โครงการวิจัย

เรื่อง

การใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งในอาหารไก่ไข่เป็นแหล่งให้สีไข่แดง

Use of Marigold Petal Meal (Tagetes erecta)

as a source of Xanthophyll in layers diet.

โดย

หัวหน้าโครงการ

นายทวีศักดิ์ นิยมบัณฑิต

ผู้ร่วมงาน

นายจำเริญ ยืนยงสวัสดิ์

นายนิพนธ์ น้อยวิบูล

นายวิศาล วัชรสินธุ์

เสนอ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ธันวาคม 2533

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประเภทนักวิจัยใหม่ ปี พศ. 2532

เลขหมู่ SF99.F56 ค94 2533

เลขทะเบียน 2.2/S.A. 2539

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งในอาหารไก่ไข่ ได้ทำการทดลองโดยใช้ไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์ จำนวน 200 ตัว แบ่งออกเป็น 10 ทรีทเมนต์ แต่ละทรีทเมนต์แบ่งเป็น 4 ซ้ำ โดยแต่ละซ้ำมีไก่ 5 ตัว ไก่ในแต่ละทรีทเมนต์จะได้รับอาหารที่มีกลีบดอกดาวเรืองแห้งในระดับที่แตกต่างกัน โดยที่ทรีทเมนต์ที่ 1 ใช้ข้าวโพด (เป็นทรีทเมนต์เปรียบเทียบ) ทรีทเมนต์ที่ 2 เป็นสูตรอาหารพื้นฐาน ในทรีทเมนต์ที่ 3, 4, 5 และ 6 มีระดับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลือง (พันธุ์ Sovereign) 2,4,8 และ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ และในทรีทเมนต์ที่ 7,8,9 และ 10 มีระดับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีส้ม (พันธุ์ Toredor) 2,4,8 และ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ให้ไก่กินอาหารเต็มที่ตลอดการทดลอง 3 สัปดาห์ พบว่าการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีส้มในระดับ 8 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้ลักษณะการให้ผลผลิตของไก่ไข่ มีแนวโน้มที่ดีกว่าการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งในระดับอื่น ๆ ($P<0.01$)

Abstact

A study using Marigold Petal Meal in the diets of laying hen was conducted with 200 Isabrown layers. The experiment was divided into 10 treatments with 4 replications per treatment and 5 layers used in each replication. The positive control treatment (T_1) received yellow corn. The negative control treatment or the basis diet (T_2) received broken rice. In the experimental treatment (T_3,T_4, T_5 and T_6) received 2,4,8 and 12 grams per kilogram basis diet of Sovereign Marigold Petal Meal. In the last experimental tratment (T_7,T_8, T_9 and T_{10}) received 2, 4, 8 and 12 grams per kilogram basis diet of toredor Marigold Petal Meal. Adlivitum for 3 weeks of the experiment. the results of this experiment showed that the layers fed with 8 grams per kilograms basis diet of Toredor Marigold Petal Meal had better production performance than the layersfed with other level of Marigold Petal Meal ($P<0.01$).

สารบาญ

เรื่อง	หน้า
สารบาญตาราง	(ข)
สารบาญภาพ	(ค)
สารบาญตารางผนวก	(ง)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	9
ผลการทดลอง	15
วิจารณ์ผลการทดลอง	22
สรุป	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	28

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงส่วนประกอบของสีดอกดาวเรืองสดและแห้งพันธุ์ American marigolds และ French marigolds	3
2.	เปรียบเทียบการให้สีไข่แดงของไก่ไข่ที่ได้รับดอกดาวเรืองแห้งต่างระดับ	7
3.	แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้ทดลอง	11
4.	แสดงผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารแต่ละสูตรที่ใช้ในการทดลอง	13
5.	แสดงผลการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ Sovereign(สีเหลือง)และพันธุ์ Toredor(สีทอง) ต่อลักษณะทางผลผลิตของไก่ไข่ ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการทดลอง	16
6.	แสดงผลการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ Sovereign(สีเหลือง) และพันธุ์ Toredor(สีทอง) ต่อลักษณะทางผลผลิตของไก่ไข่ ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการทดลอง	17
7.	แสดงผลของการเปลี่ยนอาหารเป็นอาหารสูตรพื้นฐานต่อปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ตลอดระยะเวลา 14 วันของการทดลอง	19
8.	แสดงผลของการเปลี่ยนอาหารเป็นอาหารสูตรพื้นฐานต่อลักษณะทางผลผลิตของไก่ไข่ ตลอดระยะเวลา 14 วันของการทดลอง	19

สารบาญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับสีในไข่แดงเมื่อไก่ได้รับอาหารที่มีแหล่งสีต่างกันในแต่ละวันเป็นเวลา 21 วันของการทดลอง	18
2	แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับสีของไข่แดงเมื่อได้รับอาหารสูตรพื้นฐานในแต่ละวันเป็นเวลา 14 วันของการทดลอง	21

สารบาญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1.	การวิเคราะห์ผลของสถิติปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน(กรัม) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง	28
2.	เปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน(กรัม) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test	28
3.	การวิเคราะห์ผลทางสถิติประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง	28
4.	การวิเคราะห์ผลทางสถิติประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test	28
5.	การวิเคราะห์ผลทางสถิติผลผลิตไข่ ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง	29
6.	เปรียบเทียบความแตกต่างผลผลิตไข่(%)ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test	29
7.	การวิเคราะห์ผลทางสถิติน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง(กรัม)ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง	29
8.	เปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง(กรัม) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test	30
9.	การวิเคราะห์ผลทางสถิติความสูงของไข่ขาว(Haugh Unit) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง	30
10.	การวิเคราะห์ผลทางสถิติความหนาของเปลือกไข่(มิลลิเมตร) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง	30
11.	การวิเคราะห์ผลทางสถิติสีของไข่แดง ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง	31
12.	เปรียบเทียบความแตกต่างสีของไข่แดง ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test.	31

คำนำ

สภาวะการเลี้ยงไก่ไข่ในปัจจุบันจำเป็นจะต้องมีลักษณะตรงตามความต้องการของผู้บริโภค กล่าวคือสีของไข่แดงจะต้องมีสีเหลืองอมส้ม ซึ่งเกษตรกรมักจะประสบปัญหาในเรื่องวัตถุดิบที่ใช้ในอาหาร โดยเฉพาะข้าวโพด ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ คือ นอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานแล้ว ยังเป็นแหล่งของ Xanthophyll ที่สำคัญเพื่อทำให้สีของไข่แดงมีสีเหลืองในบางฤดูกาลเมื่อข้าวโพดมีราคาสูงขึ้นและขาดแคลน ทำให้เกษตรกรไม่สามารถหาซื้อมาใช้ในสูตรอาหารได้ด้วยเหตุนี้ทำให้มีการนำเอาปลายข้าวมาใช้ทดแทน แต่มีข้อจำกัดอยู่ว่าปลายข้าวเมื่อนำไปผสมในอาหารไก่ไข่แล้วจะทำให้สีของไข่แดงซีดไม่น่ารับประทาน ซึ่งอาจจะแก้ปัญหาโดยเสริมสารสีสังเคราะห์ลงในสูตรอาหาร เช่น Canthaxanthin, β-apo-8′-carotenoic acid (Carophyll Red), β-apo-8′-carotal หรือ Carotenoic acid แต่สารสีสังเคราะห์เหล่านี้มีราคาแพงและต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ ทำให้สูญเสียเงินตราของประเทศเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงใช้ดอกดาวเรืองแห้งเป็นแหล่งสารสีเสริมลงในอาหารเพื่อทำให้ไข่แดงมีสีเหลืองน่ารับประทาน

การตรวจเอกสาร

Braunlich (1974) และHencken (1974) รายงานว่า carotenoids ที่เป็นแหล่งสีในอาหารไก่ไข่ส่วนใหญ่ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นไวตามิน เอ และถูกส่งผ่านไปสะสมในผิวหนังและไข่แดงโดยไม่มีการเปลี่ยนรูป แต่มี Carotenoids บางตัวได้แก่echinenone, cryptoxanthin, β -apo-8´-carotenal, β -apo-8´-carotenoic acid และ citranaxanthin สามารถเปลี่ยนไปเป็นไวตามิน เอ และยังเป็นแหล่งสีในผิวหนัง และไข่แดงได้ ซึ่งตรงกับรายงานของ Tyczkowski และคณะ (1988) ว่า carotenoids เป็นสารที่มีสูตรโครงสร้างคล้ายไวตามิน เอ และมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดที่สำคัญที่สุด คือ β -carotene ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นไวตามินเอ ได้ในร่างกายสัตว์แต่ไม่มีผลในการให้สีส่วน carotenoids ชนิดที่ไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นไวตามินเอ แต่มีความสามารถในการให้สีโดยจะเข้าไปสะสมในผิวหนังไก่และไข่แดงได้ โดยไม่มีการเปลี่ยนรูป ซึ่งสารเหล่านี้เกิดจากการ oxidation ของ β-carotene ได้แก่ Hydroxy-carotenoids (cryptoxanthin, zeaxanthin, lutein), Keto carotenoids (echinenone, canthaxanthin, astacene), Intermediate forms (violaxanthin, capsanthin, astaxanthin) และ Degradations compounds of carotene (β-apo-8´-carotenoic acid, β -apo-8´-carotenal, bixin, crocetin, citranaxanthin, lycopene, torularhodin)

สมเพียร (2525) กล่าวว่า ดาวเรืองมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Tagetes spp. ชื่อสามัญ คือ Marigolds เป็นพืชพื้นเมืองของเม็กซิโกมีอยู่หลายสายพันธุ์ ซึ่ง Quackenbush และ Miller (1972) ได้ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบของกลีบดอกดาวเรืองสดและแห้งพันธุ์ American marigolds (Tagetes erecta) และ French marigolds (Tagetes patula) ทั้งสีแดง สีทอง และสีเหลือง พบว่าในกลีบดอกดาวเรืองทั้งสองพันธุ์มี lutein สูง รองลงมาคือ zeaxanthin ซึ่งรวมกันคิดเป็นร้อยละ 88-92 ของ carotenoids ในกลีบดอกดาวเรือง แสดงในตารางที่ 1

Quackenbush (1973) พบว่า carotenoids ในกลีบดอกดาวเรืองแห้งที่ใช้ทางการค้ามีอยู่ 14.016 ก/กก. ส่วนใหญ่เป็นสารพวก dihydroxy pigments ได้แก่ lutein และ zeaxanthin ซึ่งมีอยู่ 13.833 ก/กก. ซึ่งปริมาณ carotenoids ในแต่ละพันธุ์มีความผันแปรน้อยมาก และ xanthophyll ในกลีบดอกดาวเรืองแห้งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ xanthophyll ester มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้ง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสีดอกดาวเรืองสดและแห้งพันธุ์ American marigolds และ French marigolds

Sample	Relative composition (%)					total pigment mg/gm
	caro-tene	mono-hydroxy pigment	dihydroxy-pigments		polyoxy pigment	
			lutein	zeaxanthin		
American red						
fresh	1.0	1.2	92.6	4.2	1.0	1.5
air-drying	0.0	2.1	90.1	5.6	2.1	6.1
American go'd						
fresh	1.0	0.5	90.8	6.7	1.1	1.6
American yellow						
fresh	1.3	1.6	76.6	17.4	3.1	0.4
French red						
fresh	1.9	2.6	89.7	4.6	1.3	5.1
air-drying	0.0	2.2	91.0	6.0	0.8	9.4
French gold						
fresh	1.4	1.7	91.8	4.3	0.8	1.5
French yellow						
fresh	0.8	1.7	91.6	4.2	0.7	1.4

ที่มา : Quackenbush and Miller (1972)

โดย Scott และคณะ (1967) พบว่าปริมาณ xanthophyll ในกลีบดอกดาวเรืองแห้งมีอยู่ 6,000-10,000 มก/กก. ในขณะที่ข้าวโพด และใบกระถินมีอยู่ 20-25 และ 660 มก/กก. ตามลำดับ และยังพบว่าข้าวโพดประกอบด้วย cryptoxanthin และ zeaxanthin เป็นส่วนใหญ่ แต่เมื่อคิดกรัมต่อกรัมของสารทั้งสองชนิดปรากฏว่า zeaxanthin จะให้สีได้ดีกว่า

Dua และคณะ (1966) กล่าวว่าการเสริมไวตามินเอในระดับ 4,400, 26,400 158,400 และ 475,200 หน่วยสากลต่อกิโลกรัมของอาหารที่มี carotenoids อยู่ 21 มก./กก. ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและการใช้ประโยชน์ของอาหาร แต่การเพิ่มระดับไวตามินเอในอาหารทำให้การดูดซึม carotenoids ลดลงตามลำดับคือ 66.5,50.3, 49.3 และ 39.3% เมื่อไก่นั้นได้รับ carotenoids ทั้งหมด 370,360,373 และ 360 มก. โดยคิดจากปริมาณอาหารที่กิน ทั้งนี้เนื่องจากไวตามินเอไปรบกวนการดูดซึมที่ผนังลำไส้เล็ก มีผลทำให้ระดับ carotenoids ในเลือด ตับ และผิวหนังของไก่ลดลงด้วย

Hayes (1966) รายงานว่าการใช้ไวตามินเอเกินระดับ 52,800 หน่วยสากลต่อกิโลกรัมของอาหารจะทำให้สีของไข่แดงจางลง สอดคล้องกับผลงานของ Farr และคณะ (1962) ที่ว่าการเสริมไวตามินเอในระดับสูงจะทำให้สีของไข่แดงจางลง นอกจากนี้เขายังรายงานต่อไปอีกว่าการเสริมไขมันสัตว์ในระดับ 3% ในอาหารจะทำให้สามารถเพิ่มไวตามินเอจนถึง 79,200 หน่วยสากลต่อกิโลกรัมของอาหารโดยไม่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดการสะสมเม็ดสีในไข่แดง ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีการแก่งแย่งกันมากระหว่างไวตามินเอและ carotenoids ในการดูดซึมเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีไขมันต่ำ แต่ถ้าในอาหารนั้นมีไขมันเพียงพอก็จะไม่เกิดการแก่งแย่งกันขึ้น ถ้าใช้ไวตามินเอไม่เกิน 79,200 หน่วยสากล

Deuel และคณะ (1943) ได้ทำการทดลองในไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นโดยให้อาหารพื้นฐานที่มี carotenoids อยู่ในระดับ 22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร แต่ไม่มีไวตามินเออยู่เลยในช่วงเวลาหนึ่งจากนั้นจึงเสริมไวตามินเอในรูปไขมันปลาฉลาม (มีไวตามินเออยู่ 20,000 หน่วยสากลต่อกรัม) ในระดับ 2,200, 4,400, 33,000, 66,000, 132,000, 220,000 และ 440,000 หน่วยสากลต่อกิโลกรัมของอาหาร และได้ป้องกันการสูญเสียของไวตามินเอโดยผสมอาหารทีละน้อยแต่บ่อยครั้ง เขาพบว่าปริมาณ carotenoids ในไข่แดงไม่ถูกรบกวนเมื่อเสริมไวตามินเอในระดับ 2,200 และ 4,400 หน่วยสากล แต่จะลดลงในระดับ 33,000 หน่วยสากล และลดลงไปถึง 25% ในกลุ่มที่ได้รับไวตามินเอในระดับสูงสุดปริมาณ carotenoids ใน serum ตับ และไขมันในร่างกายจะลดลงเมื่อระดับไวตามินเอเพิ่มขึ้น ทางด้านไวตามินเอพบว่า serum มีไวตามินเอค่อนข้างคงที่ ส่วนในตับและไขมันในร่างกายจะมีเพิ่มขึ้นเมื่อระดับไวตามินเอเพิ่มขึ้น ไวตามินเอในไข่จะสูงขึ้นถ้าระดับไวตามินเอในอาหารสูงเกิน 33,000 หน่วยสากลต่อกิโลกรัม

Williams และคณะ (1962) รายงานว่าการเสริม zeaxanthin ระดับต่าง ๆ ในอาหาร zeaxanthin จะสะสมในไข่แดงเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับการให้สูงขึ้น การเสริม bixin และ lutein ในอาหารพบว่า bixin สะสมในไข่แดงมากกว่า lutein และ zeaxanthin แต่อย่างไรก็ตาม bixin ไม่สะสมใน serum, adipose tissue และตับในลูกไก่และไก่ไข่ แต่ lutein และ zeaxanthin สามารถสะสมได้และยังสามารถสะสมในไข่

แดงและผิวหนังลูกไก่ ส่วน β -carotenewบเพียงเล็กน้อยในส่วนต่าง ๆ เมื่อให้ cartenoids ทุกตัวในระดับ 18.92 และ 22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของอาหาร

การประมาณค่า Xanthophyll ในกลีบดอกดาวเรือง

สุวรรณา (2522) กล่าวว่าการประมาณค่า Xanthophyll ในกลีบดอกดาวเรืองนั้น ทำได้โดยนำดอกดาวเรืองมาแยกกลีบดอกและฐานดอกออกจากกันแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-10 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักหาอัตราส่วนระหว่างกลีบดอกต่อฐานดอกพบว่าเป็น 1.9:1 สำหรับดอกดาวเรืองพันธุ์ Tagetes erecta จากประเทศสหรัฐอเมริกา ทั้งนี้เนื่องจากดอกมีขนาดใหญ่กลีบดอกซ้อนกันหลายชั้น จากนั้นนำมาคิดปริมาณ Xanthophyll เฉพาะในกลีบดอกเท่านั้น โดยให้กลีบดอกดาวเรืองแห้ง 1 กิโลกรัม มี Xanthophyll 10,000 มิลลิกรัม Livingston และคณะ(1973) รายงานว่ากลีบดอกดาวเรืองแห้งมี Xanthophyll อยู่ 10,626 มก./กก. สอดคล้องกับ Brambila และคณะ(1963) และ Scott และคณะ(1967) ซึ่งรายงานว่ามีอยู่ในระดับ6,000-10,000 มก./กก. จากอัตราส่วนระหว่างกลีบดอกและฐานดอกดาวเรืองพันธุ์ Tagetes erectaเป็น1.9:1 นั้น จะได้กลีบดอก 65.51% และให้ Xanthophyll 6,551 มก./กก. ของดอกดาวเรืองแห้ง

จากการทดลองนี้ใช้ดอกดาวเรืองพันธุ์ Tagetes erecta จากสหรัฐอเมริกาเช่นกัน แต่ลักษณะการเก็บดอกดาวเรืองนั้น จะเก็บจากผลพลอยได้จากการตัดดอกจำหน่ายโดย 1 ต้นตัดได้ 6-8 ดอก ส่วนดอกที่เหลือจะเก็บมาทดลองโดยแยกเอากลีบดอกและฐานดอกออกจากกันแล้วนำไปผึ่งแดดในเรือนกระจกให้แห้ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 10 ชั่วโมง ทำการชั่งน้ำหนักได้อัตราส่วนกลีบต่อฐานดอกประมาณ 1.6:1 ซึ่งให้กลีบดอก 61.53% จะให้ Xanthophyll 6,153 มก./กก. ของดอกดาวเรืองแห้ง

การสูญเสียปริมาณ xanthophyll ในการเก็บรักษา

Coon และ Couch (1976) รายงานการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งที่เก็บเกี่ยวไม่พร้อมกัน โดยกลุ่มแรกเมื่อทำแห้งแล้วนำมาเลี้ยง ส่วนอีกกลุ่มเมื่อทำแห้งแล้วเก็บไว้ในโรงเก็บอาหารเป็นเวลา 7 เดือน จากนั้นก็นำทั้งสองกลุ่มมาเลี้ยงไก่ไข่ลูกผสม พบว่า ระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อการให้สีในไข่แดง และไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสูตรโครงสร้างของ xanthophyll ในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะเดียวกันเขาก็ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ xanthophyll ในกลีบดอกดาวเรืองแห้งทั้งสองระยะของการเก็บเกี่ยว จากนั้นก็นำไปเก็บไว้ในถุงพลาสติกสีเข้มที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส (55 องศาฟาเรนไฮท์) เป็นเวลานาน 10 เดือน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ xanthophyll อีกครั้งหนึ่ง พบว่าปริมาณ xanthophyll สูญเสีย

ไป 21.2 และ 28.4% ในกลุ่มแรกและกลุ่มหลังตามลำดับ แต่ Fritz และคณะ (1957)พบว่า xanthophyll มีสถานภาพไม่คงที่ในวัตถุดิบแห้ง และเมื่อนำไปผสมในอาหารแล้วปริมาณ xanthophyllในอาหารนั้นลดลงในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจาก xanthophyllถูกทำลายโดยขบวนการ oxidation

<u>การใช้ประโยชน์จาก xanthophyll ในกลีบดอกดาวเรืองแห้งในสัตว์ปีก</u>

Halloran และคณะ(1971) พบว่าความสามารถของสัตว์ปีกในการใช้ xanthophyllในกลีบดอกดาวเรืองแห้งเป็น 54% เมื่อเทียบจาก Roche color score of yolks แต่ถ้าคิดจากปริมาณ xanthophyll ที่สะสมอยู่ในไข่ใช้ได้ 58% Dua และคณะ (1967) รายงานว่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของ xanthophyll ต่ำลงถ้าเพิ่มปริมาณ xanthophyll ในอาหาร

Madiedo และคณะ(1964) ได้ทดลองใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้ง(<u>Tagetes erecta</u>) และข้าวโพดเป็นแหล่งสีในไก่ไข่โดยใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งในระดับ 0.18,0.36,0.54% และข้าวโพด 45% เสริม.ในอาหารที่ไม่มีแหล่งสีอยู่เลย รวมทั้งการใช้ข้าวโพดร่วมกับกลีบดอกดาวเรืองแห้งในระดับที่ให้ xanthophyll 1:1 และ 1:2 ผลการทดลองพบว่าการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งในระดับ 0.54% ของอาหารจะเพิ่มสีของไข่แดงจาก 5.1 เป็น15.8 เมื่อเทียบกับสูตรเปรียบเทียบการใช้ข้าวโพดร่วมกับกลีบดอกดาวเรืองแห้งให้สีดีกว่าใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งเพียงอย่างเดียว เมื่อคิดเทียบที่ระดับ xanthophyll เท่ากัน ผลงานนี้สอดคล้องกับรายงานของ Brambila และคณะ(1963) ซึ่งได้ศึกษาถึงการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้ง (<u>Tagetes erecta</u>) ที่มี xanthophyll อยู่ในระดับ 12.0 มก./กก. โดยเสริมในระดับ 0.0625,0.125, 0.250 และ 0.500% ในอาหารที่มีแหล่งสีน้อยมากเปรียบเทียบกับการใช้ข้าวโพดในระดับ 73% ในอาหาร ผลการทดลองพบว่าสีของไข่แดงเป็น 8,10,16, 17 และ 16 ตามลำดับ ส่วนอาหารที่มีแหล่งสีน้อยมากจะให้สีเพียงเบอร์ 2 เมื่อวัดโดยใช้ Heiman-Caver และสีของไข่แดงสูงสุดในวันที่ 12-14 หลังจากเริ่มให้อาหารที่มีแหล่งสี นอกจากนี้การใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งทุกระดับไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และผลผลิตไข่เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่มีแหล่งสีน้อยมาก การใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งในระดับ 0.25 % มีประสิทธิภาพในการให้สีได้สูงกว่าที่ระดับ 0.50 % ตรงกับผลงานของ Day และ Williams (1958) ที่ว่า xanthophyll ในระดับต่ำจะใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า xanthophyll ในระดับสูง Scott และคณะ(1967) รายงานว่า การสะสม xanthophyllในไข่แดงผันแปรไประหว่างไก่แต่ละตัวแม้ว่าจะอยู่ในสายพันธุ์เดียวกัน carotenoids ที่อยู่ในรูปอิสระมีประสิทธิภาพในการสะสมได้ดีกว่าพวกที่อยู่ร่วมกับสารอื่น carotenoids บางตัวมีประสิทธิภาพในการสะสมในไข่แดงได้ดีกว่าตัวอื่น carotenoids บางชนิดสามารถเพิ่มการสะสมเม็ดสีได้อย่างดีเมื่อใช้ในระดับต่ำ แต่ถ้าใช้ในระดับสูงอัตราการ

สะสมเม็ดสีในตัวสัตว์จะลดลงเมื่อเทียบกับการใช้ในระดับต่ำ xanthophyll ที่สกัดโดยใช้กรรมวิธีที่ต่างกันมีประสิทธิภาพในการสะสมในไข่แดงแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการให้สีไข่แดงของไก่ไข่ที่ได้รับดอกดาวเรืองแห้งต่างระดับ

Source	Xanthophyll in diet mg/kg	Yolk color 4-8 weeks Heiman carver	Carotene equivalent mmg/gm yolk
Basal (AS1)	-	5.1	4
AS1 + 0.18% marigold	10	12.2	20
AS1 + 0.36% marigold	20	14.3	35
AS1 + 0.54% marigold	30	15.8	74
AS1 + 45% yellow corn (AS2)	10	14.3	26
AS2 + 0.18% marigold	20	15.5	44
AS2 + 0.36% marigold	30	16.3	66

ที่มา : Madiedo และคณะ (1964)

McNaughton และคณะ (1976) รายงานถึงการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการให้สีไข่ของสารสีแดงและสีเหลือง โดยใช้สารสีแดงต่อสีเหลืองในอัตรา 50:40, 40:60, 30:70, 20:80, 10:90 และ 1:100 ผลปรากฏว่าการใช้สารสีแดงต่อสีเหลืองในอัตรา50:50 และ 40:60 มีสัมประสิทธิการใช้ประโยชน์สูงกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานของ Braunlich (1974) ได้สรุปการใช้สารสีในอาหารไว้ว่า สีของไข่แดงที่ปรากฏให้เห็นไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณสารสีทั้งหมดในอาหารเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของสารสีแดง และสีเหลืองด้วย นอกจากนี้การที่จะทำให้สีของไข่แดงเข้มนั้นสามารถทำได้โดยเพิ่มสารสีแดงและสีเหลืองในอัตราส่วนที่สม่ำเสมอ

Pino และคณะ (1962) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่ไม่มีสารสีอยู่เลยเพื่อให้ไข่แดงปราศจากสี จากนั้นจึงให้อาหารที่มีระดับ xanthophyll ต่างกันตั้งแต่2.0-60.0 มก/กก. เป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วจึงเปลี่ยนให้อาหารที่ไม่มีสารสีอยู่เลย ขณะเดียวกันก็ทำการวัดสีของไข่แดงทุกวัน เขาพบว่า

1. การสะสมเม็ดสีจะเริ่มทันทีทันใดและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากให้อาหารที่มี xanthophyll

2. การเพิ่มและลดการสะสมเม็ดสีของไข่แดงขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของสารสีในอาหาร

3. การสะสมเม็ดสีจะสูงสุดและคงที่ภายใน 8 วันเมื่อเริ่มให้อาหารที่มีแหล่งสี

4. สารสีในไข่แดงจะลดลงอย่างสมบูรณ์ในวันที่ 10 หลังจากให้อาหารที่ไม่มีแหล่งสี

สำหรับ Sullivan และ Holeman (1962) ชี้ให้เห็นว่า ถ้าในอาหารมี xanthophyll ที่ใช้ประโยชน์ได้อยู่ในปริมาณ 22-26.4 มก/กก.ของอาหารก็เพียงพอในการให้สีของไข่แดง โดยให้เบอร์ 4-5 เมื่อวัดด้วย National Egg Products Association (N.E.P.A.) และให้สีสูงสุดในวันที่ 10 หลังจากได้รับอาหารที่มีสารสี Smith และคณะ(1966) พบว่า carotenoids ที่วิเคราะห์ได้จากไข่เหมือนกับ carotenoids ที่มีอยู่ในอาหารนั้น Merck Serviceman's Memo (1964)รายงานว่าการเพิ่มระดับ xanthophyll ในอาหารจะเพิ่มการสะสมเม็ดสีในไข่แดง และ xanthophyll ที่ได้จากข้าวโพดสะสมในไข่แดงได้สูงกว่าที่ได้จากพืชสีเขียว Marusich และคณะ (1960) รายงานว่าปริมาณสีที่ปรากฏอยู่ในไข่แดงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณ carotenoids ในอาหารที่ใช้เลี้ยงไก่และสีของไข่แดงผันแปรไปกับชนิดของ carotenoids ที่เสริมลงไป canthaxanthin, isozeaxan-thin, isozeaxanthin diacetate และ capsanthin ให้สีออกส้มในไข่ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับ violaxanthin ไม่มีผลในการให้สี ส่วน zeaxanthin, isozeaxanthin dimethyl ester และ β-apo-8´-carotenal ให้สีเหลืองที่ดีและนิยมใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการสะสมของ carotenoids แต่ละชนิดในไข่แดงก็ผันแปรด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. กลีบดอกดาวเรืองแห้ง

กลีบดอกดาวเรืองแห้ง ได้จากการเก็บดอกดาวเรืองพันธุ์ Sovereign(สีเหลือง) และพันธุ์ Toredor (สีทอง) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการตัดดอกจำหน่ายโดย 1 ต้น จะตัดดอกจำหน่ายได้ 6-8 ดอก ส่วนดอกที่เหลือซึ่งไม่สมบูรณ์จะเก็บนำมาทดลองโดยแยกเอากลีบดอกและฐานดอกออกจากกันแล้วนำไปผึ่งแดดในเรือนกระจกให้แห้งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60-70องศาเซลเซียส นานประมาณ 10 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปบดละเอียด

2. อาหารทดลอง

อาหารทดลองที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วยสูตรอาหารผสมกลีบดอกดาวเรืองแห้ง 2 ชนิด คือ พันธุ์ Sovereign (สีเหลือง) และพันธุ์ Toredor (สีทอง)ในระดับต่าง ๆ 5 ระดับ คือ 0, 2, 4, 8 และ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับคือ

T1 สูตรอาหารข้าวโพดทดแทนปลายข้าว

T2 สูตรอาหารพื้นฐาน(สูตรอาหารปลายข้าว ซึ่งมีแหล่งสีอยู่น้อยมาก)

T3 สูตรอาหารพื้นฐาน+กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลือง ระดับ 2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

T4 สูตรอาหารพื้นฐาน+กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองระดับ 4 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

T5 สูตรอาหารพื้นฐาน+กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองระดับ 8 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

T6 สูตรอาหารพื้นฐาน+กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองระดับ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

T7 สูตรอาหารพื้นฐาน+กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองระดับ 2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

T8 สูตรอาหารพื้นฐาน+กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองระดับ 4 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

T9 สูตรอาหารพื้นฐาน+กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองระดับ 8 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

T10 สูตรอาหารพื้นฐาน+กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองระดับ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

สูตรอาหารทุกสูตรทำการคำนวณให้มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ 2800 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม และมีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 3

ผลการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 4

3. สัตว์ทดลอง

ใช้ไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์ ที่มีอายุเท่ากันคือ 57 สัปดาห์ จำนวน 200 ตัว

4. กรงทดลอง

กรงทดลองเป็นกรงตับจุกรงละ 1 ตัว มีรางน้ำและรางอาหารอยู่ด้านหน้า สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. อุปกรณ์สำหรับให้อาหารและเก็บเศษอาหารที่เหลือได้แก่ ถังพลาสติกขนาดเล็ก ถุงพลาสติก เกรียง (สำหรับขูดเศษอาหารติดราง)
2. เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 500 กรัม เพื่อใช้ชั่งน้ำหนักไข่
3. Haugh meter และ Micrometer ใช้วัดความหนาของไข่ขาวและเปลือกไข่
4. พัดสีของ Roche ใช้วัดสีของไข่แดง
5. ไฮโกรมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิและความชื้น

ตารางที่ 3 แสดงส่วนประกอบของสูตรอาหารที่ใช้ทดลอง

วัตถุดิบ	จำนวน (กิโลกรัม)	
	สูตรอาหารพื้นฐาน	สูตรข้าวโพด
ปลายข้าว	68.5	-
ข้าวโพด	-	68.5
ปลาป่น(60% cp)	6.0	6.0
กากถั่วเหลือง	16.2	16.2
เปลือกหอย	6.5	6.5
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.8	1.8
ไวตามิน 1	0.5	0.5
แร่ธาตุรวม 2	0.5	0.5
รวม	100.0	100.0
โภชนะจากการคำนวณ		
โปรตีน,%	16.21	16.21
ไขมัน,%	1.38	3.50
เยื่อใย,%	1.82	2.85
NFE,%	67.56	63.32
เถ้า,%	2.59	3.00
แคลเซียม,%	3.20	3.18
ฟอสฟอรัส,%	0.56	0.60
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้(ME) กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม	2943.86	2854.81

หมายเหตุ 1 ไวตามินรวม 0.5 กิโลกรัม ประกอบด้วย

ไวตามิน เอ	1,500,000	หน่วยสากล
ไวตามินดี-3	300,000	หน่วยสากล
ไวตามิน อี	6,000	หน่วยสากล
ไวตามิน เค (K 51%)	0.3	กรัม
ไวตามิน บี-2	0.44	กรัม
ไวตามิน บี-6	0.60	กรัม
ไวตามิน บี-12	0.80	กรัม
ไนอะซีน	2.00	กรัม
กรดแพนโดดินิค	0.44	กรัม
กรดโฟริค	0.05	กรัม
โคลีนคลอไรด์(50%)	100.00	กรัม
ไบโอติน	1.00	กรัม
ไทอะมีน	0.016	กรัม
ฟิวราโซริโดน	10.00	กรัม
บี.เฮท.ที.	10.00	กรัม
กากถั่วเหลืองบดละเอียด(Filler)	369.354	กรัม
รวม	500.00	กรัม

2.แร่ธาตุรวม 0.5 กิโลกรัม ประกอบด้วย

คอปเปอร์ซัลเฟต	1.9	กรัม
แมงกานีสซัลเฟต	12.0	กรัม
เฟอร์รัสซัลเฟต	23.9	กรัม
ซิงค์ออกไซด์	7.0	กรัม
โซเดียมคลอไรด์	300.0	กรัม
กากถั่วเหลืองบดละเอียด(Filler)	155.2	กรัม
รวม	500.0	กรัม

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารแต่ละสูตรที่ใช้ในการทดลอง

สูตรอาหารทดลอง	ส่วนประกอบทางเคมี(%)							
	ความชื้น	โปรตีน	เยื่อใย	ไขมัน	N.F.E.	เถ้า	Ca	P
T1	11.59	16.19	2.60	3.52	63.18	3.01	3.15	0.58
T2	11.29	16.17	1.81	1.36	66.77	2.60	3.19	0.57
T3	10.99	16.20	1.82	1.36	67.05	2.58	3.18	0.55
T4	11.16	16.18	1.84	1.36	66.85	2.61	3.19	0.57
T5	11.26	16.17	1.85	1.39	66.70	2.62	3.21	0.57
T6	11.03	16.19	1.92	1.40	66.84	2.62	3.21	0.58
T7	11.40	16.22	1.83	1.37	66.60	2.58	3.19	0.57
T8	11.04	16.22	1.85	1.39	66.90	2.60	3.21	0.58
T9	11.16	16.19	1.89	1.39	66.76	2.61	3.20	0.57
T10	11.01	16.20	1.96	1.41	66.80	2.62	3.22	0.58

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

ศึกษาระดับกลีบดอกดาวเรืองแห้งที่เหมาะสมต่อการเพิ่มการสะสมของเม็ดสีในไข่แดง ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และคุณภาพภายในของไข่ ในการทดลองใช้ไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์ จำนวน 200 ตัว ซึ่งมีอายุเท่ากัน และน้ำหนักใกล้เคียงกันใส่ในกรงตับกรงละ 1 ตัว โดยวางแผนการทดลองแบบ completely randomized designประกอบด้วย 10 ทรีตเมนท์ (treatment) คือ อาหารผสมดอกดาวเรืองแห้ง 5 ระดับ แต่ละทรีตเมนท์มี 4 ซ้ำ (replication) ซ้ำละ 5 ตัว ก่อนเริ่มทำการทดลองถ่ายพยาธิไก่โดยใช้ยาถ่ายพยาธิ piperazine ทำการสุ่มทรีตเมนท์ให้ไก่แต่ละตัว

2. การเตรียมอาหารทดลองและการให้อาหารและน้ำ

ผสมอาหารทดลองตามสูตรอาหารที่คำนวณมี 10 สูตร และให้อาหาร 2 เวลา คือ ตอนเช้า 8.30 น. ตอนเย็น 16.00 น. โดยช่วงแรกของการทดลองให้ไก่กินอาหารที่มีแหล่งสีอยู่น้อยมาก (สูตรอาหารพื้นฐาน) เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อให้สีของไข่แดงลดลงเป็นสีเดียวกัน

หมด คือ เบอร์ 1 เมื่อเทียบกับพัดสีของบริษัท Roche หลังจากนั้นก็จะให้ไก่กินอาหารตามสูตรทดลองต่าง ๆ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ แล้วกลับมากินอาหารสูตรพื้นฐานอีก 2 สัปดาห์ ไก่จะได้กินน้ำตลอดเวลาจากรางน้ำ

3. การเก็บข้อมูล

เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของกลีบดอกดาวเรืองแห้งต่อการเพิ่มการสะสมเม็ดสีในไข่แดง ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร จึงได้เก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1 สุ่มเก็บอาหารทดลองสูตรต่าง ๆ นำไปเก็บในตู้เย็นเพื่อรอการวิเคราะห์

3.2 จดบันทึกปริมาณอาหารที่ไก่กินและอาหารที่เหลือทุกวัน

3.3 จดบันทึกจำนวนไข่และชั่งน้ำหนักไข่ทุกวัน

3.4 วัดสีของไข่แดงทุกวันจนสิ้นสุดการทดลอง

3.5 วัดความหนาของเปลือกไข่ทุกวันโดยใช้ Micrometer

3.6 วัดความหนาของไข่ขาวทุกวันโดยใช้ Haugh meter

4. การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์หาปริมาณโภชนะต่างๆในอาหารผสมสูตรต่าง ๆ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียมและฟอสฟอรัส โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของเยาวมาลย์ (2523)

ทำการวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

1. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนท์ ใช้วิธี Duncan's new multiple range test โดยอาศัยวิธีการชี้งบ่งบอกไว้โดย จรัญ (2523)

6. สถานที่ทดลอง

ศึกษาทดลองที่ ฟาร์มทดลอง และห้องวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ สงขลา

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาทดลองการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ Sovereign (สีเหลือง) และพันธุ์ Toredor(สีทอง) ในระดับที่แตกต่างกันต่อปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองในระดับ 2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม กินอาหารต่อตัวต่อวันมากที่สุด (114.06 กรัม) รองลงมาคือไก่ที่ได้รับปลายข้าว (114.05 กรัม) ส่วนไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองในระดับ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะกินอาหารต่อตัวต่อวันน้อยที่สุด (108.84 กรัม) ถัดขึ้นไปคือไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม (109.80 กรัม)

ด้านประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) ไก่ที่ได้รับข้าวโพดมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีที่สุดคือใช้อาหารเพียง 1.84 กิโลกรัม ได้ไข่น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ส่วนไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเลวที่สุดคือต้องใช้อาหารถึง 1.89 กิโลกรัม จึงจะทำให้ได้ไข่หนัก 1 กิโลกรัม

จากผลการทดลองซึ่งแสดงในตารางที่ 6 จะเห็นว่าความสูงของไข่ขาวและความหนาของเปลือกไข่ ตลอดระยะเวลาการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ส่วนผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง และสีของไข่แดง ตลอดระยะเวลาการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กล่าวคือ

ด้านผลผลิตไข่พบว่า ไก่ที่ได้รับข้าวโพดให้ผลผลิตไข่สูงสุด (86.68%) รองลงมาคือไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองในระดับ 8 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม (86.43%) ส่วนไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะให้ผลผลิตได้ต่ำสุด (82.02%)

ด้านน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองพบว่า ไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองสูงสุด (61.58 กรัม) รองลงมาคือ ไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 4 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม (61.12 กรัม) ส่วนไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะให้น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองต่ำสุด (58.2 กรัม)

ด้านสีของไข่แดง พบว่า การสะสมเม็ดสีในไข่แดงจะเพิ่มขึ้นที่ละน้อยและสูงสุดในช่วง 5-12 วัน หลังจากได้รับอาหารที่มีแหล่งสีต่อจากนั้นก็จะคงที่ต่อไปเรื่อย ๆ เมื่อไก่ยังได้รับอาหารชนิดนั้นอยู่ แสดงในภาพที่ 1 โดยไก่ที่ได้รับข้าวโพดจะสะสมเม็ดสีสูงสุดในวันที่ 12 ไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะสะสมเม็ดสี

ของไข่แดงสูงสุดในวันที่ 11 ส่วนไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 4,8 และ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม และไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองในระดับ 2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะสะสมเม็ดสีของไข่แดงสูงสุดในวันที่ 6 ไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองในระดับ 4,8 และ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะสะสมเม็ดสีของไข่แดงสูงสุดในวันที่ 5 หลังจากได้รับอาหารสูตรทดลอง

ตารางที่ 5 แสดงผลการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้ง พันธุ์ Sovereign (สีเหลือง) และพันธุ์ Toredor (สีทอง) ต่อปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการทดลอง

สูตรอาหารทดลอง	ปริมาณอาหารที่กิน ต่อตัวต่อวัน (กรัม)	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
T1	112.68	1.84
T2	114.05	1.87
T3	114.00	1.85
T4	113.76	1.86
T5	113.96	1.85
T6	109.80	1.89
T7	114.06	1.87
T8	114.02	1.87
T9	113.28	1.86
T10	108.84	1.86

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละลักษณะหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

1 คิดจากปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดต่อน้ำหนักไข่ทั้งหมด

ตารางที่ 6 แสดงผลการใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์ Sovereign (สีเหลือง) และพันธุ์ Toredor (สีทอง) ต่อลักษณะทางผลผลิตของไก่ไข่ ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการทดลอง

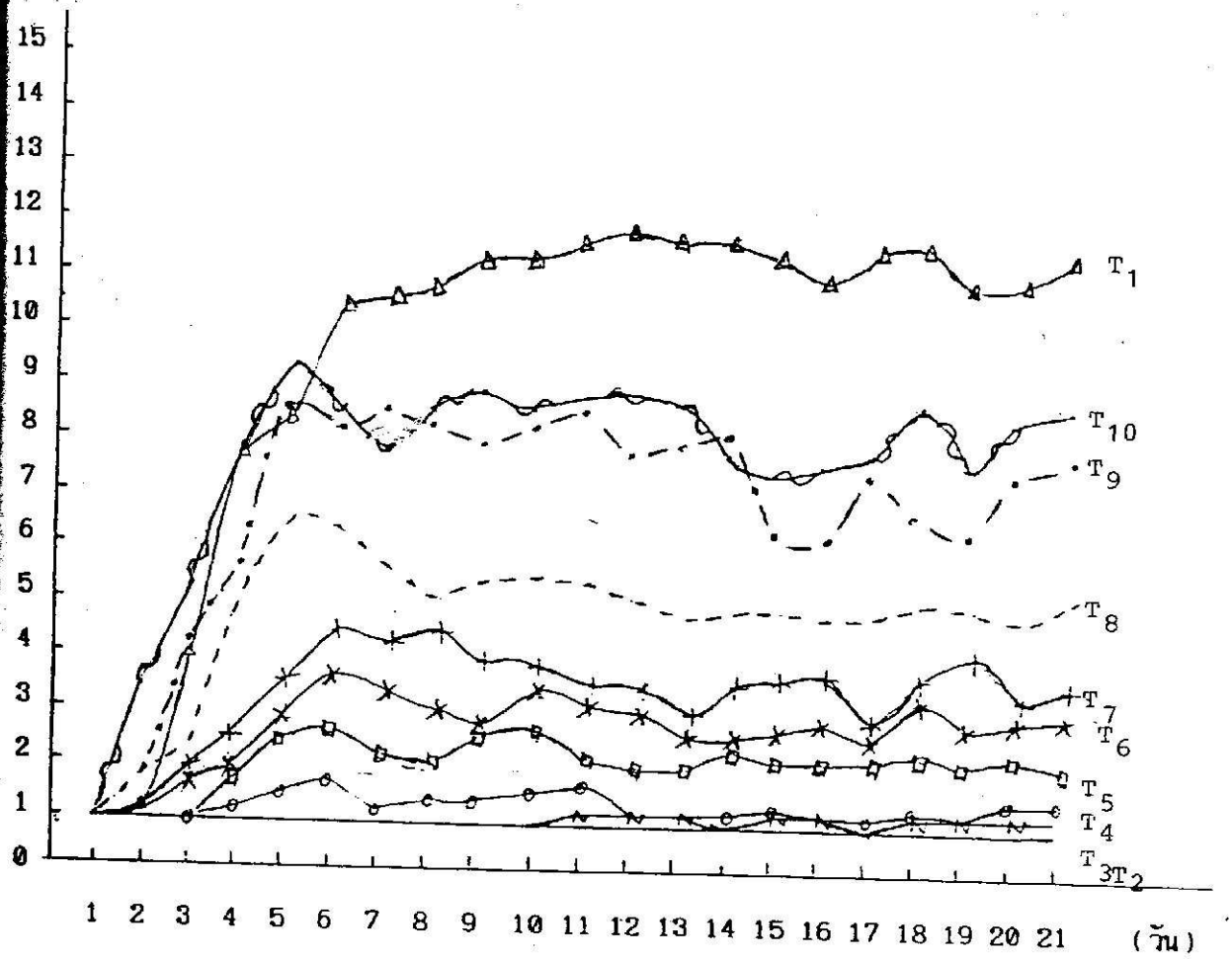
สูตรอาหารทดลอง	ผลผลิตไข่(%)	น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม)	ความสูงของไข่ขาว	ความหนาของเปลือกไข่ (มม.)	สีของไข่แดง (1-5)
T1	86.68	61.03	80.08	0.390	11.16
T2	85.98	60.91	79.81	0.382	1.00
T3	85.84	61.58	80.01	0.388	1.10
T4	86.02	61.12	80.00	0.381	1.86
T5	84.12	61.12	79.87	0.387	2.48
T6	82.02	58.02	79.52	0.381	3.02
T7	85.24	60.98	80.04	0.392	3.76
T8	86.08	61.02	79.83	0.391	5.07
T9	86.43	60.97	79.62	0.384	7.56
T10	83.02	58.58	79.94	0.380	8.24

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละลักษณะหมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$)

1 หน่วยเป็น Haugh Unit

2 เทียบจากพัดสีเปรียบเทียบของบริษัท Roche มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-15 โดยวัดในวันที่ไข่แดงมีการสะสมเม็ดสีสูงสุดจนถึงวันที่ 21 ของการทดลอง

ภาพที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับสีในไข่แดงเมื่อได้รับอาหารที่มีแหล่งสีต่างกันในแต่ละวัน เป็นเวลานาน 21 วันของการทดลอง



จากตารางที่ 7 และ 8 พบว่าหลังจากการเปลี่ยนอาหารเป็นสูตรอาหารพื้นฐาน ซึ่งมีแหล่งสีอยู่น้อยมาก ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ความสูงของไข่ขาว ความหนาของเปลือกไข่ และสีของไข่แดงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ไก่ที่ได้รับสูตรอาหารข้าวโพดสีของไข่แดง จะเริ่มลดลงในวันที่ 2 และลดลงเป็นเบอร์ 1 ในวันที่ 12 ไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 2,4,และ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม สีของไข่แดงจะลดลงในวันที่ 2,5 และ 7 ตามลำดับ ส่วนไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีทองในระดับ 2,4,8 และ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม สีของไข่แดงจะลดลงในวันที่ 8,11,13 และ 14 ตามลำดับ หลังจากได้รับอาหารสูตรพื้นฐานดังแสดงในภาพที่ 2

ตารางที่ 7 แสดงผลของการเปลี่ยนอาหารเป็นอาหารสูตรพื้นฐานต่อปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ตลอดระยะเวลา 14 วันของการทดลอง

สูตรอาหารทดลอง	ปริมาณอาหารที่กิน ต่อตัวต่อวัน(กรัม)	ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร
T1	113.80	1.849
T2	113.79	1.848
T3	113.82	1.853
T4	113.79	1.848
T5	113.78	1.850
T6	113.81	1.852
T7	113.83	1.852
T8	113.85	1.850
T9	113.77	1.850
T10	113.84	1.851

หมายเหตุ คิดจากปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดต่อน้ำหนักไข่ทั้งหมด

ตารางที่ 8 แสดงผลของการเปลี่ยนอาหารเป็นอาหารสูตรพื้นฐานต่อลักษณะทางผลผลิตของไก่ไข่ ตลอดระยะเวลา 14 วันของการทดลอง

สูตรอาหารทดลอง	ผลผลิตไข่(%)	น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง	ความสูงของไข่ขาว	ความหนาของเปลือกไข่	สีของไข่แดง
T1	86.07	61.55	79.42	0.384	1.00
T2	86.86	61.58	79.52	0.382	1.00
T3	87.04	61.43	79.64	0.386	1.00
T4	86.78	61.57	79.35	0.382	1.00
T5	87.01	61.42	79.62	0.383	1.00
T6	86.93	61.46	79.04	0.384	1.00

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 8 (ต่อ)

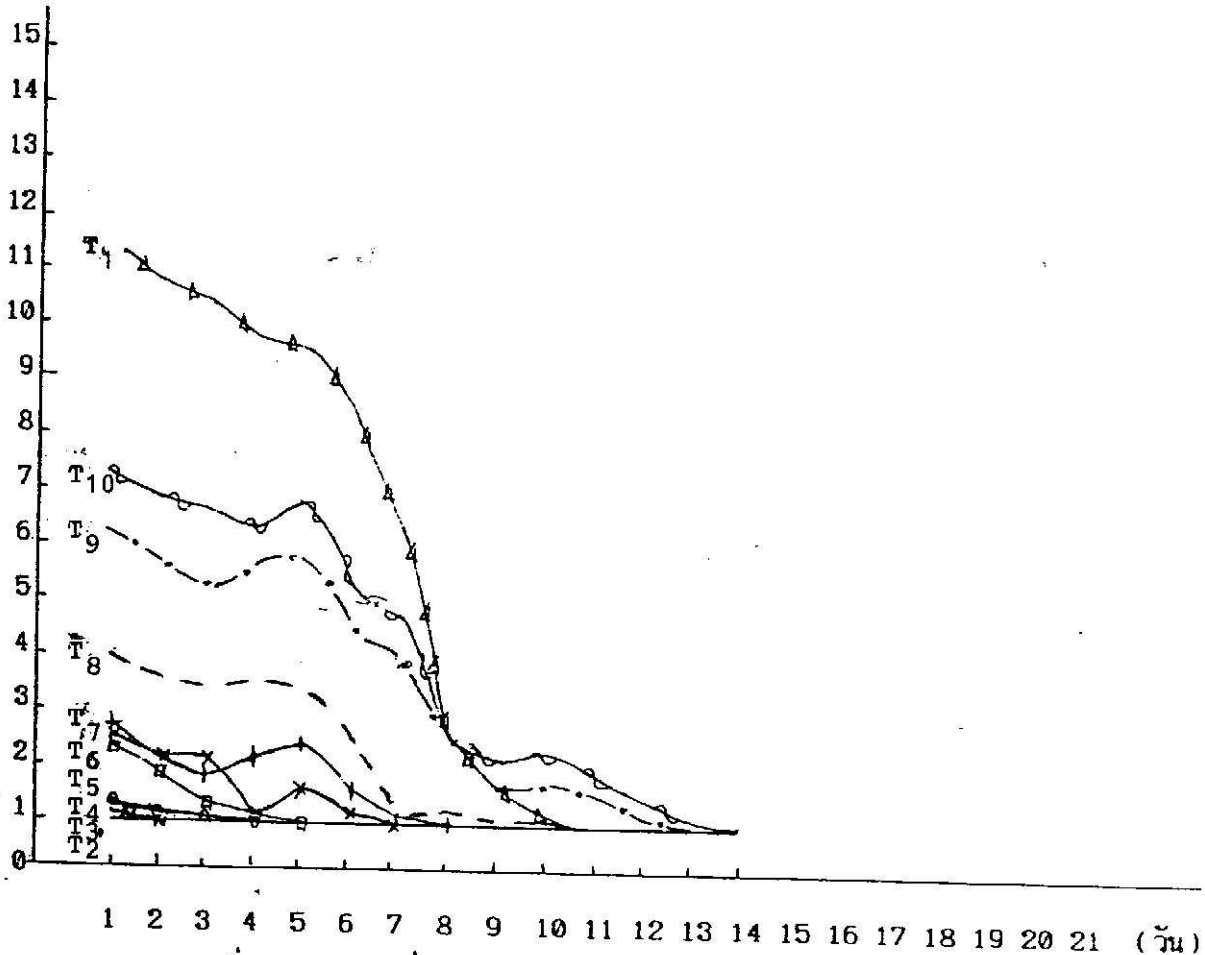
สูตรอาหารทดลอง	ผลผลิตไข่(%)	น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง	ความสูงของไข่ขาว	ความหนาของเปลือกไข่	สีของไข่แดง
T7	86.07	61.47	79.27	0.384	1.00
T8	87.05	61.48	79.71	0.382	1.00
T9	86.43	61.51	79.18	0.380	1.10
T10	86.64	61.50	79.65	0.381	1.12

หมายเหตุ 1 หน่วยเป็น Heugh Unit

2 เทียบจากพัดสีเปรียบเทียบของบริษัท Roche มีคะแนนตั้งแต่ 1-15 โดยวัดในวันที่ 14 ของการทดลอง

ภาพที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงระดับสีของไข่แดงเมื่อได้รับอาหารสูตรพื้นฐานในแต่ละวันเป็นเวลา 14 วันของการทดลอง

ระดับสีของไข่แดงเมื่อเทียบกับพัดสีของบริษัท Roche



หมายเหตุ จากภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2

T_1 ( ) T_2 ( ) T_3 ( ) T_4 ( ) T_5 ( )

T_6 ( ) T_7 ( ) T_8 ( ) T_9 ( ) T_{10} ( )

วิจารณ์

ผลจากการทดลองชี้ให้เห็นว่า การใช้ดอกดาวเรืองแห้งสีเหลือง และสีทองในระดับ 2,4,8 และ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เปรียบเทียบกับการใช้อาหารสูตรพื้นฐาน พบว่าปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับของกลีบดอกดาวเรืองแห้งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากเมื่อเพิ่มระดับกลีบดอกดาวเรืองแห้งมากขึ้นก็จะทำให้อาหารมีปริมาณเยื่อใยมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณอาหารที่กินลดลง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารสูตรข้าวโพดจะมีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันต่ำกว่าอาหารสูตรพื้นฐาน และอาหารสูตรพื้นฐานผสมกลีบดอกดาวเรืองแห้ง เนื่องจากสูตรอาหารข้าวโพดจะมีเยื่อใยสูงกว่า

ด้านประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารพบว่า ไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองในระดับ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเลวที่สุด โดยไก่ที่ได้รับอาหารสูตรข้าวโพดจะมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการย่อยได้ของอาหารสูตรข้าวโพดจึกว่าอาหารสูตรอื่น ๆ

ด้านผลผลิตไข่ พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับกลีบดอกดาวเรืองแห้งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเลวลง

ด้านน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ ยกเว้นไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งในระดับ 12 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งพบว่าจะมีน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารต่ำและมีเยื่อใยสูง

ด้านความสูงของไข่ขาวและความหนาของเปลือกไข่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสูงของไข่ขาวคือความใหม่และสดของไข่ในขณะที่ทำการวัด และจากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าเปอร์เซ็นต์ของระดับแคลเซียมกับฟอสฟอรัสมีค่าใกล้เคียงกันทุกสูตรอาหารจึงทำให้ความหนาของเปลือกไข่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ด้านสีของไข่แดงจะแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ของดอกดาวเรือง และดีกว่าสูตรอาหารพื้นฐาน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าดอกดาวเรืองแห้งสามารถใช้เป็นแหล่งสีได้ในไก่ไข่ โดยดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์สีทองจะให้สีดีกว่าพันธุ์สีเหลือง แต่ยังด้อยกว่าข้าวโพด พบว่าสีของไข่แดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของกลีบดอกดาวเรืองแห้งเพิ่มขึ้น โดยสีของไข่แดงในไข่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีแหล่งสีอยู่จะเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกันคือ ในวันที่ 2-3 หลังจากได้รับอาหาร ยกเว้นไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองระดับ 2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม สีของไข่แดงจะเพิ่มขึ้นในวันที่ 11 หลังจากได้รับอาหาร ซึ่งเกิดเนื่องจากในอาหารมีแหล่งสีอยู่น้อยมาก จึงใช้เวลานานในการสะสมสีในไข่แดง

ด้านการลดลงของสีไข่แดง ไก่ที่ได้รับข้าวโพดสีไข่แดงจะลดลงเป็นเบอร์ 1 ในวันที่ 12 ไก่ที่ได้รับกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองสีไข่แดงจะลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงว่าการดูดซึมและการใช้ประโยชน์จาก xanthophyll ในกลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองมีประสิทธิภาพน้อยกว่าสีทอง ซึ่งสีของไข่แดงจะลดลงเป็นเบอร์ 1 ใช้เวลา 8-14 วัน

ด้านต้นทุนการผลิตดาวเรือง เนื่องจากดาวเรืองเป็นพืชที่ปลูกเพื่อตัดดอกจำหน่าย โดยต้นดาวเรือง 1 ต้น จะตัดดอกจำหน่ายได้ประมาณ 6-8 ดอก ซึ่งจะมีดอกดาวเรืองที่ไม่สมบูรณ์เหลือติดต้นอยู่สามารถที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งสีในอาหารไก่ไข่ได้

สรุป

จากการศึกษาทดลองใช้กลีบดอกดาวเรืองแห้งสีเหลืองและสีทองเป็นแหล่งสีร่วมกับปลายข้าวในอาหารไก่ไข่ ทดแทนข้าวโพดพบว่า

1. สามารถใช้ดอกดาวเรืองแห้งได้สูงถึง 8 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม โดยไม่มีผลเสียต่อปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง ความสูงของไข่ขาวและความหนาของเปลือกไข่

2. กลีบดอกดาวเรืองแห้งพันธุ์สีทองจะให้สีในไข่แดงได้ดีกว่าพันธุ์สีเหลือง แต่ด้อยกว่าข้าวโพด และเหมาะสำหรับใช้เป็นแหล่งสีในอาหารไก่ไข่

3. การสะสมเม็ดสีในไข่แดงจากสูงสุดในวันที่ 5-12 หลังจากได้รับอาหารที่มีแหล่งสีและจะคงที่ต่อไป และการสะสมเม็ดสีจะลดลงต่ำสุดในวันที่ 12-13 หลังจากได้รับอาหารที่ไม่มีแหล่งสี

เอกสารอ้างอิง

1. จรัญ จันทลักขณา. 2523. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
2. เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2523. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
3. สมเพียร เกษมทรัพย์. 2525. การปลูกไม้ดอก. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
4. สุวรรณา พรพจน์ศุภกิจ. 2522. การใช้ดอกดาวเรืองแห้งในอาหารไก่เป็นแหล่งให้สีผิวหนังและไข่แดง:ปัญหาพิเศษปริญญาโท,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
5. Brambila, S.;J.A. Pino;and C.Mendoza. 1963. Studies with a natural source of xanthophyll for the pigmentation of egg yolks and skin of poultry. Poultry Sci. 42:294-300.
6. Braunlich, K. 1974. Carotenoids in poultry production : The chem stry and action of pigmentation in avian diets. Animal nutrition events.(New Orleans):7-17.
7. Coon, C.N. and J.R. Couch. 1971. Pigmentation studies of Tagetes erecta on laying hens. Poultry Sci. 50:1566.
8. Day, E.J. and W.P. Williams, Jr. 1958. A study of certain factors that influence pigmentation in broiler.Poultry Sci.37:1373-1381.
9. Deuel, Jr.;H.J.;M. Hrubetz, F.H. Mattson; M.G. Morchouse; and A.S. Richardson. 1943. Studies on carotenoid metabolism. IV. The effect of vitamin A intake on the carotenoid and vitamin A content of the eggs, liver,blood and body fat of hens. J.Nutr. 26:673-685.
10. Dua, P.N. and E.J. Day. 1964. Effect of high dietary vitamin A levels on the utilization of carotenoids by broilers.Poultry Sci. 43:1511-1514.
11. Dua, P.N.; F.J.Day; J.E. Hill; and C.O. Grogan. 1967. Utilization of xanthophylls from natural source by the chicks.J.Agr.Food Chem. 15:324-328.

12. Farr, F.M.; C.R. Creger; and J.R. Couch. 1962. Egg youlk pigmentation.Poultry Sci. 41:1642 (abstract).

13. Fritz, J.C., F.E. Wharton; and L.J. Classen, 1957. Influence of feed on broiler pigmentation. Poultry Sci.36:1118(abstract).

14. Halloran, H.R.; J.B. Lyle; and W.T. Trana. 1971. Nutritional and pigmenting evaluations of high xanthophll alfalfa meal. Poultry Sci. 50:1583(abstract).

15. Hayes, J.O. 1966. Influence of high levels of vitamin A in combination with beef tallow on egg yolk color.South Afric. J.Agric.Sci.9:461-465.

16. Hencken, H. 1973. Seminar for feed industry : The chemistry and distribution of pigmenting carotenoids in nature and their use for pigmentation of animal products. Animal Nutrition Ever..s.(Tokyo):29-51.

17. Livingston, A.L.; R.E. Knowles; and G.O. Kohler. 1973. Comparison of two methods for the analysis of pigmentating xanthophylls in dried plant materials. J.Assoc.off.Agri.Chem. 56:1378-1381.

18. Madiedo,G.,E.F.Richter; and M.L.Sunde. 1964. A comparison between Chemical determination for xanthophylls and yolk pigmentation scores for yellow corn, alfalfa meal, algae, lakeweed and marigold petals. Poultry Sci.43:990-994.

19. Marusich, W.L.; E.F. Ogring ; E.Schildknecht; P.R. Brown; and M. Mitrovic. 1972. The effect of subclinical infections with Eimeria praecox and Emieria tenella on pigmentation and vitamin A absorption in broilers. Br.Poult.Sci. 14:541-546.

20. Merck Serviceman's Memo. 1964. Broiler pigmentation. Poultry Digest. 23:158-160.

21. Pino, J.A.; S.Brambila; and C. Mondoza. 1962. Pigment depletion and speed analysis for carotenoid in feed materials. collaborative study. J.Assoc.off.Agr.chem. 56:748-753.

22. Quackenbush, F.W.1973. Use of heat to saponify xanthophyll ester and speed analysis for carotenoid in feed materials. Collaborative study. J.Assoc.Off.Agr.chem. 56:748-753.

23. Quackenbush, F.W. and S.L. Miller. 1972. Composition and analysis of the carotenoids in marigold petals. J.Assoc.Off.Agri. Chem.55:617-621.

24. Scott, M.L.; I. Ascarelli ; and G.Olson. 1967. Studies of egg yolk pigmentation>Poultry Sci.47:863--872.

25. Sullivan, T.W. and K.A. Holleman. 1962. Effect of alfalfa meal, corn gheton meal and other dietary components on egg yolk color. Poultry sci. 41:1474.

26. Tyczkowski, J.,J.Schaeffen, C.Parkhurst, and P.B. Haminlton.1988. Carotenoids composition of serum and egg yolk of hens fed diets varying in carotenoid composition. Poultry Sci.67:607-614.

27. Williams, R.E. Davies and J.R. Couch. 1962. The utilization of carotenoids by the hen and chick. Poultry Sci. 42:691-699.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	127.625	14.181	50.049**
Error	30	8.500	0.283	
Total	39	136.125	3.490	

ตารางผนวกที่ 2 ปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

T_7	T_2	T_8	T_3	T_4	T_9	T_5	T_1	T_6	T_{10}
114.06	114.05	114.02	114.00	113.76	113.28	112.96	112.68	109.80	108.84

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	0.007	0.001	3.573**
Error	30	0.007	0.000	
Total	39	0.014	0.000	

ตารางผนวกที่ 4 เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

T_6	T_7	T_2	T_8	T_{10}	T_9	T_4	T_5	T_3	T_1
1.89	1.87	1.87	1.87	1.86	1.86	1.86	1.85	1.85	1.84

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติผลผลิตไข่ ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการทดลอง

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	88.656	9.851	33.895
Error	30	8.719	0.291	
Total	39	97.375	2.497	

ตารางผนวกที่ 6 เปรียบเทียบความแตกต่างผลผลิตไข่ (%) ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

T_1	T_9	T_6	T_4	T_2	T_3	T_7	T_5	T_{10}	T_8
86.68	86.43	86.08	86.02	58.98	85.84	85.24	84.12	83.02	82.02

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	51.578	5.731	37.812
Error	30	4.547	0.152	
Total	39	56.125	1.439	

ตารางผนวกที่ 8 เปรียบเทียบความแตกต่างของน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม) ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

T_3	T_4	T_5	T_1	T_8	T_7	T_9	T_2	T_{10}	T_6
61.58	61.12	61.10	61.02	61.03	60.98	60.97	60.91	58.58	58.02

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ผลทางสถิติความสูงของไข่ขาว (Haugh Unit) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	0.953	0.106	0.372
Error	30	8.531	0.284	
Total	39	9.484	0.243	

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ผลทางสถิติความหนาของเปลือกไข่ (มิลลิเมตร) ตลอดระยะเวลา 21 วันของการทดลอง

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	0.001	0.000	2.114
Error	30	0.001	0.000	
Total	39	0.002	0.000	

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ผลทางสถิติสีของไข่แดง ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการทดลอง

SOV	df	SS	MS	F
Treatment	9	422.494	46.944	4204.408
Error	30	0.335	0.011	
Total	39	422.829	10.842	

ตารางผนวกที่ 12 เปรียบเทียบความแตกต่างสีของไข่แดง ตลอดระยะเวลา 21 วัน ของการทดลอง โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

T_1	T_{10}	T_9	T_8	T_7	T_6	T_5	T_4	T_3	T_2

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.001$) ส่วนค่าเฉลี่ยที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ