BRT 541070

การวิเคราะห์สารประกอบในอาหารของนกชุนหลง

วัลภา อุดารัตน์

วิทยานิพนธ์เสนอต่อมหาวิทยาลัยรามคำแหง
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)
ปีการศึกษา 2544

An 115

26 ก.ค. 2545

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

การวิเคราะห์สารประกอบในอาหารของนกขุนทอง

วัลภา จุพารัตน

วิทยานิพนธ์เสนอต่อมหาวิทยาลัยรามคำแหง
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)
ปีการศึกษา 2544

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ISBN 974-09-0137-9

DETERMINING NUTRITIONAL CONTENT IN THE DIET OF HILL MYNAH

WALAPA CHULARATANA

A THESIS PRESENTED TO RAMKHAMHAENG UNIVERSITY

IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

(BIOLOGY)

2001

COPYRIGHTED BY RAMKHAMHAENG UNIVERSITY

ISBN 974-09-0137-9

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์สารประกอบในอาหารของนกขุนทอง

ชื่อผู้เขียน นางสาววัลภา จุฬารัตน

ภาควิชาและคณะ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. มณี อัชวรานนท์ ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร. วัชรี ชาตกิตติคุณวงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ สุบินประเสริฐ

มหาวิทยาลัยรามคำแหงอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล ราชภัณฑารักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. มณี อัชวรานนท์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ สุบินประเสริฐ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ ยีมิน)

BRT 541070

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ : การวิเคราะห์สารประกอบในอาหารของนกขุนทอง
ชื่อผู้เขียน : นางสาววัลภา จุฬารัตน
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา : ชีววิทยา
ปีการศึกษา : 2544
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ :

1. รองศาสตราจารย์ ดร. มณี อัชวรานนท์ ประธานกรรมการ
2. รองศาสตรจารย์ ดร. วัชรี ชาตกิตติคุณวงศ์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ สุบินประเสริฐ

จากการศึกษาวิเคราะห์สารประกอบในอาหารของนกขุนทอง 6 ชนิดคือ อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป หนอนนก มะเดื่อ ตะขบ ไทร และหว้า โดยใช้เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) เพื่อจำแนกกรดอะมิโน วิตามินเอ วิตามินบี วิตามินซี และวิตามินอี และเทคนิค Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) เพื่อจำแนกธาตุแคลเซียมและเหล็ก สามารถจำแนกกรดอะมิโนได้ 17 ชนิด โดยพบว่าในอาหารของนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด มีกรดอะมิโนชนิด Glutamic acid มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ของอาหารแต่ละชนิดใน 100 กรัม พบว่าอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณสารอาหารสูงที่สุดคือ มีปริมาณกรดอะมิโน 200.48 มิลลิกรัม วิตามินเอในรูปของ Preformed vitamin A 240 ไมโครกรัม วิตามินอีในรูปของ α-Tocopherols 7.54 มิลลิกรัม แคลเซียม 93 ไมโครกรัม และเหล็ก 2.1 ไมโครกรัม สำหรับวิตามินบี1 พบว่าไทรและหนอนนกสูงที่สุด คือ 5.2 และ 3.9 ไมโครกรัมตามลำดับ วิตามินซีพบในหนอนนกปริมาณสูงสุด คือ 26.50 ไมโครกรัม เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะอาหารที่พบในธรรมชาติ พบว่า ไทรเป็นอาหารที่มีปริมาณสารอาหารสูงกว่าทั้งหว้า มะเดื่อ และตะขบ

ถึงแม้ว่าผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณสารประกอบส่วนใหญ่มากกว่าอาหารที่พบในธรรมชาติ แต่เป็นไปได้ว่าเป็นสารประกอบที่อยู่ในรูปที่ร่างกายของนกนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ดังนั้นการส่งเสริมการขยายพันธุ์นกขุนทองในกรงเลี้ยงให้มีคุณภาพต้องให้ทั้งอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปควบคู่กับผลไม้และอาหารในธรรมชาติ

ABSTRACT

Thesis Title : Determining Nutritional Content in the Diet of Hill Mynah

Student's Name : Miss Walapa Chularatana

Degree Sought : Master of Science

Major : Biology

Academic Year : 2001

Advisory Committee :

1. Associate Professor Dr. Manee Archawaranon Chairperson
2. Associate Professor Dr. Watcharee Chatkittikhunwong
3. Assistant Professor Dr. Sutat Subinprasert

High Performance Liquid Chromatography technique to analyze amino acids, vitamin A, B, C and E and Atomic Absorption Spectrophotometry technique to analyze calcium and iron were used to determine nutritional contents in the diet of Hill Mynah such as food pellets, mealworm, cluster fig, Jamaican cherry, golden fig and black plum. The results showed that the 17 amino acids were recognized and glutamic acid was the most of all. The quatitative comparisons were made in 100 grams of each food indicated that food pellets had the most nutritional contents : amino acids 200.48 mg., performed vitamin A 240 μg, vitamin E as α-tocopherols form 7.54 mg, calcium 93 μg, and iron 2.1 μg, vitamin B1 was found most in golden fig and mealworm 5.2 and 3.9 μg respectively. Vitamin C was found most in mealworm 26.50 μg. The comparison among natural foods showed that golden fig had more nutritional contents than black plum, cluster fig and Jamaican cherry.

Although this study indicated that food pellets had more nutritional contents than the others it is possible that those contents are not fully used by birds. Therefore, the enhancement of Hill Mynah captive breeding needs both food pellets and natural foods.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. วัชรี ชาตกิตติคุณวงศ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นผู้ให้คำแนะนำในเรื่องการวิเคราะห์งานวิจัย และให้คำแนะนำในเรื่องเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ สุบินประเสริฐ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นผู้ให้ความรู้และคำแนะนำที่มีคุณค่าในเรื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ ยีมิน กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นผู้ให้ความรู้และประสบการณ์ที่แปลกใหม่สำหรับข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณเจ้าของเงินทุนซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 541070

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อนภากร คุณแม่ศรีลออ และน้องชายศุภกิจ จุฬารัตน รวมทั้งเพื่อนร่วมงานที่กรมควบคุมมลพิษทุกท่านซึ่งเป็นฐานกำลังใจที่สำคัญให้ข้าพเจ้าตลอดเวลา

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. มณี อัชวรานนท์ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำที่มีคุณค่ารวมทั้งให้โอกาสทุก ๆ อย่าง ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าได้เป็นคนที่มีคุณค่าต่อสังคม

วัลภา จุฬารัตน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(4)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(6)
กิตติกรรมประกาศ.....	(7)
สารบัญตาราง.....	(10)
สารบัญภาพประกอบ.....	(11)
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความนำและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
สมมุติฐานของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	5
คุณสมบัติและคุณค่าทางอาหารของสารอาหารต่าง ๆ ในอาหารของนกขุนทอง.....	7
วิธีการสกัดสารอาหารชนิดต่าง ๆ	10
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
ตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการวิจัย.....	16
วัสดุและอุปกรณ์.....	22
วิธีการวิเคราะห์.....	25

บทที่ หน้า

4 ผลของการวิจัย..... 31

การศึกษาชนิดและปริมาณของสารประกอบ

ประเภทกรดอะมิโนต่าง ๆ 31

การศึกษาชนิดและปริมาณของสารประกอบ

ประเภทวิตามินต่าง ๆ 34

ชนิดและปริมาณของวิตามินเอในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ..... 34

การศึกษาปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ 37

การศึกษาปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ..... 38

การศึกษาปริมาณวิตามินซีในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ 40

การศึกษาปริมาณแร่ธาตุในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ..... 43

5 สรุป อภิปรายและเสนอแนะ..... 49

บรรณานุกรม..... 53

ประวัติผู้วิจัย..... 58

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณกรดอะมิโนต่าง ๆ จากอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด.....	32
2	ปริมาณวิตามินเอทั้ง Preformed vitamin A (Retinol) และProvitamin A (β-Carotene) ที่พบในตัวอย่างอาหารของนกขุนทอง.....	35
3	ค่า Provitamin A activity และ Vitamin A activity.....	36
4	ปริมาณแอลฟาโทโคเฟอรอลในอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด.....	37
5	พื้นที่โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เข้มข้น 5 และ 10 พีพีเอ็ม.....	38
6	พื้นที่โครมาโตแกรมและปริมาณวิตามินบี1 ของตัวอย่างอาหารทั้ง 6 ชนิด.....	39
7	พื้นที่โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก เข้มข้น 5-40 พีพีเอ็ม.....	41
8	พื้นที่ของโครมาโตแกรมและปริมาณวิตามินซีของตัวอย่างอาหาร 6 ชนิด.....	42
9	ผลการศึกษาการสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคลเซียม.....	43
10	ผลการศึกษาการสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเหล็ก.....	44
11	ปริมาณแร่ธาตุในตัวอย่างอาหารของนกขุนทอง.....	46
12	เปรียบเทียบปริมาณสารอาหารในตัวอย่างอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด (ต่อ 100 กรัม).....	48

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป.....	16
2	หนอนนก.....	17
3	มะเดื่อ (*Ficus racemosa*).....	18
4	ตะขบ (*Muntingia calabuta* L.).....	19
5	ไทร (*Ficus benjamina* L.).....	20
6	หว้า (*Syzygium cumini* (L.) Skeels).....	21
7	ปริมาณกรดอะมิโนรวมในอาหารนกขุนทองแต่ละชนิด.....	33
8	โครมาโตแกรมของ Standard Carotenoid.....	34
9	เปรียบเทียบปริมาณวิตามินในกลุ่ม Preformed Vitamin A.....	36
10	เปรียบเทียบปริมาณวิตามินในกลุ่ม Provitamin A.....	37
11	การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างอาหารทั้ง 6 ชนิด.....	38
12	กราฟมาตรฐานช่วงที่เป็นเส้นตรงของสารละลายมาตรฐานไทอะมีน 5 และ 10 พีพีเอ็มตามสมการ f(x) = 17.576x + 9.62, slope = 17.576, intercept = 9.62, corr.= 1.....	39
13	เปรียบเทียบปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด.....	40
14	กราฟมาตรฐานช่วงที่เป็นเส้นตรงของสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคเข้มข้น 5-40 พีพีเอ็ม ตามสมการ f(x) = 52.11x + 110.72, slope = 52.11, intercept = 110.72, corr.= 0.9958.....	41
15	เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในตัวอย่างอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด.....	42
16	กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคลเซียม.....	44

ภาพที่ หน้า

17 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเหล็ก..... 45
18 เปรียบเทียบระดับปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างอาหาร
ของนกขุนทอง..... 46
19 เปรียบเทียบระดับปริมาณเหล็กในตัวอย่างอาหารของ
นกขุนทอง..... 47

บทที่ 1
บทนำ

ความนำและความสำคัญของปัญหา

นกขุนทองเป็นนกที่มีคุณลักษณะพิเศษ คือ มีความสามารถในการจดจำเลียนและเปล่งเสียงที่ได้ยินในช่วงแรกของการเจริญเติบโตสามารถเปล่งเสียงได้ทุกเสียงทุกภาษาของมนุษย์จึงทำให้เป็นนกที่ได้รับความนิยมนำมาเลี้ยงเป็นสัตว์เลี้ยงอย่างแพร่หลาย นกขุนทองไม่ค่อยจะขยายพันธุ์ในกรงเลี้ยงอาจเป็นเพราะในธรรมชาติของนกขุนทองทำรังบนต้นไม้ที่มีความสูงโดยเฉลี่ยมากกว่า 30 เมตร นกขุนทองที่เห็นเลี้ยงกันตามบ้านเป็นนกที่จับจากป่าธรรมชาติทั้งสิ้นประกอบกับพื้นที่ป่าของประเทศไทยลดลงเป็นอย่างมาก เนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่าอันเป็นการทำลายถิ่นที่ทำรัง และแหล่งอาหารของนกขุนทองรวมทั้งสัตว์ป่าชนิดอื่นๆ จึงเป็นสาเหตุให้จำนวนนกขุนทองในป่าธรรมชาติลดลง หลักฐานจากการศึกษาในป่าพบว่า ในฤดูสืบพันธุ์หนึ่ง ๆ คู่พ่อแม่ของนกขุนทองแทบจะไม่ได้เลี้ยงลูกเลย ลูกนกจะถูกนำลงมาจากรังก่อนที่จะมีขนตามตัว นอกจากนี้ในปีถัดมายังพบว่าต้นไม้รังเกิด การผุกร่อนถูกทำลายโดยธรรมชาติ อาจเป็นเพราะเชื้อราหรือการหักร้างถางพงเพื่อการเกษตรกรรม ดังนั้นนกขุนทองจึงนับว่าเป็นสัตว์ป่าอีกชนิดหนึ่งที่ควรจะได้รับความสนใจเป็นพิเศษ

นกขุนทองมีชื่อสามัญในภาษาอังกฤษว่า “Hill Mynah” เป็นนกที่ถูกจัดอยู่ในวงศ์ Sturnidae ลำดับ Passeriformes ถูกแบ่งเป็น 2 ชนิด (species) ด้วยกันคือ *Gracula religiosa* และ *Gracula ptilogenys* นกขุนทองมีลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกันแต่แตกต่างกันที่ขนาดลำตัวและรูปร่างของแผ่นหนังสีเหลืองข้างศรีษะ แหล่งอาศัยของนกขุนทองพบได้ในทุกภาคของประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าเบญจพรรณ หรือแม้แต่พื้นที่ที่ชาวบ้านทำเกษตรกรรมซึ่งอยู่ใกล้บริเวณป่าก็ตาม

อาหารของนกขุนทองในป่าธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ผล เช่น ไทร ตะขบ หว้า มะเดื่อ รวมทั้งสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก เช่น หนอน กิ้งก่า งู แต่ในกรงเลี้ยง อาหารของ นกขุนทองมักมีค่อนข้างหลากหลายขึ้นกับ อาชีพ ฐานะ อาหารประจำถิ่นของภาคต่าง ๆ ผล ไม้ต่าง ๆ เป็นต้น แต่ที่สะดวกและสะอาดก็คืออาหารเม็ดที่มีขายในท้อง ตลาดทั่วไป

พบว่าในกรงเลี้ยงนกขุนทองมีปัจจัยหลายด้านที่แตกต่างจากธรรมชาติ แต่ปัจจัยเรื่อง อาหารเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ไม่ยาก และยังสามารถให้สารอาหารที่ทำให้พ่อพันธุ์แม่พันธุ์ มี สุขภาพแข็งแรง กระตุ้นการขยายพันธุ์ วางไข่ที่สมบูรณ์ ฟักเป็นลูกนกที่มีสุขภาพสมบูรณ์ อัตราการรอดชีวิตสูงจึงนับว่าการเลี้ยงนกขุนทองในกรงเลี้ยงเป็นการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิต นกขุนทองอีกทางหนึ่ง

ดังนั้นการศึกษาสารประกอบในอาหารของนกขุนทองในธรรมชาติ จึงเป็นเรื่องที่น่า สนใจในการศึกษาวิจัย เพื่อจะได้ทราบว่ามีสารประกอบอะไรบ้าง ปริมาณมากน้อยเท่าใด เช่น กรดอะมิโน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งอาหารที่ใช้เลี้ยงนกขุนทอง ใน กรงเลี้ยง เช่น หนอนนก (mealworm) เปรียบเทียบกับอาหารในธรรมชาติ

การวิเคราะห์หาสารประกอบในอาหารของนกขุนทอง สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูล พื้นฐานในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพอาหารของนกขุนทองในกรงเลี้ยงให้มีคุณค่าทาง อาหารและสามารถเก็บไว้ได้นาน นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยในการขยายพันธุ์นกขุนทองเพื่อ ปล่อยสู่ป่าธรรมชาติรวมถึงการทำให้นกขุนทองเป็นสัตว์เศรษฐกิจในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. **เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของสารประกอบประเภทกรดอะมิโนต่าง ๆ ที่มีอยู่ใน อาหารของนกขุนทอง**

2. **เพื่อศึกษาถึงชนิดและปริมาณของสารประกอบประเภทวิตามินต่าง ๆ ที่มีอยู่ใน อาหารของนกขุนทอง**

3. **เพื่อศึกษาถึงชนิดและปริมาณของสารประกอบประเภทแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ใน** อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป

4. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงคุณภาพอาหารที่ใช้เลี้ยงนกขุนทองในกรงเลี้ยง

สมมติฐานของการวิจัย

ในการขยายพันธุ์ของนกขุนทองพบว่ามีปัจจัยหลาย ๆ ด้านที่มีส่วนเกี่ยวข้อง อาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนช่วยในการดำรงชีวิต และช่วยในการขยายพันธุ์ของนกขุนทอง ดังนั้น การวิเคราะห์อาหารของนกขุนทอง ทำให้ทราบถึงส่วนประกอบของอาหารว่ามีอะไรบ้าง และมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันเท่าใด การวิเคราะห์สามารถบ่งชี้ได้ทั้งทางด้านปริมาณวิเคราะห์และคุณภาพวิเคราะห์

การศึกษาในโครงการนี้มีสมมติฐานว่า อาหารในธรรมชาติน่าจะมีส่วนประกอบและปริมาณสารอาหารต่าง ๆ แตกต่างจากอาหารนกสำเร็จรูป

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาสารประกอบในอาหารของนกขุนทอง โดยทำการรวบรวมตัวอย่างอาหารของนกขุนทอง คือ อาหารนกสำเร็จรูป หนอนนก มะเดื่อ ตะขบ ไทร และหว้า แล้วนำมาวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสารประกอบประเภทกรดอะมิโน วิตามิน และแร่ธาตุที่มีอยู่ในอาหารของนกขุนทอง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของอาหารที่ใช้เลี้ยงนกขุนทองในกรงเลี้ยง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. HPLC (High Performance Liquid Chromatography) หมายถึง เทคนิคการวิเคราะห์ที่นำมาใช้ในการแยกสาร

2. AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) หมายถึง เทคนิคการวิเคราะห์ ที่นำมาใช้ในการหาแร่ธาตุต่าง ๆ

3. Vortex Mixer หมายถึง เครื่องเขย่าสารให้สารเป็นเนื้อเดียวกัน

4. Millipore filter หมายถึง กระดาษกรองที่มีรูเล็ก ๆ ขนาดต่าง ๆ เพื่อดักไม่ให้ สารที่มีขนาดใหญ่ กว่าขนาดรูกระดาษไหลผ่านลงไปได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงชนิดของสารประกอบในอาหารของนกขุนทอง โดยเฉพาะที่มีส่วนช่วยในการ ขยายพันธุ์ของนกขุนทอง

2. เปรียบเทียบอาหารชนิดต่าง ๆ ของนกขุนทองว่ามีปริมาณของสารอาหารคล้ายคลึงหรือแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด

3. สามารถนำไปพัฒนาคุณภาพอาหารของนกขุนทองในกรงเลี้ยงให้ดีขึ้น

4. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาถึงอาหารของนกขุนทองเพื่อที่จะนำไปใช้ในการขยายพันธุ์ต่อไป

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

นกขุนทอง (*Gracula religiosa*) เป็นนกประจำถิ่นของภาคพื้นเอเชีย พบมีถิ่นอาศัยตั้งแต่อินเดีย จีน พม่า ไทย ลาว กัมพูชา มาเลเซีย และฟิลิปปินส์ มี 10 ชนิดย่อย (Peters 1962, 118-120) มีถิ่นอาศัยในประเทศไทยสองชนิดย่อย คือ นกขุนทองเหนือ (*Gracula religiosa intermedia*) และนกขุนทองใต้ (*G.r. religiosa*) นกทั้งสองชนิดย่อยมีความแตกต่างกันที่ลักษณะภายนอก นกขุนทองใต้มีขนาดของอวัยวะภายนอกใหญ่กว่าของนกขุนทองเหนือและมีแผ่นหนังสีเหลืองด้านข้างศรีษะแต่ละข้างขาดจากกัน ในขณะที่ของนกขุนทองเหนือติดต่อเป็นชิ้นเดียวกัน จากรายงานของ Lekagul and Cronin (1974, 182) พบนกขุนทองเหนือมีถิ่นอาศัยอยู่ทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย แต่นกขุนทองใต้พบอยู่ทางภาคใต้ของประเทศโดยเฉพาะบริเวณใต้คอคอดกระจังหวัดระนอง

จากการศึกษาชีววิทยาของนกขุนทองไทยมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2532 จนถึงปัจจุบันของมณี อัชวรานนท์ และคณะ (2541, 22-24) มหาวิทยาลัยรามคำแหง พบว่าจำนวนประชากรของนกขุนทองในประเทศไทยลดลงเรื่อย ๆ ในแต่ละถิ่นที่อยู่อาศัย สาเหตุจากการที่นกขุนทองเป็นที่ต้องการของผู้เลี้ยงนกมากเนื่องจากสามารถเลียนเสียงต่าง ๆ ได้ รวมทั้งภาษาหลากหลายของมนุษย์ ประกอบกับพื้นที่ป่าลดลงจากการตัดไม้ทำลายป่าทำให้นกไม่มีที่ทำรัง ที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหาร ซึ่งในอนาคตนกขุนทองอาจเป็นสัตว์ป่าอีกชนิดหนึ่งที่จะไม่มีให้เห็นในป่าเมืองไทยอีกต่อไป ดังนั้นการศึกษาถึงอาหารของนกขุนทองจึงเป็นการศึกษาเพื่อเป็นความรู้พื้นฐานในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพอาหารของนกขุนทองในกรงเลี้ยงให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับอาหารในธรรมชาติเพื่อที่จะนำไปใช้เป็นปัจจัยในการส่งเสริมการขยายพันธุ์นกขุนทองในกรงเลี้ยงต่อไป

จากการสำรวจการให้อาหารนกขุนทองของผู้เลี้ยงนกขุนทองนั้น มณี อัชวรานนท์ และคณะ (2539, 29) พบว่าค่อนข้างหลากหลายขึ้นกับอาชีพ ฐานะ และอาหารประจำถิ่นของภาคต่าง ๆ กลุ่มผู้ที่เลี้ยงนกขุนทองที่มีอาชีพขายอาหารให้นกขุนทองกินอาหารที่มีในร้าน ในภาคใต้เลี้ยงข้าวคลุกกับกล้วย พริกสด ไข่ต้ม ผลไม้ต่าง ๆ แต่ที่สะดวกและสะอาด คืออาหารเม็ดที่มีขายในท้องตลาดทั่วไป ยิ่งไปกว่านั้นร้านขายยาที่เลี้ยงนกขุนทองให้นกขุนทองกินน้ำมันตับปลาเม็ด ซึ่งสังเกตเห็นว่านกขุนทองชอบมาก นกขุนทองกิน ผลไม้ ได้แก่ มะละกอ แตงโม กล้วย สับปะรด ฝรั่ง แต่ที่ราคาถูกคือข้าวสวยคลุกไข่ต้ม หรือผลไม้และหนอน

ในรายงานของสมบูรณ์ ผู้พัฒน์ (2532, 31-36) สรุปได้ว่า ผลไม้ทุกชนิดมีปริมาณ น้ำประมาณ 68.8-93.9 % โดยน้ำหนัก ส่วนกล้วยมีปริมาณน้ำน้อยที่สุด ผลเสาวรสมี โปรตีนสูงสุด (3% โดยน้ำหนัก) มะกอก ขนุน มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 2% นอกจากนั้น ส่วนมากมีโปรตีนน้อยกว่า 1% ผลไม้ทั้งหมดมีไขมันน้อยกว่า 1% ยกเว้นมะกอกมีไขมัน ประมาณ 4% มีการวิเคราะห์ชนิดของกรดไขมันพบว่ากรดไขมันที่มีมากในผลไม้คือ กรด โอลิอิค (Oleic acid) มีอยู่ประมาณ 50-65% ของกรดทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาล ในกล้วย ขนุน ลิ้นจี่ เงาะและน้อยหน่า พบว่ามีน้ำตาลทั้งหมด (Total sugars) อยู่ระหว่าง 15-18% น้ำตาลฟรุคโตสและกลูโคสมีอยู่ในผลไม้ทุกชนิด มีผลไม้บาง ชนิดไม่มีน้ำตาลซูโครส เลยได้แก่ มะละกอ ทับทิมและชมพู่ น้ำตาลรีดิวส์ (Reducing sugar เป็นน้ำตาลฟรุคโตส รวมกับกลูโคส) มีมากในผลไม้จำพวกเงาะ กล้วยหอม มะเฟือง มะม่วง ขนุน มีปริมาณ น้ำตาลซูโครสสูงถึง 8-10% ผลไม้ทุกชนิดไม่มีแป้งหรือมีน้อยจนเกือบศูนย์ ยกเว้น กล้วยน้ำว้าและกล้วยหอม มีแป้ง 7 และ 3% ตามลำดับ ปริมาณเส้นใย (Dietary fiber) มีมาก สุดในผลเสาวรสประมาณ 14% ผลไม้พวกทับทิม ฝรั่ง ประกอบด้วยเส้นใยประมาณ 5% ผลไม้อื่นนอกจากนี้เกือบทั้งหมดจะมีเส้นใย 1-3%

จากการศึกษาคุณค่าทางอาหารของผลไม้ของสมบูรณ์ ผู้พัฒน์ (2532, 33-37) พบว่าปริมาณวิตามินและเกลือแร่ในผลไม้เมืองร้อนและกึ่งโซนร้อน ฝรั่งมีวิตามินซีสูงสุด 240 มิลลิกรัม/100 กรัม เงาะและมะละกอมีวิตามินซี 60-80 มิลลิกรัม/100กรัม น้อยหน่าและ แคนตาลูปมีวิตามินซีน้อยกว่า 30 มิลลิกรัม/100กรัม ผลเสาวรสมีวิตามินบีพวกไรโบฟลาวิน

(Riboflavin) และไนอาซิน (Niacin) ในจำนวนมากกว่า 10% ที่ร่างกายต้องการผลไม้ที่ใช้เป็นแหล่งวิตามินเอ คือ มะม่วง แคนตาลูป ผลเสาวรส แตงโม ขนุน ลูกพลับ และ มะละกอ ธาตุโปแตสเซียมเป็นเกลือแร่ที่สำคัญของผลไม้อยู่ในช่วง 38-470 มิลลิกรัม/100 กรัม กล้วยน้ำว้า มีปริมาณแมกนีเซียมในระดับที่ร่างกายสามารถใช้ประโยชน์ได้ ผลไม้ทุกชนิดมีปริมาณแคลเซียม เหล็กและสังกะสีในปริมาณน้อยมาก

คุณสมบัติและคุณค่าทางอาหารของ
สารอาหารต่าง ๆ ในอาหารของนกขุนทอง

สารอาหารที่มีในผลไม้แต่ละชนิดนอกจากจะมีปริมาณที่แตกต่างกันแล้วยังมีคุณสมบัติและคุณค่าทางอาหารที่แตกต่างกันอีกด้วย ซึ่งหากนกขุนทองได้รับสารอาหารแต่ละชนิดในปริมาณที่ไม่เพียงพอย่อมจะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ ทั้งนี้สารอาหารที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้มีคุณสมบัติและคุณค่าทางอาหาร (วารุณี 2540, 1-12; ลักขณาและนิธิยา 2531, 57-69; Larbier and Leclerco 1994, 105-200) ดังนี้

1. โปรตีน

โปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนเกาะกันเป็นเส้น พันกัน ทับกัน รวมกันเป็นโครงสร้างส่วนต่าง ๆ โดยรวมเป็นเนื้อเยื่อในกล้ามเนื้อต่าง ๆ โดยทั่วไปถ้าสิ่งมีชีวิตจะนำไปใช้ได้ก็ต่อเมื่ออยู่ในรูปของกรดอะมิโนอิสระ ในสิ่งมีชีวิตขั้นสูงซึ่งรวมถึงนกจะสามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนได้เพียงบางตัว เนื่องจากขาดสารบางชนิดที่เกี่ยวข้องในการสังเคราะห์กรดอะมิโน ดังนั้นกรดอะมิโนที่สัตว์เหล่านั้นสังเคราะห์ไม่ได้จำเป็นต้องได้รับจากอาหารเรียกกรดอะมิโนเหล่านี้ว่า Essential amino acid ซึ่งได้แก่ Lysine, Threonine, Leucine, Valine, Isoleucine, Arginine, Histidine, Cysteine, Methionine, Phenylalanine และ Tryptophan ส่วนกรดอะมิโนตัวอื่นๆ ที่ร่างกายสังเคราะห์ได้เรียกว่า Nonessential amino acid ซึ่งได้แก่ Alanine, Glycine, Aspartic acid, Serine, Glutamic acid, Asparagine, Glutamine, Proline, Serine และ Tyrosine ทั้งนี้หากได้รับกรดอะมิโนพวกนี้ไม่เพียงพอจาก

อาหารร่างกายก็มีวิธีการง่ายๆ ในการที่จะสังเคราะห์ขึ้นมาทดแทน โดยทั่วไปสารประกอบที่ใช้สังเคราะห์กรดอะมิโนจะได้มาจากขบวนการ Glycolysis ของ Krebs cycle หรือจากกรดอะมิโนตัวอื่น ๆ สารประกอบเหล่านี้ได้แก่ 3-phosphoglycerate, phosphohydroxypyruvate, pyruvate, α - ketoglutarate และ ribose 5-phosphate ส่วนมากกรดอะมิโนจะได้จากปฏิกิริยา Transamination จากกรดอะมิโนตัวอื่นโดยเฉพาะจาก glutamate

กรดอะมิโนมีส่วนช่วยในเรื่องการทำงานของวงจรยูเรียในนก มีส่วนช่วยในการทำงานของขบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ทั้งยังเป็นตัวควบคุมการทำงานของน้ำย่อยและฮอร์โมนต่าง ๆ ในร่างกาย

2. วิตามินเอ

เป็นวิตามินที่ละลายในไขมันเป็นส่วนสำคัญในการสังเคราะห์มิวโคโพลีแซคคาไรด์ และการขับถ่ายน้ำหล่อเลี้ยงในบริเวณผิวหนังและเยื่อบุในจมูก และมีส่วนเกี่ยวข้องกับขบวนการเมตาโบลิซึมสเตียรอยด์ โคเลสเตอโรน และฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ ในลูกนก ถ้าขาดวิตามินเอจะปรากฏอาการภายใน 2 หรือ 3 สัปดาห์ของการฟัก โดยจะ พบความอ่อนแอ ซูบผอมมากในระยะที่เป็นลูกนก อัตราการเจริญเติบโตลดต่ำลงและขนไม่เป็นระเบียบ น้ำตาไหล ตาปิดแห้งกรัง มีก้อนหนองคล้ายครีมสีขาวติดอยู่บนเพดานปากและหลอดอาหาร มียูเรียคั่งอยู่ในหลอดไตและหลอดปัสสาวะ ปัญหาเรื่องการมองเห็นจะพัฒนาไปถึงขั้นตาบอดได้

ในลูกนกรุ่นใหญ่ อาการจะปรากฏอย่างช้า ๆ ยกเว้นการมองเห็นซึ่งจะพัฒนาเร็วจนถึงขั้นตาบอดอย่างรวดเร็ว สังเกตเห็นก้อนหนองสีขาวคล้ายเนยแข็งอยู่ที่นัยน์ตามีน้ำมูกไหล

อัตราการวางไข่และฟักไข่ลดลง อาการเหล่านี้มีลักษณะเฉพาะในแต่ละสปีชีส์ของนก เช่น ในไก่งวง ถ้าขาดวิตามินเอทำให้เกิดจุดสีน้ำตาลบนผิวของไข่ ในเป็ดอาจ เกิดอาการอ่อนเปลี้ยจนถึงขั้นเป็นอัมพาต

3. วิตามินอี

เป็นวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน ซึ่งมีส่วนช่วยในการสังเคราะห์ฮีมโปรตีน (Haem proteins) ไซโตโครม (Cytochromes) ฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) และยังเป็นตัวช่วยกระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันของร่างกายในลูกนก

ในลูกนกหากขาดวิตามินอีจะทำให้เป็นโรคเอ็กซูเดทีฟไดอะทีซิส (Exudative diathesis) คือ ปรากฏอาการบวมน้ำใต้ผิวหนังและน้ำจะไหลสู่ช่องว่างของร่างกาย อาการ ที่สองก่อให้เกิดโรคเอ็นเซฟฟาโรมาลาเซีย (Encephalomalacia) ซึ่งมีผลเกี่ยวกับการเดิน หรือการเคลื่อนไหวผิดปกติไม่ได้จังหวะ หมอบหรือยืนขึ้นลงบ่อย ๆ ทำให้เกิดโรคสมอง อักเสบ หรือโรคกระแตเวีย

การขาดวิตามินอีจะมีผลกระทบน้อยในนก แต่ทำให้การฟักไข่ลดลง อัตราการตายปรากฏในวันที่ 3 หรือวันที่ 4 ของการฟัก มีโลหิตคั่งอยู่ใต้ผิวหนัง เนื่องจากหลอดโลหิตแตก ในไก่งวงเกิดแผลฟกซ้ำในบริเวณกระเพาะอาหาร ข้อบวมเดินไม่ถนัด กล้ามเนื้อเรียบบนผิวของกึ๋นเหี่ยวลีบ

4. วิตามินบี 1

เป็นวิตามินที่ละลายในน้ำ มีส่วนช่วยให้การทำงานของเอนไซม์เป็นไปอย่างมีระบบเป็นองค์ประกอบของกรดไขมัน (Fatty acid) และสเตียรอยด์ (Steroid)

ในนกถ้าขาดวิตามินบี 1 มักทำให้เกิดอาการเบื่ออาหาร อ่อนแอ และระบบการทำงานของประสาทถูกทำลายลง จนถึงอักเสบ หัวสั่น คอบิดแหงนไปข้างหลัง กล้ามเนื้อทำงานไม่สัมพันธ์กัน ขบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตมีปัญหา ทำให้ผอม อาหารไม่ย่อย วิตามินบี1 เป็นองค์ประกอบของอะเซติลคลอไรด์ (Acetyl chloride) ซึ่งจำเป็นในการช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท

5. วิตามินซี

เป็นวิตามินที่ละลายน้ำ มีความไวต่อแสงมาก มีส่วนในการทำงานของแอนตรีสคอร์บิวติค (Antiscorbutic) และมีส่วนในโครงสร้างของกลูโคสในนก ทำให้การทำงานของฮอร์โมนสเตอรอยด์เป็นไปอย่างมีระบบ และยังมีส่วนช่วยในการเมตาบอลิซึมของไทโรซีน (Tyrosine) และฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine)

6. แคลเซียม

เป็นแร่ธาตุที่มีอยู่เป็นปริมาณมากในร่างกายนก มีส่วนสำคัญในการสร้างกระดูกในนกที่กำลังเจริญเติบโต และเป็นส่วนสำคัญในการสร้างเปลือกไข่ พบแคลเซียมมากที่สุดในกระดูก ในนกที่กำลังจะวางไข่เราสามารถให้แคลเซียมเสริมได้จากหอยนางรมหรือจากเกล็ดของแคลเซียมคาร์บอเนต

7. เหล็ก

เป็นแร่ธาตุที่มีอยู่ภายในเนื้อเยื่อของร่างกายมีปริมาณน้อยแต่มีความจำเป็น สำหรับการทำงานของร่างกายและการเจริญเติบโต ถ้าได้รับในปริมาณที่ไม่เพียงพอทำให้อัตราการเจริญเติบโตในลูกนกลดลงและอัตราการวางไข่ของแม่นกลดลง ในร่างกายของนกมีความเข้มข้นของปริมาณเหล็กอยู่ระหว่าง 35-50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (น้ำหนักของนก) 2 ใน 3 ส่วนของเหล็กเป็นส่วนประกอบของฮีโมโกลบิน และมีส่วนช่วยให้ออกซิเจนไหลผ่านในเลือดได้ดีและควบคุมการทำงานของเซลระบบหายใจ

วิธีการสกัดสารอาหารชนิดต่าง ๆ

สำหรับวิธีการสกัดสารอาหารแต่ละชนิดนั้นได้มีผู้ทำการศึกษาหลายท่านซึ่งมีวิธีการสกัดที่แตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของสารอาหารดังนี้

1. กรดอะมิโน

กรดอะมิโนเป็นสารประกอบอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบและเป็นโปรตีนในรูปอิสระที่ร่างกายสามารถนำไปใช้งานได้ ทั้งนี้การวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโนสามารถทำได้โดยการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ส่วนการเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและเครื่องมือที่มี

ปราณี นันทศรี (2529, 31-32) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยใช้วิธีการของ AOAC (1984, 371) ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ทั่ว ๆ ไป กรดกำมะถันเป็นตัวย่อยสลายไนโตรเจน จากนั้นนำส่วนที่ย่อยมาไตเตรตหาปริมาณไนโตรเจน

*B.Y.OW (1993, 118) พบว่าปริมาณโปรตีนในน้ำนมวัวจะวิเคราะห์โดยการทำ*ฟอร์มัลไตเตรชั่น (Formal titration)

ถ้าตัวอย่างเป็นแป้ง Suzanne (1994, 72) จะใช้วิธีการย่อยและการกลั่นด้วยวิธีของเคดาลห์ (Kjeldahl method)

2. วิตามินเอ

การสกัดเอาไขมันออกใช้ Retinyl acetate (Aitzetmuller, Pilz, and Tasche 1979, 189) การสกัดวิตามินเอจากตัวอย่างจะไม่สมบูรณ์ถ้าไม่ได้ทำการ Spray-dried แวน นิกเกิ้ค (Van Niekerk 1979, 72 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 125) ในขณะเดียวกันได้มีการพัฒนาการวิเคราะห์มาใช้วิธีของ Association of Official Analytical Chemists (1975, 386) แวน นิกเกิ้ค (Roeis and Mahadevan 1967, 17; Strohecker and Henning 1975, 53; Thomson and Maxwell 1977, 89 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 128) Parrish (1977, 54) กล่าวว่าต้อง ใช้ก๊าซไนโตรเจนในระหว่างการ Reflux หรือในระหว่างการระเหยให้แห้งเพราะจะทำให้ พื้นที่เหนือของเหลวเต็มไปด้วยไอของสารละลายแทนที่ก๊าซออกซิเจน

การสกัดหลังจากการแยกชั้นไขมันอาจจะใช้ Diethyl ether, N-hexane, Pentane และ Petroleum ether) แวน นิกเกิ้ค (Van Niekerk and du Plessis 1976, 32 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 135) แพริส (Egberg, Heroff, and Potter 1977, 11 อ้างถึงใน Parrish 1977, 56) กล่าวว่าใช้ Acetic acid ใน Acetonitrile เป็นตัวสกัดหลังแยกชั้นไขมัน

วิตามินเอจะวิเคราะห์โดยใช้ Gel chromatography ได้ แวน นิกเกิ้ค (Landen and Eitenmiller 1979, 188 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 140) ต่อมาพบว่าการวิเคราะห์วิตามินเออาจจะใช้ Normal หรือ Reversed phase columns (Aitzetmuller et al. 1979, 176; Thomson et al. 1980, 154)

Fluorescence detectors เป็นตัวตรวจวัดวิตามินเอที่ใช้กับตัวอย่างพวกเนยและ มาการีน แพริส (Kawamoto and Takahashi 1975, 190 อ้างถึงใน Parrish 1977, 67) ส่วนตัวอย่างชนิดอื่น ๆ จะใช้ตัวตรวจวัด ที่เป็น UV detectors (Wiggins 1979, 195)

3. วิตามินอี

แวน นิกเกิ้ค (Parrish 1980, 61 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 140) กล่าวว่า วิตามินอีประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เสถียร (The tocopherols) และส่วนที่ไม่เสถียร (The tocotrienols)

Tocopherols ในรูปของ Unesterified สามารถที่จะฉีดเข้า column โดยตรง โดยไม่ต้องทำการผสมกับสารละลายใด ๆ แวน นิกเกิ้ค (Van Niekerk 1973, 97; Van Niekerk and du Plessis 1976, 49 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 140) หรืออาจละลายใน Mobile phase หรือใน Hexane เพื่อที่จะฉีดเข้า column แวน นิกเกิ้ค (Abe, Yuguchi, and Katsui 1975, 295; Eriksson and Toeregaard 1977, 168; Deldime, Lefebvre, Sadin, and Wybauw 1980, 143 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 140)

ในตัวอย่างอาหารแช่แข็งจะต้องทำการสกัดก่อนจะทำการวิเคราะห์ แวน นิกเกิ้ค (Shaikh, Huang, and Zielinski 1977, 87 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 156) Thompson and Hatina (1979, 62) พบว่าตัวอย่างอาหาร เช่น เนื้อสัตว์ และธัญพืชจะต้องสกัดด้วย Propan-2-ol ที่ต้มให้เดือดและทำการสกัดซ้ำด้วย Acetone และ Hexane

Tocopherols มีความว่องไวต่อออกซิเจนที่สภาวะเป็นด่าง (Bunneli 1967, 83) ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศเข้ามาแทนที่สารละลายควรทำการพ่นก๊าซไนโตรเจน หรือทำการเติม Potassium hydroxide ผ่านตัว Condenser ก่อนการสกัด (Thompson and Hatina 1979, 94)

การวิเคราะห์ Tocopherols จะใช้เครื่อง HPLC โดยใช้ Column ชนิด Pellicular (37-50 μm) silica gel ขนาด 15 เซนติเมตร แวน นิกเกิ้ค (Van Nickerk 1973, 118; Cavins and Inglett 1974, 176 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 162) พัฒนาการแยกได้ทั้ง Tocopherols และ Tocotrienols ในเวลา 80 นาที ด้วย Column ชนิด Pellicular silica gel ขนาด 20 เซนติเมตร ต่อมาเวลาในการวิเคราะห์ ลดลงน้อยกว่า 10 นาทีโดยใช้ column ซึ่งบรรจุ Microparticulate silica gel ขนาด 10 ไมโครเมตร แวน นิกเกิ้ค (Van Niekerk 1975, 231; Van Niekerk and du Plessis 1976, 128 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 178) ระบบ Reverse phase ได้นำมาใช้ สำหรับการวิเคราะห์วิตามินอี (Barnett et al 1980, 149)

ตัวตรวจวัดสำหรับวิเคราะห์วิตามินอี ใช้ Fluorescence detectors แวน นิกเกิ้ค (Abe et al. 1975, 167 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 184; Thompson and Hatina 1979, 215) ส่วน Barnett et al. (1980, 76) พบว่าใช้ UV detectors เป็นตัวตรวจวัดวิตามินอีได้ เช่นเดียวกัน

4. วิตามินบี 1

การเตรียมตัวอย่างจะทำโดยใช้หม้อนึ่งความดัน (Autoclaves) ด้วย 0.1 โมลาร์ ของกรดซัลฟูริคหรือกรดไฮโดรคลอริคเป็นเวลาประมาณ 30 นาที ถ้า Phosphate esters ยังคงเหลืออยู่ให้ใช้เอนไซม์ Phosphatase เป็นตัวทำปฏิกิริยา ซึ่ง pH ที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 4 ถึง 4.6 แวน นิกเกิ้ค (Van de Weerdhof et al. 1973, 95; Ang and Mosely 1980, 167 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 187)

วิตามินบี 1 จะทำการวิเคราะห์ด้วยคอลัมน์ที่เป็น Silica gel หรือ คอลัมน์ที่เป็น Reverse phase ซึ่งจะมีการแลกเปลี่ยนประจุกันภายใน Mobile phase ตัวตรวจวัดสำหรับวิเคราะห์วิตามินบี 1 ใช้ UV detectors แวน นิกเกิ้ค (Van de weerdhof et al. 1973, 98; Henshall 1979, 120; Labuza and Warthesen 1980, 169 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 194)

5. วิตามินซี

แวน นิกเกิ้ค (Parrish 1980, 61 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 140) กล่าวว่า วิตามินซีเป็นผลึกสีขาวถูกออกซิไดซ์ และถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิค (Dehydroascorbic acid) ซึ่งยังคงมีคุณสมบัติของวิตามินซีอยู่แต่ถ้าถูกออกซิไดซ์ต่อไปจะเปลี่ยนไปเป็นกรดไดคีโตกลูโลนิค (Diketoglulonic acid) ซึ่งจะไม่มีคุณสมบัติของวิตามินอยู่เลย

การสกัดวิตามินซี สามารถใช้สารสกัดได้ 4 ชนิด ได้แก่ Trichloroacetic acid (TCA) 6%, Metaphosphoric acid (MPA) 3%, Oxalic acid (OA) 6% และ Metaphosphoric acetic acid (PAA) 8.88% แวน นิกเกิ้ค (Van Niekerk and du Plessis 1976, 159 อ้างถึงใน Van Niekerk 1984, 143)

การวิเคราะห์วิตามินซี Landen (1979, 268) พบว่าใช้วิธี Titrimetric method โดยใช้สาร Metaphosphoric – acetic acid 8.88 % เป็นตัวสกัดแล้วนำไป Titrate ด้วย Standard indophenol solution (DPT) จนกระทั่งสารละลายเป็นสีชมพู ส่วน Thomson (1980, 173) พบวิธี Colorimetric method โดยใช้สารสกัดวิตามินซีชนิดต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง จากนั้นนำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ต่อมา Wiggins (1979, 194) พบวิธีวิเคราะห์ วิตามินซีโดยวิธี High performance liquid chromatography (HPLC) ใช้ Metaphosphoric acid ใน Dithiothreitol (DTT) เป็นตัวสกัดจากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ที่ความ ยาวคลื่น 254 นาโนเมตร

6. แคลเซียมและเหล็ก

การวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุนั้นสามารถที่จะทำได้หลายวิธี เช่น วิธีอะตอมมิคแอบซอบชั่นสเปคโทรเมตรี (Atomic absorption spectrometry) ซึ่งยังสามารถแบ่งเป็นแบบชนิดที่ใช้เปลวไฟ (Flame atomic absorption spectrometry) และแบบชนิดที่ไม่ใช้เปลวไฟ (Flameless atomic absorption spectrometry)นอกจากนี้ยังสามารถวัดได้โดยวิธีทางเคมี ไฟฟ้า เช่น วิธีโพลาโรกราฟี (Polarography) (กมลา ตันธีระธรรม, เยาวลักษณ์ วรรธนะพิศิษฏ์ และจุไรรัตน์ รักวาทิน (2531, 225)

อมลา วงศ์พุทธพิทักษ์ (2537, 168) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของอาหารไทยระหว่าง พ.ศ. 2530-2534 จากการศึกษาการปนเปื้อนในด้านเคมี โดยศึกษาโลหะจำนวน 10 ชนิด ในผักและผลไม้

Brenda S. Sheppard, Douglas T. Heitkemper, and Cynthia M. Gastin (1994, 138) ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณแร่ธาตุในอาหารทะเล โดยมีการเตรียมตัวอย่างโดยใช้ระบบ ไมโครเวฟ (Microwave digestion) และวัดปริมาณแร่ธาตุเหล่านี้โดยเทคนิค ICP-MS (Inductively coupled plasma atomic emission and mass spectrometry)

Mehmet Yaman and Seref Gucer (1995, 356) ได้ทำการศึกษาปริมาณตะกั่ว และเหล็กในตัวอย่างผัก โดยวิธีการเตรียมตัวอย่างด้วยเทคนิค Activated-carbon enrichment แล้ววัดปริมาณแร่ธาตุด้วยเทคนิค Atomic absorption spectroscopy

Kathryn Lamble and Steve J. Hill (1995, 442) ได้ทำการศึกษาตัวอย่าง Trace metal ในตัวอย่างใบชาโดยการย่อยตัวอย่างแบบไมโครเวฟและวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุโดยเทคนิค ICP ในการย่อยสารตัวอย่างใช้กรดไนตริกผสมกับกรดเปอร์คลอริคใช้เวลาประมาณ 35 นาทีต่อตัวอย่าง ซึ่งเร็วกว่าการเตรียมตัวอย่างชนิดที่ให้ความร้อนด้วยเตาความร้อนที่ต้องใช้ เวลาในการเตรียมตัวอย่างถึง 120 นาทีต่อตัวอย่าง

Jerzy Mierzwa, Samuel B. Adeloju, and Harkirat S. Dhindsa (1997, 229) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณแคลเซียมในยาสูบโดยเทคนิค Hydried generation atomic absorption spectrometry ทำการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลายกรดไนตริก

Kurissery A. Tomy et al. (1999, 198) ได้ใช้ระบบ Flow injection แบบ On-line ในการช่วยเพิ่มความเข้มข้น (Preconcentration) ของสารละลายตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กและสังกะสีในตัวอย่างน้ำทะเลด้วยเทคนิคอะตอมมิคแอบซอบชั่น

Katerina Pomazal et al. (1999, 258) ได้พัฒนาการตรวจวัดปริมาณเหล็กและสังกะสีในตัวอย่างพืชและน้ำทะเลด้วยเทคนิค HPLC-ICP-AES กระบวนการแยกสารตัวอย่างจะใช้ร่วมกับเทคนิค Size exclusion Chromatography

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

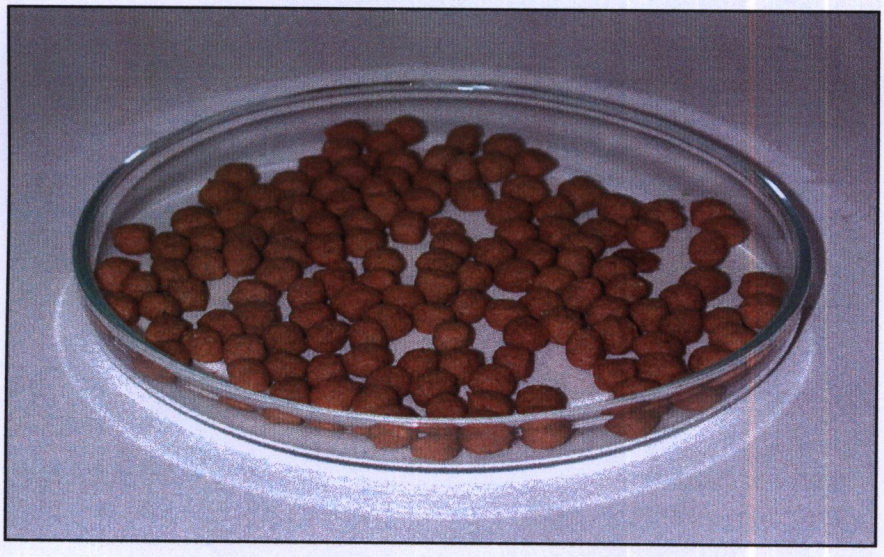
ตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างอาหารที่ใช้วิจัยในครั้งนี้มี 6 ชนิดได้แก่ อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป หนอนนก มะเดื่อ ตะขบ ไทร และหว้า โดยอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปใช้ยี่ห้อ C.P ซึ่งสามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด หนอนนกได้รับความอนุเคราะห์จากสถานีวิจัยสัตววิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง ส่วนอาหารธรรมชาติจะเก็บตัวอย่างจากจังหวัด กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และปทุมธานี

1. อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป

เป็นอาหารที่ผลิตขึ้นจากข้าวโพด ข้าวสาลี ถั่วเหลืองนึ่ง เนื้อ และกระดูกป่น ปลาป่น ยีสต์ ไขมันจากสัตว์ วิตามิน และแร่ธาตุ ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการดังนี้

โปรตีน	ไม่น้อยกว่า 27 %	ไขมัน	ไม่น้อยกว่า 9 %
กาก	ไม่มากกว่า 27 %	แคลเซียม	ไม่น้อยกว่า 1.5 %
ฟอสฟอรัส	ไม่น้อยกว่า 1.1 %		



ภาพที่ 1 อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป

2. หนอนนก

หนอนนกเป็นตัวอ่อนของแมลงชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Mealworm เป็นหนอนที่มีขนาดใหญ่ลำตัวสีน้ำตาลอ่อน ผอมยาว มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก เมื่อโตเต็มวัยจะกลายเป็นแมลงปีกแข็งสีดำเรียกว่า Meal-Beetle เป็นแมลงศัตรูผลผลิตทางการเกษตรในยุ้งฉางของประเทศแถบหนาวหรือค่อนข้างหนาวโดยทำลายข้าวสาลี วงจรชีวิตที่เป็นตัวหนอนของแมลงชนิดนี้ยาวมาก จึงนิยมนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ปีก รวมไปถึงกบทูด เป็นแมลงที่ชอบอากาศหนาวและต้องการความชื้นสูง อาหารหลักที่ใช้เพาะเลี้ยงคือรำข้าวสาลีซึ่งสามารถซื้อได้ตามร้านค้า ในบางสถานที่อาจใช้อาหารไก่สำเร็จรูปเลี้ยงหนอนนกแทนรำข้าวสาลีและใช้พืชผักเป็นอาหารเสริม เช่น ใบตำลึง ผักกาดขาว

ศัตรูของหนอนนกนอกจากมด แมลงสาบ และจิ้งจกแล้ว ศัตรูอีกชนิดหนึ่งคือมอดแป้ง ซึ่งอาจติดมากับรำข้าวสาลี มอดแป้งนี้จะทำลายหนอนนกโดยการเจาะกินทั้งในระยะที่เป็นตัวหนอนและระยะที่เป็นดักแด้ ดังนั้นก่อนที่จะเลี้ยงหนอนนกจึงควรนำรำข้าวสาลีมาอบเสียก่อนเพื่อทำลายตัวและไข่ของมอดแป้ง โดยใช้อุณหภูมิในการอบ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ภาพที่ 2 หนอนนก (Mealworm)

3. มะเดื่ออุทุมพร

ชื่อวงศ์ : Moraceae

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Ficus racemosa*

ชื่อสามัญ : Cluster Fig, Red-wooded Fig, County Fig, Red river Fig.

ชื่ออื่น : เดื่อเกลี้ยง มะเดื่อดง เดื่อน้ำ เดื่อใหญ่

ถิ่นกำเนิด : อินเดีย พม่า และมาเลเซีย พบปลูกเลี้ยงอยู่ทั่วไป

ลักษณะทั่วไป : ไม้ยืนต้น อาจพบเป็นไม้พุ่ม แต่ไม่พบเป็นไทรพัน ใบอ่อนพับจีบ ปกติขอบใบหยัก เปลือกต้นสีน้ำตาล เนื้อไม้ส่วนมากไม่ทนทาน ทุกส่วน ของพืชจะมียางสีขาว ทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ทนลม เหมาะจะปลูกเพื่อให้ร่มเงา

ใบ ใบเดี่ยว จัดเรียงใบแบบสลับ แผ่นใบมักจะมีลักษณะหนาคล้ายหนังเป็นมันหรือบาง ส่วนมากมีสองข้างเท่ากัน ขอบใบเรียบ ตัวใบเกลี้ยง เส้นใบปรากฏ ชัดทั้งสองด้าน ปลายเส้นใบแขนงจะมาบรรจบกันใกล้ขอบใบ

ดอก ออกดอกที่ลำต้น ไม่มีใบประดับย่อยระหว่างดอกและที่ด้านข้างดอกแบบแยกเพศขนาดเล็ก เกิดภายในฐานรองดอกทรงกลมคล้ายผล ดอกตัวผู้ไม่มีก้านดอก รังไข่สีแดงเข้ม ดอกตัวเมียขอบกลีบรวมหยัก แต่ในดอกตัวผู้ขอบกลีบรวมเรียบ

ผล ทรงกลม ขนาดประมาณ 6-7 เซนติเมตร เมื่อแก่มีสีแดงสะดุดตา

การขยายพันธุ์ : เพาะเมล็ด ตอน และปักชำกิ่ง

ภาพที่ 3 มะเดื่ออุทุมพร (*Ficus racemosa*)

4. ตะขบฝรั่ง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Muntingia calabura* L.

ชื่อสามัญ : Calabura, Jamaican Cherry, Manila Cherry

ชื่ออื่น : ครบฝรั่ง ตะขบ

ถิ่นกำเนิด : เอเชียเขตร้อน พบขึ้นอยู่ตามธรรมชาติทั่วไป

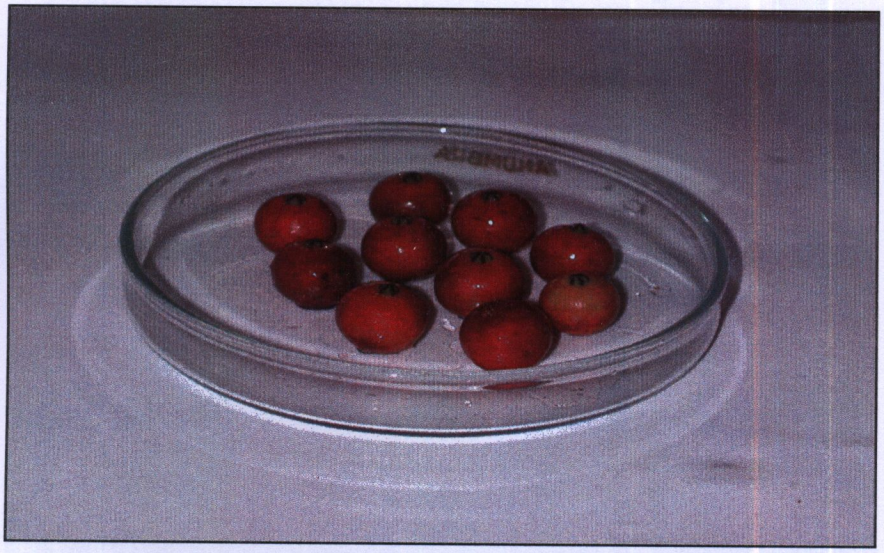
ลักษณะทั่วไป : ไม้ต้นขนาดกลาง สูงไม่เกิน 20 เมตร ไม่ผลัดใบ เรือนยอดเป็นชั้นคล้ายฉัตร แตกกิ่งก้านขนานกับพื้นดิน แผ่กว้างเป็นชั้น ๆ

ใบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่ กว้าง 1-2 เซนติเมตร ยาว 3-51 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบมน ขอบใบจักเป็นซี่ละเอียด แผ่นใบมีขนสั้นสีน้ำตาลเหนียว ทั้งสองด้าน

ดอก ออกดอกเดี่ยวที่ซอกใบบริเวณปลายกิ่ง ดอกขนาดเล็ก กลีบดอก 5 กลีบ สีขาว เกสรเพศผู้จำนวนมาก สีเหลือง ออกดอกตลอดปี

ผล ทรงกลม ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร สีเขียว เมื่อแก่เป็นสีแดงเข้ม เนื้อนุ่ม ฉ่ำน้ำ มีรสหวาน

การขยายพันธุ์ : เพาะเมล็ด



ภาพที่ 4 ตะขบฝรั่ง (*Muntingia calabura* L.)

5. ไทร

ชื่อวงศ์ : Moraceae

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Ficus benjamina* L.

ชื่อสามัญ : Benjamin Tree, Golden Fig, Java Tree, Waringin, Weeping Fig

ชื่ออื่น : ไทร ไทรกระเบื้อง ไทรย้อย

ถิ่นกำเนิด : อินเดียและมาเลเซีย พบปลูกเลี้ยงอยู่ทั่วไป

ลักษณะทั่วไป : ไม้ต้นขนาดเล็ก สูงไม่เกิน 10 เมตร ไม่ผลัดใบ เรือนยอดทรงกลม แผ่กว้าง เปลือกต้นสีน้ำตาล กิ่งก้านห้อยย้อยลง โตช้า มีรากอากาศห้อยย้อยสวยงาม ทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี ทนลม ทนน้ำท่วมขัง เหมาะจะปลูกเพื่อให้ ร่มเงาบริเวณริมน้ำ ปลูกริมทะเลได้ ระบบรากแข็งแรง ถ้าปลูกในที่แล้ง ใบจะร่วงมาก

ใบ ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปรีแกมรูปไข่ กว้าง 2.5-5 เซนติเมตร ยาว 5-11 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม โคนใบสอบ แผ่นใบค่อนข้างหนาเป็นมัน เส้นแขนงใบจำนวนมากและขนานกันเกือบตั้งฉากกับเส้นกลางใบ

ดอก ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบ ดอกแบบแยกเพศ ขนาดเล็ก เกิดภายในฐานรองดอกทางกลมคล้ายผล ไม่มีกลีบดอก

ผล ทรงกลม ขนาดประมาณ 0.8 เซนติเมตร เมื่อแก่จะเป็นสีแดงเข้ม

การขยายพันธุ์ : เพาะเมล็ด ตอน และปักชำกิ่ง

ภาพที่ 5 ไทร (*Ficus benjamina* L.)

6. หว้า

ชื่อวงศ์ : Myrtaceae

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Syzygium cumini* (L.) Skeels

ชื่ออื่น : ห้าขี้แพะ Black Plum

ถิ่นกำเนิด : อินเดีย จนถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศไทยพบทั่วไปตามป่าดิบชื้น และป่าผลัดไม้ ที่ระดับใกล้น้ำทะเล จนถึงระดับความสูง 1,100 เมตร ออกดอกและติดผลช่วงเดือนธันวาคม-มิถุนายน

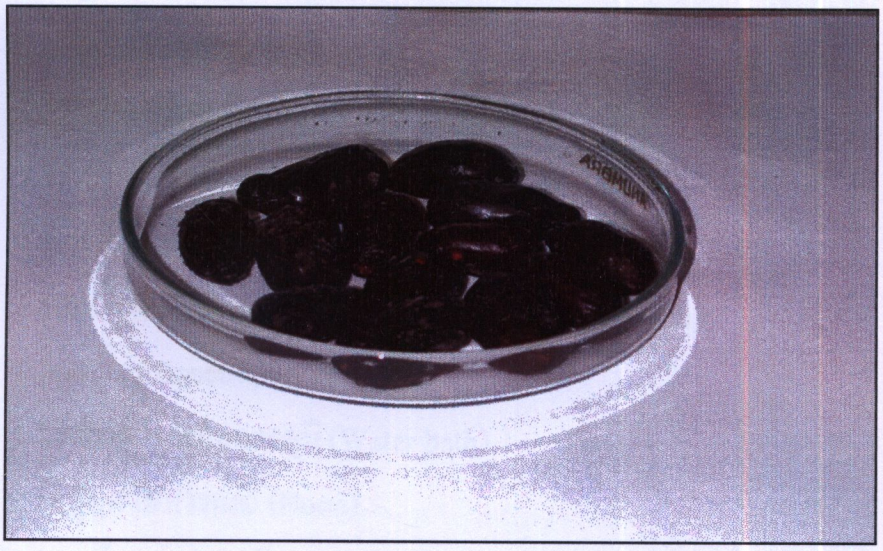
ลักษณะทั่วไป : ไม้ต้นสูง 10-35 เมตร

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้าม รูปไข่ หรือรูปรี กว้าง 3-7 เซนติเมตร ยาว 8-14 เซนติเมตร เส้นขอบใบปิด เส้นใบ 19-30 คู่ ก้านใบยาว 0.6-3 เซนติเมตร

ดอก สีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ออกเป็นช่อที่ซอกใบหรือปลายยอด แกนช่อยาว 4.5-10เซนติเมตร ฐานรองดอกรูปกรวย ขนาด 0.2-0.5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยง 4 กลีบ กลีบดอก 4 กลีบ รูปกลมมน เกสรตัวผู้จำนวนมาก

ผล เป็นผลสด รูปรีแกมรูปไข่ ฉ่ำน้ำ สีม่วงดำ ผิวมัน ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร

การใช้ประโยชน์ : ผลสุกรับประทานได้ มีรสเปรี้ยวอมฝาด สามารถนำไป ใช้ทำน้ำผลไม้และไวน์หว้า ให้สีม่วง มีรสชาติดี เมล็ดมีสารช่วยลดน้ำตาลในเลือด



ภาพที่ 6 หว้า (*Syzygium cumini* (L.) Skeels)

วัสดุและอุปกรณ์

เครื่องแก้วทุกชนิดที่ใช้ในการวิเคราะห์ ควรล้างด้วยน้ำยาล้างเครื่องแก้วล้างด้วยน้ำให้สะอาดและล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายกรดไนตริก10 % โดยแช่ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาล้างด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน (de-ionized water) ทำให้แห้งโดยวางทิ้งไว้ในห้องที่สะอาดจึงนำมาใช้วิเคราะห์

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 เครื่องแก้ว

1.2 ตะแกรงร่อนขนาด 30 mesh และ 40 mesh

1.3 กรวยกรองและกระดาษกรอง Whatman No. 54, No. 1

1.4 โกร่งบดหรือเครื่องบด

1.5 Syringe ขนาดรู 0.45 micron

1.6 Sep-pak C18

1.7 ชุดปิเปตอัตโนมัติ (Autopipette)

1.8 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

1.9 เตาความร้อน (Hot Plate)

1.10ตู้อบ (Oven)

1.11เครื่องชั่ง (Balance)

1.12เครื่องปั่นเหวี่ยงแยกสาร (Centrifuges)

1.13เครื่อง Autoclave

1.14เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

1.15เครื่อง High Performance Liquid Chromatography

1.16เครื่อง Spectrophotometer

1.17อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

1.18ตู้ดูดไอสารเคมี (Hood)

1.19เครื่องระเหยแห้งแบบหมุน (Rotary Evaporator)

2. สารเคมี

2.1 การวิเคราะห์กรดอะมิโน

2.1.1 สารละลายไฮโดรคลอริค (Hydrochloric)

2.1.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide)

2.1.3 สารละลายอะเซโตไนไตร์ล (Acetonitrile)

2.1.4 น้ำกลั่นชนิดปราศจากไอออน (De-ionized water)

2.1.5 สารละลาย Eluent A

2.2 การวิเคราะห์วิตามินเอ

2.2.1 น้ำกลั่นชนิดปราศจากไอออน (De-ionized water)

2.2.2 สารแอนตี้-ออกซิแดนท์ (Propyll gallate)

2.2.3 สารละลายอะซิโตน (Acetone)

2.2.4 สารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)

2.2.5 สารละลายไดโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4 anhydrous)

2.2.6 สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide)

2.2.7 สารละลายเอธานอล (Ethanol)

2.2.8 สารละลายอะเซโตไนไตร์ล (Acetonitrile)

2.2.9 สารละลายเมธิลลีนคลอไรด์ (Methelene chloride)

2.2.10 สารละลายเมธานอล (Methanol)

2.2.11 สารละลายมาตรฐานเบต้า-แคโรทีน (β-Carotene)

2.2.12 สารละลายเฮกเซน (Hexane)

2.3 การวิเคราะห์วิตามินบี 1 (Thiamine)

2.3.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1 นอร์มัล (Hydrochloric acid 1 N)

2.3.2 สารละลายเมธานอล (Methanol)

2.3.3 สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตทบัฟเฟอร์เข้มข้น 5 มิลลิโมล (Ammonium acetate buffer 5 mM)

2.3.4 น้ำกลั่นชนิดปราศจากไอออน (De-ionized water)

2.3.5 สารละลายมาตรฐาน Thiamine (B_1)

2.4 การวิเคราะห์วิตามินซี

2.4.1 สารละลายเมธิลลีนคลอไรด์ (Methelene chloride)

2.4.2 สารละลายเมตาฟอสฟอริกแอซิด (Metaphosphoric acid)

2.4.3 น้ำกลั่นชนิดปราศจากไอออน (De-ionized water)

2.4.4 สารละลายไดไธโอธริไอทอล (Dithiothreitol)

2.4.5 สารละลายเมธานอล (Methanol)

2.4.6 สารละลายอะซิติกแอซิด (Acetic acid)

2.4.7 สารละลาย EDTA

2.4.8 สารละลายเตตร้าบิวทิวแอมโมเนียมฟอสเฟต (Tetrabutylammonium phosphate)

2.4.9 สารละลายมาตรฐานแอล-เอสคอร์บิคแอซิด (ASA)

2.5 การวิเคราะห์วิตามินอี

2.5.1 น้ำกลั่นชนิดปราศจากไอออน (De-ionized water)

2.5.2 สารละลายไพโรโกรลอล (Pyrogallol)

2.5.3 สารละลายเมธานอล (Methanol)

2.5.4 สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium Hydroxide)

2.5.5 สารละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)

2.5.6 สารละลายไดไอโซโพรพิลอีเทอร์ (Diisopropyll ether)

2.5.7 สารละลายมาตรฐานโทโคเฟอรอล (Tocophyrol)

2.5.8 สารละลายเฮกเซน (Hexane)

2.6 การวิเคราะห์แคลเซียมและเหล็ก

2.6.1 น้ำกลั่นชนิดปราศจากไอออน (De-ionized water)

2.6.2 สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น (Nitric acid)

2.6.3 สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Hydrochloric acid)

2.6.4 สารละลายมาตรฐานแคลเซียมความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อลิตร

2.6.5 สารละลายมาตรฐานเหล็กความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อลิตร

วิธีการวิเคราะห์

1. วิธีเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน

1.1 ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม ใส่หลอดทดลอง

1.2 เติม Hydrochloric ความเข้มข้น 6 นอร์มัล ปริมาตร 230 มิลลิลิตร

1.3 นำไปย่อยที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

1.4 นำไปปรับ pH ให้ได้ 7 (ทำการปรับด้วย Sodium hydroxide เข้มข้น)

1.5 จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร

1.6 ทำการกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

1.7 จากนั้นกรองผ่าน membrane ขนาด 0.45 ไมครอน

1.8 นำสารละลายที่กรองผ่าน membrane 20 ไมโครลิตร ทำ Derivatized และปรับปริมาตรให้ได้ 100 ไมโครลิตร

1.9 นำไปฉีดเข้าเครื่อง HPLC ด้วยปริมาตร 5 ไมโครลิตรทันที

1.10 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

ปั๊ม (Pump)	600 E
ตัวตรวจวัด (Detector)	Fluorescence
คอลัมน์ (Column)	Accq.Tag Column
ระบบของสารละลาย (Mobile phase; gradient system)	Eluent A, Acetonitrile และน้ำ Milli-Q
ปริมาตรที่ใช้ฉีดเข้าเครื่อง	5 ไมโครลิตร
เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์	45 นาที

2. วิธีสกัดตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณวิตามินเอ

2.1 นำตัวอย่างมาชั่งประมาณ 100 กรัม เติมสาร Anti-oxidant (Propyll gallate) ในปริมาณ 1 กรัมต่อ 10 กรัมตัวอย่าง

2.2 นำมาสกัดด้วย Acetone โดยปั่นด้วยเครื่องบดอาหารจนเป็นเนื้อเดียว กัน และกรองโดยใช้ Suction ช่วยทำหลาย ๆ ครั้งจนกากตัวอย่าง มีสีขาว

2.3 รวมชั้นของ Acetone ทั้งหมดเข้าด้วยกัน จากนั้นสกัดด้วย Petroleum ether โดยใช้กรวยแก้วแยก (Separatory funnel) ทำการสกัดประมาณ 3 ครั้งและรวมชั้น Petroleum ether เข้าด้วยกัน

2.4 ล้าง Acetone ให้หมดไปด้วยน้ำและใช้ Na_2SO_4 anhydraus ดูดน้ำจากชั้น Petroleum ether ให้หมดนำไปทำให้แห้งต่อด้วยเครื่องระเหยแห้ง แบบหมุน

2.5 ทำการ saponify ด้วย 10 % Potassium hydroxide ใน Ethanol ตั้งทิ้งข้ามคืนในที่มืด

2.6 นำมาละลายด้วย Mobile phase 10 มิลลิลิตรซึ่งในที่นี้จะใช้ Acetonitile : Methelene chloride : Methanol ในอัตราส่วน 70 : 30 : 20

2.7 นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ทันที

2.8 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

คอลัมน์ (Column)	reverse phase CLC-ODS ขนาด 4.6 มม.x1.5 ซม.
ความยาวคลื่น (Wave length)	450 นาโนเมตร
อัตราการไหลของสารละลาย (Flow rate)	1 มิลลิลิตร/นาที
ระบบของสารละลาย	Acetonitile : Methelene chloride : Methanol เท่ากับ 70 :30 : 20
ตัวตรวจวัด (Detector)	Photodiode array UV-VIS

3. วิธีสกัดตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์วิตามินบี 1

3.1 นำอาหารมาบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดอาหารหรือเครื่องบดอาหาร แล้วนำมาร่อนให้ผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh แล้วชั่งอาหารมาวิเคราะห์ 5 กรัม

3.2 นำอาหารมาย่อยด้วย Hydrochloric acid เข้มข้น 0.1 นอร์มัลในเครื่อง Autoclave

3.3 ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปปรับ pH ให้ได้ 4.5 แล้วจึงนำไปให้ความร้อนด้วย Diastase

3.4 นำตัวอย่างไปสกัดอีกครั้งโดยใช้ Sep-pak C18 และผ่านการชะด้วย Methanol และน้ำ ซึ่งพวกสารละลายต่างๆ ที่เกินพอจากการสกัดตัวอย่างรวมทั้งตัว รบกวนอื่น ๆ จะถูกชะออกมาก่อนโดยใช้Ammonium acetate buffer เข้มข้น 5 มิลลิโมล

3.5 ทำการชะวิตามินบี1 ทั้งสองตัวออกจาก Sep-pak C18 โดยใช้ Ammonium acetate buffer เข้มข้น 5 มิลลิโมล และMethanol ในอัตราส่วน 40 : 60

3.6 ตัวอย่างที่ได้จากการสกัดด้วย Sep-pak C 18 แล้วสามารถฉีดเข้าระบบ HPLC ได้ทันที

3.7 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

คอลัมน์ (Column)	U Bondapak C18 ขนาด 3.9 มม. x 300 ซม.		
อัตราการไหลของสารละลาย (Flow rate)	1.5 มิลลิลิตร/นาที		
ระบบสารละลาย	Ammonium acetate (pH 5) : Methanol เท่ากับ 72 : 28		
ตัวตรวจวัด (Detector)	Fluorescence with time program wavelength		
	เวลา	Excitation wavelength	Emission wavelength
	0.0	370	435
	9.5	370	520

4. วิธีสกัดตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์วิตามินซี

4.1 นำอาหารมาบดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดอาหารหรือเครื่องบดอาหารแล้วนำมาร่อนให้ผ่านตะแกรงขนาด 40 mesh แล้วชั่งอาหารมาวิเคราะห์ 5 กรัม

4.2 เติมMethylene chloride 5 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วสกัดด้วย 6 % Metaphosphoric acid ใน 0.2 % Dithiothreitol (DTT) 50 มิลลิลิตร (ใช้ที่เตรียม ใหม่ทุกครั้ง) เขย่า 5 นาที แล้วจึงนำไปปั่นต่ออีก 10 นาที (5,000 รอบต่อนาที)

4.3 กรองด้วย Syring ขนาดรู 0.45 micron

4.4 นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ทันที

4.5 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

คอลัมน์ (Column)	U Bondapak C18 ขนาด 4.6 มม.x1.5 ซม.
ความยาวคลื่น (Wave length)	254 นาโนเมตร
ปริมาตรที่ใช้ฉีด (Injection volunm)	10 ไมโครลิตร
อัตราการไหลของสารละลาย (Flow rate)	0.5 มิลลิลิตร/นาที
ช่วงของการวัด (Range)	0.1 AUFS
ระบบสารละลาย (Mobile phase)	Mix of 1 volume methanol and 9 volume 0.08 M Acetic acid containing 0.1 nM EDTA and 1 nM tetrabutlammonium phophate

4.6 การทำ Standard solution

4.6.1 Stock standard solution

ชั่ง 50 มิลลิกรัม ASA (USP) ละลายด้วย 6 % Metaphosphoric acid ใน 0.2 % DTT ให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะมีความเข้มข้นประมาณ 1,000 ppm.

4.6.2 Working standard solution

นำ 1 มิลลิลิตรของ Stock standard solution มาเจือจางด้วย 6 % Metaphosphoric acid ใน 0.2 % DTT ให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร สารละลายสุดท้าย นี้จะมีความเข้มข้นประมาณ 20 ppm. นำสารละลายสุดท้ายนี้ไปทำ dilution ให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ด้วย Mobile phase ดังนี้คือ

Standard (มิลลิลิตร)	Mobile phase (มิลลิลิตร)	Vitamin C content (ppm.)
0.1	9.9	10
0.2	9.8	20
0.3	9.7	30
0.4	9.6	40
0.5	9.5	50
1.0	9.0	100
5.0	5.0	500
10.0	-	1,000

5. การสกัดตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์วิตามินอี

5.1 นำตัวอย่างมาชั่งน้ำหนัก 100-220 มิลลิกรัม จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดด้วย 2 มิลลิลิตรของ 5 % w/v Pyrogallol ใน Methanol

5.2 นำไปปั่นด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ 2,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที ค่อย ๆ รินส่วนที่ใสเก็บไว้

5.3 ทำการสกัดซ้ำด้วย 2 มิลลิลิตรของ Pyrogallol / Methanol จากนั้นนำไปปั่นและรวมส่วนที่ใสทั้งหมดเข้าด้วยกัน

5.4 เติม 1.5 มิลลิลิตรของ 60 % w/v ของสารละลาย KOH เข้มข้น ทำการเขย่าผสมกันประมาณ 1 นาที แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้แยกชั้น

5.5 สกัดซ้ำด้วย 5 มิลลิลิตรของ Petroleum ether กับ diisopropyl ether ในอัตราส่วน 3 : 1 v/v โดยเขย่าผสมกันประมาณ 2 นาที จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ 2,000 รองต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

5.6 ค่อย ๆ รินส่วนที่ใสและระเหยให้แห้งด้วยแก๊ซไนโตรเจนภายใต้อุณหภูมิห้อง

5.7 ละลายส่วนที่เหลือด้วย 5 มิลลิลิตรของ Mobile phase จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ทันที

5.8 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

คอลัมน์ (Column)	Hypersil 5 ไมโครเมตร ขนาด 150 มม.x 4.6 ซม.
ปริมาตรที่ใช้ฉีด (Injection volunm)	100 ไมโครลิตร
อัตราการไหลของสารละลาย (Flow rate)	1 มิลลิลิตร/นาที
ตัวตรวจวัด (Detection)	Fluorescence 296 นาโนเมตร Excitation 340 นาโนเมตร Emission สามารถใช้ UV ที่ ความยาวคลื่น 280-300 นาโนเมตรแทนได้
ระบบสารละลาย (Mobile phase)	Methanol : น้ำ เท่ากับ 96 : 4, v/v

6. วิธีเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (Calcium) และเหล็ก (Iron)

6.1 นำตัวอย่างไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 30 mesh

6.2 ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม Nitric acid เข้มข้น 10 มิลลิลิตร

6.3 นำส่วนผสมไประเหยให้แห้งบนเตาความร้อน หลังจากทำให้เย็นแล้วนำไปทำซ้ำวิธีเดิม แล้วทำให้เย็นอีกครั้ง

6.4 เติม Hydrochloric acid เข้มข้น 1 นอร์มัล 75 มิลลิลิตร และอุ่นที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส

6.5 กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 54 ล้างส่วนที่เหลือด้วย Hydrochloric acid เข้มข้น 1 นอร์มัล

6.6 นำส่วนที่กรองแล้วไปปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร นำไปวัดปริมาณแคลเซียมและเหล็กด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

6.7 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

	แคลเซียม	เหล็ก
ลักษณะการวิเคราะห์ (Mode)	Absorption	
ความยาวคลื่น (Wavelength)	422.7 นาโนเมตร	248.3 นาโนเมตร
ความกว้างของคลื่น (Spectra slit width)	0.7 นาโนเมตร	0.2 นาโนเมตร
กระแสไฟฟ้าของหลอด HCL (Current)	10 mA	30 mA
เชื้อเพลิง (Fuel)	Air-acetylene	
ลักษณะของเปลวไฟ (Flame)	Lean-blue	

บทที่ 4
ผลของการวิจัย

การศึกษาชนิดและปริมาณของสารประกอบประเภทกรดอะมิโนต่าง ๆ

จากการศึกษาตัวอย่างอาหารของนกขุนทอง 6 ชนิด คืออาหารนกขุนทองสำเร็จรูป หนอนนก มะเดื่อ ตะขบ ไทร และหว้า ได้ผลดังตารางที่ 1 พบว่า ในอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณกรดอะมิโนโดยรวมสูงที่สุดคือ 200.48 มิลลิกรัม/100กรัม และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอาหารนกขุนทองชนิดอื่น พบว่า ในอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณกรดอะมิโนแต่ละชนิดสูงกว่า

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปริมาณกรดอะมิโนชนิดต่างๆ ที่วิเคราะห์จากตัวอย่างอาหารทั้ง 6 ชนิด พบว่าอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณ Glutamic acid มากที่สุดคือ 32.06 มิลลิกรัม/100กรัม รองลงมาคือ Arginine และ Leucine มีปริมาณ 17.69 และ 17.63 มิลลิกรัม/100กรัมตามลำดับ และพบว่ากรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อยที่สุดคือ Cystein 2.6 มิลลิกรัม/100กรัม สำหรับหนอนนกมีปริมาณ Glutamic acid มากที่สุดคือ 22.35 มิลลิกรัม/100กรัม รองลงมาคือ Alanine และ Leucine มีปริมาณ 16.40 และ 14.34 มิลลิกรัม/100กรัมตามลำดับ และพบว่ากรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อยที่สุด คือ Cystein 1.49 มิลลิกรัม/100กรัม ในส่วนของมะเดื่อมีปริมาณ Glutamic acid มากที่สุดคือ 2.06 มิลลิกรัม/100กรัม รองลงมาคือ Asparagine และ Arginine มีปริมาณ 1.53 และ 1.20 มิลลิกรัม/100กรัมตามลำดับ และพบว่ากรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อยที่สุดคือ Cystein 0.08 มิลลิกรัม/100กรัม ส่วนตะขบ มีปริมาณ Glutamic acid มากที่สุดคือ 3.63 มิลลิกรัม/100กรัม รองลงมาคือ Arginine และ Asparagine มีปริมาณ 1.67 และ 1.29 มิลลิกรัม/100กรัม ตามลำดับ และพบว่ากรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อยที่สุด คือ Serine 0.09 มิลลิกรัม/100กรัม สำหรับไทรมีปริมาณ Glutamic acid มากที่สุดคือ 1.93 มิลลิกรัม/100กรัม รองลงมาคือ

Asparagine และ Arginine ซึ่งมีปริมาณเท่ากันคือ 1.32 มิลลิกรัม/100กรัม และพบว่ากรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อยที่สุดคือ Cystein 0.17 มิลลิกรัม/100กรัม ในส่วนของหว้ามีปริมาณ Glutamic acid มากที่สุดคือ 2.67 มิลลิกรัม/100กรัม รองลงมาคือ Arginine และ Proline ซึ่งมีปริมาณเท่ากันคือ 1.32 มิลลิกรัม/100กรัม และพบว่ากรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อยที่สุดคือ Cystein 0.10 มิลลิกรัม/100กรัม

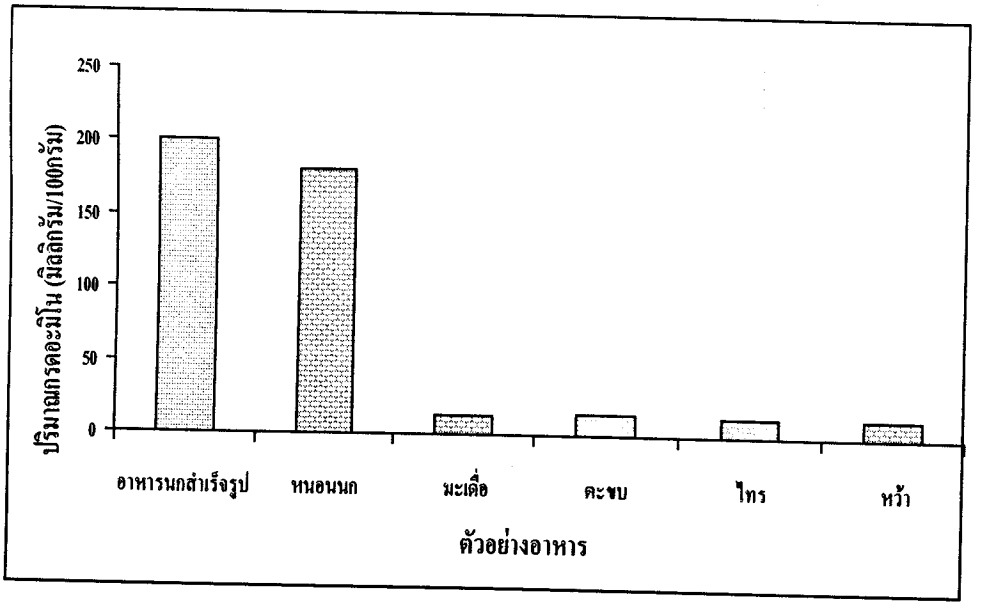
ตัวอย่างอาหารประเภทผลไม้ในธรรมชาติ ได้แก่ ตะขบ หว้า มะเดื่อ ไทร พบว่ามีปริมาณกรดอะมิโนโดยรวมใกล้เคียงกัน ดังนี้ 14.58, 13.78, 13.57 และ 13.20 มิลลิกรัม/100กรัมตามลำดับ

ตารางที่ 1 ปริมาณกรดอะมิโนต่าง ๆ จากอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด

กรดอะมิโน	ปริมาณกรดอะมิโน (มิลลิกรัม/100กรัม) ในตัวอย่าง					
	อาหารนกสำเร็จรูป	หนอนนก	มะเดื่อ	ตะขบ	ไทร	หว้า
Asparagine	14.79	13.83	1.53	1.29	1.32	1.04
Serine	12.44	10.49	0.92	0.09	0.94	0.92
Glutamic acid	32.06	22.35	2.06	3.63	1.93	2.67
Glycine	11.22	11.73	0.83	0.81	0.85	0.88
Histidine	7.75	6.87	0.36	0.52	0.40	0.48
Arginine	17.69	12.27	1.20	1.67	1.32	1.32
Threanine	9.25	8.41	0.65	0.73	0.67	0.70
Alanine	10.15	16.40	0.87	0.72	0.74	0.63
Proline	12.75	12.29	0.72	0.97	0.71	1.32
Cystein	2.6	1.49	0.08	0.24	0.17	0.10
Tyrosine	9.71	12.59	0.49	0.48	0.44	0.34
Valine	8.44	9.42	0.67	0.60	0.58	0.61
Methionine	3.41	2.84	0.09	0.14	0.22	0.11

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กรดอะมิโน	ปริมาณกรดอะมิโน (มิลลิกรัม/100กรัม) ในตัวอย่าง					
	อาหารนกสำเร็จรูป	หนอนนก	มะเดื่อ	ตะขบ	ไทร	หว้า
Lysine	8.20	11.00	0.88	0.43	0.73	0.58
Isoleucine	8.12	8.38	0.55	0.53	0.52	0.46
Leucine	17.63	14.34	1.05	0.94	1.03	0.91
Phenylalanine	14.30	6.96	0.62	0.79	0.63	0.71
รวม	200.48	181.66	13.57	14.58	13.20	13.78



ภาพที่ 7 ปริมาณกรดอะมิโนรวมในอาหารนกขุนทองแต่ละชนิด

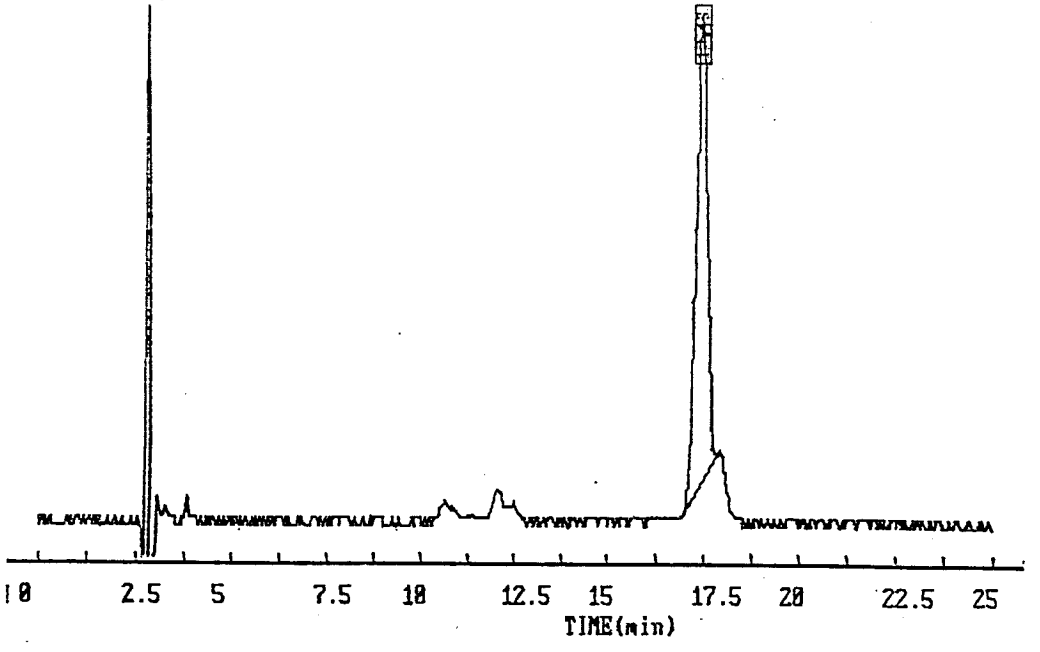
การศึกษาชนิดและปริมาณของ
สารประกอบประเภทวิตามินต่าง ๆ

1. ชนิดและปริมาณของวิตามินเอในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ

วิตามินเอแบ่งตามกลุ่มของสารที่สามารถแสดงคุณค่า หรือกิจกรรมทางชีวภาพได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ Preformed vitamin A ได้แก่ Retinol, Retinaldehyde และ Retinoid อื่น ๆ ซึ่งสามารถพบได้ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ อีกกลุ่มหนึ่งคือ Provitamin A ได้แก่ Carotenoids ต่าง ๆ ที่ร่างกายสามารถเปลี่ยนไปเป็น Retinal ได้ ที่สำคัญคือ β-Carotene, α-Carotene, β-Cryptoxanthin ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะ β-Carotene

สำหรับขั้นตอนการวิจัยชนิดและปริมาณของวิตามินเอมีดังนี้

1.1 นำ Standard Carotenoid ชนิด β-Carotene มาตรวจดูความบริสุทธิ์ โดยใช้เทคนิค HPLC ดังภาพที่ 8 พบว่าได้ออกมาเพียง Peak เดียว แสดงว่า Standard Carotenoid ที่ใช้บริสุทธิ์



ภาพที่ 8 โครมาโตแกรมของ Standard Carotenoid

1.2 ปริมาณ Carotenoid ในตัวอย่างอาหารนกขุนทอง

จากการวิจัยปริมาณ Carotenoid ในตัวอย่างอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด ซึ่งประกอบด้วย อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป หนอนนก มะเดื่อ ตะขบ ไทร และหว้า จากผลการวิจัย (ตารางที่ 2) พบว่า ไทรจะมี β-Carotene อยู่ 90 ไมโครกรัม/100กรัม ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดในตัวอย่างทั้ง 6 ชนิด รองลงมาคือ หว้ามีปริมาณ 63 ไมโครกรัม/100กรัม อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป 43 ไมโครกรัม/100กรัม มะเดื่อ 31 ไมโครกรัม/100กรัม ส่วนตะขบและหนอนนกไม่พบว่ามี β-Carotene อยู่เลย

1.3 ปริมาณ Preformed Vitamin A

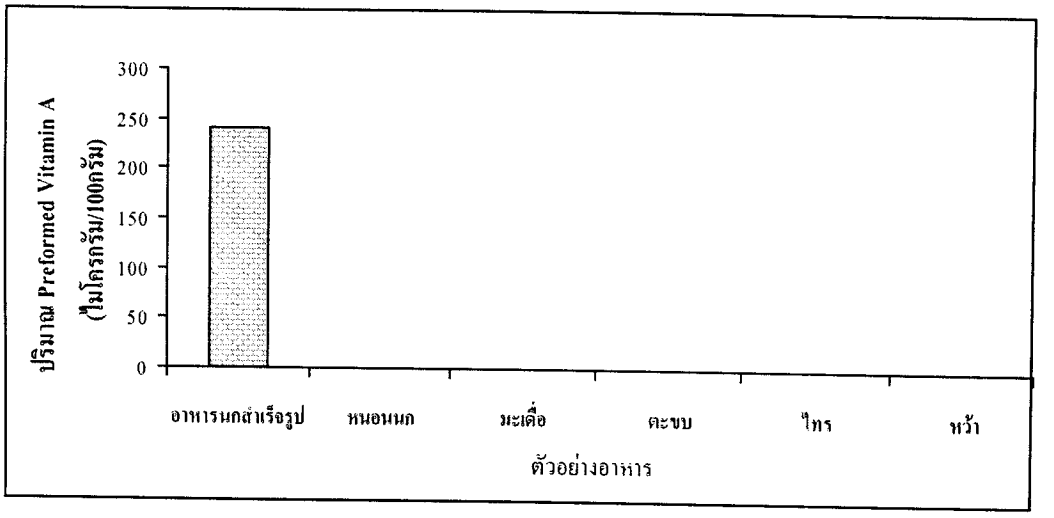
จากการวิจัย (ตารางที่ 2 และภาพที่ 9) พบว่ามี Preformed Vitamin A ได้แก่ Retinol อยู่ในอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปเพียงชนิดเดียวในปริมาณ 240 ไมโครกรัม/100กรัม ส่วน Provitamin A activity คำนวณออกมาในรูปของ μg β-Carotene Equivalent สำหรับค่า Vitamin A activity รายงานได้ใน 2 รูปแบบคือ Retinol Equivalent (RE) และ International Unit โดยสามารถคำนวณจากค่า β-Carotene Equivalent

1 RE = 6 μg β-Carotene Equivalent

1 IU = 0.6 μg β-Carotene Equivalent

ตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินเอทั้ง Preformed Vitamin A (Retinol) และ Provitamin A (β-Carotene) ที่พบในตัวอย่าง อาหารของนกขุนทอง

ตัวอย่างอาหาร	ปริมาณที่พบ (ไมโครกรัม/100 กรัม)	
	Retinol	β-Carotene
อาหารนกสำเร็จรูป	240	43
หนอนนก	0	0
มะเดื่อ	0	31
ตะขบ	0	0
ไทร	0	90
หว้า	0	63

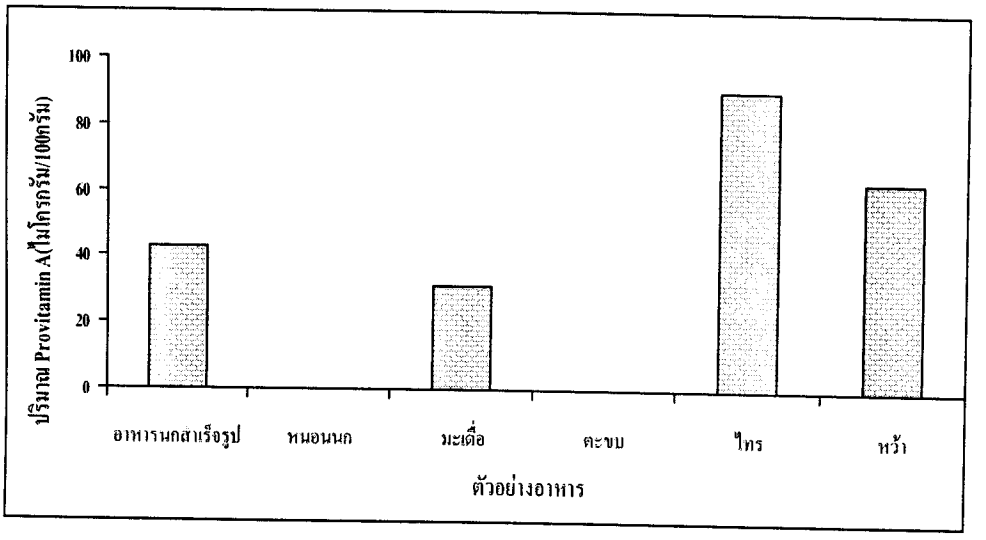


ภาพที่ 9 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินในกลุ่ม Preformed Vitamin A

สำหรับการคำนวณค่า Provitamin A activity และ Vitamin A activity ที่ได้จากการทดลองได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 (ภาพที่ 10) ซึ่งพบว่า ไทรมีปริมาณของ Vitamin A activity มากที่สุด คือ 15 RE/100g (150 IU/100g) หว้ามีปริมาณมากเป็นลำดับต่อมาคือ 10 RE/100g (100 IU/100g) อาหารนกขุนทองสำเร็จรูปพบ 7 RE/100g (71.7 IU/100g) มะเดื่อ 5 RE/100g (51.7 IU/100g) ส่วนตะขบและหนอนนกไม่พบ Vitamin A activity เลย

ตารางที่ 3 ค่า Provitamin A activity และ Vitamin A activity

ตัวอย่างอาหาร	Provitamin A activity/100 g	Vitamin A activity/100 g	
	(μg β-Carotene Equivalent)	RE	IU
อาหารนกสำเร็จรูป	43	7	71.7
หนอนนก	0	0	0
มะเดื่อ	31	5	51.7
ตะขบ	0	0	0
ไทร	90	15	150
หว้า	63	10	105



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินในกลุ่ม Provitamin A

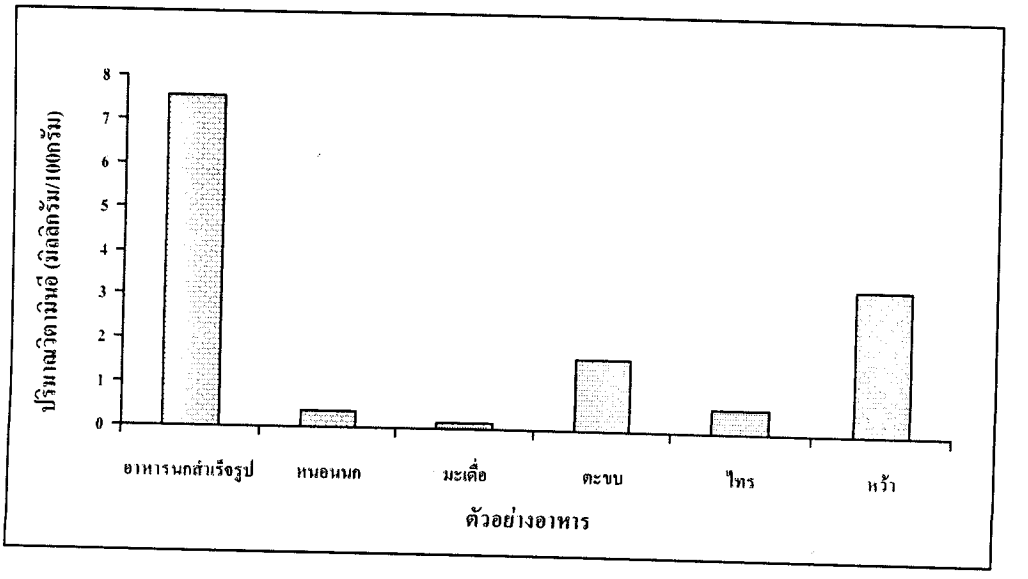
2. การศึกษาปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ

จากผลการวิจัยปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างอาหารของนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด ซึ่งในที่นี้ศึกษาเฉพาะแอลฟาโทโคเฟอรอล เนื่องจากเป็นส่วนที่เสถียร ได้สรุปไว้ในตารางที่ 4 (ภาพที่ 11)

ตารางที่ 4 ปริมาณแอลฟาโทโคเฟอรอลในอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด

ตัวอย่างอาหาร	ปริมาณแอลฟาโทโคเฟอรอล (มิลลิกรัม/100กรัม)
อาหารนกสำเร็จรูป	7.54
หนอนนก	0.38
มะเดื่อ	0.15
ตะขบ	1.64
ไทร	0.57
หว้า	3.29

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าในอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณวิตามินอีมากที่สุด คือ 7.54 มิลลิกรัม/100กรัม รองลงมาได้แก่ หว้า พบ 3.29 มิลลิกรัม/100กรัม ส่วนที่มีปริมาณน้อยที่สุดได้แก่ มะเดื่อ พบ 0.15 มิลลิกรัม/100กรัม



ภาพที่ 11 การเปรียบเทียบปริมาณวิตามินอีในตัวอย่างอาหารทั้ง 6 ชนิด

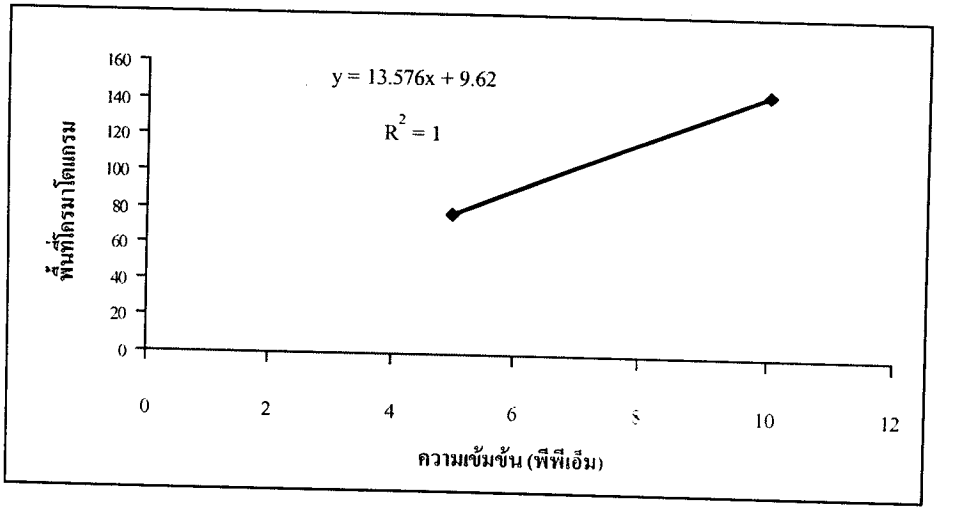
3. การศึกษาปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ

3.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี 1

เตรียมสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 ความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้สารละลายมาตรฐานวิตามินบี 1 เข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ซึ่งทำได้โดยการเจือจางเป็นขั้น ๆ ในช่วง 5 และ 10 พีพีเอ็ม และใช้ไมโครไซริงค์ฉีดครั้งละ 20 ไมโครลิตร ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5 (ภาพที่ 12)

ตารางที่ 5 พื้นที่โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานวิตามินบี1 เข้มข้น 5 และ 10 พีพีเอ็ม

ความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)	เวลา (นาที)	พื้นที่โครมาโตแกรม
5	3.094	77.50
10	3.094	145.38



ภาพที่ 12 กราฟมาตรฐานช่วงที่เป็นเส้นตรงของสารละลายมาตรฐานไทอะมีนเข้มข้น 5 และ 10 พีพีเอ็ม ตามสมการ f(x) = 17.576x + 9.62, slope = 17.576, intercept = 9.62, corr. = 1

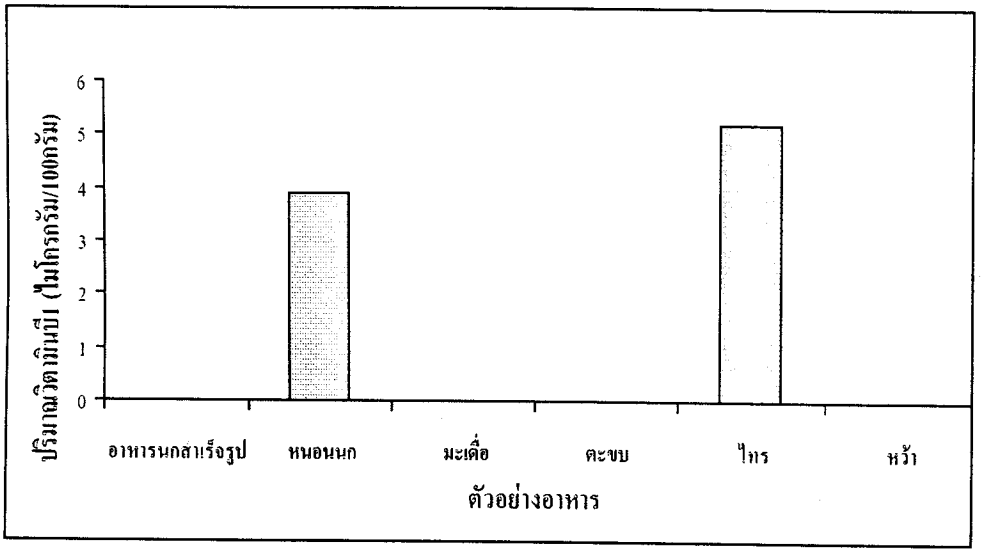
3.2 การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินบี 1

นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ฉีดครั้งละ 20 ไมโครลิตร เวลาของการคงไว้เท่ากับ 3.09 นาที และคำนวณหาพื้นที่โครมาโตแกรมที่ได้นำไปเทียบกับกราฟมาตรฐานหาปริมาณวิตามินบี 1 (ไมโครกรัม/กรัม) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 พื้นที่โครมาโตแกรมและปริมาณวิตามินบี 1 ของตัวอย่างอาหารทั้ง 6 ชนิด

ตัวอย่างอาหาร	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่โครมาโตแกรม	ความเข้มข้นเทียบกับกราฟมาตรฐาน(พีพีเอ็ม)	ปริมาณวิตามินบี1 (ไมโครกรัม/100กรัม)
อาหารนกสำเร็จรูป	5	0	0	0
หนอนนก	5	64.75	3.90	3.90
มะเดื่อ	5	0	0	0
ตะขบ	5	0	0	0
ไทร	5	85.88	5.21	5.20
หว้า	5	0	0	0

จากผลการวิจัยที่ได้พบว่า ไทรมีปริมาณวิตามินบี1 มากที่สุด คือ 5.2 ไมโครกรัม/100กรัม หนอนนกมีปริมาณวิตามินบี1 รองลงมาคือ 3.90 ไมโครกรัม/100กรัม ส่วนในตัวอย่างอาหารชนิดอื่น ๆ ได้แก่ อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป มะเดื่อ ตะขบ และหว้า ไม่พบปริมาณวิตามินบี1



ภาพที่ 13 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด

4. การศึกษาปริมาณวิตามินซีในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ

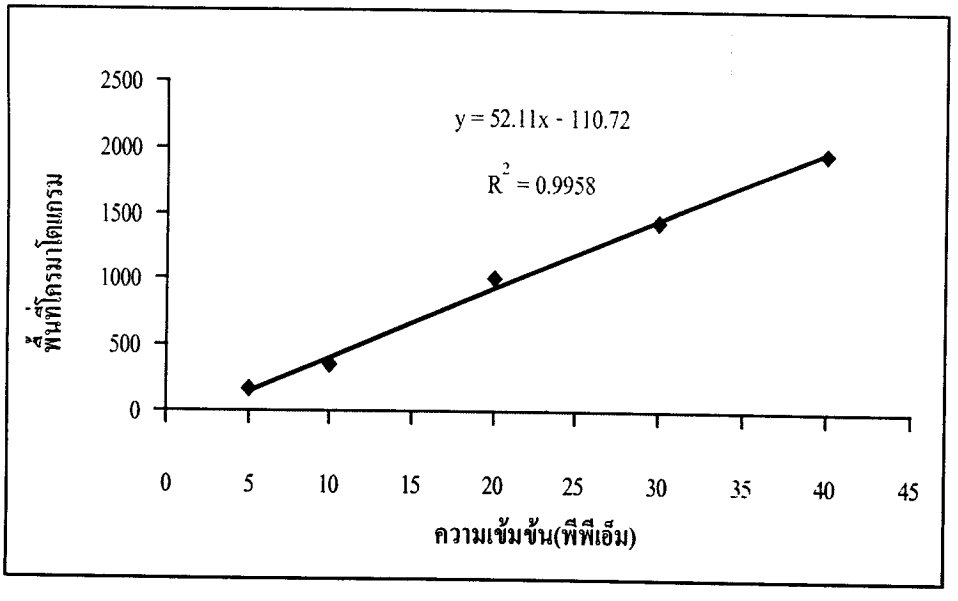
4.1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิค

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคความเข้มข้นต่าง ๆ จากสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม โดยการเจือจางเป็นขั้น ๆ ด้วยกรดเมตาฟอสฟอริก 1 % ในช่วง 5-40 พีพีเอ็ม โดยใช้ไมโครไซริงค์ฉีดครั้งละ 20 ไมโครลิตร ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7 (ภาพที่ 14)

ตารางที่ 7 พื้นที่โครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคเข้มข้น 5 - 40 พีพีเอ็ม

ความเข้มข้น (พีพีเอ็ม)	เวลา (นาที)	พื้นที่โครมาโตแกรม
5	2.458	168.61
10	2.458	348.64
20	2.458	1,000.36
30	2.458	1,434.33
40	2.458	1,966.04

นำค่าพื้นที่โครมาโตแกรมกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิค ไปพลอตกราฟมาตรฐานได้เส้นตรงในการวิเคราะห์ดังภาพที่ 14



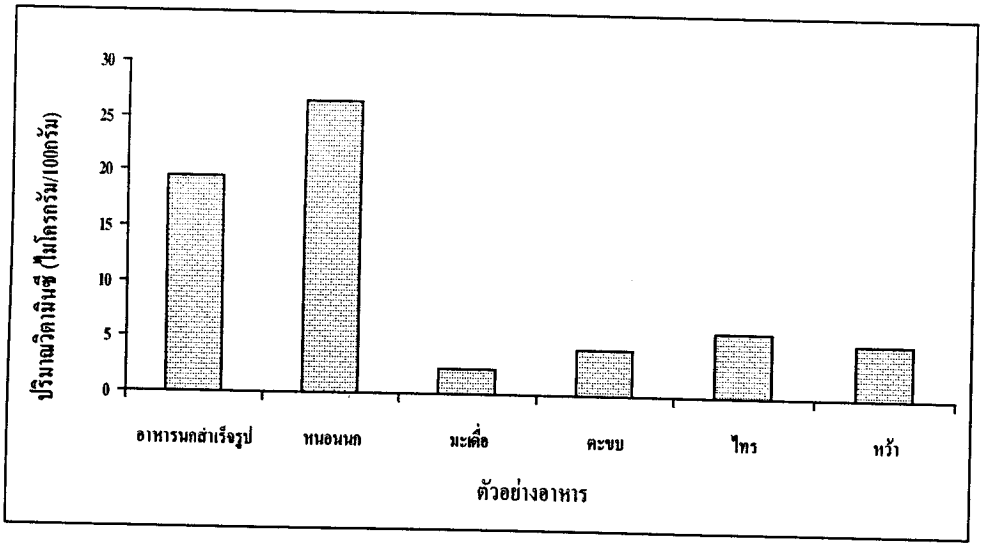
ภาพที่ 14 กราฟมาตรฐานช่วงที่เป็นเส้นตรงของสารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิค เข้มข้น 5-40 พีพีเอ็ม ตามสมการ f(x) = 52.11x + 110.72, slope = 52.11, intercept = 110.72, corr. = 0.9958

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณกรดแอสคอร์บิค

นำสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้มาฉีดครั้งละ 20 ไมโครลิตร เวลาของการคงไว้เท่ากับ 2.458 นาที และคำนวณหาพื้นที่โครมาโตแกรมที่ได้นำไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน หาปริมาณของวิตามินซี (ไมโครกรัมต่อกรัม) ดังตารางที่ 8 (ภาพที่ 15) จากผลการวิจัยที่ได้ พบว่า หนอนนกมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด คือ 26.5 ไมโครกรัม/100กรัม ลำดับรองลงมาคือ อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป (19.5 ไมโครกรัม/100กรัม) ส่วนตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุด ได้แก่ มะเดื่อ พบ 2.2 ไมโครกรัม/100กรัม

ตารางที่ 8 พื้นที่ของโครมาโตแกรมและปริมาณวิตามินซีของตัวอย่างอาหาร 6 ชนิด

ตัวอย่างอาหาร	น้ำหนัก (กรัม)	พื้นที่โครมาโตแกรม	ความเข้มข้นเทียบกับกราฟมาตรฐาน(พีพีเอ็ม)	ปริมาณวิตามินซี (ไมโครกรัม/100กรัม)
อาหารนกสำเร็จรูป	5	962.03	19.51	19.50
หนอนนก	5	1,272.62	26.47	26.50
มะเดื่อ	5	109.08	2.19	2.20
ตะขบ	5	209.30	4.22	4.20
ไทร	5	295.44	5.97	5.90
หว้า	5	243.28	4.91	4.90



ภาพที่ 15 เปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในตัวอย่างอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด

การศึกษาปริมาณแร่ธาตุในตัวอย่างอาหารชนิดต่าง ๆ

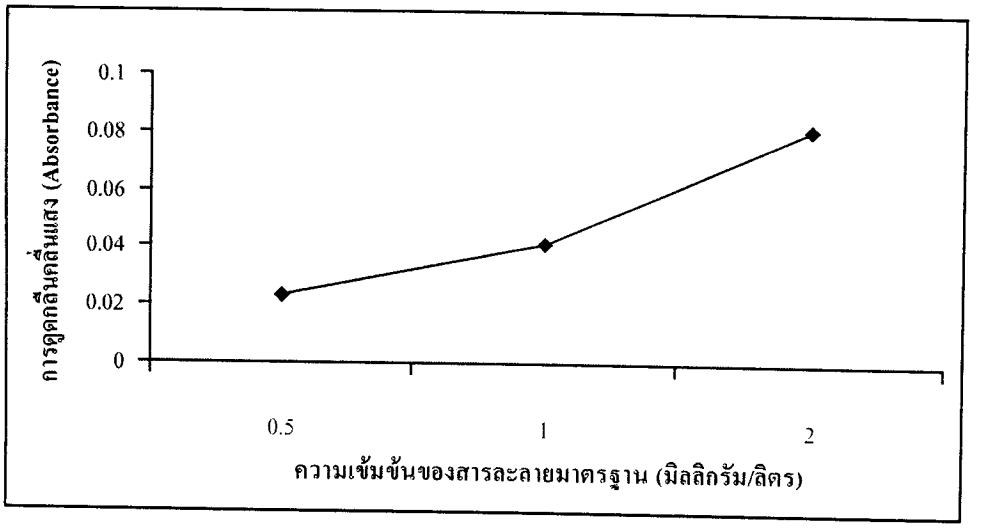
สำหรับการศึกษาปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ในตัวอย่างอาหารของนกขุนทองจะทำการศึกษาปริมาณแคลเซียมและเหล็ก ซึ่งได้ผลการวิจัยดังนี้

1. กราฟมาตรฐานแคลเซียม

โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานแคลเซียมให้มีความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 9 (ภาพที่ 16)

ตารางที่ 9 ผลการศึกษาการสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคลเซียม

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแคลเซียม (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสง (Absorbance)					ค่าเฉลี่ย	S.D
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
0.5	0.023	0.022	0.023	0.023	0.022	0.023	0.00055
1.0	0.042	0.041	0.042	0.041	0.041	0.041	0.00055
2.0	0.081	0.081	0.081	0.082	0.082	0.081	0.00055
R : Correlation Coefficient	0.962	0.960	0.962	0.952	0.957	0.959	
ค่าความชันของกราฟมาตรฐาน (Slope)	0.029	0.030	0.029	0.030	0.030	0.030	0.00055



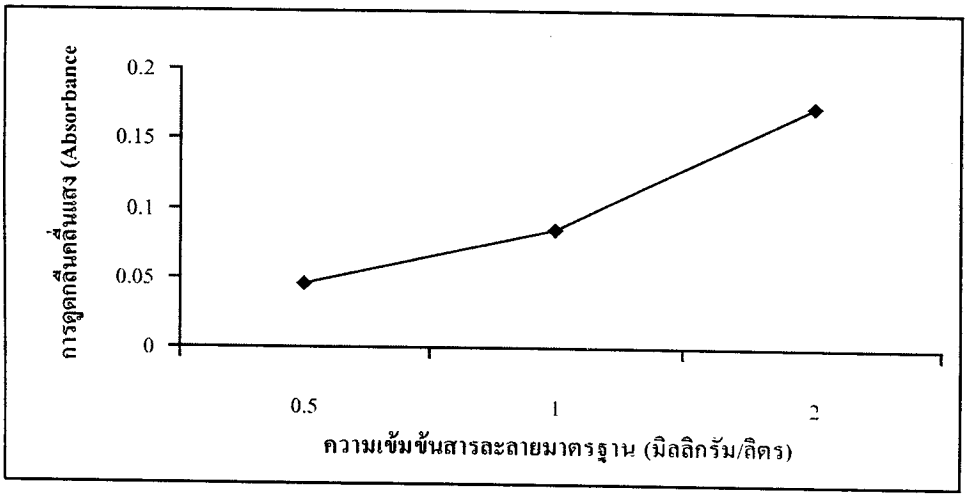
ภาพที่ 16 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคลเซียม

2. กราฟมาตรฐานเหล็ก

การสร้างกราฟมาตรฐานเหล็กโดยเตรียมสารละลายมาตรฐานเหล็กให้มีความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร ดังแสดงในตารางที่ 10 (ภาพที่ 17)

ตารางที่ 10 ผลการศึกษาการสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเหล็ก

ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเหล็ก (มิลลิกรัม/ลิตร)	ค่าการดูดกลืนคลื่นแสง (Absorbance)					ค่าเฉลี่ย	S.D
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5		
0.5	0.045	0.045	0.044	0.045	0.045	0.045	0.00045
1.0	0.084	0.083	0.083	0.084	0.084	0.084	0.00055
2.0	0.172	0.173	0.173	0.172	0.174	0.173	0.00084
R : Correlation Coefficient	0.953	0.948	0.951	0.953	0.951	0.951	
ค่าความชันของกราฟมาตรฐาน (Slope)	0.064	0.064	0.065	0.063	0.065	0.064	0.00084



ภาพที่ 17 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานเหล็ก

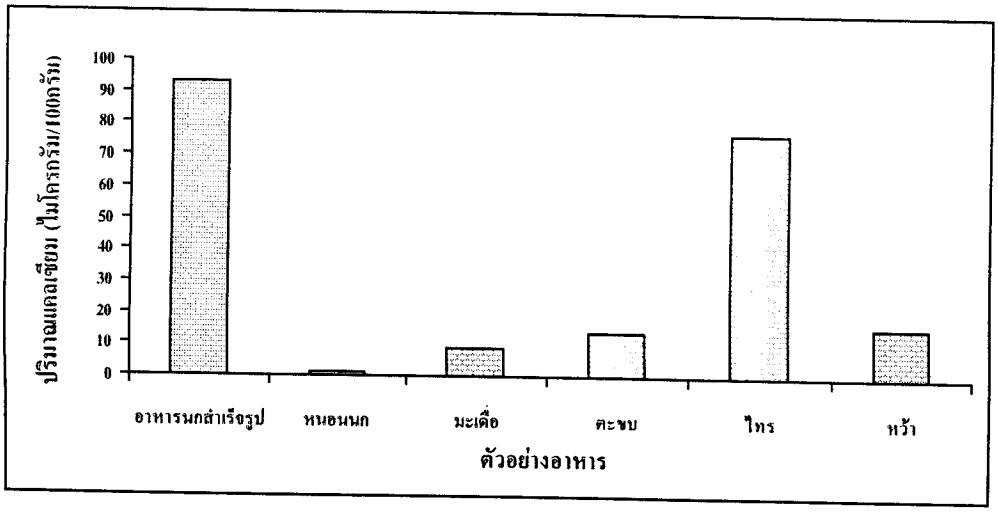
3. การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมและเหล็ก

จากผลการวิจัย (ตารางที่ 11 และภาพที่ 18) เห็นได้ว่า อาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด คือ 93 ไมโครกรัม/100กรัม ไทรมีปริมาณมากเป็นลำดับรองลงมาคือ 77 ไมโครกรัม/100กรัม ส่วนตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุด คือ หนอนนกพบ 1.40 ไมโครกรัม/100กรัม

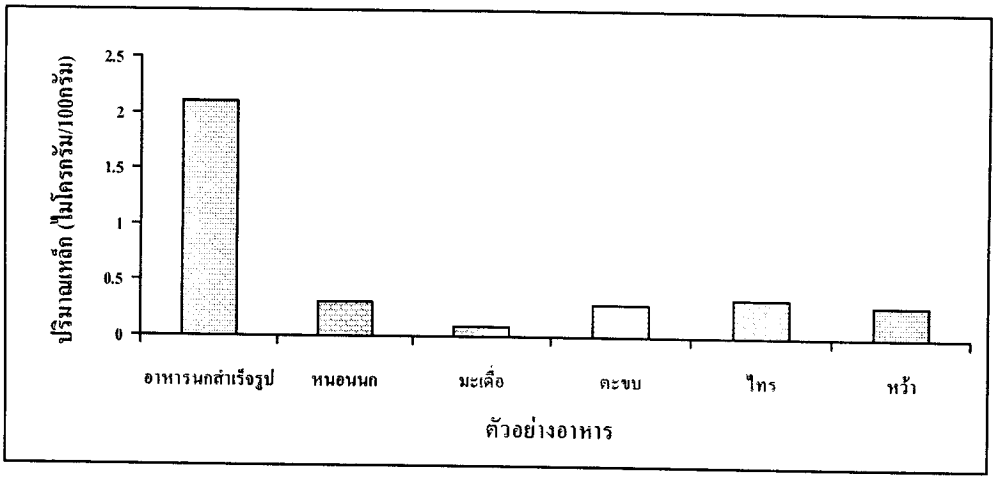
สำหรับการวิจัยหาปริมาณแร่ธาตุเหล็ก พบว่า ในอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณมากที่สุดคือ 2.10 ไมโครกรัม/100กรัม ลำดับรองลงมาคือ ไทรพบ 0.34 ไมโครกรัม/100กรัม ส่วนตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณเหล็กน้อยที่สุด คือ มะเดื่อ พบ 0.09 ไมโครกรัม/100กรัม

ตารางที่ 11 ปริมาณแร่ธาตุในตัวอย่างอาหารของนกขุนทอง

ตัวอย่างอาหาร	ปริมาณแร่ธาตุ(ไมโครกรัม/100กรัม)	
	แคลเซียม (Ca)	เหล็ก (Fe)
อาหารนกสำเร็จรูป	93	2.10
หนอนนก	1.40	0.30
มะเดื่อ	9	0.09
ตะขบ	14	0.29
ไทร	77	0.34
หว้า	16	0.28



ภาพที่ 18 เปรียบเทียบระดับปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างอาหารของนกขุนทอง



ภาพที่ 19 เปรียบเทียบระดับปริมาณแคลเซียมในตัวอย่างอาหารของนกขุนทอง

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณสารอาหารในตัวอย่างอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด (ต่อ 100 กรัม)

ชนิดของอาหาร	โปรตีน (มิลลิกรัม)	เรตินอล (ไมโครกรัม)	เบต้า-แคโรทีน (ไมโครกรัม)	วิตามินเอ (อาร์-อี)	วิตามินอี (มิลลิกรัม)	วิตามินบี1 (ไมโครกรัม)	วิตามินซี (ไมโครกรัม)	แคลเซียม (ไมโครกรัม)	เหล็ก (ไมโครกรัม)
อาหารนกสำเร็จรูป	200.48	240	43	247	7.54	0	19.50	93	2.10
หนอนนก	181.66	0	0	0	0.38	3.90	26.50	16	0.28
มะเดื่อ	13.57	-	31	5	0.15	0	2.20	9	0.09
ตะขบ	14.58	-	0	0	1.64	0	4.20	24	0.30
ไทร	13.20	-	90	15	0.57	5.20	5.90	77	0.34
หว้า	13.78	-	63	10	3.29	0	4.90	14	0.29

บทที่ 5
สรุป อภิปรายและเสนอแนะ

จากการศึกษาการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารอาหารในตัวอย่างอาหารของนกขุนทอง 6 ชนิด ได้แก่ อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป หนอนนก มะเดื่อ ตะขบ ไทร และหว้าในครั้งนี้ สรุปได้ว่าเมื่อวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของกรดอะมิโน พบว่า สามารถวิเคราะห์หาชนิดของกรดอะมิโนได้ 17 ชนิด ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย กรดอะมิโนที่พบมีทั้งที่ร่างกายสามารถสร้างได้เองและร่างกายไม่สามารถสร้างได้ต้องได้รับจากสารอาหารเพียงอย่างเดียว ส่วนปริมาณของกรดอะมิโนโดยรวม พบว่า ในอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณมากที่สุด คือ 200.48 มิลลิกรัม/100กรัม ในหนอนนกพบ 181.66 มิลลิกรัม/100กรัม และในผลไม้ธรรมชาติคือ มะเดื่อ ตะขบ ไทร และหว้ามีปริมาณใกล้เคียงกัน คือ 13.2-14.58 มิลลิกรัม/100กรัม นอกจากนี้ยังพบว่า กรดอะมิโนชนิด Glutamic acid มีปริมาณมากที่สุดในอาหารทั้ง 6 ชนิด ส่วนชนิดของ กรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อยที่สุดในตัวอย่างอาหาร 5 ชนิด ได้แก่ Cystein ยกเว้นในตะขบมีกรด อะมิโนชนิด Serine ปริมาณน้อยที่สุด (ภาพที่ 7)

จากการศึกษาวิเคราะห์หาชนิด และปริมาณของวิตามินต่าง ๆ ในตัวอย่างอาหารทั้ง 6 ชนิด สรุปได้ว่าในอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปพบวิตามินเอในกลุ่มของ Preformed vitamin A เพียงชนิดเดียว และมีปริมาณสูง (240 ไมโครกรัม/100กรัม) ทั้งนี้เพราะ Preformed vitamin A ได้แก่พวก retinol ซึ่งสามารถพบได้ในผลิตภัณฑ์รวมถึง พวกเครื่องในต่าง ๆ

เมื่อพิจารณาดู Vitamin A activity พบว่า ในไทรมีค่าสูงที่สุด คือ 150 IU/100g รองลงมาคือ หว้า มีค่า 105 IU/100g ส่วนในตะขบและหนอนนก ไม่พบว่ามีปริมาณของ Carotenoid เลย ซึ่งการที่พบ Carotenoid ในปริมาณที่แตกต่างกันน่าจะขึ้นอยู่กับสภาวะการสุกของผลไม้ที่ทำการวิเคราะห์นั้น ๆ โดยพบว่าผลไม้ที่สุกจัด ๆ จะมีปริมาณของ Carotenoid สูงกว่าผลไม้ที่สุกไม่มาก ส่วนในตะขบที่ไม่พบ β-carotene เนื่องจาก

เป็นผลไม้ที่มีสีแดงจึงมี Carotenoid ชนิดอื่นได้แก่ Lycopene ซึ่งเป็นพวกที่เปลี่ยนเป็นวิตามินเอไม่ได้ ส่วนในหนอนนกไม่พบ β-carotene เพราะว่าเป็นตัวอย่างสัตว์ ซึ่งโดยปกติจะไม่พบ Carotenoid ชนิดต่าง ๆ

ส่วนการวิเคราะห์วิตามินอีในครั้งนี้พบเฉพาะส่วนที่เสถียร (α-tocopherols) เท่านั้น โดยพบว่า อาหารนกขุนทองสำเร็จรูปมีปริมาณของ α-tocopherols มากที่สุดคือ 7.54 มิลลิกรัม/100กรัม ส่วนตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณของ α-tocopherols น้อยที่สุดคือ มะเดื่อพบเพียง 0.15 มิลลิกรัม/100กรัม แต่เนื่องจากการสกัดวิตามินอีในการวิเคราะห์นี้พบเฉพาะส่วนที่เสถียร (α-tocopherols) จึงอาจทำให้ปริมาณวิตามินอีที่วิเคราะห์ได้คลาดเคลื่อน ทั้งนี้เพราะจะมีในส่วนที่ไม่เสถียร (α-tocotrienols) อีกซึ่งไม่สามารถวิเคราะห์หาได้

ส่วนของวิตามินบี1 ได้ใช้เทคนิคลิควิดโครมาโตรกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC) ในการวิเคราะห์ และเมื่อได้ทำการวิเคราะห์หาภาวะที่เหมาะสมได้แล้ว จึงสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานไทอะมีน ในช่วง 5 และ 10 พีพีเอ็ม ผลดังตารางที่ 5 กราฟที่ได้เป็นเส้นตรงตามสมการ f(x) = 17.576x + 9.62, slope = 17.576, intercept = 9.62, corr = 1 ดังกราฟภาพที่ 12 ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินบี1 ในตัวอย่างอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด (ตารางที่ 6) สรุปได้ว่าปริมาณวิตามินบี1 จะพบเฉพาะ ในไทรและหนอนนกในปริมาณ 5.2 และ 3.9 ไมโครกรัม/100กรัมตามลำดับเท่านั้น ส่วนตัวอย่างอาหารอีก 4 ชนิดได้แก่ อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป มะเดื่อ ตะขบ และหว้า ไม่พบว่ามีปริมาณวิตามินบี1 อยู่เลย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวิตามินบี1 เป็นวิตามินที่ละลาย น้ำ มีความไวต่อแสงและ ความร้อน ซึ่งอาจสลายตัวไปในระหว่างขั้นตอนของการสกัดและการวิเคราะห์จึงทำให้ไม่สามารถตรวจพบวิตามินชนิดนี้ได้

การวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในที่นี้ใช้เทคนิคลิควิดโครมาโตกราฟีสมรรถนะสูง (HPLC) โดยใช้สารละลายมาตรฐานกรดแอสคอร์บิคเข้มข้น ความยาวคลื่นในการตรวจวัดการดูดกลืนแสง 254 นาโนเมตร โดยเวลาของการคงไว้ของวิตามินซีเท่ากับ 2.458 นาที สร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานวิตามินซีในช่วง 5-40 พีพีเอ็ม ได้ผลดังตารางที่ 7 ได้กราฟเป็นเส้นตรงตามสมการ f(x) = 52.11x + 110.72, slope = 52.11, intercept = 110.72, corr = 0.9958 แสดงดังภาพที่ 14 และเมื่อทำการวิเคราะห์ ปริมาณ

วิตามินซีในตัวอย่างอาหารนกขุนทองทั้ง 6 ชนิด (ตารางที่ 8) สรุปได้ว่า หนอนนกมีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด(26.50 ไมโครกรัม/100กรัม) และตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุดคือ มะเดื่อ (2.2 ไมโครกรัม/100กรัม) ในที่นี้ผลการวิเคราะห์ที่ได้อาจคลาดเคลื่อนเนื่องจาก วิตามินซีเป็นวิตามินที่ละลายน้ำ และสลายตัว ได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อนและไวต่อแสง ดังนั้นในการสกัดควรทำด้วยความระมัดระวัง และทำการวิเคราะห์ทันทีเมื่อสกัดเสร็จ

จากการศึกษาวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแร่ธาตุต่าง ๆ ซึ่งในที่นี้ได้ศึกษาแคลเซียมและเหล็กในตัวอย่างอาหารของนกขุนทอง 6 ชนิด และทำการศึกษากราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคลเซียมและเหล็ก โดยได้ศึกษากราฟของสารละลายมาตรฐานแคลเซียมและเหล็กในช่วงความเข้มข้น 0.5-2.0 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า r: correlation coefficient มีค่าเท่ากับ 0.959 และ 0.951 ตามลำดับ สำหรับค่าความชัน (slope) ของกราฟมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.030 และ 0.064 ตามลำดับ (ตารางที่ 9 และ 10) และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม พบว่าแคลเซียมจะมีปริมาณมากที่สุดในอาหารนกขุนทองสำเร็จรูป 93 ไมโครกรัม/100กรัม และตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุดคือ หนอนนกพบ 1.40 ไมโครกรัม/100กรัม ส่วนปริมาณของเหล็ก พบมากที่สุดในตัวอย่างอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปคือ 2.1 ไมโครกรัม/100กรัม และตัวอย่างอาหารที่มีปริมาณเหล็กน้อยที่สุดคือ มะเดื่อ พบ 0.09 ไมโครกรัม/100กรัม

จากการเปรียบเทียบกับตารางแสดงคุณค่าอาหารของกรมอนามัย พบว่าในผลไม้ชนิดต่าง ๆ ที่มนุษย์นำมาใช้เป็นอาหารให้แก่นกขุนทองนั้นมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน เช่น ในกล้วยน้ำว้า 100 กรัมพบกรดอะมิโนอยู่ 1.5 กรัม วิตามินเอ 0.03 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.04 มิลลิกรัม แคลเซียม 10 มิลลิกรัม และเหล็ก 0.4 มิลลิกรัม ในมะละกอ 100 กรัม พบกรดอะมิโน 0.4 กรัม วิตามินเอ 0.24 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.03 มิลลิกรัม แคลเซียม 28 มิลลิกรัม และเหล็ก 0.5 มิลลิกรัม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบอาหารในธรรมชาติ เช่น มะเดื่อ ตะขบ ไทร หว้า และหนอนนก พบว่าถึงแม้อาหารในธรรมชาติจะมี ปริมาณของสารประกอบต่าง ๆ ทั้งกรดอะมิโน วิตามิน และแร่ธาตุน้อยกว่า ส่วนใน อาหารนกขุนทองสำเร็จรูป แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าสารประกอบที่ใช้ผสมในอาหารนก ขุนทองสำเร็จรูปเหล่านั้นจะอยู่ในรูปที่นกสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และมีส่วน ช่วยใน

การขยายพันธุ์ได้ เพราะจากการสังเกตนกขุนทองที่เลี้ยงในกรงเลี้ยงและให้อาหาร นกขุนทองสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว พบว่ามีอัตราการขยายพันธุ์น้อยและอัตราการรอดของ ลูกนกขุนทองที่เกิดใหม่น้อยกว่าในธรรมชาติ และน้อยกว่าในกรงเลี้ยงที่ให้ทั้งอาหารนกขุนทองสำเร็จรูปและผลไม้หรืออาหารตามธรรมชาติ

จากการศึกษาในครั้งนี้ถึงแม้ว่าจะทราบปริมาณของสารอาหารต่าง ๆ อย่างชัดเจน แต่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยใช้จำนวนตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น และควรทำการวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารที่เก็บจากธรรมชาติจากหลาย ๆ พื้นที่ทั่วประเทศไทย เพื่อให้ได้ค่าของปริมาณสารอาหารในภาพรวมมากกว่านี้ แต่เนื่องจากความจำกัดของงบประมาณทำให้การศึกษาครั้งนี้ทราบเพียงข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับชนิดและปริมาณของสารอาหารประเภทกรดอะมิโน วิตามินต่าง ๆ และแร่ธาตุ ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพอาหารที่ใช้เลี้ยงนกขุนทองในกรงเลี้ยงได้พอสมควร

ดังนั้นการจะส่งเสริมและช่วยการขยายพันธุ์นกขุนทองในกรงเลี้ยงให้มีคุณภาพดีนั้นควรให้อาหารนกสำเร็จรูปควบคู่ไปกับผลไม้หรืออาหารที่พบในธรรมชาติ เพราะจะทำให้ นกขุนทองได้รับสารอาหารในรูปและปริมาณที่ร่างกายของนกต้องการ รวมทั้งยังสามารถใช้ประโยชน์จากโภชนาการได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตนกขุนทองออกสู่ป่าธรรมชาติ รวมถึงการทำให้นกขุนทองเป็นสัตว์เศรษฐกิจในอนาคต ต่อไป

บรรณานุกรม

กมล ปล้องใหม่, มณี อัชวรานนท์, และชุมพล เพียรเจริญ. 2538. การสืบพันธุ์ของ นกขุนทองเหนือ. ใน **การสัมมนา "สัตว์ป่าเมืองไทย" ครั้งที่ 13, 24-25 ธันวาคม 2535,** หน้า 63-69. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

_____. 2539. การศึกษานกขุนทองที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน. ใน **การสัมมนา "สัตว์ป่าเมืองไทย" ครั้งที่ 13. 24-25 ธันวาคม 2535,** หน้า 70-75. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

กมลา ตันธีระธรรม, เยาวลักษณ์ วรรณนะพิศิษฎ์ และจุไรรัตน์ รักวาทิน. 2531. การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในยาแผนโบราณโดยวิธีอะตอมมิคแอบ- ซอบชั่นสเปคโตรไฟโตเมตรี. **ว.กรมวิทย.พ.** 30, 1: 9-13.

เต็ม สมิตินันท์. 2523. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์กรมป่าไม้.

ปราณี นันทศรี และสมพงษ์ สุกแสงเปล่ง. 2539. คุณค่าอาหารของทุเรียนไทย. ใน **การประชุมวิชาการเทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ครั้งที่ 4, 12-13 พฤศจิกายน 2539,** หน้า 23-27. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มณี อัชวรานนท์. 2538. นกขุนทองในประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์** 39, 2: 290-299.

_____. 2539. **การเลี้ยงและขยายพันธุ์นกขุนทองไทย.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

_____. 2541. โครงการวิจัยนกขุนทองไทย. ใน **27 ปี มหาวิทยาลัยรามคำแหง,** หน้า 22-24. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสบ. 2534. **หลักและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

รังสฤษฎ์ กาญจนะวณิชย์. 2539. ไทรไพรพิสดาร. **สารคดี.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สารคดี.

วารุณี เกียรติดุริยกุล. 2540. **โปรตีนที่พบใน Body Fluid.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ศุภวนิช.

สมทรง เลขะกุล. 2543. **ชีวเคมีของวิตามิน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ศุภวนิช. 273 หน้า

สมบูรณ์ ผู้พัฒน์. 2532. **คุณค่าทางอาหารของผลไม้เมืองร้อน.** กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช. 297 หน้า.

อมลา วงศ์พุทธพิทักษ์. 2537. การปนเปื้อนของอาหารไทย. **ว. กรมวิทย.พ.** 34,2: 165-170.

Aitzetmuller, S. J., Pilz, N. T., and Tasche, R. W. 1979. **Growth in Animals.** London: Butterworth.

Alwarthan, Abdulrahman A. 1993. **Analyst.** New York: McGraw-Hill.

AOAC. 1984. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists** [Section: 22.013,29.006, 14.126, 16.064, 31.034, 31.036]. 14th ed. Washington: AOAC.

Archawaranon, M. 1994. Reproductive strategies of hill mynah in Thailand. In **XXI International Ornithological Congress. 20-25 August, 1994.** Vienna: Austria.

Barnett, C., Boorman, K. N., Dlkin, R. G., and Griffith, J. E. 1980. Mineral requirement of poultry. **World Poultry Sci. J** 41,7: 52-78.

Bunneli, C. Z. 1967. **Biochemistry of the Avian.** New York: Van Nostrand Reinhold.

B. Y. OW. 1993. Analysis of protein in milk. **J. of Feeding** 150,3: 116-121.

De Luca, H. F. J. 1969. **Agricultural food chemistry.** New York: Nelis.

Dlkin, R. G., and Griffith, J. E. 1985. Amino acid analysis of feedstuff hydrolysates by cation exchange high performance liquid chromatography. **J. Assos. Off. Anal. Chem** 69: 1028-1032.

Dupont, A. R. 1972. **Liquid chromatography methods bulletin, dupont.** Wilmington: Hamming.

Elmer, P. 1997. **The guide to technique and application of atomic absorption spectroscopy**. New York: Perkin-Elmer Corporation.

Griffith, H. W. 1986. **Complete guide to vitamins, minerals, nutrients & supplements**. Tucsen, Arizone, USA: Fisher.

Gunter, W. 1972. **Handbook of Chromatography**. Vol. II. New York: Syracuse University Research Corporation.

Hoo, J. Z., H. J. Neils, P. Lavens, P. Sargeloos, and A.P.J. de leenheer. 1997. Atomic absorption spectrophotometry. **J. Chromatography**, A 782: 63-68

Kadicek, E., and D. E. M. Lowson. 1967. **In the Vitamins.** Vol. VI. 2d ed., eds. P. Gyorgy and W. N. Pearson. New York: Academic press.

Kutsky, R. J. 1973. **Handbook of vitamins and hormones**. New York: Van Nostrand Reinhold.

Lambel, K., and S. J. Hill. 1995. Determination of trace metals in tea using both microwave digestion at atma spheric pressure and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. **Analyst** 120, 20: 413-501.

Landen, G. A. 1979. **Handbook of Biology**. London: Academic.

Larbier, M., B. Lecierco. 1992. **Nutrition and feeding of poultry**. Nottingham: Nottingham University Press.

Lau, Oi-Wan. 1985. Determination of iron in fruits using cold vapour atomic absorption spectrometry. **J. Chromatography** 54,17: 282-289.

Lekagul, B. and E. W. Cronin. 1974. **Bird guide of Thailand**. 2d ed. Bangkok: Kurusapa.

Martin, R. M. 1983.. Keeping and breeding birds. In **The Dictionary of Agriculture.** London: B.T. Batsford.

Mierzwa, Jerzy; Adeloju S. B., and Harkirat S. Dhindsa. 1997. Determination of calcium in tobacco using hydried generation atomic absorption spectrometry. **Analyst** 125,32: 225-237.

Nandharsri, P., and Suksangpleng, S. 1986. Application of high performance liquid chromatography to determination of seven water-soluble vitamins in white sause. **J. Sci. Sco. Thailand** 86,12: 111-118.

Parrish, B. P. 1977. Determination of fat-insoluble wall in feeds. **J. Assoc. Anal. Chem** 72, 3: 52-61.

Pomazal, Katerina A., De Luca, and Paul B. Rasor. 1999. Detection of iron and zinc in vegetable and seawater using HPLC-ICP-AES technique. **J. Chromatography** 152,11: 255-260.

Sheppard, B. S., Heitkemper, D. T., and Cynthia M. Gastin. 1994. Determination of trace metals in seafood using microwave digestion at ICP-MS. **Analyst** 119,5: 130-142.

Suzanne, A. M. 1994. Digestion and distrillization by Kjeldahl method. **Analyst** 120,6: 71-78.

Thomson, J. M., and Hatina, B. S. 1979. Determination of vitamin E in foods. **J. Assoc. Anal. Chem** 41, 8: 58-120.

Thomson, J. M., William, R. C., Lekagul, B., and E. W. Cronin. 1980. Metabolism of fats in chicks. **Anim. Feed Sci** 7, 2: 150-161.

Tomy, Kurissery A., Martin, R. M., Vendrell, J., and Aviles, F. X. 1999. Determination of iron and zinc in seawater using flow injection system at atomic absorption spectrometry. **J. Chromatography** 172,8: 195-203.

Van Niekerk, P. J. 1984. **Determination of vitamins.** National Food Research Institute, Council for Scientific and Industrial Research. Pretoria, South Africa: Belknap.

Vendrell, J., and Aviles, F.X. 1986. Titrimetric method for vitamin C determination. **Journal of Chromatography** 358, 401-413.

Welte, E., E. Przemak, and M. C. Nuh. 1971. **Pflazenernahr bodenk.** German. CA ref 75: 72284S.

Wiggins, M. A. 1979. Determination of fat–insoluble in fruits. **Analyst** 121,6: 193-197.

William, R. C., J. A. Schmit, and R.A. Henry. 1972. **Journal of Chromatographic Science** 494-501.

Yaman, Mehmet, and Gucer Seref. 1995. Determination of trace metals in vegetables using activated-cabon enrichment technique. **Analyst** 120,20: 350-359.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-ชื่อสกุล	: นางสาววัลภา จุฬารัตน
วัน เดือน ปีเกิด	: 9 เมษายน พ.ศ. 2512
สถานที่เกิด	: กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	: สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนสายปัญญา ปีการศึกษา 2529 สำเร็จปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2534
ตำแหน่ง-+หน้าที่	: นักวิทยาศาสตร์ ระดับ 5 ฝ่ายวิเคราะห์ตัวอย่าง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวง วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
สถานที่ทำงาน	: 92 ซอยพหลโยธิน 7 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท จังหวัดกรุงเทพมหานคร