

การผลิตน้ำหมักสไปรูลีนาโดยเทคนิคชีววิถี

อุบลวรรณ รักษ์ธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง

ชื่อเรื่อง

การผลิตน้ำหมักสไปรูulinaโดยเทคนิคชีววิถี

โดย

อุบลวรรณ รัชัษธรรม

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ มนเทียรอาสน์)

วันที่ 17 เดือน ๓.๓ พ.ศ. ๒๕๖1

กรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.อานัฐ ตันโช)

วันที่ 17 เดือน ๓๓ พ.ศ. 51

กรรมการที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.จกมล พรหมยะ)

วันที่ 22 เดือน ๓.๓ พ.ศ. 51

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ มนเทียรอาสน์)

วันที่ 17 เดือน ๓.๓ พ.ศ. ๒๕๖1

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 27 เดือน ๓.๓ พ.ศ. ๒๕๖1

ชื่อเรื่อง	การผลิตน้ำหมักสไปรูลิनाโดยเทคนิคชีววิถี
ชื่อผู้เขียน	นางสาวอุบลวรรณ รักษ์ธรรม
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ มนเทียรอาสน์

บทคัดย่อ

การผลิตน้ำหมักสไปรูลิनाโดยใช้จุลินทรีย์ที่ต่างกันเพื่อหาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมสำหรับผลิตน้ำหมักและนำน้ำหมักที่ได้ผสมอาหารเลี้ยงปลาทองเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและปริมาณแคโรทีนอยด์ที่เพิ่มขึ้นในปลาทอง การทดลองที่ 1 การผลิตสาหร่ายสไปรูลินาในบ่อกลางแจ้งขนาด 1 ตัน จำนวน 3 บ่อ ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกๆ 10 วัน เป็นเวลา 7 ครั้ง พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 0.83 ± 0.15 , 1.00 ± 0.2 , 1.23 ± 0.25 , 1.26 ± 0.20 , 1.70 ± 0.26 , 1.76 ± 0.25 และ 1.83 ± 0.30 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และผลผลิตเฉลี่ยในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5, 6 และ 7 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การทดลองที่ 2 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการหมักสาหร่ายสไปรูลินาสด ทำการทดลองจำนวน 3 ชุดการทดลอง 3 ขั้ว ชุดการทดลองที่ 1 หมักแบบไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ชุดการทดลองที่ 2 ใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มล.ต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม ชุดการทดลองที่ 3 ใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms: IMOs) 30 กรัม ต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม พบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่วิเคราะห์ได้จากน้ำหมักสไปรูลินา ชุดการทดลองที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงที่สุด การทดลองที่ 3 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการหมักสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง ทำการทดลองจำนวน 3 ชุดการทดลอง 3 ขั้ว ชุดการทดลองที่ 1 หมักแบบไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ชุดการทดลองที่ 2 ใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มล.ต่อสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง 1 กิโลกรัม ชุดการทดลองที่ 3 ใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms: IMOs) 30 กรัม ต่อสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง 1 กิโลกรัม พบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่ได้จากน้ำหมักสไปรูลินา ชุดการทดลองที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงที่สุด การทดลองที่ 4 และ 5 ทดสอบคุณภาพของน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูลินาสดและแห้ง ในการเพิ่มสีและปริมาณแคโรทีนอยด์ของปลาทอง วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 7 ชุดการทดลอง จำนวน 3 ขั้ว ระยะเวลา 12 สัปดาห์ เลี้ยงด้วยอาหารสูตรพื้นฐานตามท้องตลาดผสมน้ำหมักสไปรูลินาสูตรต่างกัน 6 สูตร ดังนี้

ชุดควบคุม (อาหารพื้นฐาน) สูตรที่ 1 (อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาสดไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์) สูตรที่ 2 (อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาสดใส่เชื้อ EM) สูตรที่ 3 (อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาสดใส่เชื้อ IMOs) สูตรที่ 4 (อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาแห้งไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์) สูตรที่ 5 (อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาแห้งใส่เชื้อ EM) และสูตรที่ 6 (อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาแห้งใส่เชื้อ IMOs) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ค่าความสว่างที่เกิดและเนื้อของปลาทอง (ค่า L) ของสูตรที่ 3 มีค่าลดลงสูงสุดมากกว่าสูตรอื่นๆ คือ 14.12 ± 0.53 และ 15.13 ± 1.35 ตามลำดับ ส่วนค่าแสงสีแดงที่เกิดและเนื้อของปลาทอง (ค่า a) ของสูตรที่ 3 มีค่าเพิ่มมากขึ้นสูงสุดมากกว่าสูตรอื่นๆ คือ 11.46 ± 0.61 และ 11.04 ± 0.15 ตามลำดับ ส่วนค่าแสงสีเขียวที่เกิดและเนื้อของปลาทอง (ค่า b) ของสูตรที่ 3 มีค่าเพิ่มมากขึ้นสูงสุดมากกว่าสูตรอื่นๆ คือ 18.66 ± 0.51 และ 13.13 ± 0.53 ตามลำดับ ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในปลาทองของสูตรที่ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดมากกว่าสูตรอื่นๆ คือ 18.14 ± 0.76 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง และประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างกันโดยน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุด คือ 2.86 ± 0.32 กรัม ส่วนอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดที่ 5 มีค่าสูงสุด คือ 1.41 ± 0.02 %/วัน ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุด คือ 2.23 ± 0.05 เซนติเมตร จากผลการทดลองที่ 4 และ 5 สูตรอาหารที่ 3 คืออาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาสดใส่เชื้อ IMOs ทำให้ปลาทองมีการเพิ่มสีและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาทองเพิ่มขึ้นสูงสุด

Title	Production of <i>Spirulina</i> Liquid Compost by “Chivavithee Technique”
Author	Miss Ubonwan Raktham
Degree of	Master of Science in Fisheries Technology
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr. Bunyat Montien-art

ABSTRACT

The production of liquid compost from fermentation of *Spirulina platensis* with different micro-organisms suitable for the production of fermented liquid and for combining with feed for Golden fish, was conducted in order to compare the growth and carotenoid content of Golden fish (*Carassius auratus*). In Experiment 1, the production of *Spirulina platensis* was studied in three concrete ponds and harvested 7 times for every 10 days. Results showed that average yield in 1st to 7th harvesting were 0.83 ± 0.15 , 1.00 ± 0.2 , 1.23 ± 0.25 , 1.26 ± 0.20 , 1.70 ± 0.26 , 1.76 ± 0.25 and 1.83 ± 0.30 gram/L, respectively. Average yields in 1st to 4th harvesting were not significantly different while average yields in 5th to 7th harvesting were also not significantly different but were higher than 2nd to 4th ($P < 0.05$). In Experiment 2, the study which focused on suitable micro-organisms for fermentation of raw *Spirulina* was conducted in 3 treatments with 3 replications. Treatment 1 did not contain any micro-organisms, Treatment 2 contained 30 ml Ems/1 kg *Spirulina* and Treatment 3 contained 30 g IMOs/1 kg *Spirulina*. Results showed that Treatment 1 had the highest content of major and minor nutrient elements, indicating the highest efficiency. In Experiment 3, the study on the suitable micro-organisms for fermentation of dry *Spirulina* was conducted in 3 treatments each having 3 replications. Treatment 1 contained no micro-organisms while Treatment 2 contained 30 ml Ems/1 kg *Spirulina* and Treatment 3 contained 30 g IMOs/1 kg *Spirulina*. Results showed that liquid compost from Treatment 3 had the highest content of major and minor nutrient elements. In Experiment, 4 and 5, the study determined the quality of liquid compost from fermentation of raw and dry *Spirulina* on growth and carotenoid content of Golden fish (*Carassius auratus*). In a completely randomized design (CRD), 7 treatments and 3 replications were used in a 12 week culture period where fish was fed

with 6 treatment formulas: control (standard feed), Formula 1 (standard feed with liquid compost from fermented raw *Spirulina* with no micro-organisms), Formula 2 (standard feed with liquid compost from fermented raw *Spirulina* and EMs), Formula 3 (standard feed with liquid compost of fermented raw *Spirulina* and IMOs), Formula 4 (standard feed with liquid compost of fermented dry *Spirulina* and no micro-organisms), Formula 5 (standard feed with liquid compost of fermented dry *Spirulina* and EMs), and Formula 6 (standard feed with liquid compost of fermented dry *Spirulina* and IMOs). Results showed that Lightness (L) value in fish scales and flesh (14.12 ± 0.53 and 15.13 ± 1.35) of Formula 3, had the highest reduction than other treatment formulas, while Redness (a) value in fish scales and flesh (11.46 ± 0.61 and 11.04 ± 0.15) of Formula 3 was also found to be much higher than other treatments, including Yellowness (b) value in fish scales and flesh (18.66 ± 0.51 and 13.13 ± 0.53), and carotenoid contents in fish flesh (18.14 ± 0.76 mg/g). Also, the efficiency in growth rate of Golden fish fed different formulas as indicated by the increase in average weight, showed that Golden fish fed Formula 3 was highest (2.86 ± 0.32 g). As for specific growth rate of Golden fish, those fed Formula 5 had the highest value (1.41 ± 0.02 %/day) while highest average length was shown by fish fed Formula 3 (2.23 ± 0.05 cm.). Results of Experiments 4 and 5, showed that fish Formula 3 that contained standard feed with liquid compost of fermented raw *Spirulina* and IMOs, was able to cause Golden fish to have the fastest rate and highest efficiency in growth.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางผนวก	(13)
สารบัญภาพผนวก	(14)
บทที่ 1 บทนำ	1
จุดประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
สาหร่ายสไปรูลินา	4
ลักษณะทั่วไป	4
ลักษณะทางชีววิทยาของสาหร่ายสไปรูลินา	5
นิเวศวิทยาของสาหร่ายสไปรูลินา	5
คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายสไปรูลินา	6
ประโยชน์ของสาหร่ายสไปรูลินา	7
น้ำหมักชีวภาพ	8
ประเภทน้ำหมักชีวภาพ	9
ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลายอินทรีย์สาร	10
หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ทำน้ำหมักชีวภาพ	11
จุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms : IMOs)	11
กระบวนการหมักและการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์	12
กิจกรรมทางกายภาพในระหว่างการหมัก	13

ข้อสังเกตของน้ำหมักชีวภาพที่หมักได้สมบูรณ์แล้ว	13
องค์ประกอบที่ได้จากการหมักน้ำหมักชีวภาพ	14
ปลาทอง	17
ปลาทองออรันดา (Oranda)	17
สืบนตัวปลา	18
แคโรทีนอยด์	19
ชนิดและโครงสร้างของแคโรทีนอยด์	20
แหล่งของแคโรทีนอยด์	21
หน้าที่ของแคโรทีนอยด์	21
การเก็บรักษาแคโรทีนอยด์	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	29
การทดลองที่ 1 การผลิตสาหร่าย <i>Spirulina platensis</i>	29
การทดลองที่ 2 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลาย	
สาหร่ายสด <i>Spirulina platensis</i>	30
การทดลองที่ 3 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลาย	
สาหร่ายแห้ง <i>Spirulina platensis</i>	31
การทดลองที่ 4 ทดสอบคุณภาพของน้ำหมักสไปรูลินาสด	
ที่ได้จากการหมักสาหร่ายสด <i>Spirulina platensis</i>	32
การทดลองที่ 5 ทดสอบคุณภาพของน้ำหมักสไปรูลินาแห้ง	
ที่ได้จากการหมักสาหร่ายแห้ง <i>Spirulina platensis</i>	33
บทที่ 4 ผลการทดลอง	34
การทดลองที่ 1 การผลิตสาหร่าย <i>Spirulina platensis</i>	34
การทดลองที่ 2 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลาย	
สาหร่ายสด <i>Spirulina platensis</i>	36
การทดลองที่ 3 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลาย	
สาหร่ายแห้ง <i>Spirulina platensis</i>	38
การทดลองที่ 4 และ 5 ทดสอบคุณภาพของน้ำหมักสไปรูลินา	
ที่ได้จากการหมักสาหร่าย <i>Spirulina platensis</i> สดและแห้ง	40

ค่าความสว่างที่เกิดของปลาทอง (ค่า L)	41
ค่าความสว่างในเนื้อของปลาทอง (ค่า L)	44
ค่าแสงสีแดงที่เกิดของปลาทอง (ค่า a)	46
ค่าแสงสีแดงในเนื้อของปลาทอง (ค่า a)	49
ค่าแสงสีเหลืองที่เกิดของปลาทอง (ค่า b)	51
ค่าแสงสีเหลืองในเนื้อของปลาทอง (ค่า b)	54
ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทอง	57
ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาทอง	59
บทที่ 5 วิจัยและสรุปผลการทดลอง	65
การทดลองที่ 1	65
การทดลองที่ 2	66
การทดลองที่ 3	67
การทดลองที่ 4 และ 5	69
บรรณานุกรม	72
ภาคผนวก	80
ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์	81
ภาคผนวก ข พระราชบัญญัติปู (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550	84
ภาคผนวก ค ภาพการทดลอง	112
ภาคผนวก ง ประวัติผู้วิจัย	118

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลผลิตเฉลี่ยสาหร่ายสไปรูulinaที่เก็บเกี่ยวในรูปน้ำหนักสด (กรัม / ลิตร) ระหว่างวันที่ 26 พฤศจิกายน 2549 ถึงวันที่ 25 มกราคม 2550	35
2 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักสไปรูulinaสดกลุ่มทดลองต่างๆ	38
3 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักสไปรูulinaแห้งกลุ่มทดลองต่างๆ	40
4 ค่าความสว่างที่เกล็ดปลาทอง (ค่า L) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมัก สไปรูulinaสูตรต่างๆ	43
5 ค่าความสว่างในเนื้อปลาทอง (ค่า L) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมัก สไปรูulinaสูตรต่างๆ	45
6 ค่าแสงสีแดงที่เกล็ดปลาทอง (ค่า a) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมัก สไปรูulinaสูตรต่างๆ	48
7 ค่าแสงสีแดงในเนื้อปลาทอง (ค่า a) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมัก สไปรูulinaสูตรต่างๆ	50
8 ค่าแสงสีเหลืองที่เกล็ดปลาทอง (ค่า b) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมัก สไปรูulinaสูตรต่างๆ	53
9 ค่าแสงสีเหลืองในเนื้อปลาทอง (ค่า b) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมัก สไปรูulinaสูตรต่างๆ	56
10 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง) ที่สะสมในเนื้อปลาที่เลี้ยง ด้วยอาหารผสมน้ำหมักสไปรูulinaสูตรต่างๆ	58
11 น้ำหนักเฉลี่ยปลาทอง (กรัม/ตัว) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมัก สไปรูulinaสูตรต่างๆ	61
12 ความยาวเฉลี่ยปลาทอง (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมัก สไปรูulinaสูตรต่างๆ	64

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ผลผลิตเฉลี่ยสาหร่ายสไปรูลินาที่เก็บเกี่ยวในรูปน้ำหนักสด (กรัม / ลิตร)	35
2	ค่าความสว่าง (Lightness value : L) ที่เกล็ดปลาทอง	42
3	ค่าความสว่าง (Lightness value : L) ในเนื้อปลาทอง	46
4	ค่าแสงสีแดง (Redness value : a) ที่เกล็ดปลาทอง	47
5	ค่าแสงสีแดง (Redness value : a) ในเนื้อปลาทอง	49
6	ค่าแสงสีเหลือง (Yellowness value : b) ที่เกล็ดปลาทอง	52
7	ค่าแสงสีเหลือง (Yellowness value : b) ในเนื้อปลาทอง	55
8	ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทอง	59
9	น้ำหนักเฉลี่ยปลาทอง (กรัม/ตัว) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมักสไปรูลินา สูตรต่างๆ	60
10	ความยาวเฉลี่ยปลาทอง (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมักสไปรูลินา สูตรต่างๆ	63

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	ปริมาณแคโรทีนอยด์ในสาหร่ายสไปรูลีนาและน้ำหมักสไปรูลีนา	83
2	ปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารปลา	83

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	บ่อเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา (<i>Spirulina platensis</i>) กลางแจ้ง	113
2	สาหร่ายสไปรูลินาสดและแห้ง	113
3	จุลินทรีย์ท้องถิ่นที่เก็บจากป่าไผ่ (IMOs1)	114
4	จุลินทรีย์ท้องถิ่นที่นำมาหมักกับน้ำตาลอัตราส่วน 1:1 (IMOs2)	114
5	การเตรียมตู้ปลาและอุปกรณ์ให้อากาศ	115
6	ตู้ปลาขณะทำการทดลองเลี้ยงปลาทอง	115
7	เครื่องวัดสี KONIKA MINOLTA Color reader รุ่น CR-10	116
8	ปลาทองที่เตรียมวัดสีในเนื้อ	116
9	ปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างกัน 6 สูตร ในเดือนที่ 1	117
10	ปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างกัน 6 สูตร ในเดือนที่ 3	117

บทที่ 1

บทนำ

สาหร่าย *Spirulina platensis* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยจุดกำเนิดดั้งเดิมของสาหร่ายสไปรูลินาคือประเทศเม็กซิโก ทวีปแอฟริกา และที่อื่นๆอีกหลายแห่ง ซึ่งชนเผ่าพื้นเมืองที่อาศัยอยู่ในแหล่งต่างๆเหล่านี้ได้ใช้เป็นอาหารอย่างปลอดภัยมาเป็นเวลาหลายพันปีแล้ว (Luciane et al., 2007) ทั้งนี้เมื่อได้มีการศึกษาสาหร่ายสไปรูลินาอย่างละเอียด พบว่าเป็นสาหร่ายที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งตรวจพบโปรตีนสูงมากถึง 69-71 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำหนักแห้ง และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง โดยมีกรดอะมิโนทั้งชนิดที่จำเป็น และไม่จำเป็นแก่ร่างกายอย่างครบถ้วน นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุประเภทเบต้าแคโรทีน โปรตีน และไฟโคไซยานิน ซึ่งเป็นสารป้องกันการเกิดอนุมูลอิสระ มีกรดไขมันแกมมาลิโนลินิก หรือ GLA (γ -Linolenic acid) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการเกิดฮอร์โมนหลายชนิด รวมทั้งยังมีวิตามิน และเกลือแร่หลายประเภทที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และยังมีปริมาณกรดนิวคลีอิกและกรดยูริกน้อย จึงไม่มีผลเสียต่อร่างกาย หากทำการผลิตในระบบที่ถูกต้องและควบคุมคุณภาพได้อย่างเต็มที่ จะสามารถใช้เป็นอาหารเสริมของคนได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อีกทางหนึ่งด้วย (Peiretti and Meineri, 2008)

การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* เพื่อนำมาใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูง เนื่องจากอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงมักใช้สารอินทรีย์หลายชนิดและบางชนิดมีราคาค่อนข้างแพง เช่น สูตรอาหาร Zarrouk's medium เป็นสูตรอาหารที่นิยมนำมาผลิตสาหร่ายเพื่อใช้เป็นอาหารเสริมในคน แต่ถ้านำมาใช้เป็นอาหารสัตว์จะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลง เช่น ใช้น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำเวย์นม น้ำเวย์เต้าหู้ น้ำกากส่าเหล้าจากโรงงานผลิตสุรา หรือ น้ำหมักมูลสัตว์ต่างๆ ก็สามารถนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* ได้ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาปรับปรุงสูตรอาหารขึ้นมาใหม่โดยลดสารอาหารบางชนิดลง แต่คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายที่ได้ก็ไม่แตกต่างจากสูตรอาหารเดิมมากนัก เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตและสามารถนำสูตรอาหารที่ปรับปรุงแล้วมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อเป็นอาหารสัตว์ได้ (จงกล และ ขจรเกียรติ, 2548)

นอกจากนี้ น้ำที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวสาหร่ายสไปรูลินาไปใช้ในการบริโภค หรือใช้เป็นอาหารสัตว์ เมื่อเสร็จสิ้นแล้วนั้นมักพบว่ายังคงมีสีเขียว ซึ่งหมายถึงยังมีสาหร่ายจำนวนหนึ่งหลงเหลือตกค้างอยู่ภายในบ่อผลิต หากนำมาเพิ่มมูลค่าโดยการนำมากรองเพื่อทำน้ำหมักชีวภาพ

จากสาหร่ายเหล่านี้ย่อมเกิดประโยชน์อย่างต่อเนื่องต่อไป น้ำหมักชีวภาพเป็นน้ำหมักที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่างๆของพืชหรือสัตว์ โดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic condition) มีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืชและซากสัตว์เหล่านั้นให้กลายเป็นสารละลาย รวมถึงการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือมีการเติมเอนไซม์เพื่อเร่งการย่อยสลาย ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายได้รวดเร็วยิ่งขึ้น กรมวิชาการเกษตร (2547) รายงานว่า การใช้ปลาซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำหมัก จะให้ผลผลิตซึ่งเป็นน้ำหมักที่มีคุณภาพดีและมีปริมาณธาตุอาหารสูง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีแนวความคิดที่จะใช้สาหร่าย *Spirulina platensis* ซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำหมักโดยเทคนิคชีววิถี คือการใช้จุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ทั้งจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติและจุลินทรีย์ทางการค้ามาช่วยในการย่อยสลาย และน้ำหมักที่ได้ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอีกต่อไป

จุดประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการผลิตสาหร่าย *Spirulina platensis*
2. เพื่อศึกษาหาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากการย่อยสลายสาหร่าย *Spirulina platensis*
3. เพื่อศึกษาการเพิ่มสีและเปรียบเทียบปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมักสไปรูลินาสูตรต่างกัน
4. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมักสไปรูลินาสูตรต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถหาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่าย *Spirulina platensis*
2. เรียนรู้เทคนิคการผลิตน้ำหมักชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ จากการย่อยสลายสาหร่าย *Spirulina platensis* ทั้งชนิดสดและแห้ง
3. สามารถนำน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้จะเปรียบเทียบผลผลิตน้ำหมักสไปรูลินาที่หมักโดยไม่ใช้ จุลินทรีย์ การใช้จุลินทรีย์ EM ของถั่วเซ และการใช้จุลินทรีย์ท้องถิ่นเพื่อช่วยในการย่อยสลายสาหร่าย *Spirulina platensis* ทั้งสดและแห้ง เพื่อให้ได้น้ำหมักสไปรูลินาที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยนำน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้ผสมอาหารปลาเพื่อใช้เลี้ยงปลาทอง จากนั้นทำการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต การเพิ่มสีและเปรียบเทียบการเพิ่มปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในปลาทอง และวิธีการหาปริมาณแคโรทีนอยด์ของสาหร่ายสไปรูลินาและปลาทองจะใช้วิธีของ Sommer et al. (1992)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

สาหร่ายสไปรูลินา

ลักษณะทั่วไป

สาหร่าย *Spirulina platensis* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในน้ำสะอาด และในน้ำที่มีปริมาณความเข้มข้นของเกลือสูง หรือน้ำกร่อย และแม้กระทั่งน้ำเสียก็สามารถอยู่ได้ โดยเฉพาะในเขตร้อนซึ่งมีแสงแดดจัดและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่มากนัก มักพบอยู่ร่วมกับ *Oscillatoria* sp. โดยจะเจริญอย่างหนาแน่นในน้ำที่มีความเป็นด่างสูง (จงกล และ ขจรเกียรติ, 2548) การจัดลำดับทางอนุกรมวิธาน (Taxonomy) ของสาหร่ายชนิดนี้ได้ยึดตามหลักของ Bold and Wynne (1978) และ Venkataraman (1983) จัดไว้ดังนี้

Kingdom	Monera
Phylum	Cyanophyta
Class	Cyanophyceae
Order	Oscillatoriales
Family	Oscillatoriaceae
Genus	<i>Spirulina</i>
Species	<i>Spirulina platensis</i> (Nordstedt) Geiteler

รูปร่างของสาหร่ายสไปรูลินามีลักษณะเป็นสาย (Filament) สาหร่ายสกุลนี้ถูกพบครั้งแรกโดย Turpin ในปี 1872 มีลักษณะเป็นเกลียว และตั้งชื่อสกุลว่า *Spirulina* ต่อมาในปี 1952 Stizenberger ได้แยกสกุล *Spirulina* ออกเป็น 2 สกุล คือ *Spirulina* ซึ่งมีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยวตลอดสาย ไม่มีผนังเซลล์แบ่งตามขวาง และ *Arthrospira* มีลักษณะคล้าย *Spirulina* แต่มีผนังกันเซลล์ ปี 1958 Goleunova ศึกษา *Spirulina major* Kutz ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่ามีผนังกันระหว่างเซลล์ ลักษณะบางใส จึงแนะนำให้รวมสกุล *Spirulina* และ *Arthrospira* เข้าเป็นสกุลเดียวกันโดยใช้ชื่อ *Spirulina* ส่วนชื่อภาษาไทยของสาหร่ายสกุลนี้คือ สาหร่ายเกลียวทอง (เจียมจิตต์, 2531) ประกอบด้วยเซลล์รูปทรงกระบอกหลายเซลล์ (Multicellular) เรียงต่อกัน บิดเป็นเกลียว (Helicoidol trichome) ไม่มีกิ่งก้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเซลล์มีตั้งแต่ 1-3 ไมโครเมตร สำหรับสาหร่ายพันธุ์เล็ก และ 3-12 ไมโครเมตร สำหรับสายพันธุ์ขนาดกลาง ความยาวของ Trichome

โดยปกติจะยาวประมาณ 300-500 ไมโครเมตร แต่อาจพบยาวถึง 20 มิลลิเมตร ภายใต้สภาพแวดล้อมบางอย่าง การบิดงอของ Trichome อาจจะถูกกันหลวม ๆ หรือแน่นก็ได้ (ลัดดา, 2542)

ลักษณะทางชีววิทยาของสาหร่ายสไปรูลินา

สาหร่ายสไปรูลินามีโครงสร้างพิเศษ (วันดี, 2547) คือ

1. ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารมิวโคโพลิเมอร์ (Mucopolymer) เพกติน (Pectin) และโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ไม่พบสารประกอบพวกเซลลูโลส
2. ไม่มีเมือก (Mucous) หุ้มเมมเบรน เป็นข้อดีทำให้ไม่มีจุลินทรีย์ชนิดอื่นมาเกาะ
3. ไม่พบนิวเคลียส พบแต่นิวเคลียร์ ซับสแตนท์ (Nuclear substance) เช่น กรดนิวคลีอิก กระจายอยู่ทั่วไปมากมายในไซโตพลาสซึม โดยไม่มีนิวเคลียร์เมมเบรน
4. ไม่มีคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) มีแต่ไทลาคอยด์ (Thylakoid) กระจายอยู่ทั่วไปในไซโตพลาสซึม สาหร่ายสไปรูลินาจึงมีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงมาก
5. มี Gas vacuole จึงทำให้สาหร่ายสไปรูลินาสามารถลอยตัว (Floating characteristic) ได้ดีมาก
6. เม็ดสี (Pigment) มีแต่คลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll-a) ไฟโคไซยานิน (Phycocyanin) ซึ่งมีสีน้ำเงินในปริมาณมาก และไฟโคเออร์ทริน (Phycocerythrin) มีสีแดง
7. สาหร่ายสไปรูลินาสามารถต้านทานต่อจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ได้ดีมากเนื่องจากมีสารปฏิชีวนะบางชนิดที่ต่อต้านแบคทีเรีย

นิเวศวิทยาของสาหร่ายสไปรูลินา

สาหร่ายสไปรูลินาสามารถพบได้ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย แม้กระทั่งน้ำเสีย ปกติสาหร่ายสไปรูลินาจะขึ้นได้ดีในบ่อตื้นๆ ที่มีความเข้มของแสงประมาณ 3-3.5 กิโลลักซ์ สภาพของแหล่งน้ำที่มีความเค็มและสภาพค่อนข้างเป็นด่าง ความเป็นกรด-ด่างประมาณ 9-11 สาหร่าย สไปรูลินาจะเจริญได้ดีในแถบประเทศที่มีภูมิอากาศร้อนหรือกึ่งร้อน ปกติจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 28-34 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงกว่า 37 องศาเซลเซียส จะไม่เหมาะต่อการเจริญของสาหร่าย (Oncel and Vardar, 2008) ในประเทศไทยสามารถพบสาหร่ายสไปรูลินากระจายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากกว่าภาคอื่นๆ (จิระพรรณ, 2537)

คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายสไปรูลินา

สาหร่ายสไปรูลินามีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 55-72 ของน้ำหนัก แตกต่างกันไปตามอาหารที่ใช้เลี้ยง (จงกล และ ขจรเกียรติ, 2548) ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับโปรตีนในเนื้อสัตว์และถั่วเหลืองก็ถือว่าสูงมาก และเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพประกอบด้วยกรดอะมิโนหลายชนิด นอกจากนี้สาหร่ายสไปรูลินายังเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และวิตามินที่มีคุณค่า เช่น วิตามินเอ ซี บี1 บี2 บี6 บี12 กรดนิโคตินิก กรดโฟลิก และกรดแพนโทนิค นอกจากนี้ยังมีเบต้าแคโรทีนซึ่งเป็นวิตามินเอประมาณ 20-25 เท่าของที่มีอยู่ในแครอท สาหร่ายสไปรูลินายังประกอบไปด้วยแร่ธาตุหลายชนิดที่ร่างกายมนุษย์ต้องการ เช่น โพแทสเซียม เหล็ก แมกนีเซียม แคลเซียม ฯลฯ โดยเฉพาะมีเหล็กเป็นสามเท่าของเหล็กในสเป็กเนื้อหนึ่งก้อน วิตามินและแร่ธาตุที่อยู่ในสาหร่ายสไปรูลินาสามารถดูดซึมเข้ากระแสเลือดได้เร็วเป็น 4-5 เท่าของวิตามินและแร่ธาตุที่ได้จากสัตว์ ไข่ นมและเนย สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไขมัน สาหร่ายสไปรูลินาก็มีอยู่ครบถ้วนและมีอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม กล่าวคือมีคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 10-15 ของน้ำหนักแห้งเปรียบเทียบกับซึ่ง ถั่วเหลืองมีประมาณร้อยละ 15-20 ของน้ำหนักแห้ง จากผลการวิจัยพบว่า กรดไขมันที่มีในสาหร่ายชนิดนี้เป็นชนิดแกมมาไลโนเลนิก ซึ่งสามารถลดคอเรสเตอรอลได้ถึง 170 เท่าของไลโนเลนิกที่มีอยู่ในน้ำมันพืช (Venkataraman, 1983)

จากเหตุผลข้างต้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญ ที่ทำให้มีการนำสาหร่ายสไปรูลินามาผลิตเป็นโปรตีนเซลล์เดี่ยว (Single cell protein) เพื่อเป็นอาหารเสริมสุขภาพ และด้วยคุณค่าทางอาหารที่เป็นเลิศ สาหร่ายสไปรูลินาจึงใช้เป็นโภชนาการบำบัดรักษาโรคของมนุษย์สมัยใหม่อย่างแท้จริง และข้อดีของสาหร่ายสไปรูลินาอีกข้อหนึ่งก็คือ สาหร่ายสไปรูลินาไม่มีเซลล์ulos ที่มีผนังหนาเหมือนสาหร่ายทั่วไปจึงมีผลดีต่อร่างกายมนุษย์ ทั้งนี้เพราะในร่างกายมนุษย์ไม่มีเอนไซม์ย่อยเซลล์ulos (ขุติ, 2546)

นอกจากนี้ยังพบว่าสาหร่ายสไปรูลินามีปริมาณกรดนิวคลีอิกต่ำ ซึ่งกรดนิวคลีอิกนี้เมื่อมนุษย์บริโภคเข้าไปจะทำให้เกิดการตกตะกอนตามไขข้อ และเส้นเอ็น อันเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเก๊าท์ (วันดี, 2547)

คุณค่าทางอาหารที่สำคัญอีกประการของสาหร่ายสไปรูลินา คือ รงควัตถุ (Pigment) ซึ่งสาหร่ายสไปรูลินาประกอบด้วยรงควัตถุหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ แคโรทีนอยด์ และ ไฟโคบิลิน ที่สำคัญคือ แคโรทีนอยด์ ซึ่งประกอบด้วยแซนโทฟิลล์ (Xanthophyll) และคาโรทีน (Carotene) (กาญจนภานัน, 2527) เนื่องจากเป็นสารที่ทำให้เกิดสีเหลืองส้ม แดง ในผิวหนังและเนื้อปลา และปลาไม่สามารถสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ขึ้นมาได้ ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น (จงกล, 2546)

สาหร่ายสไปรูลินาประกอบด้วยแซนโทฟิลล์ 1.80 กรัมต่อกิโลกรัม แคโรทีนอยด์ 1.90 กรัมต่อกิโลกรัม (จงกล, 2546; บานชื่น, 2532; Hill, 1980) แซนโทฟิลล์ 0.081 เปอร์เซ็นต์ แคโรทีนอยด์ 0.0804 เปอร์เซ็นต์ (Nakamura, 1982)

ประโยชน์ของสาหร่ายสไปรูลินา

1. ทางการแพทย์

เนื่องจากสาหร่ายสไปรูลินามีปริมาณสารอาหารครบถ้วน และมีคุณภาพสูงจึงทำให้สาหร่ายสไปรูลินามีประสิทธิภาพทั้งเป็นอาหารและยาที่ให้ผลในทางป้องกัน ควบคุม และรักษาโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคกระเพาะอาหาร โรคตับ โรคโลหิตจาง โรคกรดไหลย้อน โรคความดันโลหิตสูง และแม้แต่โรคมะเร็ง ผู้ป่วยที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงต้องการสารโคลีนเพื่อช่วยลดความดันโลหิต คลอโรฟิลล์ เซอริน และเมทไทโอนีน สารเหล่านี้จะช่วยให้อวัยวะผลิตสารโคลีนขึ้นมาได้ ถ้ารับประทานสาหร่ายสไปรูลินาสมาเสมอภายใน 2 สัปดาห์ความดันโลหิตจะลดลง 20-30 มิลลิเมตรปรอท ในผู้ป่วยที่ไม่ชอบรับประทานผักมักจะเกิดการขาดธาตุโพแทสเซียม สาหร่ายก็สามารถทดแทนได้เพราะมีโพแทสเซียมสูงกว่าผักธรรมดาประมาณ 10 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่าสาหร่ายสไปรูลินาเหมาะสมที่จะใช้รักษาโรคแผลหนองได้เป็นอย่างดี การรับประทานสาหร่ายสไปรูลินาสามารถแก้ปัญหาเรื่องไขมันสะสมซึ่งทำให้อ้วน เพราะสาหร่ายสไปรูลินามีคลอเรสเตอรอลเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Peiretti and Meineri, 2008)

2. อาหารของมนุษย์

สาหร่ายสไปรูลินาได้ใช้เป็นอาหารมนุษย์มาช้านานแล้ว มีหลักฐานย้อนหลังว่าเป็นอาหารหลักประจำวันทั้งในรูปอาหารคาวและอาหารหวาน มนุษย์เราสามารถบริโภคสาหร่ายได้โดยตรงหรือนำไปผสมกับอาหารชนิดอื่นก็ได้ เช่น โยเกิร์ต ไอศกรีม ชูป ขนมหั้ว แก้วช็อคโกแลต ลูกเกด ชาเขียว หรือแปรรูปเป็นสาหร่ายอัดเม็ดให้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ ประเทศฝรั่งเศสเป็นประเทศแรกที่อยู่ถึงความสำเร็จด้วยคุณค่าทางอาหารของสาหร่ายสไปรูลินา และเริ่มที่จะผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปในระดับอุตสาหกรรม ในปัจจุบันประเทศที่ส่งสาหร่ายสไปรูลินาเป็นสินค้าส่งออก ที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เม็กซิโก และอิสราเอล (เจียมจิตต์ และคณะ, 2544)

3. อาหารสัตว์

สาหร่ายสไปรูลินานอกจากจะนำมาเป็นอาหารมนุษย์แล้ว ยังนำมาเป็นอาหารสัตว์หลายชนิดจากการศึกษา พบว่าการใช้สาหร่ายสไปรูลินาแห้งเป็นส่วนผสมอาหารสัตว์จะทำให้สัตว์

มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และในสาหร่ายยังมีเบต้าแคโรทีนเมื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ปีกพวกเป็ด ไก่ จะช่วยทำให้ไข่แดงและไข่แดงมีสีเข้มน่ารับประทานถ้านำไปเลี้ยงลูกกึ่งและลูกปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจจะช่วยเพิ่มน้ำหนักและความขาว และทำให้สัตว์น้ำมีการเจริญทางเพศเร็วกว่าปกติ นอกจากนี้ยังพบว่า ลูกปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาจะมีอัตราการเจริญเติบโตดี และมีสีผิวสวยกว่าลูกปลาที่ไม่ได้เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายสไปรูลินา (Kunshan and Zengling, 2008)

4. การบำบัดน้ำเสีย

สาหร่ายสไปรูลินาชนิดนี้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (WHO) ได้จัดตั้งโรงงานขึ้นในสิงคโปร์ โดยนำน้ำเสียมาเลี้ยงสาหร่ายซึ่งเป็นการใช้สาหร่ายบำบัดน้ำเสีย แล้วนำสาหร่ายนี้ไปเป็นอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตามแม้ว่าสาหร่ายจะเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่ก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการยอมรับของผู้บริโภคอยู่บ้าง เพราะสาหร่ายสไปรูลินาจะมีสีเขียวมีกลิ่นคล้ายฟางแห้งและคาวเล็กน้อย ซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปแล้วลักษณะเหล่านี้ยังคงอยู่ทำให้ผู้บริโภคมักจะไม่นิยมรับในครั้งแรก โดยเฉพาะสีเขียวที่เกิดขึ้นซึ่งอาจเกิดจากความไม่เคยชินต่ออาหารในลักษณะนี้ เมื่อผู้บริโภคเกิดความเคยชินต่ออาหารในลักษณะนี้สักระยะหนึ่งแล้วมักพบว่าการยอมรับจะเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 90 นั่นก็แสดงว่าถ้าหากมีการปรับปรุงลักษณะของสาหร่ายได้มากเท่าไร การยอมรับของผู้บริโภคก็จะยิ่งมากขึ้น และสามารถนำมาเป็นอาหารมนุษย์ได้เต็มที่ในอนาคต (เจียมจิตต์ และคณะ, 2544)

น้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพ เป็นน้ำหมักที่ได้จากการย่อยสลายเศษวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่าง ๆ ของพืชหรือสัตว์โดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic condition) มีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซากพืชและซากสัตว์เหล่านั้นให้กลายเป็นสารละลาย รวมถึงการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือมีการเติมเอนไซม์เพื่อเร่งการย่อยสลายทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น (อานันท์, 2548)

จุลินทรีย์ที่พบในน้ำหมักชีวภาพ มีทั้งที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจน มักเป็นกลุ่มแบคทีเรีย *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp., นอกจากนี้ยังอาจพบเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Penicillium*, *Rhizopus* และยีสต์ ได้แก่ *Candida* sp. (ทิพวรรณ, 2542)

น้ำสกัดชีวภาพ หรือน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มีความหมายเดียวกัน คือ เป็นสารละลายเข้มข้นที่เกิดจากการหมักเศษพืชหรือสัตว์ เศษพืชหรือสัตว์จะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ การหมักมีสองแบบ คือ หมักแบบต้องการออกซิเจน (หมักแบบเปิดฝา) และหมักแบบไม่ต้องการออกซิเจน (หมักแบบปิดฝา) สารละลายเข้มข้นอาจจะมีสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งถ้าได้ผ่านการหมักที่สมบูรณ์แล้วจะพบสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ (พืชหรือสัตว์) (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

ประเภทน้ำหมักชีวภาพ

น้ำหมักชีวภาพสามารถแบ่งออกตามประเภทของวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืชและน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ (สุริยา, 2542)

1. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากพืช

1.1 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากผักและเศษพืช

กรมวิชาการเกษตร (2547) ได้กล่าวถึงการทำน้ำสกัดชีวภาพโดยการหมักเศษพืชในภาชนะที่มีฝาปิดปากกว้าง นำเศษผักมาผสมกับน้ำตาล ถ้าพืชผักมีขนาดใหญ่ให้สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ ทำการจัดเรียงพืชผักเป็นชั้นๆ โดยใส่น้ำตาลทับสลับกันกับพืชผักในอัตราส่วนน้ำตาลต่อเศษผักเท่ากับ 1 : 3 หมักในสภาพที่ไม่มีอากาศโดยการอัดผักใส่ภาชนะให้แน่น เมื่อบรรจุผักลงภาชนะเรียบร้อยแล้ว ปิดฝาภาชนะนำไปตั้งทิ้งไว้ในที่ร่ม ปล่อยให้การหมักเกิดต่อไปประมาณ 3-7 วัน จะเกิดของเหลวชั้นสีน้ำตาลมีกลิ่นหอมของสิ่งหมักเกิดขึ้น ของเหลวนี้น้ำสกัดจากเซลล์พืชผักประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และอื่น ๆ

1.2 น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากขยะเปียก

กรมวิชาการเกษตร (2546) ได้ดำเนินงาน โครงการพัฒนาคุณภาพชีวิตโดยการนำขยะเปียก ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ จำนวน 1 กิโลกรัม มาใส่ลงในถังหมัก แล้วเอาปุ๋ยจุลินทรีย์โรยลงไป 1 กำมือ หรือประมาณเศษ 1 ส่วน 20 ของปริมาตรของขยะ แล้วปิดฝาให้เรียบร้อยภายในเวลา 10-14 วัน จะเกิดการย่อยสลายของขยะเปียกบางส่วนกลายเป็นน้ำ น้ำที่ละลายจากขยะเปียกสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยโดยนำไปเจือจาง ด้วยการผสมในอัตราส่วนน้ำปุ๋ย 1 ส่วนต่อน้ำธรรมดา 100-1,000 ส่วน นอกจากนี้โครงการยังได้ประดิษฐ์ถังขยะแบบพิเศษ โดยนำถังพลาสติกมาเจาะรูแล้วใส่ก๊อกเปิดปิดน้ำที่ด้านข้างถัง ช่วงล่างจะสวมตาข่ายเพื่อป้องกันไม่ให้เศษอาหารไปอุดตัน ส่วนปัญหาเรื่องกลิ่นที่ขยะมีเศษเนื้อสัตว์ มีเศษอาหารอยู่มากให้ใช้เปลือกสับปะรด มังคุด

กล้วย ใส่งไปให้มาก ๆ น้ำหมักจะมีกลิ่นหอมคล้ายกับกลิ่นหมักเหล้าไวน์ วิธีการดังกล่าวจุลินทรีย์จะสามารถย่อยสลายขยะเปียกได้ประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือจะกลายเป็นกากซึ่งก็คือปุ๋ยหมักสามารถนำไปใช้ในทางเกษตรได้

2. น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์

น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์เป็นการหมักที่ได้จากการสลายเศษวัสดุเหลือใช้ เช่น ปลา หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือดปลา ผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลายด้วยการใช้เอนไซม์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หลังจากหมักจนได้ที่แล้วได้สารละลายสีน้ำตาลเข้มประกอบด้วยธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม นอกจากนี้ปุยปลายังประกอบด้วย ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอีกด้วย (สุริยา, 2542; วิทยา, 2547)

ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลายอินทรีย์สาร

1. ใช้เป็นประโยชน์โดยตรงให้แก่พืช ในการใช้ต้องคำนึงถึงความเข้มข้นในการเจือจางก่อนให้แก่พืช
2. ใช้เป็นหัวเชื้อปุ๋ยอินทรีย์ นำมาใช้เป็นหัวเชื้อสำหรับทำปุ๋ยอินทรีย์ โดยการนำไปคลุกหมักรวมกับมูลสัตว์ แกลบคั่ว รำละเอียด ระยะเวลา 3 วัน
3. ใช้ป้องกันและกำจัดแมลง โดยการผสมน้ำหมักชีวภาพในอัตราเจือจางฉีดพ่นโดยเฉพาะเพลี้ยแป้ง
4. ใช้กับสัตว์เลี้ยงโดยการใช้น้ำหมักชีวภาพผสมกับน้ำสะอาด นำไปใช้เลี้ยงไก่หรือสุกร เพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคทำให้สัตว์แข็งแรง มีภูมิคุ้มกันโรค และคอกสัตว์ไม่มีกลิ่นเหม็นของแอมโมเนีย
5. ใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสียและการเพาะเลี้ยงสัตว์ โดยนำน้ำหมักชีวภาพไปใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจากแหล่งน้ำต่างๆ เช่น บ่อน้ำ สระน้ำ แหล่งที่มีอินทรีย์วัตถุบูดเน่าหรือนำไปผสมในอาหารสัตว์น้ำเพื่อช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต (สุริยา, 2542)

เรืองฤทธิ์ (2547) รายงานว่า การใช้น้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักปลา หอยเชอร์รี่ และหัวกุ้ง ผสมกับอาหารให้ทุกมื้อ ในอัตรา 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการย่อยอาหารของกุ้ง เพิ่มโปรตีน แคลเซียม และสารอาหารชนิดต่างๆ ในอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกราม ส่วนการใช้น้ำหมักชีวภาพใส่งในบ่อกุ้งอัตรา 1.6 ลิตร/ไร่/สัปดาห์ จะช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำ ช่วยกระบวนการย่อยสลายอาหารและสารอินทรีย์ที่ตกค้างและยังเป็นการส่งเสริมการเลี้ยงกุ้งที่ยั่งยืน เนื่องจากการเลี้ยงร่วมกับน้ำหมักชีวภาพจะไม่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

หัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ทำน้ำหมักชีวภาพ

หัวเชื้อปุ๋ยหมัก หมายถึง ผลิตภัณฑ์เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการช่วยย่อยสลายวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยชีวภาพทำให้ย่นระยะเวลาในการทำปุ๋ยหมักลดลง หัวเชื้อปุ๋ยหมักในทางการค้าที่มีอยู่ในท้องตลาด เช่น EM, Activa, Hitech-microorganisms และหัวเชื้อพด.1 (หัวเชื้อพัฒนาที่ดิน 1)

หัวเชื้อ EM หรือ Effective Microorganisms เป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาล กลิ่นหอม อมเปรี้ยว อมหวาน ทำการผลิตโดยศูนย์อบรมเกษตรธรรมชาติวิเช มีวัตถุประสงค์เพื่อ ใช้ผลิตผักผลไม้ที่ปลอดสารเคมี มีคุณค่าทางโภชนาการ และเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพมนุษย์ ลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งมีความปลอดภัยต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม EM ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 5 กลุ่ม คือ

1. แบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (Photosynthetic bacteria) มีบทบาทสำคัญที่สุดในกระบวนการ อาศัยแสงและความร้อนที่เหลือจากพืชเป็นพลังงาน แบคทีเรียชนิดนี้จะสร้างกลูโคส และกรดอะมิโนขึ้นมาจากสารต่างๆที่ได้จากการสลายอินทรีย์วัตถุและสารเหลวที่ขับออกมาจากราก ซึ่งนอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อพืชแล้ว ยังช่วยเพิ่มจำนวน Ray fungi ซึ่งเป็นตัวช่วยกำจัดเชื้อโรค รวมทั้งช่วยในการทำงานของ Azotobactor ซึ่งตรึงไนโตรเจนได้ และ Mycorrhiza ซึ่งช่วยเร่งการดูดธาตุอาหารพืช
2. แบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจน (N_2 -fixing bacteria) เช่น Azotobactor ซึ่งช่วยตรึงไนโตรเจนให้แก่พืช และจุลินทรีย์อื่น
3. เชื้อรา ช่วยในการกินแบคทีเรียพืชตลอดจนแบ่งอาหารมาจากจุลินทรีย์ก่อโรค
4. Lactic acid bacteria ช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่เป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์ ช่วยเร่งความเร็วในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ นอกจากนี้ Lactic acid bacteria จะช่วยสร้างสารอินทรีย์บางอย่าง และกระตุ้นการทำงานของ Yeast ให้ดีขึ้น
5. Yeast เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาทางสรีรวิทยาของพืชและช่วยเสริมการทำงานของกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์อื่นๆ อีกด้วย เช่น จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ซึ่งประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ (ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติวิเช, 2547)

จุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms : IMO)

จุลินทรีย์ดั้งเดิมในท้องถิ่นมีความสำคัญมาก จุลินทรีย์เหล่านี้มีพัฒนาการเพื่อการอยู่รอดและปรับตัวให้ทนต่อสภาพที่ไม่เหมาะสมได้ดี เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จุลินทรีย์ท้องถิ่นเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงและมีกิจกรรมมาก ดังนั้นเมื่อมีการนำ

จุลินทรีย์จากต่างถิ่นหรือจุลินทรีย์ที่ผลิตเป็นการค้าจึงพบว่าจะขาดลักษณะเด่นคือไม่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและไม่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ รวมถึงก่อประโยชน์ในพื้นที่ได้เพียงช่วงสั้นๆเท่านั้นเมื่อเทียบกับจุลินทรีย์ท้องถิ่นในพื้นที่ของเรา ดังนั้นเพื่อให้มีจุลินทรีย์ท้องถิ่นครบถ้วนและสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายในการทำเกษตรธรรมชาติ จึงแนะนำให้มีการนำเชื้อจุลินทรีย์จากจุดต่างๆ เช่น เชื้อจุลินทรีย์จากป่าไผ่ จุลินทรีย์จากตอซังในนาข้าว จุลินทรีย์จากใบไม้ในป่า จุลินทรีย์จากปล้องไผ่ มาผสมรวมกันเพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตและมีความหลากหลาย (อานันท์, 2549)

กระบวนการหมักและการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์

อินทรีย์วัตถุ หมายถึง สารต่างๆ ที่มาจากสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ชั้นสูงหรือชั้นต่ำรวมทั้งสิ่งที่ถูกปลดปล่อยหรือขับออกมาจากสิ่งมีชีวิต และเมื่อสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นตายลงก็จะให้เศษซากของร่างกายซึ่งเป็นอินทรีย์วัตถุด้วยเช่นกัน และสามารถถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (วิทยา, 2547) จุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายและแปรสภาพสารอินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งอาหาร โดยการขับเอนไซม์ออกมานอกเซลล์ (Extra cellular enzyme) ย่อยสลายสารอินทรีย์ให้มีขนาดเล็กลงจนสามารถซึมผ่านเข้าไปในเซลล์จุลินทรีย์ได้ แล้วจึงนำสารเหล่านั้นไปใช้เป็นแหล่งพลังงานหรือสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโต (คณะอาจารย์ภาควิชาพฤกษศาสตร์, 2541)

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุได้แก่ พวก Heterotrophic คือพวกที่ต้องได้รับแหล่งพลังงานและคาร์บอนจากอินทรีย์วัตถุหรืออินทรีย์สาร แบ่งกลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้หรือได้รับพลังงานคาร์บอนจากอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไปโดยตรง
2. จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้อินทรีย์สารที่เกิดขึ้นระหว่างการสลายตัว (Intermediate product) ของอินทรีย์วัตถุที่ใส่ลงไป
3. จุลินทรีย์กลุ่มที่ใช้หรือได้รับพลังงานและคาร์บอนจาก Protoplasm ของจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ 1 และ 2 (สมศักดิ์, 2538)

การทำน้ำหมักชีวภาพจำเป็นต้องมีจุลินทรีย์เข้าร่วมกิจกรรมซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ตามชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าร่วมกิจกรรม คือ สภาพที่มีอากาศ (Aerobic process) กับสภาพที่ไม่มีอากาศ (Anaerobic process) การหมักในสภาพที่มีอากาศ (Aerobic process) เป็นวิธีที่ต้องการได้รับอากาศ หรือ ออกซิเจนเนื่องจากในสภาพนี้จุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมต้องการออกซิเจน

ในการหายใจ สภาพที่ไม่มีอากาศ (Anaerobic process) เป็นการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในสภาพที่ไม่มีอากาศหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “Cold process” อุณหภูมิในขบวนการหมักกับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอกอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน เป็นกระบวนการที่ปล่อยพลังงานออกมาน้อยกว่าสภาพที่มีอากาศ (ธงชัย, 2546)

กิจกรรมทางกายภาพในระหว่างการหมัก

จากการศึกษาของเรืองฤทธิ์ (2547) พบว่า

1. การเจริญของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยเกิดฝ้าขาวหรือโคโลนี ของจุลินทรีย์อยู่ผิวหน้าของวัสดุหมักในช่วง 1-3 วันแรกของการหมัก เนื่องจากการใช้แหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารและพลังงานเพื่อการเจริญและเพิ่มจำนวนเซลล์
2. การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีฟองก๊าซเกิดขึ้นที่ผิวหน้าและใต้ผิวของวัสดุหมัก เนื่องจากระบวนการหายใจของกลุ่มจุลินทรีย์ยีสต์และจุลินทรีย์ผลิตภัณฑ์กรดอินทรีย์
3. การผลิตแอลกอฮอล์มากขึ้น โดยสังเกตได้จากกลิ่นของแอลกอฮอล์ค่อนข้างจุนซึ่งเกิดขึ้น โดยการทำงานของยีสต์และจุลินทรีย์สร้างกรดอินทรีย์พวกแลกติก
4. ความใสของสารละลาย ลักษณะเป็นของเหลวใสไม่ขุ่นและค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มเนื่องจากเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นจากระบวนการหมักโดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์จะช่วยรักษาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ให้เกิดการเน่าเสีย

ข้อสังเกตของน้ำหมักชีวภาพที่หมักได้สมบูรณ์แล้ว

อภิญา (2546) กล่าวถึงข้อสังเกตของน้ำหมักชีวภาพที่หมักได้สมบูรณ์แล้ว ดังนี้

1. มีการเจริญของจุลินทรีย์น้อยลงเป็นการบ่งบอกถึงกระบวนการหมักสิ้นสุดลง โดยสังเกตผิวหน้าของวัสดุหมัก
2. กลิ่นแอลกอฮอล์จะลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์ได้ใช้น้ำตาลเสร็จสิ้นกระบวนการแล้วและจุลินทรีย์ที่ใช้แอลกอฮอล์ได้ที่ผลิตภัณฑ์กรดอินทรีย์สมบูรณ์ ทำให้การดำเนินกิจกรรมการหมักลดลง
3. ต้องไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่อย่างใด เนื่องจากการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์มีน้อยมากโดยกิจกรรมการหมักลดลง ทำให้ฟองก๊าซเกิดน้อย

4. มีกลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดขึ้น โดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดอินทรีย์มากขึ้น
ลักษณะเป็นกรดสูงขึ้น
5. ได้ของเหลวใสสีน้ำตาล เป็นการแสดงกิจกรรมการย่อยสลายเสร็จสมบูรณ์
6. การวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำหมักชีวภาพจะมีคุณสมบัติเป็นกรดสูง

องค์ประกอบที่ได้จากการหมักน้ำหมักชีวภาพ

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำน้ำหมักชีวภาพ มีลักษณะของเหลวสีน้ำตาลซึ่งได้จาก
สารละลายของเซลล์วัสดุหมักและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมักประกอบด้วย

1. ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง

ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในน้ำหมักชีวภาพมักแตกต่างกันไป ทั้งนี้
ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้หมัก พบว่า วัสดุที่ทำจากปลา มีปริมาณธาตุอาหารมากกว่าน้ำหมักชีวภาพชนิด
อื่นๆ ส่วนผักจะมีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองใกล้เคียงกันกับผลไม้ สำหรับปริมาณ
ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่ได้จากหอยเชอร์รี่จะมีแคลเซียมมากเช่นเดียวกับปลา แต่มี
ปริมาณธาตุอาหารชนิดอื่นๆ ใกล้เคียงกันกับผักและผลไม้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

2. ธาตุอาหารเสริม (จุลธาตุในน้ำหมักชีวภาพ)

ปริมาณธาตุอาหารเสริมของน้ำหมักชีวภาพจะพบมากในปุ๋ยอินทรีย์น้ำหอยเชอร์รี่
ซึ่งจะมีปริมาณธาตุอาหารเสริมมากกว่าน้ำหมักชีวภาพชนิดอื่นๆ ได้แก่ปริมาณเหล็ก แมงกานีส
ทองแดง สังกะสีและโบรอน เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าปริมาณเหล็กในปุ๋ยอินทรีย์น้ำจะพบมาก
ในปลา กระดุกป่น และหอยเชอร์รี่ ปริมาณแมงกานีสพบมากในปุ๋ยอินทรีย์น้ำปลา กระดุกป่น
หอยเชอร์รี่ ผักรวม สำหรับธาตุโบรอนจะพบมากในผลไม้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

3. ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำหมักชีวภาพ (pH)

ค่าพีเอชของน้ำหมักชีวภาพทุกชนิดโดยส่วนใหญ่จะมีความเป็นกรด เพราะใน
กรรมวิธีการหมักนั้น จุลินทรีย์จะทำการสร้างกรดอินทรีย์ในปริมาณมาก ได้แก่ กรดแลกติกและ
กรดอะซิติก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของพีเอชในน้ำหมักชีวภาพ เท่ากับ 4.3 (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

4. ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายน้ำหมักชีวภาพ (Electrical Conductivity: EC)

ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายน้ำหมักชีวภาพ (EC) จากการหมักวัสดุแต่ละชนิด
จะมีความแตกต่างกัน โดยพบว่า ค่า EC ของน้ำหมักชีวภาพจากปลา ผัก และหอยเชอร์รี่จะมีค่า
ใกล้เคียงกันโดยมีค่าเท่ากับ 21.60, 15.93 และ 29.18 เดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m) ตามลำดับ ในขณะที่
ค่า EC ของ น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้และพืชพื้นเมืองจะมีค่าเฉลี่ย 3.78 และ 2.19 dS/m การทำน้ำ

หมักชีวภาพจากปลา และหอยเชอรี่มีค่า EC สูงนั้นอาจเป็นผลมาจากในวัสดุเศษปลาและหอยเชอรี่มีแร่ธาตุที่ก่อให้เกิดค่า EC สูง เช่น ธาตุโซเดียมหรือคลอรีน (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

5. กรดฮิวมิก (Humic acid) ในน้ำหมักชีวภาพ

กรดฮิวมิกในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดค่อนข้างแตกต่างกัน ซึ่งกรดนี้จะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก โดยในช่วงแรกของการหมักจะเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์จากวัสดุอินทรีย์แต่ละชนิด กระบวนการแปรสภาพจะเกิดได้รวดเร็วหลังจากนั้นการย่อยสลายจะเกิดขึ้นช้าลงจนแปรสภาพเป็นสารฮิวมิก ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อน สลายตัวได้ยาก สารฮิวมิกจะมีคุณสมบัติเป็นสารคอลลอยด์ประกอบด้วยฮิวมิน (Humin) กรดฟุลวิก (Fulvic acid) และกรดฮิวมิก (Humic acid) ซึ่งน้ำหมักชีวภาพจากพืชต่างๆจะมีปริมาณกรดฮิวมิกไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

6. สอร์โมนในน้ำหมักชีวภาพ

ในการหมักน้ำหมักชีวภาพนั้นจะมีสอร์โมนอยู่ในปุ๋ยที่ผลิตขึ้นด้วย โดยสอร์โมนนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต (Growth regulation) มีความสำคัญต่อการพัฒนาสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ สอร์โมนที่สำคัญมี 3 ชนิด คือ ออกซิน (Auxin) จิบเบอเรลลิน (Gibberellin) และไซโตไคนิน (Cytokinin) ซึ่งสอร์โมนในน้ำหมักชีวภาพแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้สอร์โมนทั้งสามชนิดจะช่วยในการเร่งอัตราการเจริญเติบโตของพืช และขยายพันธุ์ของเซลล์จุลินทรีย์ โดยจากการศึกษาพบว่าน้ำหมักชีวภาพผักจะมีสอร์โมนไซโตไคนินเด่นชัดมีค่า 15.14 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (กรมวิชาการเกษตร, 2544)

สอร์โมน Auxin มีบทบาทต่อพืช ทำให้การเกิดรากฝอยและรากแขนงเพิ่มขึ้น (Root Initiation) เซลล์พืชมีการขยายตัวมากขึ้น (Cell division) การติดผลดีขึ้นและการเจริญเติบโต (Fruit setting and growth) ส่งเสริมการออกดอก (Flowering promotion) กระตุ้นการสุกของผล และเพิ่มกิจกรรมเอนไซม์ (อานัฐ, 2549)

สอร์โมน Gibberellin มีบทบาทกระตุ้นการแบ่งเซลล์ของพืช (cell division stimulation) มีการยืดตัวของลำต้นมากขึ้น (hyperelongation of stem) ชักนำให้เกิดการงอกของเมล็ดพืช การติดผลดี กระตุ้นการสุกของผล ส่งเสริมการออกดอกและพัฒนาการเกิดหน่อข้าง (อานัฐ, 2549)

สอร์โมน Cytokinin มีบทบาทต่อพืชเพิ่มการแบ่งตัวของเซลล์พืช (enhanced cell division) ส่งเสริมการพัฒนารากพืช (enhanced root development) ส่งเสริมการเกิดรากขนอ่อน (enhanced root formation) ทำให้เกิดหน่ออ่อน (shoot initiation) ตาดอก (bud formation) เกิดการขยายตัวของใบเพิ่มขึ้น และเพิ่มอัตราการเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง (อานัฐ, 2549)

7. เอนไซม์บางชนิดในน้ำหมักชีวภาพ

ในการหมักน้ำหมักชีวภาพ จะมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์บางชนิด ผลิตเอนไซม์หรือน้ำย่อยในการแปรสภาพอินทรียสารให้อยู่ในรูปของอินทรียสารซึ่งเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายโปรตีนโดยการวิเคราะห์โปรตีนที่ปลดปล่อยออกมาจากเซลล์พืชหรือสัตว์แทนการวิเคราะห์เอนไซม์ Protease ซึ่งพบว่าน้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากปลาหรือหอยเชอรี่เป็นปุ๋ยที่มีเอนไซม์ฟอสฟาเทสและโปรตีนที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเซลล์ปลาหรือหอยเชอรี่ในปริมาณสูงกว่าน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากผัก ส่วนเอนไซม์เซลลูเลสในน้ำหมักชีวภาพจากปลาและหอยเชอรี่จะมีปริมาณที่ต่ำกว่าในน้ำหมักชีวภาพจากผัก (อานันท์, 2549)

8. จุลินทรีย์ในน้ำหมักชีวภาพ

ปริมาณจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นประโยชน์ในน้ำหมักชีวภาพ ที่ตรวจพบเป็นพวกแบคทีเรียทั้งหมด แบคทีเรียและราแปรสภาพฟอสฟอรัส และยีสต์ แต่พบว่ามีอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าปริมาณ จุลินทรีย์ในปุ๋ยอินทรีย์แห้งหรือปุ๋ยหมัก แบคทีเรียทั้งหมดในน้ำหมักชีวภาพพบว่ายู่ในช่วงระหว่าง 3.0-4.0 log.no. ต่อมิลลิลิตร ปุ๋ยอินทรีย์ปลาและหอยเชอรี่ จะมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแปรสภาพฟอสฟอรัสสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำผักและผลไม้ ปริมาณยีสต์ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำทุกชนิดจะค่อนข้างใกล้เคียงกัน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

นอกจากองค์ประกอบต่างๆ ที่ได้จากน้ำหมักชีวภาพนั้น จะเห็นได้ว่าในน้ำหมักชีวภาพที่ได้จากการหมักจะมีกรดอินทรีย์หลากหลายชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก กรดอะมิโนและกรดฮิวมิก ซึ่งกรดเหล่านี้เกิดจากการดำเนินงานของกิจกรรมของจุลินทรีย์ระหว่างการหมัก โดยกรดอะซิติกได้มาจากวัสดุหมักผักและผลไม้ ส่วนกรดอะมิโนและกรดฮิวมิกได้มาจากวัสดุหมักจากสัตว์ ซึ่งกรดต่างๆเหล่านี้มีค่าความเป็นกรดสูงอยู่ระหว่าง 3-4 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545)

ปลาทอง

การจำแนกตามหลักอนุกรมวิธาน Smith (1954) จัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธาน
ได้ดังนี้

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Class	Osteichthyes (Bony fish)
Sub-class	Actinopterygii
Order	Cypriniformes
Family	Cyprinidae
Genus	<i>Carassius</i>
Species	<i>Carassius auratus</i> (Linn.)

ปลาทอง เป็นสัตว์น้ำที่ชื่อมีความหมายล้ำค่าแก่ผู้ที่ได้ครอบครอง และยังเป็นปลาที่มีผู้นิยมเลี้ยงมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ด้วยความหลากหลายของสายพันธุ์ทำให้มีความต้องการของตลาด ทั้งในประเทศและต่างประเทศสูงมาก อาชีพการเพาะเลี้ยงปลาทองสามารถทำรายได้ให้กับผู้เพาะเลี้ยงได้เป็นอย่างดี ปลาทองบางครั้งนิยมเรียกว่า ปลาเงินปลาทอง มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Goldfish เป็นปลาน้ำจืด มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในประเทศจีนตอนใต้ ในธรรมชาติชอบอาศัยตามหนองน้ำและลำคลองที่ติดกับแม่น้ำ ในสภาพแวดล้อมที่ดีปลาทองอาจมีชีวิตรอดยืนยาวอยู่ได้ 20-30 ปี แต่ปลาทองที่เลี้ยงไว้ดูเล่นจะมีช่วงชีวิตประมาณ 7-8 ปี พบจำนวนน้อยมากที่มีอายุถึง 20 ปี (วันเพ็ญ และคณะ, 2541)

ปัจจุบันประเทศจีน ฮองกง สิงคโปร์ และญี่ปุ่น เป็นศูนย์กลางการส่งออกปลาทองที่ใหญ่ที่สุด ประเทศไทยมีการเพาะเลี้ยงปลาทองกันมากในแถบจังหวัดราชบุรี นครปฐมและกรุงเทพฯ สำหรับประเทศไทยผลผลิตปลาทองส่วนมากมีการจำหน่ายภายในประเทศ การส่งออกมีจำนวนน้อย (วันเพ็ญ และคณะ, 2541)

ปลาทองออริ้นดา (Oranda)

ปลาทองออริ้นดาเป็นพันธุ์ลูกผสมระหว่างปลาทองหัวสิงห์ (Lionhead) กับปลาทองริวกิน (Ryukin) ลำตัวรูปไข่ยาวรีกว่าพันธุ์หัวสิงห์และริวกิน ส่วนท้องไม่ป่องมาก และครีบทูครีบจะขาว รูปร่างลักษณะของปลาทองออริ้นดาโดยรวมควรมีสัดส่วนดังนี้ ความกว้างของ

ลำตัว (มองทางด้านข้าง) จะต้องไม่น้อยกว่า 2/3 เท่าของความยาวลำตัว ครีบหลังเป็นครีบเดี่ยว ส่วนครีบอื่นๆ เป็นครีบคู่ และครีบหางจะต้องแยกออกจากกัน ความยาวของครีบหางจะต้องไม่น้อยกว่า 3/4 เท่าของความยาวลำตัว ครีบหางจะต้องไม่ตั้งสูงแต่ควรงอไปทางด้านหลังหรือปลายชี้ลงด้านล่างเล็กน้อย สีของปลาทองอรันดาโดยทั่วไปจะมีทั้งสีแดงตลอดทั้งตัว คือ สีแดง ส้ม เหลือง ฟา น้ำตาล และดำ หรือสลับสีกันระหว่างสีต่างๆ ที่กล่าวแล้ว รวมทั้งสีเงิน (วันเพ็ญ และคณะ, 2541)

สืบนตัวปลา

ปลาแต่ละชนิดมีสืบนลำตัวแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด อุปนิสัย และถิ่นที่อยู่อาศัยของปลาเป็นสำคัญ ส่วนปัจจัยอื่นๆ นั้น จะมีผลต่อสืบนลำตัวของปลาเพียงเล็กน้อย การเปลี่ยนสืบนลำตัวของปลาจะเกิดขึ้นได้แบบชั่วคราวและแบบถาวร ซึ่งสิ่งที่เป็นตัวควบคุมการเปลี่ยนแปลงแบบชั่วคราวนี้ คือ ระบบประสาท ส่วนระบบฮอร์โมนและพันธุกรรมในร่างกายนั้นจะควบคุมการเปลี่ยนแปลงสีแบบถาวร ปลาสามารถเปลี่ยนสีสัณ เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงสีต่าง ๆ ออกมาเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าในระหว่างที่เกิดความตื่นเต้น หรือในขณะที่มีการเกี้ยวพาราสีกัน (Hoar and Randall, 1969 อ้างโดย วุฒิพร, 2527) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เกิดจากการทำงานของเซลล์ผิวหนังซึ่งมีเม็ดสีอยู่ภายใน เซลล์สร้างเม็ดสีในตัวปลา มีอยู่ 2 พวกใหญ่ ๆ คือ โครมาโตฟอร์ (Chromatophores) และ เออริโดฟอร์ (Iridophore) โครมาโตฟอร์อยู่ในผิวหนังชั้นเดอร์มิส (Dermis) ได้เกิดปลา ภายในโครมาโตฟอร์มีเซลล์สร้างเม็ดสี ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ อิริโทรฟอร์ (Erythrophores) จะให้สีแดงส้ม แชนโทฟอร์ (Xanthophores) จะให้สีเหลือง และ เมลาโนฟอร์ (Melanophores) จะให้สีดำ ส่วนเออริโดฟอร์หรืออาจเรียกว่า มิเรอร์เซลล์ (Mirror cell) เป็นเซลล์ที่สะท้อนสีของวัตถุที่อยู่ภายนอกตัวปลา สารที่อยู่ภายในเออริโดฟอร์เป็นพวกคริสตัลไลน์ ควินิน (Crystalline quinine) ซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะโปร่งแสง มีสีขาวหรือสีเงิน (Lagler et al., 1962 อ้างโดย วุฒิพร, 2527)

อมรรัตน์ และ บุญกร (2543) รายงานว่า สืบนลำตัวปลาที่ปรากฏให้เห็นนั้น เป็นผลมาจากการทำงานของเซลล์ผิวหนัง ซึ่งมีเม็ดสีอยู่ภายใน เม็ดสีในชั้นของผิวหนังปลาสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท คือ เม็ดสีเมลานิน (Melanin) เม็ดสีเทอริดีน (Pteridine) เม็ดสีเพียวรีน (Purine) และเม็ดสีแคโรทีนอยด์ (Carotenoids)

1. เมลานิน (Melanin) เป็นเม็ดสีน้ำตาลหรือดำที่พบในปลา Melanin เกิดจากสารที่ชื่อว่า Tyrosine โดยสาร Tyrosine จะถูก Oxidize ด้วยเอนไซม์ Tyrosinase และจะเปลี่ยนเป็น 3,4-Dihydroxyphenylalanine หรือ Dopa จากนั้นจึงเปลี่ยนเป็น Dopa quinine หลังจากที่ได้แล้วจะมี

การรวมตัวกันทางเคมีทำให้เกิด Melanin ขึ้น Melanin มักเกาะติดอยู่กับโปรตีน ขบวนการสังเคราะห์ Melanin จะเกิดขึ้นใน Melanocyte และ Melanophore

2. เทอริดีน (Pteridine) เป็นสารประกอบ ที่สามารถละลายได้ในน้ำ มีทั้งชนิดที่มีสีและไม่มีสี Pteridine ที่มีสี Drosopterin, Isodrosopterin และ Neodrosopterin ซึ่งทั้งสามพวกนี้มีสีแดง Sepiapterin และ Isosepiapterin มีสีเหลือง ส่วน Luecopterin ซึ่งไม่มีสีนั้น แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ Blue และ Violet fluorescent

3. เพียวรีน (Purine) เป็นเม็ดสีที่ให้สีขาวหรือสีเงินบนผิวหนังบนตัวปลา Purine พบมาก คือ Quanine มักพบอยู่ใน ไซโตพลาสซึมของเซลล์ ชนิด Luecophore หรือ Ioridophore quinine จะอยู่ในสภาพที่เป็นผลึกขนาดเล็กเป็นเม็ดหรือเป็นแผ่นบางๆ จึงอาจเรียกเซลล์ทั้งสองชนิดนี้ว่า Quaniophore

4. แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) พบได้ทั่วไปทั้งในพืชและสัตว์ ในพืชดอกทำให้เกิดสีส้ม เหลือง และแดง โดยมีเม็ดสีเหล่านี้อยู่ใน Plastid ภายในไซโตพลาสซึม (Cytoplasm) ของเซลล์ นอกจากนี้ยังอาจพบ แคโรทีนอยด์ ภายในคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) ของใบไม้สีเขียวด้วย แต่จะยังมองไม่เห็นจนกระทั่งคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) จางหายไป แคโรทีนอยด์ เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ไม่อิ่มตัว ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอน ซึ่งต่อกันเป็นสายยาวที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองปลายมีคาร์บอนอะตอมที่ต่อกันเป็นวง (Ring structure) โมเลกุลมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ไมโครเมตร แคโรทีนอยด์ ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายในไขมัน ดังนั้น จึงอาจเรียกแคโรทีนอยด์ นี้ว่า Lipophore ปลาไม่สามารถสังเคราะห์ แคโรทีนอยด์ขึ้นมาเองได้ ดังนั้นจึงต้องได้รับมาจากพืชหรือสัตว์ที่เป็นอาหาร โดยตรง และปลาสามารถเก็บเม็ดสีเหล่านี้เอาไว้ในตัวของมัน หรืออาจเปลี่ยนแคโรทีนอยด์เป็นสารรูปอื่นได้ (วิกิรานต์, 2544)

แคโรทีนอยด์

ในปี พ.ศ. 2374 ได้มีการค้นพบรงควัตถุสีเหลืองส้มในแครอท จึงตั้งชื่อสารนี้ให้สอดคล้องกับแครอท (Carrot) ว่าแคโรทีน (Carotene) ได้มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องเรื่อยมาจนสามารถรู้โครงสร้างโมเลกุลและสังเคราะห์ขึ้นมาได้ สารประกอบแคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่พบมากในผักและผลไม้ มีสีตั้งแต่สีเหลืองจนสีแดง ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก ยังได้นำสารแคโรทีนอยด์มาใช้ประโยชน์ในการผสมอาหารสัตว์ที่ต้องการเพิ่มสีส้ม เช่น ในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาสวยงาม จำนวนแคโรทีนอยด์ทั้งหมด เบต้าแคโรทีน (β -carotene) จัดเป็นชนิดที่พบมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าแคโรทีนอยด์ประมาณ 50 ชนิด ที่สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอ ซึ่งช่วยในการมองเห็น การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การเพิ่มภูมิคุ้มกันโรค เป็นต้น (ทัศนีย์, 2540)

ปัจจุบันพบสารประกอบพวกแคโรทีนอยด์ประมาณ 500 โมเลกุล โดยเทคนิค HPLC และ MASS Spectrometry แคโรทีนอยด์ส่วนใหญ่เป็นกลุ่ม C₄₀ (Tetra terpenoids) ประกอบด้วยหน่วยไอโซพรีน (Isoprene units) 8 หน่วย สมบัติการดูดกลืนแสงของกลุ่มนี้ขึ้นอยู่กับสาย (Chain) ของ (Conjugated double bonds) ที่ทำหน้าที่เสมือนโครโมฟอร์ (Chromophore) แคโรทีนอยด์ที่มีคาร์บอนมากกว่า 40 คาร์บอนนั้นอาจอยู่ในรูปสายยาวไม่เป็นวงกลม (Acyclic) เช่น ไลโคปีน (Lycopene) หรือวงกลม (Cyclic) เช่น เบต้าแคโรทีน (β - carotene) และแบบซิสหรือทรานส์ (Cis/Trans configuration) หรือ Oxygenation พบว่าในกลุ่มแซนโทฟิลล์ เช่น ลูทีน (Lutein), ซีแซนทีน (Zeaxanthin), แคนทาแซนทีน (Canthaxanthin), คริปโทแซนทีน (Cryptoxanthin), นีโอแซนทีน (Neoxanthin) และไวโอลาแซนทีน (Violaxanthin) (บุญบา, 2540)

ชนิดและโครงสร้างของแคโรทีนอยด์

สามารถแบ่งแคโรทีนอยด์ได้ 2 พวกใหญ่ ๆ ตามลักษณะทางโครงสร้างทางเคมี คือ แคโรทีน (Carotene) และแซนโทฟิลล์ (Xanthophyll)

1. แคโรทีน (Carotene) โมเลกุลของแคโรทีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอน เชื่อมต่อกันเป็นสายยาวพันธะเดี่ยว (Single bond) สลับกับพันธะคู่ (Double bond) และที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้ง 2 ข้างจะมีอะตอมของคาร์บอนมาเกาะกันเป็นวงที่เรียกว่า ไอโอโนนริง (Ionone ring) แคโรทีนที่สำคัญและมีบทบาทต่อปลา คือ เบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ เอนไซม์ในร่างกายสามารถที่จะเปลี่ยนให้เป็นวิตามินเอได้ พบใน แครอท พริกแดง มะม่วง แคนตาลูป กระหล่ำปลี ผักขม สาหร่ายทะเล และน้ำมันปลา (Georges and Michel, 2006)

2. แซนโทฟิลล์ (Xanthophyll) เกิดจากการเพิ่มออกซิเจนเข้าไปในโมเลกุลของแคโรทีนแซนโทฟิลล์ที่พบในปลาส่วนมาก ได้แก่ ทาราแซนทีน (Taraxanthin) ซีแซนทีน (Zeaxanthin) ลูทีน (Lutein) และแอสตาแซนทีน (Astaxanthin) แซนโทฟิลล์มีบทบาทในการให้สีในสิ่งมีชีวิต (Greenberg, 1968 อ้างโดย อมรรัตน์และบุญกร, 2543) แซนโทฟิลล์ที่เป็นแหล่งสีในอาหารไก่ส่วนใหญ่จะถูกส่งผ่านไปสะสมในผิวหนังและไข่ โดยไม่เปลี่ยนรูป แต่มีแซนโทฟิลล์บางตัว ได้แก่ อิซีนีโนน (Echineone) คริปโทแซนทีน (Cryptoxanthin) เบตา-เอโป-8'-คาโรทีนอล (Beta-apo-8'-Carotenol) เอธิลเอสเทอร์ (Ethyl ester) และ ซิตราแนแซนทีน (Citranaxanthin) สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้และยังเป็นแหล่งสีในไก่ด้วย (Hencken, 1974 อ้างโดย วุฒิพร, 2527)

ความสามารถในการย่อยให้ได้แคโรทีนอยด์นั้น ขึ้นอยู่กับอัตราการละลายและความสามารถในการละลาย ประสิทธิภาพของการให้สีของแคโรทีนอยด์ได้จากอัตราการย่อย

สลายได้ ความสามารถในการสะสมเนื้อเยื่อเฉพาะอย่างและคุณสมบัติของเม็ดสี ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย อาทิเช่น โครงสร้างทางเคมีและการสะสมได้ของสารสีนั้น (วุฒิพร, 2527)

ในกลุ่มของแคโรทีนอยด์ แอสตาแซนทินจะมีมาก และมีคุณสมบัติพิเศษ คือ เมื่อรวมตัวกับโปรตีนแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน ได้แก่ สีเขียว สีฟ้า สีเหลือง และสีน้ำตาล เมื่อทำให้สุก สีแดงจะแสดงออกอย่างชัดเจน หน้าที่ของแคโรทีนอยด์ คือ ป้องกัน Lethal, Photooxidation โดยเฉพาะความเสียหายที่เกิดจากการแผ่รังสีของคลื่นที่สามารถมองเห็นได้ (บุษบา, 2540)

แหล่งของแคโรทีนอยด์

ปลาไม่สามารถสังเคราะห์แอสตาแซนทินขึ้นเอง แต่จะเปลี่ยนแปลงมาจากแคโรทีนอยด์ในอาหารที่กินเข้าไป (Georges and Michel, 2006) แคโรทีนอยด์ปรากฏอยู่ในสัตว์แทบทุกประเภท ตั้งแต่สัตว์ชั้นต่ำจนถึงสัตว์ชั้นสูง เช่น ในหยดน้ำมันของโคพิพอด ในรังไข่ของหอยเชลล์ สะดือทะเล ไฮดราบางชนิด ฟองน้ำทะเล สิ่งมีชีวิตพวกโปรติสตา (Fox and Vevers, 1960 อ้างโดยวุฒิพร, 2527)

ในธรรมชาติจะพบแคโรทีนอยด์ทำหน้าที่แตกต่างกันไป ในพืชสารแคโรทีนอยด์ที่พบอยู่ทั่วไปในพืชใบเขียว ส่วนในกลีบดอกไม้ เช่น ดอกดาวเรืองและผลไม้ที่มีสีเหลืองทองจนถึงสีแดง เช่น แครอท ฟักทอง มะเขือเทศ ในสัตว์จะพบในส่วนของเปลือกของ กุ้ง ปู แมลง ในเนื้อและในผิวหนังของปลา ขนของสัตว์ปีก หรือในอาหารบางอย่าง เช่น น้ำมัน เนย และไข่แดง เป็นต้น (กนอง, 2546)

หน้าที่ของแคโรทีนอยด์

1. เป็นสารเร่งสีปลา กุ้ง และเนื้อสัตว์

สีที่เกิดขึ้นบนตัวปลาทั่วไปแล้วจะเป็นสีของรงควัตถุที่เป็นสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ ความเข้มสีที่ปรากฏบนผิวของปลานั้นขึ้นอยู่กับปริมาณแคโรทีนอยด์ที่ได้จากอาหาร เนื่องจากสัตว์ไม่สามารถสังเคราะห์แคโรทีนอยด์เองได้ จำเป็นต้องได้รับสารอาหารเท่านั้น ซึ่งแคโรทีนอยด์ที่พบในปลามีหลายรูปแบบ ได้แก่ แคโรทีนอยด์อิสระ แคโรทีนอยด์เอสเทอร์และแคโรทีนอยด์โปรตีน โดยแคโรทีนอยด์เอสเทอร์ จะพบตามเนื้อเยื่อผิวหนังและเม็ดสี ส่วนในเนื้อปลาจะเป็นแคโรทีนอยด์อิสระ ในขณะที่แคโรทีนโปรตีนพบมากมาเปลือกกุ้งและแมลง ตัวอย่างสีน้ำตาลในกุ้งมังกรก็คือแคโรทีนอยด์โปรตีนคอมเพล็กซ์ ซึ่งประกอบด้วย แอสตาแซนทิน เป็นสารหลักเรียกว่าครัสโตไซยานิน สำหรับสารสีที่เป็นองค์ประกอบของสีแดงและสีส้มของปลาทอง รวมทั้ง

สีแดงของเนื้อปลาแซลมอนก็มาจาก แอสตาแซนทินและแอสตาแซนทินเอสเทอร์ (Latcha, 1990 อ้างโดย สุริยา, 2546)

2. เป็นสารตั้งต้นการสังเคราะห์วิตามินเอ

Nuttaporn (2004) ได้กล่าวถึง แครอทว่าเป็นแหล่ง เบต้าแคโรทีนที่สำคัญในกลุ่มแครอทเองก็ยังมีปริมาณ เบต้าแคโรทีนแตกต่างกัน โดยนักวิจัยพบว่าใน 100 กรัมของแครอททุกชนิดจะมี เบต้าแคโรทีน เพียงพอที่จะให้วิตามินในปริมาณที่แนะนำให้กินต่อวัน ร่างกายของเราจะต้องการเบต้าแคโรทีน 15 มิลลิกรัม/วัน ซึ่งจะได้จากผักผลไม้ต่าง ๆ เนื่องจาก เบต้าแคโรทีน เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินเอในร่างกาย จึงมีบทบาทมากเกี่ยวกับการมองเห็น โดยผ่านกระบวนการ oxidation และการแตกออก (Splitting) ของโมเลกุล โดย เบต้าแคโรทีน 1 โมเลกุล จะให้วิตามินเอ 2 โมเลกุล Dominguez et al. (2005) กล่าวว่า แครอทินอยด์เป็นสารตั้งต้นของการเกิดวิตามินเอและยังมีส่วนช่วยในการพัฒนาการสืบพันธุ์อีกด้วย

3. เป็นตัวป้องกันคลอโรฟิลล์จากการถูกทำลายด้วยแสง

การศึกษาสำหรับ *Chlorella vulgaris* ที่ขาดรงควัตถุแคโรทีนอยด์ในช่วงแรกและสถานการณ์เดียวกันใน Purple bacteria ที่กลายพันธุ์ พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ จะชักนำให้มีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และจะมีผลต่อคลื่นสีแดงที่จะมาทำลายเซลล์กับโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ด้วย (Kandler and Schotz, 1956 อ้างโดย สุริยา, 2546)

การเก็บรักษาแคโรทีนอยด์

ในกระบวนการสกัดทำให้แคโรทีนอยด์เกิดการบริสุทธ์และการเก็บรักษา จำเป็นต้องมีวิธีเก็บรักษาและป้องกันมิให้ปริมาณของแคโรทีนอยด์เกิดการสูญหายระหว่างกระบวนการผลิตต่าง ๆ Bauernfeind (1981 อ้างโดย วุฒิพร, 2527) ได้กล่าวถึงวิธีการเก็บรักษาแคโรทีนอยด์ดังนี้

1. ป้องกันแคโรทีนอยด์จากแสงสว่าง ความร้อนและออกซิเจนเป็นสาเหตุของการทำให้แคโรทีนอยด์สูญหาย แสงสว่างมีผลต่อแคโรทีนอยด์อยู่สองประการ คือ ประการแรกเกี่ยวกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงซิส-ทรานส์ของพันธะคู่ (Cis-trans double bonds) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงการดูดซึมแสง นอกจากนั้นคุณสมบัติของการให้สีของแคโรทีนอยด์จะเกิดการสูญเสียไปด้วย (Georges and Michel, 2006) ประการที่สองเกี่ยวกับออกซิไดซ์ของสายคาร์บอนอะตอม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการทำงานของโครมาโตฟอร์ ทำให้แคโรทีนอยด์ไม่สามารถทำงานได้ สภาพดังกล่าวนี้สามารถแก้ไขได้โดยการเติมสารพวกบิวทีเลทเทค ไฮดร็อกซีโทลูอีน (Butylated hydroxyanisole) และ บิวทีเลทเทคไฮดร็อกซีโทลูอีน (Butylated hydroxytoluene)

การใช้อุณหภูมิสูงในขบวนการผลิต และระหว่างเก็บรักษาเป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียได้ นอกจากนี้ การทำให้แคโรทีนอยด์เกิดการสัมผัสกับออกซิเจนหรืออะซิโตนก็จะทำให้แคโรทีนอยด์เสื่อมสภาพ เร็วยิ่งขึ้น หากมีการเอาน้ำออกจากอาหารจะทำให้สามารถเก็บอาหารได้นาน 12 สัปดาห์ และ สูญเสียแซนโทฟิลล์ 52-71 เปอร์เซ็นต์ หากใช้กระบวนการแช่แข็งจะเกิดการสูญเสียเพียง 38 เปอร์เซ็นต์ และจากการศึกษานี้พบว่าหากมีการเติมสารป้องกันออกซิไดซ์ คือ อีโทรซิกวิน (Ethoxyquin) และเก็บรักษาภายใต้สภาวะสุญญากาศ จะทำให้ลดการสูญเสียของปริมาณ แคโรทีนอยด์ได้มากยิ่งขึ้น แคนตาแซนทินบริสุทธิ์ที่ทำให้แห้งสามารถเก็บรักษาสภาพให้ เหมือนเดิมได้ถึง 96 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บรักษา 12 สัปดาห์ ที่ 45 องศาเซลเซียส และเมื่อนำไป ผสมอาหารอัดเม็ด เก็บไว้ในที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ จะคงเหลือ แคนตาแซนทิน 81-88 เปอร์เซ็นต์

2. การป้องกันแคโรทีนอยด์จากกรดและด่าง ในสภาพที่เป็นกรด ทำให้เกิดการ สูญเสียความคงทนของคาร์บอนระหว่างคาร์บอนอะตอม เป็นสาเหตุทำให้เกิดการสูญเสีย แคโรทีนอยด์ทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ เมื่อแคโรทีนอยด์ถูกด่างทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพ เช่น หากมีการใส่ด่างลงไปแคโรทีนอยด์ที่มีสีแดง มักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินและสารอีกตัวหนึ่ง คือ ไวโอลิเธรทิน (Violerythin) นอกจากนี้ยังมีการค้นพบว่า ฟูโคแซนทิน จะไม่เสถียรได้ในสภาพที่ เป็นด่าง

3. การป้องกันแคโรทีนอยด์จากเอนไซม์ มีการรายงานว่ สีแดงในปลาบางชนิด หายไปขณะที่มีการเก็บไว้ในตู้เย็น และความมืด ทั้งนี้เกิดจากการที่เอนไซม์บางชนิดในตัวปลาถูก ปล่อยออกมาและไปมีผลต่อแคโรทีนอยด์ ทำให้ปริมาณแอสตาแซนทิน ฐนาแซนทินและ เบต้าแคโรทีน ลดลงจนทำให้สีหายไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุริยา (2542) รายงานว่าในปูอินทรีมีน้ำหมักจากเศษพืชพบว่าจะมีฟอสฟอรัส ตั้งแต่ไม่พบเลยจนถึง 0.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเศษปลาพบ 0.18-1.7 เปอร์เซ็นต์ กรมพัฒนาที่ดินและ กรมวิชาการเกษตร (2545) กล่าวว่า ปูปลาเป็นน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จากการย่อยสลายอวัยวะปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา และเลือด ผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลายเอนไซม์ หลังจากหมักได้ที่แล้วจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยธาตุอาหารหลักได้แก่ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุอาหารรองได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ธาตุอาหาร เสริมได้แก่ เหล็ก ทองแดง และแมงกานีส

สุพจน์ (2544) รายงานว่า ปุ๋ยปลาหมักชีวภาพมีปริมาณ ดังนี้ ในโตรเจน 0.58 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.1 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.55 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม 0.03 เปอร์เซ็นต์ เหล็ก 65 เปอร์เซ็นต์ สังกะสี 11 เปอร์เซ็นต์ และแมงกานีส 7.2 เปอร์เซ็นต์ การหมักปุ๋ยปลาที่ได้จะมีคุณภาพของปุ๋ยมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดวัตถุดิบ และกระบวนการหมัก แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีธาตุอาหารในโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม 0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์ และมีจุลินทรีย์ต่างๆ มากมายครบถ้วน

กรมวิชาการเกษตร (2545) รายงานว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่หมักจากพืชจะมีในโตรเจน 0.03-10.66 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าใช้เศษปลาหมักจะพบประมาณ 1.06-1.70 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้ เปอร์เซ็นต์ในโตรเจนที่ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์อาจเนื่องจากว่า อิทธิพลของอุณหภูมิที่ต่ำเนื่องจากทำการทดลองช่วงฤดูหนาวอาจจะมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ต่ำลงกระบวนการย่อยสลายจึงช้าลง

สุวพันธ์ และคณะ (2545) รายงานว่า น้ำหมักชีวภาพที่ทำจากเศษปลาออกฤทธิ์เป็นกรดจืด มีค่า พีเอช 3.97 และเป็นกรดมากกว่าเศษพืช ซึ่งมีค่า พีเอช 6.60 ดินเลนนาุ้งมีค่า พีเอช 5.72 น้ำหมักหมักจากปลาในโตรเจน 2.09 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 1289 พีพีเอ็ม โพแทสเซียม 634 พีพีเอ็ม แคลเซียม 795 พีพีเอ็ม แมกนีเซียม 2120 พีพีเอ็ม และมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) 18.81 dS/m น้ำหมักจากพืช มีธาตุในโตรเจน 0.56 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 1289 พีพีเอ็ม โพแทสเซียม 593 พีพีเอ็ม แคลเซียม 463 พีพีเอ็ม แมกนีเซียม 162 พีพีเอ็ม และมีค่าการนำไฟฟ้า (EC) 14.49 dS/m ซึ่งน้ำหมักหมักจากปลา มีธาตุอาหารพืช ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม รวมทั้งค่าการนำไฟฟ้า (EC) สูงกว่าน้ำหมักเศษพืช

เปรมปรี (2543) ได้แนะนำปุ๋ยชีวภาพที่มีธาตุอาหารมากที่สุด คือปุ๋ยปลาหมักผสมกรดฟอสฟอริกที่ใช้ในการทำลายยางแผ่นร่วมกับกากน้ำตาล เพื่อกลบกลิ่นเหม็นโดยใช้สูตร ปลา 100 กิโลกรัม กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 3.5 ลิตร กากน้ำตาล 20 ลิตร (สูตรของ วท.) กรดฟอสฟอริกจะช่วยย่อยสลาย กากน้ำตาลจะช่วยกลบกลิ่นเหม็น ส่วนสูตรของเกษตรกรคือปลา 60 กิโลกรัม กากน้ำตาล 20 ลิตร จุลินทรีย์ พด.1 หรือเชื้อทำปุ๋ยหมักที่มีขายทั่วไปเติมให้ครบ 20 ลิตร ในถังปิดฝาแล้วหมักไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ แล้วนำไปใช้ได้ เพราะไม่มีกลิ่นเสียพอที่จะทำให้โครงสร้างของดินโปร่ง

รวมพร (2546) ได้ศึกษาทดลองเปรียบเทียบการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากขยะอินทรีย์ 3 ชนิด คือ เศษปลา เศษอาหาร และเศษผักร่วมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ทางการค้า EM 1.5 มิลลิลิตร Hitech 1.0 กรัม และ Activa 0.3 กรัม พบว่าน้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา มีธาตุในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมสูงกว่าในเศษอาหารและเศษผัก โดยเฉพาะการหมักเศษปลาร่วมกับเชื้อ Activa 0.3 กรัม มีธาตุในโตรเจนสูงที่สุด

อภิญญา (2546) ได้ทดลองการผลิตน้ำหมักหมัก พบว่าการหมักแบบเดิมอากาศ ทำให้เศษผักมีการย่อยสลายร้อยละ 88.04 ซึ่งเร็วกว่าแบบไม่เติมอากาศที่ย่อยสลายเพียงร้อยละ 53.34 การหมักแบบเดิมเชื้อแบคทีเรียย่อยสลายร้อยละ 40.34 ซึ่งเร็วกว่าการหมักแบบไม่เติมเชื้อแบคทีเรียที่ย่อยสลายเพียงร้อยละ 36.39 ในการเติมปลาป่น 16.40 กรัม (0.65 กรัมไนโตรเจน) เป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการหมักแบบเดิมอากาศ ทำให้เกิดการย่อยสลายของเศษผักสูงสุดเท่ากับร้อยละ 87.93

ชวนพิศ และคณะ (2544) ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพ เคมี่ และชีวเคมีในน้ำหมักชีวภาพ โดยใช้เศษวัสดุ 3 ชนิด คือ หัวปลานิล พุงและเกล็ดปลานิล และเศษผักผลไม้หลายชนิด เปรียบเทียบการหมักด้วยการเติมหัวเชื้อจากสับปะรด และหัวเชื้อจากแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Lactobacillus plantarum* และ *L. casei* ในการปริมาณเท่าๆกัน เพราะว่างค์ประกอบต่างๆระหว่างการหมักที่ระยะเวลา 30, 45, 60 และ 90 วันมีความแปรปรวน คุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ สีของน้ำหมักส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ มีค่าพีเอช และค่า EC ที่สูงขึ้น ปริมาณธาตุอาหารหลักและรองมีน้อย องค์ประกอบของกรดลดลง มีน้ำตาลหลายชนิดในปริมาณลดลงจนถึงระดับคงที่เป็นดัชนีชี้บ่งการกระบวนการหมัก

สาคร (2542) ทดลองผลิตน้ำหมักชีวภาพด้วยวิธีทางเทคโนโลยีชีวภาพ โดยกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยนำเอาขยะสดที่คัดแยกแล้วหมักกับกากน้ำตาลอัตรา 3:1 โดยน้ำหนัก ใช้เวลาในการหมัก 7 วัน จะได้น้ำสกัดชีวภาพที่นำมาทดลองใช้ในการปลูกดาวเรือง พบว่าดาวเรืองมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดี แสดงว่าน้ำสกัดชีวภาพเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีได้

Sivasankari et al. (2005) การศึกษาถึงผลของน้ำสกัดจากสาหร่ายทะเล *Sargassum wightii* และ *Caulerpa chemnitzia* ต่อการเจริญเติบโตของถั่วพุ่ม (*Vigna sinensis*) พบว่าระดับความเข้มข้นต่ำสุด 20 เปอร์เซ็นต์ของสารสกัดจากสาหร่าย *Sargassum wightii* และ *Caulerpa chemnitzia* มีผลต่อความยาวของรากถั่วมากที่สุด

Narumon (2003) ศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักจากเศษกะหล่ำปลี โดยหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน เติมหากากน้ำตาล 0, 0.5, 1 และ 1.5 กิโลกรัม/ก่หล่ำปลี 1 กิโลกรัม ใช้แบคทีเรีย *Salmonella* spp., *Shigella* spp. และ *E. coli* เป็นตัวบ่งชี้ โดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 24.1-30.9, ค่าพีเอช 3.1-7.4 และชุดควบคุมไม่ใส่กากน้ำตาล ชุดการทดลองที่ให้ผลดีที่สุดเป็นชุดที่เติมหากากน้ำตาล 1 กิโลกรัม โดยใช้ระยะเวลา 90 วัน ได้ค่า C/N ratio 15.4, 0.02 เปอร์เซ็นต์ N, 0.015 เปอร์เซ็นต์ P, 0.262 เปอร์เซ็นต์ K และ 1.841 เปอร์เซ็นต์ Organic carbon และไม่พบแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค

Usa (2004) ศึกษาการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาในน้ำสกัดจากผักตบชวาทดแทนการใช้สูตรอาหาร Zarrouk's medium ซึ่งผลการทดลองพบว่า น้ำสกัดจากผักตบชวามีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูลินาเหมือนกับ 75 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร Zarrouk's medium ดังนั้นน้ำสกัดจากผักตบชวาจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตสาหร่ายสไปรูลินาและช่วยลดจำนวนของผักตบชวาในแหล่งน้ำได้

จารุวรรณ (2543 อ้างโดย คนอง, 2546) ทดลองหาผลของรงควัตถุแคโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ได้แก่ *Spirulina* sp. กุ้งป่น หอยแมลงภู่ กลิบบอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ทอริดอร์ กลิบบอกดาวเรืองแห้งพันธุ์โซเวอร์เรียน และฟักทอง โดยผสมรงควัตถุเหล่านี้ลงในสูตรอาหารพื้นฐาน เพื่อศึกษาความเข้มของสีปลาแฟนซีคาร์พที่เพิ่มขึ้น จากการทดลองพบว่า ปลาที่ได้รับอาหารเสริมสไปรูลินา 10 เปอร์เซ็นต์ มีสีเข้มที่สุด ปลาที่ได้รับอาหารเสริมแคโรทีนอยด์จากแหล่งอื่นๆ ได้แก่ หอยแมลงภู่ กุ้งป่น ฟักทอง และอาหารสูตรพื้นฐานให้ผลต่อความเข้มของสีปลาน้อยมาก รงควัตถุแคโรทีนอยด์ในอาหารทดลองแต่ละสูตรไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลาแฟนซีคาร์พ

ภานุ (2545) ศึกษาการใช้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินาในความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 หน่วยการทดลองให้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินานาน 2 เดือน โดยใช้ปลานิลแดงขนาดประมาณ 130-160 กรัม จำนวน 10 ตัว จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อัตราการเจริญเติบโต อัตราความยาวที่เพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลา มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสรุปได้ว่า การผสมสาหร่าย *Spirulina* sp. ในอาหารผสมเลี้ยงปลานิลแดงจะทำให้สีน้ำหนักรูปร่างเพิ่มขึ้น ปริมาณแคโรทีนอยด์สะสมในเนื้อมากกว่าการให้อาหารปลากินพืชธรรมดา และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำกว่าการให้อาหารปลากินพืชธรรมดา สำหรับปริมาณแคโรทีนอยด์นั้นจะช่วยทำให้เนื้อปลามีสีแดงชมพูน่ารับประทาน และยังเป็นแหล่งโปรตีนและวิตามินอีกด้วย

มะลิ และคณะ (2537) ศึกษาผลการเสริมรงควัตถุ แคนตาแซนทิน (Canthaxanthin) และแอสตาแซนทิน (Astaxanthin) ที่ระดับต่าง ๆ ในอาหารต่อสีของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) พบว่า เมื่อเริ่มการทดลองกุ้งมีน้ำหนักเฉลี่ย 3.7-4.0 กรัม นำมาเลี้ยงด้วยอาหารทดสอบ 6 สูตร คือ สูตรควบคุมเป็นสูตรที่ไม่เสริมรงควัตถุใดๆ สูตร 1 และ 2 เสริมแคนตาแซนทิน ที่ระดับ 50 และ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ส่วนสูตร 3, 4 และ 5 เสริมแอสตาแซนทิน ที่ระดับ 25, 50 และ 75 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร ตามลำดับ ดำเนินการทดลองในโรงเรือนเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สรุปว่าทั้งแคนตาแซนทิน และ แอสตาแซนทิน มีส่วนช่วยปรับปรุงสีของกุ้งกุลาดำ และช่วยให้กุ้งสีฟาลดจำนวนลง แอสตาแซนทินมีประสิทธิภาพสูงกว่าแคนตาแซนทิน ประมาณ 2.8 เท่า กุ้งจะสะสม

รงควัตถุในเนื้อเยื่อในรูปของ แอสตาแซนทินเป็นส่วนใหญ่ การเสริมแอสตาแซนทิน 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร เลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพียงพอที่ช่วยให้กุ้งมีสีได้มาตรฐานตามที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มว่า การเสริมสารรงควัตถุทั้ง 2 ชนิด ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพอาหาร

อมรรัตน์ และ บุญกร (2543 อ้างโดย ชิวากรณ์, 2546) เลือกใช้แคโรทีนอยด์ผสม ในอาหารเพื่อเร่งสีปลาน้ำจืดต้องพิจารณาถึงอายุและชนิดของสัตว์น้ำ อุณหภูมิและสภาพแวดล้อมอื่น ๆ รวมไปถึงปริมาณไขมันในอาหารด้วย เนื่องจากสัตว์ต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการเปลี่ยนและสะสมแคโรทีนอยด์ได้ต่างกัน ดังรายงาน เกี่ยวกับการเร่งสีปลา 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ปลาทอง ปลาคารพัสสีแดง และปลาแฟนซีคาร์พสีแดง โดยการผสมแคโรทีนอยด์บริสุทธิ์ในอาหารปริมาณ 1-4 เปอร์เซ็นต์ แคโรทีนอยด์ที่ใช้ได้แก่ ซีแซนทิน ลูทีน แคนตาแซนทิน และแอสตาแซนทิน นอกจากนี้อาจใช้สาหร่ายสไปรูลินา ซึ่งมีแคโรทีนอยด์หลักคือ ซีแซนทิน และกลีโคคอกควาเรอ ซึ่ง มีลูทีนเป็นองค์ประกอบหลักผสมลงในอาหารก็ได้ กลุ่มที่ 2 กุ้ง, ปู และสัตว์จำพวกกุ้งปู อื่น ๆ ที่มีแอสตาแซนทินเป็นแคโรทีนอยด์หลัก สีของสัตว์น้ำเหล่านี้สามารถเร่งให้มีความเข้มโดยการผสมแคโรทีนอยด์บริสุทธิ์ลงในอาหารปริมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ลงในอาหาร แคโรทีนอยด์ที่ใช้ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แอสตาแซนทิน ซีแซนทิน หรืออาจใช้สาหร่ายสไปรูลินาในปริมาณเท่ากัน ในอาหารก็ให้ผลเช่นเดียวกัน ส่วนในกลุ่มที่ 3 กลุ่มปลาซิลโมนิคและซีบรีม ผสมลูทีนต่อซีแซนทินต่อแอสตาแซนทินในอัตราส่วน 2:1:1:6 ลงในอาหารซึ่งมีผลทำให้ปลาที่เลี้ยงมีสีเข้มเท่าสีปลาในธรรมชาติ

ชลธิชา (2541) ศึกษาผลของแอสตาแซนทินต่อสี การเจริญเติบโต อัตราการงอก และความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus* sp. ของปลานิลสีแดง (*Tilapia nilotica* Linn.) พบว่า การผสมแอสตาแซนทินในอาหารจะทำให้สีลำตัวและเนื้อปลามีสีแดงเข้มขึ้น โดยสีลำตัวและเนื้อปลาจะเพิ่มขึ้นตามระดับแอสตาแซนทินที่ผสมในอาหารและระยะเวลาที่ได้รับแอสตาแซนทินเนื่องจากแอสตาแซนทินที่ปลาได้รับจากอาหารจะถูกดูดซึมเข้าสู่ปลา และเข้าไปสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ มีผลทำให้ปลามีสีเข้มขึ้น หากต้องการเร่งสีปลาในฟาร์มเลี้ยงปลานิลสีแดงเนื่องจากแอสตาแซนทินเป็นสารเร่งสีที่ราคาค่อนข้างสูง จึงควรใช้แอสตาแซนทินผสมในอาหารให้ปลากินในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ก่อนจับขาย และหากต้องการปรับปรุงคุณภาพสีเนื้อปลาให้มีสีแดงเข้มให้ใส่แอสตาแซนทินผสมในอาหารเพียง 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ให้ปลาก็กินเพียงพอที่จะทำให้เนื้อปลามีสีแดงเข้มขึ้นได้

สุกญา และคณะ (2548) ศึกษาผลของสไปรูลินาในอาหารต่อการเจริญเติบโต และการเร่งสีปลาทอง (*Carassius auratus*) พบว่า การเสริมสไปรูลินาในอาหารมีผลทำให้สีเหลือง

และแดงของตัวปลาทองเพิ่มมากขึ้น โดยที่สีขาวจะลดลง โดยเฉพาะการเพิ่มขึ้นของค่าระดับสีแดง-เขียว (a) และเหลือง-น้ำเงิน (b) ซึ่งจะสัมพันธ์กับสีแดงและสีเหลืองของตัวปลาที่เพิ่มขึ้น โดยระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารย้อมที่มีประสิทธิภาพต่อการเร่งสีในปลาทอง คือ ระดับความเข้มข้นของสไปรูลินาแห้งในอาหาร 3-5 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

ในการทดลองเพื่อศึกษาการผลิตน้ำหมักจากสาหร่าย *Spirulina platensis* ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ช่วงการทดลอง ดังนี้ ในช่วงแรก เป็นการทดลองที่ 1 เพื่อผลิตสาหร่าย *Spirulina platensis* ช่วงที่ 2 เป็นการทดลองที่ 2 และ 3 ในการผลิตน้ำหมักจากสาหร่าย *Spirulina platensis* ทั้งสดและแห้งตามลำดับ ส่วนในช่วงที่ 3 เป็นการทดลองที่ 4 และ 5 โดยการนำน้ำหมัก สไปรูลินาที่ได้จากการทดลองที่ 2 และ 3 มาทดสอบประสิทธิภาพโดยผสมในอาหารปลา ศึกษาการเพิ่มสีและเปรียบเทียบปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทองและดูการการเจริญเติบโตของปลาทอง

การทดลองที่ 1 การผลิตสาหร่าย *Spirulina platensis*

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์หรือเพื่อใช้ทำปุ๋ย สามารถทำได้ในทำนองเดียวกันกับการเพาะเลี้ยงเพื่อใช้เป็นอาหารคนแต่มีความพิถีพิถันน้อยกว่า สูตรอาหารที่ใช้เป็นสูตรอาหารปรับปรุงที่สามารถนำมาทดแทนสูตรอาหารชาวรุคได้ โดยให้ผลการเพาะเลี้ยงไม่แตกต่างจากสูตรอาหารชาวรุค ผู้เพาะเลี้ยงสามารถเตรียมอาหาร ได้สะดวกขึ้น และสามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้อีกด้วย (จงกล, 2549)

1.1 อุปกรณ์

1. บ่อที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* จะใช้บ่อสาหร่ายของคณะเทคโนโลยีการประมง ซึ่งเป็นบ่อแบบ Raceway pond ขนาด 2 ตัน จำนวน 3 บ่อ
2. หัวเชื้อสาหร่าย *Spirulina platensis*
3. น้ำประปา
4. สารเคมีที่ใช้เป็นอาหารของสาหร่าย
5. สวิงผ้าขนาดตา 60-100 ไมโครเมตร ใช้ในการกรองเก็บสาหร่าย
6. ระบบลมหรือเครื่องตีน้ำ
7. ระบบไฟฟ้า

1.2 วิธีการ

1. เตรียมบ่อที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง

2. เตรียมหัวเชื้อสาหร่าย วัดค่าการดูดกลืนแสง (Optical Density: OD) ด้วยเครื่องมือ Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 560 นาโนเมตร ได้เท่ากับ 1 ความเข้มข้น ณ จุดนี้เหมาะสมกับการนำมาเป็นเชื้อสาหร่ายตั้งต้นโดยใช้เพียง 30 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำทั้งหมด (ยวดี, 2546)

3. การเตรียมน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยง

ใช้น้ำประปา ทำให้ระเหยคลอรีนไม่ให้เหลือตกค้าง นำไปเติมในบ่อเพาะเลี้ยงสาหร่ายระดับน้ำสูงไม่เกิน 25 cm.ให้อากาศและเติมอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ดังนี้

- NaHCO ₃	6	g/l
- NaNO ₃	1.5	g/l
- NaCl	1	g/l
- MgSO ₄	1	g/l
- N:P:K	0.6	g/l

ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้อยู่ในช่วง 9.5-10.5 โดยใช้ NaOH

4. นำหัวเชื้อสาหร่ายที่เตรียมไว้เติมลงบ่อเพาะเลี้ยง ตรวจวัดการเจริญทุกวัน

5. วัดค่า OD สูงสุดประมาณ 0.8 ก็สามารถเก็บผลผลิต 80 เปอร์เซ็นต์ โดยการดูดน้ำจากบ่อกรองด้วยผ้าไนลอน ขนาด 60-100 ไมโครเมตร เก็บผลผลิตเบื้องต้นในรูปของผลผลิตทั้งแบบสดและแห้งเพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำหมักสไปรูลินาต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่ายสด *Spirulina platensis*

2.1 อุปกรณ์

1. ถังหมัก
2. เชื้อจุลินทรีย์ EM ของคิวเซ, เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น
3. ขวดเก็บน้ำหมักสไปรูลินา
4. ถักน้ำตาล
5. สไปรูลินาสดที่ได้จากการทดลองที่ 1
6. ตาชั่ง

2.2 วิธีการ

1. เก็บผลผลิตสาหร่ายสไปรูลินา จากการทดลองที่ 1 โดย วัดค่า OD ที่ความยาวคลื่นแสง 560 นาโนเมตร สูงสุดประมาณ 0.8 ก็สามารถเก็บผลผลิตได้ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยการคูดน้ำจากบ่อกรองด้วยผ้าไนลอน ขนาดตา 60–100 ไมโครเมตร เก็บผลผลิตในรูปมวลชีวภาพทั้งสดและแห้ง

2. วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely randomized design) โดยแบ่งเป็น 3 Treatment แต่ละ Treatment มี 3 ซ้ำ ดังนี้

Treatment ที่ 1 สาหร่าย *Spirulina platensis* 1 กิโลกรัม ใส่เชื้อจุลินทรีย์

Treatment ที่ 2 สาหร่าย *Spirulina platensis* 1 กิโลกรัม ใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มิลลิลิตร (ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติภูเข, 2547)

Treatment ที่ 3 สาหร่าย *Spirulina platensis* 1 กิโลกรัม ใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น 30 กรัม (อานันท์, 2549)

ทำการทดลอง Treatment ละ 3 ซ้ำ

3. เติมน้ำตาล 500 มิลลิลิตร/ถัง คนให้เข้ากันอย่างทั่วถึง ปิดฝาให้สนิทเก็บรักษาไว้ในที่ที่ไม่มีแสงเข้า อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส

4. ทำการหมักไว้ประมาณ 1 เดือน นำน้ำหมักที่ได้แต่ละตัวอย่าง ไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง (N, P, K Ca, Mg) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าการนำไฟฟ้า

5. เก็บผลผลิตน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้ไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

การทดลองที่ 3 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่ายแห้ง *Spirulina platensis*

ในการทดลองที่ 3 จะใช้อุปกรณ์และวิธีการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 2 แต่เปลี่ยนจากสาหร่ายสด *Spirulina platensis* เป็นสาหร่ายแห้ง *Spirulina platensis* โดยปรับปริมาตรสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง 100 กรัมผสมกับน้ำให้ได้ปริมาตร 1,000 กรัม

การทดลองที่ 4 ทดสอบคุณภาพของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูลินา

Spirulina platensis (จากการทดลองที่ 2)

1. วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely randomized design) โดยแบ่งเป็น 4 Treatment แต่ละ Treatment มี 3 ซ้ำ ดังนี้

Treatment ที่ 1 ชุดควบคุม อาหารปลาคุณภาพดีพิเศษชื่อ “วิน” เบอร์ 10

Treatment ที่ 2 อาหารปลา 1 กิโลกรัม ผสมน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ผลิตจากสาหร่ายสไปรูลินาสดไม่เติมเชื้อจุลินทรีย์ 10 มิลลิลิตร

Treatment ที่ 3 อาหารปลา 1 กิโลกรัม ผสมน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ผลิตจากสาหร่ายสไปรูลินาสดเติมเชื้อจุลินทรีย์ EM 10 มิลลิลิตร

Treatment ที่ 4 อาหารปลา 1 กิโลกรัม ผสม น้ำหมักสไปรูลินาสดที่ผลิตจากสาหร่ายสไปรูลินาสดเติมเชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น 10 มิลลิลิตร

2. การเตรียมตู้ทดลอง

ใช้ตู้กระจกขนาด 10x20x12 นิ้ว จำนวน 12 ตู้ โดยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ

3. การเตรียมสัตว์ทดลอง

ปลาทองที่ใช้ทดลองเป็นปลาทองสายพันธุ์อรันดา อายุ 2 เดือน ขนาดความยาวเฉลี่ยประมาณ 3-4 เซนติเมตร โดยซื้อจากโรงเพาะฟักเอกชน นำปลาทองมาพักให้ปรับตัวในถังขนาด 500 ลิตร เป็นเวลา 1 วัน ก่อนทำการสูบน้ำหนักและความยาวของปลาทองเริ่มต้นก่อนปล่อยเลี้ยงในตู้ที่ระดับความหนาแน่น 200 ตัว/ตารางเมตร

4. การเตรียมอาหารปลา

ใช้อาหารปลาคุณภาพดีพิเศษชื่อ “วิน” เบอร์ 10 โดยมีคุณภาพของอาหารสัตว์ทางเคมี ดังนี้

- โปรตีน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40
- ไขมัน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5
- กาก ไม่มากกว่าร้อยละ 2
- ความชื้น ไม่มากกว่าร้อยละ 12

5. การผสมอาหาร

ขยายน้ำหมักสไปรูลินา 10 เท่า แล้วพ่นผสมกับอาหารปลาให้เข้ากัน จากนั้นผึ่งลมไว้ให้แห้งแล้วนำไปใส่กล่องพลาสติกเก็บไว้ในที่แห้งสนิทก่อนนำมาใช้ในการเลี้ยงปลาทอง

6. การเลี้ยงและการให้อาหาร

การให้อาหารจะให้จนอิ่มเกินพอ โดยจะให้ 2 มื้อ คือ เวลา 9.00 น. และ 16.00 น. ทำการเปลี่ยนน้ำทุก 3 วัน โดยทำการดูดตะกอน และขัดตู้ปลาให้สะอาด

7. ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 3 เดือน ศึกษาการเพิ่มสีและเปรียบเทียบปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในปลาทองและดูการเจริญเติบโตของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดผสมน้ำหมักสไปรูลินาที่หมักด้วยสูตรต่าง ๆ กัน

8. การวัดสีและวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์

ทำการวัดสีและวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลา ก่อนทำการทดลอง และระหว่างการทดลอง โดยจะทำการวัดสัปดาห์ละครั้งทุกสัปดาห์จนครบ 3 เดือน การวัดสีจะวัดที่เกล็ดและเนื้อปลาโดยใช้ เครื่องวัดสี KONIKA MINOLTA Color reader รุ่น CR-10 และวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อดัดแปลงตามวิธีของ Sommer et al. (1992)

9. การเก็บข้อมูล

ทำการจดบันทึกน้ำหนักปลา และวัดความยาวปลาทุกสัปดาห์ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง จนถึงสิ้นสุดการทดลอง เพื่อตรวจวัดประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

10. การวิเคราะห์ทางสถิติ

เพื่อศึกษาความยาวเฉลี่ย ความยาวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ค่าความสว่าง ค่าแสงสีแดง ค่าแสงสีเหลืองที่เกล็ดและเนื้อ และปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลา โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

การทดลองที่ 5 ทดสอบคุณภาพของน้ำหมักสไปรูลินาแห้งที่ได้จากการหมักสาหร่ายแห้ง

***Spirulina platensis* (จากการทดลองที่ 3)**

ในการทดลองที่ 5 จะใช้อุปกรณ์และวิธีการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 4 แต่เปลี่ยนจากน้ำหมักสไปรูลินาสด เป็นน้ำหมักสไปรูลินาแห้ง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การผลิตสาหร่าย *Spirulina platensis*

จากการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* โดยใช้สูตรอาหารซึ่งประกอบด้วย NaHCO_3 6.0 กรัม/ลิตร, NaNO_3 1.5 กรัม/ลิตร, NaCl 1.0 กรัม/ลิตร, MgSO_4 1.0 กรัม/ลิตร และปุ๋ย (N: P: K) สูตร 16:16:16 จำนวน 0.6 กรัม/ลิตร ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

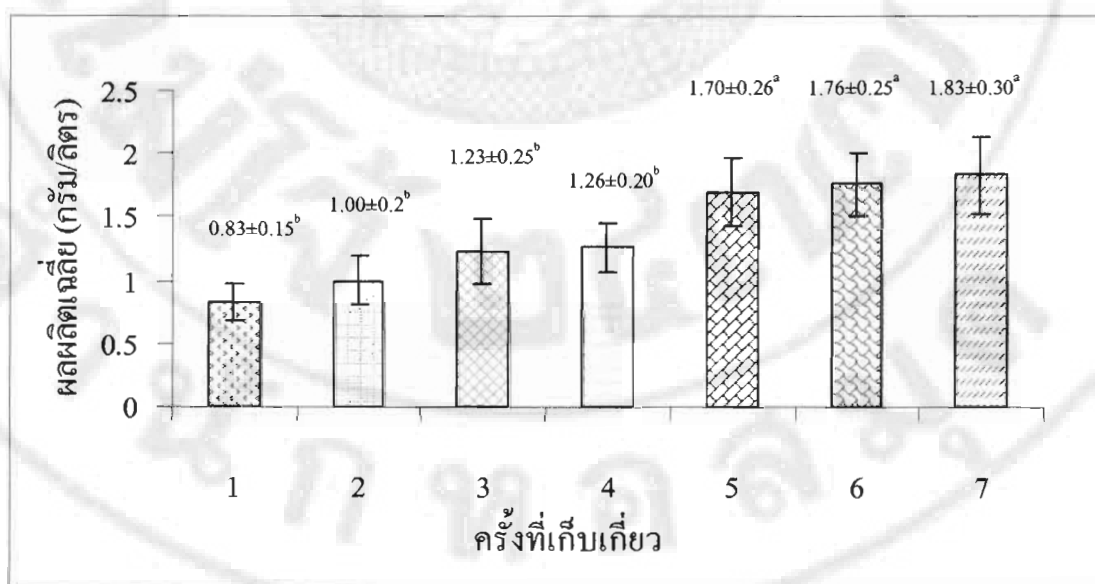
ผลผลิตสาหร่ายสไปรูลินา

ผลผลิตเฉลี่ยสาหร่ายสไปรูลินาในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 0.83 ± 0.15 , 1.00 ± 0.2 , 1.23 ± 0.25 , 1.26 ± 0.20 , 1.70 ± 0.26 , 1.76 ± 0.25 และ 1.83 ± 0.30 กรัม/ลิตรตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยในการเก็บเกี่ยวมีน้ำหนักเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยที่ผลผลิตเฉลี่ยในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และผลผลิตเฉลี่ยในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 5, 6 และ 7 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีค่าสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งตลอดการทดลองอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20.40-21.46 องศาเซลเซียส (ตาราง 1, ภาพ 1)

ตาราง 1 ผลผลิตเฉลี่ยสาหร่ายสไปรูลินาที่เก็บเกี่ยวในรูปน้ำหนักสด (กรัม / ลิตร) ระหว่างวันที่ 26 พฤศจิกายน 2549 ถึงวันที่ 25 มกราคม 2550

ครั้งที่	ผลผลิตเฉลี่ย (กรัม/ลิตร)	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
1 (26 พ.ย.49)	0.83 ± 0.15^b	20.40
2 (6 ธ.ค. 49)	1.00 ± 0.2^b	20.73
3 (16 ธ.ค. 49)	1.23 ± 0.25^b	20.70
4 (26 ธ.ค. 49)	1.26 ± 0.20^b	20.30
5 (5 ม.ค. 50)	1.70 ± 0.26^a	20.53
6 (15 ม.ค.50)	1.76 ± 0.25^a	21.00
7 (25 ม.ค.50)	1.83 ± 0.30^a	21.46

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน แสดงความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพ 1 ผลผลิตเฉลี่ยสาหร่ายสไปรูลินาที่เก็บเกี่ยวในรูปน้ำหนักสด (กรัม / ลิตร)

การทดลองที่ 2 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่ายสด *Spirulina platensis*

จากการทดลองเพื่อศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่ายสไปรูลินาสดจำนวน 3 กลุ่มทดลอง คือ สาหร่ายสไปรูลินาไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มิลลิลิตรต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม และใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms:IMOs) 30 กรัม ต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม ทำการหมักจนได้น้ำหมักสไปรูลินาที่สมบูรณ์โดยพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพที่เกิดขึ้น คือ การเจริญของจุลินทรีย์น้อยลงเป็นการบ่งบอกถึงกระบวนการหมักสิ้นสุดลงซึ่งสังเกตจากฝ้าขาวบนผิวหน้าลดลงจนหมด ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่มีกลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้น และได้ของเหลวสีน้ำตาล และนำน้ำหมักสไปรูลินาที่สมบูรณ์แล้วทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารได้ผลการทดลองดังนี้

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักจากสาหร่าย สไปรูลินาสดที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMOs มีค่าพีเอช เท่ากับ 4.29 ± 0.03 , 4.10 ± 0.05 และ 4.17 ± 0.09 ตามลำดับ โดยน้ำหมักสไปรูลินาสดที่หมักจากสาหร่ายสไปรูลินาที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จะมีค่าพีเอช สูงสุดและสูงกว่าน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักจากสาหร่ายสไปรูลินาใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนน้ำหมักสไปรูลินาสดที่หมักจากสาหร่ายสไปรูลินาที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์และใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMOs มีค่าใกล้เคียงกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 2)

ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักจากสาหร่าย สไปรูลินาที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMOs มีค่า EC เท่ากับ 20.73 ± 0.23 , 22.20 ± 0.26 และ 19.36 ± 0.15 mS/cm ตามลำดับ โดยน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM มีค่า EC สูงสุดและสูงกว่าน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักจากสาหร่ายไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์และน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMOs อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตาราง 2)

ปริมาณธาตุไนโตรเจนของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายโคโยไมส์เชื้อจุลินทรีย์ สาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's มีค่าปริมาณธาตุไนโตรเจน เท่ากับ 0.66 ± 0.16 , 0.43 ± 0.05 และ 0.51 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายโคโยไมส์เชื้อจุลินทรีย์ มีค่าปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงสุดและสูงกว่าน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตาราง 2)

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายโคโยไมส์เชื้อจุลินทรีย์ สาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's มีค่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัส เท่ากับ 944.33 ± 27.68 , 918.66 ± 25.40 และ 977.33 ± 44.45 mg/l ตามลำดับ (ตาราง 2)

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายโคโยไมส์เชื้อจุลินทรีย์ สาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's มีค่าปริมาณธาตุโพแทสเซียม เท่ากับ $19,800 \pm 2,518.41$, $20,266 \pm 166.533$ และ $18,986 \pm 820.08$ mg/l ตามลำดับ (ตาราง 2)

ปริมาณธาตุแคลเซียมของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายโคโยไมส์เชื้อจุลินทรีย์ สาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's มีค่าปริมาณธาตุแคลเซียม เท่ากับ $3,346.66 \pm 310.69$, $2,400.00 \pm 486.62$ และ $1,346.66 \pm 522.04$ mg/l ตามลำดับ โดยน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายโคโยไมส์เชื้อจุลินทรีย์ มีค่าปริมาณธาตุแคลเซียมสูงสุดและสูงกว่าน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตาราง 2)

ปริมาณธาตุแมกนีเซียมของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายโคโยไมส์เชื้อจุลินทรีย์ สาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's มีค่าปริมาณธาตุแมกนีเซียม เท่ากับ $2,144.00 \pm 107.85$, $2,044.00 \pm 124.70$ และ $2,090.66 \pm 159.51$ mg/l ตามลำดับ (ตาราง 2)

ตาราง 2 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักสไปรูลินาสดกลุ่มทดลองต่างๆ

กลุ่มทดลอง	สไปรูลินาสดไม่ใส่ เชื้อจุลินทรีย์	เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มล. ต่อสไปรูลินาสด 1 กก.	เชื้อจุลินทรีย์ IMOs 30 กรัม ต่อสไปรูลินาสด 1 กก.
pH	4.29±0.03 ^a	4.10±0.05 ^b	4.17±0.09 ^{ab}
EC (mS/cm)	20.73±0.23 ^b	22.20±0.26 ^a	19.36±0.15 ^c
N (%)	0.66±0.16 ^a	0.43±0.05 ^b	0.51±0.05 ^{ab}
P (mg/l)	944.33±27.68 ^a	918.66±25.40 ^a	977.33±44.45 ^a
K (mg/l)	19,800±2518.41 ^a	20,266±166.533 ^a	18,986±820.08 ^a
Ca (mg/l)	3,346.66±310.69 ^a	2,400.00±486.62 ^a	1,346.66±522.04 ^b
Mg (mg/l)	2,144.00±107.85 ^a	2,044.00±124.70 ^a	2,090.66±159.51 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 3 ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่ายแห้ง *Spirulina platensis*

จากการทดลองเพื่อศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่ายสไปรูลินาแห้งจำนวน 3 กลุ่มทดลอง คือ สาหร่ายสไปรูลินาแห้งไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สาหร่ายสไปรูลินาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มล. ต่อสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง 1 กิโลกรัม และสาหร่ายสไปรูลินาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms:IMOs) 30 กรัม ต่อสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง 1 กิโลกรัม ทำการหมักจนได้น้ำหมักสไปรูลินาที่สมบูรณ์โดยพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพที่เกิดขึ้น คือ การเจริญของจุลินทรีย์น้อยลงเป็นการบ่งบอกถึงกระบวนการหมักสิ้นสุดลงซึ่งสังเกตจากฝ้าขาวบนผิวหน้าลดลงจนหมด ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่มีกลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้น และได้ของเหลวสีน้ำตาล นำน้ำหมักสไปรูลินาที่สมบูรณ์แล้วทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ผลการทดลองมีดังนี้

ค่าความเป็นกรดค่า (pH) ของน้ำหมักสไปรูลินาแห้งที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักจากสาหร่ายสไปรูลินาแห้งที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สาหร่ายสไปรูลินาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และ

สำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO_s มีค่า พีเอช เท่ากับ 4.24 ± 0.28 , 5.95 ± 3.45 และ 4.07 ± 0.16 ตามลำดับ (ตาราง 3)

ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักจากสำหรับสไปรูไลนาแห้งที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO_s มีค่า EC เท่ากับ 23.23 ± 0.86 , 23.86 ± 1.75 และ 21.06 ± 1.67 mS/cm ตามลำดับ (ตาราง 3)

ปริมาณธาตุไนโตรเจนของน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักสำหรับสไปรูไลนาแห้งโดยไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO_s มีค่าปริมาณธาตุไนโตรเจน เท่ากับ 0.57 ± 0.14 , 0.73 ± 0.16 และ 0.90 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักสำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO_s มีค่าปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงสุดและสูงกว่าน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักสำหรับสไปรูไลนาแห้งที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตาราง 3)

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสของน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักสำหรับสไปรูไลนาแห้งโดยไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO_s มีค่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัส เท่ากับ $1,253.33 \pm 208.88$, $1,459.33 \pm 186.05$ และ $1,668.66 \pm 44.45$ mg/l ตามลำดับ โดยน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักสำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO_s มีค่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงสุดและสูงกว่าน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักสำหรับสไปรูไลนาแห้งที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตาราง 3)

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมของน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักสำหรับสไปรูไลนาแห้งโดยไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO_s มีค่าปริมาณธาตุโพแทสเซียม เท่ากับ $8,373.33 \pm 540.12$, $9,360.00 \pm 1,443.88$ และ $7,906.66 \pm 537.15$ mg/l ตามลำดับ (ตาราง 3)

ปริมาณธาตุแคลเซียมของน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหมักสไปรูไลนาที่ได้จากการหมักสำหรับสไปรูไลนาแห้งโดยไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สำหรับสไปรูไลนาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสำหรับ

สไปรูลินาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMOs มีค่าปริมาณธาตุแคลเซียม เท่ากับ 80.00 ± 138.56 , 13.33 ± 23.09 และ 213.33 ± 369.50 mg/l ตามลำดับ (ตาราง 3)

ปริมาณธาตุแมกนีเซียมของน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักสำหรับ สไปรูลินาแห้งไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ สำหรับสไปรูลินาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM และสำหรับ สไปรูลินาแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMOs มีค่าปริมาณธาตุแมกนีเซียม เท่ากับ $1,525.33 \pm 367.48$, $1,625.33 \pm 58.28$ และ $1,940.00 \pm 226.66$ mg/l ตามลำดับ (ตาราง 3)

ตาราง 3 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหมักสไปรูลินาแห้งกลุ่มทดลองต่างๆ

ตัวรับทดลอง	สไปรูลินาแห้งไม่ใส่ เชื้อจุลินทรีย์	เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มล. ต่อสไปรูลินาแห้ง 1 กก.	เชื้อจุลินทรีย์ IMOs 30 กรัม ต่อสไปรูลินาแห้ง 1 กก.
pH	4.24 ± 0.28^a	5.95 ± 3.45^a	4.07 ± 0.16^a
EC (mS/cm)	23.23 ± 0.86^a	23.86 ± 1.75^a	21.06 ± 1.67^a
N (%)	0.57 ± 0.14^b	0.73 ± 0.16^{ab}	0.90 ± 0.02^a
P (mg/l)	$1,253.33 \pm 208.88^b$	$1,459.33 \pm 186.05^{ab}$	$1,668.66 \pm 44.45^a$
K (mg/l)	$8,373.33 \pm 540.12^a$	$9,360.00 \pm 1443.88^a$	$7,906.66 \pm 537.15^a$
Ca (mg/l)	80.00 ± 138.56^a	13.33 ± 23.09^a	213.33 ± 369.50^a
Mg (mg/l)	$1,525.33 \pm 367.48^a$	$1,625.33 \pm 58.28^a$	$1,940.00 \pm 226.66^a$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

การทดลองที่ 4 และ 5 ทดสอบคุณภาพของน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักสำหรับ *Spirulina platensis* สดและแห้ง (โดยทำการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมกัน)

ในการทดสอบคุณภาพของน้ำหมักสไปรูลินาต่อการเพิ่มสีและปริมาณแคโรทีนอยด์ของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรพื้นฐานตามท้องตลาดผสมน้ำหมักสไปรูลินาสูตรต่างกัน 6 สูตร ทำการวัดสีและวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเกล็ดและเนื้อปลา ก่อนทำการทดลอง และระหว่างการทดลองโดยจะทำการวัดสัปดาห์ปลาทุกสัปดาห์ตลอดระยะเวลาการทดลอง

12 สัปดาห์ การวัดสีจะวัดค่าความสว่าง (ค่า L) ค่าแสงสีแดง (ค่า a) และค่าแสงสีเหลือง (ค่า b) ที่เกิดและเนื้อปลาโดยใช้ เครื่องวัดสี KONIKA MINOLTA Color reader รุ่น CR-10 และวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเกล็ดและเนื้อดัดแปลงตามวิธีของ Sommer et al. (1992) ได้ผลการทดลองดังนี้

ชุดควบคุม : อาหารพื้นฐาน

สูตรที่ 1 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำมันก๊สไปรูลินาสดไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์

สูตรที่ 2 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำมันก๊สไปรูลินาสดใส่เชื้อ EM

สูตรที่ 3 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำมันก๊สไปรูลินาสดใส่เชื้อ IMOs

สูตรที่ 4 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำมันก๊สไปรูลินาแห้งไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์

สูตรที่ 5 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำมันก๊สไปรูลินาแห้งใส่เชื้อ EM

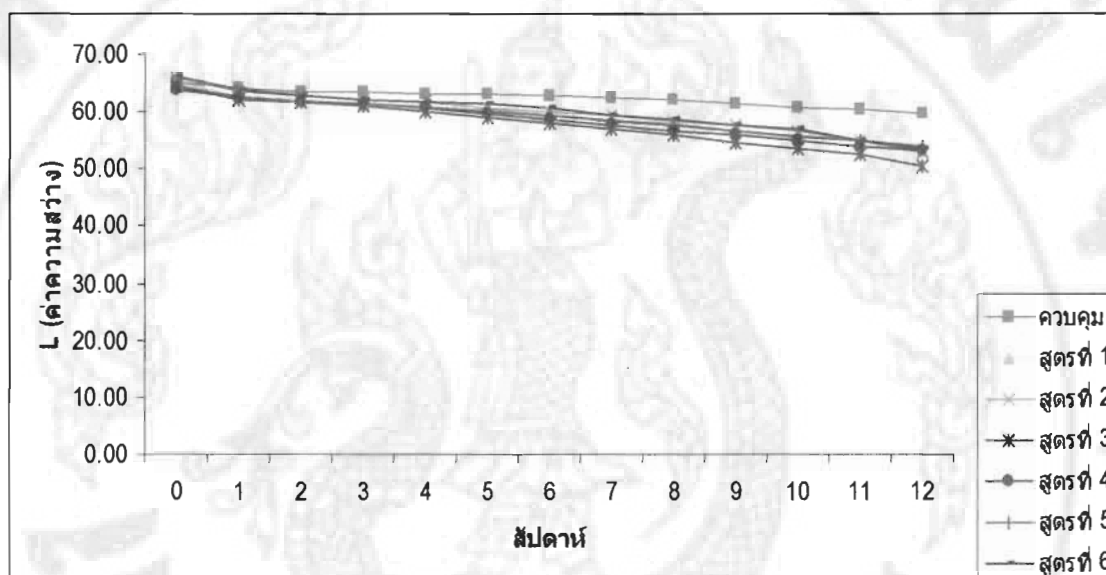
สูตรที่ 6 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำมันก๊สไปรูลินาแห้งใส่เชื้อ IMOs

1. ค่าความสว่างที่เกิดของปลาทอง (ค่า L)

เมื่อพิจารณาผลการทดลองการเพิ่มสีที่เกิดระหว่างแต่ละสูตรทดลองพบว่า ค่าความสว่าง (ค่า L) สัปดาห์เริ่มต้นของการทดลองทุกสูตรทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าความสว่างที่เกิด (ค่า L) ของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 65.24 ± 0.26 , 65.03 ± 0.21 , 65.86 ± 1.45 , 64.48 ± 0.77 , 63.90 ± 0.11 , 64.55 ± 0.67 และ 66.37 ± 0.65 ตามลำดับ โดยปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 6 จะมีค่า L สูงสุดให้ผลแตกต่างจากอาหารสูตรที่ 3 สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 แต่ให้ผลไม่แตกต่างกับอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และอาหารชุดควบคุม ส่วนในสัปดาห์สุดท้ายค่าความสว่างที่เกิด (ค่า L) ของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 59.79 ± 0.35 , 53.28 ± 0.48 , 53.00 ± 1.40 , 50.36 ± 0.56 , 53.14 ± 0.55 , 53.76 ± 0.10 และ 53.47 ± 0.69 ตามลำดับ โดยค่า L ที่เกิดของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมมีค่าสูงสุดมากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่า L ที่เกิดของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 (ตาราง 4, ภาพ 2)

ค่าความแตกต่างของค่าความสว่างที่เกิดในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น (ΔW) ของแต่ละสูตรอาหารมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 5.44 ± 0.32 ,

11.75±0.28, 12.86±0.40, 14.12±0.53, 10.75±0.54, 10.78±0.61 และ 12.90±0.55 ตามลำดับ โดยค่าความแตกต่างของค่าความสว่างที่เกิดของสูตรที่ 3 มีค่าสูงที่สุดมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนสูตรที่ 2 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และชุดควบคุม ส่วนสูตรที่ 1 จะสูงกว่าสูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และชุดควบคุม สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 จะไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าชุดควบคุม (ตาราง 4)



ภาพ 2 ค่าความสว่าง (Lightness value : L) ที่เกิดปลาทอง

ตาราง 4 ค่าความสว่างที่เกิดปลาทอง (ค่า L) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมบั่วน้ำสไปรูไลนาสูตรต่างๆ

เวลา	ควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
เริ่มต้น	65.24±0.26 ^{abc}	65.03±0.21 ^{abc}	65.86±1.45 ^{ab}	64.48±0.77 ^{bc}	63.90±0.11 ^c	64.55±0.67 ^{bc}	66.37±0.65 ^a
สัปดาห์ 1	64.12±0.16 ^a	62.95±0.89 ^{abc}	63.61±1.24 ^{abc}	62.16±0.29 ^c	62.33±0.38 ^c	62.43±1.33 ^{bc}	63.95±0.45 ^{ab}
สัปดาห์ 2	63.63±0.23 ^a	62.26±0.45 ^{bc}	62.80±0.87 ^{ab}	61.64±0.35 ^c	61.90±0.33 ^{bc}	61.84±0.74 ^{bc}	62.94±0.69 ^{ab}
สัปดาห์ 3	63.40±0.31 ^a	61.51±0.45 ^{bc}	62.14±0.79 ^b	61.16±0.21 ^c	61.59±0.39 ^{bc}	61.49±0.58 ^{bc}	62.26±0.36 ^b
สัปดาห์ 4	63.18±0.17 ^a	60.99±0.44 ^{bc}	61.63±0.61 ^b	60.02±0.44 ^c	60.79±0.39 ^{bc}	60.70±1.45 ^{bc}	61.77±0.28 ^b
สัปดาห์ 5	63.01±0.03 ^a	60.29±0.86 ^{bc}	60.88±1.24 ^b	59.05±0.77 ^c	59.82±0.76 ^{bc}	60.00±1.60 ^{bc}	61.43±0.33 ^{ab}
สัปดาห์ 6	62.88±0.12 ^a	59.27±1.20 ^{bc}	59.99±1.66 ^b	57.89±0.58 ^c	58.70±0.45 ^{bc}	59.33±1.78 ^{bc}	60.58±0.00 ^b
สัปดาห์ 7	62.54±0.35 ^a	58.52±1.47 ^{bc}	59.25±1.99 ^{bc}	56.97±0.55 ^c	57.74±0.45 ^{bc}	58.42±1.80 ^{bc}	59.41±0.61 ^b
สัปดาห์ 8	61.97±0.16 ^a	57.82±1.78 ^{bc}	58.29±2.17 ^{bc}	56.07±0.70 ^c	56.63±0.57 ^{bc}	57.50±1.80 ^{bc}	58.73±0.94 ^b
สัปดาห์ 9	61.57±0.31 ^a	56.73±1.48 ^{bc}	57.66±2.34 ^b	54.61±0.54 ^c	55.76±0.53 ^{bc}	56.63±1.56 ^{bc}	57.81±0.90 ^b
สัปดาห์ 10	60.87±0.34 ^a	55.82±1.19 ^{bc}	56.68±3.00 ^b	53.62±0.62 ^b	54.98±0.41 ^{bc}	55.58±1.26 ^{bc}	56.84±0.79 ^b
สัปดาห์ 11	60.33±0.22 ^a	54.98±0.93 ^b	54.76±2.04 ^b	52.61±0.77 ^c	53.79±0.74 ^{bc}	54.95±0.86 ^b	54.90±0.57 ^b
สัปดาห์ 12	59.79±0.35 ^a	53.28±0.48 ^b	53.00±1.40 ^b	50.36±0.56 ^c	53.14±0.55 ^b	53.76±0.10 ^b	53.47±0.69 ^b
Δ w	5.44±0.32 ^c	11.75±0.28 ^c	12.86±0.28 ^b	14.12±0.53 ^a	10.75±0.54 ^d	10.78±0.61 ^d	12.90±0.55 ^b

Δ w : คือค่าความแตกต่างของค่าความสว่างที่เกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแต่ละความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

2. ค่าความสว่างในเนื้อของปลาทอง (ค่า L)

เมื่อพิจารณาผลการทดลองการเพิ่มสีในเนื้อพบว่า ค่าความสว่างในเนื้อ (ค่า L) สัปดาห์เริ่มต้นของการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความสว่างในเนื้อของปลาทองเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 โดยค่าความสว่างในเนื้อของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 38.61 ± 0.39 , 37.29 ± 0.44 , 37.82 ± 0.92 , 37.54 ± 0.21 , 38.18 ± 0.63 , 37.91 ± 0.86 และ 37.80 ± 0.37 ตามลำดับ โดยชุดควบคุมมีค่าสูงสุดมากกว่าอาหารสูตรที่ 1 ส่วนค่าความสว่างในเนื้อของปลาทองที่เลี้ยงด้วย อาหารสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกัน และในสัปดาห์สุดท้ายค่าความสว่างในเนื้อของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 34.04 ± 0.20 , 29.34 ± 0.85 , 28.00 ± 0.60 , 25.52 ± 0.87 , 32.62 ± 1.53 , 31.98 ± 1.01 และ 30.30 ± 1.06 ตามลำดับ โดยค่าความสว่างในเนื้อของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมมีค่าสูงสุดมากกว่าอาหารสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 ส่วนค่าความสว่างในเนื้อของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 มีค่าไม่ต่างกับชุดควบคุมและสูตรที่ 2 แต่มีค่าสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยสูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ค่าความสว่างในเนื้อของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 5, ภาพ 3)

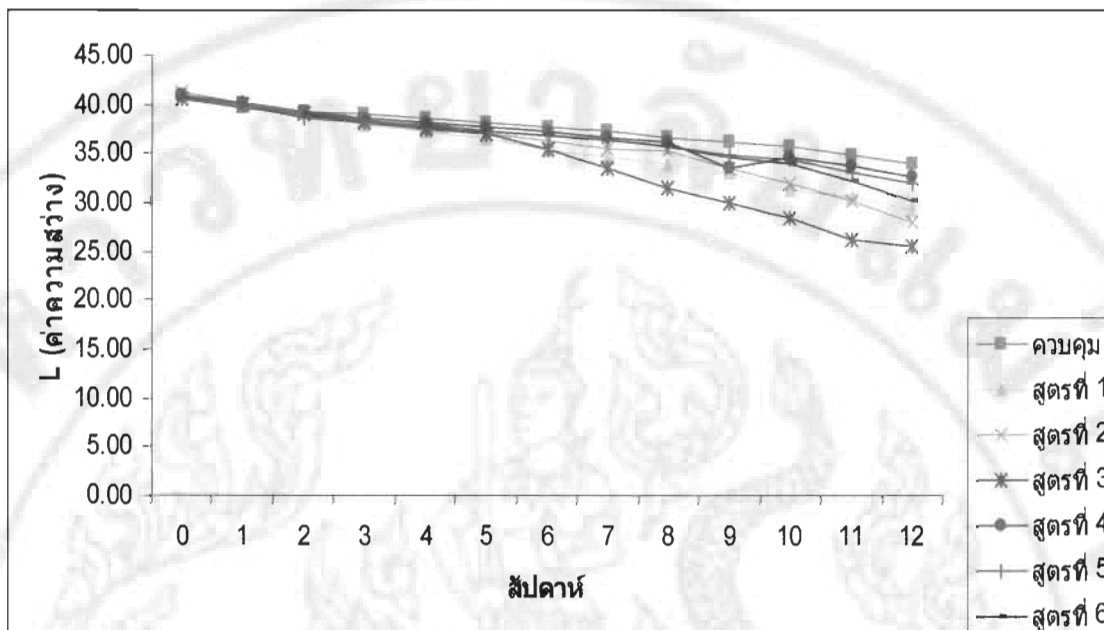
ค่าความแตกต่างของค่าความสว่างในเนื้อปลาทองสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น (ΔW) ของแต่ละสูตรอาหารมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 6.69 ± 0.32 , 11.72 ± 0.78 , 13.31 ± 0.69 , 15.13 ± 1.35 , 8.19 ± 1.45 , 8.56 ± 0.91 และ 10.33 ± 0.54 ตามลำดับ โดยค่าความแตกต่างของค่าความสว่างในเนื้อของสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนสูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าสูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และชุดควบคุม ส่วนสูตรที่ 1 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าสูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และชุดควบคุม สูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 จะไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าชุดควบคุม (ตาราง 5)

ตาราง 5 ค่าความสว่าง ในเนื้อปลาทอง (ค่า L) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมปยุ่น้ำสาปรูไลนาสูตรต่างๆ

เวลา	ควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
เริ่มต้น	40.74±0.46 ^a	41.06±0.85 ^a	41.31±0.66 ^a	40.65±0.78 ^a	40.81±0.55 ^a	40.54±0.64 ^a	40.64±0.55 ^a
สัปดาห์ 1	39.80±0.28 ^a	40.06±0.42 ^a	40.24±0.70 ^a	39.95±0.53 ^a	40.09±0.45 ^a	39.90±0.69 ^a	39.73±0.39 ^a
สัปดาห์ 2	39.36±0.24 ^a	39.18±0.72 ^a	39.34±0.85 ^a	39.07±0.70 ^a	39.16±0.56 ^a	38.71±0.95 ^a	38.92±0.85 ^a
สัปดาห์ 3	39.06±0.13 ^a	37.91±0.66 ^a	38.29±1.20 ^a	38.06±0.24 ^a	38.52±0.51 ^a	38.23±0.76 ^a	38.33±0.56 ^a
สัปดาห์ 4	38.61±0.39 ^a	37.29±0.44 ^b	37.82±0.92 ^{ab}	37.54±0.21 ^{ab}	38.18±0.63 ^{ab}	37.91±0.86 ^{ab}	37.80±0.37 ^{ab}
สัปดาห์ 5	38.08±0.25 ^a	36.60±1.01 ^a	37.05±1.44 ^a	37.10±0.27 ^a	37.64±0.44 ^a	37.34±0.70 ^a	37.36±0.42 ^a
สัปดาห์ 6	37.68±0.22 ^a	35.56±1.33 ^{ab}	36.35±1.85 ^{ab}	35.41±1.32 ^b	37.19±0.52 ^{ab}	36.75±0.90 ^{ab}	36.83±0.59 ^{ab}
สัปดาห์ 7	37.23±0.25 ^a	34.53±1.58 ^{bc}	35.55±2.20 ^{abc}	33.53±0.96 ^c	36.59±0.71 ^{ab}	36.37±0.90 ^{ab}	36.30±0.56 ^{ab}
สัปดาห์ 8	36.67±0.38 ^a	33.87±1.72 ^b	35.19±2.05 ^{ab}	31.64±1.26 ^c	36.24±0.60 ^a	35.76±1.01 ^{ab}	35.78±0.54 ^{ab}
สัปดาห์ 9	36.07±0.19 ^a	33.13±1.53 ^b	33.55±2.52 ^{ab}	29.96±0.98 ^c	35.55±0.58 ^{ab}	34.76±1.27 ^{ab}	34.71±0.99 ^{ab}
สัปดาห์ 10	35.65±0.41 ^a	31.28±0.82 ^c	31.97±2.69 ^{bc}	28.54±1.47 ^d	34.57±1.10 ^{ab}	34.51±1.15 ^{ab}	34.00±1.14 ^{ab}
สัปดาห์ 11	34.81±0.68 ^a	30.62±0.67 ^{cd}	30.13±1.27 ^d	26.27±1.26 ^c	33.69±1.57 ^{ab}	33.00±0.13 ^{ab}	32.25±1.42 ^{bc}
สัปดาห์ 12	34.04±0.20 ^a	29.34±0.85 ^{de}	28.00±0.60 ^c	25.52±0.87 ^f	32.62±1.53 ^{ab}	31.98±1.01 ^{bc}	30.30±1.06 ^{cd}
Δ w	6.69±0.32 ^c	11.72±0.78 ^{bc}	13.31±0.69 ^b	15.13±1.35 ^a	8.19±1.45 ^{de}	8.56±0.91 ^d	10.33±0.54 ^c

Δ w : คือค่าความแตกต่างของความสว่างในเนื้อปลาทองสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

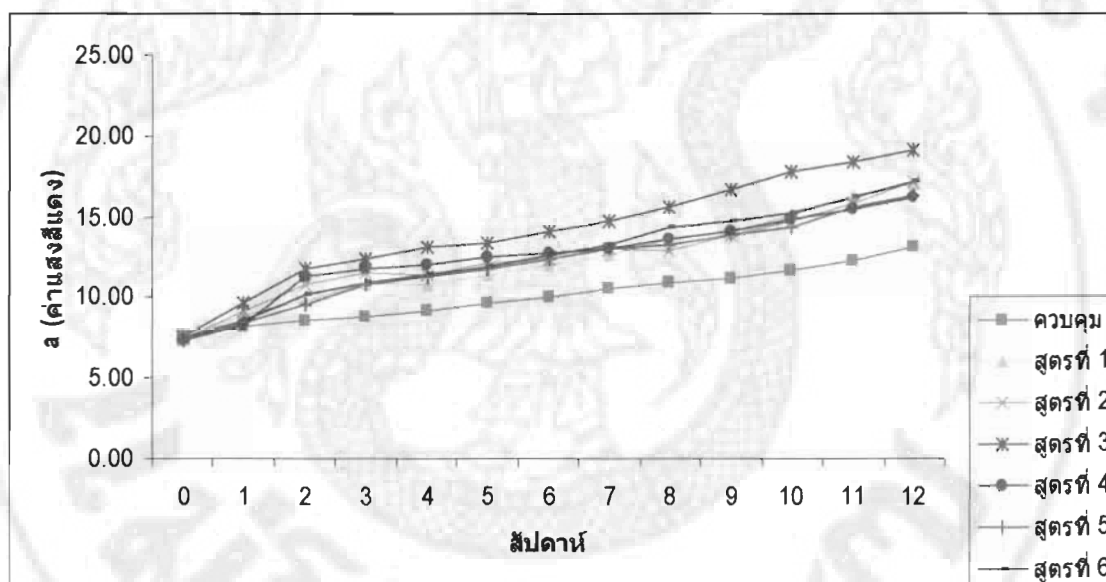


ภาพ 3 ค่าความสว่าง (Lightness value : L) ในเนื้อปลาทอง

3. ค่าแสงสีแดงที่เกิดของปลาทอง (ค่า a)

เมื่อพิจารณาผลการทดลองการเพิ่มสีที่เกิดพบว่า ค่าแสงสีแดง (ค่า a) สัปดาห์เริ่มต้นของการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าแสงสีแดงที่เกิดปลาทองเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในช่วงสัปดาห์ที่ 1 โดยค่าแสงสีแดงที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 8.16 ± 0.18 , 8.99 ± 0.05 , 9.22 ± 0.84 , 9.68 ± 0.29 , 8.34 ± 0.26 , 8.42 ± 0.38 และ 8.52 ± 0.43 ตามลำดับ โดยค่าแสงสีแดงที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 แต่จะมากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 4 สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และชุดควบคุม โดยที่ค่าแสงสีแดงที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุด และในสัปดาห์สุดท้ายค่าแสงสีแดงที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 13.10 ± 0.58 , 17.09 ± 0.90 , 17.16 ± 0.19 , 19.08 ± 0.77 , 16.22 ± 1.22 , 16.26 ± 0.62 และ 17.10 ± 0.63 ตามลำดับ ค่าแสงสีแดงที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและมากกว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และชุดควบคุม ส่วนค่าแสงสีแดงที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันและสูงกว่าชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 6, ภาพ 4)

ค่าความแตกต่างของค่าแสงสีแดงที่เกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น (ΔW) ของแต่ละสูตรอาหารมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 5.55 ± 0.49 , 9.71 ± 0.55 , 9.70 ± 0.56 , 11.46 ± 0.61 , 8.88 ± 0.52 , 8.88 ± 0.93 และ 9.64 ± 0.58 ตามลำดับ โดยค่าความแตกต่างของค่าแสงสีแดงที่เกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้นของสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 6)



ภาพ 4 ค่าแสงสีแดง (Redness value : a) ที่เกิดปลาทอง

ตาราง 6 ค่าแสงสีแดงที่เกิดปลาทอง (ค่า a) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมปยุ่น้ำสไปรูลินาสูตรต่างๆ

เวลา	ควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
เริ่มต้น	7.54±0.28 ^a	7.38±0.55 ^a	7.46±0.59 ^a	7.61±0.48 ^a	7.34±0.70 ^a	7.38±0.57 ^a	7.46±0.26 ^a
สัปดาห์ที่ 1	8.16±0.18 ^d	8.99±0.05 ^{bc}	9.22±0.84 ^{ab}	9.68±0.29 ^a	8.34±0.26 ^{cd}	8.42±0.38 ^{cd}	8.52±0.43 ^{bcd}
สัปดาห์ที่ 2	8.58±0.33 ^d	9.79±0.39 ^{bc}	10.83±0.23 ^{ab}	11.78±0.65 ^a	11.32±1.09 ^a	9.59±0.41 ^c	10.21±0.35 ^{bc}
สัปดาห์ที่ 3	8.85±0.09 ^c	10.94±0.27 ^b	11.50±0.21 ^{ab}	12.38±1.75 ^a	11.71±1.05 ^{ab}	10.79±0.19 ^b	10.86±0.11 ^b
สัปดาห์ที่ 4	9.13±0.13 ^d	10.73±0.42 ^c	11.41±0.71 ^{bc}	13.06±0.81 ^a	11.98±1.15 ^{ab}	11.22±0.15 ^{bc}	11.38±0.13 ^{bc}
สัปดาห์ที่ 5	9.63±0.16 ^c	11.42±0.46 ^b	12.19±0.69 ^b	13.41±0.56 ^a	12.46±1.21 ^{ab}	11.79±0.10 ^b	11.86±0.11 ^b
สัปดาห์ที่ 6	9.99±0.21 ^c	11.95±0.08 ^b	12.38±0.58 ^b	14.12±0.66 ^a	12.78±1.07 ^b	12.40±0.24 ^b	12.60±0.26 ^b
สัปดาห์ที่ 7	10.48±0.32 ^c	12.63±0.25 ^b	12.93±0.54 ^b	14.76±0.34 ^a	13.04±1.14 ^b	12.95±0.09 ^b	13.23±0.24 ^b
สัปดาห์ที่ 8	10.87±0.35 ^d	13.60±0.37 ^{bc}	12.86±0.78 ^c	15.58±0.28 ^a	13.62±1.00 ^{bc}	13.18±0.23 ^c	14.35±0.45 ^b
สัปดาห์ที่ 9	11.18±0.40 ^c	14.13±0.22 ^b	13.80±0.95 ^b	16.66±0.37 ^a	14.11±1.06 ^b	13.85±0.11 ^b	14.73±0.41 ^b
สัปดาห์ที่ 10	11.64±0.54 ^c	15.03±0.38 ^b	14.73±1.09 ^b	17.72±0.60 ^a	14.86±0.99 ^b	14.35±0.22 ^b	15.25±0.38 ^b
สัปดาห์ที่ 11	12.28±0.85 ^c	16.34±0.94 ^b	15.84±0.61 ^b	18.41±0.68 ^a	15.44±1.17 ^b	15.51±0.50 ^b	16.15±0.62 ^b
สัปดาห์ที่ 12	13.10±0.58 ^c	17.09±0.90 ^b	17.16±0.19 ^b	19.08±0.77 ^a	16.22±1.22 ^b	16.26±0.62 ^b	17.10±0.63 ^b
Δ w	5.55±0.49 ^c	9.71±0.55 ^b	9.70±0.56 ^b	11.46±0.61 ^a	8.88±0.52 ^b	8.88±0.93 ^b	9.64±0.58 ^b

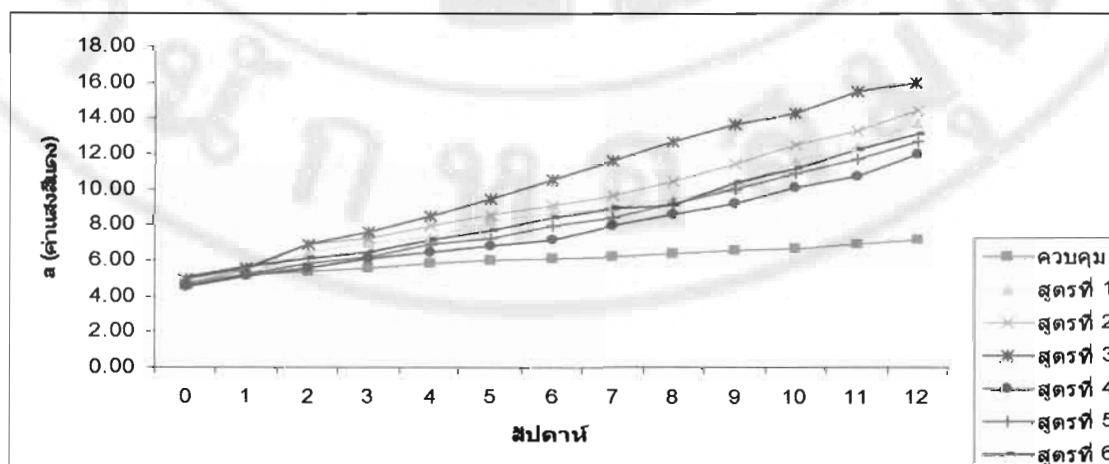
Δ w : คือค่าความแตกต่างของค่าแสงสีแดงที่เกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน ในแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

4. ค่าแสงสีแดง ในเนื้อของปลาทอง (ค่า a)

เมื่อพิจารณาผลการทดลองการเพิ่มสีในเนื้อพบว่าค่าแสงสีแดงในเนื้อปลาทอง (ค่า a) สัปดาห์เริ่มต้นของการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าแสงสีแดงในเนื้อปลาทองเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 โดยค่าแสงสีแดงในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 5.39 ± 0.48 , 6.46 ± 0.20 , 6.86 ± 0.11 , 6.86 ± 0.45 , 5.53 ± 0.02 , 5.86 ± 0.11 และ 6.11 ± 0.15 ตามลำดับ โดยค่าแสงสีแดงในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 แต่จะมากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 4 สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และชุดควบคุม โดยค่าแสงสีแดงในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุด และในสัปดาห์สุดท้ายค่าแสงสีแดงในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 7.12 ± 0.67 , 13.69 ± 0.27 , 14.36 ± 0.68 , 16.01 ± 0.30 , 11.89 ± 0.29 , 12.58 ± 0.44 และ 13.03 ± 0.52 ตามลำดับ แสงสีแดงในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและมากกว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และชุดควบคุม ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 7, ภาพ 5)

ค่าความแตกต่างของค่าแสงสีแดงในเนื้อสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น (ΔW) ของแต่ละสูตรอาหารมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 2.52 ± 0.50 , 8.89 ± 0.22 , 9.71 ± 0.55 , 11.04 ± 0.15 , 7.34 ± 0.88 , 7.95 ± 0.22 และ 7.97 ± 0.61 ตามลำดับ โดยค่าความแตกต่างของค่าแสงสีแดงในเนื้อสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้นของสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและมากกว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และชุดควบคุม ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 7)



ภาพ 5 ค่าแสงสีแดง (Redness value : a) ในเนื้อปลาทอง

ตาราง 7 ค่าแสงสีแดงในเนื้อปลาทอง (ค่า a) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมบู่ น้ำใส่ไปรณีสตูดต่างๆ

เวลา	ควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
เริ่มต้น	4.60±0.50 ^a	4.80±0.15 ^a	4.64±0.24 ^a	4.97±0.18 ^a	4.54±0.59 ^a	4.63±0.50 ^a	5.06±0.21 ^a
สัปดาห์ที่ 1	5.17±0.30 ^a	5.21±0.16 ^a	5.47±0.30 ^a	5.58±0.45 ^a	5.13±0.37 ^a	5.18±0.44 ^a	5.67±0.43 ^a
สัปดาห์ที่ 2	5.39±0.48 ^d	6.46±0.20 ^{ab}	6.86±0.11 ^a	6.86±0.45 ^a	5.53±0.02 ^d	5.86±0.11 ^{cd}	6.11±0.15 ^{bc}
สัปดาห์ที่ 3	5.56±0.38 ^d	6.95±0.05 ^b	7.21±0.12 ^{ab}	7.55±0.39 ^a	6.05±0.13 ^c	6.16±0.02 ^c	6.43±0.14 ^c
สัปดาห์ที่ 4	5.79±0.30 ^f	7.33±0.02 ^c	7.95±0.39 ^b	8.48±0.11 ^a	6.46±0.02 ^c	6.86±0.15 ^d	7.16±0.10 ^{cd}
สัปดาห์ที่ 5	6.00±0.11 ^e	8.21±0.10 ^c	8.53±0.17 ^b	9.41±0.16 ^a	6.78±0.07 ^f	7.26±0.27 ^c	7.71±0.07 ^d
สัปดาห์ที่ 6	6.13±0.12 ^f	8.68±0.07 ^c	9.10±0.28 ^b	10.54±0.30 ^a	7.18±0.15 ^c	7.90±0.08 ^d	8.37±0.21 ^c
สัปดาห์ที่ 7	6.21±0.11 ^e	8.96±0.02 ^c	9.61±0.80 ^b	11.52±0.30 ^a	7.93±0.02 ^d	8.35±0.38 ^{cd}	8.89±0.06 ^c
สัปดาห์ที่ 8	6.36±0.09 ^c	9.40±0.13 ^c	10.42±0.88 ^b	12.66±0.27 ^a	8.55±0.13 ^d	9.21±0.41 ^{cd}	9.08±0.02 ^{cd}
สัปดาห์ที่ 9	6.51±0.21 ^c	10.03±0.02 ^{cd}	11.37±1.09 ^b	13.61±0.11 ^a	9.22±0.25 ^d	9.98±0.66 ^{cd}	10.28±0.45 ^c
สัปดาห์ที่ 10	6.65±0.27 ^c	11.57±0.29 ^{bc}	12.43±0.94 ^{cd}	14.18±0.68 ^a	10.10±0.28 ^d	10.87±0.65 ^{cd}	11.15±0.89 ^{cd}
สัปดาห์ที่ 11	6.92±0.47 ^c	12.37±0.15 ^{bc}	13.23±0.98 ^b	15.43±0.44 ^a	10.66±0.51 ^d	11.63±0.46 ^c	12.17±0.50 ^c
สัปดาห์ที่ 12	7.12±0.67 ^f	13.69±0.27 ^{bc}	14.36±0.68 ^b	16.01±0.30 ^a	11.89±0.29 ^c	12.58±0.44 ^{dc}	13.03±0.52 ^{cd}
Δ w	2.52±0.50 ^e	8.89±0.22 ^{bc}	9.71±0.55 ^b	11.04±0.15 ^a	7.34±0.88 ^d	7.95±0.22 ^{cd}	7.97±0.61 ^{cd}

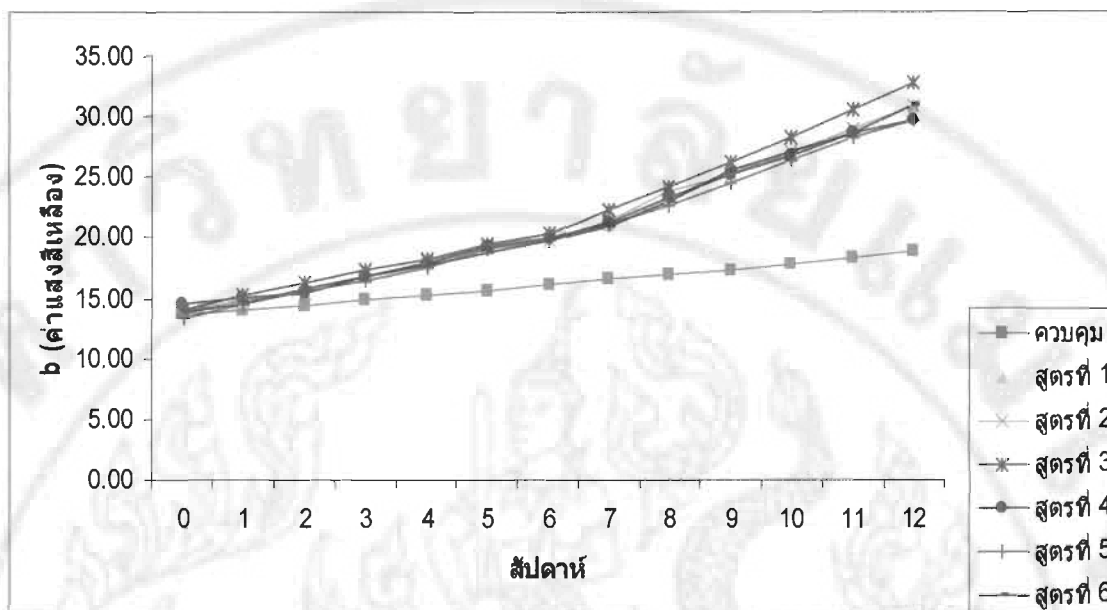
Δ w : คือค่าความแตกต่างของค่าแสงสีแดงในเนื้อสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. ค่าแสงสีเหลืองที่เกิดของปลาทอง (ค่า b)

เมื่อพิจารณาผลการทดลองการเพิ่มสีที่เกิิดพบว่ค่าแสงสีเหลืองที่เกิดปลาทอง (ค่า b) สัปดาห์เริ่มต้นของการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่าแสงสีเหลืองที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 13.71 ± 0.36 , 14.09 ± 0.37 , 13.90 ± 0.20 , 14.04 ± 0.42 , 14.60 ± 0.23 , 13.35 ± 0.17 และ 19.90 ± 0.16 ตามลำดับ โดยค่าแสงสีเหลืองที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 4 มีค่าสูงสุดไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 แต่จะมากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และชุดควบคุม โดยค่าแสงสีเหลืองที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุด และในสัปดาห์สุดท้ายค่าแสงสีเหลืองที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 18.83 ± 0.52 , 30.86 ± 0.95 , 30.94 ± 0.36 , 32.70 ± 0.84 , 29.62 ± 0.80 , 29.63 ± 0.44 และ 30.89 ± 0.36 ตามลำดับ แสงสีเหลืองที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและมากกว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และชุดควบคุม ส่วนค่าแสงสีเหลืองที่เกิดปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่สูงกว่าสูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 8, ภาพ 6)

ค่าความแตกต่างของค่าแสงสีเหลืองที่เกิดในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น (ΔW) ของแต่ละสูตรอาหารมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 5.11 ± 0.33 , 16.77 ± 0.60 , 17.03 ± 0.29 , 18.66 ± 0.51 , 15.02 ± 1.02 , 16.28 ± 0.31 และ 16.98 ± 0.49 ตามลำดับ โดยค่าความแตกต่างของค่าแสงสีเหลืองที่เกิดในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้นของสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าสูตรที่ 5 และชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 8)



ภาพ 6 ค่าแสงสีเหลือง (Yellowness value : b) ที่เกิดปลาทอง

ตาราง 8 ค่าแสงสีเหลืองที่เกิดปลาทอง (ค่า b) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมปฏินาสไปรูลินาสูตรต่างๆ

เวลา	ควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
เริ่มต้น	13.71±0.36 ^{bc}	14.09±0.37 ^{ab}	13.90±0.20 ^{bc}	14.04±0.42 ^b	14.60±0.23 ^a	13.35±0.17 ^c	13.90±0.16 ^{bc}
สัปดาห์ 1	14.00±0.21 ^c	14.70±0.38 ^b	14.95±0.32 ^{ab}	15.34±0.40 ^a	15.06±0.15 ^{ab}	14.60±0.21 ^b	14.58±0.44 ^b
สัปดาห์ 2	14.44±0.19 ^c	15.72±0.23 ^{ab}	15.43±0.36 ^b	16.33±0.31 ^a	15.52±0.31 ^b	15.61±0.53 ^b	15.77±0.27 ^{ab}
สัปดาห์ 3	14.87±0.26 ^c	16.82±0.20 ^{ab}	16.87±0.09 ^{ab}	17.25±0.32 ^a	16.83±0.21 ^{ab}	16.45±0.86 ^b	16.80±0.18 ^{ab}
สัปดาห์ 4	15.26±0.24 ^c	17.83±0.20 ^{ab}	17.94±0.10 ^{ab}	18.23±0.39 ^a	17.81±0.18 ^{ab}	17.49±0.78 ^b	17.64±0.20 ^{ab}
สัปดาห์ 5	15.53±0.29 ^b	19.19±0.60 ^a	19.27±0.54 ^a	19.44±0.39 ^a	19.19±0.60 ^a	19.10±1.29 ^a	18.74±0.21 ^a
สัปดาห์ 6	16.07±0.34 ^b	20.22±0.54 ^{ab}	29.77±17.22 ^{ab}	20.33±0.27 ^a	19.87±0.09 ^{ab}	19.75±1.06 ^{ab}	19.79±0.22 ^{ab}
สัปดาห์ 7	16.61±0.20 ^c	21.15±0.27 ^b	21.50±0.23 ^{ab}	22.32±0.71 ^a	21.26±0.40 ^b	21.04±0.96 ^b	21.00±0.26 ^b
สัปดาห์ 8	16.97±0.16 ^c	23.21±0.30 ^{ab}	23.92±0.14 ^{ab}	24.16±0.56 ^a	23.41±0.56 ^{ab}	22.69±1.63 ^b	23.03±0.30 ^{ab}
สัปดาห์ 9	17.32±0.19 ^c	25.57±0.51 ^{ab}	25.16±0.42 ^{ab}	26.29±0.40 ^a	25.27±0.51 ^{ab}	24.49±1.52 ^b	25.56±0.50 ^{ab}
สัปดาห์ 10	17.80±0.30 ^c	26.85±0.47 ^b	27.06±0.76 ^{ab}	28.27±0.55 ^a	26.76±0.36 ^b	26.38±1.22 ^b	27.09±0.82 ^{ab}
สัปดาห์ 11	18.39±0.34 ^c	28.72±0.45 ^b	28.96±0.28 ^b	30.47±0.73 ^a	28.63±0.30 ^b	28.26±1.16 ^b	28.63±0.29 ^b
สัปดาห์ 12	18.83±0.52 ^c	30.86±0.95 ^b	30.94±0.36 ^b	32.70±0.84 ^a	29.62±0.80 ^c	29.63±0.44 ^c	30.89±0.36 ^b
Δ w	5.11±0.33 ^c	16.77±0.60 ^b	17.03±0.29 ^b	18.66±0.51 ^a	15.02±1.02 ^c	16.28±0.31 ^b	16.98±0.49 ^b

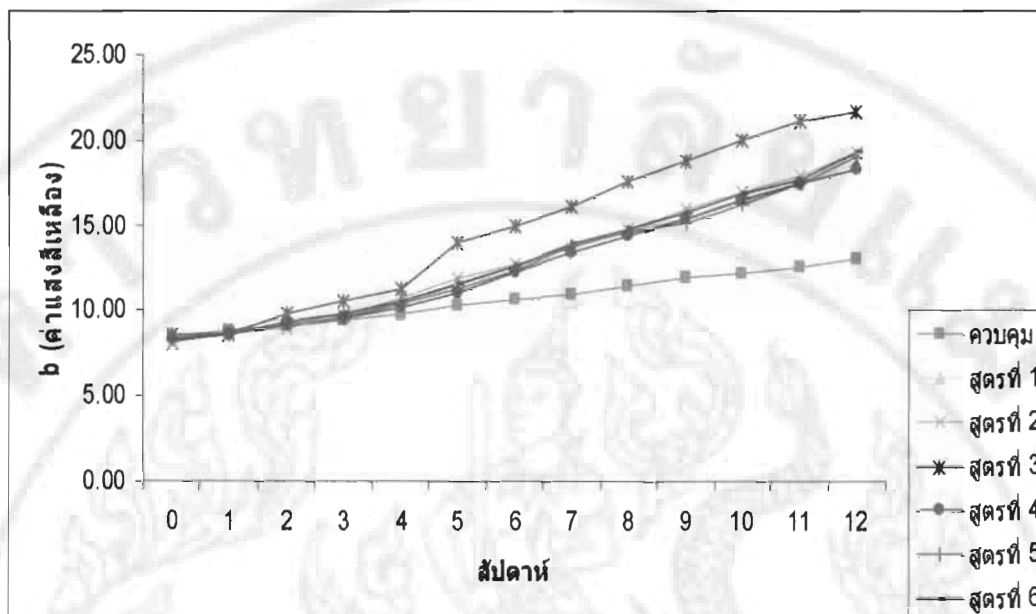
Δ w : คือค่าความแตกต่างของค่าแสงสีเหลืองที่เฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน ในแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

6. ค่าแสงสีเหลืองในเนื้อของปลาทอง (ค่า b)

เมื่อพิจารณาผลการทดลองการเพิ่มสีในเนื้อพบว่าค่าแสงสีเหลืองในเนื้อปลาทอง (ค่า b) สัปดาห์เริ่มต้นของการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าแสงสีเหลืองในเนื้อของปลาทองเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 โดยค่าแสงสีเหลืองในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 9.11 ± 0.16 , 9.52 ± 0.10 , 8.91 ± 0.24 , 9.78 ± 0.12 , 9.25 ± 0.15 , 9.13 ± 0.10 และ 9.35 ± 0.11 ตามลำดับ โดยค่าแสงสีเหลืองในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 แต่จะมากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และชุดควบคุม โดยค่าแสงสีเหลืองในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมมีค่าต่ำที่สุด และในสัปดาห์สุดท้ายค่าแสงสีเหลืองในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 13.01 ± 0.48 , 18.58 ± 0.28 , 19.29 ± 0.61 , 21.70 ± 0.92 , 18.26 ± 0.75 , 19.02 ± 0.48 และ 19.27 ± 0.69 ตามลำดับ แสงสีเหลืองในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและมากกว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 สูตรที่ 6 และชุดควบคุม ส่วนค่าแสงสีเหลืองในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่สูงกว่าชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 9, ภาพ 7)

ค่าความแตกต่างของค่าแสงสีเหลืองในเนื้อสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น (Δw) ของแต่ละสูตรอาหารมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 4.53 ± 0.91 , 10.37 ± 0.61 , 11.23 ± 0.28 , 13.13 ± 0.53 , 9.96 ± 0.43 , 10.70 ± 1.05 และ 11.02 ± 0.72 ตามลำดับ โดยค่าความแตกต่างของค่าแสงสีเหลืองในเนื้อสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้นของสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 9)



ภาพ 7 ค่าแสงสีเหลือง (Yellowness value : b) ในเนื้อปลาทอง

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยสีเหลืองในเนื้อปลาของ (ค่า b) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมปุยน้ำสไปรูลินาสูตรต่างๆ

เวลา	ควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
เริ่มต้น	8.47±0.43 ^a	8.21±0.34 ^a	8.06±0.34 ^a	8.57±0.55 ^a	8.29±0.35 ^a	8.32±0.57 ^a	8.24±0.45 ^a
สัปดาห์ 1	8.80±0.30 ^a	8.79±0.23 ^a	8.75±0.29 ^a	8.62±0.33 ^a	8.63±0.26 ^a	8.65±0.54 ^a	8.58±0.32 ^a
สัปดาห์ 2	9.11±0.16 ^{cd}	9.52±0.10 ^{ab}	8.91±0.24 ^d	9.78±0.12 ^a	9.25±0.15 ^{bc}	9.13±0.10 ^{cd}	9.35±0.11 ^{bc}
สัปดาห์ 3	9.44±0.10 ^b	9.71±0.28 ^b	9.70±0.14 ^b	10.49±0.33 ^a	9.62±0.21 ^b	9.54±0.07 ^b	9.81±0.10 ^b
สัปดาห์ 4	9.80±0.41 ^c	10.55±0.08 ^{bc}	10.81±0.07 ^b	11.29±0.16 ^a	10.12±0.10 ^d	10.42±0.16 ^c	10.48±0.31 ^c
สัปดาห์ 5	10.32±0.18 ^c	11.65±0.20 ^{bc}	11.90±0.05 ^b	13.92±0.39 ^a	11.07±0.06 ^d	11.25±0.05 ^d	11.46±0.27 ^{cd}
สัปดาห์ 6	10.65±0.12 ^d	12.59±0.34 ^{bc}	12.75±0.26 ^b	14.99±0.15 ^a	12.28±0.12 ^c	12.40±0.33 ^{bc}	12.61±0.21 ^{bc}
สัปดาห์ 7	10.88±0.06 ^b	13.68±0.15 ^{ab}	13.66±0.09 ^{ab}	16.03±0.19 ^a	13.41±0.15 ^{ab}	13.73±0.12 ^{ab}	23.83±17.34 ^{ab}
สัปดาห์ 8	11.37±0.15 ^c	14.61±0.21 ^b	14.70±0.28 ^b	17.51±0.38 ^a	14.35±0.28 ^b	14.53±0.15 ^b	14.71±0.24 ^b
สัปดาห์ 9	11.83±0.06 ^c	15.46±0.24 ^{cd}	15.94±0.06 ^b	18.74±0.25 ^a	15.34±0.29 ^{cd}	15.07±0.15 ^d	15.70±0.30 ^{bc}
สัปดาห์ 10	12.13±0.21 ^d	16.50±0.31 ^{bc}	16.91±0.11 ^b	19.99±0.31 ^a	16.48±0.43 ^{bc}	16.20±0.59 ^c	16.73±0.17 ^{bc}
สัปดาห์ 11	12.52±0.26 ^c	17.45±0.21 ^b	17.90±0.30 ^b	21.13±0.35 ^a	17.36±0.65 ^b	17.44±0.66 ^b	17.70±0.24 ^b
สัปดาห์ 12	13.01±0.48 ^c	18.58±0.28 ^b	19.29±0.61 ^b	21.70±0.92 ^a	18.26±0.75 ^b	19.02±0.48 ^b	19.27±0.69 ^b
Δ w	4.53±0.91 ^c	10.37±0.61 ^b	11.23±0.28 ^b	13.13±0.53 ^a	9.96±0.43 ^b	10.70±1.05 ^b	11.02±0.72 ^{cb}

Δ w : คือค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสีเหลืองในเนื้อสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

7. ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทอง

ผลการศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างกัน สัปดาห์เริ่มต้นของการทดลองปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทองเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในช่วงสัปดาห์ที่ 1 ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.84 ± 0.05 , 1.06 ± 0.03 , 1.22 ± 0.10 , 1.22 ± 0.10 , 1.06 ± 0.03 , 1.13 ± 0.09 และ 1.17 ± 0.03 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ โดยที่ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 มีค่าสูงสุดไม่แตกต่างจากสูตรที่ 3 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 แต่สูงกว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 4 และชุดควบคุม ส่วนปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่สูงกว่าชุดควบคุม และในสัปดาห์สุดท้ายค่าปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 5.92 ± 0.83 , 16.71 ± 0.21 , 17.26 ± 0.46 , 18.81 ± 0.68 , 15.27 ± 0.51 , 15.77 ± 1.46 และ 16.45 ± 0.32 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ โดยที่ปริมาณแคโรทีนอยด์สะสมในเนื้อปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดมากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่สูงกว่าสูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และชุดควบคุม สูตรที่ 1 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่สูงกว่าสูตรที่ 4 และชุดควบคุม สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่สูงกว่าชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 10, ภาพ 8)

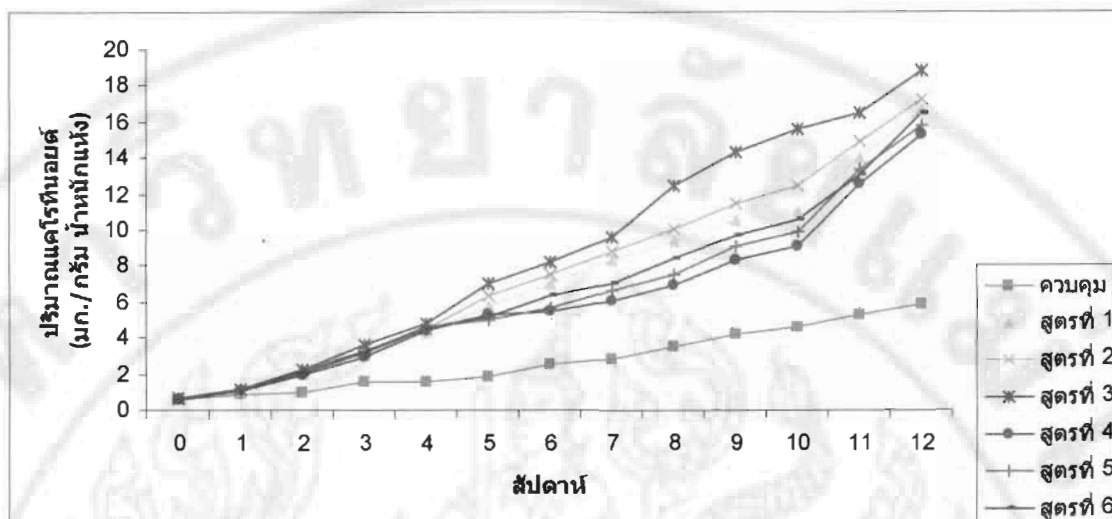
ค่าความแตกต่างของปริมาณแคโรทีนอยด์ในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น (ΔW) ของแต่ละสูตรอาหารมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 5.35 ± 0.89 , 16.06 ± 0.14 , 16.62 ± 0.42 , 18.14 ± 0.76 , 14.64 ± 0.56 , 15.13 ± 1.50 และ 15.87 ± 0.35 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ โดยค่าความแตกต่างของปริมาณแคโรทีนอยด์ในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้นของสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและมากกว่าสูตรอื่นๆ ส่วนสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าสูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และชุดควบคุม ส่วนสูตรที่ 1 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 10)

ตาราง 10 ปริมาณแคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง) ที่สะสมในเนื้อปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมปื๋นน้ำสาปรูตินาสูตรต่างๆ

เวลา	ควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
เริ่มต้น	0.57±0.06 ^a	0.65±0.07 ^a	0.63±0.08 ^a	0.66±0.08 ^a	0.62±0.08 ^a	0.64±0.13 ^a	0.58±0.03 ^a
สัปดาห์ 1	0.84±0.05 ^c	1.06±0.03 ^b	1.22±0.10 ^a	1.22±0.10 ^a	1.06±0.03 ^b	1.13±0.09 ^{ab}	1.17±0.03 ^{ab}
สัปดาห์ 2	0.99±0.02 ^c	2.10±0.09 ^{ab}	2.24±0.04 ^a	2.25±0.15 ^a	1.97±0.08 ^b	2.08±0.04 ^{ab}	2.14±0.14 ^{ab}
สัปดาห์ 3	1.56±0.32 ^c	3.13±0.11 ^b	3.29±0.15 ^{ab}	3.59±0.14 ^a	2.96±0.17 ^b	3.12±0.11 ^b	3.24±0.15 ^b
สัปดาห์ 4	1.58±0.08 ^c	4.36±0.09 ^b	4.48±0.15 ^b	4.80±0.14 ^a	4.42±0.18 ^b	4.64±0.09 ^{ab}	4.54±0.28 ^{ab}
สัปดาห์ 5	1.86±0.07 ^c	5.74±0.29 ^c	6.33±0.14 ^b	7.06±0.41 ^a	5.03±0.06 ^d	5.00±0.09 ^d	5.19±0.10 ^d
สัปดาห์ 6	2.56±0.14 ^c	7.06±0.21 ^b	7.59±0.15 ^b	8.23±0.63 ^a	5.51±0.43 ^d	5.65±0.09 ^d	6.40±0.29 ^c
สัปดาห์ 7	2.89±0.09 ^c	8.37±0.54 ^b	8.85±0.28 ^b	9.64±0.68 ^a	6.06±0.19 ^d	6.65±0.10 ^{cd}	7.06±0.07 ^c
สัปดาห์ 8	3.55±0.06 ^f	9.45±0.41 ^{bc}	10.09±0.54 ^b	12.44±1.38 ^a	6.99±0.04 ^c	7.57±0.47 ^{de}	8.47±0.27 ^{cd}
สัปดาห์ 9	4.20±0.10 ^c	10.60±0.04 ^{bc}	11.50±0.82 ^b	14.34±2.14 ^a	8.34±0.40 ^d	9.15±0.16 ^{cd}	9.69±0.07 ^{cd}
สัปดาห์ 10	4.65±0.12 ^c	11.10±0.17 ^{bc}	12.47±1.34 ^b	15.62±1.85 ^a	9.16±0.53 ^d	9.88±0.32 ^{cd}	10.59±0.29 ^{cd}
สัปดาห์ 11	5.27±0.11 ^d	14.01±0.20 ^{bc}	14.86±0.52 ^b	16.48±1.15 ^a	12.58±0.59 ^c	13.34±1.50 ^{bc}	13.03±0.81 ^c
สัปดาห์ 12	5.92±0.83 ^c	16.71±0.21 ^{bc}	17.26±0.46 ^b	18.81±0.68 ^a	15.27±0.51 ^d	15.77±1.46 ^{cd}	16.45±0.32 ^{bcd}
Δ w	5.35±0.89 ^d	16.06±0.14 ^{bc}	16.62±0.42 ^b	18.14±0.76 ^a	14.64±0.56 ^c	15.13±1.50 ^c	15.87±0.35 ^{bc}

Δ w : คือความแตกต่างของปริมาณแคโรทีนอยด์ในสัปดาห์ที่ 12 กับสัปดาห์เริ่มต้น

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



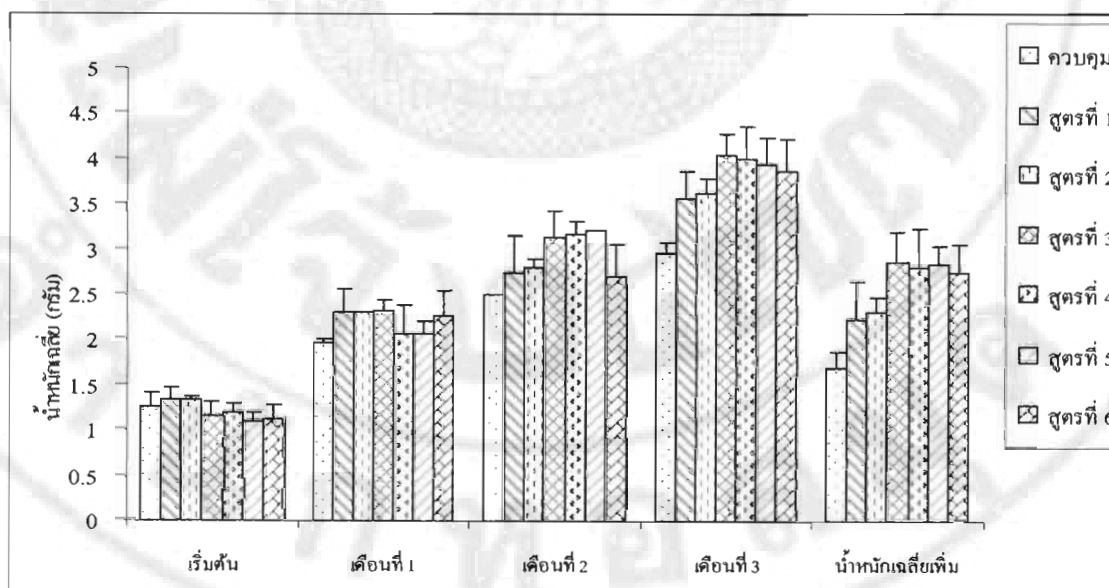
ภาพ 8 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สะสมในเนื้อปลาทอง

8. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาทอง

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างกัน เริ่มต้นการทดลองน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ น้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในช่วงเดือนที่ 2 โดยน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 2.50 ± 0.00 , 2.73 ± 0.41 , 2.80 ± 0.10 , 3.13 ± 0.30 , 3.16 ± 0.15 , 3.20 ± 0.00 และ 2.70 ± 0.36 กรัม/ตัว ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 5 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่สูงกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด และในเดือนสุดท้ายน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 2.96 ± 0.11 , 3.56 ± 0.30 , 3.67 ± 0.15 , 4.03 ± 0.25 , 4.00 ± 0.36 , 3.93 ± 0.30 และ 3.86 ± 0.35 กรัม /ตัว ตามลำดับ น้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 แต่มีค่ามากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบจากการทดลองและเดือนสุดท้ายที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 1.70 ± 0.17 , 2.23 ± 0.40 , 2.30 ± 0.17 , 2.86 ± 0.32 , 2.80 ± 0.43 , 2.83 ± 0.20 และ 2.73 ± 0.32 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากการทดลองจนถึงเดือนที่ 3 ของ การทดลองของปลาทองที่เลี้ยงด้วยแต่ละสูตรอาหารมีค่าแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 1.70 ± 0.17 , 2.23 ± 0.40 , 2.30 ± 0.17 , 2.86 ± 0.32 , 2.80 ± 0.43 , 2.83 ± 0.20 และ 2.73 ± 0.32 ตามลำดับ โดยน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 แต่จะมีค่ามากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 และอาหารชุดควบคุม ซึ่งน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกัน แต่จะสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 11, ภาพ 9)

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาทองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งค่าที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 0.95 ± 0.13 , 1.09 ± 0.19 , 1.11 ± 0.07 , 1.38 ± 0.17 , 1.33 ± 0.17 , 1.41 ± 0.02 และ 1.36 ± 0.13 เปอร์เซ็นต์/วัน ตามลำดับ โดยที่อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 5 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 สูตรที่ 4 และสูตรที่ 6 แต่มากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และอาหารชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 11)



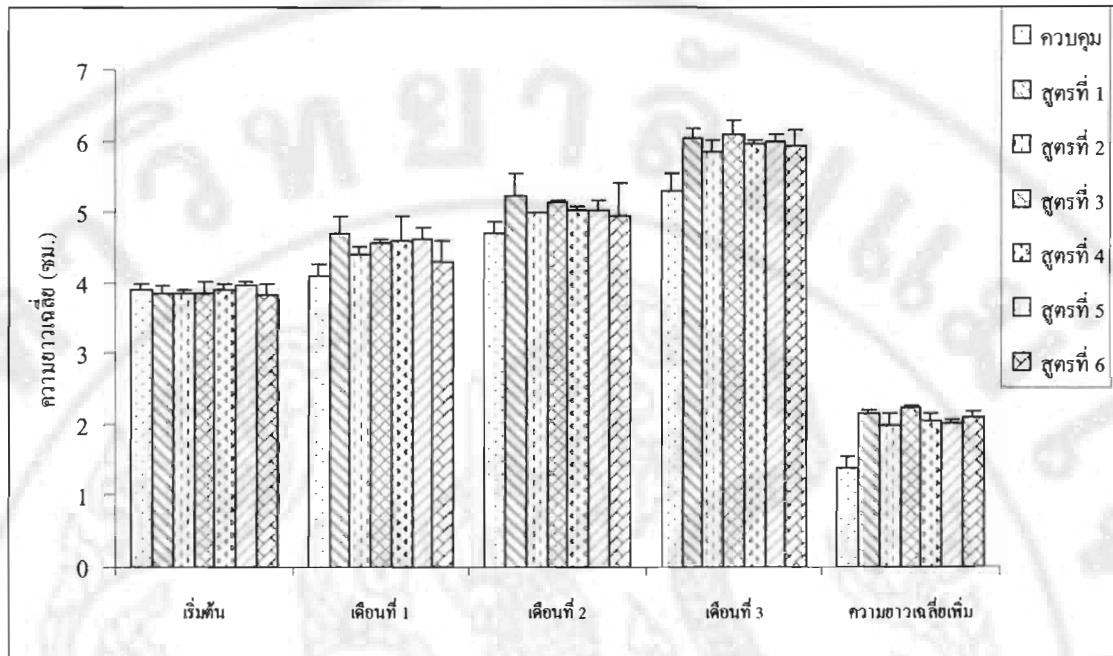
ภาพ 9 น้ำหนักเฉลี่ยปลาทอง (กรัม/ตัว) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมักสไปรูลินาสูตรต่างๆ

ตาราง 11 น้ำหนักเฉลี่ยปลาของ (กรัม/ตัว) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมปฏึกน้ำใส่โปรตีนในสูตรต่างๆ

เวลา	ควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
เริ่มต้น	1.26±0.15 ^a	1.33±0.15 ^a	1.33±0.05 ^a	1.16±0.15 ^a	1.20±0.10 ^a	1.10±0.10 ^a	1.13±0.15 ^a
เดือนที่ 1	1.96±0.05 ^a	2.30±0.26 ^a	2.30±0.00 ^a	2.33±0.11 ^a	2.06±0.32 ^a	2.06±0.15 ^a	2.26±0.28 ^a
เดือนที่ 2	2.50±0.00 ^a	2.73±0.41 ^{abc}	2.80±0.10 ^{abc}	3.13±0.30 ^{ab}	3.16±0.15 ^{ab}	3.20±0.00 ^a	2.70±0.36 ^{bc}
เดือนที่ 3	2.96±0.11 ^b	3.56±0.30 ^a	3.63±0.15 ^a	4.03±0.25 ^a	4.00±0.36 ^a	3.93±0.30 ^a	3.86±0.35 ^a
น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม(กรัม)	1.70±0.17 ^c	2.23±0.40 ^{bc}	2.30±0.17 ^{ab}	2.86±0.32 ^a	2.80±0.43 ^{ab}	2.83±0.20 ^a	2.73±0.32 ^{ab}
อัตราการเจริญเติบโตเฉพาะ (เปอร์เซ็นต์/วัน)	0.95±0.13 ^d	1.09±0.19 ^{cd}	1.11±0.07 ^{bcd}	1.38±0.17 ^{ab}	1.33±0.17 ^{abc}	1.41±0.00 ^a	1.36±0.13 ^{ab}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

จากผลการศึกษาความยาวเฉลี่ยปลาทองเริ่มต้นการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความยาวเฉลี่ยปลาทองเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในช่วงเดือนที่ 1 โดยน้ำหนักเฉลี่ยของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 4.10 ± 0.17 , 4.70 ± 0.26 , 4.40 ± 0.10 , 4.56 ± 0.05 , 4.60 ± 0.34 , 4.63 ± 0.15 และ 4.30 ± 0.30 เซนติเมตร ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดที่ 1 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 แต่จะมากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมซึ่งมีค่าน้อยที่สุด และในเดือนสุดท้ายความยาวเฉลี่ยของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 5.30 ± 0.26 , 6.03 ± 0.15 , 5.86 ± 0.15 , 6.10 ± 0.20 , 5.96 ± 0.05 , 6.00 ± 0.10 และ 5.93 ± 0.23 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยความยาวเฉลี่ยของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดที่ 3 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 แต่จะมากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมซึ่งมีค่าน้อยที่สุด ส่วนความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเปรียบเทียบกับจากเริ่มต้นการทดลองและเดือนสุดท้ายที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม อาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และอาหารสูตรที่ 6 มีค่าเท่ากับ 1.40 ± 0.17 , 2.16 ± 0.05 , 2.00 ± 0.17 , 2.23 ± 0.05 , 2.06 ± 0.11 , 2.03 ± 0.05 และ 2.10 ± 0.10 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดและไม่แตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 แต่จะมีค่ามากกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 และอาหารชุดควบคุม ซึ่งความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 สูตรที่ 5 และสูตรที่ 6 มีค่าไม่ต่างกันแต่จะสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุมซึ่งมีค่าต่ำที่สุด (ตาราง 12, ภาพ 10)



ภาพ 10 ความยาวเฉลี่ยปลาทอง (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมักสไปรูลินาสูตรต่างๆ

ตาราง 12 ความยาวเฉลี่ยปลาทอง (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมน้ำหมักสไปรูลินาสูตรต่างๆ

เวลา	ควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
เริ่มต้น	3.90±0.10 ^a	3.86±0.11 ^a	3.86±0.05 ^a	3.86±0.15 ^a	3.90±0.10 ^a	3.96±0.05 ^a	3.83±0.15 ^a
เดือนที่ 1	4.10±0.17 ^b	4.70±0.26 ^a	4.40±0.10 ^{ab}	4.56±0.05 ^a	4.60±0.34 ^a	4.63±0.15 ^a	4.30±0.30 ^{ab}
เดือนที่ 2	4.70±0.17 ^b	5.23±0.32 ^a	5.00±0.00 ^{ab}	5.13±0.05 ^{ab}	5.03±0.05 ^{ab}	5.03±0.15 ^{ab}	4.96±0.45 ^{ab}
เดือนที่ 3	5.30±0.26 ^b	6.03±0.15 ^a	5.86±0.15 ^a	6.10±0.20 ^a	5.96±0.05 ^a	6.00±0.10 ^a	5.93±0.23 ^a
ความยาวเฉลี่ยเพิ่ม (กรัม)	1.40±0.17 ^c	2.16±0.05 ^{ab}	2.00±0.17 ^b	2.23±0.05 ^a	2.06±0.11 ^{ab}	2.03±0.05 ^{ab}	2.10±0.10 ^{ab}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

จากผลการทดลองในครั้งนี้เป็นที่น่าสนใจว่าผลผลิตสาหร่ายสไปรูลินาที่เก็บเกี่ยวในรูปน้ำหนักสด (กรัม / บ่อ) มีผลผลิตสาหร่ายเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ สัปดาห์ โดยพบมีผลผลิตสูงสุดจากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 7 (25 ม.ค. 2550) เฉลี่ยเท่ากับ 1833.33 ± 305.50 กรัม/บ่อ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงในครั้งนี้ มีค่าสูงขึ้นไปในทิศทางเดียวกับผลผลิตสาหร่ายในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล ซึ่งอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นมักจะทำให้ขบวนการเมตาบอลิซึมในเซลล์ของสาหร่ายเพิ่มสูงขึ้นด้วย จึงส่งผลให้มีการดูดซึมธาตุอาหารต่างๆเพื่อการสังเคราะห์แสงเพิ่มตามขึ้นมาด้วย และเป็นอิทธิพลโดยตรงต่อผลผลิตสาหร่ายสไปรูลินา (จงกล, 2549) ซึ่ง Isik et al. (2006) ได้รายงานไว้ว่า ในช่วงสุดท้ายของการเจริญเติบโตในฤดูร้อน (อุณหภูมิ 29.9-33.9 องศาเซลเซียส) และฤดูหนาว (อุณหภูมิ 14.4-18.6 องศาเซลเซียส) ของสาหร่ายสไปรูลินา พบว่าผลผลิตจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีความหนาแน่นของเซลล์อยู่ที่ 123,458 filament/ml. และ 94,708 filament/ml. ในฤดูร้อนและฤดูหนาวตามลำดับ และผลผลิตในรูปชีวมวล (แห้ง) ของฤดูหนาว (0.297 g/l.) พบว่าได้เพียงหนึ่งในสี่ส่วนของฤดูร้อน (1.352 g/l.) เท่านั้น ดังนั้นจะสังเกตเห็นได้ว่าอัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตของสาหร่ายสไปรูลินาจะลดลงในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goksan et al. (2007) ที่ชี้ให้เห็นว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ผลผลิตของสาหร่ายสไปรูลินาลดต่ำลงคือการที่อุณหภูมิไม่อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยง คือ 35-38 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้อยู่ระหว่าง 15-22 องศาเซลเซียสเท่านั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลผลิตสาหร่ายสไปรูลินาเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิในการเพาะเลี้ยงเสมอ และจากการทดลองของ Colla et al. (2007) ที่ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาเพื่อหาผลชีวภาพและองค์ประกอบของสารอาหารที่เป็นประโยชน์ภายในเซลล์ของสาหร่ายภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ซึ่งจากผลการทดลองปรากฏว่า มวลชีวภาพสูงสุดจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิสูงจะช่วยเพิ่มกระบวนการหายใจภายในเซลล์ของสาหร่ายและทำให้ขบวนการเมตาบอลิซึมสูงขึ้นส่งผลให้มีการดูดซึมธาตุอาหารของสาหร่ายเพิ่มขึ้นและการเจริญเติบโตของสาหร่ายก็จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ชนิดและ

คุณภาพของแหล่งไนโตรเจนที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายจะมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบทางเคมีและการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Sassano et al., 2007)

การทดลองที่ 2

จากผลการทดลองเพื่อศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่ายสไปรูลินาสดจำนวน 3 กลุ่มทดลอง คือ สาหร่ายสไปรูลินาสดไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มิลลิลิตรต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม และใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms:IMOs) 30 กรัมต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม พบว่า เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดด่าง (พีเอช) ของทั้ง 3 กลุ่มทดลอง โดยนำหมักสไปรูลินาสดที่หมักจากสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น จะมีค่า พีเอช ต่ำสุดเท่ากับ 4.17 ± 0.09 ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่าน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM มีค่า EC สูงสุดเท่ากับ 22.20 ± 0.26 mS/cm ซึ่งสุวพันธ์ และคณะ (2545) รายงานว่า น้ำหมักชีวภาพที่ทำจากเศษปลาซึ่งมีค่าปริมาณโปรตีนสูงจะออกฤทธิ์เป็นกรดจัด มีค่าพีเอช 3.97 และเป็นกรดมากกว่าที่ผลิตจากเศษพืชซึ่งมีค่าพีเอช 6.60 และมีความการนำไฟฟ้า (EC) $14.49 \mu\text{S/cm}$. ซึ่งสูงกว่าน้ำหมักจากเศษพืช และสุพจน์ (2544) รายงานว่าน้ำสกัดชีวภาพจากกะหล่ำปลีสีม่วง มีค่าความเป็นกรดด่าง (พีเอช) 4.6 และค่าการนำไฟฟ้า (EC) $2.142 \mu\text{S/cm}$.

ปริมาณธาตุไนโตรเจนของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่า น้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูลินาสดโดยไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์มีค่าปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ เท่ากับ 0.66 ± 0.16 เปอร์เซ็นต์ กรมวิชาการเกษตร (2545) รายงานว่า ปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักจากพืชจะมีไนโตรเจน 0.03-1.66 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าใช้เศษปลาหมักจะพบปริมาณธาตุไนโตรเจนประมาณ 1.06-1.70 เปอร์เซ็นต์ ในการทดลองนี้เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ได้ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์อาจเป็นเพราะว่าอิทธิพลของอุณหภูมิที่ต่ำเนื่องจากทำการทดลองช่วงฤดูหนาวอาจจะส่งผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ให้ต่ำลงกระบวนการย่อยสลายจึงช้าลง

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่าน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูลินาสดโดยใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMOs มีค่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงสุด เท่ากับ 977.33 ± 44.45 mg/l กรมวิชาการเกษตร (2545) รายงานว่าในปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมักจากเศษพืชพบว่าจะมีฟอสฟอรัสตั้งแต่ 0-0.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในเศษปลาพบ 0.18-1.70 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่าน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูลินาสดใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM มีค่าปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูงสุด เท่ากับ 20266 ± 166.533 mg/l ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของรวมพร (2546) พบว่าปริมาณธาตุโพแทสเซียมในการหมักเศษปลาร่วมกับเชื้อจุลินทรีย์ EM มีค่าเท่ากับ 2.387 เปอร์เซ็นต์ จากรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน (2545) กล่าวว่า เปอร์เซ็นต์ของธาตุโพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากพืชพบ 0.05-3.53 เปอร์เซ็นต์ ในปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากปลาพบ 1.0-2.39 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณธาตุแคลเซียมของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่าน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูลินาสดโดยไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ มีค่าปริมาณธาตุแคลเซียมสูงสุด เท่ากับ 3346.66 ± 310.69 mg/l ส่วนปริมาณธาตุแมกนีเซียมของน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่าน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูลินาสดไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณธาตุแมกนีเซียมสูงสุด เท่ากับ 2144.00 ± 107.85 mg/l กรมวิชาการเกษตร (2545) กล่าวว่าปริมาณธาตุแคลเซียมของปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากพืชพบ 0.05-0.49 เปอร์เซ็นต์ ในเศษปลาพบ 0.29-1.0 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณธาตุแมกนีเซียมของปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากพืชและปลาพบใกล้เคียงกัน คือ 0.1-0.37 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นจากผลการทดลองที่ 2 เพื่อศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่ายสไปรูลินาสดจำนวน 3 กลุ่มทดลอง สาหร่ายสไปรูลินาสดไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มิลลิลิตรต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม และใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms:IMOs) 30 กรัมต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม เมื่อพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่ได้ น้ำหมักสไปรูลินาสดกลุ่มทดลองที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์จะเหมาะสมที่สุด

การทดลองที่ 3

จากผลการทดลองเพื่อศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่ายสไปรูลินาสดจำนวน 3 กลุ่มทดลอง สาหร่ายสไปรูลินาสดไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มิลลิลิตรต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม และใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms:IMOs) 30 กรัมต่อสาหร่ายสไปรูลินาสด 1 กิโลกรัม พบว่า เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของทั้ง 3 กลุ่มทดลอง โดยน้ำหมักสไปรูลินาสดที่ได้จากการหมักจากสาหร่ายสไปรูลินาสดไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น จะมีค่าพีเอช ต่ำสุดเท่ากับ 4.07 ± 0.16

ส่วนค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่า น้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูulinaแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM มีค่า EC สูงสุด เท่ากับ 23.86 ± 1.75 mS/cm จากรายงานการวิจัยของอภิญา (2546) ซึ่งทำการทดลองหมักเศษผัก กับหัวเชื้อจุลินทรีย์พบว่า การเปลี่ยนแปลงของพีเอชเริ่มต้นของสภาพการหมักคือ 4.78 และจะลดลงต่ำสุดถึง 3.96 เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาการหมัก เนื่องจากว่าในการหมักจุลินทรีย์จะเจริญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยใช้สารอาหารจากกากน้ำตาลในการเจริญและมีการสร้างกรดขึ้น ทำให้ค่าพีเอชลดลง

ปริมาณธาตุไนโตรเจนของน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่าน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูulinaแห้งโดยใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's มีค่าปริมาณธาตุไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ 0.90 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ จากรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2547) พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนของน้ำหมักชีวภาพจากวัสดุต่างๆ คือ พืชมี 0.05-1.65 เปอร์เซ็นต์ สมุนไพรมี 0.28-1.29 เปอร์เซ็นต์ ปลา มี 0.10-1.29 เปอร์เซ็นต์ หอยมี 0.06-1.82 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุผสมมี 0.32-2.00 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสของน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่าน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูulinaแห้งโดยใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's มีค่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูงสุด เท่ากับ 1668.66 ± 44.45 mg/l กรมวิชาการเกษตร (2547) รายงานว่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสของน้ำหมักชีวภาพจากวัสดุต่างๆ คือ พืชมี 0.01-0.26 เปอร์เซ็นต์ สมุนไพรมี 0.003-0.35 เปอร์เซ็นต์ ปลา มี 0.01-0.26 เปอร์เซ็นต์ หอยมี 0.01-3.41 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุผสมมี 0.32-2.00-0.01-3.78 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมของน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลองพบว่าน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูulinaแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM มีค่าปริมาณธาตุโพแทสเซียมสูงสุด เท่ากับ 9360.00 ± 1443.88 mg/l จากรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2547) พบว่าปริมาณธาตุโพแทสเซียมของน้ำหมักชีวภาพจากวัสดุต่างๆ คือ พืชมี 0.02-1.89 เปอร์เซ็นต์ สมุนไพรมี 0.04-1.53 เปอร์เซ็นต์ ปลา มี 0.03-3.38 เปอร์เซ็นต์ หอยมี 0.02-4.93 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุผสมมี 0.38-1.72 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณธาตุแคลเซียมของน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่าน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูulinaแห้งใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's มีค่าปริมาณธาตุแคลเซียมสูงสุด เท่ากับ 213.33 ± 369.50 mg/l ส่วนปริมาณธาตุแมกนีเซียมของน้ำหมัก สไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักทั้ง 3 กลุ่มทดลอง พบว่าน้ำหมักสไปรูulinaแห้งที่ได้จากการหมักสาหร่ายสไปรูulinaแห้งโดยใส่เชื้อจุลินทรีย์ IMO's มีปริมาณธาตุแมกนีเซียมสูงสุด เท่ากับ 1940.00 ± 226.66 mg/l จากรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2547) พบว่าปริมาณธาตุแคลเซียมของ

น้ำหมักชีวภาพจากวัสดุต่างๆ คือ พืชมี 0.008-0.95 เปอร์เซ็นต์ สมุนไพรมี 0.02-2.26 เปอร์เซ็นต์ ปลา มี 0.007-0.87 เปอร์เซ็นต์ หอยมี 0.013-2.57 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุผสมมี 0.09-1.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณธาตุแมกนีเซียมของน้ำหมักชีวภาพจากพืชมี 0.001-0.22 เปอร์เซ็นต์ สมุนไพรมี 0.01-0.84 เปอร์เซ็นต์ ปลา มี 0.006-0.33 เปอร์เซ็นต์ หอยมี 0.002-0.22 เปอร์เซ็นต์ และวัสดุผสมมี 0.05-0.25 เปอร์เซ็นต์

ระหว่างทำการทดลองในการหมักจะสังเกตปฏิกิริยา ในช่วง 10 วันแรก พบว่าเกิดฟองก๊าซขึ้นที่ผิวหน้า อาจเนื่องจากกระบวนการหายใจของกลุ่มจุลินทรีย์ยีสต์และจุลินทรีย์ผลิตกรดอินทรีย์ (สุริยา, 2544) และพบฝ้าขาวหรือโคโลนิของจุลินทรีย์อยู่ที่ผิวหน้าในช่วง 1-3 วันแรกของการหมักเพราะว่ามีการใช้แหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารเพื่อการเจริญและเพิ่มจำนวนเซลล์ ซึ่งเป็นการสนับสนุนในเรื่องการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) และจะมีฝ้าขาวลดน้อยลงเมื่อหมักครบ 30 วัน เป็นการบอถึงกระบวนการหมักสิ้นสุดลง โดยสังเกตผิวหน้าของวัสดุหมักแสดงว่ามีปริมาณการเพิ่มของจำนวนจุลินทรีย์น้อยลงไม่ปรากฏฟองก๊าซ เนื่องจากสารอาหารที่จำเป็นต่อจุลินทรีย์ลดลง จึงทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลงด้วย (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2545) ส่วนกลิ่นเหม็นเปรี้ยวที่เกิดขึ้นโดยกลุ่มจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดอินทรีย์มากขึ้นมีลักษณะเป็นกรดจัดและมีกลิ่นแอลกอฮอล์จะค่อยๆ ลดลงเมื่อครบ 30 วัน เนื่องจากจุลินทรีย์ได้ใช้น้ำตาลหมดไปในกระบวนการหมัก

ดังนั้นจากผลการทดลองที่ 3 เพื่อศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในการย่อยสลายสาหร่าย สไปรูลิनाแห่งจำนวน 3 กลุ่มทดลอง สาหร่ายสไปรูลินาแห้งไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ ใส่เชื้อจุลินทรีย์ EM 30 มิลลิลิตรต่อสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง 1 กิโลกรัม และใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms:IMOs) 30 กรัมต่อสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง 1 กิโลกรัม เมื่อพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองที่ได้ น้ำหมักสไปรูลินากลุ่มทดลองที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่น (Indigenous Microorganisms:IMOs) จะเหมาะสมที่สุด

การทดลองที่ 4 และ 5

ทดสอบคุณภาพของน้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักสาหร่าย *Spirulina platensis* สดและแห้ง ในการเพิ่มสีและปริมาณแคโรทีนอยด์ของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรพื้นฐานตามท้องตลาดผสมน้ำหมักสไปรูลินาสูตรต่างกัน 6 สูตร พบว่าค่าความสว่างที่เกล็ดและเนื้อของปลาทอง (ค่า L) ของสูตรที่ 3 มีค่าลดลงสูงสุ่มมากกว่าสูตรอื่นๆ คือ 14.12 ± 0.53 และ 15.13 ± 1.35 ตามลำดับ ส่วนค่าแสงสีแดงที่เกล็ดและเนื้อของปลาทอง (ค่า a) ของสูตรที่ 3 มีค่าเพิ่ม

มากขึ้นสูงสุดมากกว่าสูตรอื่นๆ คือ 11.46 ± 0.61 และ 11.04 ± 0.15 ตามลำดับ ส่วนค่าแสงสีเหลืองที่เกิดและเนื้อของปลาทอง (ค่า b) ของสูตรที่ 3 มีค่าเพิ่มมากขึ้นสูงสุดมากกว่าสูตรอื่นๆ คือ 18.66 ± 0.51 และ 13.13 ± 0.53 ตามลำดับ ปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมในปลาทองของสูตรที่ 3 มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดมากกว่าสูตรอื่นๆ คือ 18.14 ± 0.76 มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักแห้ง

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างกันโดยน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุด คือ 2.86 ± 0.32 กรัม ส่วนอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดที่ 5 มีค่าสูงสุด คือ 1.41 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์/วัน ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุด คือ 2.23 ± 0.05 เซนติเมตร

ดังนั้นจากผลการทดลองที่ 4 และ 5 สูตรอาหารที่ 3 คืออาหารพื้นฐานผสมน้ำมันสกัดไปรูตินาสดใส่เชื้อ IMOs ทำให้ปลาทองมีการเพิ่มสีสูงสุดและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาทองก็เพิ่มขึ้นสูงที่สุดด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจอร์เกียร์ดีและคณะ (2550) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายยูกลีนาในการเพิ่มสีปลานิลแดง ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่าค่าความสว่างที่เกิดและเนื้อของปลานิลแดงมีค่าลดลง ส่วนค่าแสงสีแดงและแสงสีเหลืองตลอดจนปริมาณแคโรทีนอยด์จะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสัตว์น้ำสามารถที่จะเปลี่ยนแคโรทีนอยด์จากอาหารที่กินเข้าไปให้อยู่ในรูปของแอสตาแซนทีนและเบต้า-แคโรทีน เป็นหลัก ดังนั้นจึงทำให้เกิดสีส้มเหลืองในตัวสัตว์น้ำ (Ohkubo et al., 1999; Yew and Wen, 2005) และจากรายงานการวิจัยของ Kalinowski et al. (2005) ที่ทำการศึกษาการเสริมแคโรทีนอยด์ในอาหารปลาเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและการเพิ่มสีของปลา red porgy พบว่า สีของผิวหนังและกล้ามเนื้อปลามีสีแดงเพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตของปลาก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย

ปัจจุบันธุรกิจการส่งออกสัตว์น้ำและปลาสวยงามนับเป็นอีกหนึ่งธุรกิจหนึ่งซึ่งสามารถดำเนินการได้ทั้งภายในประเทศ และส่งเป็นสินค้าออก ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพในการส่งออกจำเป็นต้องมีการพัฒนาคุณภาพสินค้าประมงให้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ส่วนอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม สีของตัวปลาซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องควบคุมเพื่อให้ได้ตรงตามความต้องการของตลาด เช่น ปลาทอง ปลาการ์ตูน ฯลฯ แต่ปัญหาและอุปสรรคสำคัญประการหนึ่งของผู้เพาะเลี้ยงได้แก่ สัตว์น้ำที่ทำการเพาะเลี้ยงได้มีสีสันทึบไม่สวยงาม ซึ่งจะมีผลทำให้ราคาของปลาสวยงามนั้นลดลง รวมทั้งจากปัญหาระหว่างการเลี้ยงของผู้เลี้ยงเองที่พบว่าเมื่อเลี้ยงได้ระยะหนึ่ง สีของปลาจะซีดลง ซึ่งเกิดจากการขาดแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ในอาหาร การปรับปรุงสีสามารถทำได้โดยการเสริมแคโรทีนอยด์ในอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากสีที่แสดงออกบนตัวสัตว์น้ำเป็นสารสีชนิดแคโรทีนอยด์ (Kalinowski et al., 2007) สัตว์น้ำทั้งกุ้งและปลาไม่สามารถ

สร้างแคโรทีนอยด์ขึ้นในร่างกายได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหารที่กินโดยตรงเท่านั้น (Kalinowski et al., 2007) แต่แคโรทีนอยด์ที่ใช้เสริมในอาหารสัตว์น้ำส่วนใหญ่เป็นสารสังเคราะห์ ซึ่งมีราคาแพง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงมากขึ้น จึงมีการประยุกต์ใช้แคโรทีนอยด์จากวัสดุธรรมชาติ ตลอดจนวัสดุเศษเหลือจากอุตสาหกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต เช่น การใช้เซลล์สาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina* sp.) หรือเบต้า-แคโรทีนที่สกัดจากสาหร่ายดูนาเลียเอลล่า (*Dunaliella* sp.) (Yew and Wen, 2005) และแอซตาแซนทีนจากสาหร่ายฮีมาโตคอกคัส (*Haematococcus pluvialis*) เป็นต้น ซึ่งแหล่งของแคโรทีนอยด์ที่พบได้แก่ Krill meal (Chebbaki, 2001), Shrimp (*Pleisonika* sp.) (Cejas et al., 2003), Shrimp shell meal (Kalinowski et al., 2005) หรือ สาหร่าย *Haematococcus pluvialis* (Chatzifotis et al., 2005) แหล่งคาร์โรทีนอยด์ที่สำคัญและนิยมใช้ในอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ คือ สาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina* sp.) เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ประกอบด้วยรงควัตถุ ได้แก่ คลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll-a) แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) และไฟโคไซยานิน (Phycocyanin) (Nakaya et al., 1988) นอกจากนี้ยังประกอบด้วยโปรตีนปริมาณสูงถึงร้อยละ 50-70 (ของน้ำหนักแห้ง) จึงได้มีการนำสาหร่ายสไปรูลินามาใช้ในการเร่งสีสัตว์น้ำ (Suharyanto, 2001) แคโรทีนอยด์เป็นสารสีที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ มีส่วนสำคัญในการเกิดสี ทำให้สิ่งมีชีวิตมีสีตัวแตกต่างกัน ซึ่งสารกลุ่มแคโรทีนอยด์จะประกอบด้วยเบต้า-แคโรทีน (β -carotene) ซีแซนทีน (Zeaxanthin) ลูทีน (Lutein) แอสตาแซนทีน (Astaxanthin) และแคนตาแซนทีน (Cantaxanthin) เป็นต้น ซึ่งสีจากแคโรทีนอยด์จะแสดงออกในเฉดสีเหลือง ส้ม และแดง โดยการแสดงออกของสีแดงในปลาทองเป็นแคโรทีนอยด์ชนิด Astaxanthin ซึ่งในสัตว์ต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการเปลี่ยนและสะสมแคโรทีนอยด์ได้แตกต่างกัน โดยพบว่าปลาทองสามารถเปลี่ยน Lutein, Zeaxanthin เป็น Astaxanthin ได้ (Georges and Michel, 2006)

โดยสรุปคือ น้ำหมักสไปรูลินาที่ได้จากการหมักสาหร่ายสามารถนำไปใช้ผสมอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและเพิ่มสีในสัตว์น้ำ เนื่องจากมีแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเพิ่มสีในสัตว์น้ำ อีกทั้งยังสะดวกต่อการเก็บรักษาและง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงปลาสวยงามซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าให้ตรงกับความต้องการของตลาดต่อไป

บรรณานุกรม

กาญจนภานันท์ ลิ้มโนมนต์. 2527. สาหร่าย. กรุงเทพฯ: คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 343 น.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. องค์ประกอบของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ. น. 8-10. ใน คู่มือการผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ. กรุงเทพฯ : กลุ่มอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

กรมวิชาการเกษตร. 2544. การผลิตและการใช้น้ำสกัดชีวภาพ. เอกสารประกอบการเสวนาเกษตรกรรมระดับชาติ วันที่ 22-25 พฤษภาคม 2544 ณ โรงแรม เค.พี. แกรนด์ อำเภอเมืองจังหวัดจันทบุรี. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร. 45 น.

_____. 2545. น้ำหมักชีวภาพ เทคโนโลยี ภูมิปัญญาท้องถิ่น. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.grenag.org/document/1000088.htm>. (28 มิถุนายน 2549).

_____. 2546. ฮอร์โมนพืชและธาตุอาหารพืชในน้ำหมักชีวภาพ. เอกสารวิชาการลำดับที่ 3/2546 กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 133 น.

_____. 2547. ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ น้ำหมักชีวภาพ. โครงการวิจัยและพัฒนา น้ำหมักชีวภาพและโครงการเกษตรแบบยั่งยืนเพื่อสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร. 51 น.

กองอนุรักษ์ดินและน้ำ. 2545. คู่มือการผลิตและประโยชน์ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 57 น.

ขจรเกียรติ แซ่ตัน, ไพโรจน์ สมสอน, ทะนงศักดิ์ สุป็น, บัญญัติ มนทีธรอาสน์ และ จงกล พรหมยะ.

2550. การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายยูกลีนา (*Euglena sanguinea* Ehrenberg) ต่อการเพิ่มสีปลานิลแดง. น. 78-79. ใน รวมบทคัดย่อ การประชุมวิชาการจากสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 3 “เรียนรู้ให้เข้าใจและพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์”. วันที่ 21-23 มีนาคม พ.ศ. 2550 ณ อาคารมหามงกุฎ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 64 น.

คณะอาจารย์ภาคปฐพีศาสตร์. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 730 น.

คนอง วงค์ษา. 2546. การใช้ประโยชน์จากสาหร่าย *Spirulina plantensis* และ *Cladophora* sp. เพื่อเร่งสีของเนื้อปลาดุกกระดี่. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 49 น.

- จิระพรรณ สุขศรีงาม. 2537. โปर्टินธรรมชาติจากสาหร่ายสาปรูตินา. วารสารมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม 13(2): 43-46.
- จกกล พรหมชะ. 2546. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสาปรูตินาเพื่อเป็นอาหารปลาสำเร็จรูป. เชียงใหม่:
ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
76 น.
- _____. 2549. เอกสารประกอบการสอนการเพาะเลี้ยงสาหร่าย. เชียงใหม่: คณะเทคโนโลยี
การประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 142 น.
- จกกล พรหมชะ และ ขจรเกียรติ แซ่ตัน. 2548. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายสาปรูตินาเพื่อสุขภาพ.
เชียงใหม่: ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัย
แม่โจ้. 39 น.
- เจียมจิตต์ บุญสม. 2531. ความลับของสาหร่ายเกลียวทอง: ผลทางการรักษาโรคที่นายแพทย์ญี่ปุ่น
ค้นพบ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 237 น.
- เจียมจิตต์ บุญสม, สุชาติ อิงธรรมจิตร และ สุมาลี คุณยอนุกิจ. 2544. ความลับของสาหร่าย
สาปรูตินา: ผลทางการรักษาโรคที่นายแพทย์ชาวญี่ปุ่นค้นพบ. กรุงเทพฯ:
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 241 น.
- ชลธิชา โชติสิทธิพงษ์. 2541. ผลของแอสตาแซนทินต่อสี การเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย
และความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *streptococcus* sp. ของปลานิลแดง.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 104 น.
- ชวนพิศ อรุณรังสีกุล, ชัยณรงค์ รัตนกริษากุล, รุ่งนภา ก่อประดิษฐ์สกุล และ ชีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์.
2544. คุณภาพน้ำหมักชีวภาพและองค์ประกอบ. น. 481-488. ใน การประชุมทาง
วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 สาขาพืช สาขาส่งเสริมและ
นิเทศศาสตร์เกษตร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนีย์ อัมสุวรรณ. 2540. บทบาทใหม่ของเบต้าแคโรทีนออกไซด์. ฟิตเนส 89: 91-92.
- ทิพวรรณ สิทธิรังสรรค์. 2542. ปุ๋ยหมัก ดินหมัก และน้ำหมักชีวภาพ เพื่อการปรับปรุงดินโดยวิธี
เกษตรธรรมชาติ. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 62 น.
- ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ : เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. กรุงเทพฯ :
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 300 น.
- บานชื่น ชลสวัสดิ์. 2532. การใช้สาหร่ายเกลียวทองสดเป็นส่วนประกอบของอาหารผสม สำหรับ
การเลี้ยงปลาดุกเพียนขาวและปลาดุกอุย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 78 น.

- บุญบา ยงสมิทธิ์. 2540. จุลชีววิทยาการหมักวิตามินและสารสี. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 270 น.
- เปรมปรี ฌ สงขลา. 2543. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำหมักชีวภาพและหัวเชื้อผสมปุ๋ย. เกษตรการเกษตร 24 (9):25-28.
- ภาณุ จำปาเรือง. 2545. การศึกษาปริมาณคาร์บอนที่สะสมในเนื้อปลาและการเจริญเติบโตของปลานิลแดงจากการใช้อาหารผสมสาหร่ายสไปรูลินา (*spirulina* sp.) ในความเข้มข้นที่ต่างกัน. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 50 น.
- มะลิ บุญยรัตนผลิน, จารุรัตน์ วรรณโกวัฒน์, ชุติศักดิ์ บริสุทธิ์ และ สุจินต์ บุญช่วย. 2537. ผลของแคนตาแซนทีนและแอสตาแซนทีนที่ระดับต่างๆต่อสีของกุ้งกุลาดำ. สงขลา: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 11 น.
- ยุวดี พีรพรพิศาล. 2546. สาหร่ายสไปรูลินา. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 72 น.
- เรืองฤทธิ์ รินพัฒน์. 2547. การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุอินทรีย์เหลือใช้จากอุตสาหกรรมการเกษตรต่อการผลิตผักชนิดต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 102 น.
- รวมพร มูลจันทร์. 2546. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำหมัก (น้ำหมักชีวภาพ) จากวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและชุมชน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 107 น.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงก์ตอนวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 329 น.
- วิกรานต์ สมัครสมาน. 2544. การศึกษาผลของอาหารผสมกลีบดอกดาวเรืองแห้งต่อการเร่งสีปลาทอง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 42 น.
- วิทยา ตันวารีย์. 2547. การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์น้ำที่ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อการผลิตพืชผักชนิดต่างๆ บนที่สูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 124 น.
- วันเพ็ญ มินกาญจน์, กาญจนา จิรพันธ์พัฒน์ และ พิสิฐ ภูมิคง. 2541. เภสัชภัณฑ์การตัดสีการประกวดปลาทอง. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 63 น.
- วันดี พึ่งเจาะ. 2547. การเพาะเลี้ยงสาหร่าย *Spirulina platensis* ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปดอกดาวเรือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 107 น.

- วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2527. ผลของรงควัตถุเคโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆต่อการเปลี่ยนสีของปลาแฟนซีคาร์พ *Cyprinus carpio* Linn. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 121 น.
- ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรกรรมชาติวิเช. 2547. การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์อีเอ็มเพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อมวันนี้. กรุงเทพฯ: บริษัท ก.พล (1996) จำกัด. 84 น.
- สาคร เข็มจันทร์. 2542. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขยะผลิตปุ๋ยชีวภาพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยมหิดล. 109 น.
- สุพจน์ ชัยวิมล. 2544. ปุ๋ยชีวภาพ. น. 42-46. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาเนื่องในโอกาสฉลองครบรอบ 10 ปี ของการจัดตั้งสถาบันพัฒนาและส่งเสริมปัจจัยการผลิตขึ้นในกรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุภฎา ศิริรัฐนิคม, รัตติยา สะอู และ อัจฉรัตน์ สุวรรณภักดี. 2548. ระดับของสไปรูลินาในอาหารต่อการเจริญเติบโตและการเร่งสีปลาทอง (*Carassius auratus*). สงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 27 (ฉบับพิเศษ 1): 133-139.
- สุริยา สาสนรักกิจ. 2542. น้ำหมักชีวภาพ. เทคโนโลยีปุ๋ย 12 (131): 87-91.
- _____. 2544. น้ำหมักชีวภาพและปุ๋ยหมักชีวภาพ. ปทุมธานี: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขต 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 70 น.
- สุวพันธ์ รัตนรัตน์, วีระ วงศ์เจริญ และ ประไพ ชัยโรจน์. 2545. ผลการใช้ปุ๋ยหมักดินเลนนาุ้งและน้ำหมักชีวภาพในการผลิตพืชบางชนิด. น. 49-55. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2545. กรุงเทพฯ: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- สมศักดิ์ วังใน. 2538. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 193 น.
- อภิญา แสงสุวรรณ. 2546. การผลิตน้ำหมักหมักจากขยะอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 115 น.
- อมรรัตน์ เสริมวัฒนกุล และ บุญกร บำรุงธรรม. 2543. อาหารปลาสวยงาม. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำ. อ้างโดย ชิวกรณ์ จักรคำปัน. 2546. การเลี้ยงลูกปลาแฟนซีคาร์พด้วยสูตรอาหารแตกต่างกัน. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 58 น.

- อานัฐ ตันโช. 2548. จุลินทรีย์ท้องถิ่นและน้ำหมักจุลินทรีย์. เกษตรกรรมธรรมชาติ (3): 21–44.
- _____. 2549. เกษตรธรรมชาติประยุกต์ หลักการ แนวคิด เทคนิคปฏิบัติในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 300 น.
- Bauernfeind, J.C. 1981. Carotenoids as colorants and vitamin A precursors. New York (NY): Academic Press. อ้างโดย วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2527. ผลของรงควัตถุแคโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ต่อการเปลี่ยนสีของปลาแฟนซีคาร์พ *Cyprinus carpio* Linn. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 121 น.
- Bold, H.C. and M.J. Wynne. 1978. **Introduction to the Algae : Structure and Reproduction.** New York: Prentice-Hall Engle wood Cliff. 706 p.
- Cejas, J., E. Almansa, N. Tejera, S. Jerez, A. Bolaños and A. Lorenzo. 2003. Effect of dietary supplementation with shrimp on skin pigmentation and lipid composition of red porgy (*Pagrus pagrus*) alevins. *Aquaculture* 218: 457–469.
- Chatzifotis, S., M. Pavlidis, J. C. Donate, G. Vardanis, A. Sterioti and P. Divanach. 2005. The effect of different carotenoid sources on skin coloration of cultured red porgy (*Pagrus pagrus*). *Aquac. Res.* 36: 1517–1525.
- Chebbaki, K.. 2001. **Effect de la nutrición sobre la coloración de lapitel y la calidad del filete en bocinegro (*Pagrus pagrus*).** Thesis de Master. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Colla L.M., C. Reinehr, C. Reichert and J. Costa. 2007. Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under different temperature and nitrogen regimes. *Bioresource Technology* 98 (7): 1489–1493.
- Dominguez, A., M. Ferreira, P. Coutinho, J. Fabregas and A. Otero. 2005. Delivery of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* to the aquaculture food chain. *Aquaculture* 250: 424–430.
- Fox, H.M. and G. Vevers. 1960. The Nature of Animal Colours. London: Sidgwick and Jackson Limited. อ้างโดย วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2527. ผลของรงควัตถุแคโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ต่อการเปลี่ยนสีของปลาแฟนซีคาร์พ *Cyprinus carpio* Linn. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 121 น.

- Georges, C. and B. Michel. 2006. Colour changes of fillets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) fed astaxanthin or canthaxanthin during storage under controlled or modified atmosphere. **LWT**. 39: 1203–1213.
- Goksan, T., A. Zekeruyaoulu and A. Ulknur. 2007. The growth of *Spirulina platensis* in different culture systems under greenhouse condition. **Turk J Biol**. 31: 47-52.
- Hencken, H. 1974. Seminar for feed industry: the chemistry and distribution of pigments carotenoids in nature and their use for pigmentation of animal products. **Animal Nutrition Events** 5: 29-51. อ้างโดย วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2527. ผลของรงควัตถุแคโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ต่อการเปลี่ยนสีของปลาแฟนซีคาร์พ *Cyprinus carpio* Linn. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 121 น.
- Hill, C. 1980. **The Secrets of Spirulina**. California: University of the Trees Press, Boulder Creek. 218 p.
- Hoar, W.F. and D.J. Randall. 1989. Fish Physiology III. New York: Academic Press. อ้างโดย วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2527. ผลของรงควัตถุแคโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ต่อการเปลี่ยนสีของปลาแฟนซีคาร์พ *Cyprinus carpio* Linn. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 121 น.
- Isik, O., L. Hizarci, S. Sayin, S. Gokpinar, Y. Durmaz and T. Goksan. 2006. The effect of the environmental factors on the vitamin C (ascorbic acid), E (Alpha-tocopherol), β -carotene contents and the fatty acid composition of *Spirulina platensis*. **E.U. J Fish Aquat Sci**. 23: 257-61.
- Kalinowski, C.T., L.E. Robaina, H. Fernandez, D. Schuchardt and M.S. Izquierdo. 2005. Effect of different carotenoid sources and their dietary levels on the red porgy (*Pagrus pagrus*) growth and skin colour. **Aquaculture** 244: 223–231.
- Kalinowski C.T., M.S. Izquierdo, D. Schuchardt and L.E. Robaina. 2007. Dietary supplementation time with shrimp shell meal on red porgy (*Pagrus pagrus*) skin colour and carotenoid concentration. **Aquaculture** 272: 451-457.

- Kandler, O. and F. Schotz. 1956. Comparison of the carotenoids of *Spirulina* and *Oscillatoria*. **Biochemical systematisc and Ecology** 20 (8): 761-769. อ้างโดย สุริยา เลิศศิลป์.
2546. การศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ในสาหร่าย *Spirogyra* spp. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 22 น.
- Kunshan,G. and M. Zengling. 2008. Photosynthesis and growth of *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* (Cyanophyta) in response to solar UV radiation, with special reference to its minor variant. **Environmental and Experimental Botany** 63: 123–129.
- Lagler, K.F., J.E. Bardech and R.R. Miller. 1962. Ichthyology. New York: Joh Wiley & Sons Inc. อ้างโดย วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2527. ผลของรงควัตถุแคโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ต่อการเปลี่ยนสีของปลาแฟนซีคาร์พ *Cyprinus carpio* Linn. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 121 น.
- Latcha, T. 1990. Carotenoid their Nature and Significance in Animal Feed. Switzerland: F. Hoffmann-La Roche Ltd., Animal Nutrition and Health Basel. อ้างโดย สุริยา เลิศศิลป์. 2546. การศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ในสาหร่าย *Spirogyra* spp. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 22 น.
- Luciane, M.C., C.O.Reinehr, C. Reichert and J. A. Costa. 2007. Production of biomass and nutraceutical compounds by *Spirulina platensis* under diVerent temperature and nitrogen regimes. **Bioresource Technology** 98: 1489–1493.
- Nakamura, H. 1982. *Spirulina: Food for Hungry world, a Pioneer's Story in Aquaculture*. California: University of the Trees Press, Boulder Creek. 215 p.
- Nakaya, N., Y. Homma and Y. Goto. 1988. Cholesterol lowering effect of *Spirulina*. **Nutrition Reports International** 37(6): 1329-1337.
- Narumon, N. 2003. **The Study of cabbage waste fermentation to produce liquid organic fertilizer**. Bangkok: Faculty of graduate studies, Mahidol University. 146 p.
- Nuttaporn, C. 2004. **Effects of carotenoid pigments from *Rhodotorula rubra* and *Leucaena leucocephala* on colour change of fancy crap (*Cyprinus caprio* Linn.)**. Chiangmai: Graduated school Chiang Mai University. 149 p.
- Ohkubo, M., M. Tsushima, T. Maoka and T. Matsuno. 1999. Carotenoid and their metabolism in the goldfish *Carassius auratus* (Hibuna). **Comp. Biochem. Physio.** B124: 333-340.

- Oncel, S. and F. S. Vardar. 2008. Comparison of two different pneumatically mixed column photobioreactors for the cultivation of *Artrospira platensis* (*Spirulina platensis*). **Bioresource Technology** 99: 4755-4760.
- Peiretti, P.G. and G. Meineri. 2008. Effects of diets with increasing levels of *Spirulina platensis* on the performance and apparent digestibility in growing rabbits. **Livestock Science** 118:173-177.
- Sassanoa, C.E., L.A. Gioiellia, K.A. Almeidaa, S. Satoa, P. Peregob, A. Convertib and J.C. Carvalhoa. 2007. Cultivation of *Spirulina platensis* by continuous process using ammonium chloride as nitrogen source. **Biomass and Bioenergy** 31: 593–598.
- Sivasankari, S., V. Venkatesalu, M. Anantharaj and M.Chandrasekaran. 2005. Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. **Bioresource Technology** 97: 1745-1751.
- Smith, H.M. 1954. **The Freshwater fishes of Siam or Thailand**. Washington: Status Government Printing office. 622 p.
- Sommer, T.R., D. Souza and N. Morrisy. 1992. Pigmentation of adult rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, using the green algae *Haematococcus pluvialis*. **Aquaculture** 106: 63-74.
- Suharyanto, T. 2001. Optimization media from low-cost nutrient sources for growing *Spirulina platensis* and carotenoid production. **Menara Perkebunan** 69 (1): 18-28.
- Usa, B. 2004. **Cultivation of *Spirulina sp.* In bioextract from water hyacinth**. Bangkok: Faculty of graduate studies, Mahidol University. 138 p.
- Venkataraman, L.V. 1983. **Bluegreen Alga: *Spirulina***. India: Central Food Technological Research Institute, Mysore. 583 p.
- Yew, H. C. and C. S. Wen. 2005. The effects of dietary supplementation of algae and synthetic astaxanthin on body astaxanthin, survival, growth, and low dissolved oxygen stress resistance of kuruma prawn, *Marsupenaeus japonicus* Bate. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 318: 201–211.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์

วิธีวิเคราะห์ปริมาณแคโรทีนอยด์

วิธีของ Sommer et al. (1992)

1. ใส่วัตถุดิบที่ต้องการหาปริมาณแคโรทีนอยด์ ลงในบีกเกอร์ ขนาด 50 ml. วัดปริมาณ
2. เติม 95 % ethanol ปริมาตร 10 ml. เติม 60 % KOH ปริมาตร 1 ml. เพื่อตรึงเซลล์ จากนั้นนำไปทำให้เซลล์แตกด้วยเครื่อง sonicator นาน 5 นาที
3. นำไปแช่ใน water bath อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เพื่อทำการสกัดเอารงควัตถุออกจากเซลล์ แล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ก่อนนำไปปั่นแยกเซลล์ด้วยเครื่อง centrifuge ที่ 3,000 rpm เป็นเวลา 10 นาที เก็บสารละลายสีเหลืองที่ได้ใส่ในหลอดทดลองหุ้มด้วยกระดาษฟลอยด์ เพื่อป้องกันการถูกทำลายจากแสง
4. เทสารละลายสีเหลืองที่ได้ลงใน flask เติม Diethyl Ether ปริมาตร 15 ml. และ 9 % NaCl ปริมาตร 15 ml. เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้นสีเหลืองและสีใส โดยที่สารละลายสีใสจะอยู่ชั้นล่าง
5. ใช้ปิเปตดูดเอาสารละลายสีใสทิ้งไป เหลือแต่ชั้นสีเหลืองของแคโรทีนอยด์ แล้วเติม 9 % NaCl ปริมาตร 15 ml. เขย่าแล้วตั้งทิ้งไว้จนแยกชั้นสีเหลืองและสีใส จากนั้นใช้ปิเปตดูดเอาสารละลายสีใสที่อยู่ชั้นล่างทิ้งไป
6. นำสารละลายสีเหลืองใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml. แล้วปรับปริมาตรด้วย Diethyl Ether จนได้ปริมาตร 25 ml. จากนั้นเติม Sodium sulphate anhydrous เพื่อเป็นการกำจัดน้ำที่เหลือ แล้วเทลงหลอดทดลองที่หุ้มด้วยกระดาษฟลอยด์เพื่อป้องกันการถูกทำลายด้วยแสง
7. นำสารละลายสีเหลืองที่สกัดได้ ไปทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 nm แล้วบันทึกผล
8. คำนวณปริมาณแคโรทีนอยด์จากสูตร

$$\text{ปริมาณแคโรทีนอยด์ (mg/g cell dry weight)} = \frac{A_{450} \times 25 \times 1000}{260 \times \text{mg cell dry wt.}}$$

ตารางผนวก 1 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในสาหร่ายสไปรูลินาและน้ำหมักสไปรูลินา

น้ำหมักสไปรูลินา	ปริมาณแคโรทีนอยด์ (mg/g cell dry weight)
สาหร่ายสไปรูลินาสด	34.89
สไปรูลินาสดไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์	21.83
สไปรูลินาสดใส่เชื้อ EM	23.66
สไปรูลินาสดใส่เชื้อ IMOs	25.25
สไปรูลินาแห้งไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์	17.79
สไปรูลินาแห้งใส่เชื้อ EM	19.27
สไปรูลินาแห้งใส่เชื้อ IMOs	21.60

ตารางผนวก 2 ปริมาณแคโรทีนอยด์ในอาหารปลา

อาหารปลา	ปริมาณแคโรทีนอยด์ (mg/g cell dry weight)
ชุดควบคุม	2.66
สูตรที่ 1	12.85
สูตรที่ 2	13.03
สูตรที่ 3	16.32
สูตรที่ 4	10.84
สูตรที่ 5	11.53
สูตรที่ 6	12.01

ชุดควบคุม : อาหารพื้นฐาน

สูตรที่ 1 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาสดไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์

สูตรที่ 2 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาสดใส่เชื้อ EM

สูตรที่ 3 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาสดใส่เชื้อ IMOs

สูตรที่ 4 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาแห้งไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์

สูตรที่ 5 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาแห้งใส่เชื้อ EM

สูตรที่ 6 : อาหารพื้นฐานผสมน้ำหมักสไปรูลินาแห้งใส่เชื้อ IMOs



ภาคผนวก ข
พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550



พระราชบัญญัติ

ปู้ (ฉบับที่ ๒)

พ.ศ. ๒๕๕๐

ภูมิพลอดุลยเดช ป.ร.

ให้ไว้ ณ วันที่ ๓๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๐

เป็นปีที่ ๖๒ ในรัชกาลปัจจุบัน

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ประกาศว่า

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมกฎหมายว่าด้วยปู้

พระราชบัญญัตินี้มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย

จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติขึ้นไว้โดยคำแนะนำและยินยอมของ สภานิติบัญญัติแห่งชาติ ดังต่อไปนี้

มาตรา ๑ พระราชบัญญัตินี้เรียกว่า “พระราชบัญญัติปู้ (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐”

มาตรา ๒ พระราชบัญญัตินี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

มาตรา ๓ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๓ และมาตรา ๔ แห่งพระราชบัญญัติปู้ พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

หน้า ๒

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก

ราชกิจจานุเบกษา

๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

“มาตรา ๓ ในพระราชบัญญัติ”

“ปุ๋ย” หมายความว่า สารอินทรีย์ อินทรีย์สังเคราะห์ อนินทรีย์ หรือจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตาม สำหรับใช้เป็นธาตุอาหารพืชได้ไม่ว่าโดยวิธีใด หรือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ หรือชีวภาพในดินเพื่อบำรุงความเค็มโค่งพืช

“ปุ๋ยเคมี” หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์หรืออินทรีย์สังเคราะห์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยอินทรีย์เคมี แต่ไม่รวมถึง

(๑) ปุ๋ยขาว ดินมาร์ล ปุ๋ยพลาสติก อีปซัม โคลโลไมด์ หรือสารอื่นที่รัฐมนตรีกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

(๒) สารอนินทรีย์หรืออินทรีย์ไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือทำขึ้นก็ตามที่มีมุ่งหมายสำหรับการอุตสาหกรรมหรือกิจการอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

“ปุ๋ยชีวภาพ” หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้จากการนำจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่สามารถสร้างธาตุอาหารหรือช่วยให้ธาตุอาหารเป็นประโยชน์กับพืช มาใช้ในการปรับปรุงบำรุงดินทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือทางชีวเคมี และให้หมายความรวมถึงหัวเชื้อจุลินทรีย์

“ปุ๋ยอินทรีย์” หมายความว่า ปุ๋ยที่ได้หรือทำมาจากวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลิตด้วยกรรมวิธีทำให้ขึ้นกับ หมัก บด ร่อน สกัด หรือด้วยวิธีการอื่น และวัสดุอินทรีย์ถูกย่อยสลายสมบูรณ์ด้วยจุลินทรีย์ แต่ไม่ใช่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ

“ปุ๋ยอินทรีย์เคมี” หมายความว่า ปุ๋ยที่มีปริมาณธาตุอาหารรับรองแน่นอน โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

“ปุ๋ยเชิงเดี่ยว” หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักธาตุเดียว ได้แก่ ปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต หรือปุ๋ยโพแทช

“ปุ๋ยเชิงผสม” หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ได้จากการผสมปุ๋ยเคมี ชนิดหรือประเภทต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ธาตุอาหารตามต้องการ

“ปุ๋ยเชิงประกอบ” หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ทำขึ้นด้วยกรรมวิธีทางเคมี และมีธาตุอาหารหลักอย่างน้อยสองธาตุขึ้นไป

“ธาตุอาหาร” หมายความว่า ธาตุที่มีอยู่ในปุ๋ยและสามารถเป็นอาหารแก่พืชได้

“ธาตุอาหารหลัก” หมายความว่า ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส หรือโพแทสเซียม

“ธาตุอาหารรอง” หมายความว่า ธาตุอาหารแมกนีเซียม แคลเซียม หรือกำมะถัน

“ธาตุอาหารเสริม” หมายความว่า ธาตุอาหารหลัก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี โบรอน โมลิบดีนัม คลอรีน หรือธาตุอาหารอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

“ปริมาณธาตุอาหารรับรอง” หมายความว่า ปริมาณขั้นต่ำของธาตุอาหารหลักที่ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าปุ๋ยเคมีรับรองในฉลากว่ามีอยู่ในปุ๋ยเคมีที่ตนผลิตหรือนำเข้า แล้วแต่กรณี โดยคิดเป็นจำนวนร้อยละของน้ำหนักสุทธิของปุ๋ยเคมี

“ชนิดของจุลินทรีย์” หมายความว่า กลุ่มหรือสกุลของจุลินทรีย์เป็นภาษาทางวิทยาศาสตร์ของจุลินทรีย์

“หัวเชื้อจุลินทรีย์” หมายความว่า จุลินทรีย์ชีวภาพที่มีจำนวนเซลล์ต่อหน่วยสูงซึ่งถูกเพาะเลี้ยงโดยกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

“วัสดุรองรับ” หมายความว่า สิ่งที่ทำมาใช้ในการผสมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตปุ๋ยชีวภาพ

“ปริมาณจุลินทรีย์รับรอง” หมายความว่า ปริมาณขั้นต่ำที่ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้ารับรองถึงจำนวนเซลล์รวม หรือจำนวนสปอร์รวม หรือจำนวนคณหน่วยวัดอื่นที่รัฐมนตรีกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา ของจุลินทรีย์ที่มีชีวิตที่มีอยู่ในปุ๋ยชีวภาพหรือหัวเชื้อจุลินทรีย์ที่ตนผลิตหรือนำเข้า แล้วแต่กรณี

“จุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค” หมายความว่า จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ สัตว์ หรือพืช และให้หมายความรวมถึงจุลินทรีย์ที่ทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ไม่ว่าด้วยประการใด ๆ

“ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง” หมายความว่า ปริมาณขั้นต่ำของอินทรีย์วัตถุที่ผู้ผลิต หรือผู้นำเข้าปุ๋ยอินทรีย์รับรองในฉลากว่ามีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ที่ตนผลิตหรือนำเข้า แล้วแต่กรณี โดยคิดเป็นจำนวนร้อยละของน้ำหนักสุทธิของปุ๋ยอินทรีย์

“สารเป็นพิษ” หมายความว่า สารเคมีหรือสิ่งอื่นที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช จุลินทรีย์ สิ่งแวดล้อม หรือทรัพยากรอื่นได้

“ปุ๋ยเคมีมาตรฐาน” หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดสูตรและปริมาณขั้นต่ำหรือขั้นสูงของธาตุอาหารหรือสารเป็นพิษ และลักษณะจำเป็นอย่างอื่นของปุ๋ยเคมีดังกล่าวแต่ละชนิด

“ปุ๋ยเคมีเสื่อมคุณภาพ” หมายความว่า ปุ๋ยเคมีที่ล่วงอายุ หรือถูกกระทบกระเทือนด้วยปัจจัยใด ๆ อันทำให้เสื่อมคุณภาพ โดยธาตุอาหารลดน้อยลง หรือเปลี่ยนสภาพไป

“ลลาก” หมายความว่า รอยประคิษฐ์ หรือข้อความใด ๆ ซึ่งแสดงไว้ที่ภาชนะหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ย

“เอกสารกำกับปุ๋ย” หมายความว่า กระดาษหรือวัตถุอื่นใดที่ทำให้ปรากฏความหมายด้วยรูป รอยประคิษฐ์ เครื่องหมาย หรือข้อความใด ๆ อันเกี่ยวกับปุ๋ย ซึ่งสอดแทรกหรือรวมไว้กับ หรือเป็นส่วนหนึ่งของภาชนะหรือหีบห่อที่บรรจุปุ๋ย และให้หมายความรวมถึงคู่มือประกอบการใช้ปุ๋ยด้วย

“ผลิต” หมายความว่า ทำ เพาะเลี้ยงเชื้อ รวบรวม ผสม แปรรูป ปรุงแต่ง เปลี่ยนภาชนะบรรจุหรือหีบห่อบรรจุ หรือแบ่งบรรจุซึ่งปุ๋ย

“ขาย” หมายความว่า จำหน่าย จ่าย แจก แลกเปลี่ยน โอนสิทธิ หรือโอนการครอบครอง ให้แก่บุคคลอื่น ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์ในทางการค้า และให้หมายความรวมถึงการมิใช่เพื่อขายด้วย

“นำเข้า” หมายความว่า นำหรือส่งเข้ามาในราชอาณาจักร

“ส่งออก” หมายความว่า นำหรือส่งออกไปนอกราชอาณาจักร

“นำเข้า” หมายความว่า นำหรือส่งผ่านราชอาณาจักร โดยมีกระบวนการขนถ่ายหรือเปลี่ยนยานพาหนะ

“พนักงานเจ้าหน้าที่” หมายความว่า ผู้ซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้งให้ปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้

“อธิบดี” หมายความว่า อธิบดีกรมวิชาการเกษตร

“รัฐมนตรี” หมายความว่า รัฐมนตรีผู้รักษาการตามพระราชบัญญัตินี้

มาตรา ๕ ให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์รักษาการตามพระราชบัญญัตินี้ และให้มีอำนาจแต่งตั้งพนักงานเจ้าหน้าที่ ออกกฎกระทรวงกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมไม่เกินอัตราท้ายพระราชบัญญัตินี้ ยกเว้นค่าธรรมเนียม กำหนดกิจการอื่นและออกประกาศเพื่อปฏิบัติการตามพระราชบัญญัตินี้

กฎกระทรวงและประกาศนั้น เมื่อได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาแล้วให้ใช้บังคับได้

มาตรา ๕ ให้ยกเลิกความในวรรคหนึ่งของมาตรา ๕ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๕ ให้มีคณะกรรมการคณะหนึ่งเรียกว่า “คณะกรรมการปุ๋ย” ประกอบด้วย ปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นประธานกรรมการ ผู้แทนกระทรวงพาณิชย์หนึ่งคน ผู้แทนกรมพัฒนาที่ดินหนึ่งคน ผู้แทนกรมวิชาการเกษตรสองคน ผู้แทนกรมวิทยาศาสตร์บริการหนึ่งคน ผู้แทนกรมส่งเสริมการเกษตรหนึ่งคน ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหนึ่งคน

หน้า ๕

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก

ราชกิจจานุเบกษา

๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

ผู้แทนสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรหนึ่งคน และผู้ทรงคุณวุฒิอีกไม่เกินสิบคนซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้ง โดยต้องเป็นเกษตรกรสักคน ผู้แทนสมาคมที่มีกิจการเกี่ยวกับการผลิตและการค้าปุ๋ยสองคน ผู้ชำนาญการทางด้านสิ่งแวดล้อม ด้านกฎหมายและด้านปุ๋ย อีกไม่เกินสี่คน เป็นกรรมการ และให้ผู้แทนกรมวิชาการเกษตรคนหนึ่งเป็นเลขานุการ”

มาตรา ๕ ให้ยกเลิกความในวรรคสองของมาตรา ๗ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“ในกรณีที่กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพ้นจากตำแหน่งก่อนวาระ หรือในกรณีที่รัฐมนตรีแต่งตั้ง กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเพิ่มขึ้นในระหว่างที่กรรมการ ซึ่งแต่งตั้งไว้แล้วยังมีวาระอยู่ในตำแหน่ง ให้ผู้ได้รับแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งแทนหรือให้เป็นกรรมการเพิ่มขึ้นอยู่ในตำแหน่งเท่ากับวาระที่เหลืออยู่ ของกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งได้แต่งตั้งไว้แล้ว”

มาตรา ๖ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๑๐ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๑๐ ให้คณะกรรมการปุ๋ยมีอำนาจหน้าที่ให้คำแนะนำหรือความเห็นชอบแก่รัฐมนตรี หรืออธิบดี แล้วแต่กรณี ในเรื่อง

(๑) การอนุญาตการผลิตปุ๋ยเพื่อการค้า การขายปุ๋ย การนำเข้าปุ๋ย การส่งออกปุ๋ย การนำผ่านปุ๋ย การขึ้นทะเบียนปุ๋ย และการเพิกถอนทะเบียนปุ๋ย ตลอดจนการหักใช้ใบอนุญาตหรือเพิกถอนใบอนุญาต

(๒) การกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขเกี่ยวกับการผลิตปุ๋ยเพื่อการค้า การขายปุ๋ย การนำเข้าปุ๋ย การส่งออกปุ๋ย การนำผ่านปุ๋ย การนำปุ๋ยมาเป็นตัวอย่างเพื่อตรวจสอบกรรมวิธี การตรวจสอบหรือการวิเคราะห์ปุ๋ย การตรวจสอบสถานที่ผลิตปุ๋ย สถานที่ขายปุ๋ย สถานที่นำเข้าปุ๋ย สถานที่ส่งออกปุ๋ย และสถานที่เก็บปุ๋ย และการกำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย

(๓) การออกประกาศตามมาตรา ๓๓(๒) หรือมาตรา ๓๔ และการกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขตามมาตรา ๓๘

(๔) ปฏิบัติการอื่นตามที่กฎหมายกำหนด

(๕) เรื่องอื่น ๆ ตามที่รัฐมนตรีมอบหมาย”

มาตรา ๗ ให้ยกเลิกความซึ่งเป็นชื่อของหมวด ๒ และความในมาตรา ๑๒ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

หมวด ๒

การขออนุญาตและการออกใบอนุญาตเกี่ยวกับปุย

มาตรา ๑๒ ห้ามมิให้ผู้ใดผลิตเพื่อการค้า ขาย นำเข้า ส่งออก หรือนำผ่านปุยดังต่อไปนี้ เว้นแต่ได้รับใบอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่

(๑) ปุยเคมี

(๒) ปุยชีวภาพยกเว้นปุยชีวภาพที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดตามมาตรา ๓๔ (๗)

(๓) ปุยอินทรีย์ยกเว้นปุยอินทรีย์ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดตามมาตรา ๓๔ (๗)

การขออนุญาต การอนุญาต และการออกใบอนุญาตตามมาวรรคหนึ่ง ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุย

มาตรา ๘ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๑๔ แห่งพระราชบัญญัติปุย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๑๔ บทบัญญัติมาตรา ๑๒ และมาตรา ๓๕ ไม่ใช้บังคับแก่

(๑) การนำเข้าหรือการส่งออกปุย เพื่อประโยชน์ในการค้นคว้า ทดลอง หรือวิจัย

(๒) การผลิต การนำเข้า หรือการส่งออกปุย เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการขึ้นทะเบียนปุย หรือเพื่อพิจารณาในการสั่งซื้อ

(๓) การนำเข้าหรือการส่งออกปุยครั้งหนึ่งในปริมาณไม่เกินชนิดละห้าสิบกิโลกรัมหรือห้าลิตร

ผู้ดำเนินการที่ได้รับการยกเว้นตามวรรคหนึ่งจะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุย

มาตรา ๘ ให้ยกเลิกความในวรรคหนึ่งของมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติปุย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๑๕ ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ออกใบอนุญาตให้ผลิตเพื่อการค้า ขาย นำเข้า หรือส่งออกปุย เมื่อปรากฏว่าผู้ขอรับใบอนุญาต

(๑) เป็นเจ้าของกิจการ

(๒) มีถิ่นที่อยู่หรือสำนักงานในประเทศไทย

(๓) มีสถานที่ผลิตปุยเพื่อการค้า สถานที่ขายปุย สถานที่นำเข้าปุย สถานที่ส่งออกปุย หรือสถานที่เก็บปุย

(๔) ใช้ชื่อในการประกอบพาณิชย์กิจไม่ซ้ำหรือคล้ายคลึงกับชื่อที่ใช้ในการประกอบพาณิชย์กิจของผู้รับใบอนุญาตอยู่แล้ว หรือผู้ซึ่งอยู่ในระหว่างถูกสั่งพักใช้ใบอนุญาต หรือถูกเพิกถอนใบอนุญาต ยังไม่ครบหนึ่งปี”

มาตรา ๑๐ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๑๖ แห่งพระราชบัญญัติปฎิ พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๑๖ ประเภทของใบอนุญาต มีดังต่อไปนี้

- (๑) ใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้า
- (๒) ใบอนุญาตผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้า
- (๓) ใบอนุญาตผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า
- (๔) ใบอนุญาตขายปุ๋ย
- (๕) ใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ย
- (๖) ใบอนุญาตส่งออกปุ๋ย
- (๗) ใบอนุญาตนำกากปุ๋ย

ให้ถือว่าผู้ได้รับใบอนุญาตตาม (๑) (๒) หรือ (๓) เป็นผู้ได้รับใบอนุญาตตาม (๔) สำหรับปุ๋ยที่ตนผลิต และผู้ได้รับใบอนุญาตตาม (๕) เป็นผู้ได้รับใบอนุญาตตาม (๔) สำหรับปุ๋ยที่ตนนำเข้าแล้วแต่กรณี”

มาตรา ๑๑ ให้ยกเลิกความในวรรคหนึ่งของมาตรา ๑๘ แห่งพระราชบัญญัติปฎิ พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๑๘ ใบอนุญาตตามมาตรา ๑๖ ให้ใช้ได้ในระยะเวลาดังต่อไปนี้

- (๑) ใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้า ใบอนุญาตผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้าหรือใบอนุญาตผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า ให้ใช้ได้ห้าปีนับแต่วันที่ออกใบอนุญาต
- (๒) ใบอนุญาตขายปุ๋ย ให้ใช้ได้หนึ่งปีนับแต่วันที่ออกใบอนุญาต
- (๓) ใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ย ให้ใช้ได้ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตแต่ไม่เกินหนึ่งปีนับแต่วันที่ออกใบอนุญาต
- (๔) ใบอนุญาตส่งออกปุ๋ย ให้ใช้ได้ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตแต่ไม่เกินหนึ่งปีนับแต่วันที่ออกใบอนุญาต

หน้า ๘

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก

ราชกิจจานุเบกษา

๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

(๕) ใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ย ให้ใช้ได้ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในใบอนุญาตแต่ไม่เกินหกเดือนนับแต่วันที่ออกใบอนุญาต”

มาตรา ๑๒ ให้ยกเลิกความซึ่งเป็นชื่อของหมวด ๓ และความในมาตรา ๒๐ และมาตรา ๒๑ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“หมวด ๓

หน้าที่ของผู้รับใบอนุญาตเกี่ยวกับปุ๋ย

มาตรา ๒๐ ห้ามมิให้ผู้รับใบอนุญาต

(๑) ผลิตหรือขายปุ๋ยนอกสถานที่ที่กำหนดไว้ในใบอนุญาต เว้นแต่เป็นการขายส่งตรงต่อผู้รับใบอนุญาตขายปุ๋ย

(๒) ผลิตหรือนำเข้าปุ๋ยไม่ตรงตามใบสำคัญการขึ้นทะเบียน

มาตรา ๒๑ ให้ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้าปฏิบัติตามต่อไปนี้

(๑) จัดให้มีป้ายไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่ายจากภายนอกอาคารแสดงว่าเป็นสถานที่ผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้า ทั้งนี้ ลักษณะ ขนาดของป้าย และข้อความที่แสดงในป้ายให้ยื่นไปตามที่อธิบดีกำหนด

(๒) แสดงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยเคมีไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่าย ณ ที่ทำการที่ระบุไว้ในใบอนุญาต

(๓) จัดให้มีการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีทุกครั้งที่เกิดขึ้นก่อนนำออกจากสถานที่ผลิตโดยมีหลักฐานแสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ทุกครั้ง ซึ่งต้องเก็บรักษาไว้ไม่น้อยกว่าสิบปี

(๔) จัดให้มีฉลากภาษาไทยที่ภาษาหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยเคมีที่ผลิตขึ้น โดยผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้ารับรองความถูกต้องของข้อความในฉลาก และในฉลากต้องแสดง

- (ก) ชื่อทางการค้า และมีคำว่า ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยเคมีมาตรฐาน หรือปุ๋ยอินทรีย์เคมี แล้วแต่กรณี
- (ข) เครื่องหมายการค้า หรือเครื่องหมายอื่นใดซึ่งแสดงที่ภาษาหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยเคมี
- (ค) ปริมาณธาตุอาหารรับรอง
- (ง) น้ำหนักสุทธิหรือขนาดบรรจุของปุ๋ยเคมีตามระบบเมตริก
- (จ) ชื่อผู้ผลิต และที่ตั้งสำนักงานและสถานที่ผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้า
- (ฉ) ชื่อทางเคมีและปริมาณของสารเป็นพิษที่อยู่ในปุ๋ยเคมี

(ข) ข้อความอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดให้มีในฉลาก

(๕) จัดให้มีเอกสารกำกับปุ๋ยเคมีตามที่ขึ้นทะเบียนไว้ ทั้งนี้ ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด

(๖) จัดให้มีคำชี้แจง วิธีใช้ และคำเตือน ตลอดจนการเก็บรักษาไว้ในเอกสารกำกับปุ๋ยเคมี ในกรณีที่ปุ๋ยเคมีมีสารเป็นพิษผสมอยู่ด้วย

(๗) การอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ความใน (๔) และ (๕) ไม่ใช้บังคับแก่ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้าซึ่งขายปุ๋ยเคมีที่ตนผลิตโดยมิได้บรรจุภาชนะหรือหีบห่อให้แก่ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้ารายอื่น"

มาตรา ๑๓ ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นมาตรา ๒๑/๑ และมาตรา ๒๑/๒ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘

"มาตรา ๒๑/๑ ให้ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้าปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

(๑) จัดให้มีป้ายไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่ายจากภายนอกอาคาร แสดงว่าเป็นสถานที่ผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้า ทั้งนี้ ลักษณะ ขนาดของป้าย และข้อความที่แสดงในป้ายให้เป็นไปตามที่อธิบดีกำหนด

(๒) แสดงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยชีวภาพไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่าย ณ ที่ทำการที่ระบุไว้ในใบอนุญาต

(๓) จัดให้มีการควบคุมคุณภาพปุ๋ยชีวภาพทุกครั้งที่เกิดขึ้นก่อนนำออกจากสถานที่ผลิต โดยมีหลักฐานแสดงรายละเอียดของผลการตรวจสอบจุลินทรีย์ทุกครั้ง ซึ่งต้องเก็บรักษาไว้ไม่น้อยกว่าสิบปี

(๔) จัดให้มีฉลากภาษาไทยที่ภาษาหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตขึ้น โดยผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้ารับรองความถูกต้องของข้อความในฉลาก และในฉลากต้องแสดง

(ก) ชื่อทางการค้า และมีคำว่า ปุ๋ยชีวภาพ

(ข) เครื่องหมายการค้า หรือเครื่องหมายอื่นใดซึ่งแสดงที่ภาษาหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยชีวภาพ

(ค) ปริมาณจุลินทรีย์รับรอง

(ง) วิธีการเก็บรักษา

(จ) น้ำหนักสุทธิหรือขนาดบรรจุของปุ๋ยชีวภาพตามระบบเมตริก

(ฉ) วัสดุรองรับของปุ๋ยชีวภาพ

(ช) ชื่อผู้ผลิต และที่ตั้งสำนักงานและสถานที่ผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้า

(ซ) วันที่ผลิตและวันสิ้นอายุของปุ๋ยชีวภาพ

(๓) ข้อความอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดให้มีในฉลาก

(๔) จัดให้มีเอกสารกำกับปุ๋ยชีวภาพตามที่ขึ้นทะเบียนไว้ ทั้งนี้ ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด

(๕) จัดให้มีคำชี้แจง วิธีใช้ และคำเตือน ตลอดจนการเก็บรักษาไว้ในเอกสารกำกับปุ๋ยชีวภาพ ในกรณีที่ปุ๋ยชีวภาพมีสารเป็นพิษผสมอยู่ด้วย

(๖) การอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ความใน (๔) และ (๕) ไม่ใช้บังคับแก่ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้าซึ่งขายปุ๋ยชีวภาพที่ตนผลิตโดยมิได้บรรจุภาชนะหรือหีบห่อให้แก่ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้ารายอื่น มาตรา ๒๑๒ ให้ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

(๑) จัดให้มีป้ายไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่ายจากภายนอกอาคาร แสดงว่าเป็นสถานที่ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า ทั้งนี้ ลักษณะ ขนาดของป้าย และข้อความที่แสดงในป้ายให้เป็นไปตามที่อธิบดีกำหนด

(๒) แสดงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่าย ณ ที่ทำการที่ระบุไว้ในใบอนุญาต

(๓) จัดให้มีการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ทุกครั้งที่เกิดขึ้นก่อนนำออกจากสถานที่ผลิต โดยมีหลักฐานแสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ทุกครั้ง ซึ่งต้องเก็บรักษาไว้ไม่น้อยกว่าสิบปี

(๔) จัดให้มีฉลากภาษาไทยที่ภาชนะหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นโดยผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้ารับรองความถูกต้องของข้อความในฉลาก และในฉลากต้องแสดง

(ก) ชื่อทางการค้า และมีคำว่า ปุ๋ยอินทรีย์

(ข) เครื่องหมายการค้า หรือเครื่องหมายอื่นใดซึ่งแสดงที่ภาชนะหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยอินทรีย์

(ค) ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง

(ง) น้ำหนักสุทธิหรือขนาดบรรจุของปุ๋ยอินทรีย์ตามระบบเมตริก

(จ) ชื่อผู้ผลิต และที่ตั้งสำนักงานและสถานที่ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า

(ฉ) ข้อความอื่นที่รัฐมนตรีกำหนดให้มีในฉลาก

(๕) จัดให้มีเอกสารกำกับปุ๋ยอินทรีย์ตามที่ขึ้นทะเบียนไว้ ทั้งนี้ ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก

หน้า ๑๑
ราชกิจจานุเบกษา

๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

(๖) จัดให้มีคำชี้แจง วิธีใช้ และคำเตือน ตลอดจนการเก็บรักษาไว้ในเอกสารกำกับปุ๋ยอินทรีย์ในกรณีที่มีปุ๋ยอินทรีย์มีสารเป็นพิษผสมอยู่ด้วย

(๗) การขึ้นตามতিরู่มนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ความใน (๔) และ (๕) "ไม่ใช้บังคับแก่ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าซึ่งขายปุ๋ยอินทรีย์ที่ตนผลิตโดยมิได้บรรจุภาชนะหรือหีบห่อให้แก่ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้ารายอื่น"

มาตรา ๑๔ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๒๒ และมาตรา ๒๓ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"มาตรา ๒๒ ให้ผู้รับใบอนุญาตขายปุ๋ยปฏิบัติดังต่อไปนี้

(๑) จัดให้มีป้ายไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่ายจากภายนอกอาคารหรือสถานที่ทำการ แสดงว่าเป็นสถานที่ขายปุ๋ย ทั้งนี้ ลักษณะ ขนาดของป้าย และข้อความที่แสดงในป้าย ให้เป็นไปตามที่อธิบดีกำหนด

(๒) จัดให้มีการแยกเก็บปุ๋ยเป็นส่วนสัดส่วนต่างหากจากสิ่งบริโภคมตามสมควร

(๓) รักษาภาชนะที่ภาชนะหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยและเอกสารกำกับปุ๋ยตามที่กำหนดไว้ในมาตรา ๒๑ (๔) (๕) และ (๖) มาตรา ๒๑ (๔) (๕) และ (๖) มาตรา ๒๑ (๔) (๕) และ (๖) หรือมาตรา ๒๓ (๕) และ (๖) แล้วแต่กรณี ให้คงอยู่โดยครบถ้วนและชัดเจน

(๔) ในกรณีที่ผู้ขายแบ่งปุ๋ยเดิมจากภาชนะหรือหีบห่อบรรจุเพื่อขายปลีก ผู้ขายต้องระบุปริมาณธาตุอาหารรับรองให้ตรงกับปุ๋ยเดิมที่แบ่งขายนั้น

(๕) รักษาภาชนะหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยให้คงอยู่ในสภาพเรียบร้อย ถ้าภาชนะหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยชำรุด ให้เปลี่ยนภาชนะหรือหีบห่อบรรจุได้ แต่ต้องจัดให้มีข้อความตรงกับภาชนะหรือหีบห่อบรรจุเดิมที่ชำรุด

(๖) การขึ้นตามতিরู่มนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

มาตรา ๒๓ ให้ผู้รับใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ยปฏิบัติดังต่อไปนี้

(๑) แจ้งการนำเข้าปุ๋ยแต่ละชนิดต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ทุกครั้งก่อนนำเข้า ตามหลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด

(๒) จัดให้มีป้ายไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่ายจากภายนอกอาคารหรือสถานที่ทำการแสดงว่าเป็นสถานที่นำเข้าปุ๋ย ทั้งนี้ ลักษณะ ขนาดของป้าย และข้อความที่แสดงในป้าย ให้เป็นไปตามที่อธิบดีกำหนด

(๓) แสดงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่าย ณ ที่ทำการที่ระบุไว้ในใบอนุญาต

(๔) จัดให้มีใบรับรองของผู้ผลิตปุ๋ยซึ่งแสดงรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ปุ๋ยทุกครั้งที่น่าเข้าปุ๋ย

(๕) จัดให้มีฉลากภาษาไทยที่ภาษาหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ยที่กำหนดไว้ในมาตรา ๒๑ (๔) มาตรา ๒๑/๑ (๔) หรือมาตรา ๒๑/๒ (๔) แล้วแต่กรณี

(๖) จัดให้มีเอกสารกำกับปุ๋ยตามที่ขึ้นทะเบียนไว้ ทั้งนี้ ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด

(๗) การอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ความใน (๕) และ (๖) ไม่ใช้บังคับแก่ผู้นำเข้าปุ๋ยที่ได้รับบรรจุภาษาหรือหีบห่อ

มาตรา ๑๕ ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นมาตรา ๒๓/๑ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘

“มาตรา ๒๓/๑ ให้ผู้รับใบอนุญาตส่งออกปุ๋ยปฏิบัติดังต่อไปนี้

(๑) แจ้งการส่งออกปุ๋ยแต่ละชนิดต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ทุกครั้งที่จะส่งออกปุ๋ย

(๒) จัดให้มีฉลากตามที่อธิบดีกำหนด

(๓) การอื่นตามที่รัฐมนตรีประกาศในราชกิจจานุเบกษา”

มาตรา ๑๖ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๒๕ และมาตรา ๒๖ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๒๕ ผู้รับใบอนุญาตต้องแสดงใบอนุญาตหรือใบแทนใบอนุญาตไว้ในที่เปิดเผยซึ่งเห็นได้ง่าย ณ สถานที่ผลิตปุ๋ยเพื่อการค้า สถานที่ขายปุ๋ย สถานที่นำเข้าปุ๋ยหรือสถานที่ส่งออกปุ๋ยแล้วแต่กรณี

มาตรา ๒๖ ผู้รับใบอนุญาตซึ่งประสงค์จะย้ายสถานที่ผลิตปุ๋ยเพื่อการค้า สถานที่ขายปุ๋ย สถานที่นำเข้าปุ๋ย สถานที่ส่งออกปุ๋ย หรือสถานที่เก็บปุ๋ย แล้วแต่กรณี ต้องแจ้งย้ายสถานที่ดังกล่าวเป็นหนังสือต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ภายในสิบห้าวันนับแต่วันที่ย้าย”

มาตรา ๑๗ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๒๘ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๒๘ ผู้รับใบอนุญาตซึ่งได้แจ้งการเลิกกิจการ ต้องขายปุ๋ยของคนที่เหลืออยู่ให้หมดภายในกำหนดหกสิบวันนับแต่วันเลิกกิจการ เว้นแต่พนักงานเจ้าหน้าที่จะผ่อนผันขายกำหนดเวลาดังกล่าวให้

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก

หน้า ๑๓
ราชกิจจานุเบกษา

๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

เมื่อครบกำหนดเวลาตามวรรคหนึ่ง หากปรากฏว่าผู้รับใบอนุญาตซึ่งได้แจ้งการเลิกกิจการ ยังจัดการขายปุยที่เหลืออยู่ไม่หมด ให้พนักงานเจ้าหน้าที่นำปุยที่เหลืออยู่นั้นออกขายทอดตลาด หรือ ขายโดยวิธีอื่นใดตามที่อธิบดีเห็นสมควร เงินที่ได้จากการขายปุยดังกล่าวเมื่อได้หักค่าใช้จ่ายแล้ว ให้คืน แก่เจ้าของปุยหรือผู้ซึ่งมีสิทธิรับเงินนั้น”

มาตรา ๑๘ ให้ยกเลิกความซึ่งเป็นชื่อของหมวด ๔ และความในมาตรา ๓๐ และมาตรา ๓๑ แห่งพระราชบัญญัติปุย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“หมวด ๔
การควบคุมปุย

มาตรา ๓๐ ห้ามมิให้ผู้ใดผลิตเพื่อการค้าขาย หรือนำเข้าปุยดังต่อไปนี้

- (๑) ปุยปลอม
- (๒) ปุยเคมีผิดมาตรฐาน
- (๓) ปุยเคมีเสื่อมคุณภาพ เว้นแต่กรณีตามมาตรา ๓๑
- (๔) ปุยชีวภาพต่ำกว่าเกณฑ์ หรือปุยอินทรีย์ต่ำกว่าเกณฑ์
- (๕) ปุยที่ต้องขึ้นทะเบียน แต่ไม่ได้ขึ้นทะเบียนไว้
- (๖) ปุยที่รัฐมนตรีสั่งเพิกถอนทะเบียน
- (๗) ปุยที่มีสารเป็นพิษเกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

มาตรา ๓๑ ผู้รับใบอนุญาตผู้ใดมีปุยเคมีเสื่อมคุณภาพไว้ในครอบครองต้องแจ้งต่อพนักงาน เจ้าหน้าที่ และหากประสงค์จะขายต้องขออนุญาตต่อพนักงานเจ้าหน้าที่และต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด”

มาตรา ๑๙ ให้ยกเลิกความใน (๕) ของมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติปุย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“(๕) ปุยเคมีที่ผลิตขึ้นโดยมีปริมาณธาตุอาหารรับรองธาตุใดธาตุหนึ่งต่ำกว่าร้อยละสิบตามที่ ขึ้นทะเบียนไว้หรือที่ระบุไว้ในฉลาก”

มาตรา ๒๐ ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นมาตรา ๓๒/๑ และมาตรา ๓๒/๒ แห่งพระราชบัญญัติปุย พ.ศ. ๒๕๑๘

“มาตรา ๓๒.๑ ปุ๋ยชีวภาพที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ให้ถือว่าเป็นปุ๋ยชีวภาพปลอม

(๑) ปุ๋ยชีวภาพที่แสดงชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้าหรือที่ตั้งสถานที่ผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้า ซึ่งไม่ตรงกับความจริง

(๒) ปุ๋ยชีวภาพที่แสดงว่าเป็นปุ๋ยชีวภาพที่ขึ้นทะเบียนไว้ ซึ่งไม่ตรงกับความจริง

(๓) ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตขึ้นโดยวิธีของจุลินทรีย์ไม่ตรงตามที่ขึ้นทะเบียนไว้หรือที่ระบุไว้ในฉลาก

มาตรา ๓๒.๒ ปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ให้ถือว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ปลอม

(๑) วัสดุที่ทำเทียมทั้งหมดหรือแต่บางส่วนเพื่อให้ผู้อื่นหลงเชื่อหรือสำคัญผิดว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์

(๒) ปุ๋ยอินทรีย์ที่แสดงชื่อว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์อื่น ซึ่งไม่ตรงกับความจริง

(๓) ปุ๋ยอินทรีย์ที่แสดงชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าหรือที่ตั้งสถานที่ผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้า ซึ่งไม่ตรงกับความจริง

(๔) ปุ๋ยอินทรีย์ที่แสดงว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ขึ้นทะเบียนไว้ ซึ่งไม่ตรงกับความจริง

(๕) ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นโดยที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรองต่ำกว่าร้อยละสิบตามที่ขึ้นทะเบียนไว้หรือที่ระบุไว้ในฉลาก”

มาตรา ๒๑ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๓๑ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๓๑ ปุ๋ยเคมีที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ให้ถือว่าเป็นปุ๋ยเคมีผิดมาตรฐาน

(๑) ปุ๋ยเคมีที่ผลิตขึ้นโดยที่ปริมาณธาตุอาหารรับรองธาตุใดธาตุหนึ่งต่ำกว่าที่ขึ้นทะเบียนไว้หรือตามเกณฑ์ของปุ๋ยเคมีมาตรฐาน แต่ไม่ถึงขนาดเป็นปุ๋ยเคมีปลอมตามมาตรา ๓๒ (๕)

(๒) ปุ๋ยเคมีที่ผลิตขึ้นโดยมีความบริสุทธิ์หรือมีลักษณะอย่างอื่นที่สำคัญต่อคุณภาพของปุ๋ยเคมีผิดไปจากเกณฑ์ที่ขึ้นทะเบียนไว้หรือผิดไปจากเกณฑ์ของปุ๋ยเคมีมาตรฐาน

(๓) ปุ๋ยอินทรีย์เคมีที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าที่ขึ้นทะเบียนไว้หรือที่ระบุไว้ในฉลาก”

มาตรา ๒๒ ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นมาตรา ๓๓/๑ และมาตรา ๓๓/๒ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘

“มาตรา ๓๓.๑ ปุ๋ยชีวภาพที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ให้ถือว่าเป็นปุ๋ยชีวภาพต่ำกว่าเกณฑ์

(๑) ปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตขึ้นโดยมีปริมาณจุลินทรีย์รับรองชนิดใดชนิดหนึ่งต่ำกว่าที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้หรือที่ระบุไว้ในฉลาก

(๒) ปุ๋ยชีวภาพที่สั้นอายุ

มาตรา ๓๓/๒ เพื่อประโยชน์ในการควบคุมคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ ให้อธิบดีโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุ๋ยมีอำนาจกำหนดเกณฑ์เกี่ยวกับปริมาณอินทรีย์วัตถุอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน หรือลักษณะจำเป็นอย่างอื่นของปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้ ให้ถือว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ต่ำกว่าเกณฑ์

- (๑) ปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่อธิบดีกำหนดไว้ในวรรคหนึ่ง
- (๒) ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นโดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรองต่ำกว่าที่ขึ้นทะเบียนไว้หรือที่ระบุไว้ในฉลาก แต่ไม่ถึงขนาดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ปลอมตามมาตรา ๓๒/๒ (๕)"

มาตรา ๒๓ ให้ยกเลิกความซึ่งเป็นชื่อของหมวด ๕ และความในมาตรา ๓๔ มาตรา ๓๕ และมาตรา ๓๖ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๔๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“หมวด ๕

การประกาศ การขึ้นทะเบียน และการโฆษณาเกี่ยวกับปุ๋ย

มาตรา ๓๔ ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการปุ๋ยมีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา ดังต่อไปนี้

- (๑) ปุ๋ยเคมีมาตรฐาน โดยกำหนด เปลี่ยนแปลง หรือยกเลิกสูตร ปริมาณขั้นต่ำหรือขั้นสูงของปริมาณธาตุอาหารรับรองหรือสารเป็นพิษที่ให้มีในปุ๋ยเคมีได้ และลักษณะจำเป็นอย่างอื่นของปุ๋ยเคมีมาตรฐานแต่ละชนิด ทั้งนี้ ให้การกำหนด เปลี่ยนแปลง หรือยกเลิกดังกล่าวข้างต้นมีผลใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดสามสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา

- (๒) วัตถุที่ใช้ทำเป็นภาชนะหรือหีบห่อบรรจุปุ๋ย รวมทั้งวิธีปิดผนึกหรือเย็บภาชนะหรือหีบห่อดังกล่าวข้างต้น

- (๓) กำหนดน้ำหนักสุทธิหรือขนาดบรรจุในภาชนะ หรือหีบห่อเพื่อการค้าของปุ๋ย

- (๔) กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์และเกณฑ์คลาดเคลื่อนสำหรับการวิเคราะห์ตรวจสอบตัวอย่างปุ๋ย

- (๕) กำหนดปุ๋ยที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขึ้นทะเบียน โดยให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุ๋ย

- (๖) กำหนดปริมาณขั้นสูงของสารเป็นพิษที่ให้มีในปุ๋ยนอกจากปุ๋ยเคมีมาตรฐาน

(๗) กำหนดปุ๋ยชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้รับการยกเว้นไม่ต้องขออนุญาตในการผลิตเพื่อการค้าขาย โดยให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุ๋ย

(๘) ห้ามส่งออกปุ๋ยชนิดใด ๆ ในกรณีที่มีความจำเป็นเพื่อป้องกันและแก้ไขการขาดแคลนปุ๋ย มาตรา ๓๕ ผู้รับใบอนุญาตผลิตปุ๋ยเพื่อการค้าหรือผู้รับใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ยผู้ใดประสงค์จะผลิตหรือนำเข้าปุ๋ยชนิดอื่นใด นอกจากปุ๋ยเคมีมาตรฐานและปุ๋ยที่รัฐมนตรีกำหนดตามมาตรา ๓๕ (๕) ต้องนำปุ๋ยชนิดนั้นมาขอขึ้นทะเบียนก่อนพนักงานเจ้าหน้าที่เสียก่อนและเมื่อได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยแล้ว จึงจะผลิตหรือนำเข้าปุ๋ยนั้นได้

มาตรา ๓๖ ผู้ขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยเคมีตามมาตรา ๓๕ ต้องส่งตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ขดขึ้นทะเบียน พร้อมทั้งแจ้งรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- (๑) ชื่อปุ๋ยเคมี
- (๒) วัตถุอื่นเป็นส่วนประกอบของปุ๋ยเคมี
- (๓) ปริมาณธาตุอาหารรับรอง
- (๔) ปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม ต้องแจ้งชนิดและปริมาณธาตุอาหารดังกล่าว
- (๕) น้ำหนักสุทธิหรือขนาดบรรจุและภาชนะหรือหีบห่อบรรจุ
- (๖) ชื่อผู้ผลิตและสถานที่ผลิตปุ๋ยเคมี
- (๗) วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี
- (๘) วิธีการผลิตปุ๋ยเคมีโดยย่อ
- (๙) ฉลาก
- (๑๐) เอกสารกำกับปุ๋ยเคมี
- (๑๑) รายงานการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยอื่นที่อธิบดีกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุ๋ย
- (๑๒) รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติและสรรพคุณ

มาตรา ๒๔ ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นมาตรา ๓๖/๑ และมาตรา ๓๖/๒ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘

“มาตรา ๓๖/๑ ผู้ขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยชีวภาพตามมาตรา ๓๕ ต้องส่งตัวอย่างปุ๋ยชีวภาพที่ขอขึ้นทะเบียน พร้อมทั้งแจ้งรายละเอียด ดังต่อไปนี้

- (๑) ประเภทหรือชนิดของปุ๋ยชีวภาพ
 - (๒) วัตถุประสงค์ของปุ๋ยชีวภาพ
 - (๓) ชนิดของจุลินทรีย์และปริมาณจุลินทรีย์รับรอง
 - (๔) น้ำหนักสุทธิหรือขนาดบรรจุและภาชนะหรือหีบห่อบรรจุ
 - (๕) ชื่อผู้ผลิตและสถานที่ผลิตปุ๋ยชีวภาพ
 - (๖) วิธีตรวจวิเคราะห์
 - (๗) วิธีการผลิตปุ๋ยชีวภาพโดยย่อ
 - (๘) ฉลาก
 - (๙) เอกสารกำกับปุ๋ยชีวภาพ
 - (๑๐) รายงานการวิเคราะห์จุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยของทางราชการ หรือห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยอื่นที่อธิบดีกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุ๋ย
 - (๑๑) รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติและสรรพคุณ
- มาตรา ๓๖.๒ ผู้ขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรา ๓๕ ต้องส่งตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ที่ขอขึ้นทะเบียนพร้อมทั้งแจ้งรายละเอียด ดังต่อไปนี้
- (๑) ประเภทหรือชนิดของปุ๋ยอินทรีย์
 - (๒) วัตถุประสงค์เป็นส่วนประกอบหลักของปุ๋ยอินทรีย์
 - (๓) ปริมาณอินทรีย์วัตถุรับรอง
 - (๔) น้ำหนักสุทธิหรือขนาดบรรจุและภาชนะหรือหีบห่อบรรจุ
 - (๕) ชื่อผู้ผลิตและสถานที่ผลิตปุ๋ยอินทรีย์
 - (๖) วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์
 - (๗) วิธีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์โดยย่อ
 - (๘) ฉลาก
 - (๙) เอกสารกำกับปุ๋ยอินทรีย์
 - (๑๐) รายงานการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยของทางราชการหรือห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยอื่นที่อธิบดีกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุ๋ย
 - (๑๑) รายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติและสรรพคุณ”

มาตรา ๒๕ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๓๗ และมาตรา ๓๘ แห่งพระราชบัญญัติปู้ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๓๗ การแก้ไขรายการทะเบียนปู้ยจะกระทำโดยยื่นขอรับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่

มาตรา ๓๘ การขอขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียน การขอแก้ไขรายการทะเบียน หรือการแก้ไขรายการทะเบียนปู้ย ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปู้ย”

มาตรา ๒๖ ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็นมาตรา ๓๘/๑ แห่งพระราชบัญญัติปู้ย พ.ศ. ๒๕๑๘

“มาตรา ๓๘/๑ ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ปู้ย ให้ชำระตามอัตรา วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด”

มาตรา ๒๗ ให้ยกเลิกความในวรรคหนึ่งของมาตรา ๓๘ แห่งพระราชบัญญัติปู้ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๓๘ ห้ามมิให้พนักงานเจ้าหน้าที่รับขึ้นทะเบียนปู้ย เมื่อคณะกรรมการปู้ย เห็นว่า

(๑) รายละเอียดในการขอขึ้นทะเบียนปู้ยไม่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ในมาตรา ๓๖ มาตรา ๓๖-๑ หรือมาตรา ๓๖-๒ แล้วแต่กรณี หรือการขอแก้ไขรายการทะเบียนปู้ยไม่ถูกต้องตามที่กำหนดไว้ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนดตามมาตรา ๓๘

(๒) เป็นปู้ยปลอม

(๓) เป็นปู้ยที่มีสารเป็นพิษ หรือที่มีจุลินทรีย์ที่ผลิตสารเป็นพิษหรือจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค เกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

(๔) เป็นปู้ยที่ใช้ชื่อทำนองโอ้อวด ไม่สุภาพ หรืออาจทำให้เข้าใจผิดจนเกิดความจริง

(๕) ปู้ยที่ขอขึ้นทะเบียนนั้นไม่สามารถเชื่อถือในสรรพคุณได้

(๖) เป็นปู้ยที่รัฐมนตรีสั่งเพิกถอนทะเบียน เว้นแต่ระยะเวลาได้ล่วงพ้นไปแล้วไม่น้อยกว่า สามปีนับแต่วันที่ถูกสั่งเพิกถอนทะเบียน”

มาตรา ๒๘ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๔๐ แห่งพระราชบัญญัติปู้ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๔๐ ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปู้ย ให้มีอายุห้าปีนับแต่วันออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียน และสามารถต่ออายุได้ครั้งละห้าปี

ถ้าผู้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยประสงค์จะขอต่ออายุใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ย จะต้องยื่นคำขอก่อนใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยนั้นสิ้นอายุ เมื่อได้ยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ดำเนินการต่อไปได้จนกว่าพนักงานเจ้าหน้าที่จะสั่งไม่อนุญาตให้ต่ออายุ

การขอต่ออายุใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยและการอนุญาตให้ต่ออายุ ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด

มาตรา ๒๕ ให้ยกเลิกความในวรรคหนึ่งของมาตรา ๔๑ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๔๑ ปุ๋ยที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้แล้ว หากภายหลังปรากฏว่าปุ๋ยนั้นอาจไม่ปลอดภัยแก่ผู้ใช้ หรือเป็นปุ๋ยปลอม ปุ๋ยเคมีผิดมาตรฐาน ปุ๋ยชีวภาพต่ำกว่าเกณฑ์หรือปุ๋ยอินทรีย์ต่ำกว่าเกณฑ์ ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการปุ๋ยมีอำนาจสั่งเพิกถอนทะเบียนปุ๋ยนั้นได้ คำสั่งเพิกถอนทะเบียนปุ๋ยนั้น ให้แจ้งเป็นหนังสือให้ผู้ถูกสั่งเพิกถอนทะเบียนปุ๋ยทราบ และประกาศในราชกิจจานุเบกษา ผู้ถูกสั่งเพิกถอนทะเบียนปุ๋ยต้องส่งใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยนั้นต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ภายในสิบห้าวันนับแต่วันที่ได้รับคำสั่งเพิกถอนทะเบียนปุ๋ย”

มาตรา ๓๐ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๔๒ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๔ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๔๒ กรณีใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยสูญหายหรือถูกทำลายในสาระสำคัญ ให้ผู้รับใบอนุญาตแจ้งต่อพนักงานเจ้าหน้าที่และยื่นคำขอรับใบแทนใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยภายในสิบห้าวันนับแต่วันที่ทราบถึงการสูญหายหรือถูกทำลายดังกล่าว

การขอรับใบแทนใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยและการออกใบแทนใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ย ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด

มาตรา ๔๓ ผู้โฆษณาขายปุ๋ยจะต้อง

(๑) ไม่แสดงสรรพคุณปุ๋ยเป็นเท็จหรือเกินความจริง

(๒) ไม่ทำให้เข้าใจว่ามีวัตถุใดเป็นคั่วปุ๋ยหรือเป็นส่วนประกอบของปุ๋ย ซึ่งความจริงไม่มีวัตถุหรือส่วนประกอบนั้นในปุ๋ย หรือมีแต่ไม่เท่าที่ ทำให้เข้าใจ

(๓) ไม่มีการรับรองหรือยกย่องสรรพคุณปุ๋ยโดยบุคคลอื่น

มาตรา ๔๔ ในการปฏิบัติหน้าที่ตามพระราชบัญญัตินี้ พนักงานเจ้าหน้าที่มีอำนาจ

หน้า ๒๐
เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก ราชกิจจานุเบกษา ๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

(๑) เข้าไปในสถานที่ผลิตปุ๋ยเพื่อการค้า สถานที่ขายปุ๋ย สถานที่นำเข้าปุ๋ย สถานที่ส่งออกปุ๋ย หรือสถานที่เก็บปุ๋ย ในระหว่างเวลาพระอาทิตย์ขึ้นจนถึงพระอาทิตย์ตกหรือในเวลาทำการของสถานที่นั้น เพื่อตรวจสอบควบคุมให้เป็นไปตามพระราชบัญญัตินี้

(๒) ค้นสถานที่หรือยานพาหนะใด ๆ ในระหว่างเวลาพระอาทิตย์ขึ้นถึงพระอาทิตย์ตกหรือในเวลาทำการ ในกรณีที่มีเหตุอันควรสงสัยว่าการกระทำความผิดพระราชบัญญัตินี้ เพื่อตรวจค้นปุ๋ย และอาจยึดหรืออายัดปุ๋ย ภาชนะหรือหีบห่อบรรจุเครื่องมือ เครื่องใช้ หรือเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการกระทำความผิด

(๓) นำปุ๋ยหรือวัตถุที่สงสัยว่าเป็นปุ๋ยในปริมาณพอสมควร ไปเป็นตัวอย่างเพื่อตรวจสอบหรือวิเคราะห์ ทั้งนี้ ให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ และวิธีการที่อธิบดีกำหนดโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการปุ๋ย

ในการปฏิบัติหน้าที่ของพนักงานเจ้าหน้าที่ตามวรรคหนึ่ง ให้ผู้รับใบอนุญาตและผู้ซึ่งเกี่ยวข้องอำนวยความสะดวกตามสมควร”

มาตรา ๓๑ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๔๖ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๔๖ ปุ๋ยรวมทั้งภาชนะหรือหีบห่อบรรจุ เครื่องมือ เครื่องใช้ และเอกสารที่ได้ยึดหรืออายัดไว้ตามมาตรา ๔๕ ถ้าไม่ปรากฏเจ้าของหรือผู้ครอบครอง หรือพนักงานอัยการสั่งเด็ดขาดไม่ฟ้องคดี หรือศาลโดยคำพิพากษาถึงที่สุดไม่พิพากษาให้รับ และผู้เป็นเจ้าของหรือผู้ครอบครองมิได้ร้องขอรับคืนภายในเก้าสิบวันนับแต่วันที่ยึดหรืออายัดหรือวันที่ทราบคำสั่งเด็ดขาดไม่ฟ้องคดี หรือวันที่ศาลพิพากษาถึงที่สุดไม่พิพากษาให้รับ แล้วแต่กรณี ให้ตกเป็นของกรมวิชาการเกษตรเพื่อจัดการตามที่เห็นสมควร

ถ้าสิ่งที่ยึดหรืออายัดไว้เป็นของเสียหาย หรือถ้าหนึ่งชำไว้จะเป็นการเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายหรือจะเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาเกินราคาลดลงของปุ๋ย พนักงานเจ้าหน้าที่โดยอนุมัติของอธิบดีจะจัดการขายทอดตลาดปุ๋ยนั้น รวมทั้งภาชนะหรือหีบห่อบรรจุ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรือเอกสารเสียก่อนถึงกำหนดก็ได้ ได้เงินจำนวนสุทธิเท่าใดให้ยืมเงินนั้นไว้แทน”

มาตรา ๓๒ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๔๘ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๔๘ ในกรณีที่ผู้รับใบอนุญาตปฏิบัติการไม่ถูกต้องเกี่ยวกับผลาก ภาชนะหรือหีบห่อ บรรจุน้ำ หรืออื่น ๆ ที่ผู้รับใบอนุญาตพึงปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้ ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ส่งคำเตือน เป็นหนังสือให้ผู้รับใบอนุญาตปฏิบัติการให้เป็นไปตามคำเตือนนั้นไว้แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่ กำหนดในคำเตือนนั้น เมื่อพ้นระยะเวลาดังกล่าวแล้วหากไม่ปฏิบัติตามคำเตือนให้พนักงานเจ้าหน้าที่ ดำเนินการเกี่ยวกับการกระทำอันเป็นความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ต่อไป”

มาตรา ๓๓ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๕๑ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๕๑ คำสั่งหลักใช้ใบอนุญาตและคำสั่งเพิกถอนใบอนุญาต ให้แจ้งเป็นหนังสือให้ผู้รับ ใบอนุญาตทราบ”

มาตรา ๓๔ ให้ยกเลิกความในมาตรา ๕๔ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ ใช้ความต่อไปนี้แทน

“มาตรา ๕๔ ผู้ถูกเพิกถอนใบอนุญาตต้องขายปุ๋ยของตนที่เหลือให้หมดภายในกำหนดหกสิบวัน นับแต่วันที่ได้อำนาจคำสั่งเพิกถอนใบอนุญาตหรือวันที่ได้อำนาจคำวินิจฉัยของรัฐมนตรี เว้นแต่ พนักงานเจ้าหน้าที่จะผ่อนผันขายกำหนดเวลาดังกล่าวไว้

เมื่อครบกำหนดเวลาตามวรรคหนึ่ง หากปรากฏว่าผู้ถูกสั่งเพิกถอนใบอนุญาตยังจัดการขายปุ๋ย ที่เหลืออยู่ไม่หมด ให้พนักงานเจ้าหน้าที่นำปุ๋ยที่เหลืออยู่นั้นออกขายทอดตลาดหรือขายโดยวิธีอื่นใด ตามที่อธิบดีเห็นสมควร เงินที่ได้จากการขายปุ๋ยดังกล่าวเมื่อได้แก่ค่าใช้จ่ายแล้วให้คืนแก่เจ้าของปุ๋ยหรือ ผู้ซึ่งมีสิทธิรับเงินนั้น”

มาตรา ๓๕ ให้ยกเลิกหมวด ๘ ปุ๋ยอินทรีย์ มาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘

มาตรา ๓๖ ให้ยกเลิกความในหมวด ๘ บทกำหนดโทษ มาตรา ๕๖ ถึงมาตรา ๗๒ แห่ง พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“หมวด ๘

บทกำหนดโทษ

มาตรา ๕๖ ผู้ใดไม่ปฏิบัติตามคำสั่งของคณะกรรมการปุ๋ยตามมาตรา ๑๑ หรือขัดขวาง หรือไม่อำนวยความสะดวกแก่พนักงานเจ้าหน้าที่ซึ่งปฏิบัติหน้าที่ตามมาตรา ๔๔ ต้องระวางโทษจำคุก ไม่เกินหกเดือน และปรับไม่เกินสองหมื่นบาท

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก

หน้า ๒๒
ราชกิจจานุเบกษา

๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

มาตรา ๕๗ ผู้ใดฝ่าฝืนมาตรา ๑๒ วรรคหนึ่ง ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินห้าปีหรือปรับไม่เกินสองแสนบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา ๕๘ ผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนด ตามมาตรา ๑๔ หรือมาตรา ๓๔ (๕) หรือ (๗) ต้องระวางโทษปรับไม่เกินห้าหมื่นบาท

มาตรา ๕๙ ผู้รับใบอนุญาตผู้ใดฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตามมาตรา ๒๐ (๑) มาตรา ๒๖ หรือ มาตรา ๒๗ หรือ ไม่ปฏิบัติตามคำเตือนของพนักงานเจ้าหน้าที่ตามมาตรา ๔๘ ต้องระวางโทษปรับ ตั้งแต่สี่พันบาทถึงสองหมื่นบาท

มาตรา ๖๐ ผู้รับใบอนุญาตผู้ใดผลิตหรือนำเข้าปุ๋ยเคมีโดยฝ่าฝืนมาตรา ๒๐ (๒) หรือ ไม่ปฏิบัติตามมาตรา ๒๑ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปี หรือปรับตั้งแต่แปดพันบาทถึงสี่หมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ผู้รับใบอนุญาตขายปุ๋ยเคมี ผู้รับใบอนุญาตนำเข้าปุ๋ยเคมี หรือผู้รับใบอนุญาตส่งออกปุ๋ยเคมี ผู้ใดไม่ปฏิบัติตามมาตรา ๒๒ มาตรา ๒๓ หรือมาตรา ๒๓.๑ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินสองปี หรือปรับตั้งแต่สี่พันบาทถึงสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา ๖๑ ผู้รับใบอนุญาตผู้ใดไม่ปฏิบัติตามมาตรา ๒๑.๑ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน หนึ่งปี หรือปรับตั้งแต่สี่พันบาทถึงสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ผู้รับใบอนุญาตผู้ใดไม่ปฏิบัติตามมาตรา ๒๑.๒ ต้องระวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตาม วรรคหนึ่ง

มาตรา ๖๒ ผู้รับใบอนุญาตผู้ใดไม่ปฏิบัติตามมาตรา ๒๔ วรรคหนึ่ง มาตรา ๒๕ หรือ มาตรา ๔๒ วรรคหนึ่ง ต้องระวางโทษปรับไม่เกินสี่พันบาท

มาตรา ๖๓ ผู้ใดผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้าโดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๑) ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่ ห้าปีถึงสิบห้าปี และปรับตั้งแต่สองแสนบาทถึงสองล้านบาท

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคหนึ่งกระทำโดยไม่รู้ว่าเป็นปุ๋ยเคมีปลอม ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่ หนึ่งแสนห้าหมื่นบาทถึงหนึ่งล้านบาท

มาตรา ๖๔ ผู้ใดขายหรือนำเข้าปุ๋ยเคมีโดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๑) ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่ สามปีถึงสิบปี และปรับตั้งแต่หนึ่งแสนสองหมื่นบาทถึงสี่แสนบาท

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคหนึ่งกระทำโดยไม่รู้ว่าเป็นปุ๋ยเคมีปลอม ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่ แปดพันบาทถึงแปดหมื่นบาท

มาตรา ๖๕ ผู้ใดผลิตเพื่อการค้า ขาย หรือนำเข้าปุ๋ยชีวภาพโดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๑) (๕) (๖) หรือ (๗) โดยไม่รู้ว่าปุ๋ยชีวภาพปลอม ปุ๋ยชีวภาพที่ต้องขึ้นทะเบียนแล้วได้ขึ้นทะเบียนปุ๋ยชีวภาพที่รัฐมนตรีสั่งเพิกถอนทะเบียน หรือปุ๋ยชีวภาพที่มีสารเป็นพิษเกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ต้องระวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตามมาตรา ๖๓ วรรคสอง หรือมาตรา ๖๔ วรรคสอง มาตรา ๖๖ วรรคสอง มาตรา ๖๗ วรรคสอง มาตรา ๗๑ วรรคสอง หรือมาตรา ๗๒ วรรคสอง แล้วแต่กรณี

ผู้ใดผลิตเพื่อการค้า ขาย หรือนำเข้าปุ๋ยอินทรีย์โดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๑) (๕) (๖) หรือ (๗) โดยไม่รู้ว่าปุ๋ยอินทรีย์ปลอม ปุ๋ยอินทรีย์ที่ต้องขึ้นทะเบียนแล้วได้ขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ที่รัฐมนตรีสั่งเพิกถอนทะเบียน หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่มีสารเป็นพิษเกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ต้องระวางโทษหนึ่งในสี่ของโทษที่กำหนดตามมาตรา ๖๓ วรรคสอง หรือมาตรา ๖๔ วรรคสอง มาตรา ๖๖ วรรคสอง มาตรา ๖๗ วรรคสอง มาตรา ๗๑ วรรคสอง หรือมาตรา ๗๒ วรรคสอง แล้วแต่กรณี

มาตรา ๖๖ ผู้ใดผลิตปุ๋ยเคมีเพื่อการค้าโดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๒) (๖) หรือ (๗) ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สองปีถึงห้าปี และปรับตั้งแต่แปดหมื่นบาทถึงสองแสนบาท

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคหนึ่งกระทำโดยไม่รู้ว่าปุ๋ยเคมีผิดมาตรฐานปุ๋ยที่รัฐมนตรีสั่งเพิกถอนทะเบียน หรือปุ๋ยเคมีที่มีสารเป็นพิษเกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่หกหมื่นบาทถึงหนึ่งแสนห้าหมื่นบาท

มาตรา ๖๗ ผู้ใดขายหรือนำเข้าปุ๋ยเคมีโดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๒) (๖) หรือ (๗) ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หกเดือนถึงสามปี และปรับตั้งแต่สี่หมื่นบาทถึงสองแสนบาท

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคหนึ่งกระทำโดยไม่รู้ว่าปุ๋ยเคมีผิดมาตรฐานปุ๋ยที่รัฐมนตรีสั่งเพิกถอนทะเบียน หรือปุ๋ยเคมีที่มีสารเป็นพิษเกินกว่าที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดต้องระวางโทษปรับตั้งแต่สี่หมื่นบาทถึงสี่หมื่นบาท

มาตรา ๖๘ ผู้ใดขายหรือนำเข้าปุ๋ยเคมีโดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๓) หรือไม่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่อธิบดีกำหนดตามมาตรา ๓๑ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หกเดือนถึงสองปี หรือปรับตั้งแต่สองหมื่นบาทถึงแปดหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา ๖๙ ผู้ใดผลิตปุ๋ยชีวภาพเพื่อการค้าโดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๔) ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงสองปีหกเดือน และปรับตั้งแต่สี่หมื่นบาทถึงหนึ่งแสนบาท

ถ้าวัตถุแห่งการกระทำความผิดตามวรรคหนึ่งเป็นปฏินัตริย์ ผู้กระทำต้องระวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตามวรรคหนึ่ง

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคหนึ่งกระทำโดยไม่รู้ว่าเป็นปฏินัตริย์ต่ำกว่าเกณฑ์ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่สามหมื่นบาทถึงเจ็ดหมื่นห้าพันบาท

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคสองกระทำโดยไม่รู้ว่าเป็นปฏินัตริย์ต่ำกว่าเกณฑ์ต้องระวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตามวรรคสาม

มาตรา ๘๐ ผู้โฆษณาหรือนำเข้าปฏินัตริย์โดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๔) ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่สามเดือนถึงหนึ่งปีหกเดือน และปรับตั้งแต่สองหมื่นบาทถึงหนึ่งแสนบาท

ถ้าวัตถุแห่งการกระทำความผิดตามวรรคหนึ่งเป็นปฏินัตริย์ ผู้กระทำต้องระวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตามวรรคหนึ่ง

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคหนึ่งกระทำโดยไม่รู้ว่าเป็นปฏินัตริย์ต่ำกว่าเกณฑ์ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่สองหมื่นบาทถึงหนึ่งแสนบาท

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคสองกระทำโดยไม่รู้ว่าเป็นปฏินัตริย์ต่ำกว่าเกณฑ์ต้องระวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตามวรรคสาม

มาตรา ๘๑ ผู้ใดผลิตเพื่อการนำเข้าปฏินัตริย์โดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๕) ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หนึ่งปีถึงห้าปี และปรับตั้งแต่สี่หมื่นบาทถึงสองแสนบาท

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคหนึ่งกระทำโดยไม่รู้ว่าเป็นปฏินัตริย์ที่ต้องขึ้นทะเบียนแล้วได้ขึ้นทะเบียน ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่สามหมื่นบาทถึงหนึ่งแสนห้าพันบาท

มาตรา ๘๒ ผู้โฆษณาปฏินัตริย์โดยฝ่าฝืนมาตรา ๓๐ (๕) ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่หกเดือนถึงสามปี และปรับตั้งแต่สองหมื่นบาทถึงหนึ่งแสนสองหมื่นบาท

ถ้าผู้กระทำการตามวรรคหนึ่งกระทำโดยไม่รู้ว่าเป็นปฏินัตริย์ที่ต้องขึ้นทะเบียนแล้วได้ขึ้นทะเบียน ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่สี่หมื่นบาทถึงสี่หมื่นบาท

มาตรา ๘๒/๑ ผู้ใดโฆษณาขายปฏินัตริย์โดยฝ่าฝืนมาตรา ๔๑ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกินหกเดือน หรือปรับไม่เกินสี่หมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

มาตรา ๘๒/๒ ผู้รับใบอนุญาตผู้ใดผลิต ขาย หรือนำเข้าปฏินัตริย์ภายหลังที่ใบอนุญาตสิ้นอายุแล้วโดยมิได้ยื่นคำขอต่ออายุใบอนุญาต ต้องระวางโทษปรับวันละไม่เกินสี่ร้อยบาทตลอดเวลาที่ใบอนุญาตสิ้นอายุ

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก

หน้า ๒๕
ราชกิจจานุเบกษา

๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

มาตรา ๘๒/๓ บรรดาความผิดกรณีไม่ปฏิบัติตามมาตรา ๒๒ มาตรา ๒๓ หรือ มาตรา ๒๓/๑ หากผู้กระทำความผิดนั้นเป็นผู้รับใบอนุญาตเกี่ยวกับปฏิจาชีพ กิจการวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตามมาตรา ๖๐ วรรคสอง

ในกรณีที่อยู่กระทำความผิดตามวรรคหนึ่ง เป็นผู้รับใบอนุญาตเกี่ยวกับปฏิจาชีพต้องวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตามมาตรา ๖๐ วรรคสอง

มาตรา ๘๒/๔ บรรดาความผิดกรณีฝ่าฝืนมาตรา ๒๐ (๒) หรือมาตรา ๓๐ (๑) (๕) (๖) หรือ (๗) หากวัตถุประสงค์แห่งการกระทำความผิดเป็นปฏิจาชีพ ผู้กระทำความผิดต้องวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตามมาตรา ๖๐ มาตรา ๖๓ วรรคหนึ่ง มาตรา ๖๔ วรรคหนึ่ง มาตรา ๖๖ วรรคหนึ่ง มาตรา ๖๗ วรรคหนึ่ง มาตรา ๗๑ วรรคหนึ่ง หรือมาตรา ๘๒ วรรคหนึ่ง แล้วแต่กรณี

ในกรณีที่วัตถุประสงค์แห่งการกระทำความผิดเป็นปฏิจาชีพ ผู้กระทำความผิดต้องวางโทษกึ่งหนึ่งของโทษที่กำหนดตามมาตรา ๖๐ มาตรา ๖๓ วรรคหนึ่ง มาตรา ๖๔ วรรคหนึ่ง มาตรา ๖๖ วรรคหนึ่ง มาตรา ๖๗ วรรคหนึ่ง มาตรา ๗๑ วรรคหนึ่ง หรือมาตรา ๘๒ วรรคหนึ่ง แล้วแต่กรณี

มาตรา ๘๒/๕ ในกรณีที่ผู้กระทำความผิดซึ่งต้องรับโทษตามพระราชบัญญัตินี้เป็นนิติบุคคล เว้นแต่กรณีตามมาตรา ๘๒/๒ ให้กรรมการผู้จัดการ หุ้นส่วนผู้จัดการ ผู้แทนนิติบุคคล หรือผู้ซึ่งรับผิดชอบในการดำเนินการของนิติบุคคลนั้น ต้องรับโทษตามที่กฎหมายกำหนดไว้สำหรับความผิดนั้น ๆ ด้วย เว้นแต่จะพิสูจน์ได้ว่าตนมิได้มีส่วนในการกระทำความผิดของนิติบุคคลนั้น

มาตรา ๘๒/๖ เมื่อศาลได้พิพากษาลงโทษผู้ใด เนื่องจากได้กระทำความผิดตามมาตรา ๖๓ มาตรา ๖๔ มาตรา ๖๕ มาตรา ๖๖ มาตรา ๖๗ มาตรา ๖๘ มาตรา ๖๙ มาตรา ๗๐ มาตรา ๗๑ มาตรา ๗๒ มาตรา ๗๒/๑ หรือมาตรา ๗๒/๔ ให้ศาลสั่งริบปฏิจาชีพหรือริบหรือเพิกถอนใบอนุญาตเครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิตปฏิจาชีพ หรือเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความผิดในคดีนั้นให้แก่กรมวิชาการเกษตร เพื่อทำลายเสียหรือจัดการตามที่เห็นสมควร

มาตรา ๘๒/๗ บรรดาความผิดตามพระราชบัญญัตินี้ซึ่งมีโทษปรับสถานเดียว ให้อธิบดี หรือผู้ซึ่งอธิบดีมอบหมายมีอำนาจเปรียบเทียบปรับได้ และเมื่อผู้ต้องหาได้ชำระค่าปรับตามที่ได้เปรียบเทียบแล้ว ให้ถือว่าคดีเลิกกันตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา

มาตรา ๑๓ ให้ยกเลิกอัตราค่าธรรมเนียมท้ายพระราชบัญญัติปฏิจาชีพ พ.ศ. ๒๕๑๘ และให้ใช้ อัตราค่าธรรมเนียมท้ายพระราชบัญญัตินี้แทน

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก ราชกิจจานุเบกษา ๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

มาตรา ๓๘ ให้คณะกรรมการปฎิบัติการพระราชบัญญัติปฎิ พ.ศ. ๒๕๕๑ ซึ่งดำรงตำแหน่งอยู่ในวันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับปฏิบัติหน้าที่ต่อไป จนกว่าจะได้มีการแต่งตั้งคณะกรรมการปฎิบัติการพระราชบัญญัตินี้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกินหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ

มาตรา ๓๙ บรรดาใบอนุญาตหรือใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยเคมีที่ได้ออกให้ตามพระราชบัญญัติปฎิ พ.ศ. ๒๕๕๑ ก่อนวันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ ให้ใช้ได้ต่อไปจนกว่าจะสิ้นอายุ

ถ้าผู้รับใบอนุญาตหรือใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยตามวรรคหนึ่งประสงค์จะดำเนินการต่อไป ให้ยื่นคำขอรับใบอนุญาตหรือใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยตามพระราชบัญญัตินี้ก่อน ใบอนุญาตหรือใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยเคมีสิ้นอายุ และให้ดำเนินการตามใบอนุญาตหรือใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยเดิมไปพลางก่อนได้จนกว่าจะได้รับใบอนุญาตหรือใบสำคัญการขึ้นทะเบียนปุ๋ยใหม่หรือได้รับแจ้งให้ทราบถึงการไม่อนุญาตหรือการไม่รับขึ้นทะเบียน

มาตรา ๔๐ ให้ผู้ผลิตเพื่อการค้า ผู้ขาย ผู้นำเข้า หรือผู้ส่งออกปุ๋ยชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์อยู่ในวันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับใบอนุญาตตามมาตรา ๑๒ และในกรณีที่เป็นผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าให้ยื่นคำขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยตามมาตรา ๓๘ ภายในหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันที่พระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ และเมื่อได้ยื่นคำขอรับใบอนุญาตหรือคำขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยดังกล่าวแล้ว ให้ผู้นั้นประกอบกิจการต่อไปโดยถือว่าเป็นผู้รับใบอนุญาตจนกว่าจะได้รับแจ้งให้ทราบถึงการไม่อนุญาตหรือการไม่รับขึ้นทะเบียน

ถ้าผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าตามวรรคหนึ่งประสงค์จะเลิกกิจการที่ถือว่าได้รับอนุญาตหรือได้ยื่นคำขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์ตามพระราชบัญญัตินี้ไว้แล้วแต่พนักงานเจ้าหน้าที่ไม่รับขึ้นทะเบียน ให้ผู้นั้นขายปุ๋ยชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์ของตนที่เหลืออยู่หรือปุ๋ยชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์ที่พนักงานเจ้าหน้าที่ไม่รับขึ้นทะเบียนนั้นให้หมดภายในหกสิบวันนับแต่วันที่ได้ออกใบแจ้งการเลิกกิจการ หรือวันที่ได้รับแจ้งให้ทราบถึงการไม่รับขึ้นทะเบียน แล้วแต่กรณี เว้นแต่พนักงานเจ้าหน้าที่จะก่อนนั้นขายเวลาดังกล่าวให้

ในกรณีที่ปรากฏว่าผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าตามวรรคหนึ่ง ขายปุ๋ยชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์ที่เหลืออยู่ไม่หมดภายในระยะเวลาที่กำหนดตามวรรคสอง ให้พนักงานเจ้าหน้าที่นำปุ๋ยชีวภาพหรือปุ๋ยอินทรีย์ที่เหลืออยู่หรือที่พนักงานเจ้าหน้าที่ไม่รับขึ้นทะเบียนนั้นออกขายทอดตลาด หรือขายโดยวิธีอื่นใดตามที่อธิบดีเห็นสมควร เงินที่ได้จากการขายปุ๋ยดังกล่าวเมื่อได้หักค่าใช้จ่ายแล้ว ให้คืนแก่เจ้าของปุ๋ยหรือผู้ซึ่งมีสิทธิรับเงินนั้น

เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๗ ก
หน้า ๒๗
ราชกิจจานุเบกษา
๑๑ มกราคม ๒๕๕๑

มาตรา ๔๑ บรรดากฎกระทรวงและประกาศที่ออกตามพระราชบัญญัติปี พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งใช้บังคับอยู่ในวันที่พระราชบัญญัตินี้มีผลใช้บังคับ ให้คงใช้บังคับได้ต่อไปเท่าที่ไม่ขัดหรือแย้งกับพระราชบัญญัตินี้ ทั้งนี้ จนกว่าจะมีกฎกระทรวงหรือประกาศที่ออกตามพระราชบัญญัตินี้ใช้บังคับ

มาตรา ๔๒ ให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงเกษตรและสหกรณ์รักษาการตามพระราชบัญญัตินี้

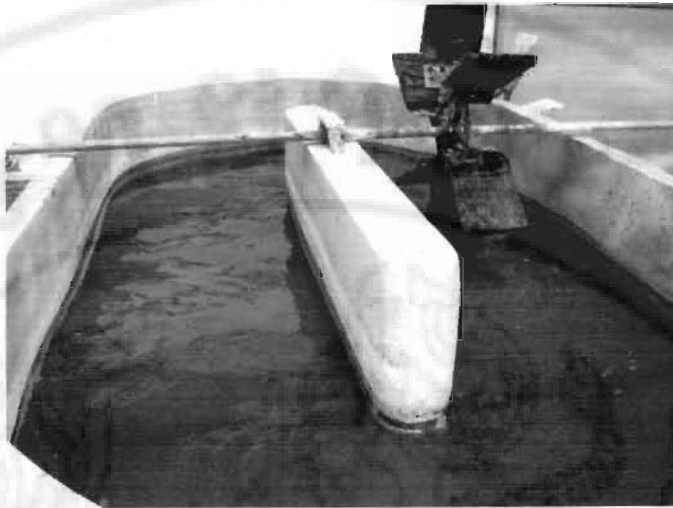
ผู้รับสนองพระบรมราชโองการ

พลเอก สุรยุทธ์ จุลานนท์

นายกรัฐมนตรี



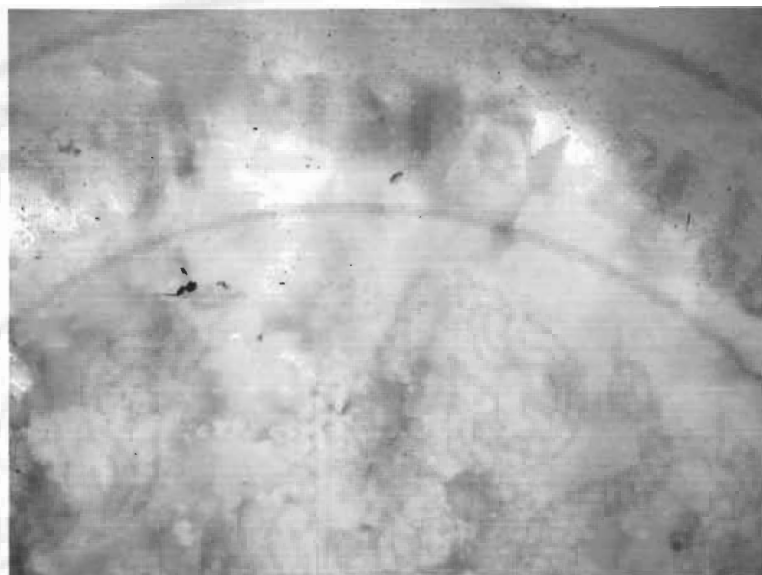
ภาคผนวก ก
ภาพการทดลอง



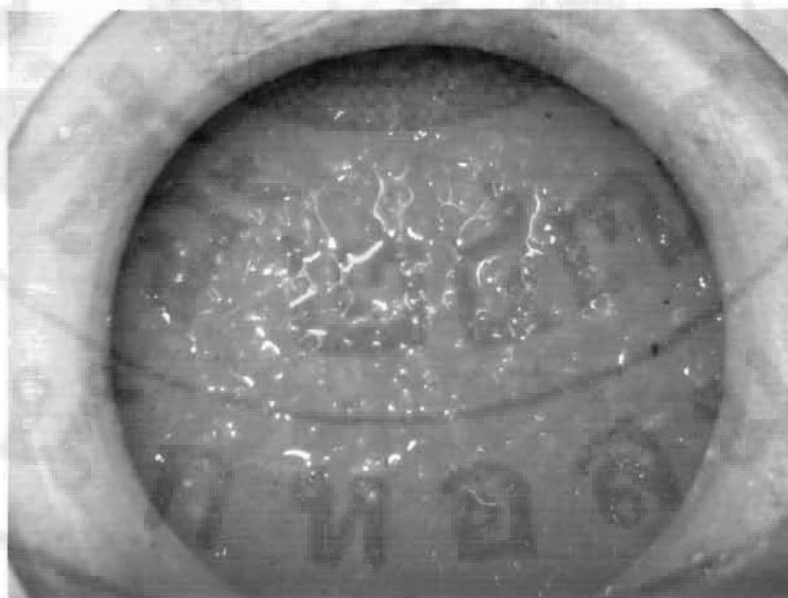
ภาพผนวก 1 บ่อเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) กลางแจ้ง



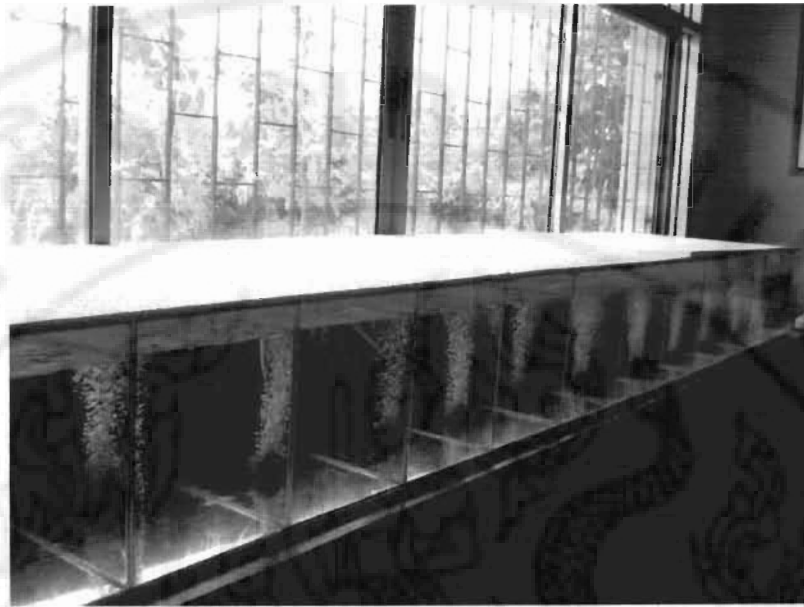
ภาพผนวก 2 สาหร่ายสไปรูลินาสดและแห้ง



ภาพผนวก 3 จุลินทรีย์ท้องถิ่นที่เก็บจากป่าไผ่ (IMOs1)



ภาพผนวก 4 จุลินทรีย์ท้องถิ่นที่นำมาหมักกับน้ำตาลอัตราส่วน 1:1 (IMOs2)



ภาพผนวก 5 การเตรียมตู้ปลาและอุปกรณ์ให้อากาศ



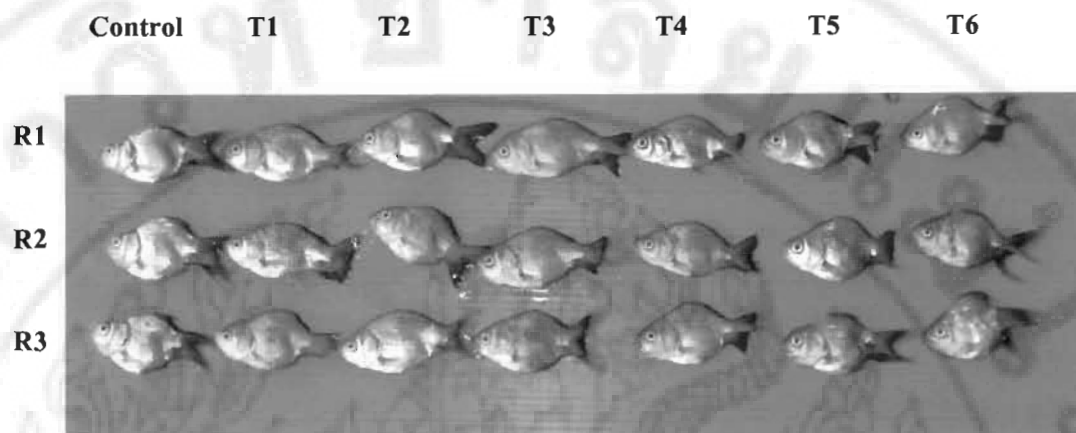
ภาพผนวก 6 ตู้ปลาขณะทำการทดลองเลี้ยงปลาทอง



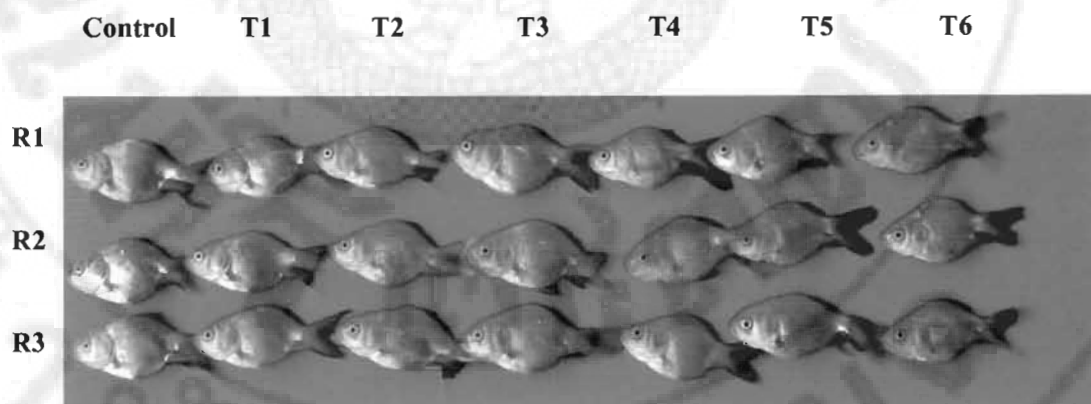
ภาพผนวก 7 เครื่องวัดสี KONIKA MINOLTA Color reader รุ่น CR-10



ภาพผนวก 8 ปลาทองที่เตรียมวัดสีในเนื้อ



ภาพผนวก 9 ปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างกัน 6 สูตร ในเดือนที่ 1



ภาพผนวก 10 ปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างกัน 6 สูตร ในเดือนที่ 3



ภาคผนวก ง
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ		นางสาวอุบลวรรณ รักษาธรรม
เกิดวันที่		8 มิถุนายน 2519
ประวัติการศึกษา	2538	มัธยมศึกษา โรงเรียนเบญจมราชูทิศ จังหวัดนครศรีธรรมราช
	2542	ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร
		วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาประมง (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)
ประวัติการทำงาน	2542-2548	ประกอบธุรกิจฟาร์มอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ “ฟาร์มนนทรี 55”
		จังหวัดฉะเชิงเทรา