- 9 พ.ย. 2561
สำนักหอสมุด
มหาวิทยาลัยทักษิณ
104099

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การนำทรัพยากรธรรมชาติทะเลสาบ สงขลา (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) มาใช้ประโยชน์ เพื่อเพิ่มผลผลิตทางด้านเกษตรกรรมในท้องถิ่นภาคใต้

โดย

สมศักดิ์ โชคนุกูล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ

หนังสือ ... ของสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยทักษิณ
หาม ... กับยืมไปโดยไม่ได้รับอนุญาต
ผู้พบเห็นกรุณานำส่งสำนักหอสมุดด่วน เมื่อเป็นการยืม

รายงานนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดินปีงบประมาณ 2580
มหาวิทยาลัยทักษิณ

คำนำ

ทรัพยากรน้ำในทะเลสาบสงขลา มีหลายชนิด สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นทรัพยากรน้ำจำพวกพืชชั้นต่ำชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากตลอดทั้งปีในทะเลสาบเนื่องจากสาหร่ายชนิดนี้มีความทนได้ต่อปัจจัยต่างๆ ในช่วงกว้างกว่าสาหร่ายชนิดอื่นๆ นั่นเอง การศึกษาเพื่อจะนำสาหร่ายชนิดนี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติจริง เป็นสิ่งที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากจะเป็นการเริ่มต้นศึกษาทรัพยากรน้ำ มาใช้ให้เกิดประโยชน์กับอาชีพของเกษตรกร โดยไม่เป็นการเพิ่มต้นทุน นับว่าเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรอีกแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพการผลิตไก่ไข่และไก่เนื้อ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับทุนอุดหนุนประเภท งบประมาณแผ่นดินของมหาวิทยาลัยทักษิณ ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ ภาควิชาชีววิทยา และภาควิชาเคมีซึ่งเอื้อเฟื้อเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ ขอบคุณบุญเติมฟาร์ม ซึ่งอนุเคราะห์สถานที่เลี้ยงไก่เนื้อ และไก่ไข่ และขอบคุณนายโสภัณ หาสิตะภัณฑ์ , นางสาวอรวรรณ ธนูศร, นายเพิ่ม จันทมา ที่มีส่วนช่วยเหลืองานด้านต่างๆ ให้สำเร็จด้วยดี

Research Title: The Utilization of Natural Resources of Songkhla Lake (Blue Green Algae) to Increase Agricultural Production in Southern Thailand

Abstract

This study experimented on the use of blue green algae (Scytonema), an aquatic resource of Songkhla Lake, as a supplement to chicken feed to improve the yields of broilers and layers both quantitatively and qualitatively.

Experiment 1. Laying hens of *AA-Brown* breed, aged 1, were given diets with sun-dried Scytonema added at 0%, 1.5%, 3%, 6%, 12% and 14% separately for 31 days. The findings indicate that the egg production increased where sun-dried Scytonema constituted 12% and 14% of the feed. In terms of qualitative output, it has been found that the yellow of the yolk was more pronounced when more Scytonema was added to the feed. However, in egg weight, egg shell thickness, albumen index and yolk index there was no difference found between the control group and the experimental group.

Experiment 2. Broilers of *Abor-Acer* breed were given diets with sun-dried Scytonema added at 0%, 1.5%, 3%, 6%, 12% and 14% separately for 35 days. The findings indicate that, quantitatively, the broilers of the control group and the experimental group did not differ in weight. However, in terms of qualitative output, the broilers that had been given diets with Scytonema added at 6%, 12 and 14% produced distinctly yellow flesh and skin due to an increased amount of pigment.

หัวข้อวิจัย : การนำทรัพยากรธรรมชาติทะเลสาบสงขลา (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) มาใช้ประโยชน์ เพื่อเพิ่มผลผลิตทางด้านเกษตรกรรมในท้องถิ่นภาคใต้

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาทรัพยากรธรรมชาติของทะเลสาบสงขลาโดยการทดลองนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา ซึ่งเป็นทรัพยากรน้ำของทะเลสาบมาเป็นอาหารเสริมของไก่ เพื่อปรับปรุงในเชิงปริมาณและคุณภาพของการผลิตไก่เนื้อและไก่ไข่

การทดลองที่ 1 ใช้ไก่ไข่พันธุ์ AA-Brown อายุ 1 ปี เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายไซโตนีมา มาผึ่งแดดให้แห้ง (Sun-dried Scytomena) ร้อยละ 0, 1.5, 3, 4, 6, 12 และ 14 เป็นเวลา 31 วัน ผลผลิตในเชิงปริมาณพบว่าความดกของไข่ (egg production) เพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารผสมไซโตนีมาแห้งร้อยละ 12 และ 14 ผลิตผลในเชิงคุณภาพพบว่าสีของไข่แดงจะมีสีเข้มขึ้น เมื่อเพิ่มส่วนผสมไซโตนีมาในอาหารมากขึ้น ส่วนน้ำหนักของไข่ (Weight of egg) ความหนาของเปลือกไข่ (egg shell thickness) ดัชนีไข่ขาว (albumen index) และดัชนีไข่แดง (yolk index) พบว่าไม่แตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

การทดลองที่ 2 ใช้ไก่เนื้อพันธุ์ Aboz-Acer เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายไซโตนีมา ร้อยละ 0, 1.5, 3, 4, 6, 12 และ 14 โดยใช้เวลาเลี้ยง 35 วัน พบว่าผลิตผลในเชิงปริมาณไก่เนื้อ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ให้น้ำหนักไม่แตกต่างกันแต่ผลผลิตในเชิงคุณภาพ ไก่เนื้อที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไซโตนีมาแห้งร้อยละ 6, 12, และ 14 ให้สีของเนื้อและผิวหนังเป็นสีเหลือง เนื่องจากมีรงควัตถุ (Pigment) เพิ่มมากขึ้น

สารบัญ

บทที่		หน้า
1 บทนำ		
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	7
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	7
	สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	7
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	7
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2. การตรวจเอกสาร		8
3. วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า		15
	การเก็บสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา	15
	การเตรียมไซโตนีมาแห้งและการผสมในอาหารเลี้ยงไก่ไข่และไก่เนื้อ	16
	การดำเนินการทดลองเลี้ยงไก่ไข่และไก่เนื้อเสริมด้วยสาหร่ายไซโตนีมาแห้ง	18
4. ผลการศึกษาค้นคว้า		20
	ความคกของไข่	20
	ขนาดของไข่	21
	ความหนาของเปลือกไข่	22
	ดัชนีไข่ขาว (albumen index)	23
	ดัชนีไข่แดง (yolk index)	24
	สีของไข่แดง	25
	น้ำหนักของไก่เนื้อ	27
	สีของเนื้อและผิวหนังไก่	28
5. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ		30
	สรุปผลการศึกษา	31
	อภิปรายผลการศึกษา	36
	ข้อเสนอแนะ	37

บทที่ 1

บทนำ

ทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำประเภท ลากูน (Lagoonal water) ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดทั้งในประเทศไทยและประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทะเลสาบสงขลาอยู่ในภาคใต้ที่แลตติจูด 7° 08′ N. - 7° 50′ N. และลองติจูด 100° 07′ - 100° 37′ E โดยมีพื้นที่ 616,750 ไร่ บริเวณรอบชายฝั่งของทะเลสาบสงขลา ล้อมรอบด้วยป่าพรุ (Swamps) ป่า (forest) และพื้นที่ใช้ในการเกษตรกรรมบริเวณที่ราบลุ่มทะเลสาบ (lake basin) ทั้งในส่วนของพื้นที่จังหวัดสงขลา พัทลุง และนครศรีธรรมราช จะมีประชากรอาศัยอยู่ประมาณ 1 ล้านเศษโดย 35 เปอร์เซนต์อยู่ในตัวเมืองหาดใหญ่และสงขลา ที่เหลือกระจายอยู่ในลักษณะชุมชนเบาบางริมชายฝั่ง

สภาพทางภูมิศาสตร์แบ่งทะเลสาบสงขลาออกเป็น 3 ส่วน คือ ทะเลน้อย ทะเลหลวง และทะเลสาบตอนนอกซึ่งอยู่ส่วนล่างสุด โดยทั้ง 3 ส่วนเชื่อมต่อด้วยคลอง มีปากทะเลสาบเปิดออกสู่อ่าวไทยบริเวณหัวเขาแดง จังหวัดสงขลา

ภูมิอากาศบริเวณทะเลสาบสงขลาจะมีอุณหภูมิและความชื้นสูงตลอดทั้งปี โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศประมาณ 27.5 C° - 31.5 C° ส่วนความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 79 - 92 เปอร์เซ็นต์ทั้งนี้เนื่องจากมีฝนตกอยู่ประมาณ 159 วัน คิดเป็นปริมาณ 2,160 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีฝนตก 2 ช่วงในรอบปี ช่วงแรกเป็นฝนที่เกิดจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ราวเดือนพฤษภาคม แต่ปริมาณจะค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับฝนที่เกิดจากมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ราวเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ซึ่งอาจจะตกต่อเนื่องเป็นเวลา 3-5 วันติดต่อกัน

ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากในรอบปีนี้เองทำให้น้ำผิวดิน (Surface water) ไหลลงสู่ทะเลสาบในแต่ละปีไม่น้อยกว่า 5,200 ล้านตัน แต่เนื่องจากพื้นที่ต้นน้ำมีการตัดไม้เพื่อใช้พื้นที่สำหรับการเกษตร จึงทำให้เกิดการกษัยการของดิน (erosion) พัดพาเอาตะกอนลงสู่แหล่งน้ำตลอดปี ทำให้ความลึกของทะเลสาบเปลี่ยนแปลงไป ทะเลสาบเกิดการตื้นเขินอย่างรวดเร็ว Sirimontaporn และ Yokokawa (1984) รายงานว่าความลึกเฉลี่ยของทะเลน้อย 1.0 - 1.5 เมตร ความลึกเฉลี่ยของทะเลสาบตอนใน 1.3 - 2.4 เมตร และความลึกเฉลี่ยของทะเลสาบตอนนอก 1.0 - 1.5 เมตร โดยบริเวณปากทะเลสาบจะลึกมากกว่าส่วนอื่นๆ เนื่องจากมีการขุดลอก เพื่อใช้ประโยชน์ในการเดินเรือ

ระดับน้ำในทะเลสาบจะเปลี่ยนแปลงเนื่องจากอิทธิพลของปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูมรสุมและอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ในช่วงฤดูร้อนระดับน้ำในทะเลจะลดระดับลง ทำให้มวลน้ำเค็มอ่าวไทย สามารถรุกตัวเข้ามาในทะเลสาบตอนนอกในช่วงน้ำขึ้น และจะรุกตัวเข้ามาได้ลึกมากในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด ประมาณกันว่าสามารถรุกตัวเข้ามาได้ถึง 7 กิโลเมตร นับจากบริเวณเกาะหนูมาถึงบริเวณเกาะยอ โดยมีความเร็วของกระแสน้ำ 1.2 - 1.5 เมตร/วินาที

ในราวเดือนพฤศจิกายน มรสุมตะวันออกเฉียงใต้พัดผ่าน ทำให้ฝนตกติดต่อกันหลายวัน ปริมาณน้ำผิวพื้นจากลุ่มน้ำต่างๆ จะไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา อย่างต่อเนื่องระดับน้ำในทะเลสาบสงขลาจะสูงขึ้นกว่าเดิม 30 - 35 เซนติเมตร และปริมาณน้ำจืดที่มากมหาศาลนี้เองจะดันมวลน้ำเค็มให้ถอยร่นออกไปจากทะเลสาบ ลักษณะเช่นนี้ทำให้ปริมาณความเค็มของน้ำในทะเลสาบลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่ทนความเค็มในช่วงแคบจะต้องปรับตัวรุนแรง บางชนิดปรับตัวไม่ได้ก็จะตายไป ก่อเกิดชีวิตที่ต้องการความเค็มต่ำเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว เข้าแทนที่สิ่งมีชีวิตที่ต้องการความเค็มสูงกว่า

ประมาณเดือนมีนาคม ฝนทิ้งช่วงระดับน้ำในทะเลสาบจะลดลง มวลน้ำเค็มจะเคลื่อนตัวเข้ามามาก ทำให้เกิดการผสมกันระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม ระดับความเค็มจะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับจนถึงเดือนพฤษภาคมจะมีความเค็มสูงสุด 30 ppt. ปริมาณความเค็มที่เพิ่มสูงขึ้นนี้ทำให้สิ่งมีชีวิตที่ทนความเค็มได้น้อยจะเจริญเติบโตไม่ได้หรือชงักการเจริญเติบโต สิ่งมีชีวิตที่ทนเค็มได้ในช่วงกว้างและสิ่งมีชีวิตที่ทนความเค็มสูงได้จะเจริญเติบโตได้ดี จึงเข้าแทนที่สิ่งมีชีวิตที่ทนเค็มได้ในช่วงแคบกว่า

ดินพื้นท้องน้ำของทะเลสาบสงขลา (bottom soil.) ส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย ซึ่งเคลื่อนตัวจากแม่น้ำและทะเลเข้ามาตกตะกอนทับถมโดยมีอินทรีย์วัตถุปนอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง เนื่องจากการทับถมของซากพืชและสัตว์ที่ตายลับเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความเค็มเป็นสำคัญ โดยเฉพาะในบริเวณเอสทูรี (estuaries) ซึ่งมวลน้ำจืดผสมกับมวลน้ำเค็มจะมีการตกตะกอนของอนุภาคมากที่สุด

สภาพของความเป็นกรดด่างของดินและน้ำในทะเลสาบไม่แตกต่างกันมากนักโดยดินจะมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 6.53 - 7.82 ในขณะที่ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ย 7.6 แต่ในรอบวันอาจขึ้นไปถึง 8.4 หากท้องฟ้าโปร่งทำให้การสังเคราะห์แสงสูงขึ้น

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolve oxygen) ปกติแล้วมีค่าสูงมากในช่วงฤดูแล้ง (dryseason) เนื่องจากแพลงตอนพืชมีการสังเคราะห์แสงได้มาก จึงผลิตออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำได้เพิ่มมากขึ้น ประกอบกับผิวหน้าน้ำมีระลอกคลื่นตลอดเวลา ยิ่งช่วยเพิ่มค่า DO ของน้ำให้สูงขึ้น แต่ในระหว่างเวลากลางคืนค่า DO จะลดลงถึง 80 เปอร์เซนต์เนื่องจากจุลินทรีย์มีการใช้ออกซิเจนในปริมาณมาก

สารอาหารที่สำคัญสำหรับแพลงตอนพืชและพืชน้ำได้แก่สารจำพวกไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและซิลิเคต พบว่าสารประกอบไนโตรเจนในรูปของไนเตรตมีค่าระหว่าง 0.10 - 0.15 ppm ส่วนปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในรูปของฟอสเฟต มีค่า 0.02 - 0.03 ppm. และปริมาณของซิลิเคตมีค่า 0.55 - 11.8 ppm. โดยที่ปริมาณของทั้งไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจะมีความเข้มข้นสูงบริเวณชายฝั่งเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากปุ๋ยเคมีจากแหล่งเกษตรกรรม และปุ๋ยคอกจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์

ทรัพยากรธรรมชาติในทะเลสาบสงขลาที่สำคัญคือทรัพยากรน้ำซึ่งได้แก่ทรัพยาครสัตว์น้ำและพืชน้ำซึ่งมีทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อยดังนี้ (Sirimontapron, 1984)

ปลาน้ำกร่อย (Estuary fishes) ที่สำรวจพบมี 43 species ดังนี้

1. Dasyatis imbricatus
2. Clupea perforata
3. Clupeoides Lile
4. Stolephorus tri
5. Plotosus canius
6. Ophichthus rhytidodermatoides
7. Mugil dussumieri
8. Mugil longimanus
9. Atherion valenciennesi
10. Ambassis gymnocephalus
11. Ambassis Kopsil
12. Therapon jarbua
13. Therapon puta

14. Apogon quadrifasciatus
15. Sillago sihama
16. Caranx boops
17. Caranx crumenophthalmus
18. Selaroides Leptolepsis
19. Lutianus vitta
20. Cesio erythrogaster
21. Scolopsis dubiosus
22. Scolopsis vogmeri
23. Leiognathus brevirostris
24. Leiognathus equulus
25. Gerres filamentosus
26. Pomadasys hasta
27. Pseudosciaena soldado
28. Pomacentrus tripunctatus
29. Abudefduf bengalensis
30. Rastrelliger brachysoma
31. Rastrelliger kanagurta
32. Siganus javus
33. Siganus oramin
34. Platycephalus indicus
35. Pseuolorhombus arsius
36. Synaptura orientalis
37. Cynoglossus cynboglossus
38. Cynoglossus lingula
39. Lates calcarifer
40. Epinephelus malabaricus
41. Epinephelus salmonoides

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY

42. Lutjanus argentimaculatus

43. Eleutheronema tetraolactylum

ปลาน้ำจืด (Fresh water fishes) ที่สำรวจพบมี 19 species ดังนี้

1. Notopterus spp.
2. panchax spp.
3. Oxygaster spp.
4. Rasbora spp.
5. Hampala spp.
6. Cyclodeilichthys spp.
7. Mystus spp.
8. Clarias spp.
9. Kenentodon spp.
10. Hemiramphus spp.
11. Microphis spp.
12. Channa spp.
13. Monopterus spp.
14. Datnioides spp.
15. Toxotes spp.
16. Anabas spp.
17. Trichopsis spp.
18. Trichogaster spp.
19. Tetraodon spp.

สำหรับพืชน้ำในทะเลสาบสงขลามีหลายชนิดด้วยกัน จากการสำรวจพืชน้ำกร่อยและสาหร่ายทะเลมีหลายสกุล เช่น Acetabularia , Glacillaria , Porphyra และ Sargassum เป็นสาหร่ายทะเล (Sea weed) ที่รู้จักกันดี พืชน้ำที่พบอาทิเช่น Hydrilla, Hygrophilla, Limnophylla และ Potamogeton เป็นต้น

ส่วนแพลงตอนพืชที่มีทั้งสาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไดอะตอม

ไดโนแฟลกเจลเลต ยูกลีนา และสาหร่ายสีเหลืองทอง ในกลุ่มของสาหร่ายดังกล่าว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะพบตลอดทั้งปี เนื่องจากสาหร่ายในดิวิชันนี้มีความใกล้ชิดกับแบคทีเรีย จึงเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีช่วงความทนได้ต่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ได้ในช่วงกว้าง

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลสไปรูไลนา (Spirulina) มีอยู่ประมาณ 3 ชนิด ในทะเลสาบสงขลา แต่จำนวนประชากรของสาหร่ายชนิดนี้มีความหนาแน่นน้อยมาก แม่ว่าจะเป็นสกุลที่ให้โปรตีนและแคโรทีนอยด์ (carotenoid) มากกว่าสกุลอื่นๆ ก็ไม่อาจนำมาใช้ประโยชน์โดยวิธีการง่ายๆ ได้ จะต้องนำมาเลี้ยงภายในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม จึงจะเพิ่มจำนวนมากพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ ทำให้มีค่าดำเนินการเกิดขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนให้กับการลงทุนใดๆ ก็ตาม

แต่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา (Scytonema) ในทะเลสาบสงขลาเป็นสกุลที่พบมาก โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง จะมีสาหร่ายสกุลนี้ลอยอยู่ที่ผิวหน้าน้ำเป็นจำนวนมาก ตามบริเวณชายฝั่งทะเลสาบที่ห่างไกลชุมชน สามารเก็บเอามาใช้ประโยชน์ได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องนำมาเลี้ยงทำให้เพิ่มต้นทุน

เนื่องจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีโปรตีน และรงควัตถุแคโรทีนอยด์ สูงจึงเหมาะที่จะนำเอาสาหร่ายกลุ่มนี้มาเป็นอาหารเสริมให้กับสัตว์เลี้ยงจำพวกสัตว์ปีก เช่นเป็ดหรือไก่ เพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัตว์และคุณภาพของไข่ให้มีคุณค่าสูงขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้เนื่องจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีรงควัตถุแคโรทีนอยด์อยู่มากในเซลล์ และสารชนิดนี้จำเป็นต่อการสร้างสีของไข่แดงของสัตว์ปีก

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ (2529) กล่าวว่าไข่แดงซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของไข่ มีรูปทรงกลม สีเหลืองถึงส้ม สีของไข่แดง เนื่องมาจากรงควัตถุ แคโรตินอยด์ในอาหารที่ไก่กินเข้าไป หากไก่ได้กินอาหารที่มีแคโรตินอยด์สูง สีของไข่แดงจะเข้มมากขึ้น สีของไข่แดงที่มีสีแดงเข้มขึ้นนอกจากเนื่องมาจากสารประกอบอินทรีย์ดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีนที่ไก่ได้รับอีกด้วย หากไก่กินอาหารที่มีทั้งแคโรทีนอยด์และโปรตีนสูงจะให้ไข่ที่มีไข่แดงสีเข้ม

ดังนั้นหากได้ทดลองนำเอาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา มาเป็นส่วนผสมในอาหารสำเร็จรูป โดยการนำมาทำให้แห้งด้วยการตากแดด เพื่อลดความเสื่อมของรงควัตถุแคโรทีนอยด์แทนการอบแห้ง แล้วบดให้ละเอียดเพื่อใช้ผสมไปในอาหารสำเร็จรูปสูตรต่างๆ น่าจะปรับปรุงคุณภาพของทั้งไก่เนื้อไก่ไข่ และเป็ดได้ โดยที่ไม่ต้องเพิ่มต้นทุนแต่อย่างใด และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ก็มีอยู่ตลอดปี นอกจากนั้นหลังจากตากแดดแห้งยังสามารถเก็บไว้ใช้ได้นานอีกด้วย นี่คือแรงบันดาลใจในการศึกษาครั้งนี้เพื่อจะแสวงหาลู่ทางใช้ประโยชน์จากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไซโตนีมา ซึ่งเป็นทรัพยากรน้ำของทะเลสาบสงขลาให้เกิดประโยชน์ และเพื่อช่วยเกษตรกรให้สามารถผลิตสัตว์ปีกให้มีคุณภาพเพิ่มสูงขึ้น โดยกรรมวิธีง่ายๆ ไม่ซับซ้อนโดยปราศจากการเพิ่มมูลค่าของการลงทุน เพื่อให้สัตว์ปีกมีราคาสูงขึ้นตามสมควร

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในเชิงปริมาณและคุณภาพของไข่และเนื้อไก่ เมื่อเลี้ยงไก่ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่เสริมด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา (Scytonema) ในระดับเปอร์เซนต์ที่แตกต่างกัน

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1) สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรน้ำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลอื่นๆ เพื่อเป็นอาหารเสริมในการเลี้ยงสัตว์ปีกและสัตว์ชนิดอื่นๆ

2) สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการลดต้นทุนเกี่ยวกับการปรับปรุงเชิงปริมาณและคุณภาพของการผลิตไก่ไข่และไก่เนื้อของเกษตรกรได้

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา (Scytonema) สามารถใช้ปรับปรุงในเชิงปริมาณและคุณภาพของไข่และเนื้อไก่ได้

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมาที่ใช้เป็นอาหารเสริมของไก่ไข่และไก่เนื้อในการทดลอง ได้มาจากการเก็บเกี่ยวจากแหล่งน้ำในทะเลสาบสงขลาโดยตรง ในช่วงที่สาหร่ายสกุลนี้ bloom ถือว่าเป็น stock จากธรรมชาติโดยตรง อาจมีการปนเปื้อนบ้างแต่มีปริมาณน้อยมากเมื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ สาเหตุที่ใช้ stock จากธรรมชาติก็เพื่อมุ่งหวังให้เกษตรผู้เลี้ยงสัตว์ปีกสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงคุณภาพสัตว์ของตนเองได้ง่าย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทรัพยากรธรรมชาติทะเลสาบสงขลา หมายถึงทรัพยากรน้ำซึ่งได้แก่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา (Scytonema)

การเพิ่มผลผลิตทางด้านเกษตรกรรม หมายถึงการเพิ่มทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพในการผลิตสัตว์ปีกจำพวกไก่ไข่ และไก่เนื้อ

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) จัดอยู่ในดิวิชันไซยาโนโฟตา (Division Cyanophyta) หรือดิวิชันไซยาโนคลอโรนตา (Division Cyanochloronta) หรือดิวิชันไซยาโนไฟโคไฟตา (Division Cyanophycophyta) เซลล์ของสาหร่ายในดิวิชันนี้ทุกชนิดเป็นแบบโปรคาร์โอติก (prokaryotic cell) เช่นเดียวกับแบคทีเรีย ทำให้โครงสร้างและชีวเคมีของเซลล์ใกล้ชิดกับแบคทีเรียมากกว่าที่จะใกล้ชิดกับสาหร่ายในดิวิชันอื่นๆ ลักษณะเช่นนี้ทำให้คนบางกลุ่มเรียกสาหร่ายกลุ่มนี้ว่า ไซยาโนแบคทีเรีย Cyanobacteria) แต่ก็ไม่เป็นที่นิยมแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจาก นักสาหร่ายวิทยายังมีความเห็นว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินนั้นแตกต่างไปจากแบคทีเรีย เพราะภายในเซลล์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะมีรงควัตถุ คลอโรฟิล เอ (Chlorophyll a.) ในขณะที่รงควัตถุของแบคทีเรียไม่ใช่คลอโรฟิล เอ นอกจากนั้นระหว่างการสังเคราะห์แสง สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะผลิตออกซิเจนขึ้นในขณะที่แบคทีเรียที่สังเคราะห์แสงจะผลิตออกซิเจนไม่ได้

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สามารถกระจายอยู่ในที่อยู่อาศัย (habitat) ที่มีความหลากหลายมาก เช่นอาจพบเกาะผิวดิน ผิวทราย ผิวหิน ผนังตึก หรือตามเปลือกของไม้ยืนต้น แม้ว่าบริเวณดังกล่าวอาจขาดความชื้นในบางเวลา ก็สามารถมีชีวิตอยู่ได้ เนื่องจากสาหร่ายในดิวิชันนี้สามารถสร้างเมือกหุ้มโคโลนีเอาไว้ ทำให้สามารถรักษาความชื้นเอาไว้ได้ ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้ทนต่อสภาวะแวดล้อมที่แห้งแล้งได้ดีกว่าสาหร่ายในดิวิชันอื่น อย่างไรก็ตามที่อยู่อาศัยที่เป็นแหล่งน้ำ (aquatic habitat) พบว่าสาหร่ายกลุ่มนี้แพร่กระจายได้ดีที่สุด โดยจะปรากฏทั้งในลักษณะที่เป็นแพลงตอน (planktonic) หรือเกาะตามพื้นท้องน้ำ (benthic)

Bold and Wynne (1978) กล่าวว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญได้ดีในน้ำที่มีค่าของ pH ประมาณ 7 หรือ มากกว่าเล็กน้อย หากแหล่งน้ำมีค่าความเป็นกรดเสูงเช่น pH ต่ำกว่า 4 หรือ 5 สาหร่ายกลุ่มนี้จะเจริญเติบโตไม่ได้

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุลไซโตนีมา (Scytomema) เป็นสาหร่ายที่พบโดยทั่วไปในแหล่งน้ำ อาจพบในสภาพที่เป็นแพลงตอนลอยที่ผิวหน้าน้ำ เป็นจำนวนมาก ในช่วงที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมในบางครั้งอาจพบเกาะติดกับพืชน้ำ

สาหร่ายไซโตนีมา เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจัดอยู่ใน

Division Cyanophyta

Class Cyanophyceae

Order Oscillatoriales

Suborder Nostochineae

Family Scytonemataceae

Genus Scytonema

สาหร่ายชนิดนี้มีประมาณ 40 ชนิด (Desikachary,1959) ลักษณะโดยทั่วไปประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างทรงกระบอกขนาดความยาวของเซลล์เท่ากับความกว้างของเซลล์ แต่ในบางชนิดอาจมีความยาวมากกว่าความกว้างของเซลล์ เซลล์จะมาเรียงต่อกันเป็นแถว เรียกแถวนี้ว่าไตรโคม (trichome) เซลล์แต่ละเซลล์จะมีสีเหมือนกันทุกเซลล์ในไตรโคม แต่จะต่างกันเมื่อเป็นไตรโคมต่างชนิดกัน สีของเซลล์มีความหลากหลายมาก เช่น สีเขียวแกมน้ำเงิน (pale blue green) สีเขียวมะกอก (olivee green) สีเขียวดำ (blackish green) สีน้ำตาลเขียว (greenish brown) สีน้ำตาลเหลือง (yellowish brown) สีน้ำเงินเทา (grayish blue) หรือสีดำเขียว (greenish black)

ลักษณะของไตรโคมอาจคอด หรือไม่คอดก็ได้ ความกว้างของไตรโคมน้อยที่สุดอยู่ระหว่าง 2 - 4 μ (Scytonema subtile) และกว้างมากที่สุดอยู่ระหว่าง 10 - 15 μ (Scytonema nillei) แต่ละไตรโคมจะมีชีท (Sheath) หุ้ม โดยทั่วไปชีทจะไม่สี (Colorless) โปร่งใส (transparent) แต่ในบางครั้งอาจพบชีทมีสีเขียวแกมน้ำเงิน (bluish green) สีเหลือง (yellow) สีน้ำตาล (brown) หรือสีน้ำตาลเหลือง (yellowish brown) สีของชีทเป็นผลสืบเนื่องจากสารจำพวกเกลือของโลหะ หรือสารจำพวกโปรตีนที่เซลล์ขับออกมาสะสม (Humm and Wicks, 1980)

ความหนาของชีทสาหร่ายไซโตนีมาจะแตกต่างกันในแต่ละชนิด บางชนิดชีทจะบางมาก 1.6 - 3.1 μ (Scytonema ocellatum f. minor Bharadwaja) บางชนิดอาจหนาปานกลาง 4.5 μ (Scytonema pseudopunctatum skuja) แต่บางชนิดชีทอาจหนาถึง 5.2 μ (Scytonema dilatatum f. major Bharadwaja) μ

ไตรโคมที่มีชีทหุ้มอยู่เรียกว่าสาย (filament) สายของสาหร่ายไซโตนีมามีขนาดความกว้างแตกต่างกันในแต่ละชนิด เช่น Scytonema cincinatum มีสายกว้าง 16 - 36 μ ในขณะที่ Scytoneme crassum มีสายกว้างถึง 27 - 48 μ เป็นต้น สายของสาหร่ายไซโตนีมาแตกแขนงเป็นแบบแขนงเทียม (false branches) ซึ่งอาจเป็นแขนงเทียมเดียวกัน หรือแขนงเทียมคู่

โครงสร้างเซลล์ของไซโตนีมา มีลักษณะเช่นเดียวกับโครงสร้างเซลล์ทั่วไปของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จะไม่มีไมโตคอนเดีย (mitochocdria) ไม่มีนิวเคลียส (nucleus) ไม่มีกอลจิแอปปาราตัส (golig apparatus) และไม่มีเอนโดพลามิคเรติคิวลัม (endoplasmic reticulum) (Hoek et. al, 1995)

โครงสร้างของผนังเซลล์จะมี 4 ชั้น โดยสารที่ประกอบขึ้นเป็นผนังเซลล์เป็นสารชนิดเดียวกับผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบ (gram negative bacteria) ซึ่งเรียกว่า เปปทิโดไกลแคน (peptidoglycan) ภายนอกผนังเซลล์จะมีเมือก (mucilage) ที่เซลล์ขับออกมาหุ้ม เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำของเซลล์

ภายในกลางเซลล์จะมีสารพันธุกรรมแต่ไม่มีเยื่อหุ้มเรียก DNA มีลักษณะเป็นวงกลม (circular DNA) ไม่มีโปรตีนจำพวก ฮิสโตน (histone) เป็นองค์ประกอบบริเวณชิดกับผนังเซลล์จะพบไทลาคอยด์ (thylakoids) แต่จะไม่เรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ เหมือนกับสาหร่ายในดิวิชันอื่น ภายในไทลาคอยด์เป็นที่อยู่ของรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง เช่น คลอโรฟิล เอ (chlorophyll a) และคาโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งประกอบด้วยคาโรทีน (carotenes) และแซนโทฟิล (xanthophylls) (Smith, 1950)

Fogg (1973) กล่าวว่าคาโรทีนอยด์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินประกอบด้วย β-carotene,echinenone,cryptoxanthin, isocryptoxanthin, canthaxanthin, Lutein, zeaxanthin, nostoxanthin, oscillaxanthin, myxoxanthophyll และ 4-keto-myxoxanthophyll นอกจากนั้นยังมีรงควัตถุที่สำคัญอีก 3 ชนิด ที่มีส่วนที่ช่วยในการสังเคราะห์แสง เช่น c-phycocyanin, c-allophycocyanin และ c-phycoerythrin(venkataraman 1983)

คาโรทีนอยด์ ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายในดิวิชันอื่นที่สามารถนำไปใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับการปรับปรุงคุณภาพของสัตว์เลี้ยง เพื่อทำให้สัตว์เลี้ยงมีราคาเพิ่มมากขึ้น เช่น การใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลสไปรูไลนา (Spirulina) 15% เป็นส่วนผสมของอาหารสำหรับเลี้ยงปลาแฟนซีคาร์ฟ พบว่าลำตัวของปลาส่วนที่เคยมีสีแดง

จะเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้มภายหลังจากการให้อาหารเสริม สไปรูไลนาเป็นเวลา 8 สัปดาห์ (วุฒิพร พรหมขุนทอง 2527)

สำหรับในสัตว์ปีกจำพวกไก่ไข่ได้มีการทดลองใช้ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินปรับปรุงคุณภาพของไข่แดง เพื่อให้สีของไข่แดงมีสีแดงมากขึ้น ปกติสีของไข่จะแดงเนื่องมาจากสารแคโรตินอยด์ (carotenoid) ต่างๆ แต่ส่วนใหญ่เป็นพวกแซนโทฟิล (xanthophyle) ส่วนน้อยเป็นแคโรทีน (carotenes) หรืออาจกล่าวว่าแคโรตินอยด์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แคโรทีน (carotenes) และแซนโทฟิล (xanthophyle) โดยที่แคโรทีนประกอบด้วย α-carotene, β-carotene และ γ-carotene ส่วนแซนโทฟิลประกอบด้วย Cryptoxanthin, lutein และ Zeaxanthin และสีของไข่แดงเนื่องมากจากแคโรตินอยด์นั้นเป็นผลจากแซนโทฟิลเสียส่วนใหญ่ซึ่งได้มาจากการที่ไก่กินข้าวโพดเหลือง ทำให้สีของแซนโทฟิลในข้าวโพดไปสะสมที่ไข่แดง ไข่แดงจึงมีสีแดงเข้มขึ้น (สุวรรณ เกษตรสุวรรณ,2529)

อาจกล่าวได้ว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินภายในเซลล์มีรงควัตถุจำพวกแคโรตินอยด์ค่อนข้างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสาหร่ายในกลุ่มอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแคโรตินอยด์ประเภทแซนโทฟิล จะมีความเข้มข้นสูงมาก โดยมีรายงานเกี่ยวกับปริมาณของแซนโทฟิลสูงถึง 2,380 mg/kg (Matsuno et. al, 1974) เมื่อวิเคราะห์จากสไปรูไลนาแห้งที่อบด้วยอุณหภูมิสูงในขณะที่ Anderson และคณะ (1991) ได้รายงานผลการวิเคราะห์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลสไปรูไลนาที่ทำให้แห้งด้วยอุณหภูมิต่ำ (freeze-dried Spirulina) พบว่าปริมาณของแซนโทฟิลมี 5,787 mg/kg ซึ่งประกอบด้วย Myxoxanthophyll (2,512 mg/kg),lutein (21 mg/kg),Zeaxanthin (588 mg/kg) Unidentified (2,456 mg/kg),Echinenone(147 mg/kg) และ β-cryptoxanthin (63 mg/kg) ส่วน β- carotene มีเพียง 742 mg/kg

ปริมาณของแคโรทีนอยด์ที่ Anderson วิเคราะห์จากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลสไปรูไลนา มีความเข้มข้นสูงเนื่องมาจาก การทำให้แห้งด้วยความเย็นจะไม่ทำลายแคโรทีนอยด์ ซึ่งต่างจากการทำให้แห้งด้วยความร้อน โดยมีอุณหภูมิสูง 125 $^{\circ}$C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จะทำลายแคโรทีนอยด์มากกว่า 50% Anderson อ้างถึง Bezares และคณะ (1976) ได้ทดลองให้อาหารที่มีส่วนผสมของสาหร่ายสีเขียมแกมน้ำเงินสกุลสไปรูไลนากับไก่ไข่พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับสีของไข่แดง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Avila และ Cuca (1974) ซึ่งรายงานว่าไข่แดงของไก่ White Leghorn จะสีแดงคล้ำเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีส่วนผสมของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลสไปรูไลนา

ในขณะที่ไข่แดงของไก่ที่เลี้ยงด้วยดอกดาวเรือง (marigold) ผสมในอาหารจะมีสีแดงน้อยกว่า ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าปริมาณของแคโรทีนอยด์ในดอกไม้ของพืชชั้นสูงจะมีความเข้มข้นต่ำกว่าในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

ผลการทดลองของ Medowele และคณะ (1990) ที่ใช้พืชน้ำ Elodeea canadensis และ Hydrilla verticilla ผสมในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงไก่ไข่แม้ว่าจะช่วยให้ไข่แดงมีสีเข้มขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ Ross และคณะ (1991) ที่พบว่าเมื่อใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลสไปรูไลนาซึ่งทำให้แห้งภายใต้อุณหภูมิต่ำผสมในสูตรอาหารในระดับความเข้มข้น 1% เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดในขณะที่ความเข้มข้น 0.5% และต่ำกว่าสีจะจางไป ส่วนระดับความเข้มข้น 2% และ 4% สีจะเข้มมากเกินไปไม่เหมาะต่อการผลิตออกสู่ตลาด

รงควัตถุแคโรทีนอยด์ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินนอกจากจะมีผลทำให้สีของไข่แดงเข้มขึ้น เมื่อผสมในสูตรอาหารเลี้ยงไก่ไข่แล้วยังมีผลต่อสีของเนื้อไก่และผิวหนังของไก่อีกด้วย โดยเนื้อและผิวหนังไก่จะมีสีเหลืองเข้มมากขึ้นตามลำดับ เมื่อนำเอาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล สไปรูไลนา ผสมในสูตรอาหาร 5% และ10% (Becker และVenkataraman, 1982)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นสาหร่ายที่มีคุณค่าทางอาหารสูง เนื่องจากมีโปรตีนสูง แต่มีกรดนิวคลีอิกต่ำ นอกจากนั้นผนังเซลล์ไม่ได้ประกอบด้วยเซลลูโลสเหมือนกับสาหร่ายสีเขียว จึงทำให้สะดวกในการใช้เป็นส่วนผสมในสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์

Cifarri (1983) ได้ทำการวิเคราะห์เซลล์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลสไปรูไลนา ซึ่งเลี้ยงในห้องปฏิบัติการพบว่ามีโปรตีนร้อยละ 64 - 72 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 12 - 20 ไขมันร้อยละ 9 - 14 เถ้าร้อยละ 4 - 6 ของน้ำหนักแห้ง นอกจากปริมาณโปรตีนในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะค่อนข้างสูงแล้วยังพบว่ายังประกอบด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญในปริมาณที่พอเพียงอีกด้วยดังนี้ (National research coancil, 1984)

Aspartic acid	4.52%
Alanine	3.42%
arginine	2.61%
Cystine	0.15%
glutamic acid	5.36%
Glycine	2.52%
Histidine	0.53%

Isoleucine	1.00%
Leucine	2.88%
Lysine	1.61%
Methionine	0.87%
Phenylalanine	1.39%
Proline	3.52%
Serine	2.12%
Threonine	1.72%
Tyrosine	1.44%
Valine	1.14%

National Research council (1984) ยังรายงานถึงปริมาณเกลือแร่ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสไปรูไลนาว่าประกอบด้วยเกลือแร่ที่สำคัญหลายชนิดเช่น

Phosporus	0.95%
Potassium	0.99%
Calcium	0.28%
Magnesium	0.47%
Ash	6.9%
Manganese	46mg/kg
Iron	1,800 mg/kg
Copper	19 mg/kg
Zinc	330 mg/kg

สำหรับวิตามินที่สำคัญในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลดังกล่าวประกอบด้วย

Vitamin A	40 -50 mg
Provitamin A	3 - 4 mg
Vitamin B1 (Thiamine)	3 - 4 mg
Vitamin B2 (Riboftavin)	2.5 - 3.5 mg
Vitamin B3 (niacin)	10.5 mg
Vitamin B6 (Pyridoxine)	0.5 - 0.7 mg

Vitamin B12 (cyanocobalamin)	0.12 - 0.25 mg
Vitamin E	5 - 7 mg

การที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีปริมาณโปรตีนสูงและยังมีแร่ธาตุและวิตามินที่สำคัญหลายชนิด จึงเหมาะต่อการนำเอาสาหร่ายกลุ่มนี้มาตากให้แห้งเพื่อลดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารลงแทนการอบแห้ง แล้วนำไปเป็นส่วนผสมอาหารสัตว์จะทำให้สัตว์ปีกมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นและการคงอยู่ของไนโตรเจนในร่างกายอยู่ในระดับใกล้เคียงกับโปรตีนอื่นๆ ทำให้ไม่เป็นพิษ (จีระพรรณ สุขศรีงาม. 2536)

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

วิธีการศึกษาค้นคว้าขั้นตอนรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเก็บสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา
2. การเตรียมไซโตนีมาแห้งและการผสมในอาหารเลี้ยงไก่ไข่และไก่เนื้อ
3. การดำเนินการทดลองเลี้ยงไก่เนื้อและไก่ไข่เสริมด้วยสาหร่ายไซโตนีมาแห้ง
4. การวัดเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของไก่ไข่และไก่เนื้อ

การเก็บสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา

เริ่มต้นจากการสำรวจแหล่งน้ำด้วยเรือบริเวณทะเลสงขลาตอนในพบว่าบริเวณบ้านเกาะโคบ (Ban Koknop) เป็นบริเวณที่มีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเกาะอยู่ตามต้นกระจูด และลอยอยู่บริเวณผิวหน้าน้ำจำนวนมาก เมื่อนำมาวินิจฉัยภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light microscope) พบว่าเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุลไซโตนีมา (Scytonema)

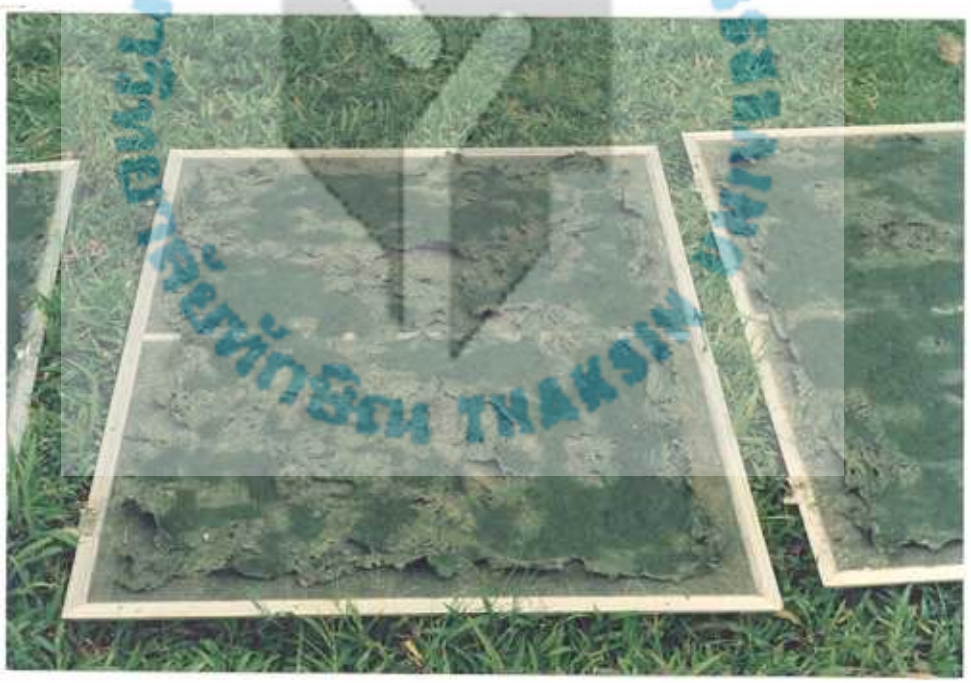
ภาพที่ 1 แสดงสาหร่ายไซโตนีมาที่เกาะกับพืชน้ำ

ภายหลังจากทราบว่าเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมาแล้ว จึงได้เดินทางไปเก็บโดยใช้มือเก็บ โดยพยายามคัดเลือกเฉพาะกลุ่มที่มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด แล้วขจัดสิ่งสกปรกซึ่งเกาะอยู่ตามสาย (filament) ของสาหร่ายออกโดยการแกว่งในน้ำไปมาจนกระทั่งเห็นว่าสะอาดแล้วจึงนำไปใส่ถังเตรียมไว้ประมาณ 20 ถัง

การเตรียมไซโตนีมาแห้งและการผสมในอาหารเลี้ยงไก่ไข่และไก่เนื้อ

เมื่อนำสาหร่ายไซโตนีมามาถึงห้องปฏิบัติการจะต้องรีบนำเอาสาหร่ายไซโตนีมา มาทำความสะอาดโดยใช้น้ำไหลผ่านแล้วใช้มือลูบเบาๆ เพื่อให้สิ่งสกปรกซึ่งส่วนใหญ่เป็นอนุภาคดินเหนียวที่เกาะกับชีท (Sheath) ของสาหร่ายชนิดนี้ออกจนหมด สังเกตได้สีของสาย (filament) จะมีสีเขียวแกมน้ำเงินสดใสเมื่อกระทบแสงจะมีความวาวเกิดขึ้น

สาหร่ายไซโตนีมาที่ทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วนำไปใส่ตะแกรงเพื่อให้พอหมาด หลังจากหมาดดีแล้วจึงนำไปแผ่บนตะแกรงลวดเพื่อนำไปผึ่งในบริเวณที่มีแดดรำไรเพื่อป้องกันไม่ให้รงควัตถุแคโรทีนอยด์เสื่อมสภาพมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 120 $^{\circ}$C วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ดีเท่ากับการทำให้แห้งภายใต้อุณหภูมิต่ำ แต่จะดีกว่าการทำให้แห้งภายใต้อุณหภูมิสูงและเป็นการประหยัด



ภาพที่ 2 แสดงสาหร่ายไซโตนีมาผึ่งให้แห้งใช้เวลา 3 วัน

ต่อจากนั้นนำเอาสาหร่ายไซโตนีมาที่แห้งสนิทดีแล้ว มาฉีกให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วบดให้ละเอียดจะได้ผงสีเขียวอมเทา นำไปเก็บไว้ที่ซึ่งมีความชื้นต่ำเพื่อนำไปใช้ผสมกับอาหารไก่สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป

ภาพที่ 3 แสดงสาหร่ายไซโตนีมาแห้งบดละเอียด

การผสมสาหร่ายไซโตนีมาที่บดละเอียดในอาหารสำเร็จรูปของไก่เนื้อนั้นใช้สาหร่ายไซโตนีมาแห้งผสมกับอาหารไก่เนื้อ 0 - 3 สัปดาห์ และ 3 - 7 สัปดาห์ โดยใช้สาหร่ายแห้งไซโตนีมาคิดเป็นร้อยละ 1.5, 3, 6, 12, และ 14 ของน้ำหนักอาหารสำเร็จรูปเลี้ยงไก่เนื้อของบริษัทกรุงไทยอาหารสัตว์ ส่วนอาหารสำหรับไก่ไข่ใช้สาหร่ายแห้งไซโตนีมาคิดเป็นร้อยละ 1.5, 3, 6, 12 และ 14 ของน้ำหนักอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงไก่ไข่ของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหารสัตว์จำกัด การผสมสาหร่ายแห้งไซโตนีมากับอาหารสำเร็จรูปเลี้ยงไก่นั้นจะผสมทุกๆ สัปดาห์

การดำเนินการทดลองเลี้ยงไก่ไข่และไก่เนื้อเสริมด้วยสาหร่ายไซโตนีมาแห้ง

การทดลองครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองด้วยกัน คือ

การทดลองที่ 1. เป็นการทดลองใช้สาหร่ายแห้งไซโตนีมาที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันผสมอาหารสำหรับเลี้ยงไก่ไข่ โดยใช้ไก่ไข่ซึ่งเลี้ยงอายุครบ 1 ปี พันธุ์ AA-Brown จำนวน 30 ตัว แบ่งออกเป็น 6 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุมไม่ผสมสาหร่ายแห้งไซโตนีมาในอาหาร กลุ่มที่ 2 - กลุ่มที่ 6 เป็นกลุ่มทดลองผสมสาหร่ายแห้งไซโตนีมาร้อยละ 1.5, 3, 6, 12, และ 14 โดยแต่ละกลุ่มแยกเลี้ยงเป็น 2 กรงๆ ละ 2 ตัว และ 3 ตัว ใช้เวลาเลี้ยงเพื่อการทดลอง 31 วัน

การทดลองที่ 2. เป็นการทดลองใช้สาหร่ายไซโตนีมา ผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงไก่เนื้อ พันธุ์ AA-Brown ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยกลุ่มควบคุมไม่ผสมสาหร่ายไซโตนีมาในอาหารสำเร็จรูป ส่วนกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มจะผสมสาหร่ายไซโตนีมาร้อยละ 1.5, 3, 6, 12 และ 14 ตามลำดับ แต่ละกลุ่มจะแยกเลี้ยงกลุ่มละ 30 ตัว ใช้เวลาเลี้ยง 35 วัน

ทั้ง 2 การทดลองจะตรวจวัดในเชิงปริมาณ (quantity) และเชิงคุณภาพ (quality) โดยไก่ไข่จะตรวจวัด

1. ความดกของไข่ โดยการนับจำนวนไข่ในแต่ละวันของทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มการทดลองเป็นเวลา 31 วัน

2. ขนาดของไข่ พิจารณาจากน้ำหนักของไข่โดยการชั่ง

3. ดัชนีไข่ขาว (albumen index) โดยการวัดความสูงของไข่ขาวและความกว้างเฉลี่ยของไข่ขาวแล้วใช้สูตร ดัชนีไข่ขาว = $\frac{\text{ความสูงของไข่ขาว}}{\text{ความกว้างเฉลี่ยของไข่ขาว}}$

4. ดัชนีไข่แดง (yolk index) โดยการวัดความสูงของไข่แดงและความกว้างของไข่แดงแล้วใช้สูตร ดัชนีไข่แดง = $\frac{\text{ความสูงของไข่แดง}}{\text{ความกว้างของไข่ขาว}}$

5. สีของไข่แดง (yolk color) นำไข่แดงเทียบกับสีมาตรฐานเพื่อดูคะแนนโดยใช้แบบริจเวย์ (Ridgeway) จะมีคะแนนสูงสุด 24 คะแนน

สำหรับไก่เนื้อจะพิจารณาจากน้ำหนักของไก่โดยการชั่งน้ำหนักในแต่ละกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมเมื่อเลี้ยงครบ 35 วัน และทำการฆ่าไก่เพื่อตรวจดูสีของเนื้อไก่และสีของผิวหนังโดยสังเกต

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY

569.4
ส 225 ว
2541
ฉ.2

สำนักหอสมุด
มหาวิทยาลัยทักษิณ

บทที่ 4
ผลการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาในเชิงปริมาณและคุณภาพของไก่ไข่เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายแห้งไซโตนีมาในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันสรุปได้ดังนี้

1. ความแตกของไข่

ผลการทดลองพบว่าไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไซโตนีมาแห้งร้อยละ 1.5, 3, และ 6 เมื่อเลี้ยงครบ 31 วัน ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ 21.3 ฟอง, 23.2 ฟอง และ 21 ฟอง ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ผสมสาหร่ายไซโตนีมาแห้งในอาหารเลย มีค่าใกล้เคียงกันโดยกลุ่มควบคุมให้ค่าจำนวนไข่เฉลี่ย 21.4 ฟอง ในขณะที่กลุ่มทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไซโตนีมาแห้งร้อยละ 12 และ 14 มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ยของไข่สูงขึ้นโดยให้ค่าเฉลี่ย 23.4 ฟองและ 27.6 ฟองตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาความสม่ำเสมอจากแผนภูมิที่ 1 จะเห็นได้ว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีลักษณะใกล้เคียงกัน

แผนภูมิที่ 1 แสดงจำนวนไข่ที่ได้ในแต่ละวันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบค
และกลุ่มทดลอง

104093

2. ขนาดของไข่

ผลการทดลองพบว่า ขนาดของไข่ไก่ซึ่งพิจารณาจากน้ำหนักไข่ที่ชั่งแต่ละวันครบ 31 วัน พบว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างมีน้ำหนักของไข่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่เมื่อพิจารณาดูในรายละเอียดพบว่า กลุ่มควบคุมมีน้ำหนักไข่เฉลี่ยฟองละ 54.45 กรัม ในขณะที่กลุ่มทดลองซึ่งมีสาหร่ายแห้งไซโตนีมาผสมในอาหารร้อยละ 1.5, 3, 6, 12 และ 14 มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยฟองละ 54.39 กรัม, 55.24 กรัม, 55.58 กรัม, 58.45 กรัม และ 57.62 กรัมตามลำดับ โดยภาพรวมของน้ำหนักไข่เฉลี่ยแต่ละวันจากแผนภูมิที่ 2 จะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก

แผนภูมิที่ 2 แสดงน้ำหนักไข่ในแต่ละวันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY

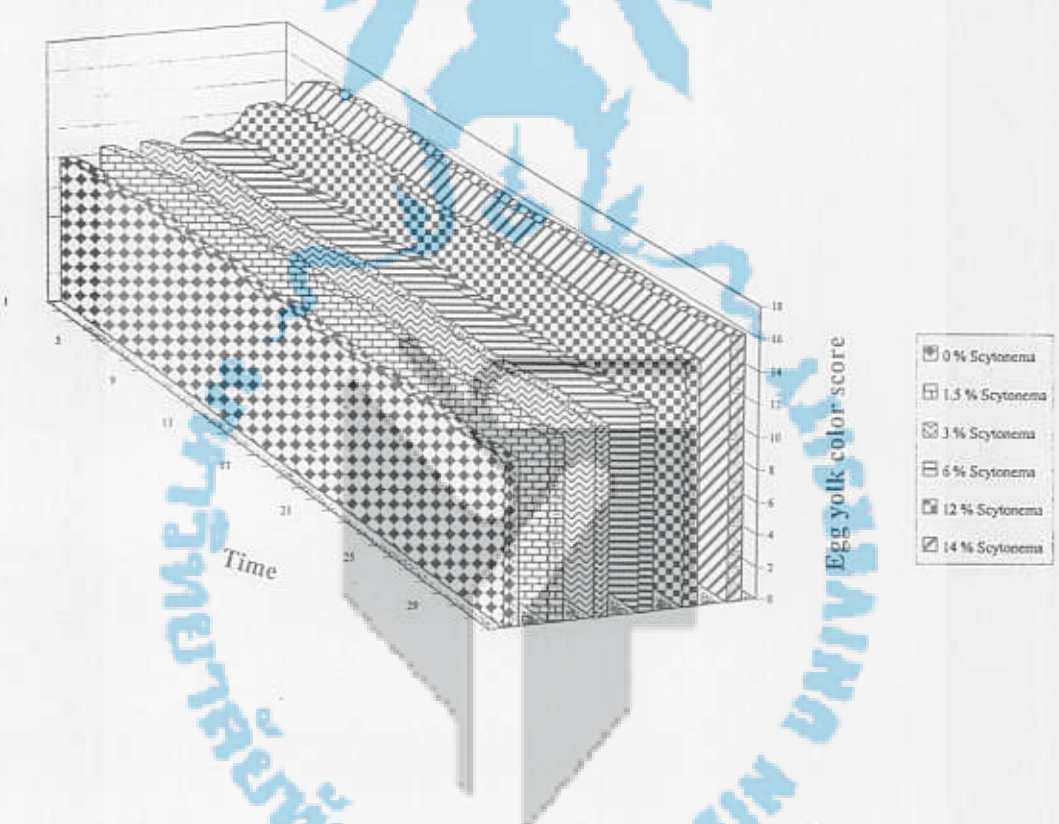
3. ความหนาของเปลือกไข่ (shell thickness)

เปลือกไข่ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มควบคุมเปลือกไข่มีความหนาเฉลี่ย 0.30 มิลลิเมตร ในขณะที่เปลือกไข่ของกลุ่มทดลองซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายแห้งไซโตนีมาในร้อยละ 1.5, 3, 6, 12, และ 14 มีค่าความหนา 0.30 มิลลิเมตร, 0.30 มิลลิเมตร, 0.30 มิลลิเมตร, 0.30 มิลลิเมตร และ 0.31 มิลลิเมตร โดยความหนาของเปลือกไข่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในรอบ 31 วันดังแผนภูมิที่ 3

แผนภูมิที่ 3 แสดงความหนาของเปลือกไข่ (Egg shell thickness) ในแต่วัน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

4. ดัชนีไข่ขาว (albumen index)

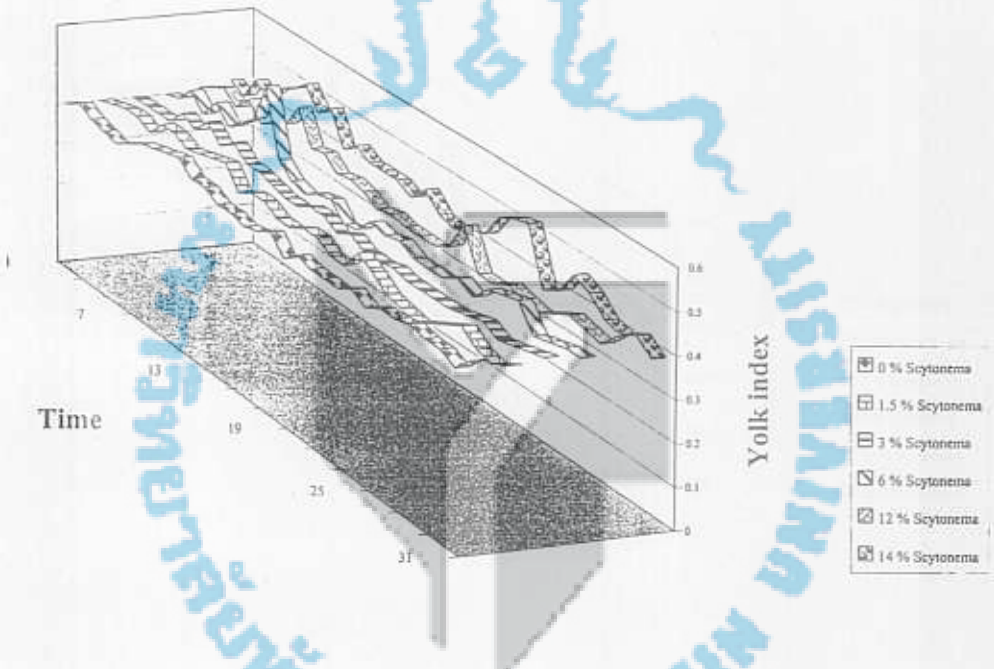
ผลการวัดความสูงและความกว้างเฉลี่ยของไข่ขาวเมื่อมาคำนวณหาดัชนีไข่ขาวพบว่าค่าของดัชนีไข่ขาวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ค่าเฉลี่ยของดัชนีไข่ขาวกลุ่มควบคุมมีค่า 0.80 ในขณะที่กลุ่มทดลอง ซึ่งมีส่วนผสมของสาหร่ายไซโตนีมาแห้งร้อยละ 1.5, 3, 6, 12 และ 14 มีค่าดัชนีไข่ขาวตามลำดับดังนี้ 0.080, 0.080, 0.081, 0.081 และ 0.081 สำหรับค่าดัชนีไข่ขาวในรอบ 31 วัน การเปลี่ยนแปลงค่าของดัชนีไปในแนวทางเดียวกัน ดังแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 แสดงดัชนีไข่ขาว (albumen index) ในแต่ละวันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

5. ดัชนีไข่แดง (yolk index)

จากการวัดความสูงและความกว้างของไข่แดงมาใช้ในการคำนวณหาดัชนีไข่แดง พบว่าค่าเฉลี่ยของดัชนีไข่แดงของกลุ่มควบคุมมีค่า 0.410 เปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ใช้สาหร่ายแห้งไซโตนีมาในอัตราส่วนร้อยละ 1.5, 3, 6, 12 และ 14 ผสมในอาหารทำให้ค่าเฉลี่ยของดัชนีไข่แดงมีค่า 0.415, 0.413, 0.422, 0.429 และ 0.451 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองยังคงมีค่าตกอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอยู่ อย่างไรก็ตามค่าดัชนีของไข่แดงในแต่ละวันในรอบ 30 วัน มีภาพรวมดังแผนภูมิที่ 5

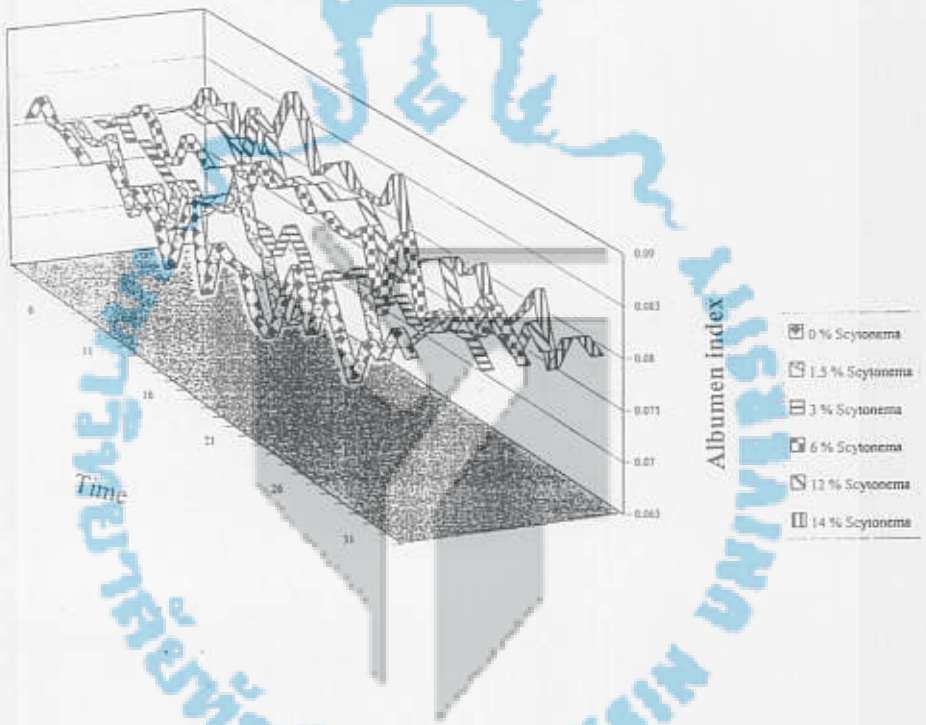


แผนภูมิที่ 5 แสดงดัชนีไข่แดง (yolk index) ในแต่ละวันเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY

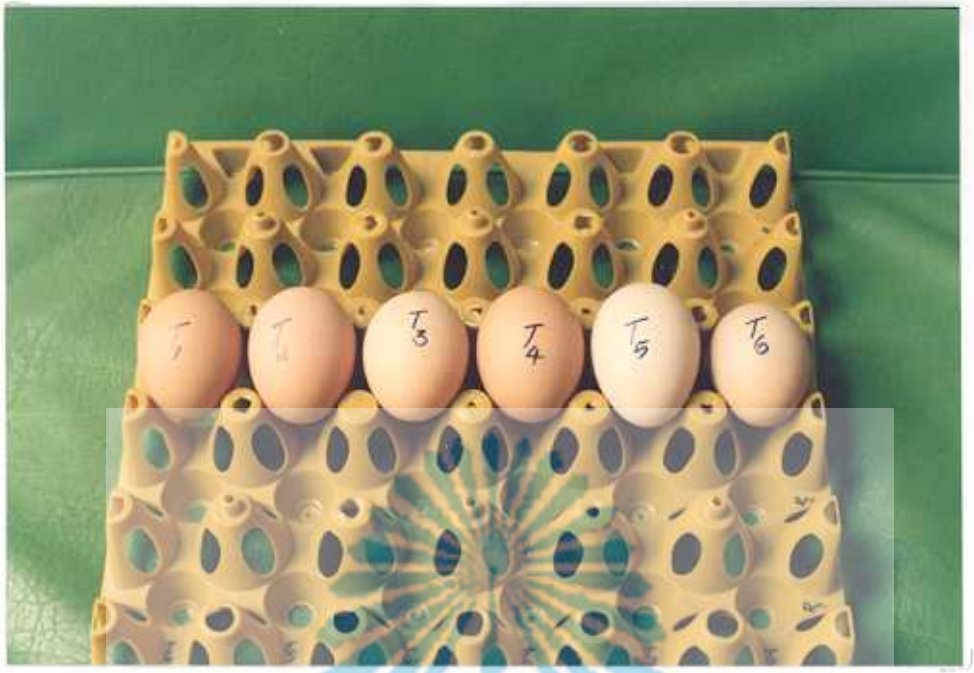
6. สีของไข่แดง

การเปรียบสีของไข่แดงกับสีมาตรฐานซึ่งมีคะแนนสูงสุด 24 คะแนน พบว่ากลุ่มควบคุมมีคะแนนต่ำกว่ากลุ่มทดลองโดยมีคะแนนของสีของไข่แดงเฉลี่ย 10.26 ยกเว้นกลุ่มทดลองที่ใช้ไซโตนีมาแห้ง ร้อยละ 6 ผสมในอาหารที่มีคะแนนของสีของไข่แดงเฉลี่ยใกล้เคียงกับกลุ่มทดลองคือ 10.70 ส่วน กลุ่มที่ใช้ไซโตนีมาแห้งร้อยละ 1.5 และ 3 นั้น มีค่าของสีไข่แดง 11.22 และ 11.61 ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้นคิดเป็นร้อยละของไซโตนีมาที่เพิ่มสูงขึ้นเป็น 12 และ 16 จะมีค่าของสีของไข่แดงชัดเจนคือ 14.80 และ 15.89 จากแผนภูมิที่ 6 จะเห็นได้ชัดเจนว่าสีของไข่แดงเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 3 หลังจากนั้นสีของไข่แดงค่อนข้างเปลี่ยนแปลงน้อย



แผนภูมิที่ 6 แสดงคะแนนสีของไข่แดง (Egg yolk color score) ในแต่ละวัน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะภายนอกของไข่ที่เลี้ยงโดยใช้สาหร่ายไซโตนีมาแห้งผสมร้อยละ 0, 0.5, 3, 6, 12, และในอาหารสำเร็จรูป

T_1 = 0% Scytonema แห้ง, T_2 = 1.5% Scytonema แห้ง, T_3 = 3% Scytonema แห้ง

T_4 = 6% Scytonema แห้ง, T_5 = 12% Scytonema แห้ง ,T_6 = 14% Scytonema แห้ง

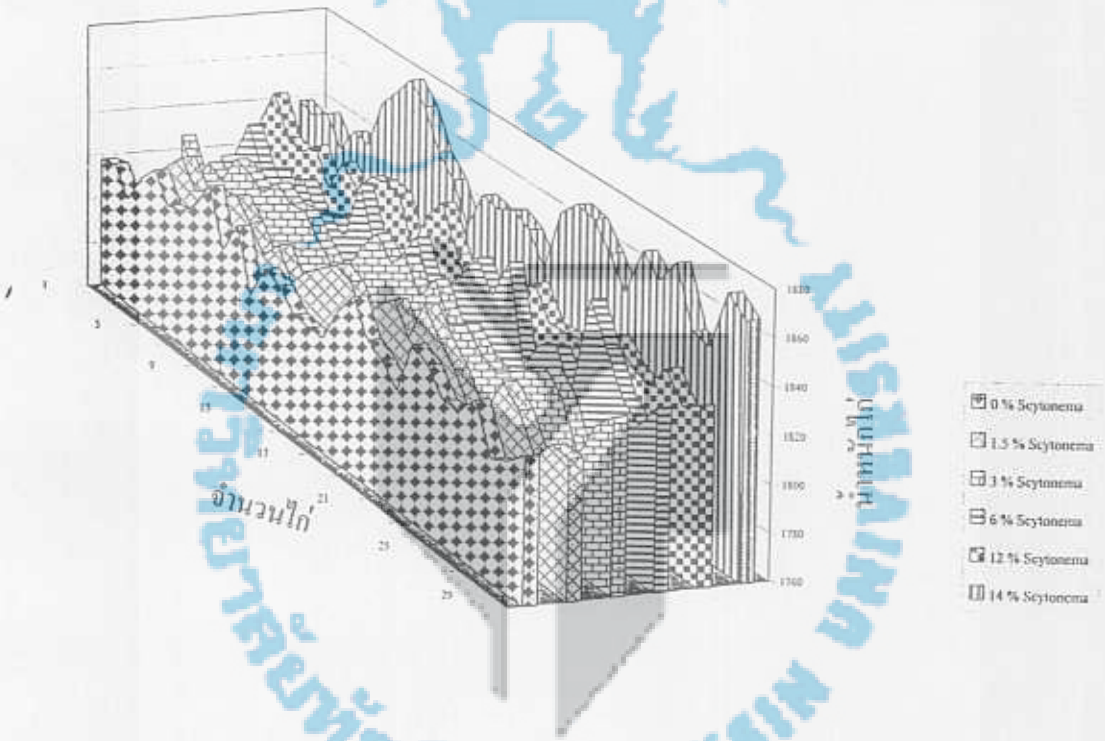
ภาพที่ 5 แสดงสีของไข่แดงที่เลี้ยงโดยใช้สาหร่ายไซโตนีมาแห้งผสมในอัตราส่วนร้อยละ 0, 1.5, 3, 6, 12, และ 14 ในอาหารสำเร็จรูป

T_1 = 0% Scytonema แห้ง, T_2 = 1.5% Scytonema แห้ง, T_3 = 3% Scytonema แห้ง

T_4 = 6% Scytonema แห้ง, T_5 = 12% Scytonema แห้ง ,T_6 = 14% Scytonema แห้ง

7. น้ำหนักของไก่เนื้อ

ไก่เนื้อกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงโดยไม่ได้เสริมสาหร่ายไซโตนีมาแห้ง เมื่ออายุครบ 35 วัน มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไข่ 1820.33 กรัม ซึ่งมีน้ำหนักใกล้เคียงกับไก่เนื้อกลุ่มทดลองซึ่งเลี้ยงโดยใช้สาหร่ายไซโตนีมาแห้งเสริมในร้อยละ 1.5, 3 และ 6 โดยมีน้ำหนักของไก่เนื้อที่เสริมด้วยสาหร่ายไซโตนีมาแห้งร้อยละ 12 และ 14 จะเห็นความแตกต่างชัดเจนขึ้นโดยมีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 1832.30 และ 1854.43 ตามลำดับ สำหรับค่าน้ำหนักของไก่เนื้อทุกๆ ตัวใน 30 วันจะมีค่าแตกต่างกันบ้าง ดังแผนภูมิที่ 7



แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าน้ำหนักไก่แต่ละตัวเมื่อเลี้ยงครบ 35 วัน เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY

8. สีของเนื้อและผิวหนังไก่

สีของเนื้อไก่กลุ่มควบคุมพบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มทดลองที่เสริมสาหร่ายแห้งไซโตนีมาผสมในอาหารร้อยละ 1.5, และ 3 ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ผสมสาหร่ายแห้งไซโตนีมาในอาหารร้อยละ 6, 12, และ 14 สีของเนื้อและผิวหนังเหลืองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างชัดเจน โดยเฉพาะอาหารที่ผสมไซโตนีมาร้อยละ 14 จะมีเนื้อและผิวหนังเหลืองคล้ายย้อมสีขมิ้นอ่อนๆ ดังภาพที่ 4 และ 5

ภาพที่ 6 แสดงสีของเนื้อและผิวหนังไก่เปรียบเทียบระหว่าง T_1, T_2 และ T_3

T_1 = อาหารที่ผสม 0% Scytonema แห้ง

T_2 = อาหารที่ผสม 1.5% Scytonema แห้ง

T_3 = อาหารที่ผสม 3% Scytonema แห้ง

ภาพที่ 7 แสดงสีของเนื้อและผิวหนังไก่เปรียบเทียบระหว่าง T_4, T_5 และ T_6

T_4 = อาหารที่ผสม 6% Scytonema แห้ง

T_5 = อาหารที่ผสม 12% Scytonema แห้ง

T_6 = อาหารที่ผสม 14% Scytonema แห้ง

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

การทดลองที่ 1 ใช้ไก่ไข่พันธุ์ AA-Brown เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไซโตนีมาผึ่งแดดแห้ง (sun-dried Scytonema) ร้อยละ 0, 1.5, 3, 6, 12 และ 14 ผลการทดลองในเชิงปริมาณ (quantity) พบว่าจำนวนไข่ต่อเดือนจะเริ่มเพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสาหร่ายไซโตนีมาแห้งร้อยละ 12 และเพิ่มขึ้นชัดเจนเมื่อไก่กินอาหารผสมไซโตนีมาแห้งร้อยละ 14 โดยให้จำนวนไข่ 23.4 ฟอง และ 27.6 ฟอง ตามลำดับ ผลการทดลองในเชิงคุณภาพ (quality) ของไข่พบว่าสีของไข่แดงจะเข้มขึ้นเมื่อเลี้ยงไก่ไข่ด้วยอาหารที่ผสมไซโตนีมาแห้งในอัตราส่วนเพิ่มขึ้น กล่าวคือหากเพิ่มปริมาณสาหร่ายไซโตนีมาแห้งในอาหารให้สูงขึ้น ไข่แดงของไก่จะมีสีเข้มขึ้น โดยมีคะแนนสูงสุดของสีไข่แดง 15.89 คะแนน จาก 24 คะแนนของสีมาตรฐาน และผลการศึกษาในเชิงคุณภาพของไข่ด้านอื่นๆ เช่น ความหนาของเปลือกไข่ ดัชนีไข่ขาว ดัชนีไข่แดง ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองไม่พบความแตกต่างที่ชัดเจน

การทดลองที่ 2 ใช้ไก่พันธุ์ Abor-Acer เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไซโตนีมาผึ่งแดดแห้งร้อยละ 0, 1.5, 3, 6, 12 และ 14 ผลการทดลองในเชิงปริมาณพบว่าน้ำหนักไก่เนื้อที่ชั่งได้เมื่อเลี้ยงครบ 35 วัน มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แต่ผลการทดลองในเชิงคุณภาพ พบว่าสีของเนื้อไก่และสีของผิวหนังไก่มีการเปลี่ยนแปลงชัดเจน โดยสีของเนื้อและผิวหนังของไก่จะมีสีเหลืองเข้มขึ้น

อภิปรายผลการศึกษา

การศึกษาเกี่ยวกับการใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมาแห้งผสมในอาหารเลี้ยงไก่ไข่ ไก่ไข่จะตอบสนองทั้งในเชิงปริมาณและในเชิงคุณภาพในส่วนของเชิงปริมาณจะชัดเจนเกี่ยวกับความดกของไข่ กล่าวคือไก่ไข่ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่ายไซโตนีมาร้อยละ 14 จะให้ไข่ดกขึ้นเพื่อเปรียบเทียบกับไก่ไข่ที่เลี้ยงด้วย Elodea, Hydrilla และ Pithophora + Hydrilla ซึ่งรายงานโดย Mcdowell (1990) มีความเป็นไปได้อย่างยิ่งที่สูตรอาหารสำเร็จรูปซึ่งใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมช่วยให้ไก่ไข่ดกอยู่แล้ว เมื่อเพิ่มสาหร่ายไซโตนีมาแห้งไปในสูตรอาหารดังกล่าว จึงเสมือนหนึ่งใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเสริมคุณภาพอาหารซึ่งเหมาะสมอยู่แล้วให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

ในเชิงคุณภาพผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าไก่ไข่เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปแล้วผสมสาหร่ายแห้งไซโตนีมาเป็นส่วนเสริม ไข่แดงของไข่ไก่จะมีสีเข้มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์ของสาหร่ายแห้งไซโตนีมาที่เพิ่มขึ้นในส่วนผสมอาหารเลี้ยงไก่ไข่ โดยไข่แดงจากกลุ่มที่กินอาหารผสมสาหร่ายไซโตนีมาร้อยละ 14 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนสีมาตรฐานมีค่า 15.89 ในขณะที่ไข่แดงจากกลุ่มที่กินอาหารไม่ผสมสาหร่ายไซโตนีมาแห้ง เมื่อเปรียบเทียบคะแนนสีมาตรฐานมีค่า 10.26 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ross (1990) ที่ใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไปรูไลนาร้อยละ 1.5, 3, 6 และ 12 ผสมในสูตรอาหารเลี้ยงไก่ไข่ พบว่าไข่แดงมีการสะสมแซลโทฟิลที่ได้จากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเพิ่มขึ้นชัดเจนซึ่งสังเกตเห็นได้จากสีของไข่แดงมีสีเข้มขึ้น โดยเริ่มจากส่วนผสมของสาหร่ายตั้งแต่ร้อยละ 3 ขึ้นไปในขณะที่สูตรอาหารซึ่งไม่ได้ผสมสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหรือสูตรอาหารที่ผสมหญ้า alfalfa สีของไข่แดงจะจางมากกว่า

ปกติแล้วสีของไข่แดงของทั้งไข่ไก่และไข่เป็ดจะไม่คงที่ อาจจางลงหรือเข้มขึ้น การเปลี่ยนแปลงสีของไข่แดงนี้ สุวรรณ เกษตรสุวรรณ (2522) อธิบายว่าเป็นเพราะส่วนผสมของรงควัตถุแคโรทีนอยด์ (carotenoid) ที่เป็นส่วนประกอบของอาหารไก่ ที่ไก่ได้รับหากไก่กินอาหารที่มีส่วนผสมของ แคโรทีนอยด์น้อยสีไข่แดงจะซีด หากไก่กินอาหารที่มีแคโรทีนอยด์มากสีจะแดงจัด ปริมาณของเม็ดสีของแคโรทีนอยด์ในไข่แดงอยู่ในรูปของแซนโทฟิลเป็นสัดส่วน 10 ต่อ 1 เท่าของแคโรทีนโดยมีแคโรทีน (carotene) ในรูปของเบตา-แคโรทีน 0.03 มิลลิกรัม มีแซนโทฟิลในรูปของคริพโตแซนทิน (cryptoxanthin) 0.03 มิลลิกรัม ลิวทีน (Lutein) 0.1 มิลลิกรัม และซีแซนทิน (Zeaxanthin) 0.2 มิลลิกรัม ซึ่งทั้งแคโรทีนและคริพโทแซนทินต่างเป็นแคโรทีนอยด์ที่ให้วิตามิน เอ (Vitanin-A-active carotenoids)

โดยที่ปริมาณแคโรทีนอยด์และไวตามินเอในไข่แดงอาจทำให้มีมากขึ้นได้ ด้วยการให้ไก่กินอาหารที่มีส่วนผสมของแคโรทีนอยด์ เมื่อไก่ตั้งต้นไข่รอบใหม่ในไข่แดงก็จะมีแคโรทีนอยด์ และหากไก่ได้อาหารที่มีแคโรทีนอยด์ต่อเนื่อง ไข่แดงจะสะสมแคโรทีนอยด์ทำให้ไข่แดงสีแดงจัดไปตลอด จนกว่าจะหยุดให้อาหารที่มีรงควัตถุดังกล่าว สีของไข่แดงก็จะลดความเข้มลงนานเข้าสีของไข่แดงจะซีดไปเอง

ปกติแล้วสารแคโรทีนอยด์จะพบอยู่ในพืชสีเขียว ทั้งพืชน้ำและพืชบก เช่นพืชน้ำ Elodea และ Hydrilla ต่างมีแคโรทีนอยด์ที่สามารถใช้ทดแทนข้าวโพดเพื่อเพิ่มสีของไข่แดง แต่ปริมาณของแคโรทีนอยด์จะน้อยกว่าในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

ปริมาณของแซนโทฟิลในแคโรทีนอยด์ ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเมื่อทำให้แห้งแล้วบดละเอียดเพื่อผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงไก่นั้น กรรมวิธีของการทำให้สาหร่ายแห้งแตกต่างกัน แม้ว่าจะเป็นสาหร่ายสกุลเดียวกันอาจทำให้ได้แซนโทฟิลในปริมาณต่างกันได้ การทำให้สาหร่ายแห้งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่นการใช้ความร้อนจากไฟฟ้า (electrically-heated drying) อบแห้งภายในตู้อบซึ่งควบคุมอุณหภูมิได้ ปกติอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 ° C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง วิธีนี้ความร้อนจะทำให้แซนโทฟิลเสื่อมสลายไปบางส่วนเมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้ปริมาณของแซนโทฟิล ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

Paoletti (1971) ทำการวิเคราะห์ปริมาณ แซนโทฟิลในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสไปรูไลนา โดยทำให้แห้งภายใต้อุณหภูมิสูง พบว่าปริมาณในสาหร่ายสไปรูไลนาแห้ง 1 กิโลกรัมมีแซนโทฟิล 1,690 มิลลิกรัม โดยวิธีเดียวกัน Matsuno (1974) และ UNIDO ได้วิเคราะห์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสไปรูไลนาแห้ง 1 กิโลกรัม พบว่ามีปริมาณแซนโทฟิล 2,380 มิลลิรัม และ 1,600 มิลลิกรัมตามลำดับ

นอกจากการทำให้แห้งด้วยความร้อนแล้ว ยังสามารถทำให้สาหร่ายแห้งได้ด้วยอุณหภูมิต่ำ (freeze-dried) วิธีนี้จะไม่ทำให้แซนโทฟิลเสื่อมเหมือนวิธีแรกแต่เสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีแรก Anderson (1987) ได้วิเคราะห์สาหร่ายสไปรูไลนาน้ำหนักแห้ง 1 กิโลกรัม พบว่ามีปริมาณแซนโทฟิล 5,787 มิลลิกรัม โดยมีส่วนประกอบของ Myxoxanthophyll 2,512 มิลลิกรัม Lutein 21 มิลลิกรัม Zeaxanthin 588 มิลลิกรัม Echinenone 147 มิลลิกรัม และ Unidentified 2,456 มิลลิกรัม

จะเห็นได้ว่าวิธีการทำให้แห้งภายใต้อุณหภูมิต่ำ จะได้ปริมาณของแซนโทฟิลสูงกว่าการทำให้แห้งภายใต้อุณหภูมิสูง สำหรับการทดลองครั้งนี้เลือกเอาวิธีการผึ่งแดด (sun-dried) ก็เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับเกษตรกรเลือกใช้ จุดประสงค์เพื่อไม่ต้องการให้เกษตรกรเพิ่มต้นทุนหากต้องการนำเอาผลการวิจัยนี้ไปใช้

การผึ่งแดดสาหร่ายจะผึ่งในที่ร่มรำไร มีลมโกรก เพื่อป้องกันรังสีอุลตราไวโอ-เลต ไม่ให้ทำลายรงควัตถุ วิธีนี้จะใช้เวลา 5 - 7 วันจึงจะทำให้สาหร่ายแห้งพอที่จะนำไปบดผสมกับอาหารเลี้ยงไก่

สีของไข่แดงมีความเข้มเพิ่มมากขึ้น เมื่อไก่กินอาหารที่มีแซนโทฟิลผสม ภายหลังอาหารผ่านการย่อยแล้ว แซนโทฟิลจะถูกดูดซับและสะสมไว้ที่ไข่แดง เมื่อไก่กินอาหารที่มีแซนโทฟิลผสมทุกๆ วัน ไข่แดงจะสะสมแซนโทฟิลเพิ่มมากขึ้น สีของไข่แดงจึงมีสีเหลืองอมแดงหรือสีเข้มขึ้น

เมื่อพิจารณาสีของไข่แดงกลุ่มควบคุม จะเห็นได้ว่าสีไม่ได้ชัด เพียงแต่สีเข้มน้อยกว่ากลุ่มทดลอง การที่สีของไข่แดงไม่ได้ชัดนั้น เป็นเพราะว่าในอาหารไก่ซึ่งไม่ได้ผสมสาหร่ายแห้งไซโตนีมา ก็มีแซนโทฟิลซึ่งมีแหล่งที่มาจากข้าวโพดที่เป็นส่วนผสมของอาหาร เพียงแต่ปริมาณของแซนโทฟิลไม่มากนัก ดังนั้นเมื่ออาหารได้รับการเสริมแซนโทฟิลเพิ่มขึ้นโดยการผสมสาหร่ายแห้งไซโตนีมา ปริมาณแซนโทฟิลเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในส่วนผสมที่มีสาหร่ายไซโตนีมาร้อยละ 12 และ 14 จะช่วยให้สีของไข่แดงสีเข้มมากขึ้น

ดังนั้นหากเกษตรกรนำเอาสาหร่ายแห้งไซโตนีมา ผสมในอาหารเลี้ยงไก่ไข่ร้อยละ 14 เกษตรกรก็สามารถที่จะปรับปรุงคุณภาพของไข่ ในด้านของสีของไข่แดงได้ทันที ไก่ที่เลี้ยงจะให้ไข่ที่มีสีไข่แดงเข้มทุกๆ ฟอง โดยไม่ต้องลงทุนซื้อสารสังเคราะห์แคโรฟิล (carophyll) มาผสมในอาหารหรือไปซื้อสีมาฉีดเข้าไปในไข่แดงซึ่งนอกจากเสียเงินแล้ว ยังอาจทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายอีกด้วย

น้ำหนักของไข่แดงทั้งฟองระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันชัดเจน อาจสืบเนื่องมาจาก โปรตีนในไข่ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนซึ่งมาจากอาหารสำเร็จรูปซึ่งมีถั่วเหลืองและปลาป่นเป็นแหล่งสำคัญ ส่วนโปรตีนจากสาหร่ายไซโตนีมาเป็นเพียงส่วนเสริม แต่เนื่องจากปริมาณของโปรตีนจากสาหร่ายที่เสริมเข้าไป ยังมีปริมาณไม่มากพอ โปรตีนส่วนเสริมจากสาหร่ายไซโตนีมาจึงแสดงออกไม่ชัดเจน หากพิจารณาดัชนีของไข่ขาว และดัชนีของไข่แดงประกอบด้วย ยิ่งจะทำให้เห็นภาพชัดเจนโปรตีนจากสาหร่ายแห้ง แสดงออกต่อดัชนีไข่ขาว

และไข่แดงไปในทำนองเดียวกับน้ำหนักของไข่ เช่นเดียวกับรายงานการทดลองของ Venkataraman (1983) ที่ทดลองใช้ส่าหรายสีเขียวแกมน้ำเงินสไปรูไลนาแห้ง ผสมในสูตรอาหารร้อยละ 5 และ 10 ได้ผลว่าน้ำหนักของไข่ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันโดยน้ำหนักไข่ของกลุ่มควบคุมมีค่า 48.2 กรัม ส่วนกลุ่มทดลองน้ำหนักไข่มีค่า 48 กรัม และ 46 กรัม ตามลำดับ และสอดคล้องกับการทดลองของ Mcdowell (1990) ซึ่งใช้ 7.5% Elodea, 7.5% Hdrilla และ 7.5% Hydrillax + pithophora เลี้ยงไก่ไข่และรายงานผลว่าน้ำหนักไข่ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน โดยกลุ่มควบคุมไข่มีน้ำหนัก 62.8 กรัม ส่วนกลุ่มทดลองไข่มีน้ำหนัก 63.3 กรัม, 62.3 กรัม และ 63.2 กรัม ตามลำดับ

เปลือกไข่ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน เปลือกไข่ประกอบด้วยเปลือกชั้นนอกเรียก spong layer กับเปลือกชั้นในเรียกว่า mammillary layer ชั้นนอกเป็นแคลเซียมในรูปผลึกของหินปูน ตั้งตรงทางแกนยาวของผลึกกับผิวเปลือกเป็นชั้นที่แข็งแรงที่สุด ส่วนชั้นในเป็นสารประกอบของแมกนีเซียมกับฟอสเฟท ดังนั้นความหนาของเปลือกไข่ย่อมมีส่วนของแคลเซียม แมกนีเนียม และฟอสเฟท เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เมื่อพิจารณาปริมาณของแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสเฟท ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะมีปริมาณต่ำกว่าสาหร่ายสีเขียว จากการศึกษาของ Ross (1990) พบว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสไปรูไลนามีฟอสฟอรัส 0.95% แคลเซียม 0.28% และแมกนีเซียม 0.28% ซึ่งเทียบส่วนแล้วเป็นปริมาณที่ต่ำมาก ลักษณะเช่นนี้ทำให้แร่ธาตุเหล่านี้จึงไม่น่าจะมีผลอย่างมีนัยสำคัญในการมีส่วนทำให้เปลือกไข่มีความหนาเพิ่มขึ้น ดังนั้นปริมาณแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของไข่ จึงน่าจะมาจากแคลเซียมคาร์บอเนตหรือเปลือกหอยเสียมากกว่า

การศึกษาการใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไซโตนีมาแห้งผสมในอาหารร้อยละ 0, 1.5, 3, 6, 12 และ 14 เลี้ยงไก่เนื้อพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในแต่ละสัปดาห์ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมและเมื่อเลี้ยงครบ 35 วัน น้ำหนักของไก่เนื้อชั่งได้ยังคงแสดงออกในเชิงปริมาณไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งอาจเนื่องมาจากปริมาณของสาหร่ายแห้งซึ่งผสมในอาหารเลี้ยงไก่เนื้อ อาจมีปริมาณไม่มากพอ ทำให้โปรตีนในสาหร่ายแห้งที่เป็นส่วนเสริมโปรตีนในอาหารสำเร็จรูปยังไม่เพียงพอที่จะทำให้น้ำหนักไข่เพิ่มขึ้น ดังนั้นหากต้องการเพิ่มน้ำหนักไก่ จำเป็นต้องเพิ่มปริมาณร้อยละของน้ำหนักแห้งสาหร่ายไซโตนีมาในส่วนผสมอาหารสำเร็จรูปให้สูงขึ้น

ผลการศึกษาในเชิงคุณภาพ สีของเนื้อไก่และสีของผิวหนังไก่เนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลือง เมื่อใช้อัตราส่วนของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไซโตนีมาแห้งร้อยละ 12 และ 14 ในส่วนผสมของอาหาร โดยสีของเนื้อไก่จะมีสีเหลืองอมสีแสดอ่อนๆ ซึ่งเป็นลักษณะของสีที่สวยมาก ช่วยทำให้ดูน่าปรุงอาหารมากขึ้น ส่วนสีของผิวหนังไก่จะมีสีอมเหลืองอ่อนๆ ในขณะสีของผิวหนังไก่กลุ่มควบคุมจะสีซีด การเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อและผิวหนังไข่เป็นผลจากปริมาณของแซนโทฟิลในส่วนผสมของอาหารที่เพิ่มขึ้น ทำให้เม็ดสีไลโปโครม (lipochromes) ซึ่งเป็นรงควัตถุจำพวกแคโรทีนอยด์สะสมในเนื้อผิวหนังเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Venkataraman (1983) และ Ross (1990) ซึ่งรายงานว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในอาหารให้มีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้น สีของเนื้อและผิวหนังไก่จะมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น เพียงแต่ปริมาณของแซนโทฟิล ในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไซโตนีมาอาจมีเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่าในสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวสกุลสไปรูไลนา ดังนั้นหากต้องการให้ทั้งไก่เนื้อและไข่ไก่ได้รับแคโรทีนอยด์เพิ่มมากขึ้น ควรเพิ่มปริมาณของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไซโตนีมาแห้งให้สูงขึ้นกว่าการทดลองครั้งนี้

มหาวิทยาลัยทักษิณ THAKSIN UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งต่อไปมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ควรทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไซโตนีมาทั้งในด้านปริมาณของรงควัตถุแคโรทีนอยด์ ปริมาณโปรตีน กรดอะมิโน และแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบภายในเซลล์ เพื่อจะสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวปรับปรุงคุณภาพของการนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมาใช้เป็นอาหารเสริมสัตว์ปีกให้ดีขึ้น เช่นอัตราส่วนที่เหมาะสม ที่ควรเพิ่มสาหร่ายไซโตนีมาแห้งเสริมเพื่อเพิ่มหนักของไข่เนื้อหรืออัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการไข่ดกของไก่เป็นต้น

2. ควรทดลองให้อาหารเสริมสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุลอื่นๆ หลายสกุลกับไก่ไข่และไก่เนื้อ โดยเลือกใช้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินซึ่งเป็นทรัพยากรน้ำในทะเลสาบสงขลา ซึ่งอาจพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางสกุลที่อาจมีคุณสมบัติเหมาะสมกว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไซโตนีมา

บรรณานุกรม

จีระพรรณ สุขศรีงาม การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูไลนา (Spirulina platensis) ที่เพาะเลี้ยงในน้ำสกัดจากใบมะรุม มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2536

วุฒิพร พรหมขุนทอง ผลของรงควัตถุคาโรทีนอยด์ที่ได้จากแหล่งต่างๆ ต่อการเปลี่ยนสีของปลาแฟนซีคาร์พ Cyprinus carpic Linn. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ ไข่และเนื้อไก่ กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529

Anderson, D.W., C.S. tano and E.Ross. 1991. The xanthophylls of spirulina and their effect on egg yolk pigmentation Poultry Science 70 (1) : 115 - 119.

Beeker, E.W. and L.V Venkataraman. Biotechnology and Exploitation of Algae. Mysore : Central Food Technological Researeh Institute, 1982

Bold, Harold C. and Michel J. Wynne. Introduction to the Algae. New Jerry : Prentice - Hall, 1978

Ciferri, O. and O. Tiboni. 1985. Biochemistry and Industrial potential of Spirulina. Annual Review of Microbiology. 39 : 503 - 526

Desikachary, T.V. Cyanophyta New Delhi : Indian Council of Agricultural Research, 1959

Fogg, G.E. and others. The Blue - Green Algae. London : Aeademic Pren, 1973

Hock, C. Van den, D.G. Mann amd H.M. Jahns. Algae : an introduction to phycology Cambridge : Cambridge University Press, 1995

Humm, Harold J. and Susanne R. Wicks. Introduction and guide to the Marine Blucgrcen Algae. New York : John Wiley & Sons, 1980

Matsuno, T. and others. 1974. Intensifiaction of color of fancy red earp with Zeaxanthin and myxoxanthophyll, major carotenoid constituents of spisulina. Bulletin of the Japanese Sosiety of Scientific Fisheries. 45 : 627 - 632

National Research Council. Nutrient Requirements of Dometic Animals. 8 th. ed Washington D.C. : Natl Acad. Sci, 1984

P. Sirimontraporn and Yokokawa. Report on aquaculture ground survey of Songkhla lake. : Thailand and Japan Joint Coastal Aquaculture Research Report, 1984.

Ross, E and W. Dominy. 1990. The nutritional value of dehydrated blue - green algae (Spirulina platensis) for Poultry Poultry Sci. 69 : 794 - 800

Ross, E and others 1994. Comparison of Freeze - Dried and Extruded Spirulina platensis as Yolk pigmenting Agents. Poultry Science 73 : 1282 - 1289.

Smith, G.M. The fresh - water algae of the United States. New York, McGraw - Hill Book Co. 1950

Venkataraman, L.V. A Monograph on Spirulina platensis. New Delhi : Technological Research Institutute Mysore, 1983.