2 อาหารเม็ดสด	65.27 $\pm$ 0.27 ^a	5.92 $\pm$ 0.26 ^b	13.86 $\pm$ 0.38 ^b
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	65.23 $\pm$ 0.36 ^a	6.26 $\pm$ 0.45 ^b	18.45 $\pm$ 0.63 ^a
4 สาหร่ายวุ้น	61.40 $\pm$ 0.36 ^c	10.28 $\pm$ 0.17 ^a	11.92 $\pm$ 1.73 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 15 ค่าสีของส่วนเนื้อรยางค์ของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L*	a*	b*
1 ปลาเป็ดสด	65.40 $\pm$ 0.73 ^a	1.40 $\pm$ 0.34 ^c	10.28 $\pm$ 0.56 ^c
2 อาหารเม็ดสด	60.51 $\pm$ 1.23 ^b	3.96 $\pm$ 0.68 ^b	17.44 $\pm$ 1.43 ^a
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	58.04 $\pm$ 0.48 ^c	4.04 $\pm$ 1.61 ^b	13.16 $\pm$ 1.10 ^b
4 สาหร่ายวุ้น	56.73 $\pm$ 2.46 ^d	5.68 $\pm$ 0.62 ^a	16.23 $\pm$ 3.23 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ค่าสีส่วนผิวนอกของเนื้อปูแสดงให้เห็นว่าอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงจะมีผลต่อคุณภาพด้านสีของปูม้า ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากเนื้อส่วนก้าม และส่วนรยางค์ โดยปูที่ได้จากธรรมชาติส่วนผิวนอกของเนื้อจะเป็นสีน้ำตาล แต่ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น ส่วนผิวนอกของเนื้อจะมีสีออกแดง และมีค่าสีแดงสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากในสาหร่ายวุ้นมีสารให้สีกลุ่มไฟโคบิลิน (phycobilin) เป็นส่วนประกอบ (กาญจนภาชน์, 2527) และเมื่อพิจารณาปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด และปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น จะเห็นว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้นจะมีค่าสีแดงสูงกว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bjerkeng *et al.* (1997) และ Francesco *et al.* (2004) ที่

รายงานว่าการมีผลต่อคุณลักษณะด้านสีของเนื้อปลาแซลมอน (*Salmo salar*) และปลา rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

ตารางที่ 16 ค่าสีของส่วนเนื้อก้อนของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L*	a*	b*
1 ปลาเปิดสด	79.77 $\pm$ 0.13 ^a	-2.18 $\pm$ 0.11 ^b	9.21 $\pm$ 0.36 ^d
2 อาหารเม็ดสด	77.49 $\pm$ 0.16 ^b	-2.32 $\pm$ 0.18 ^b	11.39 $\pm$ 0.49 ^c
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	77.52 $\pm$ 0.24 ^b	-1.28 $\pm$ 0.11 ^a	13.33 $\pm$ 0.29 ^b
4 สาหร่ายวุ้น	65.61 $\pm$ 0.49 ^c	-1.31 $\pm$ 0.12 ^a	17.60 $\pm$ 0.47 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดัง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 17 ค่าสีของส่วนเนื้อลำตัวของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L*	a*	b*
1 ปลาเปิดสด	78.78 $\pm$ 0.10 ^a	-0.62 $\pm$ 0.08 ^b	11.20 $\pm$ 0.29 ^c
2 อาหารเม็ดสด	78.75 $\pm$ 0.06 ^a	-1.31 $\pm$ 0.12 ^c	12.22 $\pm$ 0.48 ^b
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	77.64 $\pm$ 0.10 ^b	-0.99 $\pm$ 0.06 ^{a,b}	12.07 $\pm$ 0.38 ^b
4 สาหร่ายวุ้น	75.00 $\pm$ 0.11 ^c	0.60 $\pm$ 0.15 ^a	14.07 $\pm$ 0.46 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดัง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงปูม้าเป็นเวลา 8 สัปดาห์ นำเฉพาะส่วนเนื้อก้ามมาวัดค่าความเหนียวด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า เนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดมีค่าความความเหนียวของเนื้อสูงที่สุด เท่ากับ 9.35 นิวตัน รองลงมา ได้แก่ เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีค่าความความเหนียวเท่ากับ 7.65, 7.58 และ 6.00 นิวตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 18) ผลวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าความเหนียวของเนื้อปู

เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยที่ค่าความเหนียวเป็นค่าที่ได้จากการใช้แรงฉีกเนื้อปูม้า และค่าความเหนียวจะแสดงถึงลักษณะของการจับตัวกันและความแข็งแรงของเส้นใยกล้ามเนื้อ (อรสา และคณะ, 2548) ดังนั้นจึงแสดงว่า อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงจะมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปูม้า

ตารางที่ 18 ค่าความเหนียวของเนื้อปู (นิวตัน) ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าความเหนียว (นิวตัน)
1 ปลาเป็ดสด	7.65 ± 0.12^b
2 อาหารเม็ดสด	9.35 ± 0.04^a
3 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	7.58 ± 0.02^b
4 สาหร่ายวุ้น	6.00 ± 0.03^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

1.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบความแตกต่างโดยการจัดกลุ่มของปูตามสีของเนื้อปู พบว่าผู้ทดสอบไม่สามารถระบุถึงความแตกต่างของสีของเนื้อส่วนก้นและเนื้อส่วนลำตัวของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันได้ เนื่องจากเนื้อส่วนก้นและส่วนลำตัวจะเป็นสีขาวทำให้คล้ายกัน (ภาพที่ 4) แต่ผู้ทดสอบสามารถระบุถึงความแตกต่างของสีของเนื้อส่วนก้ามและส่วนรยางค์ได้ เนื่องจากเนื้อส่วนก้ามและส่วนรยางค์จะมีสีที่มีสีตรงส่วนผิวเนื้อ (ภาพที่ 5)



ให้ปลาเปิดสด ให้อาหารเม็ดสด ให้อาหารเม็ดสด ให้สาหร่ายวัน
และสาหร่ายวัน

ภาพที่ 4 ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนก้อนของปูม้าสุกจากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์



ให้ปลาเปิดสด ให้อาหารเม็ดสด ให้อาหารเม็ดสด ให้สาหร่ายวัน
และสาหร่ายวัน

ภาพที่ 5 ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนก้ามของปูม้าสุกจากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนา ผู้ทดสอบได้อธิบายลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของเนื้อปูส่วนก้อนหลังจากทำให้สุก ดังนี้ เนื้อปูจากทุกชุดการทดลองจะมีลักษณะเป็นก้อน ไม่ละเอียด มีสีขาวเหมือนกัน เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสดและอาหารเม็ดสดจะมีกลิ่นหอมหวานของปูสุกตามธรรมชาติ รสชาติหวาน

เล็กน้อย ในขณะที่เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว จะมีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ ร่วมด้วย ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแน่นและยืดหยุ่นสูงในเนื้อปูทุกชุด การทดลอง ความชุ่มน้ำในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีมากกว่าในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสดและอาหารเม็ดสด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ ความชื้นในเนื้อปู นอกจากนั้นผู้ทดสอบยังให้คะแนนความชอบโดยรวมของทุกชุดการทดลองในระดับสูงอีกด้วย (ตารางที่19)

ตารางที่ 19 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนก่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะ	ชุดการทดลอง			
	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาแปดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสดและ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย สาหร่ายวุ้น
ลักษณะปรากฏ	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละเอียด
กลิ่น	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก และมี กลิ่นของสาหร่าย จาง ๆ	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก และมี กลิ่นของสาหร่าย จาง ๆ
รสชาติ	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย
ลักษณะเนื้อสัมผัส	มีความแน่น และ ยืดหยุ่นสูง มีความ ชุ่มน้ำเล็กน้อย	มีความแน่น และ ยืดหยุ่นสูง มีความ ชุ่มน้ำเล็กน้อย	มีความแน่น และ ยืดหยุ่นสูง มีความ ชุ่มน้ำมากกว่า	มีความแน่น และ ยืดหยุ่นสูง มีความ ชุ่มน้ำมากกว่า
การยอมรับรวม	มาก	มาก	มาก	มาก

ผู้ทดสอบได้อธิบายลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของเนื้อปูส่วนลำตัวหลังจากทำให้สุก ดังนี้ เนื้อปูจากทุกชุดการทดลองจะมีลักษณะเป็นก้อนชิ้นเล็ก ๆ และยังคงสภาพเป็นชิ้นเนื้อ ไม่ละเอียด มีสีขาวเหมือนกัน เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสดและอาหารเม็ดสดจะมีกลิ่นหอมหวานของปูสุกตามธรรมชาติ รสชาติหวานเล็กน้อย ในขณะที่เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ เช่นเดียวกับส่วนเนื้อก้อน ส่วนเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และ

สำหรับวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีความชุ่มน้ำมากกว่าในเนื้ปูที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสดและอาหารเม็ดสด ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของทุกชุดการทดลองสูง และไม่แตกต่างกัน (ตารางที่20)

ตารางที่ 20 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้ปูส่วนลำตัวที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะ	ชุดการทดลอง			
	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาเปิดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสดและ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย สาหร่ายวุ้น
ลักษณะปรากฏ	สีขาว เป็นก้อน ชื่น เล็ก ๆ ไม่ละเอียด	สีขาว เป็นก้อน ชื่น เล็ก ๆ ไม่ละเอียด	สีขาว เป็นก้อน ชื่น เล็ก ๆ ไม่ละเอียด	สีขาว เป็นก้อน ชื่น เล็ก ๆ ไม่ละเอียด
กลิ่น	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก และมี กลิ่นของสาหร่าย จาง ๆ	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก และมี กลิ่นของสาหร่าย จาง ๆ
รสชาติ	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย
ลักษณะเนื้อสัมผัส	เนื้อสัมผัสดี ไม่ละเอียด จนเป็นแป้ง มีความ ชุ่มน้ำเล็กน้อย	เนื้อสัมผัสดี ไม่ละเอียด จนเป็นแป้ง มีความ ชุ่มน้ำเล็กน้อย	เนื้อสัมผัสดี ไม่ละเอียด จนเป็นแป้ง มีความ ชุ่มน้ำมากกว่า	เนื้อสัมผัสดี ไม่ละเอียด จนเป็นแป้ง มีความ ชุ่มน้ำมากกว่า
การยอมรับรวม	มาก	มาก	มาก	มาก

ผู้ทดสอบได้อธิบายลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของเนื้ปูส่วนก้ามหลังจากทำให้สุก ดังนี้ ลักษณะปรากฏของเนื้ปูทุกชุดการทดลองมีลักษณะเป็นก้อน ไม่ละเอียด แต่จะมีสีที่แตกต่างกัน โดยเนื้ปูที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสดและอาหารเม็ดสดจะมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มเกือบทั้งหมด ส่วนเนื้ปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีสีแดงเป็นส่วนใหญ่ มีสีน้ำตาลบ้างเล็กน้อย ด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่า มีกลิ่นหอมหวานตามธรรมชาติของเนื้ปูสุก มีรสชาติหวานเล็กน้อย โดยเนื้ปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดและสาหร่าย และสาหร่ายเพียงอย่างเดียวจะมีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ ร่วมด้วย ด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้ปูจะมีความแน่นและยืดหยุ่นสูงเหมือนกันในทุกชุดการทดลองส่วนเนื้ปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีความ

ชุ่มน้ำมากกว่าในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสดและอาหารเม็ดสด ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของทุกชุดการทดลองในระดับสูง (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนก้ามที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ชุดการทดลอง			
	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น
ลักษณะปรากฏ	สีน้ำตาล-น้ำตาลเข้มเกือบเต็มพื้นที่เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีน้ำตาล-น้ำตาลเข้มเกือบเต็มพื้นที่เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีแดงเป็นส่วนใหญ่ มีสีน้ำตาลบางส่วนเป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีแดงเกือบเต็มพื้นที่ที่มีสีน้ำตาลเล็กน้อยเป็นก้อน ไม่ละเอียด
กลิ่น	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก และมีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุก และมีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ
รสชาติ	หวานเล็กน้อย มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง มีความชุ่มน้ำเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง มีความชุ่มน้ำเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง มีความชุ่มน้ำมากกว่า	หวานเล็กน้อย มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง มีความชุ่มน้ำมากกว่า
การยอมรับรวม	มาก	มาก	มาก	มาก

ผู้ทดสอบได้อธิบายลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของเนื้อปูส่วนรยางค์หลังจากทำให้สุก ดังนี้ ลักษณะปรากฏของเนื้อปูทุกชุดการทดลองมีลักษณะเป็นก้อน ไม่ละเอียดเหมือนกัน แต่จะมีสีที่แตกต่างกัน โดยเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสดและอาหารเม็ดสดจะมีสีออกน้ำตาล ส่วนเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีสีออกแดง-ชมพูเป็นส่วนใหญ่ มีสีน้ำตาลบ้างเล็กน้อย ด้านกลิ่นและรสชาติ พบว่า มีกลิ่นหอมหวานตามธรรมชาติของเนื้อปูสุก มีรสชาติหวาน โดยเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ ร่วมด้วย เช่นเดียวกับเนื้อส่วนก้าม ด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อปูจะมีความแน่นสูงเหมือนกันในทุกชุด

การทดลองแต่ละครั้งจะน้อยกว่าในเนื้อส่วนก้าม สำหรับเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวัน และสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวจะมีความชุ่มน้ำมากกว่าในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดและอาหารเม็ดสด ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของทุกชุดการทดลองในระดับสูง (ตารางที่ 22)

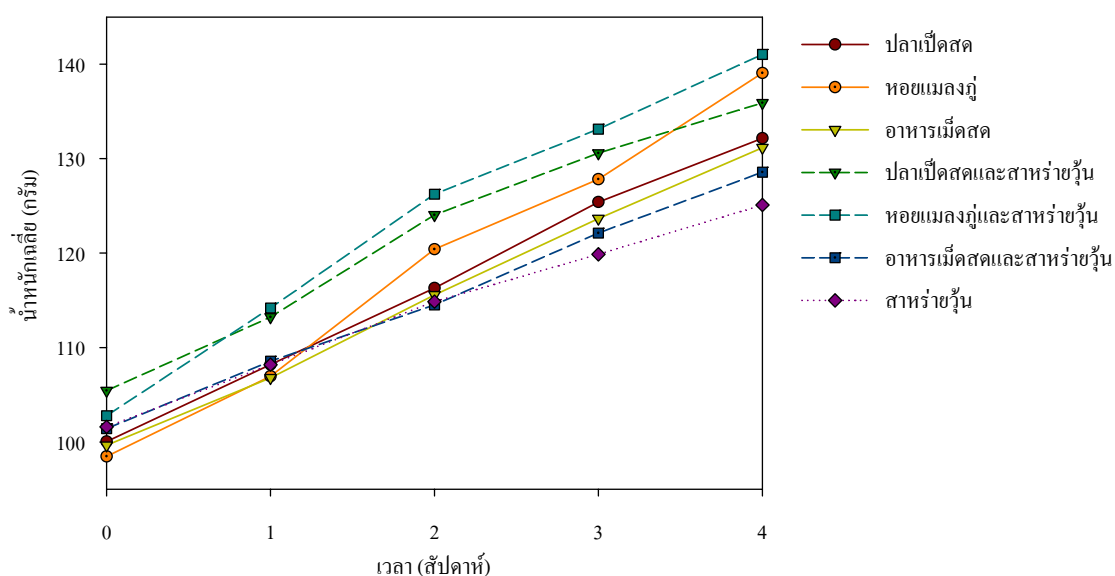
ตารางที่ 22 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนรยางค์ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะ	ชุดการทดลอง			
	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาเป็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดและ สาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย สาหร่ายวัน
ลักษณะปรากฏ	สีน้ำตาล เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีน้ำตาล เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีแดง-ชมพูเป็น ส่วนใหญ่ มีสี น้ำตาลเล็กน้อย เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีแดง-ชมพูเป็น ส่วนใหญ่ มีสี น้ำตาลเล็กน้อย เป็นก้อน ไม่ละเอียด
กลิ่น	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก และมี กลิ่นของสาหร่าย จาง ๆ	กลิ่นหอมหวาน ของปูสุก และมี กลิ่นของสาหร่าย จาง ๆ
รสชาติ	หวาน	หวาน	หวาน	หวาน
ลักษณะเนื้อสัมผัส	มีความแน่น และ ยืดหยุ่นสูง มีความ ชุ่มน้ำเล็กน้อย	มีความแน่น และ ยืดหยุ่นสูง มีความ ชุ่มน้ำเล็กน้อย	มีความแน่น และ ยืดหยุ่นสูง มีความ ชุ่มน้ำมากกว่า	มีความแน่น และ ยืดหยุ่นสูง มีความ ชุ่มน้ำมากกว่า
การยอมรับรวม	มาก	มาก	มาก	มาก

2. ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของปูม้าที่ทดลองเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน

2.1 การเจริญเติบโตของปูม้า

การทดลองเลี้ยงปูม้าแบบขุนจากปูวัยรุ่น ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยประมาณ 100 กรัม ให้อาหารทดลอง 7 ชนิด ได้แก่ ปลาเป็ดสด หอยแมลงภู่ อาหารเม็ดสด ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และให้สาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียววนาน 4 สัปดาห์ ผลการทดลอง แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวที่เพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักต่อตัวที่เพิ่มขึ้นของปูม้าหลังการทดลองเลี้ยงนาน 4 สัปดาห์ พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 38.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสด ปลาเป็ดสด ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมี

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวเพิ่มขึ้นเท่ากับ 37.22, 32.61, 32.13, 32.06, 26.84 และ 23.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 23) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวที่เพิ่มขึ้นของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นกับรายงานของ สุภาพ และทวีศักดิ์ (2534) ที่ทดลองเลี้ยงปูทะเลแบบขุนด้วยหอย กะพงนาน 1 เดือนในบ่อดินจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 56.04 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลการทดลองใน ครั้งนี้

ตารางที่ 23 การเพิ่มของน้ำหนักปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เปอร์เซ็นต์)
1 ปลาเป็ดสด	$32.13 \pm 1.40^{a,b}$
2 หอยแมลงภู่	38.79 ± 0.88^a
3 อาหารเม็ดสด	$32.61 \pm 2.06^{a,b}$
4 ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น	$32.06 \pm 5.44^{a,b}$
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	37.22 ± 1.51^a
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	$26.84 \pm 4.64^{b,c}$
7 สาหร่ายวุ้น	23.12 ± 0.60^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงที่สุดเท่ากับ 1.09 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสด ปลาเป็ดสด ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 1.06, 0.94, 0.93, 0.93, 0.79 และ 0.69 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 24) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสด หอยแมลงภู่ อาหารเม็ดสด ปลาเปิดสดและสาหร่ายวุ้น และหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้นไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างกับอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว ส่วนอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวไม่แตกต่างกัน

ผลจากการทดลองครั้งนี้ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปูม้าทุกชุดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.69 – 1.09 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ซึ่งมีค่าต่ำกว่ารายงานของ สุเมธ (2526) พบว่าปูม้าระยะ first crab จนถึงระยะวัยเจริญพันธุ์ (ขนาดความยาวกระดอง 9.3 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 102 กรัม) มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย 5.60 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ทั้งนี้เนื่องมาจากปูในระยะ first crab หรือปูระยะวัยรุ่นสามารถเจริญเติบโตได้เร็วกว่า เพราะมีระยะเวลาในการลอกคราบสั้นกว่าปูที่มีขนาดใหญ่หรือปูที่โตเต็มที่แล้ว ซึ่งเป็นปูขนาดที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงแบบขุนครั้งนี้

ตารางที่ 24 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนปูด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)
1 ปลาเปิดสด	$0.93 \pm 0.04^{a,b}$
2 หอยแมลงภู่	1.09 ± 0.02^a
3 อาหารเม็ดสด	$0.94 \pm 0.05^{a,b}$
4 ปลาเปิดสดและสาหร่ายวุ้น	$0.93 \pm 0.14^{a,b}$
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	1.06 ± 0.04^a
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	$0.79 \pm 0.12^{b,c}$
7 สาหร่ายวุ้น	0.69 ± 0.02^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของปูม้าขนาดเล็กในการศึกษาชุดแรก พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของปูม้าขนาดใหญ่จะต่ำกว่าของปูม้าขนาดเล็กในชุดการทดลองที่ใช้อาหารชนิดเดียวกัน (ตารางที่ 25) และจากตารางที่ 25 จะพบว่าผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสด และอาหารเม็ดสดมีค่าสูงกว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวันของปูม้าที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และเลี้ยงแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์

อาหารที่ใช้ในการทดลอง	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	
	เลี้ยง 8 สัปดาห์	เลี้ยงแบบขุน 4 สัปดาห์
ปลาเป็ดสด	1.48	0.93
อาหารเม็ดสด	1.38	0.94
อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	1.19	0.79
สาหร่ายวุ้น	0.96	0.69

อัตราการรอดตายของปูม้า

อัตราการรอดตายของปูม้าตลอดการทดลอง พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้นมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด คือ 88.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่ อาหารเม็ดสด ปลาเป็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 83.33, 80.00, 78.33, 76.67, 75.00 และ 75.00 ตามลำดับ (ตารางที่ 26 และภาพที่ 7) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราการรอดตายของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารสด (ปลาเป็ดสด หอยแมลงภู่ และอาหารเม็ด) เพียงอย่างเดียว และหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้นมีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกัน แต่จะต่างจากปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว ซึ่งอัตราการรอดตายของปูม้าทุกชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ อนุวัฒน์ และ รัชญา (2536) ที่ทำการทดลองขุนปูโพรงในบ่อดิน และอัตราการรอดตายจากการทดลองครั้งนี้มีค่าค่อนข้างสูง (75.00 – 88.33

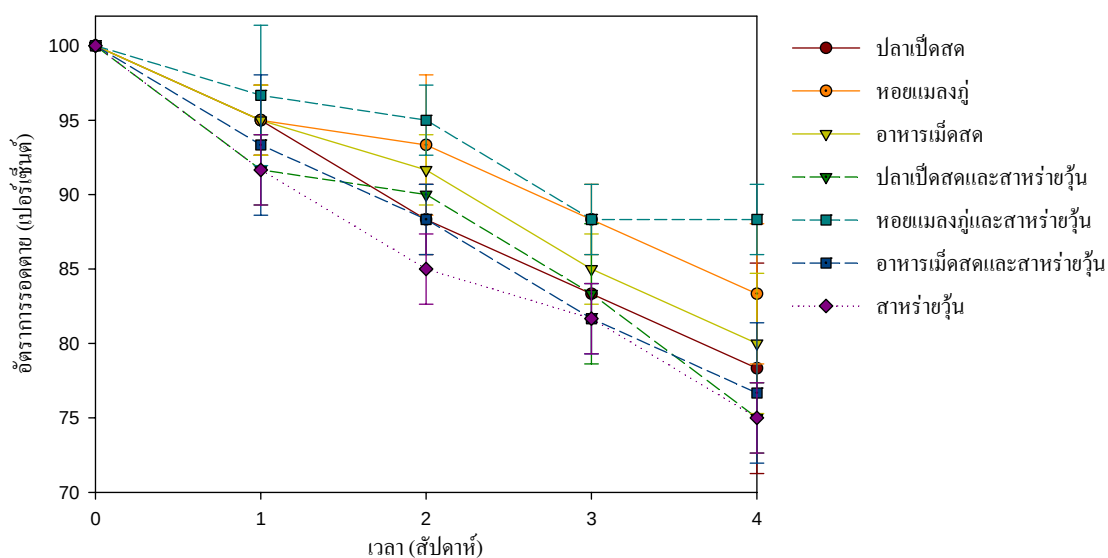
เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับ สุภาพ และ ทวีศักดิ์ (2534) ที่ทดลองเลี้ยงปูทะเลแบบขุนด้วยหอยกะพงเป็นเวลา 2 เดือน มีอัตราการรอดตายเท่ากับ 57.63 เปอร์เซ็นต์

ปูม้าของชุดการทดลองที่ให้กินหอยแมลงภู่ และหอยแมลงภู่ร่วมกับสาหร่ายวุ้นมีอัตราการรอดตายสูงกว่าปูม้าชุดการทดลองอื่นๆ เนื่องจากลักษณะการกินของปูม้าที่ชอบกินเนื้อหอยมากกว่าเนื้อปลา (สุเมธ, 2526) อีกทั้งลักษณะของหอยที่ให้เป็นหอยมีชีวิต ถึงปูจะกินอาหารไม่หมด ก็จะไม่เน่าเสีย ส่วนปูม้าของชุดการทดลองที่ให้ปลาเป็ดสด และปลาเป็ดสดร่วมกับสาหร่ายวุ้นจะมีอัตราการรอดตายต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อปลาสดมีไขมันและเลือดปนอยู่มาก (พรทิพย์ และเจต, 2537) อีกทั้งยังเน่าเสียได้เร็ว และมีการสูญเสียสารอาหารอีกด้วย (Sheen and Wu, 1999) ทำให้คุณภาพน้ำในบ่อลดต่ำลงมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ส่วนปูม้าของชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีอัตราการรอดตายต่ำ อาจจะเนื่องจากสาหร่ายวุ้นมีโปรตีนต่ำกว่าเนื้อหอยและเนื้อปลา (ตารางผนวกที่ ก2) ทำให้ปูมีความต้านทานโรค และความแข็งแรงน้อยกว่า

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดตายเมื่อสิ้นสุดการทดลองของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
1 ปลาเป็ดสด	78.33 ± 7.07 ^{a,b}
2 หอยแมลงภู่	83.33 ± 4.71 ^{a,b}
3 อาหารเม็ดสด	80.00 ± 4.71 ^{a,b}
4 ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น	75.00 ± 2.36 ^b
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	88.33 ± 2.36 ^a
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	76.67 ± 4.71 ^b
7 สาหร่ายวุ้น	75.00 ± 2.36 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



ภาพที่ 7 อัตราการรอดตายของปูม้าตลอดการทดลองเลี้ยงแบบขุนปูด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการรอดตายของปูม้าขนาดเล็กในการศึกษาชุดแรก พบว่า ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ อัตราการรอดตายของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดมีค่าสูงที่สุด ในขณะที่ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีค่าต่ำที่สุด (ตารางที่ 27)

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบอัตราการรอดตายของปูม้าที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และเลี้ยงแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์

อาหารที่ใช้ในการทดลอง	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	
	เลี้ยง 8 สัปดาห์	เลี้ยงแบบขุน 4 สัปดาห์
ปลาเป็ดสด	75.83	78.33
อาหารเม็ดสด	90.00	80.00
อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	86.66	76.67
สาหร่ายวุ้น	74.72	75.00

ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร

ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารแต่ละชนิด พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารสูงที่สุด คือ 1.65 รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสด อาหารเม็ดสด ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารเท่ากับ 1.53, 1.32, 1.23, 1.21, 1.21 และ 1.05 ตามลำดับ (ตารางที่ 28) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 7 ชนิด มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยประสิทธิภาพของโปรตีนในสาหร่ายวุ้นจะแตกต่างจากประสิทธิภาพของโปรตีนหอยแมลงภู่ และหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น แต่จะไม่แตกต่างจากประสิทธิภาพของโปรตีนในปลาเป็ดสด อาหารเม็ดสด ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น และอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น

คุณภาพของโปรตีนในอาหารจะมีผลต่อค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร และค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารนี้จะรวมถึงปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ใช้ในการเจริญเติบโตด้วย (Mazid *et al.*, 1997) ดังนั้นจึงแสดงว่า ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารหอยแมลงภู่ และหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้นดีกว่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารหอยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว ส่วนประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารหอยการทดลองอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

ซึ่งจากการทดลองอาหารที่ใช้มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารใกล้เคียงกับรายงานของ Goytortúa-Borres *et al.* (2006) ที่ทดลองในกุ้งขาว (*L. vannamei*) ที่มีค่าประสิทธิภาพของโปรตีนอยู่ในช่วง 1.46 – 1.70

อัตราแลกเนื้อ

การศึกษาอัตราแลกเนื้อ พบว่า ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีอัตราแลกเนื้อสูงที่สุด เท่ากับ 9.80 รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสด ปลาเป็ดสด หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น และหอยแมลงภู่มีอัตราแลกเนื้อเท่ากับ 6.35, 5.98, 5.59, 5.48, 4.68 และ 4.56 ตามลำดับ (ตารางที่ 28) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อัตราแลกเนื้อของปูม้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน

ของ Lim *et al.* (1997) ที่พบว่ากุ้งขาว (*P. vannamei*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันจากสัตว์จะมีอัตราแลกเนื้อดีกว่ากุ้งขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของน้ำมันจากพืช

ตารางที่ 28 ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงปูม้า และอัตราแลกเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ประสิทธิภาพของโปรตีน ในอาหาร	อัตราแลกเนื้อ
1 ปลาเป็ดสด	$1.32 \pm 0.16^{a,b}$	5.48 ± 0.68^b
2 หอยแมลงภู่	1.65 ± 0.08^a	4.56 ± 0.23^b
3 อาหารเม็ดสด	$1.23 \pm 0.01^{a,b}$	5.59 ± 0.03^b
4 ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น	$1.21 \pm 0.16^{a,b}$	5.98 ± 0.77^b
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	1.53 ± 0.06^a	4.68 ± 0.17^b
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	$1.21 \pm 0.24^{a,b}$	6.35 ± 1.25^b
7 สาหร่ายวุ้น	1.05 ± 0.30^b	9.80 ± 2.75^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถว มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่า อัตราแลกเนื้อมีความแปรปรวน และมีค่าค่อนข้างสูง ($4.56 - 9.80$) เมื่อเทียบกับ บรรจง (2547) ที่รายงานว่าปลาเป็ดสดที่ใช้ในการเลี้ยงจะมีอัตราเปลี่ยนอาหารไปเป็นเนื้ออยู่ที่ $3 - 3.5$ เท่านั้น

เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราแลกเนื้อของปูม้าขนาดเล็กในการศึกษาชุดแรก พบว่า ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ อัตราแลกเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นมีค่าสูงที่สุดในขณะที่ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดมีค่าอัตราแลกเนื้อต่ำที่สุด (ตารางที่ 29) และอัตราแลกเนื้อของปูม้าขนาดเล็กจะมีค่าต่ำกว่าอัตราแลกเนื้อของปูม้าขนาดใหญ่

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบอัตราแลกเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และเลี้ยงแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์

อาหารที่ใช้ในการทดลอง	อัตราแลกเนื้อ	
	เลี้ยง 8 สัปดาห์	เลี้ยงแบบขุน 4 สัปดาห์
ปลาเป็ดสด	4.04	5.48
อาหารเม็ดสด	4.43	5.59
อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	4.76	6.35
สาหร่ายวุ้น	6.75	9.80

2.2 คุณภาพของเนื้อปูม้า

2.2.1 องค์ประกอบด้านเคมี กรดอะมิโน กรดไขมัน ปริมาณคอเลสเตอรอล และ ปริมาณแอสตาแซนธินของเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงปูม้าแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ นำเฉพาะส่วน เนื้อของปูม้าที่ได้จากการทดลอง และปูจากธรรมชาติที่มีน้ำหนักและขนาดใกล้เคียงกับปูเมื่อเริ่ม การทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลองมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ผลการทดลองมีดังนี้

ปริมาณความชื้นในเนื้อปู พบว่า เนื้อของปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียง อย่างเดียวมีปริมาณความชื้นสูงที่สุด คือ 80.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ เนื้อของปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสด ปูเมื่อเริ่มทดลอง ปูที่จับจากธรรมชาติ และปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มีปริมาณความชื้นเท่ากับ 75.89, 75.79, 75.22, 74.85, 74.84, 74.81 และ 74.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 30) ผลการ วิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณความชื้นในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณโปรตีนในเนื้อปู พบว่า เนื้อปูม้าจากธรรมชาติมีปริมาณโปรตีนสูง ที่สุด คือ 15.12 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ เนื้อปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง ปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่ หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสด ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ

14.93, 14.65, 14.00, 13.99, 13.93, 13.71, 13.61 และ 10.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 30) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณโปรตีนในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณไขมันในเนื้อปู พบว่า เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มีปริมาณไขมันสูงที่สุด เท่ากับ 0.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสด ปูจากธรรมชาติ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปูม้าเมื่อเริ่มทดลอง ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว มีปริมาณไขมันเท่ากับ 0.68, 0.54, 0.43, 0.40, 0.40, 0.30, 0.23 และ 0.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 28) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณไขมันในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณเถ้าในเนื้อปู พบว่า เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีปริมาณเถ้าสูงที่สุด คือ 1.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่ ปูจากธรรมชาติ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสด อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปูเมื่อเริ่มทดลอง และปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 1.78, 1.77, 1.75, 1.73, 1.71, 1.70, 1.50 และ 1.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 30) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณเถ้าในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ (NFE) พบว่า เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้สูงที่สุด เท่ากับ 8.98 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปูเมื่อเริ่มทดลอง หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสด หอยแมลงภู่ ปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว และปูจากธรรมชาติ มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 8.57, 8.42, 8.36, 8.16, 8.01, 7.97, 7.96 และ 7.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 30) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ในเนื้อปูไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากผลการทดลองจะเห็นว่าเนื้อของปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นจะมีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำ แต่มีปริมาณความชื้นและเถ้าสูงกว่าเนื้อของปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ เนื่องจากสาหร่ายวุ้นที่ใช้เป็นอาหารมีปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่าอาหารชนิดอื่น ๆ ทำให้ปูม้าได้รับปริมาณโปรตีนและไขมันที่ต่ำ ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต

สร้างเนื้อ เลือด เอนไซม์ สอร์โม่ และซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของปูม้า Clifford and Brick (1983) รายงานว่า กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) ในช่วงที่ได้รับอาหารไม่เต็มที่มีการเผาผลาญพลังงานหลัก ๆ จะมาจากการสลายคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนตามลำดับ ส่วน Wen *et al.* (2006) รายงานว่าปู Chinese mitten-handed crab (*E. sinensis*) ในช่วงที่ได้รับอาหารไม่เต็มที่จะใช้โปรตีนเป็นแหล่งของพลังงาน

ตารางที่ 30 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักเปียก)				
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต ^{ns}
เมื่อเริ่มการทดลอง	74.84±0.34 ^b	14.93±0.06 ^a	0.30±0.07 ^{a,b}	1.50±0.13 ^b	8.42±0.38
1 ปลาเป็ดสด	74.85±0.75 ^b	13.99±0.91 ^a	0.54±0.18 ^{a,b}	1.64±0.22 ^{a,b}	8.98±0.55
2 หอยแมลงภู่	74.77±0.42 ^b	13.35±2.50 ^a	0.83±0.65 ^a	1.78±0.07 ^a	7.97±1.83
3 อาหารเม็ดสด	75.84±0.77 ^b	14.65±0.70 ^a	0.40±0.44 ^{a,b}	1.72±0.10 ^{a,b}	8.00±2.85
4 ปลาเป็ดสดและ สาหร่ายวุ้น	75.79±0.26 ^b	13.93±1.02 ^a	0.40±0.47 ^{a,b}	1.73±0.16 ^{a,b}	8.16±1.39
5 หอยแมลงภู่และ สาหร่ายวุ้น	75.22±0.41 ^b	14.00±0.75 ^a	0.67±0.61 ^{a,b}	1.75±0.09 ^a	8.36±1.86
6 อาหารเม็ดสด และสาหร่ายวุ้น	75.89±1.37 ^b	13.29±2.27 ^a	0.23±0.01 ^{a,b}	1.70±0.22 ^{a,b}	8.57±1.07
7 สาหร่ายวุ้น	80.04±1.16 ^a	10.09±2.40 ^b	0.09±0.01 ^b	1.83±0.30 ^a	7.96±3.87
ปูจากธรรมชาติ	74.81±0.58 ^b	15.12±0.38 ^a	0.43±0.06 ^{a,b}	1.77±0.35 ^a	7.88±0.28

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ปริมาณความชื้นในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นมีค่าใกล้เคียงกับ Wen *et al.* (2006) ที่รายงานไว้ในเนื้อปู Chinese mitten-handed crab (*E. sinensis*) ที่เลี้ยงแบบอดอาหาร (82.67%) จะมีปริมาณความชื้นสูงกว่าที่เลี้ยงแบบให้อาหาร (71.89%) ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณน้ำในเนื้อสัตว์น้ำจะเพิ่มขึ้นในภาวะที่มีการอดอาหารหรือได้รับอาหารไม่เพียงพอ (Love, 1970) อีกทั้ง

ปริมาณความชื้นและไขมันในเนื้อจะเป็นส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากอาหารด้วย (Bjerkeng *et al.*, 1997)

ส่วนผลการทดลองของเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ จะมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของอำนาจ (2521) ซึ่งรายงานว่าเนื้อปูม้าจะมีปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วง 13.2 – 15.8 ไขมัน 0.3 – 1.1 และเถ้า 0.8 – 2.6 เปอร์เซ็นต์ Siddiquie *et al.* (1987) พบว่าเนื้อปูม้า (*P. pelagicus*) มีปริมาณความชื้น 78.06 โปรตีน 12.35 ไขมัน 1.02 เถ้า 1.78 และ Lee, *et al.* (1993) พบว่าเนื้อของปูม้ามีปริมาณโปรตีน 13.9 ไขมัน 1.2 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างจากรายงานของ Skonberg and Perkins (2001) พบว่าเนื้อปู green crab (*Carcinus maenus*) จะมีปริมาณโปรตีน เถ้า และความชื้น เท่ากับ 17.1, 2.2 และ 78.7 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลที่ได้จากการทดลอง (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 31 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปูที่รายงานโดยผู้อื่น

ชนิดของปู	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)				อ้างอิง
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า	
<i>P. pelagicus</i>	79.5–83.2	13.2–15.8	0.3–1.1	0.8–2.6	อำนาจ (2521)
<i>P. pelagicus</i>	78.06	12.35	1.02	1.78	Siddiquie <i>et al.</i> (1987)
<i>C. maenus</i>	78.70	17.10	1.20	2.20	Skonberg and Perkins (2001)

ที่มา: อำนาจ (2521), Siddiquie *et al.* (1987) และ Skonberg and Perkins (2001)

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อของปูม้าขนาดเล็กในการศึกษาชุดแรก พบว่า ปริมาณโปรตีนในเนื้อของปูม้าขนาดใหญ่มีค่าสูงกว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อของปูม้าขนาดเล็กในทุกชุดการทดลองที่ใช้อาหารชนิดเดียวกัน (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนในส่วนเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และเลี้ยงแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์

อาหารที่ใช้ในการทดลอง	ปริมาณโปรตีนในเนื้อ (เปอร์เซ็นต์)	
	เลี้ยง 8 สัปดาห์	เลี้ยงแบบขุน 4 สัปดาห์
ปลาเป็ดสด	12.24	13.99
อาหารเม็ดสด	12.10	14.65
อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	10.86	13.29
สาหร่ายวุ้น	8.49	10.09

เมื่อนำตัวอย่างปูม้าที่ได้จากธรรมชาติ และจากการทดลองเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน มาวิเคราะห์ปริมาณของกรดอะมิโน กรดไขมัน คอเลสเตอรอล และปริมาณแอสตาแซนธินในเนื้อปู ผลการทดลองมีดังนี้

ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อปูม้า พบว่า ปริมาณกรดอะมิโนแต่ละชนิดส่วนใหญ่จะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) มีเฉพาะ arginine และ methionine ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) กล่าวคือ ปริมาณของ arginine ในเนื้อปูม้าที่ได้จากการทดลองทุกชุดการทดลองจะไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างจากปริมาณของ arginine ในเนื้อปูเมื่อเริ่มการทดลอง โดยปูม้าที่ผ่านการเลี้ยงจะมีปริมาณของ arginine ในเนื้อสูงกว่าในเนื้อปูเมื่อเริ่มการทดลอง ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่จะมีปริมาณของ arginine ในเนื้อสูงที่สุด เท่ากับ 1.57 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ส่วนในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารสดร่วมกับสาหร่ายวุ้น และให้เฉพาะสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณของ methionine ในเนื้อสูงกว่าเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารสดที่ไม่มีการให้สาหร่ายวุ้นร่วมด้วย โดยปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น และที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณของ methionine ในเนื้อสูงที่สุด และมีปริมาณเท่ากัน คือ 0.37 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง (ตารางที่ 33)

เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ methionine ในเนื้อปูม้าขนาดเล็กในการศึกษาชุดแรก พบว่า ผลที่ได้มีความสอดคล้องกัน โดยปริมาณ methionine ในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีค่าสูงกว่าปริมาณ methionine ในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ

ตารางที่ 33 องค์ประกอบของกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

Amino acid (กรัม/100กรัม ตัวอย่าง)	ชุดการทดลอง								
	เริ่มการ ทดลอง	ปูม้าที่เลี้ยง ด้วย ปลาเป็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยง ด้วย หอยแมลงภู่	ปูม้าที่เลี้ยง ด้วย อาหารเม็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาเป็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่ และ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยง ด้วย สาหร่ายวุ้น	ปูจาก ธรรมชาติ
Alanine ^{ns}	0.45 ± 0.05	0.49 ± 0.02	0.52 ± 0.02	0.46 ± 0.05	0.49 ± 0.03	0.50 ± 0.02	0.50 ± 0.01	0.47 ± 0.04	0.46 ± 0.04
Arginine	1.02 ± 0.01 ^b	1.49 ± 0.02 ^a	1.57 ± 0.12 ^a	1.60 ± 0.18 ^a	1.42 ± 0.12 ^a	1.52 ± 0.03 ^a	1.50 ± 0.02 ^a	1.38 ± 0.16 ^a	1.36 ± 0.14 ^a
Aspartic acid ^{ns}	1.89 ± 0.03	2.01 ± 0.03	2.18 ± 0.07	2.00 ± 0.24	1.90 ± 0.16	2.16 ± 0.18	1.88 ± 0.15	1.82 ± 0.20	1.99 ± 0.01
Cystine ^{ns}	0.59 ± 0.12	0.80 ± 0.18	0.64 ± 0.10	0.51 ± 0.05	0.64 ± 0.08	0.67 ± 0.12	0.65 ± 0.14	0.73 ± 0.07	0.69 ± 0.15
Glutamic acid ^{ns}	1.47 ± 0.03	1.83 ± 0.14	1.77 ± 0.13	1.70 ± 0.21	1.52 ± 0.22	1.66 ± 0.07	0.61 ± 0.22	1.56 ± 0.04	1.64 ± 0.10
Glycine ^{ns}	1.11 ± 0.03	1.21 ± 0.03	1.20 ± 0.05	1.22 ± 0.07	1.20 ± 0.02	1.20 ± 0.03	1.19 ± 0.08	1.17 ± 0.02	1.19 ± 0.11
Histidine ^{ns}	0.56 ± 0.06	0.54 ± 0.08	0.45 ± 0.11	0.46 ± 0.05	0.57 ± 0.03	0.59 ± 0.00	0.53 ± 0.04	0.56 ± 0.12	0.54 ± 0.00
Isoleucine ^{ns}	0.24 ± 0.02	0.23 ± 0.03	0.24 ± 0.03	0.22 ± 0.07	0.23 ± 0.01	0.23 ± 0.04	0.24 ± 0.01	0.22 ± 0.02	0.29 ± 0.05
Leucine ^{ns}	0.75 ± 0.00	0.69 ± 0.05	0.68 ± 0.02	0.68 ± 0.03	0.66 ± 0.03	0.69 ± 0.01	0.70 ± 0.07	0.67 ± 0.06	0.69 ± 0.03
Lysine ^{ns}	0.96 ± 0.04	0.94 ± 0.00	0.96 ± 0.05	0.94 ± 0.01	0.87 ± 0.05	0.92 ± 0.07	0.96 ± 0.02	0.89 ± 0.02	0.94 ± 0.04
Methionine	0.22 ± 0.07 ^b	0.15 ± 0.01 ^b	0.18 ± 0.00 ^b	0.22 ± 0.06 ^b	0.36 ± 0.06 ^a	0.37 ± 0.02 ^a	0.35 ± 0.02 ^a	0.37 ± 0.03 ^a	0.19 ± 0.04 ^b
Phenylalanine ^{ns}	0.41 ± 0.05	0.42 ± 0.00	0.45 ± 0.01	0.37 ± 0.08	0.46 ± 0.03	0.45 ± 0.02	0.44 ± 0.04	0.44 ± 0.03	0.42 ± 0.02

ตารางที่ 33 (ต่อ)

Amino acid (กรัม/100กรัม ตัวอย่าง)	ชุดการทดลอง								
	ปูม้าเมื่อเริ่ม การทดลอง	ปูม้าที่เลี้ยง ด้วย ปลาเบ็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยง ด้วย หอยแมลงภู่	ปูม้าที่เลี้ยง ด้วย อาหารเม็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาเบ็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่ และ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยง ด้วย สาหร่ายวุ้น	ปูจาก ธรรมชาติ
Proline ^{ns}	0.59 ± 0.02	0.64 ± 0.00	0.67 ± 0.08	0.62 ± 0.00	0.59 ± 0.03	0.67 ± 0.09	0.69 ± 0.08	0.58 ± 0.09	0.63 ± 0.03
Serine ^{ns}	0.59 ± 0.03	0.56 ± 0.02	0.51 ± 0.04	0.53 ± 0.13	0.49 ± 0.03	0.47 ± 0.06	0.50 ± 0.03	0.50 ± 0.03	0.59 ± 0.01
Threonine ^{ns}	0.46 ± 0.02	0.48 ± 0.00	0.45 ± 0.04	0.47 ± 0.02	0.48 ± 0.02	0.46 ± 0.05	0.45 ± 0.06	0.46 ± 0.04	0.52 ± 0.04
Tryptophan ^{ns}	0.06 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.00	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.00	0.08 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.01
Tyrosine ^{ns}	0.43 ± 0.03	0.46 ± 0.04	0.46 ± 0.05	0.46 ± 0.03	0.41 ± 0.10	0.50 ± 0.05	0.49 ± 0.00	0.45 ± 0.02	0.44 ± 0.03
Valine ^{ns}	0.22 ± 0.04	0.26 ± 0.05	0.26 ± 0.04	0.27 ± 0.02	0.24 ± 0.03	0.24 ± 0.03	0.21 ± 0.04	0.22 ± 0.04	0.26 ± 0.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ปริมาณกรดไขมันในเนื้อปูม้า พบว่า ปริมาณกรดไขมันในเนื้อปูม้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid, eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA)) พบว่า ในเนื้อปูม้าไม่มี linolenic acid ส่วนปริมาณของ linoleic acid ในเนื้อปูม้าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ปริมาณของ oleic acid ในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดศดมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 17.71 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวมีปริมาณของ oleic acid ในเนื้อต่ำที่สุด เท่ากับ 11.61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณของ arachidonic acid, EPA และ DHA ในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารสดร่วมกับสาหร่ายวัน และที่ให้สาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวมีปริมาณสูงกว่าในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารสดเพียงอย่างเดียว โดยปริมาณของ arachidonic acid ในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดศดและสาหร่ายวัน และหอยแมลงภู่และสาหร่ายวันมีค่าสูงที่สุดและมีค่าเท่ากัน คือ 12.52 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณของ EPA และ DHA ในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 20.93 และ 2.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 34)

ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน พบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวันมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 63.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม รองลงมา ได้แก่ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่ ปลาเปิดศด ปูจากธรรมชาติ ปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด ปลาเปิดศดและสาหร่ายวัน ปูเมื่อเริ่มการทดลอง ปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวัน และปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวัน มีปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อ เท่ากับ 63.16, 62.93, 62.51, 60.57, 60.27, 60.02, 57.67 และ 57.16 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 35) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ผลการทดลองที่ได้ ปริมาณคอเลสเตอรอลอยู่ในช่วง 57.16 – 63.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Skonberg and Perkins (2001) ที่พบว่าปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าเท่ากับ 57.20 – 64.80 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณคอเลสเตอรอลของปูขนาดเล็กในการศึกษาชุดแรก พบว่า ปูม้าขนาดเล็กมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำกว่าปูม้าขนาดใหญ่ และมีความสอดคล้องของผลที่พบว่าการเลี้ยงด้วยปลาเปิดศดทำให้เนื้อปูมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงที่สุด ส่วนการเลี้ยงด้วยสาหร่ายทำให้เนื้อปูมีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำที่สุด

ตารางที่ 34 องค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อปูม้าที่ได้จากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

Fatty acid (เปอร์เซ็นต์)	ชุดการทดลอง								
	ปูม้าเมื่อเริ่ม การทดลอง	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาเบ็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาเบ็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่ และ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย สาหร่ายวุ้น	ปูจาก ธรรมชาติ
C14:0	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	1.46±0.68 ^a	0.00±0.00 ^b
C16:0	23.04±0.40 ^a	23.36±0.16 ^a	22.54±0.52 ^a	22.56±0.38 ^a	17.11±0.80 ^b	17.01±0.42 ^b	16.90±0.37 ^b	16.96±0.74 ^b	23.01±0.18 ^a
C16:1	3.76±0.02 ^b	2.68±0.46 ^{b,c}	3.34±0.28 ^{b,c}	3.64±0.24 ^b	2.31±0.95 ^c	2.36±0.76 ^c	0.00±0.00 ^d	6.32±0.04 ^a	3.77±0.17 ^b
C18:0	14.82±0.04 ^{a,b}	14.91±1.22 ^{a,b}	15.16±0.11 ^{a,b}	14.95±0.18 ^{a,b}	14.98±0.33 ^{a,b}	14.41±0.02 ^b	14.24±0.12 ^b	15.75±0.47 ^a	15.36±0.25 ^{a,b}
C18:1	16.39±1.46 ^a	17.71±0.87 ^a	16.74±1.60 ^a	16.02±0.91 ^a	17.59±1.70 ^a	17.13±0.13 ^a	18.10±0.43 ^a	11.61±0.88 ^b	16.91±0.11 ^a
C18:2 ^{ns}	3.72±0.06	4.74±0.13	4.09±0.08	3.98±0.06	4.71±0.34	4.75±1.12	4.67±0.05	3.62±0.72	3.61±0.22
C20:4	8.49±0.08 ^b	8.57±0.79 ^b	8.58±1.34 ^b	8.19±0.06 ^b	12.52±0.54 ^a	12.52±0.10 ^a	12.50±0.04 ^a	12.10±0.08 ^a	8.66±0.01 ^b
C20:5	15.22±0.06 ^c	15.40±0.91 ^c	15.07±1.16 ^c	15.79±0.05 ^c	16.18±0.64 ^c	18.74±0.24 ^b	20.33±0.24 ^a	20.93±0.03 ^a	15.18±0.19 ^c
C22:6	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	1.64±0.43 ^a	2.03±0.95 ^a	0.00±0.00 ^b	2.54±0.71 ^a	0.00±0.00 ^b
C24:0	14.58±1.73 ^a	12.65±2.03 ^a	14.49±0.64 ^a	14.88±0.93 ^a	12.98±0.49 ^a	12.56±0.42 ^a	13.28±1.00 ^a	8.73±0.86 ^b	14.23±0.41 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 35 ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ปริมาณคอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100กรัมตัวอย่าง)
ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	60.02 ± 0.03^b
1 ปลาเป็ดสด	62.93 ± 0.13^a
2 หอยแมลงภู่	63.16 ± 0.64^a
3 อาหารเม็ดสด	60.57 ± 0.76^b
4 ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น	60.27 ± 0.04^b
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	63.50 ± 0.37^a
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	57.67 ± 0.16^c
7 สาหร่ายวุ้น	57.16 ± 1.15^c
ปูจากธรรมชาติ	62.51 ± 0.22^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณแอสตาแซนธินในเนื้อปู พบว่า ในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีปริมาณแอสตาแซนธินสูงที่สุด เท่ากับ 10.32 ไมโครกรัมต่อกรัมเนื้อปู รองลงมา ได้แก่ เนื้อปูที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น หอยแมลงภู่ ปูจากธรรมชาติ ปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด ปลาเป็ดสด และปูเมื่อเริ่มทดลองมีปริมาณแอสตาแซนธิน เท่ากับ 9.36, 9.30, 9.30, 7.68, 7.65, 7.63, 7.63 และ 7.37 ไมโครกรัมต่อกรัมเนื้อปู ตามลำดับ (ตารางที่ 36) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณแอสตาแซนธินในเนื้อปูเมื่อเริ่มทดลอง ปูจากธรรมชาติ และปูเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยปริมาณแอสตาแซนธินในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น และอาหารเม็ดสดและสาหร่ายไม่แตกต่างกัน แต่จะต่างจากปริมาณในเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่นๆ ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง และปูที่จับจากธรรมชาติ

Shahidi *et al.* (1998) รายงานว่า ในสัตว์ทะเลประเภทที่มีเปลือกแข็งหุ้มตัวที่มีสารสีกลุ่มคาโรทีนอยด์เป็นส่วนประกอบ จะมีสารแอสตาแซนธินและอนุพันธ์เอสเทอร์เป็นสารหลัก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Matsuno and Maoka (1988) ที่รายงานไว้ในเนื้อและกระดูกของ

ปูทะเล (*Paraalithodes brevipes*) จะมีปริมาณแอสตาแซนธินประมาณ 33 - 39 เปอร์เซ็นต์ของสารคาโรทีนอยด์ทั้งหมด และ Sachindra *et al.* (2005) รายงานว่า ในเนื้อปูทะเล (*C. cruciata*) จะมีปริมาณแอสตาแซนธินและอนุพันธ์ประมาณ 67.6 เปอร์เซ็นต์ของสารคาโรทีนอยด์ทั้งหมด

ตารางที่ 36 ปริมาณแอสตาแซนธินในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกัน 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ปริมาณแอสตาแซนธิน (ไมโครกรัมต่อกรัมเนื้อปู)
ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	7.37 ± 0.00^d
1 ปลาเป็ดสด	7.63 ± 0.05^c
2 หอยแมลงภู่	7.68 ± 0.00^c
3 อาหารเม็ดสด	7.63 ± 0.02^c
4 ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น	9.30 ± 0.00^b
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	9.36 ± 0.05^b
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	9.30 ± 0.05^b
7 สาหร่ายวุ้น	10.32 ± 0.05^a
ปูจากธรรมชาติ	7.65 ± 0.05^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2.2.2 คุณภาพทางด้านกายภาพโดยการวัดสี และทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงปูม้าแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ นำเฉพาะส่วนเนื้อของปูจากธรรมชาติที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับปูเมื่อเริ่มการทดลอง ปูม้าที่ได้จากการทดลอง และปูจากธรรมชาติที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับปูเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มาวัดค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเนื้อปูส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัว ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 37, 38, 39 และ 40

จากการวัดค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัว พบว่า ค่าความสว่างของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารสดร่วมกับสาหร่ายวุ้น และที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น มีแนวโน้มของค่าความสว่างของเนื้อทุกส่วน (ส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัว) ต่ำกว่าเนื้อปูม้าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสดเพียงอย่างเดียว โดยส่วนก้ามของเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้นมีค่าความสว่างต่ำที่สุด เท่ากับ 59.13 รองลงมา คือ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีค่าความสว่างเท่ากับ 59.48 ซึ่งค่าความสว่างของทั้ง 2 ชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ส่วนเนื้อของปูม้าส่วนรยางค์ ส่วนเนื้อก้อน และส่วนเนื้อลำตัวของปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีค่าความสว่างต่ำที่สุดเท่ากับ 59.40, 65.68 และ 74.09 ตามลำดับ (ตารางที่ 37, 38, 39 และ 40)

ตารางที่ 37 ค่าสีของส่วนเนื้อก้ามปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L^*	a^*	b^*
ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	65.20 ± 0.06^a	3.30 ± 0.55^d	14.06 ± 1.14^a
1 ปลาเป็ดสด	64.89 ± 0.48^a	3.60 ± 0.82^d	14.18 ± 0.38^a
2 หอยแมลงภู่	65.14 ± 0.30^a	4.89 ± 0.16^c	14.12 ± 0.52^a
3 อาหารเม็ดสด	65.04 ± 0.26^a	5.24 ± 0.60^c	12.22 ± 0.00^b
4 ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น	61.00 ± 0.09^c	6.34 ± 0.14^b	13.61 ± 1.83^a
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	60.97 ± 0.28^c	6.83 ± 0.33^b	12.43 ± 0.25^b
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	59.13 ± 0.32^d	6.26 ± 0.41^b	12.72 ± 0.20^b
7 สาหร่ายวุ้น	59.48 ± 0.02^d	10.29 ± 0.09^a	11.20 ± 0.13^c
ปูจากธรรมชาติ	62.32 ± 0.30^b	3.36 ± 0.42^d	13.62 ± 0.21^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวัดค่าสีแดง (a^*) ของเนื้อส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัว พบว่า ค่าสีแดงของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยเนื้อปูม้าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสดร่วมกับสาหร่ายวุ้น และ

ที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น มีแนวโน้มของค่าสีแดงในเนื้อแต่ละส่วนสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้ให้สาหร่ายวุ้น โดยเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นมีค่าสีแดงของเนื้อทุกส่วน (ส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัว) มากที่สุด และมากกว่าเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 10.29, 5.30, -0.75 และ -0.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 37, 38, 39 และ 40) เมื่อพิจารณาเนื้อส่วนก้อน และลำตัวที่โดยธรรมชาติจะมีสีขาว จะมีค่าสีแดงติดลบ ซึ่งหมายถึงเนื้อปูจะมีสีค่อนข้างซีดขาว

ซึ่งผลการทดลองที่ได้จะมีความสอดคล้องกับผลการทดลองเลี้ยงปูม้าขนาดเล็กในการศึกษาชุดแรกของงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า เนื้อของปูม้าขนาดเล็กและปูม้าขนาดใหญ่ที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นจะมีค่าสีแดงในเนื้อสูงกว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ

ตารางที่ 38 ค่าสีของส่วนเนื้อรยางค์ปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L*	a*	b*
ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	61.95 $\pm$ 0.60 ^{b,c}	1.06 $\pm$ 0.03 ^d	10.01 $\pm$ 0.18 ^d
1 ปลาเป็ดสด	64.86 $\pm$ 0.37 ^{a,b}	1.34 $\pm$ 0.15 ^d	10.33 $\pm$ 0.42 ^d
2 หอยแมลงภู่	66.05 $\pm$ 0.53 ^a	2.54 $\pm$ 0.17 ^c	12.62 $\pm$ 0.73 ^c
3 อาหารเม็ดสด	64.93 $\pm$ 5.19 ^{a,b}	2.72 $\pm$ 0.54 ^c	13.46 $\pm$ 0.06 ^b
4 ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น	59.45 $\pm$ 0.43 ^c	4.56 $\pm$ 0.13 ^b	15.50 $\pm$ 0.63 ^a
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	62.22 $\pm$ 0.06 ^{b,c}	4.52 $\pm$ 0.02 ^b	12.43 $\pm$ 0.25 ^c
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	60.27 $\pm$ 0.21 ^c	4.75 $\pm$ 0.15 ^b	13.68 $\pm$ 1.12 ^b
7 สาหร่ายวุ้น	59.4 $\pm$ 0.126 ^c	5.30 $\pm$ 0.27 ^a	13.07 $\pm$ 0.24 ^{b,c}
ปูจากธรรมชาติ	61.99 $\pm$ 0.56 ^{b,c}	2.80 $\pm$ 0.48 ^c	10.06 $\pm$ 0.31 ^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดัง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

จากการวัดค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อส่วนก้าม ส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัว พบว่า ค่าสีเหลืองของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ เนื้อส่วนก้ามของปูม้าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดมีค่าสีเหลืองสูงที่สุด เท่ากับ 14.18 ส่วนเนื้อส่วนรยางค์ของปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้นมี

ค่าสีเหลืองสูงสุด เท่ากับ 15.50 ส่วนเนื้อก้อนและเนื้อลำตัวของเนื้อปูม้าชุดการทดลองที่มีการให้สาหร่ายวุ้นร่วมกับอาหารสด และที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีแนวโน้มของค่าสีเหลืองสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการให้สาหร่ายวุ้น โดยเนื้อส่วนก้อนของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้นมีค่าสีเหลืองสูงสุด เท่ากับ 17.78 รองลงมาได้แก่เนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีค่าเท่ากับ 17.53 ซึ่งค่าสีเหลืองของทั้ง 2 ชุดการทดลองไม่แตกต่างกัน ส่วนเนื้อลำตัวของปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีค่าสีเหลืองสูงสุดเท่ากับ 15.55 (ตารางที่ 37, 38, 39 และ 40)

ตารางที่ 39 ค่าสีของส่วนเนื้อก้อนปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L*	a*	b*
ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	79.66 $\pm$ 0.05 ^a	-1.85 $\pm$ 0.50 ^d	9.38 $\pm$ 0.21 ^d
1 ปลาเปิดสด	76.89 $\pm$ 1.08 ^b	-1.64 $\pm$ 0.43 ^d	9.41 $\pm$ 0.47 ^d
2 หอยแมลงภู่	77.49 $\pm$ 0.12 ^b	-1.30 $\pm$ 0.02 ^c	10.40 $\pm$ 0.87 ^c
3 อาหารเม็ดสด	77.54 $\pm$ 0.01 ^b	-1.34 $\pm$ 0.06 ^c	10.82 $\pm$ 0.15 ^c
4 ปลาเปิดสดและสาหร่ายวุ้น	67.30 $\pm$ 0.39 ^c	-0.96 $\pm$ 0.06 ^{a,b}	13.38 $\pm$ 0.18 ^b
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	66.25 $\pm$ 0.06 ^d	-0.99 $\pm$ 0.08 ^b	13.42 $\pm$ 0.17 ^b
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	67.23 $\pm$ 0.32 ^c	-0.98 $\pm$ 0.01 ^b	17.78 $\pm$ 0.21 ^a
7 สาหร่ายวุ้น	65.68 $\pm$ 0.44 ^d	-0.75 $\pm$ 0.02 ^a	17.53 $\pm$ 0.26 ^a
ปูจากธรรมชาติ	77.35 $\pm$ 0.11 ^b	-1.00 $\pm$ 0.06 ^b	9.38 $\pm$ 0.10 ^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงปูม้าแบบขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ นำเฉพาะส่วนเนื้อของปูจากธรรมชาติที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับปูเมื่อเริ่มการทดลอง ปูม้าที่ได้จากการทดลอง และปูจากธรรมชาติที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับปูเมื่อสิ้นสุดการทดลอง มาวัดค่าความเหนียวของเนื้อด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า เนื้อปูที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มีค่าความเหนียวสูงที่สุด เท่ากับ 11.45 นิวตัน รองลงมาได้แก่ เนื้อปูที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสด อาหารเม็ดสด ปูจากธรรมชาติ ปูที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น ปลาเปิดสดและสาหร่ายวุ้น อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น ปูม้าเมื่อเริ่ม

ทดลอง และปูที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวมีค่าความเหนียวเท่ากับ 9.70, 9.35, 8.14, 7.90, 7.66, 7.59, 6.03 และ 6.00 นิวตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 41) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ค่าความเหนียวของเนื้อปูเมื่อเริ่มทดลอง ปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และปูม้าที่จับจากธรรมชาติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) กล่าวคือ ค่าความเหนียวของเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่แตกต่างจากเนื้อปูชุดการทดลองอื่น ๆ ส่วนค่าความเหนียวของเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยอาหารสดร่วมกับสาหร่าย และปูม้าที่จับจากธรรมชาติไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างจากค่าความเหนียวของเนื้อปูที่เลี้ยงด้วยปลาป่นสด อาหารเม็ดสด สาหร่ายวัน และปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง

ตารางที่ 40 ค่าสีของส่วนเนื้อลำตัวปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	L*	a*	b*
ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	77.86 $\pm$ 0.96 ^a	-0.81 $\pm$ 0.44 ^b	11.81 $\pm$ 0.67 ^d
1 ปลาป่นสด	77.93 $\pm$ 0.51 ^a	-0.98 $\pm$ 0.33 ^b	11.76 $\pm$ 0.77 ^d
2 หอยแมลงภู่	77.61 $\pm$ 0.19 ^a	-1.10 $\pm$ 0.14 ^b	11.91 $\pm$ 0.05 ^d
3 อาหารเม็ดสด	77.43 $\pm$ 0.10 ^a	-0.91 $\pm$ 0.15 ^b	11.76 $\pm$ 0.13 ^d
4 ปลาป่นสดและสาหร่ายวัน	75.18 $\pm$ 0.10 ^b	-0.30 $\pm$ 0.04 ^a	13.37 $\pm$ 0.18 ^c
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวัน	74.46 $\pm$ 0.13 ^c	-0.35 $\pm$ 0.00 ^a	14.58 $\pm$ 0.11 ^b
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวัน	75.34 $\pm$ 0.15 ^b	-0.36 $\pm$ 0.02 ^a	13.53 $\pm$ 0.09 ^c
7 สาหร่ายวัน	74.09 $\pm$ 0.26 ^c	-0.23 $\pm$ 0.09 ^a	15.55 $\pm$ 0.19 ^a
ปูจากธรรมชาติ	77.30 $\pm$ 0.66 ^a	-1.04 $\pm$ 0.25 ^b	12.15 $\pm$ 0.33 ^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 41 ค่าความเหนียวของเนื้อปูที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ค่าความเหนียว (นิวตัน)
ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	6.03 ± 0.05^d
1 ปลาเป็ดสด	9.70 ± 0.03^b
2 หอยแมลงภู่	11.45 ± 0.03^a
3 อาหารเม็ดสด	9.35 ± 0.04^b
4 ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น	7.66 ± 0.09^c
5 หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	7.90 ± 0.03^c
6 อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	7.59 ± 0.02^c
7 สาหร่ายวุ้น	6.00 ± 0.03^d
ปูจากธรรมชาติ	8.14 ± 0.06^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2.2.3 ศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากการทดสอบความแตกต่างโดยการจัดกลุ่มของปูตามสีของเนื้อปูเปรียบเทียบกับปูจากธรรมชาติที่มีน้ำหนักใกล้เคียงกับปูเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ผู้ทดสอบไม่สามารถระบุถึงความแตกต่างของสีส่วนเนื้อก้อนและเนื้อส่วนลำตัวของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันได้ เพราะเนื้อส่วนก้อนและส่วนลำตัวจะเป็นสีขาวคล้ายกัน (ภาพที่ 8 และภาพที่ 9) ทำให้ไม่สามารถแยกได้อย่างชัดเจน แต่ผู้ทดสอบสามารถระบุถึงความแตกต่างของสีส่วนเนื้อก้ามและส่วนรยางค์ได้ เพราะเนื้อส่วนก้ามและรยางค์จะมีสีที่มีสีตรงส่วนผิวเนื้อ ซึ่งง่ายต่อการจำแนกโดยผู้ทดสอบให้คะแนนสีของส่วนเนื้อก้ามและส่วนรยางค์ของเนื้อปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารสดร่วมกับสาหร่ายวุ้น และที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นสูงกว่าปูที่จับจากธรรมชาติ (ภาพที่ 10 และภาพที่ 11)



ปฐมาเมื่อเริ่มการทดลอง

ให้ปลาเป็ดสด

ให้หอยแมลงภู่



ให้อาหารเม็ดสด

ให้ปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น

ให้หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น



ให้อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น

ให้สาหร่ายวุ้น

ปฐมาธรรมชาติ

ภาพที่ 8 ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนก้อนของปฐมาจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์



ภาพที่ 9 ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนลำตัวของปูม้าสุกจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์



ปูม้าเมื่อเริ่มการทอดลอก

ให้ปลาเปิดสด

ให้หอยแมลงภู่



ให้อาหารเม็ดสด

ให้ปลาเปิดสดและสาหร่ายวุ้น

ให้หอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น

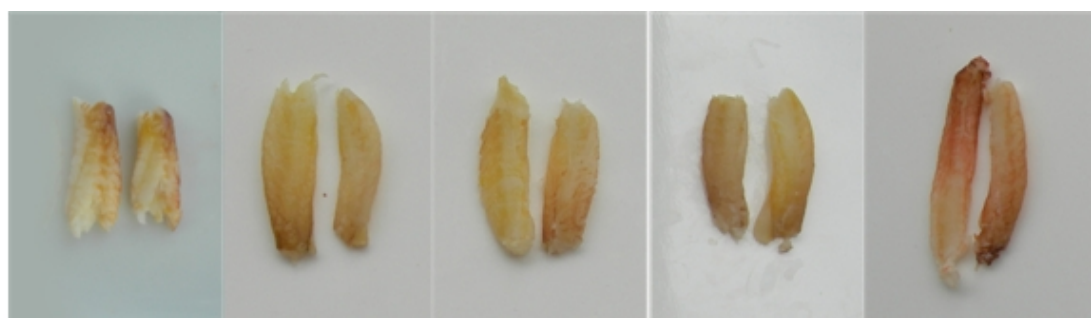


ให้อาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น

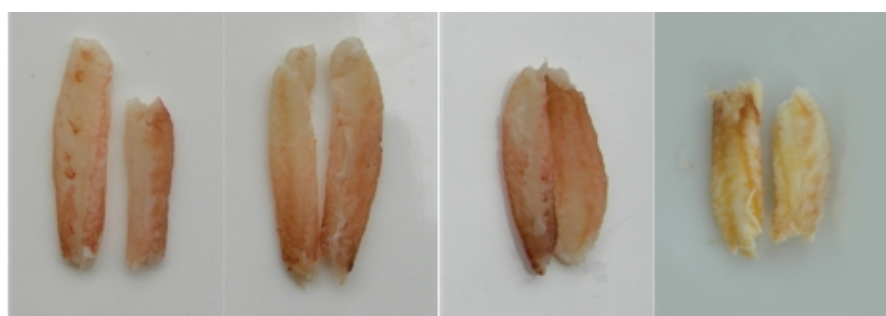
ให้สาหร่ายวุ้น

ปูจากธรรมชาติ

ภาพที่ 10 ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนก้ามของปูม้าสุกจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์



ปูม้าเมื่อเริ่มการทอดลง ให้ปลาเปิดสด ให้หอยแมลงภู่ ให้อาหารเม็ดสด ให้ปลาเปิดสดและสาหร่ายวุ้น



ให้หอยแมลงภู่ ให้อาหารเม็ดสด ให้สาหร่ายวุ้น ปูจากธรรมชาติ
และสาหร่ายวุ้น และสาหร่ายวุ้น

ภาพที่ 11 ลักษณะปรากฏของเนื้อส่วนหางค์ของปูม้าจากการเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

จากภาพที่ 8 ผู้ทดสอบได้อธิบายลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของเนื้อปูส่วนก่อนหลังจากทำให้สุก ดังนี้ เนื้อปูจากทุกชุดการทดลองจะมีลักษณะเป็นก้อนไม่และยุ่ย มีสีขาวเหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันตรงบริเวณข้อต่อที่ต่อกับส่วนหางค์ โดยชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้น และชุดการทดลองที่ให้กินปลาเปิดสด หอยแมลงภู่ และอาหารเม็ดสดร่วมกับสาหร่ายวุ้นบริเวณข้อต่อจะมีสีแดงอมน้ำตาล มีกลิ่นหอมหวานตามธรรมชาติของเนื้อปูสุกจาก ๆ ร่วมกับกลิ่นของสาหร่ายจาก ๆ มีรสชาติหวานเล็กน้อย ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแน่นและยืดหยุ่นสูง มีความชุ่มน้ำมาก ในขณะที่ชุดการทดลองที่ให้กินปลาเปิดสด หอยแมลงภู่และอาหารเม็ดสดจะมีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมหวานตามธรรมชาติของเนื้อปูสุก รสชาติหวานเล็กน้อยและน้อยกว่าเนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารสดร่วมกับสาหร่ายวุ้น ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแน่นและยืดหยุ่นสูงเหมือนกัน มีความชุ่มน้ำมากแต่น้อยกว่าเนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารสดร่วมกับสาหร่ายวุ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับสูง แต่จะให้

คะแนนเนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารสดร่วมกับสาหร่ายวุ้นสูงกว่า เนื่องมาจากมีความชุ่มน้ำมากกว่า เมื่อเคี้ยวทำให้สามารถรับรู้รสชาติได้มากกว่า (ตารางที่ 42)

จากภาพที่ 9 ผู้ทดสอบได้อธิบายลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของเนื้อปูส่วนลำตัวหลังจากทำให้สุก ดังนี้ เนื้อปูจากทุกชุดการทดลองจะมีลักษณะเป็นก้อนชิ้นเล็ก ๆ และยังคงสภาพของชิ้นเนื้อได้อยู่ ไม่เละยุ่ย มีสีขาวเหมือนกัน โดยชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้น และชุดการทดลองที่ให้กินปลาเปิด หอยแมลงภู่และอาหารเม็ดสดร่วมกับสาหร่ายวุ้น มีกลิ่นหอมหวานตามธรรมชาติของเนื้อปูสุกจาง ๆ ร่วมกับกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ มีรสชาติหวานเล็กน้อย ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแน่น เวลาเคี้ยวเนื้อไม่เละ มีความชุ่มน้ำมาก ในขณะที่ชุดการทดลองที่ให้กินปลาเปิดสด หอยแมลงภู่และอาหารเม็ดสด มีกลิ่นหอมหวานตามธรรมชาติของเนื้อปูสุก รสชาติหวานเล็กน้อยและน้อยกว่าเนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้น ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแน่น เวลาเคี้ยวเนื้อไม่เละเช่นเดียวกันกัน มีความชุ่มน้ำมากแต่น้อยกว่าเนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับสูง แต่จะให้คะแนนเนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นสูงกว่า เนื่องมาจากมีความชุ่มน้ำมากกว่า เมื่อเคี้ยวทำให้สามารถรับรู้รสชาติได้มากกว่า (ตารางที่ 43)

จากภาพที่ 10 ผู้ทดสอบได้อธิบายลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของเนื้อปูส่วนก้ามหลังจากทำให้สุก ดังนี้ ลักษณะปรากฏของเนื้อปูจากทุกชุดการทดลองจะเป็นก้อนไม่เละยุ่ย แต่จะมีสีที่แตกต่างกัน โดยเนื้อปูจากชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นจะมีสีแดง-น้ำตาลเข้ม ปกปิดพื้นที่สีขาวเกือบหมด ส่วนเนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นจะมีสีแดง-น้ำตาลเช่นเดียวกัน แต่สีจะจางกว่าและเริ่มมีพื้นที่ที่เป็นสีขาวให้เห็นมากขึ้น ส่วนเนื้อปูของชุดการทดลองที่ให้กินปลาเปิด หอยแมลงภู่และอาหารเม็ดสดจะมีสีเหลือง-น้ำตาล และสีที่เห็นไม่เข้มมาก ในด้านของกลิ่นและรสชาติ พบว่า เนื้อปูของชุดการทดลองที่ให้กินปลาเปิด หอยแมลงภู่และอาหารเม็ดสดจะมีกลิ่นหอมหวานตามธรรมชาติของเนื้อปูสุกมากกว่าเนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นและเนื้อปูจากชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว ส่วนเนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นและเนื้อปูจากชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นจะมีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ เนื้อปูจากทุกชุดการทดลองจะมีรสชาติหวานเล็กน้อย ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเนื้อปูมีความแน่นและยืดหยุ่นสูงเหมือนกันในทุกชุดการทดลอง แต่เนื้อปูชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นและเนื้อปูจากชุดการ

ทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีความชุ่มน้ำมากกว่า ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากมีความชุ่มน้ำมากกว่า เมื่อเคี้ยวทำให้สามารถรับรู้รสชาติได้มากกว่า (ตารางที่ 44)

จากภาพที่ 11 ผู้ทดสอบได้อธิบายลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของเนื้อปลารายกหลังจากทำให้สุก ดังนี้ ลักษณะปรากฏของเนื้อปลาจากทุกชุดการทดลองจะเป็นก้อนไม่และยุ่ยเหมือนกัน แต่จะมีสีที่แตกต่างกันโดยเนื้อปลาชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นและเนื้อปลชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นจะมีสีแดงชมพู ส่วนเนื้อปลาของชุดการทดลองที่ให้กินปลาเปิด หอยแมลงภู่และอาหารเม็ดสดจะมีสีเหลืองน้ำตาล ในด้านของกลิ่นและรสชาติ พบว่า เนื้อปลาของชุดการทดลองที่ให้กินปลาเปิด หอยแมลงภู่และอาหารเม็ดสดจะมีกลิ่นหอมหวานตามธรรมชาติของเนื้อปลามากกว่าเนื้อปลชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นและเนื้อปลาชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว ส่วนเนื้อปลชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นและเนื้อปลาชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นจะมีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ เนื้อปลาจากทุกชุดการทดลองมีรสชาติหวานเล็กน้อย ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสเนื้อปลมีความแน่นสูงเหมือนกันในทุกชุดการทดลองแต่น้อยกว่าเนื้อส่วนก้าม ส่วนเนื้อปลชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นและเนื้อปลาชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีความชุ่มน้ำมากกว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของทุกชุดการทดลองในระดับสูง (ตารางที่ 45)

จากรายงานของ Johansson *et al.* (1991) และ Waagbø *et al.* (1993) ที่รายงานว่าความชุ่มน้ำจะสัมพันธ์กับความสามารถในการอุ้มน้ำ และไขมันที่เป็นองค์ประกอบในชิ้นเนื้อปลา rainbow trout (*O. mykiss*) และปลาแซลมอน (*S. salar*) และองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อจะมีผลต่อคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลทั้ง 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนก้น ส่วนลำตัว ส่วนรยางค์และส่วนก้าม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชุ่มน้ำของเนื้อปลชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นและเนื้อปลาชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นมากกว่าเนื้อปลชุดการทดลองที่ให้กินอาหารสดเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับกับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ที่พบว่าในเนื้อปลชุดการทดลองที่ให้กินอาหารร่วมกับสาหร่ายวุ้นและเนื้อปลาชุดการทดลองที่ให้กินสาหร่ายวุ้นจะมีปริมาณความชื้นในเนื้อสูงกว่า

ตารางที่ 42 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนก้นที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ชุดการทดลอง								
	ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสดและสาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น	ปูม้าจากธรรมชาติ
ลักษณะปรากฏ	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละลาย	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละลาย	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละลาย	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละลาย	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละลาย	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละลาย	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละลาย	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละลาย	สีขาว เป็นก้อน ไม่ละลาย
	ข้อต่อมีสีน้ำตาล	ข้อต่อมีสีน้ำตาล	ข้อต่อมีสีน้ำตาล	ข้อต่อมีสีน้ำตาล	ข้อต่อสีแดง-น้ำตาล	ข้อต่อสีแดง-น้ำตาล	ข้อต่อสีแดง-น้ำตาล	ข้อต่อสีแดง-น้ำตาล	ข้อต่อมีสีน้ำตาล
กลิ่น	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุก
รสชาติ	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวาน	หวาน	หวาน	หวาน	หวานเล็กน้อย
ลักษณะเนื้อสัมผัส	มีความแน่นและยืดหยุ่นสูง	มีความแน่นและยืดหยุ่นสูง	มีความแน่นและยืดหยุ่นสูง	มีความแน่นและยืดหยุ่นสูง	มีความแน่นและยืดหยุ่นสูง	มีความแน่นและยืดหยุ่นสูง	มีความแน่นและยืดหยุ่นสูง	มีความแน่นและยืดหยุ่นสูง	มีความแน่นและยืดหยุ่นสูง
	มีความชุ่มน้ำมาก	มีความชุ่มน้ำมาก	มีความชุ่มน้ำมาก	มีความชุ่มน้ำมาก	มากกว่า	มากกว่า	มากกว่า	มากกว่า	มาก
การยอมรับรวม	มาก	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก

ตารางที่ 43 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนลำตัวที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ชุดการทดลอง								
	ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเบ็ดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเบ็ดสดและสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดและสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวัน	ปูม้าจากธรรมชาติ
ลักษณะปรากฏ	สีขาวยิ่งขึ้นเล็กน้อยและขุ่น	สีขาวยิ่งขึ้นเล็กน้อยและขุ่น	สีขาวยิ่งขึ้นเล็กน้อยและขุ่น	สีขาวยิ่งขึ้นเล็กน้อยและขุ่น	สีขาวยิ่งขึ้นเล็กน้อยและขุ่น	สีขาวยิ่งขึ้นเล็กน้อยและขุ่น	สีขาวยิ่งขึ้นเล็กน้อยและขุ่น	สีขาวยิ่งขึ้นเล็กน้อยและขุ่น	สีขาวยิ่งขึ้นเล็กน้อยและขุ่น
กลิ่น	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุก
รสชาติ	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวาน	หวาน	หวาน	หวาน	หวานเล็กน้อย
ลักษณะเนื้อสัมผัส	เนื้อสัมผัสดี เวลาเคี้ยวไม่เหนียว และ มีความชุ่มน้ำมาก	เนื้อสัมผัสดี เวลาเคี้ยวไม่เหนียว และ มีความชุ่มน้ำมาก	เนื้อสัมผัสดี เวลาเคี้ยวไม่เหนียว และ มีความชุ่มน้ำมาก	เนื้อสัมผัสดี เวลาเคี้ยวไม่เหนียว และ มีความชุ่มน้ำมาก	เนื้อสัมผัสดี เวลาเคี้ยวไม่เหนียว และ มีความชุ่มน้ำมากกว่า	เนื้อสัมผัสดี เวลาเคี้ยวไม่เหนียว และ มีความชุ่มน้ำมากกว่า	เนื้อสัมผัสดี เวลาเคี้ยวไม่เหนียว และ มีความชุ่มน้ำมากกว่า	เนื้อสัมผัสดี เวลาเคี้ยวไม่เหนียว และ มีความชุ่มน้ำมากกว่า	เนื้อสัมผัสดี เวลาเคี้ยวไม่เหนียว และ มีความชุ่มน้ำมาก
การยอมรับรวม	มาก	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก

ตารางที่ 44 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนก้ามที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ชุดการทดลอง								
	ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสดและสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดและสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น	ปูม้าจากธรรมชาติ
ลักษณะปรากฏ	มีสีเหลือง-น้ำตาล ไม่เข้มมาก เป็นก้อน ไม่ละเอียด	มีสีเหลือง-น้ำตาล ไม่เข้มมาก เป็นก้อน ไม่ละเอียด	มีสีเหลือง-น้ำตาล ไม่เข้มมาก เป็นก้อน ไม่ละเอียด	มีสีเหลือง-น้ำตาล ไม่เข้มมาก เป็นก้อน ไม่ละเอียด	มีสีแดง-น้ำตาล มีพื้นที่สีขาว มากขึ้น เป็นก้อน ไม่ละเอียด	มีสีแดง-น้ำตาล มีพื้นที่สีขาว มากขึ้น เป็นก้อน ไม่ละเอียด	มีสีแดง-น้ำตาล มีพื้นที่สีขาว มากขึ้น เป็นก้อน ไม่ละเอียด	มีสีแดง-น้ำตาล เข้มปิดพื้นที่สีขาว เกือบหมด เป็นก้อน ไม่ละเอียด	มีสีเหลือง-น้ำตาล ไม่เข้มมาก เป็นก้อน ไม่ละเอียด
กลิ่น	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุกเล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่ายจาง ๆ	กลิ่นหอมหวานของปูสุก
รสชาติ	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวาน	หวาน	หวาน	หวาน	หวานเล็กน้อย

ตารางที่ 44 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	ชุดการทดลอง								
	ปุ๋ยเมื่อเริ่ม การทดลอง	ปุ๋ยที่เลี้ยงด้วย ปลาเปิดสด	ปุ๋ยที่เลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่	ปุ๋ยที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ด	ปุ๋ยที่เลี้ยงด้วย ปลาเปิดสด และสาหร่าย	ปุ๋ยที่เลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่ และสาหร่าย	ปุ๋ยที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดและ สาหร่าย	ปุ๋ยที่เลี้ยงด้วย สาหร่ายวัน	ปุ๋ยจาก ธรรมชาติ
ลักษณะ เนื้อสัมผัส	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง
	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ
	มาก	มาก	มาก	มาก	มากกว่า	มากกว่า	มากกว่า	มากกว่า	มาก
การยอมรับรวม	มาก	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก

ตารางที่ 45 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อปูส่วนรยางค์ที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ชุดการทดลอง								
	ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสดและสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดและสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวัน	ปูม้าจากธรรมชาติ
ลักษณะปรากฏ	สีน้ำตาล-เหลืองเป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีน้ำตาล-เหลืองเป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีน้ำตาล-เหลืองเป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีน้ำตาล-เหลืองเป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีแดง-ชมพู เป็นส่วนใหญ่ มีสีน้ำตาล เล็กน้อย เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีแดง-ชมพู เป็นส่วนใหญ่ มีสีน้ำตาล เล็กน้อย เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีแดง-ชมพู เป็นส่วนใหญ่ มีสีน้ำตาล เล็กน้อย เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีแดง-ชมพู เป็นส่วนใหญ่ มีสีน้ำตาล เล็กน้อย เป็นก้อน ไม่ละเอียด	สีน้ำตาล-เหลืองเป็นก้อน ไม่ละเอียด
กลิ่น	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก	กลิ่นหอมหวานของปูสุก เล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่าย	กลิ่นหอมหวานของปูสุก เล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่าย	กลิ่นหอมหวานของปูสุก เล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่าย	กลิ่นหอมหวานของปูสุก เล็กน้อย มีกลิ่นของสาหร่าย	กลิ่นหอมหวานของปูสุก
รสชาติ	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	หวาน	หวาน	หวาน	หวาน	หวานเล็กน้อย

ตารางที่ 45 (ต่อ)

ลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	ชุดการทดลอง								
	ปูม้าเมื่อเริ่ม การทดลอง	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาแป๊ะตด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ด	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย ปลาแป๊ะตด และสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย หอยแมลงภู่ และสาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย อาหารเม็ดและ สาหร่าย	ปูม้าที่เลี้ยงด้วย สาหร่ายวุ้น	ปูม้าจาก ธรรมชาติ
ลักษณะ เนื้อสัมผัส	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง	มีความแน่น และยืดหยุ่นสูง
	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ	มีความชุ่มน้ำ
	เล็กน้อย	เล็กน้อย	เล็กน้อย	เล็กน้อย	มาก	มาก	มาก	มาก	เล็กน้อย
การยอมรับรวม	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก

สรุปผลการทดลอง

1. ศึกษาการเจริญเติบโตของลูกปูม้า และคุณภาพของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

1.1 ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสดมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (128.64 เปอร์เซ็นต์) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (1.48 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (1.98) และอัตราแลกเนื้อ (4.04) ดีที่สุด ส่วนปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด (90.00 เปอร์เซ็นต์)

1.2 ศึกษาคุณภาพของเนื้อปูม้า

1.2.1 องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณคอเลสเตอรอล (54.71 มิลลิกรัมต่อ100 กรัม) ของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีค่าต่ำกว่าปูที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ ส่วนปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณของ arginine (1.59 กรัมต่อ100กรัม) และ methionine (0.33 กรัมต่อ100กรัม) สูงกว่าปูที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ ส่วนปริมาณของกรดไขมันในเนื้อปูไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

1.2.2 คุณลักษณะทางกายภาพทางด้านสีของเนื้อปูม้าในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกัน โดยค่าความสว่างของเนื้อปูทุกส่วนของปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีค่าความสว่างต่ำที่สุด แต่จะมีค่าสีแดงสูงที่สุด ค่าสีเหลืองของเนื้อปูทุกส่วนของปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสดมีค่าต่ำที่สุด ค่าความเหนียวของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดมีค่าสูงที่สุด (9.35 นิวตัน) ส่วนปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีค่าความเหนียวของเนื้อน้อยที่สุด (6.00 นิวตัน)

1.2.3 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของปูม้าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนลักษณะปรากฏด้านสี จะมีความแตกต่างกันในส่วนของเนื้อก้าม และส่วนหางค์

2. ศึกษาการเจริญเติบโตของปูม้า และคุณภาพของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

2.1 ปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (38.79 เปอร์เซ็นต์) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (1.09 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ค่าประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (1.65) และอัตราแลกเนื้อ (4.56) ดีที่สุด ส่วนปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด (88.33 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวมีการเจริญเติบโตต่ำที่สุด

2.2 ศึกษาคุณภาพของเนื้อปูม้า

2.2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวจะมีค่าต่ำกว่าปูที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ ปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าจะมีปริมาณของ arginine และ methionine แตกต่างกัน โดยปูม้าเมื่อเริ่มทดลองมีปริมาณของ arginine ต่ำที่สุด (1.02 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง) ในขณะที่ไม่มีความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหารที่ใช้ ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียว และให้สาหร่ายวันร่วมกับอาหารอื่น แต่จะมีปริมาณของ methionine สูงกว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารสดเพียงอย่างเดียว ส่วนปริมาณของกรดไขมันในเนื้อปูมีความแตกต่างกัน โดยปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันจะมีปริมาณของ oleic acid ต่ำที่สุด (11.61 เปอร์เซ็นต์) ปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาแปดสดและสาหร่ายวัน และหอยแมลงภู่และสาหร่ายวันมีปริมาณของ arachidonic acid เท่ากัน มีค่าสูงที่สุด (12.52 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณของ EPA และ DHA สูงที่สุด (20.93 และ 2.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวันมีค่าสูงที่สุด (63.50 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ในขณะที่ปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียว และอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวันจะมีปริมาณคอเลสเตอรอลไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 57.16 และ 57.67 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ปริมาณแอสตาแซนธินของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 10.32 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณแอสตาแซนธินของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่น ๆ

2.2.2 คุณลักษณะทางกายภาพทางด้านสีของเนื้อปูม้าในแต่ละส่วนมีความแตกต่างกัน โดยค่าความสว่างของเนื้อปูส่วนรยางค์ เนื้อก้อน และเนื้อลำตัวของปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวันเพียงอย่างเดียวจะมีค่าความสว่างต่ำที่สุด แต่จะมีค่าสีแดงของเนื้อทุกส่วนสูงที่สุด ส่วน

ค่าความสว่างของเนื้อก้ามของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้นจะมีค่าต่ำที่สุด (59.13) แต่ไม่แตกต่างจากปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียว (59.48) ค่าสีเหลืองของเนื้อปูส่วนก้าม และส่วนรยางค์ของปูม้าที่เลี้ยงด้วยปลาเปิดสด และปลาเปิดสดและสาหร่ายวุ้นมีค่าสูงที่สุด ตามลำดับ ค่าสีเหลืองของเนื้อปูส่วนก้ามและส่วนลำตัวของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น และที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวมีค่าสูงที่สุด ตามลำดับ ค่าความเหนียวของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่มีค่าสูงที่สุด (11.45 นิวตัน) ส่วนปูม้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีค่าความเหนียวของเนื้อต่ำที่สุด (6.00 นิวตัน) โดยไม่แตกต่างจากปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง (6.03 นิวตัน)

2.2.3 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อส่วนก้ามและส่วนลำตัว พบว่า ลักษณะทางด้านสี ลักษณะปรากฏ และรสชาติไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนลักษณะทางด้านความแน่นเนื้อ ความชุ่มน้ำ กลิ่นและความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อส่วนก้ามและรยางค์ พบว่า ลักษณะปรากฏ ความแน่นเนื้อ และรสชาติไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนลักษณะทางด้านสี ความชุ่มน้ำ กลิ่น และความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยปูม้าที่มีการให้สาหร่ายวุ้นทั้งแบบที่ให้ร่วมกับอาหารสดและที่ให้สาหร่ายวุ้นเพียงอย่างเดียวจะมีสีของส่วนผิวเนื้อที่แดงมากกว่า มีความชุ่มน้ำสูงกว่า มีกลิ่นของสาหร่ายร่วมกับกลิ่นของปูสด และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมสูงกว่าปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารสดเพียงอย่างเดียว ปูม้าเมื่อเริ่มการทดลอง และปูม้าที่จับจากธรรมชาติ

2.2.4 สำหรับการเลี้ยงและขุนปูม้าเพื่อการเจริญเติบโต ไม่ควรใช้สาหร่ายเป็นอาหารหลัก เพราะมีประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหารต่ำที่สุด ทำให้ปูม้าเจริญเติบโตช้า แต่สามารถใช้สาหร่ายเป็นอาหารเสริมได้ การให้สาหร่ายวุ้นร่วมกับอาหารสดชนิดอื่น ๆ เช่น หอยแมลงภู่ ปลาเปิดสด และอาหารเม็ด จะช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อทั้งด้านเคมี ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส คือ เพิ่มปริมาณ arginine และ methionine ในเนื้อปู ลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปู ให้ปริมาณแอสตาแซนธินสูงขึ้น เนื้อส่วนก้ามและรยางค์มีสีแดงมากขึ้น และผู้ทดสอบให้การยอมรับเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาวิธีการจัดการบ่อในการประยุกต์ใช้สาหร่ายเป็นอาหารเสริม สำหรับการเลี้ยงปูม้าในบ่อดิน เพื่อเป็นข้อมูลแก่เกษตรกรที่สนใจการเพาะเลี้ยงปูม้าเชิงพาณิชย์ และสามารถนำไปใช้ได้จริง ให้ได้ปูที่มีคุณภาพดีขึ้น
2. ควรมีการศึกษาปรับปรุงอาหารที่ใช้สำหรับการเลี้ยงปูม้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงปูม้า
3. ควรมีการศึกษาถึงระดับของโปรตีน และไขมันในอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปูม้า

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กาญจนา เตียวศรี, กฤตพล ยังวนิชเศรษฐ และ ศุภดี จันทร์เมือง. 2546. การเลี้ยงหอยเปาฮื้อด้วย
สาหร่ายผสมนางในบ่อคอนกรีต. เอกสารวิชาการ 23/2546. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง
จังหวัดปัตตานี.
- กาญจนาภรณ์ ลีวมโนมนต์. 2527. สาหร่าย. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ฐานันตร์ ทัดตานนท์, วิสุทธิ วีระกุลพิริยะ, ธวัช ศรีวิระชัย, สมบูรณ์ หลาวประเสริฐ และ
พนาวรรณ จิระวงษ์. 2550. การศึกษาเบื้องต้นในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในพื้นที่ดินพรุจังหวัด
นราธิวาส. การสัมมนาวิชาการประจำปี 2537. แหล่งที่มา:
http://www.nicaonline.com/articles10/site/view_article.asp?idarticle=2555, 11 พฤษภาคม
2550.
- ธัญญ์ สังกรชนกิจ. 2546. การเพาะเลี้ยงปูม้าในบ่อดินที่ศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำ
เพชรบุรี. นานาสัตว์น้ำ. 7(3): 6-10.
- ธานินทร สิงห์ไกรวรรณ. 2532. การทดลองเลี้ยงปูม้าในกระชัง. เอกสารวิชาการเลขที่ 13, ศูนย์
พัฒนาประมงทะเลชายฝั่งตะวันออก, กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์.
- นิคม ละอองศิริวงศ์. 2546. การวิเคราะห์น้ำ, น. 63-148. ใน นิคม ละอองศิริวงศ์ และยงยุทธ ปรีดา
ลัมพะบุตร, บรรณาธิการ. วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (Method of
Water Analysis for Coastal Aquaculture). สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรม
ประมง.
- บรรจง เทียนส่งรัมย์. 2547. เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปูม้า. สตาร์ทิม แมนเนจ กรุ๊ป, กรุงเทพฯ.
132 หน้า.

- บุญชัย เจียมปรีชา และ ทวี จันทศรี. 2523. การเพาะพันธุ์และเลี้ยงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus) แบบหมวด (mass culture). รายงานวิชาการฉบับที่ 20. งานปลาผิวน้ำ, กองประมงทะเล, กรมประมง.
- พรทิพย์ งานสกุล และ เจต พิมลจินดา. 2537. การทดลองเลี้ยงลูกปูม้าด้วยอาหารต่างชนิดกัน. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2537. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งอันดามัน, กรมประมง.
- ภมรพรรณ นัตรภูมิ และ วารินทร์ ธนาสมหวัง. 2548. ผลของความหนาแน่นต่ออัตราการรอดตายของลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์. รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2548. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร, กรมประมง.
- มันสิน ดันทุลเวศน์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2539. การจัดการคุณภาพน้ำ และการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ. เล่ม 1. การจัดการคุณภาพน้ำ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 214 หน้า.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. ชุมชนเกษตรและสหกรณ์แห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 115 หน้า.
- วิรัช จิวแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 166 หน้า.
- วิวรรณ สิงห์ทวีศักดิ์, บุญส่ง สิริกุล และ อรุณ มีกิริยา. 2538. การเลี้ยงสาหร่ายผมนาง, *Gracilaria fisheri* (Xia & Abbott) Abbott, Zhang & Xia, แบบผลิตสูงในบ่อดิน. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจันทบุรี, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง.
- เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2543. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 255 หน้า.

สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2546. 2548. เอกสารฉบับที่ 6/2548. ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 91 หน้า.

สรวิศ เผ่าทองสุข. 2543. สาหร่าย: ศักยภาพการวิจัยและพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในประเทศไทย. สำนักผู้ประสานงานชุดโครงการ “อุตสาหกรรมสัตว์น้ำ” สกว., กรุงเทพฯ. 356 หน้า.

สุดสายชล หอมทอง. 2541. การผลิต astaxanthin จากสาหร่าย *Haematococcus* sp. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาพ ไพรพนาพงศ์ และ ทวีศักดิ์ ชัยวงษ์เศรษฐ์. 2534. การทดลองเลี้ยงปูทะเล. วารสารการประมง. 44: 229–232.

สุเมธ ดันติกุล. 2526. การเจริญเติบโตของปูม้าที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์. รายงานประจำปี 2546. ฝ่ายสัตว์น้ำอื่น ๆ, กองประมงทะเล, กรมประมง.

สุเมธ ดันติกุล. 2527. ชีววิทยาการประมงของปูม้าในอ่าวไทย. ฝ่ายสัตว์น้ำอื่น ๆ, กองประมงทะเล, กรมประมง. 58 หน้า.

สุรเกียรติ์ วีรวานิข. 2541. การวิเคราะห์คุณค่าอาหารของสาหร่ายผสมนาง กราซิลารีเรีย ฟิชเชอไร บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันราชภัฏสงขลา, สงขลา. 113 หน้า.

สุวัฒน์ รัตนภาพไพศาล. 2534. ผลของระดับความเข้มข้นในการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและความหนาแน่นของสาหร่ายต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายวุ้น 2 ชนิด (*Gracilaria tenuistipitata* Chang & Xia และ *Polycavernosa fisheri* Xia & Abbott) ที่เลี้ยงในบ่อดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- อนุวัฒน์ รัตนโชติ และ รัชฎา ขาวหนูนา. 2536. การขุนปลูทะเลในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2536. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 410–418.
- อรสา สุริยาพันธ์, พัทธ์ชัย สุตรอนันต์, จิตติมา เจริญพานิช และ บุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2548. คุณภาพของเนื้อกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงภายใต้้น้ำความเค็มต่ำและให้อาหารที่เสริมแร่ธาตุ. วารสารการประมง 58: 550 – 558.
- อรุณี มานะกล้า. 2539. การเลี้ยงสาหร่ายเขากวาง, *Gracilaria changii* (Xia & Abbott) Abbott, Zhang & Xia, ในกระชังในบ่อดิน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2539. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจันทบุรี, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง.
- อารัตน์ มหาจันทร์. 2547. สาหร่าย...มากคุณค่า...โอชารส. กองประชาสัมพันธ์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ปทุมธานี. 50 หน้า.
- อานวย โชติญาณวงษ์. 2521. คุณค่าทางอาหารของกุ้ง ปลา ปลาหมึก ปูและหอย. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- A.O.A.C. 2000. **Official Methods of Analysis**. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- Bjerkeng, B., S. Refstie, K.T. Fjalestad, T. Storebakken, M. Rødotten and A.J. Roem. 1997. Quality parameters of the flesh of Atlantic salmon (*Salmo salar*) as affected by dietary fat content and full-fat soybean meal as a partial substitute for fish meal in the diet. **Aquaculture**. 157: 297–309.
- Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Management for Fish Pond Culture**. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam, Netherlands. 318 p.

- Boyd, C.E. 1989. **Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming Series 2.**
Department of Fisheries and Allied Aquaculture, Auburn University, Auburn, Alabama.
77 p.
- Boyd, C.E. and C.S. Tucker. 1998. **Pond Aquaculture Water Quality Management.** Kluwer
Academic Publishers, Massachusetts. 700 p.
- Briggs, M. R. P. and S.J.F. Smith. 1993. **Macroalgae in aqua-culture: An overview and
their possible roles in shrimp culture.** *In* Proceedings conference on marine
biotechnology in the Asia Pacific. pp. 137-143.
- Catacutan, M.R. 2002. Growth and body composition of juvenile mud crab, *Scylla serrata*, fed
different dietary protein and lipid levels and protein to energy ratios. **Aquaculture.** 208:
113–123.
- Clifford, H.C. and R.W. Brick. 1983. Nutritional physiology of the freshwater shrimp
Macrobrachium rosenbergii (De Man): Substrate metabolism in fasting juvenile shrimp.
CBP. 74: 561–568.
- Daugherty, B.K. and K.T. Bird. 1988. Salinity and temperature effects on agar production from
Gracilaria verrucosa Strain G-16. **Aquaculture.** 75: 105–113.
- Francesco, M.D., G. Parisi, F. Médale, P. Lupi, S.J. Kaushik and B.M. Poli. 2004. Effect of
long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet
quality traits of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture.** 236: 413–
429.
- Gökoğlu, N. and P. Yerlikaya. 2003. Determination of proximate composition and mineral
contents of blue crab (*Callinectes sapidus*) and swim crab (*Portunus pelagicus*)
caught off the Gulf of Antalya. **Food Chemistry.** 80: 495–498.

- Goytortúa-Bores, E., R. Civera-Cerecedo, S. Rocha-Meza and A. Green-Yee. 2006. Partial replacement of red crab (*Pleuroncodes planipes*) meal for fish meal in practical diets for the white shrimp *Litopenaeus vannamei*: Effect on growth and *in vivo* digestibility. **Aquaculture**. 256: 414–422.
- Holme, M.H., P.C. Southgate and C. Zeng. 2007. Survival, development and growth response of mud crab, *Scylla serrata*, megalopae fed semi-purified diets containing various fish oil:corn oil ratios. **Aquaculture**. 269: 427–435.
- Jensen, A. 1993. **Present and future needs for alga and algal products**. Hydrobiology, 260/261, p. 15 - 21.
- Johansson, L., A. Kiessling and R. Carlsson. 1991. Eating quality and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on feed with different admixtures of leaf nutrient concentrate. **J. Sci. Food Agric**. 57: 217–234.
- Kobayashi, M., T. Kakizono and S. Nagai. 1991. Astaxanthin production by a green algae, *Haematococcus pluvialis*, accompanied with morphological changes in acetate medium. **J. Ferment. Bioeng**. 74: 61–63.
- Lawless, H.T. and H. Heymann. 1998. **Sensory Evaluation of Food: Principle and Practices**. Chapman&Hall, New York. 819 p.
- Lee, E., S.P. Meyers and J.S. Godber. 1993. Minced meat crab cake from blue crab processing by-products – development and sensory evaluation. **J. Food Sci**. 58: 99–103.
- Lim, C., H. Ako, C.L. Brown and K. Hahn. 1997. Growth response and fatty acid composition of juvenile *Penaeus vannamei* fed different sources of dietary lipid. **Aquaculture**. 151: 143–153.

Love, R.M. 1970. **The Chemical Biology of Fishes**. Academic Press, New York. pp. 222–257.

Mathew, S., K. Ammu, N. Viswanathan and K. Devadasan. 1999. Cholesterol content of Indian fish and shellfish. **Food Chemistry**. 66: 455 – 461 pp.

Matsuno, T. and T. Maoka. 1988. The carotenoid of crab *Paraalithodes brevipes*. **Bulletin Japanese Society of Scientific Fisheries**. 54: 1437-1442.

Mazid, M.A., M. Zaher, N.N. Begum, M.Z. Ali and F. Nahar. 1997. Formulation of cost-effective feeds from locally available ingredients for carp polyculture system for increased production. **Aquaculture**. 151: 71–78.

Naiyanetr, P. 1998. **Crustacean fauna in Thailand**. Office of Environment Policy and Planning, 161 pp.

Orban, E., F. Sinesio, and F. Paoletti. 1997. The Functional properties of the proteins, texture and the sensory characteristics of frozen sea bream fillets (*Sparus aurata*) from different farming systems. **Research Note**. 30:214-217.

Sachindra, N.M., N. Bhaskar and N.S. Mehendrakar. 2005. Carotenoids in crabs from marine and fresh waters of India. **LWT**. 38: 221-225.

Shahidi, F., Metusalach and J.A. Brown. 1998. Carotenoid pigments in seafoods and aquaculture. **CRC Critical Reviews in Food Science**. 38: 1-67.

Sheen, S.S. and S.W. Wu. 1999. The effects of dietary lipid levels on the growth response of juvenile mud crab *Scylla serrata*. **Aquaculture**. 175: 143–153.

Siddiquie, P.J.A., Z. Akbar and R. Qasim. 1987. Biochemical composition and caloric values of three edible species of Portunidae crabs from Karachi, Pakistan. **J. Sci**. 30: 119–121.

- Skonberg, D.I. and B.L. Perkins. 2001. Nutrient composition of green crab (*Carcinus maenus*) leg meat and claw meat. **Food Chemistry**. 77: 401–404.
- Waagbø, R., K. Sandnes, O.J. Torrissen, A. Sandvin and Ø. Lie. 1993. Chemical and sensory evaluation of fillets from Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed three levels of N-3 polyunsaturated fatty acids at two levels of vitamin E. **Food Chemistry**. 46: 361–366.
- Wen, X., L. Chen, Y. Ku and K. Zhou. 2006. Effect of feeding and lack of food on the growth, gross biochemical and fatty acid composition of juvenile crab, *Eriocheir sinensis*. **Aquaculture**. 252: 598 – 607.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การทำอาหารเมื่อดูดไขมัน การคำนวณการเจริญเติบโตของปูม้าระหว่างการทดลอง
ข้อมูลจากการทดลอง และคุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลอง

1. ส่วนผสม และขั้นตอนการทำอาหารเม็ดสดชนิดจมน้ำ

1.1 ส่วนผสม

- ปลาเป็ดสด	70.09	เปอร์เซ็นต์
- หัวปลากะตักตากแห้ง	16.36	เปอร์เซ็นต์
- รำละเอียด	11.68	เปอร์เซ็นต์
- ไคแคลเซียม 18%	0.70	เปอร์เซ็นต์
- สารเหนียว	1.17	เปอร์เซ็นต์

1.2 ขั้นตอนการทำ

1.2.1 นำปลาเป็ดสด (ปลาข้างเหลือง) มาบดด้วยเครื่องบด

1.2.2 นำมาเข้าเครื่องนวด ใส่ส่วนผสมอื่น ๆ แล้วนวดให้เข้ากัน

1.2.3 นำส่วนผสมที่ได้มาผ่านตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร

1.2.4 นำอาหารเม็ดที่ได้มาต้มในน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส

1.2.5 ร่อนอาหารเม็ดที่ต้มลอยขึ้นมา ตักขึ้นพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ

1.2.6 บรรจุลงในถุงพลาสติก เก็บรักษาในตู้แช่เย็น

2. การคำนวณการเจริญเติบโตของปูระหว่างทดลอง (เวียง, 2543)

2.1 น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Weight gain, WG, เปอร์เซ็นต์)

$$\text{Weight gain} = \frac{(\text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเมื่อเริ่มทดลอง}) \times 100}{\text{น้ำหนักเมื่อเริ่มทดลอง}}$$

2.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่อวัน (Specific growth rate, SGR, เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)

$$\text{SGR} = \frac{[\ln(\text{น้ำหนักสุดท้าย}) - \ln(\text{น้ำหนักเริ่มต้น})] \times 100}{\text{ระยะเวลาของการทดลอง}}$$

2.3 อัตราการรอด (Survival rate, เปอร์เซ็นต์)

$$\text{อัตราการรอด} = \frac{\text{จำนวนปูที่เหลือรอดในแต่ละสัปดาห์} \times 100}{\text{จำนวนปูที่ปล่อยเมื่อเริ่มการทดลอง}}$$

2.4 ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร (Protein efficiency ratio, PER)

$$\text{PER} = \frac{\text{น้ำหนักปูที่เพิ่มขึ้น}}{\text{น้ำหนัก(แห้ง)ของโปรตีนที่ปูกิน}}$$

2.5 อัตราแลกเนื้อ (Feed conversion ratio, FCR)

$$\text{FCR} = \frac{\text{น้ำหนักอาหาร (แห้ง) ที่ปูกิน}}{\text{น้ำหนักปูที่เพิ่มขึ้น}}$$

ตารางผนวกที่ ก1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง) ที่ใช้ในการทดลอง
เลี้ยงปูเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชนิดของอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)					เปอร์เซ็นต์ ความชื้น	พลังงานที่ย่อยได้ กิโลแคลอรีต่อ อาหารแห้ง 100 กรัม
	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	NFE		
1 ปลาเป็ดสด	68.95	2.92	-	11.66	15.94	75.72	345.30
2 อาหารเม็ดสด	45.95	9.69	-	14.52	29.84	31.67	344.87
3 อาหารเม็ดสด และสาหร่ายวุ้น	42.30	8.76	0.69	15.66	32.60	37.06	330.54
4 สาหร่ายวุ้น	9.40	0.37	6.87	25.88	57.48	85.60	201.50

ตารางผนวกที่ ก2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง) ที่ใช้ในการทดลอง
เลี้ยงแบบขุนปูเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชนิดของอาหาร	องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์)					เปอร์เซ็นต์ ความชื้น	พลังงานที่ย่อยได้ กิโลแคลอรีต่อ อาหารแห้ง 100 กรัม
	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	NFE		
1 ปลาเป็ดสด	68.95	2.92	-	11.66	15.94	75.72	345.30
2 หอยแมลงภู่	62.30	11.00	-	8.90	17.80	80.90	387.04
3 อาหารเม็ดสด	45.95	9.69	-	14.52	29.84	31.67	344.87
4 ปลาเป็ดสด และสาหร่ายวุ้น	63.00	2.67	0.69	13.08	20.57	76.71	330.90
5 หอยแมลงภู่ และสาหร่ายวุ้น	57.01	9.94	0.69	10.60	21.77	81.37	368.49
6 อาหารเม็ดสด และสาหร่ายวุ้น	42.30	8.76	0.69	15.66	32.60	37.06	330.54
7 สาหร่ายวุ้น	9.40	0.37	6.87	25.88	57.48	85.60	201.50

หมายเหตุ ปลาเป็ดสดและสาหร่าย, หอยแมลงภู่และสาหร่าย และอาหารเม็ดและสาหร่าย คิดใน
อัตราส่วน 9:1

ตารางผนวกที่ ก3 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	สัปดาห์ที่								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
1 ปลาเปิดสด	1	25.64	38.63	39.53	41.43	42.63	46.38	49.55	54.10	60.05
	2	26.31	36.23	37.33	39.60	47.32	49.08	50.70	54.10	57.55
	3	27.16	36.70	36.70	38.65	44.80	47.38	47.63	53.53	63.28
	ค่าเฉลี่ย±SD	26.37±0.76	37.18±1.27	37.85±1.48	39.89±1.41	44.91±2.35	47.61±1.37	49.29±1.55	53.91±0.33	60.29±2.87
2 อาหารเม็ดสด	1	26.24	40.58	43.53	45.70	46.30	48.80	53.88	54.48	57.95
	2	25.31	37.88	39.73	40.58	41.93	46.60	49.25	50.15	52.25
	3	25.16	36.90	38.90	40.40	39.30	45.15	49.95	52.15	55.63
	ค่าเฉลี่ย±SD	25.57±0.59	38.45±1.90	40.72±2.47	42.23±3.01	42.51±3.54	46.85±1.84	51.03±2.49	52.26±2.16	55.28±2.87
3 อาหารเม็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	1	26.64	36.25	39.15	41.35	42.35	46.94	49.53	51.97	53.60
	2	25.28	31.25	33.25	34.95	36.10	38.00	40.83	44.55	50.40
	3	25.19	34.25	35.40	36.83	39.28	39.33	41.10	42.95	46.08
	ค่าเฉลี่ย±SD	25.70±0.81	33.95±2.56	35.93±2.99	37.71±3.29	39.24±3.13	41.42±4.82	43.82±4.95	46.49±4.81	50.03±3.77
4 สาหร่ายวุ้น	1	26.96	33.34	34.73	34.93	35.13	35.78	39.00	39.00	41.05
	2	25.16	33.30	36.20	38.70	39.50	42.60	43.80	43.80	44.15
	3	24.11	35.37	38.00	41.00	42.25	42.95	44.20	44.45	45.35
	ค่าเฉลี่ย±SD	25.41±1.44	34.00±1.18	36.31±1.64	38.21±3.07	38.96±3.59	40.44±4.05	42.33±2.89	42.42±2.98	43.52±2.22

ตารางผนวกที่ ก4 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	สัปดาห์ที่								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
1 ปลาเปิดสด	1	0.00	12.99	0.90	1.90	1.20	3.75	3.18	4.55	5.95
	2	0.00	9.92	1.10	2.28	7.72	1.76	1.63	3.40	3.45
	3	0.00	9.54	0.00	1.95	6.15	2.58	0.25	5.90	9.76
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	10.81 $\pm$ 1.89	0.67 $\pm$ 0.59	2.04 $\pm$ 0.20	5.02 $\pm$ 3.40	2.69 $\pm$ 1.00	1.68 $\pm$ 1.46	4.62 $\pm$ 1.25	6.39 $\pm$ 3.17
2 อาหารเม็ดสด	1	0.00	14.34	2.95	2.17	0.60	2.50	5.08	0.60	3.48
	2	0.00	12.57	1.85	0.85	1.35	4.68	2.65	0.90	2.10
	3	0.00	11.74	2.00	1.50	-1.10	5.85	4.80	2.20	3.48
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	12.88 $\pm$ 1.33	2.27 $\pm$ 0.60	1.51 $\pm$ 0.66	0.28 $\pm$ 1.26	4.34 $\pm$ 1.70	4.18 $\pm$ 1.33	1.23 $\pm$ 0.85	3.02 $\pm$ 0.80
3 อาหารเม็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	1	0.00	9.71	2.80	2.20	1.00	4.59	2.59	2.44	1.63
	2	0.00	5.97	2.00	1.70	1.15	1.90	2.83	3.72	5.85
	3	0.00	9.06	1.15	1.43	2.45	0.05	1.78	1.85	3.13
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	8.25 $\pm$ 2.00	1.98 $\pm$ 0.83	1.78 $\pm$ 0.39	1.53 $\pm$ 0.80	2.18 $\pm$ 2.28	2.40 $\pm$ 0.55	2.67 $\pm$ 0.96	3.54 $\pm$ 2.14
4 สาหร่ายวุ้น	1	0.00	6.38	1.39	0.20	0.20	0.65	3.23	0.00	2.05
	2	0.00	8.14	2.90	2.50	0.80	3.10	1.20	0.00	0.35
	3	0.00	11.26	2.63	3.00	1.25	0.70	1.25	0.25	0.90
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	8.59 $\pm$ 2.47	2.31 $\pm$ 0.81	1.90 $\pm$ 1.49	0.75 $\pm$ 0.53	1.48 $\pm$ 1.40	1.89 $\pm$ 1.15	0.08 $\pm$ 0.14	1.10 $\pm$ 0.87

ตารางผนวกที่ ก5 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	สัปดาห์ที่								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
1 ปลาเปิดสด	1	100.00	99.17	97.50	91.67	87.50	84.17	81.67	81.67	80.00
	2	100.00	97.50	94.17	90.83	85.00	82.50	77.50	74.17	71.67
	3	100.00	98.33	97.50	90.83	86.67	84.17	82.50	79.17	75.83
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	100.00 $\pm$ 0.00	98.33 $\pm$ 0.84	96.39 $\pm$ 1.92	91.11 $\pm$ 0.48	86.39 $\pm$ 1.27	83.61 $\pm$ 0.96	80.56 $\pm$ 2.68	78.34 $\pm$ 3.82	75.83 $\pm$ 4.17
2 อาหารเม็ดสด	1	100.00	99.17	96.67	93.33	92.50	91.67	91.67	90.00	90.00
	2	100.00	99.17	95.83	93.33	90.83	89.17	89.17	85.83	85.00
	3	100.00	100.00	100.00	99.17	96.67	96.67	96.67	95.00	95.00
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	100.00 $\pm$ 0.00	99.45 $\pm$ 0.48	97.50 $\pm$ 2.21	95.28 $\pm$ 3.37	93.33 $\pm$ 3.01	92.50 $\pm$ 3.82	91.39 $\pm$ 4.59	90.28 $\pm$ 4.59	90.00 $\pm$ 5.00
3 อาหารเม็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	1	100.00	100.00	98.33	94.17	92.50	92.50	91.67	91.67	90.83
	2	100.00	99.17	99.17	95.83	91.67	90.00	87.50	85.83	83.33
	3	100.00	99.17	98.33	95.00	92.50	90.83	90.00	89.17	85.83
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	100.00 $\pm$ 0.00	99.45 $\pm$ 0.48	98.61 $\pm$ 0.48	95.00 $\pm$ 0.83	92.22 $\pm$ 0.48	91.11 $\pm$ 1.27	89.72 $\pm$ 2.10	88.89 $\pm$ 2.93	86.66 $\pm$ 3.82
4 สาหร่ายวุ้น	1	100.00	98.33	93.33	86.66	85.00	80.83	77.50	75.00	75.00
	2	100.00	96.66	90.83	85.83	81.67	76.67	73.33	71.67	69.17
	3	100.00	100.00	98.33	96.66	91.67	87.50	84.17	81.67	80.00
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	100.00 $\pm$ 0.00	98.33 $\pm$ 1.67	94.16 $\pm$ 3.82	89.72 $\pm$ 6.03	86.11 $\pm$ 5.09	81.67 $\pm$ 5.46	78.33 $\pm$ 5.47	76.11 $\pm$ 5.09	74.72 $\pm$ 5.42



ภาพผนวกที่ ก1 ปูม้าเมื่อเริ่มต้นการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

- ก. ปูม้าเมื่อเริ่มต้นการทดลอง
- ข. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยปลาเป็ดสด
- ค. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด
- ง. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น
- จ. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น

ตารางผนวกที่ ก6 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงแบบขุนปูดัวยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

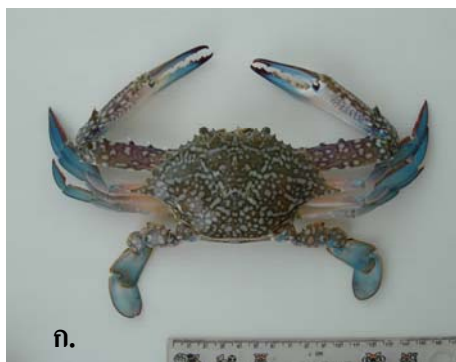
ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	สัปดาห์ที่				
		0	1	2	3	4
1 ปลาเบ็ดสด	1	100.32	106.84	117.23	122.58	134.19
	2	97.76	109.56	115.37	123.22	130.14
	ค่าเฉลี่ย±SD	100.04±3.22	108.20±1.92	116.30±1.32	122.90±6.60	132.17±2.86
2 หอยแมลงภู่	1	99.63	104.69	116.31	124.62	137.66
	2	99.32	106.22	114.50	126.01	138.47
	ค่าเฉลี่ย±SD	98.48±1.20	103.46±3.91	115.41±1.28	125.32±0.98	138.07±0.57
3 อาหารเม็ดสด	1	100.52	109.94	119.89	127.11	134.77
	2	98.77	104.64	112.25	123.21	129.54
	ค่าเฉลี่ย±SD	99.65±1.24	107.29±3.75	116.07±5.40	125.16±2.76	132.16±3.70
4 ปลาเบ็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	1	102.44	114.98	128.75	134.95	139.22
	2	103.41	111.47	119.31	126.22	132.58
	ค่าเฉลี่ย±SD	105.43±2.85	113.23±2.48	124.03±6.68	130.59±6.17	135.90±4.70
5 หอยแมลงภู่ และ สาหร่ายวุ้น	1	104.21	116.98	127.84	134.61	144.11
	2	101.34	111.37	124.63	131.63	137.97
	ค่าเฉลี่ย±SD	102.78±2.03	114.18±3.97	126.24±2.27	133.12±2.11	141.04±4.34
6 อาหารเม็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	1	103.55	109.64	114.55	122.38	127.94
	2	99.28	107.45	114.46	121.84	129.18
	ค่าเฉลี่ย±SD	101.42±3.02	108.55±1.55	114.51±0.06	122.11±0.38	128.56±0.88
7 สาหร่ายวุ้น	1	99.73	105.63	113.52	118.64	122.36
	2	103.47	110.74	116.21	121.11	127.83
	ค่าเฉลี่ย±SD	101.60±2.64	108.19±3.61	114.87±1.90	119.88±1.75	125.10±3.87

ตารางผนวกที่ ก7 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงแบบขุนปูด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	สัปดาห์ที่				
		0	1	2	3	4
1 ปลาเปิดสด	1	0.00	4.52	10.39	5.35	11.61
	2	0.00	11.80	5.81	7.85	6.92
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	8.16 $\pm$ 5.15	8.10 $\pm$ 3.24	6.60 $\pm$ 1.77	9.26 $\pm$ 3.32
2 หอยแมลงภู่	1	0.00	5.06	11.62	8.31	13.04
	2	0.00	6.90	8.28	11.51	12.46
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	5.98 $\pm$ 1.30	9.95 $\pm$ 2.36	9.91 $\pm$ 2.26	12.75 $\pm$ 0.41
3 อาหารเม็ดสด	1	0.00	9.42	9.95	7.22	7.66
	2	0.00	5.87	7.61	10.96	6.33
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	7.65 $\pm$ 2.51	8.78 $\pm$ 1.65	9.09 $\pm$ 2.64	7.00 $\pm$ 0.94
4 ปลาเปิดสด และ สาหร่ายวุ้น	1	0.00	12.54	13.77	6.20	4.27
	2	0.00	8.06	7.84	6.91	6.36
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	10.30 $\pm$ 3.17	10.81 $\pm$ 4.19	6.55 $\pm$ 0.50	5.32 $\pm$ 1.48
5 หอยแมลงภู่ และ สาหร่ายวุ้น	1	0.00	12.77	10.86	6.77	9.50
	2	0.00	10.03	13.26	7.00	6.34
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	11.40 $\pm$ 1.94	12.06 $\pm$ 1.70	6.89 $\pm$ 0.16	7.92 $\pm$ 2.23
6 อาหารเม็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	1	0.00	6.09	4.91	7.83	5.56
	2	0.00	8.17	7.01	7.38	7.34
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	7.13 $\pm$ 1.47	5.96 $\pm$ 1.48	7.61 $\pm$ 0.32	6.45 $\pm$ 1.26
7 สาหร่ายวุ้น	1	0.00	5.90	7.89	5.12	3.72
	2	0.00	7.27	5.47	4.90	6.72
	ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD	0.00 $\pm$ 0.00	6.58 $\pm$ 0.97	6.68 $\pm$ 1.71	5.01 $\pm$ 0.16	5.22 $\pm$ 2.12

**ตารางผนวกที่ ก8 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของปูม้าตลอดการทดลองที่เลี้ยงแบบขุนด้วย
อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์**

ชุดการทดลอง	ซ้ำที่	สัปดาห์ที่				
		0	1	2	3	4
1 ปลาเป็ดสด	1	100.00	96.67	90.00	83.33	73.33
	2	100.00	93.33	86.67	83.33	83.33
	ค่าเฉลี่ย±SD	100.00±0.00	95.00±2.36	88.33±2.36	83.33±0.00	78.33±7.07
2 หอยแมลงภู่	1	100.00	93.33	90.00	86.67	80.00
	2	100.00	96.67	96.67	90.00	86.67
	ค่าเฉลี่ย±SD	100.00±0.00	95.00±2.36	93.33±4.71	88.33±2.36	83.33±4.71
3 อาหารเม็ดสด	1	100.00	96.67	90.00	83.33	76.67
	2	100.00	93.33	93.33	86.67	83.33
	ค่าเฉลี่ย±SD	100.00±0.00	95.00±2.36	91.67±2.36	85.00±2.36	80.00±4.71
4 ปลาเป็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	1	100.00	90.00	90.00	80.00	73.33
	2	100.00	93.33	90.00	86.67	76.67
	ค่าเฉลี่ย±SD	100.00±0.00	91.67±2.36	90.00±0.00	83.33±4.71	75.00±2.36
5 หอยแมลงภู่ และ สาหร่ายวุ้น	1	100.00	93.33	93.33	86.67	86.67
	2	100.00	100.00	96.67	90.00	90.00
	ค่าเฉลี่ย±SD	100.00±0.00	96.67±4.71	95.00±2.36	88.33±2.36	88.33±2.36
6 อาหารเม็ดสด และ สาหร่ายวุ้น	1	100.00	90.00	86.67	80.00	73.33
	2	100.00	96.67	90.00	83.33	80.00
	ค่าเฉลี่ย±SD	100.00±0.00	93.33±4.71	88.33±2.36	81.67±2.36	76.67±4.71
7 สาหร่ายวุ้น	1	100.00	93.33	86.67	83.33	73.33
	2	100.00	90.00	83.33	80.00	76.67
	ค่าเฉลี่ย±SD	100.00±0.00	91.67±2.36	85.00±2.36	81.67±2.36	75.00±2.36



ภาพผนวกที่ ก2 ปูม้าเมื่อเริ่มต้นการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงด้วยแบบขุนด้วยอาหาร
ต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์



ภาพผนวกที่ ก2 (ต่อ)

- ก. ปูม้าเมื่อเริ่มต้นการทดลอง
- ข. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยปลาเป็ดสด
- ค. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่
- ง. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสด
- จ. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยปลาเป็ดสดและสาหร่ายวุ้น
- ฉ. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยหอยแมลงภู่และสาหร่ายวุ้น
- ช. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสดและสาหร่ายวุ้น
- ซ. ปูม้าที่ทดลองเลี้ยงด้วยสาหร่ายวุ้น
- ณ. ปูม้าจากธรรมชาติที่มีขนาดใกล้เคียงกับปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ตารางผนวกที่ ก9 คุณภาพของน้ำในบ่อทดลองระยะเวลาของการทดลองเลี้ยงปูม้าด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.4 – 8.4	7.20 ± 0.16
ความเค็มของน้ำ (ส่วนในพันส่วน)	25.0 – 30.0	22.60 ± 4.32
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)	76.5 – 153.0	116.10 ± 18.31
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.7 – 8.4	8.08 ± 0.17
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	22.5 – 30.5	27.00 ± 2.26

ตารางผนวกที่ ก10 คุณภาพของน้ำในบ่อดูดระยะเวลาของการทดลองเลี้ยงปูม้าแบบขุนด้วย
อาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.8 – 4.7	4.19 ± 0.26
ความเค็มของน้ำ (ส่วนในพันส่วน)	22.0 – 27.0	25.23 ± 1.38
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)	85.0 – 153.0	133.73 ± 21.75
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.1 – 8.2	7.63 ± 0.35
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	22.0 – 28.0	25.03 ± 1.79

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

1. วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 2000)

1.1 อุปกรณ์

1.1.1 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง

1.1.2 ขวดชั่ง (weighing bottle) พร้อมฝาปิด

1.1.3 คีม (tong)

1.1.4 เตาอบที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (hot air oven)

1.1.5 โถดูดความชื้น (desiccator)

1.2 วิธีการ

1.2.1 หาน้ำหนักที่แน่นอนของขวดชั่ง โดยนำขวดชั่งที่สะอาดเข้าในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมงและวางให้เย็นในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก แล้วทำการอบซ้ำอีกครั้งประมาณ 1 ชั่วโมง ทำซ้ำจนได้น้ำหนักขวดชั่งที่คงที่ (ชั่งน้ำหนักฝาพร้อมขวดชั่ง)

1.2.2 ชั่งน้ำหนักของขวดชั่งและตัวอย่างสดที่สับละเอียดน้ำหนักประมาณ 2 กรัม ใส่ในขวดชั่งที่ทราบน้ำหนักแน่นอน แล้วเกลี่ยตัวอย่างแผ่ออกอย่างสม่ำเสมอ

1.2.3 นำขวดชั่งพร้อมตัวอย่างเข้าอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส (โดยเปิดฝาขวดชั่งไว้) เป็นเวลาประมาณ 4 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่

1.2.4 ปิดฝาขวดชั่งและนำออกจากตู้อบ มาวางให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนัก

1.2.5 ทำซ้ำข้อ 3 และข้อ 4 แต่ใช้เวลาในการอบเพียง 1 ชั่วโมง ทำซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่

1.2.6 คำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

2. วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 2000)

2.1 อุปกรณ์

2.1.1 หลอดย่อยโปรตีน

2.1.2 เครื่องมือวิเคราะห์โปรตีนแบบ Kjeldaltherm system ประกอบด้วย

- เครื่องย่อยรุ่น BUCHI 435
- เครื่องกลั่น (distillation) รุ่น BUCHI 323
- เครื่องกำจัดควีนพิษ (scrubber unit) รุ่น BUCHI 412

2.1.3 บิวเรต ขนาด 25 มิลลิลิตร

2.1.4 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.1.5 ปิเปต ขนาด 5, 10 มิลลิลิตร

2.2 สารเคมี

2.2.1 สารเร่งปฏิกิริยา (catalysts) ซึ่งประกอบด้วย selenium reagent mixture

2.2.2 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)

2.2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 32 เปอร์เซ็นต์

2.2.4 กรดบอริก (boric acid) ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์

2.2.5 กรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ที่ทำการหาความเข้มข้นที่แน่นอน

2.2.6 อินดิเคเตอร์สมระหว่างเมธิลเรดและเมทิลินบลู

2.3 วิธีการ

ขั้นตอนการย่อยโปรตีน

2.3.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัม ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ใส่ในหลอดย่อยโปรตีนและเตรียมหลอดเปรียบเทียบกับ (blank)

2.3.2 เติมสาร selenium reagent mixture 1 กรัม เพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร

2.3.3 ปิดฝาด้วยหลอดคอนเดนเซอร์ของระบบเครื่องกำจัดควัน แล้วยกหลอดย่อยโปรตีนหย่อนลงในหลุมของเตาย่อย เปิดเครื่องดูดควันและเครื่องกำจัดควัน

2.3.4 ทำการย่อย โดยในระยะแรกจะให้ความร้อนอ่อน ๆ ก่อนจนกระทั่งหมดฟองเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วจึงเพิ่มไฟให้แรงขึ้นย่อยจนกระทั่งได้สารละลายใสหรือไม่มีสี ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

2.3.5 ยกหลอดออกจากเตา ปิดเครื่องย่อยแต่ยังคงเปิดเครื่องดูดควัน และเครื่องกำจัดควันต่อไปอีกจนกว่าจะไม่มีควัน

2.3.6 ปิดน้ำและปิดเครื่องกำจัดควัน วางตัวอย่างให้เย็น

ขั้นตอนการกลั่น

2.3.7 เปิดน้ำที่ต่อกับเครื่องกลั่นและเปิดเครื่องกลั่นทิ้งไว้ รอจนปฏิกิริยาที่มีไฟกระพริบขึ้นจึงจะใช้งานได้

2.3.8 ใส่หลอดย่อยโปรตีนที่มีสารละลายที่ผ่านการย่อยแล้วลงในแท่นรองหน้าเครื่องกลั่น

2.3.9 นำขบวนการหมักที่มีสารละลายกรดบอริก 50 มิลลิลิตร และเติมอินดิเคเตอร์ 2 – 3 หยด วางไว้ที่แท่นรองหน้าเครื่องกลั่น โดยให้ปลายเครื่องควบแน่นจุ่มลงในสารละลายบอริก

2.3.10 เติมน้ำกลั่นประมาณ 15 มิลลิลิตรและ 32 เปอร์เซ็นต์โซเดียมไฮดรอกไซด์ 100 มิลลิลิตร

2.3.11 กดปุ่มสตาร์ท เพื่อเริ่มทำการกลั่น

2.3.12 เก็บสารละลายที่ได้จากการกลั่นไว้ในขวดรูปชมพู่ให้ได้ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ทำในลักษณะเดียวกันกับตัวอย่างอื่น ๆ จนกระทั่งหมดตัวอย่าง

2.3.13 นำสารละลายที่ได้จากการกลั่นในขวดรูปชมพู่ของหลอดเปรียบเทียบและหลอดตัวอย่างมาไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.1 นอร์มอล จนได้สารละลายเป็นสีชมพู นำปริมาณกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรทไปคำนวณหาปริมาณโปรตีน ดังนี้

1 มิลลิลิตรของสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ทำปฏิกิริยาพอดีกับไนโตรเจน 0.0014 มิลลิกรัม

ความเข้มข้นที่แน่นอนของกรดที่ใช้คือ	A	นอร์มอล
-------------------------------------	---	---------

ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง	B	มิลลิลิตร
--	---	-----------

ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรท blank C มิลลิลิตร

น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ D กรัม

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง D กรัม} = \frac{1.4 \times A \times (B - C)}{0.1 \times 1} \quad \text{มิลลิกรัม}$$

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง 100 กรัม} = \frac{1.4 \times A \times (B - C) \times 100}{0.1 \times 1 \times D} \quad \text{มิลลิกรัม}$$

ปริมาณโปรตีนสามารถคำนวณได้จากปริมาณไนโตรเจนโดยยึดหลักดังนี้ คือ
โปรตีนมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ร้อยละ 16 ดังนี้

$$\text{ไนโตรเจน 1 กรัม มาจากโปรตีน } 100/16 = 6.25 \quad \text{กรัม นั่นคือ}$$

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{0.0014 \times A \times (B - C) \times 100 \times 6.25}{0.1 \times D}$$

โดยที่	A	คือ	ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก
	B	คือ	ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง
	C	คือ	ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรท blank
	D	คือ	น้ำหนักตัวอย่าง

3 วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 2000)

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 เตาอบที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (hot air oven)

3.1.2 Extraction thimble สำหรับใส่ตัวอย่าง

3.1.3 Extraction cup

3.1.4 เครื่องทำความเย็น (cooling unit)

3.1.5 เครื่อง SOXTEC SYSTEM HT ซึ่งประกอบด้วย

- Soxtec system HT 1043 extraction unit
- Soxtec system HT 1044 service unit

3.1.6 โถดูดความชื้น (desiccator)

3.2 สารเคมี

3.2.1 ปิโตรเลียมอีเธอร์ (petroleum ether)

3.3 วิธีการ

3.3.1 เปิดเครื่องทำความเย็นควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส และเปิดน้ำให้เข้าเครื่อง extraction unit

3.3.2 ตั้งอุณหภูมิของเครื่องตัดอุณหภูมิอัตโนมัติของเครื่อง service unit ไว้ที่ 110 องศาเซลเซียส (สำหรับปิโตรเลียมอีเธอร์)

3.3.3 ชั่งน้ำหนัก extraction cup ที่ผ่านการอบและทำให้เย็นลงในโถดูดความชื้น

3.3.4 ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5 กรัมให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน วางลงบนกระดาษกรองเบอร์ 1 ใส่ใน thimble

3.3.5 นำ thimble ต่อเข้ากับคอนเดนเซอร์ของ extraction unit

3.3.6 เติมน้ำมันปิโตรเลียมอีเธอร์ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงใน extraction cup แล้วนำไปเข้า extraction unit

3.3.7 เริ่มสกัดไขมันโดยเลื่อนปุ่มบังคับ thimble ไปอยู่ตำแหน่ง boiling เพื่อให้ thimble จุ่มอยู่ในปิโตรเลียมอีเธอร์ โดยที่วาล์วของคอนเดนเซอร์อยู่ในลักษณะเปิดเป็นเวลา 30 นาที

3.3.8 เลื่อนปุ่มบังคับ thimble ไปยังตำแหน่ง rinsing เพื่อให้ปิโตรเลียมอีเธอร์ไหลชะล้างตัวอย่างเป็นเวลานาน 30 นาที

3.3.9 ปิดวาล์วของคอนเดนเซอร์ เพื่อรวบรวมปิโตรเลียมอีเธอร์ไว้ พร้อมกับกวดสวิตช์ air ของ service unit และเลื่อนคันโยก evaporation ของ extraction unit ขึ้น เพื่อระเหยปิโตรเลียมอีเธอร์ที่ยังตกค้างอยู่ใน extraction cup ให้ระเหยเป็นเวลา 30 นาทีแล้วเลื่อนคันโยก evaporation ลง

3.3.10 นำ extraction cup และ thimble ออกจาก extraction unit

3.3.11 นำ extraction cup ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก

3.3.12 นำไปคำนวณหาปริมาณไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{(W_3 - W_2) \times 100}{W_1}$$

W_1 คือ น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนัก extraction cup (กรัม)

W_3 คือ น้ำหนัก extraction cup และปริมาณไขมันที่สกัดได้

4 วิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (A.O.A.C., 2000)

4.1 อุปกรณ์

4.1.1 เครื่อง fibertec system M ซึ่งประกอบด้วย

- 1020 hot extraction unit
- 1021 cold extraction unit
- 1022 เตาไฟฟ้า
- แผงกันความร้อน (heat reflector)
- Crucible stand
- Crucible holder
- Filter crucible
- ขวดต้มสารเคมี
- สเปร์ยฉีดน้ำร้อน

4.1.2 เตาอบที่ควบคุมอุณหภูมิได้

4.1.3 เตาเผาที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (muffle furnace)

4.2 สารเคมี

4.2.1 กรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.128 โมลาร์

4.2.2 โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.223 โมลาร์

4.2.3 อะซิโตน (acetone)

4.2.4 n - octanol

4.3 วิธีการ

- 4.3.1 ชั่งตัวอย่างแห้งที่บดละเอียดประมาณ 0.5 กรัมลงใน filter crucible
- 4.3.2 ต้มสารละลายกรดซัลฟูริกให้มีอุณหภูมิประมาณ 95 – 100 องศาเซลเซียสโดยใช้เตาไฟฟ้า
- 4.3.3 นำ filter crucible ที่มีตัวอย่างแล้ว นำไปติดตั้งกับ hot extraction unit
- 4.3.4 วางแผงกันความร้อนไว้หน้า crucible
- 4.3.5 เลื่อนปุ่มบังคับวาล์วทุกอันให้อยู่ในตำแหน่งปิด (ทั้ง hot extraction unit และ cold extraction unit)
- 4.3.6 เปิดน้ำให้ไหลผ่านเข้าเครื่อง 1 – 2 ลิตรก่อนที่ เปิดสวิตช์ main ของเครื่อง
- 4.3.7 เติมสารละลายกรดซัลฟูริกที่ต้มเอาไว้ลงในตัวอย่าง ตัวอย่างละ 150 มิลลิลิตร
- 4.3.8 เพิ่มความร้อน โดยหมุนปุ่มควบคุมไปตามเข็มนาฬิกา จนกระทั่งขวดวัดติดไฟ
- 4.3.9 หยด n – octanol ลงไปในแต่ละตัวอย่างเพื่อป้องกันการเกิดฟอง
- 4.3.10 เมื่อสารละลายเริ่มเดือดให้ลดความร้อนลง อย่าให้สารละลายเดือดมากเกินไป
- 4.3.11 ขณะที่ต้มตัวอย่างให้ต้มน้ำกลั่น และต้มสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ไว้บนเตาไฟฟ้าด้วย
- 4.3.12 ต้มตัวอย่างในสารละลายกรดซัลฟูริกเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นจึงปิดปุ่มให้ความร้อน

4.3.13 กรองสารละลายออกโดยเลื่อนวาล์วมาที่ตำแหน่ง vacuum พร้อมกับเปิดก๊อกน้ำ เพื่อให้ vacuum ทำงาน หลังจากกรองเสร็จแล้วให้เลื่อนปุ่มบังคับวาล์วไปที่ตำแหน่งปิด ในระหว่าง กรองถ้าจำเป็นต้องใช้แรงดัน ให้เลื่อนปุ่มบังคับวาล์วไปที่ตำแหน่ง pressure หลังจากนั้นให้เลื่อนลง มาตำแหน่ง vacuum อีกครั้ง

4.3.14 ล้างตัวอย่างที่ต้มด้วยกรด โดยน้ำกลั่นที่ต้มไว้ 3 ครั้ง โดยใช้สเปรย์ฉีดน้ำร้อนแล้ว กรองจนตัวอย่างแห้ง

4.3.15 เติมสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ต้มไว้แล้วลงในตัวอย่างตัวอย่างละ 150 มิลลิลิตร

4.3.16 หยด n – octanol 1 – 2 หยด และต้มตัวอย่างในลักษณะเดียวกับการต้มด้วยกรด

4.3.17 กรองและล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง เช่นเดียวกับการต้มด้วยกรด

4.3.18 นำ filter crucible ออกมาโดยใช้ crucible holder จับแล้วย้าย filter crucible จาก hot extraction unit ไปใส่ใน cold extraction unit เพื่อล้างส่วนที่เหลือด้วยอะซิโตน 3 ครั้ง

4.3.19 ปิดเครื่อง fibertec system M

4.3.20 อบ filter crucible ในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสตลอดคืน หลังจากนั้น วางให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักของ filter crucible พร้อมตัวอย่าง

4.3.21 นำตัวอย่างที่ชั่งน้ำหนักไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา อย่างน้อย 3 ชั่วโมง แล้ววางให้เย็นในโถดูดความชื้น

4.3.22 นำไปคำนวณปริมาณเชื้อไข

$$\text{ปริมาณเชื้อไข (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_0}$$

W_0	คือ	น้ำหนัก crucible ที่ยังไม่มีตัวอย่าง
W_1	คือ	น้ำหนัก crucible และน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ
W_2	คือ	น้ำหนัก crucible และน้ำหนักตัวอย่างหลังการเผา

5 วิเคราะห์ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 2000)

5.1 อุปกรณ์

- 5.1.1 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 5.1.2 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (crucible) พร้อมฝาปิด
- 5.1.3 เตาอบที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (hot air oven)
- 5.1.4 โถดูดความชื้น (desiccator)
- 5.1.5 เตาเผาที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (muffle furnace)
- 5.1.6 ตะแกรงเผา (wire gauze)
- 5.1.7 เตาไฟฟ้า (hot plate)
- 5.1.8 คีม (tong)

5.2 วิธีการ

5.2.1 หาน้ำหนักที่แน่นอนของถ้วยกระเบื้องเคลือบ โดยนำถ้วยกระเบื้องเคลือบที่สะอาดเข้าอบในตู้อบ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง และวางให้เย็นในโถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักแล้วทำการอบซ้ำอีกครั้งประมาณ 1 ชั่วโมง ทำซ้ำจนได้น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบที่คงที่ (ชั่งน้ำหนักฝาพร้อมถ้วยกระเบื้องเคลือบ)

5.2.2 ชั่งน้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างแห้งที่บดละเอียดน้ำหนักประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอน

5.2.3 นำถ้วยกระเบื้องเคลือบพร้อมตัวอย่างเผาที่อุณหภูมิต่ำ ๆ ก่อนจนหมดควัน

5.2.4 นำเข้าเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 525 องศาเซลเซียสนานประมาณ 8 – 12 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะได้กลิ่นเทาอ่อน หรือสีขาวสม่ำเสมอ ไม่มีส่วนที่เป็นสีดำเหลืออยู่

5.2.5 หลังจากปิดเตาเผา รอให้อุณหภูมิของเตาเผาลดเหลือประมาณ 100 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำถ้วยกระเบื้องเคลือบพร้อมตัวอย่างวางให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนัก

5.2.6 คำนวณหาปริมาณเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

6 วิเคราะห์ปริมาณแอสตาแซนธิน

6.1 อุปกรณ์

6.1.1 เครื่องบดสับอาหาร (waring blender)

6.1.2 เครื่องกรองระบบสุญญากาศ

6.1.3 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1

6.1.4 กรวยแยก (separating funnel)

6.1.5 เครื่อง Spectrophotometer

6.2 สารเคมี

6.2.1 iso – propanol

6.2.2 petroleum ether

6.3 วิธีการ

6.3.1 ชั่งเนื้อปู 100 กรัม มาสกัดแอสตาแซนธินด้วย iso – propanol 200 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่องบดสับอาหาร (waring blender) ประมาณ 5 นาที

6.3.2 นำไปกรองเอาเนื้อปูออกด้วยเครื่องกรองระบบสุญญากาศโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 บันทึกปริมาตรของสารละลายที่กรองได้ทั้งหมด (เพื่อใช้ในการคำนวณจากปริมาณแอสตาแซนธิน ต่อ 1 มิลลิลิตร ไปเป็นปริมาณแอสตาแซนธิน ต่อ 1 กรัมของเนื้อปู)

6.3.3 นำสารละลายที่กรองได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ในกรวยแยก แล้วเติม petroleum ether 50 มิลลิลิตร เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อให้แยกชั้น เอาส่วนบนมาปรับปริมาตร ด้วย petroleum ether ให้ได้ 100 มิลลิลิตร

6.3.4 นำไปวัดค่า absorbance ที่ความยาวคลื่น 480 nm ใช้ค่า $A_{1\%} = 2,500$ (Kobayashi *et al.*, 1991)

6.3.5 คำนวณหาปริมาณแอสตาแซนธิน

$$\text{แอสตาแซนธิน (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)} = \frac{A_{480\text{nm}} \times 100 \text{ (ml ของ petroleum ether)} \times 1000}{2,500 \times 100 \times 10 \text{ (ml ของตัวอย่าง)}}$$

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ ค1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น	ชุดการทดลอง	3	5599.155	1866.385	12.959 [*]
	Error	8	1152.173	144.022	
อัตราการเจริญเติบโต	ชุดการทดลอง	3	0.467	0.156	11.110 [*]
	Error	8	0.112	0.014	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการรอดตายของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
อัตราการรอดตาย	ชุดการทดลอง	3	550.150	183.383	9.059 [*]
	Error	8	161.954	20.244	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร และอัตราแลกเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
ประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร	ชุดการทดลอง	3	0.896	0.299	12.814 [*]
	Error	8	0.186	0.023	
อัตราแลกเนื้อ	ชุดการทดลอง	3	13.088	4.363	6.378 [*]
	Error	8	5.473	0.684	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

องค์ประกอบทางเคมี		df	SS	MS	F
ความชื้น	ชุดการทดลอง	4	314.831	78.708	77.554 [*]
	Error	34	34.506	1.015	
โปรตีน	ชุดการทดลอง	4	110.150	27.537	51.572 [*]
	Error	34	18.155	.534	
ไขมัน	ชุดการทดลอง	4	3.075	0.769	14.730 [*]
	Error	34	1.774	0.052	
เถ้า	ชุดการทดลอง	4	4.880	1.220	12.326 [*]
	Error	34	3.365	0.099	
คาร์โบไฮเดรต	ชุดการทดลอง	4	161.632	40.408	23.188 [*]
	Error	34	59.249	1.743	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบของกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชนิดกรดอะมิโน		df	SS	MS	F
Alanine	ชุดการทดลอง	4	0.006	0.002	6.354 [*]
	Error	5	0.001	0.000	
Arginine	ชุดการทดลอง	4	0.056	0.014	22.151 [*]
	Error	5	0.003	0.001	
Aspartic acid	ชุดการทดลอง	4	0.029	0.007	7.170 [*]
	Error	5	0.005	0.001	
Cystine	ชุดการทดลอง	4	0.105	0.026	65.956 [*]
	Error	5	0.002	0.000	
Glutamic acid	ชุดการทดลอง	4	0.008	0.002	1.915 ^{ns}
	Error	5	0.006	0.001	
Glycine	ชุดการทดลอง	4	0.039	0.010	9.743 [*]
	Error	5	0.005	0.001	
Histidine	ชุดการทดลอง	4	0.022	0.005	2.539 ^{ns}
	Error	5	0.011	0.002	
Isoleucine	ชุดการทดลอง	4	0.001	0.000	1.780 ^{ns}
	Error	5	0.001	0.000	
Leucine	ชุดการทดลอง	4	0.004	0.001	0.799 ^{ns}
	Error	5	0.007	0.001	
Lysine	ชุดการทดลอง	4	0.009	0.002	1.972 ^{ns}
	Error	5	0.005	0.001	
Methionine	ชุดการทดลอง	4	0.004	0.001	6.099 [*]
	Error	5	0.001	0.000	
Phenylalanine	ชุดการทดลอง	4	0.004	0.001	0.430 ^{ns}
	Error	5	0.012	0.002	
Proline	ชุดการทดลอง	4	0.004	0.001	2.966 ^{ns}
	Error	5	0.002	0.000	

ตารางผนวกที่ ค5 (ต่อ)

ชนิดกรดอะมิโน		df	SS	MS	F
Serine	ชุดการทดลอง	4	0.004	0.001	1.760 ^{ns}
	Error	5	0.003	0.001	
Threonine	ชุดการทดลอง	4	0.003	0.001	1.364 ^{ns}
	Error	5	0.003	0.001	
Tryptophan	ชุดการทดลอง	4	0.000	0.000	0.634 ^{ns}
	Error	5	0.000	0.000	
Tyrosine	ชุดการทดลอง	4	0.004	0.001	5.095 ^{ns}
	Error	5	0.001	0.000	
Valine	ชุดการทดลอง	4	0.009	0.002	12.466 ^{ns}
	Error	5	0.001	0.000	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ ๑๖ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชนิดกรดอะมิโน		df	SS	MS	F
Palmitic acid (C16:0)	ชุดการทดลอง	4	15.675	3.919	1.405 ^{ns}
	Error	5	13.943	2.789	
Palmitoleic acid (C16:1)	ชุดการทดลอง	4	0.261	0.065	0.993 ^{ns}
	Error	5	0.328	0.066	
Stearic acid (C18:0)	ชุดการทดลอง	4	16.426	4.107	4.532 [*]
	Error	5	4.531	0.906	
Oleic acid (C18:1)	ชุดการทดลอง	4	8.403	2.101	1.132 ^{ns}
	Error	5	9.282	1.856	
Linoleic acid (C18:2)	ชุดการทดลอง	4	24.286	6.071	9.043 [*]
	Error	5	3.357	0.671	
Arachidonic acid (ARA) (C20:4)	ชุดการทดลอง	4	3.832	0.958	1.990 ^{ns}
	Error	5	2.407	0.481	
Eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5)	ชุดการทดลอง	4	4.697	1.174	1.079 ^{ns}
	Error	5	5.440	1.088	
Lignoceric acid(C24:0)	ชุดการทดลอง	4	10.655	2.664	3.111 [*]
	Error	5	4.281	0.856	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
ปริมาณ	ชุดการทดลอง	4	46.782	11.696	5063.024 [*]
คอเลสเตอรอล	Error	5	0.012	0.002	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ			df	SS	MS	F
เนื้อก้าม	L*	ชุดการทดลอง	3	178.831	59.610	419.565 [*]
		Error	68	9.661	0.142	
	a*	ชุดการทดลอง	3	416.135	138.712	517.610 [*]
		Error	68	18.223	0.268	
	b*	ชุดการทดลอง	3	620.291	206.764	183.009 [*]
		Error	68	76.826	1.130	
เนื้อย่าง	L*	ชุดการทดลอง	3	788.679	262.893	126.482 [*]
		Error	68	141.338	2.079	
	a*	ชุดการทดลอง	3	168.946	56.315	63.520 [*]
		Error	68	60.287	0.887	
	b*	ชุดการทดลอง	3	559.187	186.396	53.175 [*]
		Error	68	238.364	3.505	
เนื้อก้อน	L*	ชุดการทดลอง	3	2224.198	741.399	8653.635 [*]
		Error	68	5.826	0.086	
	a*	ชุดการทดลอง	3	16.649	5.550	316.337 [*]
		Error	68	1.193	0.018	

ตารางผนวกที่ ค8 (ต่อ)

ลักษณะการทดสอบ			df	SS	MS	F
เนื้อก้อน	b*	ชุดการทดลอง	3	686.938	228.979	1349.772*
		Error	68	11.536	0.170	
เนื้อลำตัว	L*	ชุดการทดลอง	3	170.088	56.696	6236.487*
		Error	68	0.618	0.009	
	a*	ชุดการทดลอง	3	37.592	12.531	1062.818*
		Error	68	0.802	0.012	
	b*	ชุดการทดลอง	3	78.720	26.240	156.096*
		Error	68	11.431	0.168	
		ชุดการทดลอง	3			
		Error	68			

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหนียวของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
ค่าความเหนียว	ชุดการทดลอง	3	56.170	18.723	80.257*
	Error	36	8.399	0.233	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น	ชุดการทดลอง	6	358.433	59.739	6.879*
	Error	7	60.786	8.684	

ตารางผนวกที่ ค10 (ต่อ)

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
อัตราการเจริญเติบโต	ชุดการทดลอง	6	0.236	0.039	7.075*
จำเพาะ	Error	7	0.039	0.006	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการรอดตายของปูม้าเมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
อัตราการรอดตาย	ชุดการทดลอง	6	285.833	47.639	2.500*
	Error	7	133.367	19.052	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพของโปรตีนในอาหาร และอัตราแลกเนื้อของปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
ประสิทธิภาพของ	ชุดการทดลอง	6	0.511	0.085	2.894*
โปรตีนในอาหาร	Error	7	0.206	0.029	
อัตราแลกเนื้อ	ชุดการทดลอง	6	37.544	6.257	4.281*
	Error	7	10.233	1.462	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบ
ขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

องค์ประกอบทางเคมี		df	SS	MS	F
ความชื้น	ชุดการทดลอง	8	126.638	15.830	17.527 [*]
	Error	39	35.223	0.903	
โปรตีน	ชุดการทดลอง	8	95.503	11.938	7.306 [*]
	Error	37	60.459	1.634	
ไขมัน	ชุดการทดลอง	8	2.372	0.297	1.693 [*]
	Error	39	6.832	0.175	
เถ้า	ชุดการทดลอง	8	0.291	0.036	1.249 [*]
	Error	39	1.136	0.029	
คาร์โบไฮเดรต	ชุดการทดลอง	8	5.599	0.700	0.200 ^{ns}
	Error	37	129.700	3.505	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบของกรดอะมิโนในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชนิดกรดอะมิโน		df	SS	MS	F
Alanine	ชุดการทดลอง	8	0.007	0.001	0.740 ^{ns}
	Error	9	0.011	0.001	
Arginine	ชุดการทดลอง	8	0.483	0.060	5.150 [*]
	Error	9	0.106	0.012	
Aspartic acid	ชุดการทดลอง	8	0.250	0.031	1.494 ^{ns}
	Error	9	0.188	0.021	
Cystine	ชุดการทดลอง	8	0.108	0.014	0.956 ^{ns}
	Error	9	0.128	0.014	
Glutamic acid	ชุดการทดลอง	8	0.215	0.027	1.267 ^{ns}
	Error	9	0.191	0.021	
Glycine	ชุดการทดลอง	8	0.016	0.002	0.605 ^{ns}
	Error	9	0.029	0.003	
Histidine	ชุดการทดลอง	8	0.035	0.004	0.927 ^{ns}
	Error	9	0.042	0.005	
Isoleucine	ชุดการทดลอง	8	0.006	0.001	0.636 ^{ns}
	Error	9	0.011	0.001	
Leucine	ชุดการทดลอง	8	0.010	0.001	0.858 ^{ns}
	Error	9	0.014	0.002	
Lysine	ชุดการทดลอง	8	0.014	0.002	1.033 ^{ns}
	Error	9	0.015	0.002	
Methionine	ชุดการทดลอง	8	0.133	0.017	11.123 [*]
	Error	9	0.014	0.002	
Phenylalanine	ชุดการทดลอง	8	0.012	0.002	1.035 ^{ns}
	Error	9	0.014	0.002	
Proline	ชุดการทดลอง	8	0.026	0.003	0.964 ^{ns}
	Error	9	0.030	0.003	

ตารางผนวกที่ ค14 (ต่อ)

ชนิดกรดอะมิโน		df	SS	MS	F
Serine	ชุดการทดลอง	8	0.031	0.004	1.262 ^{ns}
	Error	9	0.027	0.003	
Threonine	ชุดการทดลอง	8	0.008	0.001	0.704 ^{ns}
	Error	9	0.012	0.001	
Tryptophan	ชุดการทดลอง	8	0.260	0.032	1.095 ^{ns}
	Error	9	0.267	0.030	
Tyrosine	ชุดการทดลอง	8	0.012	0.001	0.682 ^{ns}
	Error	9	0.019	0.002	
Valine	ชุดการทดลอง	8	0.008	0.001	0.726 ^{ns}
	Error	9	0.012	0.001	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ชนิดกรดอะมิโน		df	SS	MS	F
Myristic acid (C14:0)	ชุดการทดลอง	8	3.790	0.474	9.252 [*]
	Error	9	0.461	0.051	
Palmitic acid (C16:0)	ชุดการทดลอง	8	156.133	19.517	82.372 [*]
	Error	9	2.132	0.237	
Palmitoleic acid (C16:1)	ชุดการทดลอง	8	45.100	5.637	27.262 [*]
	Error	9	1.861	0.207	
Stearic acid (C18:0)	ชุดการทดลอง	8	3.360	0.420	1.955 [*]
	Error	9	1.934	0.215	
Oleic acid (C18:1)	ชุดการทดลอง	8	59.634	7.454	6.609 [*]
	Error	9	10.152	1.128	
Linoleic acid (C18:2)	ชุดการทดลอง	8	4.088	0.511	2.325 ^{ns}
	Error	9	1.978	0.220	
Arachidonic acid (ARA) (C20:4)	ชุดการทดลอง	8	68.498	8.562	27.943 [*]
	Error	9	2.758	0.306	
Eicosapentaenoic acid (EPA) (C20:5)	ชุดการทดลอง	8	88.998	11.125	36.587 [*]
	Error	9	2.737	0.304	
Docosahexaenoic acid (DHA) (C22:6)	ชุดการทดลอง	8	17.898	2.237	12.633 [*]
	Error	9	1.594	0.177	
Lignoceric acid (C24:0)	ชุดการทดลอง	8	56.434	7.054	5.921 [*]
	Error	9	10.722	1.191	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ns มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณคอเลสเตอรอลในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบ
ขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
ปริมาณ	ชุดการทดลอง	8	88.601	11.075	39.024*
คอเลสเตอรอล	Error	9	2.554	0.284	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณแอสตาแซนธินในเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบ
ขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
ปริมาณแอสตาแซนธิน	ชุดการทดลอง	8	28.583	3.573	2871.107*
	Error	18	0.022	0.001	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสีของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่าง
ชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ			df	SS	MS	F
เนื้อก้าม	L*	ชุดการทดลอง	8	477.964	59.745	68.289 [*]
		Error	71	62.118	0.875	
	a*	ชุดการทดลอง	8	337.722	42.215	100.876 [*]
		Error	71	29.713	0.418	
	b*	ชุดการทดลอง	8	80.128	10.016	18.408 [*]
		Error	71	38.632	0.544	

ตารางผนวกที่ ค18 (ต่อ)

ลักษณะการทดสอบ			df	SS	MS	F
เนื้อทราย	L*	ชุดการทดลอง	8	482.683	60.335	4.806*
		Error	71	891.386	12.555	
	a*	ชุดการทดลอง	8	163.796	20.475	86.863*
		Error	71	16.735	0.236	
	b*	ชุดการทดลอง	8	223.209	27.901	61.080*
		Error	71	32.432	0.457	
เนื้อก้อน	L*	ชุดการทดลอง	8	2462.179	307.772	440.911*
		Error	71	49.561	0.698	
	a*	ชุดการทดลอง	8	7.915	0.989	20.987*
		Error	71	3.347	0.047	
	b*	ชุดการทดลอง	8	807.896	100.987	363.270*
		Error	71	19.738	0.278	
เนื้อลำตัว	L*	ชุดการทดลอง	8	177.194	22.149	49.004*
		Error	71	32.091	0.452	
	a*	ชุดการทดลอง	8	9.402	1.175	11.957*
		Error	71	6.979	0.098	
	b*	ชุดการทดลอง	8	147.143	18.393	105.761*
		Error	71	12.348	0.174	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ตารางผนวกที่ ค19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหนียวของเนื้อปูม้าที่เลี้ยงแบบขุนด้วยอาหารต่างชนิดกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ลักษณะการทดสอบ		df	SS	MS	F
ค่าความเหนียว	ชุดการทดลอง	8	219.123	27.390	93.131 *
	Error	71	20.882	0.294	

หมายเหตุ * มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวอิสรีย์ อึ้งรัมย์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 4 พฤษภาคม 2525
สถานที่เกิด	จังหวัดสงขลา
ประวัติการศึกษา	ระดับปริญญาตรี คณะประมง วิชาเอกผลิตภัณฑ์ประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี 2549