วารสารเกษตร

ปีที่ 7 เล่มที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2534

บทบรรณาธิการ

การศึกษานิเวศวิทยาของหนอนเจาะต้นกาแฟ *XYLOTRECHUS QUADRIPES* CHEVROLAT (COLEOPTERA : CERAMBYCIDAE) ในภาคเหนือของประเทศไทย
I. รูปร่างลักษณะและชีววิทยาของแมลง 228
จริยา วิสิทธิ์พานิช

โรคเหี่ยวของแกแฟอราบิก้า (*COFFEA ARABICA* LINN.) และการทดสอบสารเคมีในการควบคุมโรค 242
ชาตรี สิทธิกุล, วิชชา สอาดสุด, นิธิ ไทยสันทัด และ พัชรพรรณ ชุมศรี

แร่ธาตุกับสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศไทย 251
บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และ กษิดิส อื้อเชี่ยวชาญกิจ

การศึกษาเปรียบเทียบการเลี้ยงขุนโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอนในคอกด้วยอาหารข้น 2 ระดับ 267
โชค มิเกล็ด, นิรันดร โพธิกานนท์ และ ถวิล การภิญโญ

การใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงในอาหารไก่ไข่ 275
สุชน ตั้งทวีวิพัฒน์ และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล

พัฒนาการวิเคราะห์โปรตีนในอาหาร 289
ไพโรจน์ วิริยจารี

อิทธิพลของโลหะในการยับยั้งการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์โดยการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนอินทรีย์โลหะ 298
พัชรี แสนจันทร์, ดวงสมร เตจา และ ฮิเดโนริ วาตะ

การเปรียบเทียบวิธีการวัดแอมโมเนียมในสารละลายที่สกัดได้จากดินโดยวิธีต่างๆ 314
อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง

ผลของสารเคมีต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของดอกอัลสโตรมีเรีย 323
ดนัย บุณยเกียรติ และ ยงยุทธ ข้ามสี่

การหลุดร่วงของดอกและฝักกับการพัฒนาองค์ประกอบผลผลิตในถั่วเหลือง 330
วันชัย จันทร์ประเสริฐ

ISSN 0857-0841

วารสารเกษตร
Journal of Agriculture

ISSN : 0857-0841

เจ้าของ
คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002
โทร. (053)221828 หรือ (053)221699
ต่อ 4009, 4013
แฟกซ์ (053)210000

Publisher
Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Chiang Mai 50002, THAILAND
Tel. (053)221828 or (053) 221699
ext. 4009, 4013
Fax (053)210000

วัตถุประสงค์
1. เผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ และชีววิทยา
2. เผยแพร่เกียรติคุณของนักวิจัย
3. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักวิจัย

บรรณาธิการ เพทาย พงษ์เพียจันทร์

รองบรรณาธิการ เทอดชัย เวียรศิลป์

กองบรรณาธิการ เฉลิมพล แซมเพชร, นิรันดร โพธิกานนท์, ประสาทพร สมิตะมาน, ดุษฎี ณ ลำปาง, ปรัชวาล สุกุมลนันท์, สุพจน์ โตตระกูล, ธวัชชัย ไชยตระกูลทรัพย์, พิชิต ชานี, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, ปัจฉิมา สมิตะมาน, พันทิพา พงษ์เพียจันทร์, อรุณี อภิชาติสรางกูร, อารี วิบูลย์พงศ์, นิชิยา รัตนาปนนท์, ศุภศักดิ์ ลิมปิติ, ภมรทิพย์ อักษรทอง, ชุมพร ศิวะศิลป์, จิตติ ปิ่นทอง, นันทิยา วรรธนะภูติ, วิโชติ พัฒโร, นิตยา สุวรรณรัตน์, สุวัฒน์ รัตนรณชาติ, ฉันทนา สุวรรณชาดา

ที่ปรึกษา สง่า สรรพศรี, เชื้อ ว่องส่งสาร, ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ, อนันต์ โกเมศ, นคร ณ ลำปาง, ทิม พรรณศิริ, จินดา จันทร์อ่อน, มณี เชื้อวิโรจน์

กำหนดออก เดือนมกราคม พฤษภาคม และกันยายน ปีละ 3 เล่ม

แจ้งรับวารสาร ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณสากัณย์ สุวรรณกาฬ
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002

พิมพ์ที่ หน่วยพิมพ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50002 โทร. (053) 221699 ต่อ 4016

บทบรรณาธิการ

มีรายงานที่น่าสนใจมากจากสถาบันวิจัยข้าว International Rice Research Institute (IRRI) ประเทศฟิลิปปินส์ โดย ดร. F.J. Zapata หัวหน้าแผนกเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue cultured facility) (หนังสือพิมพ์ THE NATION, 1992) ได้แถลงว่า สามารถปลูกข้าวจากเซลล์รูปโปรโต-พลาสท์ (Protoplasts หรือ Naked rice cells) จนกระทั่งเป็นต้นข้าว โดยสามารถทำได้กับข้าวสายพันธุ์ Indica ชื่อ IR 58, IR 43 และ Wag-wag (พันธุ์ของประเทศฟิลิปปินส์) จากเทคนิคนี้จะเป็นพื้นฐานสำหรับนำยีน (Gene) แปลกปลอมที่เป็นประโยชน์ฝากไว้ในเซลล์โปรโตพลาสท์ของข้าว โครงการต่อไปของนักวิจัยที่สถาบัน IRRI จะทำคือย้ายยีนที่ช่วยให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างจุลินทรีย์ที่สามารถตรึงไนโตรเจนกับต้นข้าว อันจะเป็นผลให้ต้นข้าวสามารถตรึงไนโตรเจน จะมีผลปฏิวัติการเพิ่มผลผลิตของข้าวในอนาคตเป็นอย่างมาก. ในฐานะที่ประเทศไทยเป็นประเทศที่ผลิตข้าวมาเป็นเวลานาน และการปลูกข้าวผูกพันกับวิถีชีวิตของเกษตรกรมานานนับพันปี ความก้าวหน้าทางวิชาการด้านนี้จึงน่าติดตามยิ่ง งานวิจัยแบบนี้ควรทำหรือไม่? โดยใคร? และอย่างไร? คงปฏิเสธไม่ได้ว่าในหมู่นักวิจัยเองคงมีความคิดทั้งด้านบวกและด้านลบต่องานวิจัยประเภทนี้ ข้อโต้แย้งอาจเป็นทำนองว่าเป็นงานต่อยอดฝรั่ง ยังห่างไกลจากการปฏิบัติจริง หรือเป็นเทคโนโลยีที่ไม่เหมาะสมกับการเกษตรบ้านเรา อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีแบบนี้เป็นประตูเปิดสู่ความเป็นไปได้ที่จะแทรกแซงการทำงานของเซลล์พืชในอนาคต น่าจะคุ้มกับการฝึกกำลังคนสำหรับงานประยุกต์ที่จำเป็นต้องทำในอนาคต. ใครควรทำงานด้านนี้? ถ้ามองกลุ่มนักวิจัยในบ้านเราหลายท่านอาจจะชี้ไปที่กลุ่มไบโอเทคโนโลยี (Biotechnology) มักจะเป็นผู้ผูกขาดงานทางด้านนี้. ซึ่งไม่น่าจะเป็นเช่นนั้น จากคณาจารย์ที่มีอยู่ในคณะเกษตรศาสตร์ ถ้าอาจารย์ในสาขา พืชไร่, พืชสวน, และโรคพืชจะทำงานทดลองด้านนี้ก็ไม่ใช่เรื่องแปลกแต่อย่างใด ทั้งนี้เนื่องจาก งานด้านโปรโตพลาสท์ ต้องการพื้นฐานด้าน พันธุศาสตร์, ชีวเคมี และจุลชีววิทยา ที่ทุกคนมีพื้นฐานอยู่แล้ว เพียงแต่ต้องการการฝึกฝนแบบลุ่มลึกเพิ่มเติมเท่านั้น การทำงานควรมีการร่วมมือระหว่างสาขาวิชาให้มากขึ้น โดยเฉพาะในหน่วยงานที่มีการจัดสาขาวิชาแบบหนึศูนย์กลางอยู่ตลอดเวลา การถ่ายทอดประสบการณ์ระหว่างนักวิจัยจะเกิดขึ้นได้น้อย และกลไกที่จำเป็นสำหรับการร่วมงานระหว่างสาขาวิชาที่ขาดไม่ได้คือ การสัมมนาในหน่วยงานอย่างต่อเนื่องและเป็นระบบถ้าไม่มีสิ่งนี้แล้ว จะเป็นการต่างคนต่างทำยากที่จะร่วมงานกันได้.

สุดท้ายนี้ใคร่ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. มานัส แสนมณีชัย ที่ได้กรุณาตรวจแก้ไขงานบางเรื่องที่ตีพิมพ์ในวารสารเกษตรฉบับนี้ อีกประการหนึ่งได้มีการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าสมัครเป็นสมาชิกตามแบบฟอร์มที่แนบมากับเล่มนี้ และใคร่ขอความอนุเคราะห์บุคคล หรือหน่วยงานที่ได้รับวารสาร โปรดส่งค่าสมาชิกด้วยจักเป็นพระคุณยิ่ง.

บรรณาธิการ

THE NATION. (19992). Rice research base renews French link. Tuesday April 21, 1992. Technology B9.

ใบสมัครเป็นสมาชิกวารสารเกษตร

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ข้าพเจ้า .....

ที่อยู่ ..... อำเภอ ..... จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์ .....

โทรศัพท์ ..... อาชีพ/ตำแหน่ง .....

สถานที่ทำงาน .....

มีความต้องการสมัครเป็นสมาชิก "วารสารเกษตร" ตั้งแต่ ฉบับที่ .... ปีที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ..... เป็นต้นไป

เป็นจำนวน ..... ฉบับ หรือ ..... ปี

พร้อมนี้ได้ส่งเงินค่าสมาชิกจำนวน ..... บาท (.....) มาโดยทาง

☐ ธนาณัติ

☐ เช็คไปรษณีย์

สั่งจ่าย ณ ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002

ลงชื่อ ..... ผู้สมัคร

(.....)

กรุณา ส่งแบบฟอร์มไปที่

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

หรือ คุณสากันย์ สุวรรณการ

งานวิจัยและพัฒนา

คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002

อัตราค่าสมัครปีละ 120.- บาท ท่านจะได้รับ วารสารเกษตร ราย 4 เดือน รวม 3 ฉบับ ค่าส่งทางไปรษณีย์ฟรี และท่านสามารถสมัครครั้งละกี่ปีก็ได้ เช่น 2 ปี 240 บาท 3 ปี 360 บาท เป็นต้น

วารสารเกษตร 7(3): 228-241 (2534)

Journal of Agriculture 7(3): 228-241 (1991)

การศึกษานิเวศวิทยาของหนอนเจาะต้นกาแฟ *XYLOTRECHUS QUADRIPES* CHEVROLAT (COLEOPTERA : CERAMBYCIDAE) ในภาคเหนือของประเทศไทย I. รูปร่างลักษณะและชีววิทยาของแมลง

จริยา วิสิทธิ์พานิช [1]

ECOLOGICAL STUDY ON THE COFFEE STEM BORER *XYLOTRECHUS QUADRIPES* CHEVROLAT (COLEOPTERA : CERAMBYCIDAE) IN NORTHERN THAILAND I. DESCRIPTION OF STAGE AND BIOLOGY

Jariya Visitpanich [1]

ABSTRACT : The ecology of coffee stem borer, *Xylotrechus quadripes* Chevrolat (Coleoptera : Cerambycidae) was studied in the laboratory (29-31°C) and under the field conditions in 1990-1991. The result of description of stage and biology in the laboratory revealed that a female long horn beetle produced 7-238 eggs with the average of 103 during its life time. The incubation period of the egg was about 5 days on average. Precise measurement of the head capsules of the larvae indicated that there were six instars. The mean of devlopemental period from larva to adult which fed in coffee stick was about 77 days while the larva fed in living plant was extended to 153 days. Life expectancy of male stem borer was counted as 24 days, incontrast, female was stayed about 5 days longer. Under natural conditions, the ratio of existing between male and female was 1:2. However, slightly difference of the ratio was observed in the laboratory and it was 1:1.3. A record of living period of the female which fed in coffee stick from egg untill its death was confirmedly averaged to about 91 days.

---

[1] ภาควิชากีฏวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.
[1] Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

วารสารเกษตร 7(3): 228-241 (2534)

The survey of natural enemies of stem borer pointed out that there were 3 species of the Hymenopterous parasites from the families of **Aulacidae, Stephanidae and Ichneumonidae.** Among the observed parasites, ***Pristaulacus*** sp. which belonged to family **Aulacidae** gave a high potential as the natural enemies of stem borer. Therefore, such species should receive further investigation for utilization as augmentative biological control agent.

บทคัดย่อ : ในการศึกษาทางนิเวศวิทยาของหนอนเจาะต้นกาแฟ *Xylotrechus quadripes* Chevrolat (Coleoptera : Cerambycidae) ได้ทดลองในห้องปฏิบัติการ (29-31°C) และสวนกาแฟในจังหวัดเชียงใหม่เมื่อปี 2533-2534 ผลจากการศึกษาระยะการเจริญเติบโตและชีววิทยาในห้องปฏิบัติการพบว่า ด้วงหนวดยาวตัวเมียซึ่งเป็นตัวเต็มวัยของหนอนเจาะต้นกาแฟ วางไข่ได้ตั้งแต่ 7-238 ฟอง เฉลี่ย 103 ฟองต่อตัว ตลอดชั่วอายุขัย ระยะไข่เฉลี่ย 5 วัน จากการวัดความกว้างของหัวกระโหลก (Head capsule) ของหนอนแต่ละระยะการเจริญเติบโต ผลปรากฏว่า หนอนมีการเจริญเติบโตทั้งหมด 6 ระยะด้วยกัน ระยะการเจริญเติบโตของหนอนในท่อนแฟจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยมีอายุเฉลี่ย 77 วัน ในขณะที่หนอนซึ่งเจาะกินในต้นกาแฟที่ย้ายปลูกในกระถางมีอายุยาวนานเฉลี่ย 153 วัน แมลงที่เจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติมีอัตราส่วนของเพศผู้ต่อเพศเมีย 1:2 สำหรับแมลงที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 1:1.3 รวมระยะการเจริญเติบโตของตัวเมียที่เลี้ยงบนท่อนกาแฟเริ่มจากไข่จนสิ้นอายุขัยเฉลี่ย 91 วัน.

จากการสำรวจชนิด และปริมาณของแมลงศัตรูธรรมชาติในแปลงปลูกกาแฟในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีแตนเบียน 3 ชนิด อยู่ในวงศ์ **Aulacidae, Stephanidae** และ **Ichneumonidae** โดยเฉพาะอย่างยิ่งแตนเบียน *Pristaulacus* sp. ในวงศ์ **Aulacidae** พบในปริมาณสูงกว่าชนิดอื่น คาดว่าจะเป็นแตนเบียนที่มีศักยภาพสูง ที่จะสามารถนำมาใช้ควบคุมปริมาณของหนอนเจาะต้นกาแฟ *X. quadripes* ได้ต่อไป.

คำนำ

การระบาดของแมลงนับได้ว่า เป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้การผลิตกาแฟไม่ได้ผลเท่าที่ควร โดยเฉพาะแมลงที่เข้าไปกินภายในลำต้น เช่น หนอนเจาะต้นกาแฟ กว่าที่จะทราบว่ามีแมลงลงทำลาย ก็ปรากฏว่าต้นกาแฟเสียหายและตายเป็นจำนวนมากแล้ว เกษตกรที่เริ่มปลูกกาแฟตามคำแนะนำของหน่วยงานต่างๆ ต้องรอระยะเวลานาน 2-3 ปี กว่าจะได้เก็บผลผลิต แต่ก็มาถูกหนอนเจาะลำต้นทำลายกาแฟเสียหาย ทำให้หมดกำลังใจที่จะปลูกพืชชนิดนี้ต่อไป.

หนอนเจาะต้นกาแฟ *Xylotrechus quadripes* Chev.เมื่อเจริญเติบโตจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย เป็นด้วงหนวดยาว ขนาดเล็กอยู่ในวงศ์ **Cerambycidae** อันดับ **Coleoptera** แมลงชนิดนี้เป็นศัตรูสำคัญที่ทำความเสียหายแก่ต้นกาแฟมากที่สุดในพื้นที่ปลูกกาแฟทางใต้ของประเทศอินเดียและประเทศที่ปลูกกาแฟแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Le Pelley, 1973) หนอนเข้าทำลายกาแฟโดยกัดกินเนื้อไม้บริเวณลำต้น โดยเฉพาะบริเวณโคนต้น สำหรับกาแฟที่มีอายุมากกว่า 4-5 ปีขึ้นไป จะพบการทำลายของหนอนตลอดต้น ซึ่งกาแฟอายุมากเหล่านี้จะทนทานการเข้าทำลายของแมลงได้ระยะหนึ่ง แต่ก็จะยืนต้นตายในที่สุด ร่องรอยการทำลายของหนอนสังเกตได้จากรอยควั่นรอบๆ โคนต้น หนอนจะกัดกินเนื้อไม้ลึกลงไปเรื่อยๆ จนถึงแกนกลางต้น ขณะเดียวกันก็จะถ่ายมูลอัดแน่นตามทางที่เจาะไว้ ทำให้ต้นกาแฟแสดงอาการใบเหลือง เหี่ยว ถ้าหนอนควั่นภายในลำต้นเป็นแนวขวางรอบๆ ต้น จะทำให้ต้นกาแฟหักล้มได้ง่าย (วิสิทธิ์พานิช, 2532).

ความเสียหายจากหนอนเจาะต้นกาแฟ *X. quadripes* ที่ทำลายกาแฟอราบีก้า (*Coffea arabica* L.) พบว่ามีความเสียหายตั้งแต่ 10-30% ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ (ถนอมถิ่น, 2527) หลังจากนั้น วิสิทธิ์พานิช (2533) รายงานว่าได้พบหนอนเจาะต้นกาแฟระบาดอีกหลายพื้นที่ๆ มีการปลูกกาแฟอราบีก้าในภาคเหนือ และในปี 2533 พงษ์แสวง และคณะ (2533) รายงานว่ามีการระบาดของหนอนเจาะต้นกาแฟอราบีก้าที่เขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ จึงนับได้ว่าหนอนเจาะต้นกาแฟชนิดนี้มีความสำคัญและพบการระบาดเป็นพื้นที่กว้างขวางมากขึ้นทุกปี.

เนื่องจากหนอนเจาะต้นกาแฟ *X. quadripes* เป็นศัตรูที่มีความสำคัญและกำลังเป็นปัญหา ก่อความเสียหายแก่ต้นกาแฟอราบีก้าที่กำลังให้ผลผลิตในพื้นที่ปลูกกาแฟหลายแห่งในภาคเหนือของประเทศไทยขณะนี้ แต่ยังไม่เคยมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาหนอนเจาะต้นกาแฟ *X. quadripes* ชนิดนี้ แต่อย่างใด ดังนั้นการศึกษานิเวศวิทยาในส่วนที่เกี่ยวกับรูปร่าง ลักษณะและชีววิทยาของแมลงในสภาพแต่ละท้องถิ่นจึงเป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาหาวิธีป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้เริ่มทำการทดลองในปี 2533-2534 ณ ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และสวนกาแฟโครงการหลวงบ้านแม่หลอด อำเภอแม่แตง และสวนกาแฟของเกษตรกรบ้านปางบง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่.ตัวเต็มวัยของแมลงที่นำมาศึกษาครั้งนี้รวบรวมมาจากกรงเลี้ยงแมลง 7 กรง แต่ละกรงมีท่อนกาแฟประมาณ 40-50 ท่อน ซึ่งได้ตัดต้นกาแฟอายุมากกว่า 5 ปี ที่ถูกแมลงทำลายจากแปลงปลูกกาแฟบ้านปางบง และบ้านแม่หลอดมาใส่ไว้ ในแต่ละวันรวบรวมด้วงหนวดยาวที่เจาะออกมาจากท่อนไม้ในกรงใส่กล่องพลาสติกขนาด 18.5 x 27.5 x 10.5 เซนติเมตร ขณะเดียวกันก็เก็บรวบรวมและจดบันทึกชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูธรรมชาติ ที่เจาะออกมาจากต้นกาแฟในกรงแต่ละวันเช่นเดียวกัน ด้วงหนวดยาวที่เก็บรวมกันในกล่องพลาสติกเมื่อเริ่มจับคู่ผสมพันธุ์กัน จึงจัดการแยกออกจากกล่องเดิมไปเลี้ยงในกล่องพลาสติก กล่องใหม่ที่มีขนาดเดียวกัน โดยใส่แมลงกล่องละ 1 คู่ สำหรับอาหารที่ใช้เลี้ยงแมลง คือ น้ำตาลก้อน และน้ำ.

จำนวนแมลงที่ใช้ในการศึกษาการวางไข่ พฤติกรรม และอายุขัยของแมลงครั้งนี้มีทั้งหมด 65 คู่ (มิถุนายน 2533 13 คู่, กรกฎาคม 2533 36 คู่, และสิงหาคม 2533 16 คู่).

เตรียมท่อนกาแฟสำหรับให้ตัวเมียวางไข่ โดยใช้ต้นกาแฟขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 1.3 เซนติเมตร ตัดรากและใบออกให้หมดให้มีความยาวจากโคนต้นถึงปลายเฉลี่ย 25 เซนติเมตร พันด้วยเชือกฟางสีขาวใส เป็นริ้ว เริ่มจากโคนต้นขึ้นมาจนถึงปลาย ยึดหัวท้ายด้วยหมุดหัวโต จุดประสงค์เพื่อให้ตัวเมียได้สอดอวัยวะสำหรับวางไข่ (Ovipositor) ผ่านระหว่างเชือกฟางและผิวเปลือกท่อนกาแฟ ทำให้สังเกตกลุ่มไข่ได้ง่าย ในสภาพธรรมชาติแล้ว ตัวเมียจะวางไข่ตามรอยแตกของเปลือกไม้หรือใต้ Lichens ซึ่งเป็นการยากที่จะทำการตรวจนับจำนวนไข่ใต้เปลือกไม้หรือใต้

Lichens ได้ ดังนั้นจึงต้องใช้เชือกฟางพันโดยรอบท่อนกาแฟ เพื่อให้ตัวเมียได้ใช้อวัยวะวางไข่สอดลงไปวางไข่ได้ง่ายขึ้น ตรงโคนท่อนกาแฟพันด้วยกระดาษทิชชูชุบน้ำพอหมาดๆ เพื่อให้ท่อนกาแฟคงความสด และยังใช้สำหรับเป็นแหล่งน้ำให้ด้วงหนวดยาวได้อาศัยกิน ทำการเปลี่ยนท่อนกาแฟใหม่ทุกวัน และศึกษาพฤติกรรมต่างๆ ของแมลงเช่น การผสมพันธุ์ กิจกรรมต่างๆ และอายุขัยของแมลงตัวเต็มวัย และวัดขนาดของตัวเต็มวัย ท่อนกาแฟที่มีไข่นำมาตรวจนับ จดบันทึกปริมาณไข่ของแมลงแต่ละคู่ในแต่ละวัน เนื่องจากขณะที่ด้วงหนวดยาวตัวเมียวางไข่จะสร้างสารเหนียวยึดไข่ด้านหนึ่งให้ติดแน่นกับเปลือกไม้ จึงเป็นการยากที่จะเขี่ยไข่แต่ละฟองออกจากท่อนกาแฟ หลังจากนับจำนวนไข่แล้วแกะเชือกฟางที่พันท่อนกาแฟออกก่อนแล้วจึงถากเปลือกกาแฟออกบางๆ โดยให้ติดกลุ่มไข่แต่ละกลุ่มที่วางติดบนเปลือกนั้น จากนั้นนำมาวางบนกระดาษกรองใน Petri dish เพื่อตรวจนับจำนวนหนอนที่ฟักจากไข่ในแต่ละวัน เตรียมท่อนกาแฟและต้นกาแฟสำหรับเลี้ยงหนอนโดยนำท่อนกาแฟที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 1.3 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร ใช้คัตเตอร์ (Cutter) บากเป็นร่องตื้นๆ ตรงเปลือกประมาณ 10 ร่อง ตามความยาวของท่อนกาแฟ ค่อยๆ เขี่ยหนอนอายุ 1 วัน ออกจาก Petri dish โดยใช้พู่กันชุบน้ำพอหมาดๆ เขี่ยหนอนใส่ท่อนกาแฟร่องละ 1 ตัว จากนั้นใช้กระดาษทิชชูพันรอบโคนกิ่ง แล้วพ่นน้ำจนชุ่ม จากนั้นเก็บใส่กล่องพลาสติกกล่องละ 20 ท่อนไว้ในห้อง ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29-31 °C ทุกๆ 5 วัน นำท่อนกาแฟมาผ่าตรวจนับจำนวนหนอนและวัดขนาดความกว้างของหัวกระโหลก (Head capsule) เพื่อจะได้ทราบว่าหนอนมีการเจริญเติบโตกี่ระยะ วัดขนาดความกว้างความยาวของลำตัวหนอน ทำการผ่าท่อนกาแฟครั้งสุดท้ายเมื่อหนอนมีอายุ 90 วัน ท่อนกาแฟที่เหลือในกล่องพลาสติกเก็บไว้จนกระทั่งหนอนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย จดบันทึกระยะการเจริญเติบโตจากหนอนจนกระทั่งออกเป็นตัวเต็มวัย ส่วนต้นกาแฟสดสำหรับเลี้ยงหนอนก็ทำวิธีเดียวกันกับท่อนกาแฟ โดยนำต้นกาแฟที่ปลูกในกระถางมีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 1.7 เซนติเมตร มาบากต้นเป็นร่องเท่ากับจำนวนหนอนที่จะใส่ในต้นกาแฟต้นละ 20 ตัว จากนั้นปล่อยไว้จนกระทั่งหนอนเจริญเป็นตัวเต็มวัย จดบันทึกระยะการเจริญเติบโต อายุขัย และวัดขนาดของตัวเต็มวัย.

ระยะดักแด้ :

การศึกษาระยะดักแด้ของหนอนเจาะต้นกาแฟครั้งนี้ ได้แมลงจากการผ่าต้นกาแฟที่นำมาจากสวนกาแฟป่างบง และแม่หลอด ในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน 2534 ซึ่งเป็นช่วงที่พบหนอนในระยะเจริญเติบโตเต็มที่เพื่อเตรียมตัวจะเข้าดักแด้เป็นจำนวนมาก หนอนในระยะนี้จะมีลักษณะที่สังเกตได้ง่าย คือ ขนาดตัวหดสั้นลง ส่วนหัวและท้ายลำตัวค่อนข้างเรียว สีลำตัวเหลืองซีด หยุดนิ่งไม่เคลื่อนไหว แม้จะถูกรบกวน ซึ่งอาจจะเรียกหนอนระยะนี้ว่าเป็นระยะที่เตรียมเข้าดักแด้ (Prepupa) ทำการแยกหนอนเหล่านี้ใส่กล่องพลาสติกขนาดเล็ก กล่องละ 1 ตัว เฝ้าดูจนกระทั่งลอกคราบเป็นดักแด้ และจากดักแด้ลอกคราบจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย จดบันทึกระยะการเจริญเติบโต และวัดขนาดของดักแด้.

ผลการทดลองและวิจารณ์

รูปร่างลักษณะของแมลงแต่ละระยะการเจริญเติบโต

ตัวเต็มวัย :

ตัวเต็มวัยเป็นด้วงหนวดยาว (Long horn beetle) ขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับด้วงหนวดยาวชนิดอื่นในวงศ์เดียวกัน ลำตัวค่อนข้างยาวเรียว มีสีดำ มีขนละเอียดสีเทาหรือสีเหลืองอ่อนบนส่วนของอก หัว และท้อง หัวและหนวดมีสีดำ ปากมีกราม (Mandible) ที่แข็งแรง อกปล้องแรกตรงกลางป้อง ด้านบน (Dorsal) มีแถบสีดำใหญ่ 1 แถบ และมีจุดดำเล็ก ๆ อยู่ด้านข้าง (Lateral) ด้านละ 1 จุด ปีกมีลวดลายเฉพาะตัวที่สามารถใช้แยกชนิดของแมลงได้ โดยมีแถบสีเทาหรือเหลืองอ่อนอยู่ข้างละ 4 แถบ (ภาพที่ 1A.) ด้านท้อง (Ventral) มีขนละเอียดสีเทาหรือเหลืองอ่อนเป็นกระจุกบริเวณอก และปล้องท้องแต่ละปล้อง ขามีสีแดงเข้มหรือดำ ขาคู่ที่ 1 และ 2 จะอยู่ชิดกันมากกว่าขาคู่ที่ 3.

การแยกเพศด้วยรูปร่างลักษณะภายนอก ทำได้ค่อนข้างยาก เพราะว่าแมลงมีขนาดรูปร่างที่แทบจะไม่แตกต่างกันเลยทั้ง 2 เพศ แมลงที่เจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติ ตัวเมียมีขนาดลำตัวยาว (เฉลี่ย ± SD) 13.08 ± 1.96 มิลลิเมตร ลำตัวกว้างเฉลี่ย 3.13 ± 0.64 มิลลิเมตร มีหนวดยาวเฉลี่ย 5.74 ± 0.84 มิลลิเมตร ตัวผู้มีขนาดความยาวของลำตัวเฉลี่ย 10.91 ± 1.82 และมีความกว้างเฉลี่ย 2.75 ± 0.45 มิลลิเมตร มีหนวดเฉลี่ยยาว 5.37 ± 1.11 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบขนาดความยาวของลำตัวกับหนวด ผลปรากฏว่าขนาดของลำตัวยาวเป็น 2 เท่าของหนวด โดยทั่วไปตัวผู้จะมีขนาดเล็กกว่าตัวเมียเล็กน้อย แต่ในบางครั้งก็อาจจะพบแมลงที่ตัวเมียมีขนาดเล็กกว่าตัวผู้ ซึ่งจากการศึกษาการแยกเพศแมลงครั้งนี้ ใช้การสังเกตลักษณะภายนอกของแมลง ตรงส่วนของ Femur ของขา คู่ที่ 3 (Hind femora) ในตัวผู้จะมี Femur ของขาหลังคู่ที่ 3 ยาวกว่าส่วนปลายปีก ในขณะที่ของตัวเมียจะสั้นกว่า หรือหรือเท่ากับส่วนของปลายปีก (ภาพที่ 1B.) ส่วนแมลงที่นำมาเลี้ยงในท่อนไม้ในห้องปฏิบัติการมีขนาดตัวเล็กกว่าแมลงที่เจาะออกมาจากท่อนกาแฟขนาดใหญ่ในกรงเลี้ยงแมลง คือมีขนาดของตัวผู้ยาว 7.75 ± 1.14 มิลลิเมตร กว้าง 1.90 ± 0.37 มิลลิเมตร ขนาดของตัวเมียยาว 9.15 ± 1.5 มิลลิเมตร กว้าง 2.18 ± 0.45 มิลลิเมตร ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะแมลงที่เลี้ยงบนท่อนไม้มีอาหารกินจำกัด เพราะท่อนไม้ที่นำมาเลี้ยงมีขนาดเล็ก จึงอาจจะทำให้ได้แมลงมีขนาดเล็กลงกว่าแมลงที่เจริญเติบโตบนต้นกาแฟอายุมากกว่า 5 ปี ในสภาพธรรมชาติ.

ไข่ :

ไข่ของหนอนเจาะต้นกาแฟมีรูปร่างเป็นรูปไข่ค่อนข้างยาวเรียว โดยมีปลายด้านหนึ่งกลมป้าน อีกด้านเรียวแหลม (ภาพที่ 2A.) ไข่ที่ถูกวางใหม่ๆ มีสีขาว เปลือกไข่เรียบเลื่อมเป็นมัน เมื่อใกล้จะฟักจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนหรือสีครีม เปลือกไข่ย่นเป็นริ้วรอย มีจุดสีน้ำตาล ซึ่งคือส่วนของกราม (mandible) ของหนอนปรากฏอยู่ตรงส่วนป้านของไข่ หนอนจะกัดเปลือกไข่เป็นทางยาวออกมา ไข่มีขนาดกว้างเฉลี่ย 0.46 ± 0.05 มิลลิเมตร ยาว 1.28 ± 0.11 มิลลิเมตร.

หนอน :

หนอนที่ฟักจากไข่ใหม่ๆ สีครีมใสสีน้ำตาล จากการวัดความกว้างของหัวกระโหลกของหนอนอายุตั้งแต่ 1-90 วัน ปรากฏว่า หนอนมีการเจริญเติบโตทั้งหมด 6 ระยะด้วยกัน (ตารางที่ 1.) หนอนระยะที่ 1 มีขนาดเล็กมาก ขนาดตัวยาว 1.27 ± 0.23 มิลลิเมตร กว้าง 0.38 ± 0.05 มิลลิเมตร โดยเฉลี่ยมีขนาดของหัวกระโหลกเฉลี่ย 0.34 ± 0.054 มิลลิเมตร หนอนระยะที่ 6 ซึ่งเป็นระยะเจริญเติบโตเต็มที่มีลำตัวสีเหลือง หัวมีขนาดเล็กสีน้ำตาล ขนาดของหัวกระโหลก เฉลี่ย 2.475 ± 0.39 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3.) มีกรามแข็งแรงมีสีน้ำตาลเข้ม อกปล้องแรกขยายใหญ่ ลำตัวแบ่งเป็นปล้อง มีร่องลึกชัดเจนและไม่มีขา มีขนาดตัวยาว 13.87 ± 4.62 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2B.).

Table 1. Head capsule measurments of *X. quadripes* larvae collected from cofee stick in the laboratory.

Instar	No. measured	Mean width (mm) ± SD	Range (mm)
I	47	0.341 ± 0.054	0.23 - 0.45
II	36	0.594 ± 0.088	0.48 - 0.80
III	23	0.952 ± 0.058	0.85 - 1.03
IV	35	1.296 ± 0.094	1.11 - 1.45
V	53	1.721 ± 0.134	1.50 - 1.93
VI	37	2.475 ± 0.392	2.00 - 3.41

ดักแด้ :

ดักแด้มีสีครีม มีระยางค์ต่างๆ เช่นหนวดและขาชัดเจนคล้ายกับตัวเต็มวัย ส่วนท้องจะขยับเคลื่อนไหวได้เมื่อถูกรบกวน โดยจะหมุนคล้ายควงสว่าน ระยะใกล้จะเป็นตัวเต็มวัย ลำตัวจะมีสีเข้มขึ้น อวัยวะบนส่วนหัวเช่นตาจะมีสีดำ ส่วนของกราม เป็นสีน้ำตาลเข้ม ข้อต่อของขาแต่ละปล้องและปลายขาเป็นสีน้ำตาล (ภาพที่ 2C.) ขนาดของดักแด้ยาว 14.92 ± 2.46 มิลลิเมตร กว้าง 4.09 ± 0.7 มิลลิเมตร.

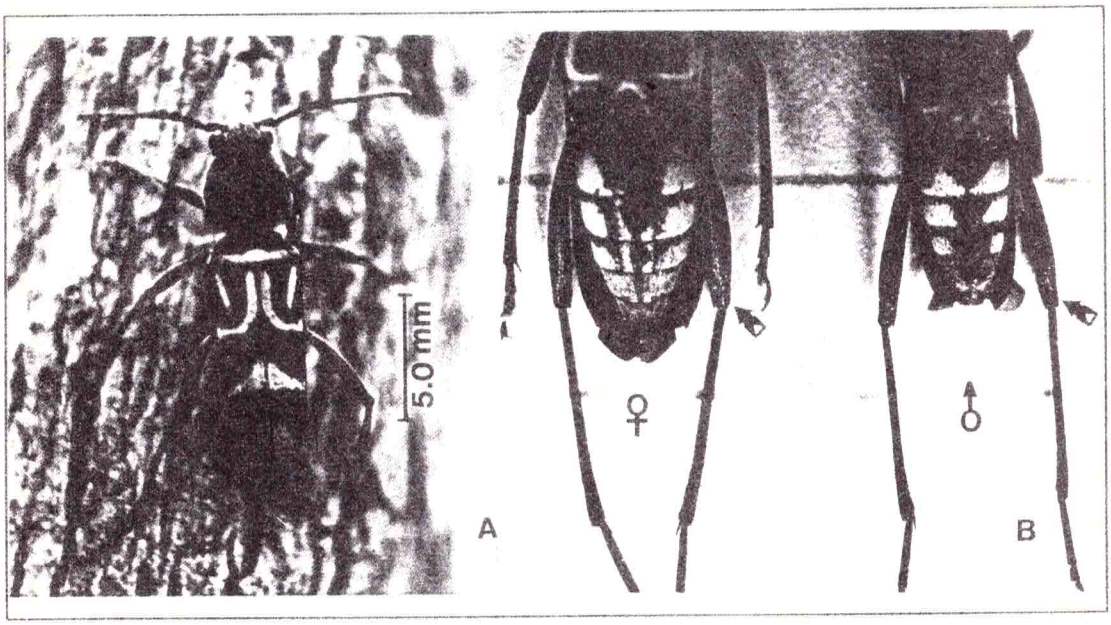


Figure 1. A, Adult *Xylotrechus quadripes* Chev.; B, ventral aspect of apex of elytra and hind femora (arrow) of female (left) and male (right).

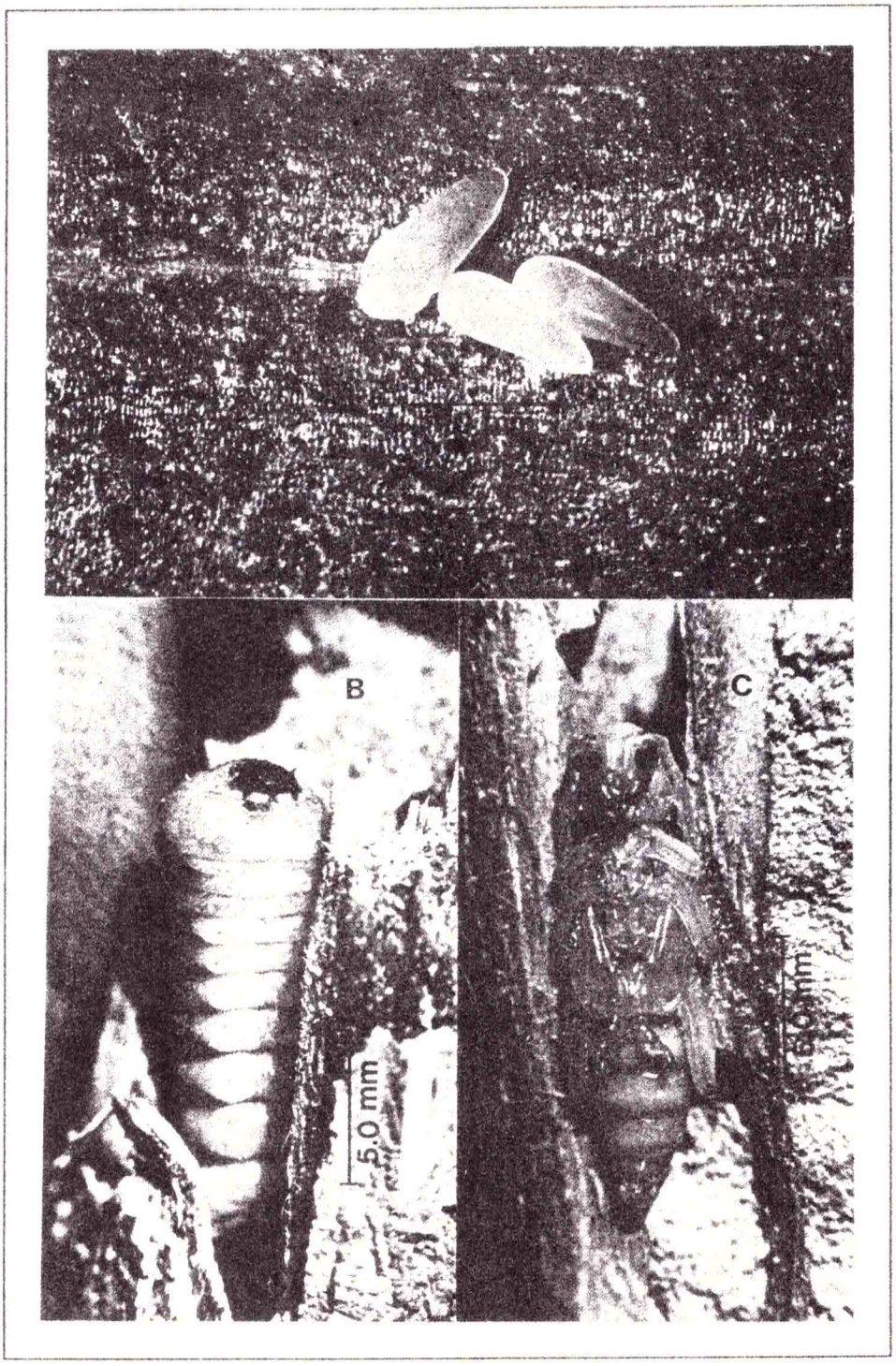


Figure 2. A, Eggs of *X. quadripes*; B, ventral aspect of mature larva; C, ventral aspect of pupa.

ชีวประวัติและอุปนิสัยของหนอนเจาะต้นกาแฟ

ตัวเต็มวัย :

ในสภาพธรรมชาติ ช่วงการออกเป็นตัวเต็มวัย (Emergence period) ของหนอนเจาะต้นกาแฟจะพบเกือบตลอดปี แต่จะพบในปริมาณสูง 2 ครั้ง คือช่วงเมษายนถึงมิถุนายน และในเดือนสิงหาคม ถึงพฤศจิกายน (วิสิทธิ์พานิช, 2532).

จากการศึกษาด้วงหนวดยาว 65 คู่ ในห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่เดือนมิถุนายน-สิงหาคม 2533 พบว่า ตัวเต็มวัยหลังจากที่เจาะออกมาจากต้นกาแฟแล้วจะมีการเคลื่อนไหวว่องไว และถ้าเจอคู่จะจับคู่ผสมพันธุ์ทันทีในวันเดียวกันนั้นเอง วันหนึ่งแมลงสามารถผสมพันธุ์กันได้หลายครั้ง การผสมพันธุ์แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 10 วินาที แมลงชนิดนี้จะมีกิจกรรมต่างๆ เช่น การเดิน การบิน ผสมพันธุ์ และวางไข่ ในช่วงกลางวัน เป็นแมลงที่ชอบแสงอาทิตย์มากในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส มีแดดจัด มักจะพบตัวเต็มวัย *X. qudripes* บินมาผสมพันธุ์ วางไข่ หรือเกาะตามต้นกาแฟในสวนกาแฟหลายตัว ตัวเมียจะเริ่มวางไข่หลังจากที่ผสมพันธุ์แล้ว 1-4 วัน ช่วงก่อนวางไข่ (Preoviposition period) เฉลี่ย 2 วัน ด้วงหนวดยาวจะเดินไปมาบนท่อนกาแฟเพื่อหาที่วางไข่ ช่วงสัปดาห์แรกมีการวางไข่ในปริมาณสูง จากนั้นปริมาณการวางไข่จะลดลงเรื่อยๆ ส่วนตัวเมียที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จะไม่วางไข่เลย ช่วงที่ตัวเมียวางไข่มากที่สุดคือ ในวันที่ 2 ของการเริ่มวางไข่ เฉลี่ย 15 ฟองต่อตัว (ภาพที่ 3.) แมลงตัวหนึ่งๆ สามารถวางไข่ได้ตั้งแต่ 7-238 ฟองเฉลี่ย 103 ฟอง ตลอดชั่วอายุขัย ช่วงระยะเวลาในการวางไข่ยาวนานถึง 39 วัน แต่แมลงเหล่านี้ไม่ได้วางไข่ติดต่อกันทุกวัน ด้วงหนวดยาวบางตัวอาจจะวางไข่ 3-5 วัน แล้วหยุดไป 1-2 วัน หรือมากกว่านั้นแล้ว จึงเริ่มวางไข่ใหม่ ในช่วง 39 วันพบว่าตัวเมียตัวที่วางไข่ได้นานที่สุด รวม 26 วัน เมื่อมีตัวผู้ของแมลงคู่ใดคู่หนึ่งตายลง ได้ทำการเปลี่ยนตัวผู้ให้ใหม่ ซึ่งทำให้ตัวเมียผลิตไข่ขึ้นมาได้อีกระยะหนึ่ง อายุขัยของ *X. quadripes* ที่เจาะออกมาจากต้นกาแฟที่ตัดมาจากสวนกาแฟ พบว่าตัวเมียมี อายุเฉลี่ย 28.91 ± 2.36 วัน ตัวผู้มีอายุเฉลี่ย 23.65 ± 0.32 วัน ตัวเมียบางตัวมีอายุยาวนานถึง 53 วัน และตัวผู้ที่มีอายุมากที่สุด 46 วัน Linsley (1950) รายงานว่า ด้วงหนวดยาวตัวผู้มักจะมีอายุสั้นกว่าตัวเมียเสมอ ซึ่งการนับอายุตัวเต็มวัยของ *X. quadripes* จะรวมระยะที่พักตัวอยู่ในต้นกาแฟเฉลี่ย 5 วันเข้าไปด้วย สำหรับอายุตัวเต็มวัยของแมลงที่เลี้ยงในท่อนกาแฟในห้องปฏิบัติการมีอายุสั้นกว่าแมลงที่เจริญเติบโตในต้นกาแฟคือ ตัวผู้อายุเฉลี่ย 14.29 ± 5.54 วัน ตัวเมียอายุเฉลี่ย 15.03 ± 4.32 วัน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป แมลงที่เจริญเติบโตในต้นกาแฟขนาดใหญ่มีขนาดลำตัวใหญ่ เพราะในระยะหนอนมีอาหารกินสมบูรณ์ ส่วนแมลงที่เลี้ยงด้วยท่อนกาแฟขนาดเล็กมีขนาดรูปร่างเล็กตามไปด้วย เนื่องจากอาจจะเป็นเพราะสภาพของอาหารมีจำกัด ทำให้แมลงมีขนาดเล็ก และอาจจะเป็นผลทำให้แมลงมีช่วงอายุสั้นตามไปด้วย อย่างไรก็ตามการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลทำให้อายุและขนาดของแมลงแตกต่างกันจะได้ศึกษาต่อไป.

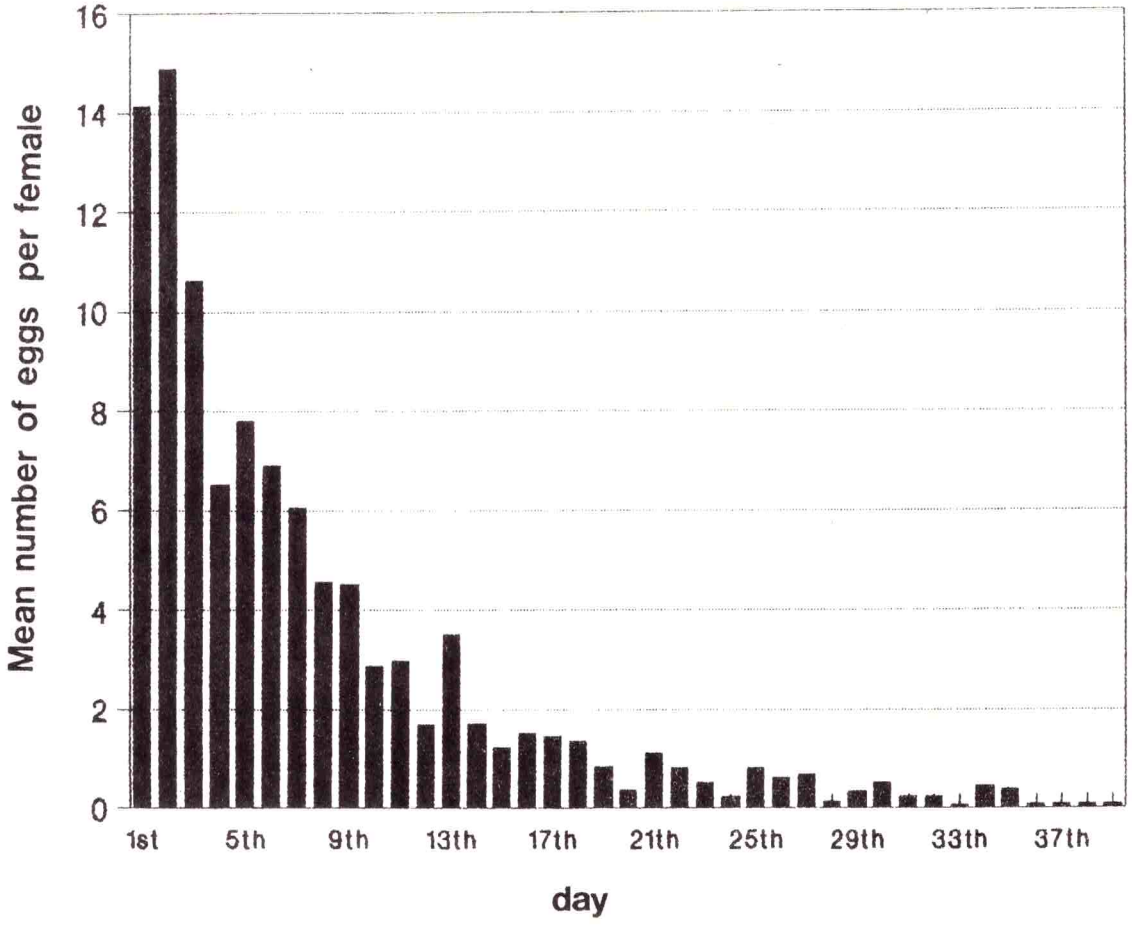


Figure 3. Mean rate of oviposition by 65 *Xylotrechus quadripes* Chev. females collected in the field over a period of three months. Counting starts with the first day of laying.

จำนวนตัวเต็มวัยของแมลงที่เจาะออกมาจากท่อนกาแฟจากกรงเลี้ยงแมลง ในช่วงเดือนกันยายน - พฤศจิกายน 2533 ปรากฏว่าพบตัวผู้ 240 ตัว ตัวเมีย 480 ตัว ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนตัวผู้ต่อตัวเมีย 1:2 สำหรับแมลงที่นำมาเลี้ยงในท่อนกาแฟ ในเดือนพฤษภาคม 2534 และออกเป็นตัวเต็มวัยในช่วงเดือนสิงหาคม 2534 ได้ตัวผู้ 58 ตัว ตัวเมีย 77 ตัว ซึ่งคิดเป็นอัตราส่วนตัวผู้ต่อตัวเมีย 1:1.33 ซึ่งข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ Subramaniam (1934) จากอินเดียที่รายงานว่า พบเพศผู้มากกว่าเพศเมีย (เพศผู้ 55 เพศเมีย 45) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ

สภาพแวดล้อมและสถานที่ๆ ใช้ในการศึกษาแตกต่างกันไป อาจจะทำให้อัตราส่วนของเพศแมลงที่พบแตกต่างกันไปด้วย.

ไข่ :

ระยะไข่ ประมาณ 3-9 วัน เฉลี่ย 5 วัน ในช่วงที่มีอุณหภูมิลดลง เช่น ในฤดูหนาว ช่วงการฟักไข่จะยาวนานออกไปเฉลี่ยประมาณ 7 วัน อัตราการฟักเป็นตัวหนอนค่อนข้างสูงประมาณ 75-100% ความถี่ในการวางไข่ของแมลงที่วางเป็นฟองเดี่ยว สูงถึง 57% วางไข่เป็นกลุ่ม 2 ฟอง 24% และวางไข่เป็นกลุ่มมากกว่า 2 ฟอง 19% ในสภาพธรรมชาติตัวเมียจะวางไข่ตามรอยแตกของเปลือกกาแฟ หรือใต้ Lichens ซึ่งการศึกษาการวางไข่ของแมลงในสภาพธรรมชาติจะได้ศึกษาต่อไปในกรงเลี้ยงแมลงขนาดใหญ่ขึ้น.

หนอน :

หนอนมีการเจริญเติบโต 6 ระยะด้วยกัน หลังจากที่ฟักจากไข่ หนอนจะเจาะเปลือกกาแฟลงมายังเนื้อไม้ แล้วเริ่มกัดกินเนื้อไม้เป็นร่องวนไปรอบๆ ต้น ซึ่งลักษณะการกินของหนอนนี้จะปรากฏอาการให้เห็นเมื่อกาแฟเจริญเติบโตขึ้น จะเห็นเป็นรอยควั่นรอบๆ โคนต้น หรือกลางต้น หนอนจะกินอยู่บริเวณ Sapwood ประมาณ 4-7 สัปดาห์ (ภาพที่ 4A.) จากนั้นจะเจาะลึกเข้าไปกินภายในกลางต้น เจาะกินขึ้นลงอย่างไม่มีทิศทางภายในลำต้น ขณะที่กินก็จะถ่ายมูลอัดแน่น ตามทางที่เจาะกินนั้น (ภาพที่ 4B.) หนอนในระยะที่ 6 ซึ่งเป็นระยะเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนจะหยุดกินอาหารเพื่อเข้าสู่ระยะเตรียมตัวก่อนเข้าดักแด้ (Prepupa) จะเตรียมรูออก (Exit hole) ไว้สำหรับตัวเต็มวัย โดยจะกัดเนื้อไม้เป็นรูกลมใกล้กับช่องว่าง (Chamber) ที่จะเตรียมเข้าดักแด้แต่ยังไม่ทะลุเปลือกออกมา แล้วอุดด้วยมูลหนอนหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตรอายุของหนอนที่กินภายในท่อนกาแฟจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยเฉลี่ย 77 วัน ขณะเดียวกันหนอนที่ปล่อยให้กินในต้นกาแฟสด จะมีอายุนานกว่าเกือบ 2 เท่า โดยเฉลี่ยแล้ว 153 วัน สาเหตุหนึ่งที่คาดว่าหนอนกินในไม้สดมีวงจรชีวิตนานกว่า อาจจะเป็นเพราะสภาพความชื้นในเนื้อไม้มีสูงและมีความชื้นอยู่ได้ยาวนานกว่าท่อนกาแฟสภาพที่เนื้อไม้กาแฟเริ่มแห้งอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่เร่งให้แมลงเข้าดักแด้และออกเป็นตัวเต็มวัยได้เร็วขึ้น.

ดักแด้ :

ก่อนจะเข้าดักแด้หนอนจะหยุดนิ่ง มีการหดตัว และลอกคราบเข้าดักแด้ อยู่ในช่องว่างที่หนอนทำไว้ ระยะดักแด้ประมาณ 9-15 วันเฉลี่ย 10.7 วัน จึงลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัย

หลังจากที่ลอกคราบใหม่ๆ จะมีสีน้ำตาลอ่อน หลังจากนั้นสีของลำตัวจะเข้มขึ้นเรื่อยๆ ตัวเต็มวัยจะใช้เวลาพักตัวอยู่ในช่องว่างในต้นกาแฟเฉลี่ย 5 วัน จากนั้นจึงกัดเปลือกกาแฟทะลุออกมาเป็นวงกลม (ภาพที่ 4C.) เพื่อออกจากต้นกาแฟบินไปจับคู่ผสมพันธุ์ต่อไป.

ศัตรูธรรมชาติ :

จากการตัดกิ่งกาแฟที่ถูกแมลงทำลายมาใส่กรง แล้วตรวจชนิดและจำนวนของแตนเบียนที่ออกมาในแต่ละวัน พบว่ามีแตนเบียน 3 ชนิด คือ *Pristaulacus* sp. **(Hymenoptera : Aulacidae)**, *Diastephanus* sp. **(Hymenoptera : Stephanidae)** และที่ยังไม่ทราบชื่ออีก 1 ชนิด ใน Tribe Mesosteini **(Hymenoptera : Ichneumonidae)** โดยพบ *Pristaulacus* sp. ในปริมาณมากที่สุด ในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน 2523 สามารถตรวจนับแตนเบียน *Pristaulacus* sp. ได้เป็นจำนวนมาก คิดเป็นอัตราส่วนของด้วงหนวดยาวต่อแตนเบียนที่ออกมาประมาณ 5:1 และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเบียนโดนเฉลี่ยเท่ากับ 16.42 โดยในเดือนสิงหาคมมีการเบียนสูงสุดเท่ากับ 20.36%.

จะเห็นได้ว่าแตนเบียน *Pristaulacus* sp. เป็นแตนเบียนที่มีศักยภาพสูงที่สามารถนำมาใช้ควบคุมปริมาณของแมลงศัตรูกาแฟชนิดนี้ได้ การศึกษาและการเพาะเลี้ยงขยายปริมาณแตนเบียนชนิดนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการต่อไป.

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาชีวประวัติของหนอนเจาะต้นกาแฟ *Xylotrechus quadripes* ครั้งนี้ทำให้ทราบว่าแมลงชนิดนี้สามารถที่จะเลี้ยงและขยายพันธุ์จนครบวงจรชีวิตได้ ในห้องปฏิบัติการ ภายใน 1 ปี สามารถขยายพันธุ์ได้ประมาณ 2-3 ชั่วอายุขัย ซึ่งนับว่าเป็นข้อมูลใหม่ที่ยังไม่มีผู้ใดได้รายงานในประเทศไทยมาก่อน.

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ เช่น สาเหตุของการระบาดของ *X. quadripes* ที่เพิ่มขึ้นทุกปี ในหลายพื้นที่ๆ มีการปลูกกาแฟอราบีก้า อาจจะเป็นเพราะแมลงชนิดนี้ มีความสามารถในการขยายพันธุ์ได้สูงบนพืชอาศัยชนิดนี้ และยังสามารถบินไปในระยะไกล ตัวเต็มวัยมีอายุยาวนาน จึงทำให้มีการแพร่ระบาดทำความเสียหายเป็นพื้นที่กว้างขวางเพิ่มขึ้นทุกปี.

อย่างไรก็ตามการนำแมลงมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการโดยที่อยู่ในสภาพจำกัดพื้นที่และพืชอาหาร อาจจะทำให้พฤติกรรมบางอย่างของแมลงเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งขนาดรูปร่าง และช่วงการเจริญเติบโต ก็อาจจะแตกต่างไปจากแมลงที่เจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติ ดังนั้นการศึกษาพฤติกรรมและอุปนิสัยของแมลงในสภาพธรรมชาติ โดยเลี้ยงแมลงในกรงเลี้ยงแมลงขนาดใหญ่ที่เลียน

Figure 4. A, 3rd. stage larva feeding upon the sapwood area. The bark has been removed to show the larva and tunnel.; B, longitudinal section through the middle of a coffee stem showing a full grown larva feeding upon the heart-wood. Note the whitish area are excreta frass in the lower section of the tunnel; C, adult exit hole.

แบบสภาพธรรมชาติ แล้วเฝ้าดูพฤติกรรมต่างๆ ของแมลง เช่น การเดิน การบิน การผสมพันธุ์ การวางไข่ และพฤติกรรมอื่นๆ ตลอดจนศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลทำให้อุปนิสัยและวงจรชีวิตของแมลงเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งสาเหตุของการระบาด ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาค้นคว้าต่อไป.

เอกสารอ้างอิง

ถนอมถิ่น, วิจิตร. (2527). แมลงศัตรูกาแฟอราบิก้าที่สำคัญของภาคเหนือบนที่สูง. รายงานวิจัยการปลูกและผลิตกาแฟอราบิก้า เสนอในการประชุมเชิงปฏิบัติการงานวิจัยเพื่อพัฒนากาแฟอราบิก้า ครั้งที่ 1 ณ โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ จังหวัดเชียงใหม่.

พงษ์แสวง, โกวิทย์., จิตต์ชื่น, วินัย., คมสัน, อัมพร., และ สุทธยศ, สุขา. (2533). สารฆ่าแมลงบางชนิดกับหนอนแทะเปลือกลำต้นกาแฟ. รายงานการประชุมทางวิชาการกองกีฏและสัตว์วิทยา กรมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 7 กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ.

วิสิทธิ์พานิช, จริยา. (2532). แมลงศัตรูกาแฟอราบิก้าที่สำคัญบนที่สูงของประเทศไทยและแนวทางป้องกันกำจัด. วารสารเกษตร 5(1) : 55-62.

วิสิทธิ์พานิช, จริยา. (2533). การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูกาแฟโดยวิธีผสมผสาน. รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2533. โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Le Pelley, R.H. (1973). Coffee Insects. Ann. Rev. Entomol. 18: 121-142.

Linsley, E.G. (1959). Ecology of Cerambycidae. Ann. Rev. Entomol. 4:99-138.

Subramaniam, T.V. (1934). The coffee stemborer. Bull. Dept. Aric. Mysore, ent. der. 11, 18 PP., Bangalore.

วารสารเกษตร 7(3) : 242-250 (2534)

Journal of Agriculture 7(3) : 242-250 (1991)

โรคเหี่ยวของกาแฟอราบิก้า (*COFFEA ARABICA* LINN.) และการทดสอบสารเคมีในการควบคุมโรค

ชาตรี สิทธิกุล,[1] วิชชา สอาดสุด,[1] นิธิ ไทยสันทัด,[2] และ พัชรพรรณ ชุมศรี[1]

WILT DISEASE OF ARABICA COFFEE (*COFFEA ARABICA* LINN.) AND EVALUATION OF FUNGICIDES TO CONTROL THE DISEASE

Chatree Sittigul,[1] Vicha Sardsud,[1] Nithi Thaisantad [2]

and Patcharapan Choomsri [1]

ABSTRACT : A wilt disease of Arabica coffee (*Coffea arabica* Linn.) was studied in 1988 to determine the prevalence and its causal agent in a coffee orchard at Samoeng, Chiang Mai. A total of 2,500 coffee plants was observed for the symptoms of the disease. Counting revealed the incidence of diseased plants of 808 plants or 32.32 %. Isolation of diseased samples indicated that the organisms involved were *Fusarium solani*, *F. decemcellulare* and *F. semitectum*. Most of diseased plants invariably had the typical symptoms of attack by the stem borer (*Xylotrechus quadripes*, Cerambycidae) at lower part of stem. It also remains obscure whether the borer is itself responsible for the introduction of the fungus into the damaged tissue, or whether the fungus is spread by air or water splash. Six fungicides were screened in this study for the effectiveness in controlling the disease in the laboratory and field conditions. Some chemicals like Pronto-40, Benlate and Baccin were gave the good results in the laboratory but all were not effective in the field. Artificial inoculation done in the laboratory could not reproduce the symptoms as observed in natural conditions.

---

[1] ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.
[1] Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, Thailand.
[2] โครงการวิจัยและพัฒนากาแฟที่สูง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.
[2] Highland Coffee Research and Development Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, Thailand.

วารสารเกษตร 7(3) : 242-250 (2534)

บทคัดย่อ : การศึกษาโรคเหี่ยวของกาแฟอราบิก้า (*Coffea arabica* Linn.) ที่แปลงปลูกกาแฟของเกษตรกรที่อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ในปี พศ. 2531 เพื่อศึกษาการแพร่ระบาด และตรวจหาเชื้อสาเหตุของโรค พบว่าในกาแฟจำนวน 2,500 ต้น มีกาแฟที่แสดงอาการโรคเหี่ยว 808 ต้น หรือคิดเป็นร้อยละ 32.32 การแยกเชื้อสาเหตุจากต้นที่เป็นโรคพบเชื้อรา *Fusarium solani, F. decemcellulare* และ *F. semitectum* นอกจากนั้นยังพบว่าต้นที่แสดงอาการโรคเหี่ยวส่วนใหญ่มีหนอนเจาะลำต้น (*Xylotrechus quadripes*, Cerambycidae) เข้าทำลายร่วมด้วยการศึกษาครั้งนี้ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าหนอนเจาะลำต้นเป็นสาเหตุทำให้เชื้อราเข้าสู่บาดแผลบนลำต้นหรือไม่ หรือเชื้อราอาจเข้าทำลายพืชเองโดยลมหรือน้ำพัดพามา ส่วนการทดสอบสารเคมีกำจัดเชื้อรา 6 ชนิดในห้องปฏิบัติการ และในสภาพธรรมชาตินั้น ผลปรากฏว่ามีสารเคมีบางชนิดใช้ได้ผลในห้องปฏิบัติการ ส่วนในสภาพธรรมชาตินั้นสารเคมีทุกชนิดไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรค และการทดสอบการปลูกเชื้อบนต้นกาแฟในห้องปฏิบัติการ พบว่าไม่สามารถทำให้ต้นกาแฟเป็นโรคได้เหมือนในธรรมชาติ.

คำนำ

การผลิตกาแฟอราบิก้า (*Coffea arabica* Linn.) ในปัจจุบันยังไม่เพียงพอกับความต้องการสำหรับใช้บริโภคในประเทศ ดังนั้นจึงมีการส่งเสริมให้มีการปลูกเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะให้เป็นพืชทดแทนฝิ่นของชาวไทยภูเขาในภาคเหนือ การปลูกกาแฟต้องประสบกับปัญหาหลายประการ อาทิเช่น โรค แมลง พันธุ์กาแฟ และการเขตกรรม เป็นต้น (Yodmanee, 1988) เรื่องโรคของกาแฟนับเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญ โรคที่พบเกิดขึ้นเป็นประจำกับกาแฟได้แก่ โรคราสนิม และใบจุดสีน้ำตาล และเมื่อไม่นานมานี้ ศรีชูวงศ์ (2530) พบโรคเหี่ยวระบาดค่อนข้างรุนแรง ทำให้ต้นกาแฟที่ให้ผลผลิตแล้วเหี่ยวแห้งและตาย ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เลย ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงต้องการทราบถึงเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคเหี่ยว และทดสอบสารเคมีกำจัดเชื้อราบางชนิดเพื่อใช้ในการควบคุมโรค.

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

การสำรวจโรค และแยกเชื้อสาเหตุ

ทำการสำรวจโรคเหี่ยวของกาแฟอราบิก้าในแปลงปลูกของเกษตรกรที่ อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม พศ. 2531 กาแฟในแปลงทดลองอายุประมาณ 3-4 ปี บันทึกอาการของโรค และจำนวนต้นที่แสดงอาการ จากนั้นเก็บตัวอย่างพืชที่เป็นโรคเพื่อแยกเชื้อสาเหตุของโรคในห้องปฏิบัติการ การแยกเชื้อใช้อาหารกึ่งสังเคราะห์ Potato dextrose agar (PDA) เมื่อได้เชื้อบริสุทธิ์แล้ว ส่งตัวอย่างของเชื้อแต่ละ Isolate ไปยัง Plant Protection Service ประเทศเนเธอร์แลนด์ เพื่อจำแนกชนิดของเชื้อที่แยกได้.

ประสิทธิภาพของสารเคมี

การทดลองในห้องปฏิบัติการ

ใช้สารเคมี 6 ชนิดได้แก่ Benlate, Pronto-40, Topsin-M, Terraclor, Baccin และ Captan สารเคมีที่ใช้มีปริมาณสารออกฤทธิ์ 225.0, 750.0, 437.0, 810.0, 0.236 และ 937.5 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ตามลำดับ ปริมาณของสารเคมีที่ใช้นี้มีความเข้มข้นในอัตรากลางที่ระบุไว้ในฉลาก นำสารเคมีทั้ง 6 ชนิดไปผสมกับอาหาร PDA จากนั้นนำ Agar dish ขนาด 5 มม.จากจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้อราที่แยกจากต้นกาแฟที่เหี่ยวคือ *Fusarium solani* และ *F. decemcellulare* เจริญอยู่ไปวางบนจุดกึ่งกลางของจานอาหาร เก็บจานอาหารทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิปกติในห้องปฏิบัติการ แล้วเริ่มวัดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของ Colony ของเชื้อหลังการปลูกเชื้อ 3 วัน การทดลองนี้ใช้อาหาร PDA ที่ไม่ได้ผสมสารเคมีเป็น Control treatment แต่ละ Treatment ทำ 10 ซ้ำ.

การทดสอบสารเคมีในแปลงปลูกกาแฟ

เนื่องจากโรคเหี่ยวในแปลงมีการแพร่ระบาดค่อนข้างรุนแรง ดังนั้นจึงคัดเลือกสารเคมี 4 ชนิด เพื่อทดสอบทันทีหลังการสำรวจโรค สารเคมีที่ใช้ทดสอบได้แก่ Benlate, Pronto-40, Terraclor และ Baccin ใช้ในอัตรา 0.6, 2.25, 1.5 และ 2.25 กรัมต่อน้ำกลั่น 500 มล. ตามลำดับ ปริมาณดังกล่าวนี้เป็นอัตรา 2 เท่าของอัตราสูงสุดที่ผู้ผลิตสารเคมีแนะนำ สำหรับระดับความรุนแรง หรือ Main treatment นั้นเลือกใช้ 3 ระดับคือ 1, 2 และ 3 ส่วน Sub-treatment ได้แก่ สารเคมี 4 ชนิด และใช้น้ำกลั่นเป็นตัวควบคุม (Control) ทำ 8 ซ้ำ รวมจำนวนพืชที่ใช้ทดสอบ 120 ต้น การทดสอบทำโดยนำสารเคมีแต่ละชนิดผสมน้ำกลั่น 500 มล. แล้วนำไปทาบริเวณแผลที่โคนต้นกาแฟที่เป็นโรค ก่อนทาสารเคมีใช้มีดขูดบริเวณแผลก่อนเพื่อให้สารเคมีสัมผัสบริเวณแผลได้ดีขึ้น การใช้สารเคมีในการทดลองนี้ใช้ 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 14 วัน เริ่มใช้สารเคมีครั้งแรกเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2531.

การปลูกเชื้อบนต้นกาแฟปกติ

ใช้กาแฟอราบิก้าปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24 ซม. 2 พันธุ์ ได้แก่ Red Catuai No. 15 อายุ 2 ปี 6 เดือน และ Catuai Vermelho อายุ 2 ปี เชื้อที่ใช้มี 4 ชนิด รวมทั้งกลุ่มควบคุม ได้แก่ 1) *F. decemcellulare* แยกจากตัวอย่างที่แสดงอาการ canker 2) *F. decemcellulare* แยกจากแผล canker เหนือรอยคอด 3) Unknown white sterile mycelium แยก

จากแผล canker ลักษณะเส้นใยสีขาวละเอียด 4) *F. oxysporum* และ 5) กลุ่มควบคุม (เฉพาะชิ้นวุ้น PDA).

ก่อนปลูกเชื้อลงบนต้นกาแฟ ทำแผลบนต้น 2 ลักษณะดังนี้ 1) กรีดลำต้นที่อยู่เหนือดินประมาณ 5 ซม. และ 2) เฉือนเปลือกของต้นกาแฟที่อยู่เหนือดินประมาณ 5 ซม. ยาว 1.5 ซม. เปลือกที่เฉือนนี้ยังคงติดอยู่กับลำต้น การทดลองนี้ทำ 2 ซ้ำ ใช้ต้นกาแฟทั้งหมด 40 ต้น หลังจากทำแผลแล้วตัดชิ้นวุ้นที่มีเชื้อ และไม่มีเชื้อ (Control) ขนาดประมาณ 1 x 1 ซม. วางบนแผลที่ทำไว้ จากนั้นใช้สำลีชุบน้ำกลั่นพันรอบแผล และลำต้น แล้วใช้พลาสติกใสพันทับผูกด้วยเชือก จากนั้นรดน้ำต้นกาแฟ และหมั่นตรวจดูความชื้นในสำลีที่พันไว้ ถ้าน้ำแห้งให้ใช้เข็มฉีดยาฉีดน้ำกลั่นเข้าไปในสำลีที่พันไว้.

ผลการทดลอง

การสำรวจโรค และแยกเชื้อสาเหตุ

จากการสำรวจในแปลงปลูกกาแฟ พบต้นกาแฟที่เป็นโรคแสดงลักษณะอาการ 3 แบบ ได้แก่ 1) แผล canker 2) แผลสีน้ำตาล มีรอยคอดบนลำต้นอยู่เหนือผิวดินประมาณ 5 ซม. และ 3) แผลสีน้ำตาลบนลำต้นอยู่เหนือผิวดินประมาณ 5 ซม. เนื้อไม้ภายใน (Pith) เปลี่ยนเป็นสีม่วง และยังพบว่าต้นกาแฟที่อยู่ในร่มรำไรของต้นไม้ใหญ่เป็นโรคน้อยกว่าต้นที่ปลูกกลางแจ้ง นอกจากนั้นยังพบว่าต้นกาแฟที่เป็นโรคแสดงความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจัดแบ่งระดับความรุนแรงตามอาการออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ :

ระดับ 0 : ต้นกาแฟที่ปกติ ไม่แสดงอาการของโรคเหี่ยว

ระดับ 1 : ต้นปกติ แสดงอาการเหี่ยวเล็กน้อย บริเวณโคนต้นมีแผลเป็นรอยคอด หรือ canker

ระดับ 2 : ใบส่วนใหญ่ยังเขียว ใบมีอาการเหี่ยว และเหลืองเล็กน้อย บริเวณโคนต้นมีแผลเป็นรอยคอด หรือ canker

ระดับ 3 : ใบเหลืองประมาณ 30-40% บริเวณโคนต้นมีแผลเป็นรอยคอด หรือ canker

ระดับ 4 : อาการรุนแรง ใบเหลืองและเหี่ยวมากกว่า 50% บริเวณโคนต้นมีแผลเป็นรอยคอด หรือ canker

จากการสุ่มตัวอย่างภายในไร่กาแฟของเกษตรกรจำนวน 2,500 ต้น ในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2531 พบว่ามีต้นกาแฟที่ปกติไม่แสดงอาการของโรคเหี่ยว 1,692 ต้น (67.68%) ต้นที่

เป็นโรคตาย 581 ต้น (23.24%) และต้นที่แสดงอาการของโรคเหี่ยว 227 ต้น (9.08%) ต้นที่แสดงอาการโรคเหี่ยว และยังมีชีวิตอยู่นี้สามารถแบ่งได้ตามระดับความรุนแรงต่างๆ ดังนี้ ระดับ 1 จำนวน 66 ต้น ระดับ 2 จำนวน 77 ต้น ระดับ 3 จำนวน 47 ต้น และ ระดับ 4 จำนวน 37 ต้น.

เมื่อนำตัวอย่างต้นกาแฟที่เป็นโรคมาผ่าตรวจสอบดู พบว่าส่วนใหญ่มีหนอนเจาะลำต้น (Stem borer) ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Xylotrechus quadripes* (Cerambycidae) เข้าทำลายร่วมด้วย ส่วนผลของการพิสูจน์เชื้อที่ได้รับความอนุเคราะห์จากนักวิจัยของประเทศเนเธอร์แลนด์ พบเชื้อ *Fusarium decemcellulare* (Teleomorph,*Calonectria rigidiuscula*) จากแผลที่แสดงอาการ canker เชื้อ *F. semitectum* และ *F. solani* จากแผลที่แสดงอาการรอยคอดบนลำต้น และเชื้อ *F. solani* จากแผลสีม่วงในเนื้อไม้.

ประสิทธิภาพของสารเคมี

การทดลองในห้องปฏิบัติการ

การเจริญของเชื้อ *F. solani* บนอาหารสังเคราะห์ที่ผสมสารเคมีชนิดต่างๆ พบว่าสารกำจัดเชื้อราที่ระงับการเจริญของเชื้อ *F. solani* อย่างมีประสิทธิภาพดีได้แก่ Pronto-40, Baccin และ Benlate ตามลำดับ ส่วน Terraclor, Topsin-M และ Captan นั้น มีประสิทธิภาพต่ำกว่า 3 ชนิดแรก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลาง Colony ของเชื้อรา ทราบว่าประสิทธิภาพในการระงับการเจริญของเชื้อของสารเคมีบางชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นแตกต่างกับ Treatment อื่นๆ ที่ความเชื่อมั่น 99% (ตารางที่ 1.)

Table 1. *In vitro* growth of *Fusarium solani* on potato dextrose agar amended with 6 different kinds of fungicides.

Fungicide	Linear growth (cm)[1]		
	3 days	5 days	6 days
Pronto-40	0.80	0.80	0.80
Baccin	0.93	1.21	1.29
Benlate	1.07	1.38	1.56
Topsin-M	1.48	2.06	2.23
Terraclor	1.47	1.91	2.27
Captan	1.79	2.01	2.49
Control	3.57	5.55	6.61

[1] Means of 10 replications.
L.S.D. (P = 0.05) = 0.24
L.S.D. (P = 0.01) = 0.31

สำหรับเชื้อ *F. decemcellulare* นั้น Pronto-40 และ Benlate เป็นสารเคมีที่ระงับการเจริญของเชื้อชนิดนี้ได้ดีที่สุด สารเคมีที่ได้ผลน้อยที่สุดคือ Topsin-M ส่วนกลุ่มควบคุมนั้นเชื้อเจริญได้ดีที่สุด (ตารางที่ 2.)

Table 2. *In vitro* growth of *Fusarium decemcellulare* on potato dextrose agar amended with 6 different kinds of fungicides.

Fungicide	Linear growth (cm)[1]					
	3 days	5 days	7 days	9 days	11 days	13 days
Pronto-40	0.58	0.75	0.93	1.09	1.17	1.31
Benlate	0.87	0.93	1.12	1.35	1.42	1.31
Terraclor	0.55	0.69	0.99	1.29	1.58	1.92
Baccin	0.91	1.12	1.39	1.78	2.09	2.46
Captan	0.97	1.31	1.49	1.91	2.32	2.78
Topsin-M	1.34	2.05	2.62	3.26	3.64	4.11
Control	1.30	2.51	3.64	4.72	5.65	6.69

[1] Means of 10 replications.
L.S.D. (P = 0.05) = 0.38
L.S.D. (P = 0.01) = 0.50

การทดสอบสารเคมีในแปลงปลูกกาแฟ

การใช้สารเคมี 4 ชนิดทาบริเวณรอยแผลบนลำต้นกาแฟที่แสดงอาการโรคเหี่ยว ผลปรากฏว่าการใช้สารเคมีแต่ละชนิด และกลุ่มควบคุมไม่สามารถควบคุมโรค หรือรักษาต้นกาแฟให้หายจากการเป็นโรคได้ หลังการใช้สารเคมีครั้งสุดท้ายแล้ว 258 วัน ตรวจพบว่าต้นกาแฟในแต่ละ Treatment ตายในจำนวนระหว่าง 17-21 ต้น รวมจำนวนต้นกาแฟที่ตายทั้งหมด 93 ต้น หรือคิดเป็นจำนวนร้อยละ 77.5 ของต้นกาแฟที่ใช้ทดลองทั้งหมด (ตารางที่ 3.).

การปลูกเชื้อบนต้นกาแฟปกติ

ผลของการปลูกเชื้อบนต้นกาแฟปกติปรากฏว่า ไม่สามารถทำให้เกิดอาการของโรคเหี่ยวเหมือนกับที่เกิดตามธรรมชาติได้.

Table 3. Number of dead coffee plants observed on different dates after chemical applications.

Fungicide	Number of dead plants[1]			Total
	May 20, 1988	June 21, 1988	December 21, 1988	
Pronto-40	6	3	8	17
Benlate	9	5	4	18
Baccin	5	2	11	18
Terraclor	10	1	8	19
Control	8	2	11	21
Total	35	13	42	93

[1] Each treatment consisting of 24 tested coffee plants.

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาโรคเหี่ยวของกาแฟที่แปลงของเกษตรกร พบการระบาดของโรคค่อนข้างรุนแรง พืชแสดงอาการของโรคเด่นชัดในช่วงฤดูร้อน ในขณะที่อากาศแห้งแล้ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Baker (1972) ที่เสนอว่า ปัจจัยสำคัญที่ทำให้การระบาดของโรคเหี่ยวของกาแฟคือ ความเครียดจากสภาพแวดล้อม (Environmental stress) เช่น การขาดน้ำของพืช ความเป็นกรด เป็นด่างของดิน เป็นต้น นอกจากนั้นยังพบว่าต้นกาแฟที่แสดงอาการเหี่ยวนั้น เมื่อตัดดูลำต้นตามยาวพบรอยแผลจากการเข้าทำลายของหนอนเจาะลำต้น ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ Gerlagh (1989) สันนิษฐานว่าหนอนเจาะลำต้นอาจเป็นสาเหตุทำให้พืชมีแผล ต่อมาทำให้เชื้อรา *Fusarium decemcellulare* ซึ่งปกติเป็น Weak parasite เข้าทำลายกาแฟได้ ทำให้เกิดอาการ canker อาการนี้เกิดจากการที่เนื้อเยื่อ Cambium ถูกเชื้อเข้าทำลาย แล้วพืชตอบสนองโดยการสร้าง Cork cambium ขึ้นมาใหม่ และ Cork cambium นี้จะสร้างเนื้อเยื่อ Cork พอกขึ้นมาอีกหลายชั้น ทำให้เกิดอาการ canker สำหรับเชื้อ *F. decemcellulare* นี้ Buyckx (1962) รายงานว่าสามารถเข้าทำลายกาแฟ และโกโก้ ทำให้เกิดอาการ Canker ในพืชทั้ง 2 ชนิดนี้ได้ ซึ่งอาการ canker ที่เกิดขึ้นนี้แมลงเข้าทำลายพืชก่อน แล้วเชื้อราเข้าทำลายตามทีหลัง.

อาการที่พบและทำการแยกเชื้อมี 3 แบบ ได้แก่ อาการที่เนื้อไม้เปลี่ยนเป็นสีม่วง พบเชื้อ *F. solani* เชื้อชนิดนี้มีรายงานว่าทำให้เกิดโรคเหี่ยวกับกาแฟในประเทศเคนยา โดยเชื้อจะเข้าสู่รากของพืชทางบาดแผล (Baker, 1972) อาการ canker พบเชื้อ *F. decemcellulare* และอาการรอยคอดพบเชื้อ *F. semitectum* และ *F. solani* ในต่างประเทศพบเชื้อ *F. stilboides* ทำให้เกิด

โรค Fusarium bark disease โรคดังกล่าวนี้แสดงอาการรอยคอด และ canker เช่นกัน (Baker, 1970).

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อ *F. solani, F. decemcellulare* และ *F. semitectum* ที่แยกได้พบว่า เชื้อ *F. solani* มี colony บน PDA สีขาวครีม สร้าง Micro-conidia บนก้าน conidiophore ที่ยาว macro-conidia มีผนังกั้นตามขวาง 1-5 อัน เชื้อรา *F. decemcellulare* สร้าง Micro-conidia ที่มักเรียงต่อกันเป็นลูกโซ่ Macro-conidia รูปร่างยาว เซลหัวท้ายโค้งแหลม มีผนังกั้นตามขวาง 7-10 อัน ผนังเซลของเซลหัวท้ายหนากว่าเซลอื่นๆ วัดขนาดได้ 27.6-79.3 x 3.5-5.2 ไมครอน colony สีม่วง และเชื้อ *F. semitectum* ลักษณะ Colony สีน้ำตาลอมเหลือง Macro-conidia มีผนังกั้นตามขวาง 0-7 อัน เจริญบนก้านสั้นๆ ไม่พบ Micro-conidia ซึ่งลักษณะของเชื้อทั้ง 3 ที่พบนี้สอดคล้องกับผลงานที่ Booth (1977) ได้ศึกษาไว้.

การปลูกเชื้อรา *Fusarium* spp. ลงบนต้นกาแฟในเรือนเพาะชำนั้น ไม่สามารถทำให้เกิดอาการของโรคเหี่ยวได้เหมือนในสภาพธรรมชาติ สำหรับการปลูกเชื้อนี้ Siddiqi and Corbett (1963) ทำการปลูกเชื้อ *F. stillboides* ซึ่งพบว่าต้องใช้เวลานานถึง 15 อาทิตย์ จึงจะเห็นอาการเริ่มแรก หลังจากนั้นอีก 3 สัปดาห์ อาการ collar rot จะเริ่มปรากฏขึ้น และทำให้ต้นกาแฟตายในที่สุด.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการศูนย์วิจัย และ พัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้เงินอุดหนุนในการวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณ Dr. M. Gerlagh และ Mrs. J. H. Veenbaas-Rijks, Research Institute for Plant Protection (IPO), Wageningen, the Netherlands ที่ช่วยกรุณาให้คำปรึกษา และช่วยในการจำแนกชนิดของเชื้อราในการวิจัยครั้งนี้ และผู้ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ไร่กาแฟในการวิจัยครั้งนี้ คือ Mr. Clause Bettenhousen คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง.

เอกสารอ้างอิง

ศรีชูวงศ์, สมบัติ. (2530). ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002. ติดต่อส่วนตัว.

Baker, C.J. (1970). Coffee bark disease in Kenya. Kenya Coffee 35 : 1-3.

Baker, C.J. (1972). *Fusarium solani* associated with a wilt of *Coffea arabica* in Kenya. East African Agricultural and Forestry Journal. 38(2) : 137-140.

Booth, C. (1977). Fusarium laboratory guide to the identification of the major species. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 58 p.

Buyckx, E.J.E. (1962). Precis des maladies et des insectes nuisibles rencontres sur les plantes cultivees au congo, au Rwanda et au Burundi, INEAC. 708 pp.

Yodmanee, Chavalit. (1988). Coffee as a cashcorp to substitute opium poppy. International Seminar on Coffee Technology, Highland Coffee Research and Development Centre, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, Thailand.

วารสารเกษตร 7(3) : 251-266 (2534)

Journal of Agriculture 7(3) : 251-266 (1991)

MINERAL NUTRITION OF RUMINANT IN THAILAND

Boonserm Cheva-Isarakul [1] *and Kasidit Euchiewchankit* [2]

แร่ธาตุกับสัตว์เคี้ยวเอื้องในประเทศไทย

บุญเสริม ชีวะอิสระกุล [1] *และ กษิดิส อื้อเชี่ยวชาญกิจ* [2]

บทคัดย่อ : รายงานนี้ได้รวบรวมผลการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณแร่ธาตุในพืชอาหารสัตว์ และซีรัมของสัตว์จากพื้นที่ต่างๆ ในประเทศไทย นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ส่วนประกอบของแร่ธาตุที่มีขายทางการค้า และกล่าวถึงผลการเสริมแร่ธาตุซึ่งมีผู้ศึกษาไว้ แม้ว่าส่วนที่ศึกษาจะมีความแปรปรวนค่อนข้างมาก แต่พอที่จะเห็นได้ว่า แร่ธาตุที่สัตว์เคี้ยวเอื้องมักได้รับไม่พอกับความต้องการ ได้แก่ Na, Ca, P, Cu, Zn และ Se ปริมาณแร่ธาตุหลักในซีรัมของโค, กระบือ, และแกะ ตามที่นักวิจัยรายงานมักจะอยู่ในช่วงดังนี้ Ca: 9-13 มก. P: 4-6 มก. K: 9-12 มก. Na: 250-320 มก. Mg: 1.8-2.5 มก. ใน ซีรัม 100 มล. นักวิจัยบางท่านสรุปว่า แม้ธาตุ Ca และ P ในตัวอย่างหญ้าจะต่ำแต่ความเข้มข้นของแร่ธาตุหลัก และแร่ธาตุปลีกย่อยในซีรัมก็อยู่ในช่วงปกติ สภาพดินพรุทางภาคใต้จะมีธาตุ Mg, Cu และ Zn ต่ำ ส่วนทางภาคอีสานในดินมักขาด P, S, K, Cu และ Mo. ปริมาณแร่ธาตุในดิน และในซีรัมของโค และกระบือ ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน แร่ธาตุที่ขายในรูปเกลือแร่ในรูปก้อนและผง มีความแตกต่างกันมาก ผลิตภัณฑ์บางชนิดมีธาตุหลักและธาตุรองในปริมาณพอสมควร แต่ก็มีผลิตภัณฑ์ที่มีเกลือเป็นหลัก.

การเสริมแร่ธาตุแก่สัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งมีผลดีต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวและการสืบพันธุ์ อย่างไรก็ตาม การเสริมแร่ธาตุไม่มีผลต่อระดับของแร่ธาตุในซีรัม เมื่อเปรียบเทียบแหล่งของ Ca และ P มีรายงานว่าแหล่งจากกระดูกป่นดีกว่า Dicalcium phosphate ทั้งในการเพิ่มน้ำหนักตัว การสืบพันธุ์ และการสะสมแร่ธาตุของเนื้อเยื่อ

ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะ ให้สำรวจการขาดธาตุเพื่อการเกิดพิษเนื่องจากแร่ธาตุ ตลอดจนการแก้ไขปัญหานี้ในพื้นที่ที่มีลักษณะการเกิดประเด็นดังกล่าว.

ABSTRACT : The reports on mineral content of forages available in different parts of Thailand, as well as mineral concentration in animal serum and in soil were compiled. In addition, commercial mineral mixtures were analysed, while the studies on mineral supplement were reviewed.

---

[1] ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.
[1] Department of Animal Husbandy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, Thailand.
[2] ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900.
[2] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

Although high fluctuation was found among reports, it seemed that Na, Ca, P, Cu, Zn and Se were insufficient to meet the requirement of ruminant animals. The concentration of major minerals in serum of cattle, buffaloes, and sheep reported by most authors were 9-13 mg Ca, 4-6 mg P, 9-12 mg K, 250-320 mg Na and 1.8-2.5 mg Mg in 100 ml serum. Some authors concluded that the concentration of major and trace minerals in serum was in a normal range although grass samples were low in Ca and P. Peat soil which is the major soil type in the South was low in Mg, Cu and Zn, while pasture soils of northeastern Thailand were deficient in P, S, K, Cu and Mo. No correlation between the mineral content in soil and in serum of cattle and buffaloes was found. Mineral mixtures, commercially supplied in block or powder form, varied widely in their concentration. Some products were composed of major and trace elements in considerable amounts, while others were mainly salt.

The supplement of minerals to ruminants, especially in the dry season had positive effects on weight gain and reproductive performances. However, no effect of the supplement was found in mineral concentration of blood serum. When different sources of Ca and P were compared, it was reported that bone meal was superior to DCP in supporting higher weight gain, a better feed conversion ratio and the mineral retention of lambs.

The research priority suggested by authors was to survey the potential areas of mineral defficiency or toxicity, mineral availability and the alleviation of mineral deficiency or imbalance problems.

INTRODUCTION

Ruminant industry in Thailand has been boosted since the last decade, thus more attention is paid to the improvement of production efficiency. Mineral nutrition is one of the interesting aspects, due to its role in animal production. Its imbalance in feed resources is well accepted as one of the most important limitation to ruminant production. A certain amount of research work in Thailand was involved with both the general survey of mineral concentration in cattle and buffalo serum as well as its supplement to animals. This review intends to present the necessary information for the benefit of further study within the country as well as for neighbouring countries.

MINERAL NUTRITION STATUS

MINERAL CONTENT IN FORAGES AND FEEDSTUFFS

Holm (1971) published the composition and nutritive value of feedstuffs in northern Thailand, including the content of calcium (Ca), phosphorus (P), potassium (K) and sodium (Na). Grass species and season of the year had an influence on the mineral content of forages. The plants were fertilized and irrigated in the dry season.

Ca and P content was 10-20% higher in the dry season (Holm, 1973). *Panicum maximum* had a high Ca content while *Tripsacum laxum* was low in this mineral. On the other hand *Brachiaria mutica* and *Chloris gayana* had a 3-4 times higher Na content than other species. In the highland conditions of northern Thailand where *Imparata cylindrica* is the most common species, the average mineral content of native plants was 0.18% (0.09-0.47%) P and 0.10% Na (Falvey, 1980).

A later study in central part of the country by Tumwasorn (1981) found that native grass species had a low P (0.13-0.20%) and copper (Cu) content, while other minerals were just sufficient. Vichulata *et al.* (1983) measured the mineral content of forages in the dry and wet seasons and reported that only 25-35% of the samples were deficient in Na, P and Cu, while 73, 61, 58 and 77% of the remaining samples were at borderline to deficient in Ca, P, Cu and zinc (Zn) respectively.

Limpoka *et al.* (1982) determined the concentration of Ca, P, magnesium (Mg), manganese (Mn), Cu, Zn, Na and K in native forages in some provinces of the lower north and northeastern part of Thailand and found that grasses provided sufficient minerals for grazing cattle. Pichaicharnarong (1974) reported that the grasses grown in the Northeastern were deficient in Cu, cobolt (Co), Mn, sulfur (S) and showed a total lack of iodine (I) and selenium (Se). In a later report, Pichaicharnarong *et al.* (1988) concluded that Cu, Zn and Se content of some fresh grasses were 1.94-6.40, 19.83 and 0.04 ppm respectively, which were lower than the recommended requirement. In the survey study of Sakpuaram *et al.* (1986) there was a positive relationship between mineral content in blood serum of cattle and buffaloes and in grasses in some northeastern provinces. The levels of mineral concentration in grasses from different studies are shown in Table 1.

Falvey (1980, 1982) indicated that the forages selected by highland cattle apparently contained sufficient nitrogen (N) and P for higher liveweight gain than the average rate and one of the productivity limitation may be the low Na levels. Low forage Na concentration (0.01%) along with low Na levels in saliva, rumen fluid and faeces were noted. Overall production increased by 20% when Na was supplemented.

MINERAL CONTENT IN SERUM OF RUMINANTS

The survey studies on mineral concentration in serum of cattle, buffaloes and sheep in Thailand are summarized in Table 2 and 3. The concentration of major elements did not vary much, i.e. 9-13 mg Ca, 4-6 mg P, 9-21 mg K, 250-320 mg Na and 1.8-2.5 mg Mg in 100 ml serum. However, the concentration of Mg in serum of cattle and buffaloes (5.0-6.0 mg/100 ml serum) reported by Limpoka *et al.* (1982) was 2 times higher than the other reports.

Table 1. Concentration of major and minor elements in grasses.

Unit	Ca	P	K	Na	Mg	References
mg%	0.28-0.31 (64)	0.22-0.53 (62)	- -	-	2.2-3.0 ppm (61)	Limpoka *et al.* (1982)
mg/100 g	119.27-324.05	39.69-87.64	0.69-0.96% DM	- -	- -	Senakas *et al.* (1984b)
%DM	0.16	0.12	-	-	0.17	Senakas *et al.* (1984a)
%DM	0.17-1.06	0.32-0.74	0.58-2.28	0.03-0.05	-	Holm (1973)
mg%	1713-3107		1.26-1.94	0.19-0.54	-	Sakpuaram *et al.* (1986)
%DM	0.31	0.20-0.36	0.99-2.49	0.01-0.0	0.09-0.19	Vijchulata *et al.* (1984)
%DM	0.28-0.37	0.07-0.18	1.51-2.53	-	0.16-0.23	Tumwasorn (1981)
	Cu	**Zn**	**Mn**	**Fe**	**Se**	
ppm	18.1-48.5 (32)	113.5-246.0 (49)	91.3-412.5 (54)	-	-	Limpoka *et al.* (1982)
ppm	13.9-19.6 (163)	72.5-96.4 (163)		- -	-	Sakpuaram *et al.* (1986)
(mg/kg)	8.56	29.1	-	1140	-	Senakas *et al.* (1984a)
mg/100 g	-	-	19.08-19.71	-	-	Senakas *et al.* (1984b)
ppm	1.94-6.40	19.83-50.61	-	-	0.04	Pichaicharnarong *et al.* (1988)
mcg/g	1.16-5.46	18.6-31.3	51.7-45.7	265-342	-	Vijchulata *et al.* (1984)
ppm	7-10	30-38	186-281	487-866	-	Tumwasorn (1981)

* Numbers in brankets are the amount of samples being analysed.

Table 2. Ca, P, K, Na and Mg concentration in ruminant serum.

Unit	Ca	P	K	Na	Mg	References
CATTLE						
mg%	10.2-13.3 (154)	4.8-7.0 (82)	17.5-21.4 (73)	252.0-320.0 (76)	51.7-56.6 ppm (138)	Limpoka *et al.* (1982)
mg%	8.5-8.7 (74)	5.6-5.8 (74)	-	-	2.1-2.2 (74)	Vadhanakul *et al.* (1984)
mg%	12.2-15.0 (312)	3.4-5.3 (312)	9.1-18.6 (312)	257-294 (312)	18.4-25.9 ppm (312)	Sakpuaram *et al.* (1986)
mg/dl	9.8	5.7	-	-	2.3	Senakas *et al.* (1984a)
mg/dl	8-10	4.6-7.0	-	-	2.1-3.0	Senakas *et al.* (1984c)
mg/dl	10.16 (429)	6.71 (429)	-	-	2.6 (429)	Senakas *et al.* (1989a)
BUFFALOES						
mg%	10.5-14.7 (87)	3.8-6.0 (49)	17.4-24.2 (49)	201-338 (45)	57.0-62.6 ppm (83)	Limpoka *et al.* (1982)
mg%	12.8-15.1 (436)	3.5-5.4 (436)	16.3-19.0 (436)	267-295 (436)	22.4-28.9 ppm (436)	Sakpuaram *et al.* (1986)
SHEEP						
mg/dl	10.1-11.2 (30)	6.0-6.5 (30)	-	-	2.6-3.2	Senakas *et al.* (1984b)

* See Table 1.

Table 3. Cu, Zn, Mn, Fe, and Se concentration in ruminant serum.

Animal	Cu	Zn	Mn	Fe	Se	References
CATTLE						
ppm	1.1-1.2 (149)	3.4-5.2 (148)	0.08 (144)	-	-	Limpoka *et al.* (1982)
mcg%	48.1-53.6 (74)	119-124 (74)	-	157.5-17.14 (74)	-	Vidhanakul *et al.* (1984)
ppm	0.3-0.5 (312)	1.4-2.4 (312)	-	-	-	Sakpuaram *et al.* (1986)
mcg/ml	0.52	1.19	-	1.65	-	Senakas *et al.* (1984a)
ppm		2.42-3.69	0.03-0.07			Limpoka *et al.* (1986)
ppm	0.7	1.38		0.13		Pichaicharnarong *et al.* (1988)
mcg/ml	0.16-0.65	1.10-1.95	-	1.23-2.45	21.2-42.4	Senakas *et al.* (1989)
BUFFALOES						
mcg/ml	0.9-1.1	-	-	-	0.01-0.07	Pichaicharnarong *et al.* (1983)
ppm	0.3-0.4 (436)	1.5-2.0 (436)				Sakpuaram *et al.* (1986)
ppm	0.9-1.2 (80)	4.9-5.4 (80)	0.06-0.08 (74)	-	-	Limpoka *et al.* (1982)
SHEEP						
mcg/ml	0.72-0.89 (30)	0.95-1.56 (30)	-	1.63-1.66 (30)		Senakas *et al.* (1984b)
mcg/ml	0.47 (421)	1.09 (421)	1.36 (421)			Senakas *et al.* (1989)

* See Table 1.

Among trace elements Cu and Zn were quite interesting (Table 3). Sanakas *et al.* (1984a) found that Cu concentration in cattle serum was 0.52 mcg/ml or 0.52 ppm, similar to Vadhanakul *et al.* (1984) and Sakpuaram *et al.* (1986). While the first authors reported that these animals tended to show deficiency signs, i.e. rough and discoloration of hair due to the low Cu but high Fe in grass samples (8.5 ppm

Cu and 1084 ppm Fe), the latter authors did not found any deficiency indication in their cattle.

The survey study in sheep by Senakas *et al.* (1984b) reported that the concentration of major and trace minerals in serum was in a normal range although grass samples were low in Ca and P.

MINERAL CONTENT IN SOIL

A study in the south by Senakas *et al.* (1984a) reported that peat soil, the major soil type covered large grazing area in the south, composed of exchangeable Ca, Mg, Na and K at 1.67, 1.30, 0.38 and 0.25 meq/100 g of soil respectively. Trace element concentration, Cu and Zn, were 0.31 and 0.99 ppm. They concluded that this type of soil contained low Mg, Cu and Zn.

Table 4. Concentration of mineral in soil.

Unit	Ca	P	K	Mg	Na	References
mg%	83.8-127.0 (65)	6.3-9.2 (65)	-	112.5-247.0 ppm (65)	-	Limpoka *et al.* (1982)
mg%	98-175 (125)	-	0.003-0.006 (125)	22.0-56.6 ppm (125)	0.38-0.48 (125)	Sakpuarm *et al.* (1986)
	Cu	**Zn**	**Mn**	**Se**		
ppm	1.25-0.95 (65)	5.0-11.3 (65)	82.7-59.8 (65)	- -		Limpoka *et al.* (1982)
ppm	0.3-0.5 (105)	3.03-5.83 (125)	-	-		Sakpuaram *et al.* (1986)
ppm	20.7	45.5	-	0.25-0.98		Pichaicharnarong *et al.* (1988)

Shelton *et al.* (1979) studied pasture soil nutrients of northeastern Thailand. The results from a series of nutrient omission pot trials on acid sandy upland soils and soil analyses confirmed that the soil was deficient in P, S, K, Cu, and molybdenum (Mo). Limpoka *et al.* (1982) found no relationship between mineral content in soil and in serum of cattle and buffaloes. The authors reported that mineral content of soil in the study area was 84 - 127 mg% Ca, 6.3-9.2 mg% P,

113-247 ppm Mg, 0.95-1.25 ppm Cu, 5.0-10.3 ppm Zn and 82.7-59.8 ppm Mn respectively.

COMMERCIAL MINERAL MIXTURES

Mineral mixtures, commercially available as ruminant feed in Thailand are in the form of either powder or lick block. The powder is recommended to use in concentrate mixture or directly supplemented to roughages, while a lick block is given as a free choice. The products are either produced in the country or imported. The price is considerably high especially for those imported products. Their components are vary widely, as shown in Table 5.

The formula of some of these mineral mixtures were calculated according to the information indicated on the tag (Table 6).

It is noticable that some products composed of major and trace elements in considerable amount, while in other products the major element is mainly salt. Some contained high amount of vitamins, while the others have no Ca and/or P. The amount of minerals obtained from commercial supplement when 10 kg feed dry matter intake (300 - 400 kg beef cattle with 0.2 - 0.6 kg daily gain) was assumed is shown in Table 7. The Value were compared to the requirement of animals.

Table 5. Mineral content of commercial mineral mixture.

	Lick Block			Powder			
	Cubeco[1]	A-one[1]	Special T[2]	Supermix3	Supmix[3]	CB-RAL[4]	Ramical[5]
Amount (%)							
Ash	65	-	-	-	-	-	-
Ca	12	-	-	15.75	-	5	13
P	12	-	-	10.9	6.4	-	5
Na	4	38*	98*	30*	10.6	3.93	-
Cl	-	-	-	-	-	6.07	-
K	-	-	-	-	0.02	0.002	-
Mg	3	0.45	0.5	0.6	-	0.010	0.05
(ppm)							
Mn	1500	210	210	6700	7020	-	500
Zn	1500	280	320	-	-	756	1040
Fe	750	1650	1600	7000	7200	620	450
Cu	20	250	300	1400	1900	525	200
Co	15	55	45	60	38	155	12
I	40	125	125	370	730	74.2	16
Se	3	10	12	4	-	5	
Vit A (IU/kg)	60,000	-	-	-	2,250,000	-	200,000
Vit D_3 (IU/kg)	12,000	-	-	-	450,000	-	40,000
Vit E mg/kg	60	-	-	-	200		
Filler,%	-	-	-	-	>50	>50	-
Mixing direction (per 100 kg feed)				500 g	500 g	500 g	5 kg

[1] AIP. Co. Ltd.
[2] Special T Feeds Ltd. (Kana Co. Ltd.)
[3] Advance Pharma Co. Ltd.
[4] Wellab International Co. Ltd.
[5] Ramical Siam Industry, Co. Ltd.
* Salt

Table 6. Calculated mineral sources contained in mineral mixture.

	Supermix (powder)		DLD[1] (block)		Cubeco (block)
(g/100 g)					
DCP	55.3		17		64.7
NaCl (%)	31.5		70		10.3
$MgSO_4.7H_2O$	6.1		0.004	MgO	5.6
S	-		2		-
(mg/100 g)					
$MnSO_4.H_2O$	2060		250	MnO	288.5
ZnO	-		350		326.1
$FeSO_4.7H_2O$	3480	Fe_2O_3	600	$FeSO_4.7H_2O$	375.0
$CuSO_4.5H_2O$	550		400		8.0
$CoCl_2.6H_2O$	24		40		7.1
KI	480		3		5.8
NaSe	-		2		0.7
Filler (g)	0.5	Cement	10		-

[1] Promma *et al.* (1988), Department of livestock development.

Table 7. Minerals required by beef cattle and the amount supplied by commercial mineral mixtures.

		Lick block[3]			Powder[4]			
	Req[2]	Cubeco	A-one	Special T	Supermix	Supmix	CB-RAL	Ramical
(g/day)								
Ca[1]	14-22	6	-	-	7.88	-	2.5	65
P[1]	12-17	6	-	-	5.45	3.2	-	25
Na	6-10	2	7.2*	18.6*	5.7*	5.3	2.0	-
K	50-70	-	-	-	-	0.01	0.001	-
Mg	5-25	1.5	0.22	0.25	0.3	-	0.005	0.25
S	8-15	-	-	-	-	-	-	-
(mg/day)								
Mn	200-500	75	10.5	10.5	335	351	-	250
Zn	200-400	75	14	16	-	-	37.8	520
Fe	500-1000	37.5	82.5	80	350	360	31	225
Cu	40-100	1	12.5	15	70	95	26.25	100
Co	0.7-1.1	0.75	2.75	2.25	3	1.9	7.75	6
I	2-20	2	6.25	6.25	18.5	36.5	3.71	8
Se	0.5-3	0.15	0.5	0.6	0.2	-	-	2.5

1 Ca and P required by 300-400 kg BW growing and finishing cattle (medium frame steer calves) with 0.2-0.6 kg daily gain (NRC, 1984).
2 Requirement of beef cattle suggested by NRC (1984).
3 Assumed quantity of the block being licked is 50 g/d.
4 500 g or 5 kg mineral mixture was suggested for 100 kg feed (see Table 2). Estimated feed consumption for 300-400 kg cattle is 10 kg dry matter.
* Salt contains 38% Na.

STUDY ON MINERAL SUPPLEMENT

Falvey (1980) studied the supplementation of Na and P under Thai highland conditions. In the experiment lasting 39 months 2 groups of native cattle, each of nine heads, grazed on a native range. The first group was drenched with an aqueous solution of sodium dihydrogen orthophosphate at 30 g/h/d, while the other group did not get any supplement. Liveweight gain of cattle in the treated group was significantly higher ($P < 0.05$) and they produced more calves ($P < 0.01$) with lower mortality rate (15.8 vs 41.7%; $P < 0.05$) than the control. The author concluded that this response can probably be attributed to the Na rather than the P component of the supplement and Na was an important deficiency in the diet of cattle grazed in native highland pasture in Thailand.

The mineral supplement in central Thailand clearly showed the improved weight gain and conception rate (Tumwasorn *et al.*, 1980). In a 180-day study during the wet season, the unsupplemented cattle gained 176 g/d, while the supplemented group gained 230 g/d with increased conception rate of 21% (64 vs 43%). In a later study, Tumwasorn (1981) had given mineral mixture as a free choice to 43 heads of native cattle and 1/4 Brahman crossbred calves compared with the 77 heads of the non supplemented group. The effect of season (wet, dry and the extra period of supplement) on liveweight change and blood parameters were investigated. The dry-season supplement had the highest percentage of improvement, while the wet-period treatment revealed the lowest responses. The range of improvement varied considerably from 14-23% in the native and 21-31% in the crossbred cattle respectively. Blood parameters in both groups were not significantly different, but low level of Ca and P in plasma were found. The supplemented cows had a 17% higher conception rate than the unsupplemented group.

On the other hand Vijchulata *et al.* (1984), Senakas *et al.* (1984a) and Senakas *et al.* (1989b) found that mineral supplement had no effect on daily weight gain. In a 180-day grazing trial, predominantly on para grass (*Brachiaria mutica*) pasture by Vijchulata *et al.* (1984), 36 Charolais x Native crossbred cattle were divided into 3 groups, no supplement or supplemented with either bone meal + salt (2 :1) or a complete mineral premix. No significant difference on daily weight gain (approximately 340 g/day) was found among groups. Most of the minerals being analysed in plasma, liver and rib bones of slaughtered animals were in adequate concentration and were not affected by the supplements. Senakas *et al.* (1984a) studied the effect of mineral supplement on cattle grazing natural pasture in a peat swamp area. The supplemented group (n = 10) consumed mineral at an average of 85 g/h/d. However, dietary mineral did not affect the level of Ca, P, Mg, Cu, Zn, and Fe concentration in blood serum compared to the unsupplemented control.

The effect of mineral supplement on blood parameters of cattle grazing native pasture during the dry season had been determined by Senakas *et al.* (1989b). No significant difference in mineral concentration in blood serum was found between the supplemented and non-supplemented group. Both groups lost weight to the same extent (-32.29 vs -34.14 kg) . The ratio of blood urea nitrogen to serum creatinine

decreased progressively during the experiment, indicating a severe deficiency of energy and protein in the experimental diet.

The availability of Ca and P from dicalcium phosphate (DCP) and bone meal at two levels of P was compared in the study with 44 lambs for 91 days by using a comparative slaughter method for skeleton analysis (Kwaschik *et al.*, 1990) . It was found that bone meal supported higher weight gain, better feed conversion ratio (FCR) and higher mineral retention in lamb bones than DCP. No significant difference in bone mineral retention was found when Ca:P ratio was in a range of 1.4 to 2.9. Contrary to high level of P, the normal P level for both sources of mineral supplement provided superior FCR and higher P availability.

LABORATORY INSTRUMENTS AND ANALYTICAL METHODS

Most of the equipment and analytical methods used in these studies were:

Sample	Elements	Instruments	Analytical methods
Serum	P, Fe	Spectrophotometer	Fiske and Subbarow (1925)
	Na, K	Flame photometer	
	Ca, Mg, Cu Zn, Mn	Atomic absorption spectrophotometer	Fick *et al.* (1979)
	Se	Spectrophoto-fluorometer	Whetter and Ullrey (1978); Olson *et al.* (1975)
	Cu, Co, Se	Neutron activator	
Forages	P	Spectrophotometer	Pulss (1961); Gomeri (1942)
	Ca, Na, K	Flame photometer	
	Ca, Mg, Cu Zn, Mn	Atomic absorption spectrophotometer	Fick *et al.* (1979)
Soil	P	Spectrophotometer	
	Ca, Na, K	Flame photometer	
	Ca, Mg, Cu Zn, Mn	Atomic absorption spectrophotometer	

RESEARCH PRIORITY

Research priorities for a mineral nutrition study in Thailand should be as follows :

1. Survey on potential areas of mineral deficiency or toxicity

Since the study on mineral nutrition of ruminants in Thailand is rather limited, the determination of potential areas where minerals are deficient or toxic is required. The study may be based on a survey of mineral concentration in animal tissues, bone or blood parameters along with the mineral content in forages and other feeds. The information will be very useful in awaring of mineral deficiency or toxicity in such area.

2. Study on mineral availability

There are factors which affect the availability of dietary mineral such as form of minerals, mineral sources, concentration of or ratio between certain minerals, animal age and interaction of minerals with other nutrients. The data on availability will aid scientists, researchers or extention workers in formulating appropiate mineral supplement to animals in different conditions.

3. Alleviating mineral deficiency or imbalance problems.

There are many direct or indirect methods of providing minerals to grazing ruminants. Indirect methods include the application of fertilizers containing minerals and/ or altering soil pH to maximize mineral availability to plants, or encouraging growth of specific pasture species. Direct methods could be done by different means such as providing minerals to animals in the form of lick blocks, mixtures, drenching or injections. The appropriate mineral supplement by using local mineral resources either for immediate treatment (curing, remedy) or long term treatment (prevention) are of interest.

PROBLEMS AND CONSIDERATIONS

To determine the potential areas where mineral deficiency or toxicity would occur for grazing animals, the folowing points should be taken into consideration :

1. Animals should be sure to obtain adequate nutrients other than minerals otherwise the results will be confounded and leads to the misinterpretation whether it is the effect of mineral deficiency or other complications.
2. To obtain a reliable profile of the herds status, a sufficient number of samples to be analysed or studied is required. In sampling pasture it should be borne in mind that mineral content of a pasture varies considerably over the grazing season. In order to obtain a general impression of the feed over the grazing season, it is necessary to set up a proper sampling scheme.
3. In tracing deficiency, some mineral concentration in blood serum or plasma may not be affected, unless a severe deficiency occurs. Hence more relevant samples such as other excreta or tissues should be selected as the main criterion.
4. To avoid misunderstanding, the units used for expression the mineral concentration in animal parameters, plant tissues or soil samples should be clearly defined, whether it based on w/w, w/v or v/v and whether it was expressed on fresh or dry matter basis.

REFERENCES

Falvey, L. (1980). Sodium and phosphorus supplementation studies in the Thai highlands. Proc. First seminar on mineral nutrition in Thailand, Kasetsart U., Bangkok, Thailand, P. 8-14.

Falvey, L. (1982). Determination of nutritional deficiencies of highland cattle. Thai J. Agric. Sci. 15 : 275-294.

Fick, K., McDowell, L.R., Miles, P., Wilkinson, N.S., Funk, J.D. and Conrad. J.H. (1979). Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Anim. Sci. Dept., U. of Florida, Gainesville, U.S.A. (Cited after Vijchulata *et al.*, 1983).

Fiske, C. H. and Subbarow, Y. (1925). The colorimetric determination of phosphorus. J. Biol. Chem. 66 : 375. (Cited after Senakas *et al.*, 1984c).

Gomeri, G. (1942). J. Lab. Clin. Med. 27 : 955. (Cited after Hanai, J., O. Nishiwaki and Yano, H. (1989). Study on mineral concentration of forages in Malaysia and Thailand. In : Recent progress on mineral nutrition and mineral requirements in ruminants. Proceedings of International Meeting on Mineral Nutrition and Mineral Requirements in Ruminants, Kyoto, Japan. p.139-142.

Holm, J. (1971). Feeding Table : Composition and nutritive value of feedstuffs in northern Thailand. Thai-German Dairy Project, Livestock breeding station, Huey Kaeo, Chiang Mai, Thailand. 23 p.

Holm, J. (1973). The mineral content of some tropical fodder plants at different stages of growth periods in northern Thailand. Thai J. Agric. Sci. 6 : 257-266.

Kwaschik, R., Cheva-Isarakul, Bs. Ter Meulen. U. and Guenther, K.D. (1991). Calcium and phosphorus source as mineral supplements for ruminant in Thailand. Thai J. Agric. Sci. 24(2) : 149-162.

Limpoka, M., Tassanawat, T. and Sukpuaram, T. (1982). Studies on the relationships of mineral elements in blood of cattle and buffalo, soil and native forages from limited provinces of Thailand. Kasetsart Veterinarian. 3(1) : 9-24.

Limpoka, M., Sirivejpundu, S. Kanchanomai, R. (1986). Studies on the relationships of mineral elements in animals. III. Study on zinc and manganese serum levels in dairy cows. Kasetsart Veterinarians. 7(1) : 25-29.

N.R.C. (1984). Nutrient requirements of dairy cattle, 6th Ed. National Academy Press, Wash, P., S. Chipadpanice and L. R. McDowell. 1983. Mineral status of cattle raised in villages in central Thailand. Trop. Anim. Prod. 8 : 131-137.

Olson, O.E., Palmer, I.S., Cary, E.E. (1975). Modification of the official fluorometric method for selenium in plants J. Assoc. Off. Anal. Chem. 58(1) : 117-121. (cited after Pichaicharnarong *et al.* (1988).

Pichaicharnarong, A., Loypetjra, P. Chaiyabutr, N. Chirawongaram, S. Wongsombul T., Usanakornkul, S. and Sirisena, K. (1983). Study on level of Cu, Co and Se in swamp buffalo serum in different region of Thailand. Thai. J. Vet. Med. 13(4) : 260-273.

Pichaicharnarong, A. (1974). Animal production problems in Thailand. In : Tracer Techniques in Tropical Animal Production. IAEA, Vienna. P.195-200.

Pichaicharnarong, A., Loypetjra, P., Chaiyabutr, N., Jaritpakorn, P., Tipayaraksa, T., Suanprasert, N., Chareonkwan, S., Poldeenana, S., Komolvanich, S. and Chareonnetisastra, P. (1988). Study on levels of Cu, Zn and Se in the sera of dairy cattle, forages, concentrates and soil at Muag Lek, Thailand. Thai J. Vet. Med. 18(4) : 275-289.

Promma, S., Tuikampee, S., Vidhyakorn, N. and Indratula, T. (1988). The DLD method for producing mineral licks for dairy cattle. In : Abstracts of the 26th Annual Agricultural Conf., Anim. Sci. Div. pp. 148-150, Kasetsart. U., Bangkok, Thailand.

Pulss, G. (1961). Landwitsch. Forsch. 14:38. (Cited after Holm, 1973).

Sakpuaram T., Limpoka, M., Tassanawat, T., Wajjwalku, W., Tongyai, S. and Chuthesa, A. (1986). Studies on the relationships of mineral elements in blood of cattle and buffalo, soil and native forages from limited provinces of Thailand II. Kasetsart Veterinarian. 7(1) : 9-24.

Senakas, U., Phusittikun, A., Vakama, V., Satjaphan, B., Rodjanastid, S. and Polperch, P. (1984a). Minerals supplementation for beef cattle grazing on unimproved grazing land in peat swamp area. Rep. on res. proj. No. 13-2905-27. 12 p.

Senakas, U., Phusittikun, A., Pothichan, S., Kiatsunthon, A. and Wakama, W. (1984b). The concentration of minerals in blood serum of sheep grazing on pasture on Ban Thon soils and Pakchong soils. Report of research project No 13-2924-27. DLD. Min. of Agric. and Co-op. 12 p.

Senakas, U., Phusittikun, A., Polperch, P., Wakama, W. and Kiatsunthon, A. (1984c). Mineral status of cattle raising at the peatland and sandy soil of Pikurn Thong development study area. Report of research project No 13-2924-27. DLD. Min. of Agric. and Co-op. 15 p.

Senakas, U., Phusittikun, A., Wakama, W., Rodjanastid, S., Kiatsunthon, A. and Kanchanapibul, N. (1989a). Concentration of blood constituents of cattle in Golok river basin study area. Report on the 8th Livestock Seminar, DLD., Ministry of Agricultural and Co-op. P.174-188.

Senakas, U., Polperch, P., Pholpark, S., Pholpark, M. and Wapakpetch, S. (1989b). Effect of mineral supplement on the level of blood constituents of cattle grazing native pasture. Report of research project No 13-0356-32. DLD., Min. of Agric. and Co-op. 15 p.

Shelton, H.M., Gutteridge, R.C., Wilaipon, N., Wickham, B., Kratzing, D.C. and Waring, S.A., (1979). Nutrient studies on pasture soils of northeastern Thailand. Thai J. Agric. Sci. 123 : 235-247.

Tumwasorn, S., Najasingha, C., Kaeowphrommarn, C. and Wanitchart, A. (1980). Mineral supplementation for one-forth American Brahman crossbred calves in the villages. In : Proc. First seminar on mineral nutrition in Thailand. pp. 18-33, Kasetsart U., Bangkok, Thailand.

Tumwasorn, S. (1981). Responses of beef calves to mineral supplement in the central Thailand villages. In : Proc. second seminar on mineral nutrition in Thailand. pp. 40-59. Kasetsart U., Bangkok, Thailand.

Vadhanakul, N., Mitpaibul, K., Seksit, P., Tonglua, W., Wattchai, K., Karnchanapaibul, N., Putivoranat, C. and Songsasen, P. (1984). Study on the normal concentration of mineral elements affecting fertility in serum of fertile dairy cows in Ayudhaya province. Kasetsart Veterinarians. 5(3) : 158-166.

Vijchulata, P., Chipadpanice, S. and McDowell, L.R. (1983). Mineral status of cattle raised in villages in central Thailand. Trop. Anim. Prod. 8 : 131-137.

Vijchulata, P., Srisak, P. and Pruksasri, P. (1984). Effects of mineral supplements on growth and mineral status of cattle grazed on paragrass (*Brachiaria mutica*) pasture. In : The Utilization of Fibrous Agricultural Residues as Animal Feeds. pp. 247-251 (Doyle, P.T., ed.). School of Agric. and Forestry, U. of Melbourne, Parkville, Victoria, Australia.

Whetter, P.A. and Ullrey, D.E. (1978). Improved fluorometric method for determinating selenium. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 61(4):927-930. (Cited after Pichaicharnarong *et al.*, 1988).

วารสารเกษตร 7(3) : 267-274 (2534)

Journal of Agriculture 7(3) : 267-274 (1991)

การศึกษาเปรียบเทียบการเลี้ยงขุนโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอน ในคอกด้วยอาหารข้น 2 ระดับ

โชค มิเกล็ด,[1] นิรันดร โพธิกานนท์[1] และ ถวิล การิญโญ[1]

STUDY ON FEEDLOT FEEDING OF WHITE LAMPHUN BULLS WITH 2 LEVELS OF CONCENTRATE

Choke Mikled,[1] Nirandorn Potikanon[1] and Thawin Karlpinyo[1]

ABSTRACT : To study on feedlot feeding of White Lamphun bulls by using 2 groups of animal, ages between 1 and 1 1/2 years old. Both groups, with 7 animals in each group consumed Ruzi grass and rice straw and supplemented with concentrate at the rates of 1.0 and 1.5 percent of body weight by group 1 and 2, respectively. The experiment was carried out until the body weight of each animal was about 300 kilogram. The average daily gain of both groups was 492.7 gram ($P > 0.05$). The average time spent in feedlot was 307 days for both groups ($P > 0.05$). The total feed consumption was 5.61 kilogram per day by group 1 and was 6.15 kilogram per day by group 2 ($P < 0.05$). The average feed conversion ratio for both groups was 12.16 kg ($P > 0.05$). The total costs (the price of the animal plus the feed cost) were 6,605.12 and 7,800.97 Baht in group 1 and 2, respectively ($P < 0.01$). So the benefit from this feedlot feeding experiment were 1,537.31 Baht in group 1 and only 409.28 Baht in group 2 ($P < 0.01$).

บทคัดย่อ : ทำการศึกษาทดลองขุนโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอนในคอก โดยใช้โคอายุประมาณ 1-1 1/2 ปี แบ่งสุ่มตามน้ำหนักออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 7 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารข้นร้อยละ 1 ของน้ำหนักตัว และกลุ่มที่ 2 ร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักตัว ทำการเลี้ยงขุนโดยใช้อาหารหยาบตามสภาพที่มีอยู่จนมีน้ำหนักประมาณ 300 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่าโคทั้งสองกลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย 492.7 กรัม ($P > 0.05$) โดยใช้เวลาในการขุนเฉลี่ย 307 วัน ($P > 0.05$) โดยกลุ่มที่ 1 กินอาหารหยาบเฉลี่ย 5.61 กิโลกรัม ซึ่งน้อยกว่าโคกลุ่มที่ 2 ที่กินได้วันละ 6.15 กิโลกรัม ($P < 0.05$) แต่ประสิทธิภาพโดยรวม 2 กลุ่ม ใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันโดยต้องใช้อาหารเฉลี่ย 12.16 กิโลกรัม ($P > 0.05$) สำหรับต้นทุนในการเลี้ยงขุนเฉพาะค่าตัวโครวมกับค่าอาหารในกลุ่มที่ 1 เท่ากับ 6,605.12 บาท และกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 7,800.97 บาท ($P < 0.01$) ทำให้การเลี้ยงขุนโคกลุ่มที่ 1 ได้กำไรเฉลี่ยต่อตัว 1,537.31 บาท และโคกลุ่มที่ 2 ได้กำไรเพียง 409.28 บาท ($P < 0.01$).

---

[1] ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

[1] Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, Thailand.

คำนำ

โคขาวลำพูน เป็นโคพื้นเมืองที่นิยมเลี้ยงกันในแถบภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะในท้องที่ อำเภอ แม่ทา อำเภอป่าซาง และอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน และมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างไปจากโคพื้นเมืองทั่วๆ ไป คือมีสีขาวปลอดทั้งลำตัว มีส่วนของเขา ขอบตา จมูก พู่หาง และกีบเท้าทั้งสี่ข้างเป็นสีเหลืองนวล และสันนิษฐานกันว่าน่าจะเป็นโคพื้นเมืองซึ่งมีถิ่นกำเนิดมาจากแถวจังหวัดลำพูนนี่เอง ชาวบ้านจึงมักจะเรียกกันว่า โคขาวลำพูน โคขาวลำพูนเป็นโคที่มีลักษณะรูปร่างเหมาะสำหรับเป็นโคงาน นอกจากนี้โคขาวลำพูนยังมีขนาดและรูปร่างเป็นที่น่าสนใจในแง่ของการผลิตเนื้อ โดยที่โคเพศผู้มีน้ำหนักเมื่อโตเต็มที่มากกว่า 400 กิโลกรัม และโคเพศเมียจะมีน้ำหนักประมาณ 300 กิโลกรัมซึ่งสูงกว่าโคพื้นเมืองธรรมดาโดยทั่วๆ ไป (เวียรศิลป์, 2522; ดวงพัตรา และรัตนรณชาติ, 2527; จันทร์เจริญ, 2528).

ปี 2524 ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ริเริ่มโครงการอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์โคขาวลำพูน โดยทำการจัดซื้อโคสาวอายุระหว่าง 1- 1 1/2 ปี จากเกษตรกรมาจำนวนหนึ่ง โครงการนี้ได้เน้นถึงการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โคขาวลำพูนเพื่อการใช้แรงงานโดยเฉพาะ ในขณะเดียวกันก็ได้มีการทดลองด้านอื่นๆ ควบคู่กันไปด้วย เพื่อตอบสนองนโยบายด้านการผลิตโคขุนในการแก้ปัญหาขาดแคลนเนื้อสำหรับบริโภคภายในประเทศ และปรับปรุงคุณภาพเนื้อโคขุนให้สามารถใช้ทดแทนเนื้อคุณภาพดีที่นำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้นในระยะเริ่มต้นจึงได้มีการศึกษาด้านการเลี้ยงโคเพศเมียในทุ่งหญ้ากินีผสมถั่วเซนโตร (Potikanond and Mikled, 1986) เพื่อศึกษาอัตราที่เหมาะสมในการปล่อยสัตว์เข้าเลี้ยงในแปลงหญ้า ในระยะต่อมามีลูกโคเกิดขึ้นมาภายในฝูงจำนวนหนึ่ง ในการทดลองครั้งนี้ จึงได้มีการนำเอาลูกโคขาวลำพูนเพศผู้อายุประมาณ 1-1 1/2 ปี มาทดลองเลี้ยงขุนในคอกเพื่อศึกษาหาอัตราการเจริญเติบโต ลักษณะและคุณภาพซาก และผลตอบแทนที่ได้จากการเลี้ยงขุน.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้คอกทดลองที่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ไร่แม่เหียะ, ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้โคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอนอายุประมาณ 1-1 1/2 ปี จำนวน 14 ตัว ทำการแบ่งกลุ่มโคออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 7 ตัว ตามน้ำหนักที่ใกล้เคียงกัน เริ่มทำการทดลองวันที่ 17 ธันวาคม 2530 โดยมีการเปลี่ยนแปลงการให้อาหารตามสภาพอาหารหยาบที่มีอยู่ในฟาร์มเป็นระยะๆ ดังนี้ :

ระยะที่ 1 ระหว่างวันที่ 17 ธันวาคม 2530 - 27 มกราคม 2531 เริ่มให้โคทั้ง 2 กลุ่ม กินหญ้ารูซี่เหมือนกัน แต่ให้กลุ่มหนึ่งกินอาหารข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และอีกกลุ่มหนึ่งกินอาหารข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว

ระยะที่ 2 ระหว่างวันที่ 28 มกราคม - 24 พฤษภาคม 2531 ให้โคทั้ง 2 กลุ่มกินอาหารข้นเหมือนระยะที่ 1 แต่เปลี่ยนอาหารหยาบจากหญ้ารูซี่เป็นฟางธรรมดา.

ระยะที่ 3 ระหว่างวันที่ 25 พฤษภาคม - สิ้นสุดการทดลอง ให้โคทั้ง 2 กลุ่มกินอาหารข้นเหมือนระยะที่ 1 และให้โคกลับมากินอาหารหยาบคือหญ้ารูซี่เหมือนเดิม.

สูตรอาหารข้นที่ใช้ ประกอบด้วยส่วนผสมของวัตถุดิบดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.

Table 1. Composition of concentrate used in the experiment.

Ingredients	Percent
Rice bran	25.0
Ground corn	55.0
Soybean meal	12.0
Kapok seed meal	8.0
Mineral mixed	0.5
Total	100.5

โคทดลอง ถูกขังในคอกขังเดี่ยวขนาด 1.60 x 3.20 เมตร โดยมีน้ำดื่มตลอดเวลา แบ่งการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในช่วงเวลาประมาณ 8:30 น. และ 15:30 น. หญ้าและฟางข้าวที่ให้โคกินจะถูกสับเป็นท่อนๆ ละ ประมาณ 6-8 เซนติเมตร เพื่อให้โคกินอย่างหมดจด และมีโอกาสเลือกกินน้อยลง ทำการชั่งปริมาณอาหารที่เหลือทุกเช้าก่อนการให้อาหารครั้งต่อไป เพื่อคำนวณหาปริมาณอาหารที่กินได้แต่ละวัน มีการเก็บตัวอย่างอาหารเดือนละครั้งสะสมไว้สำหรับวิเคราะห์หาคุณค่าทางอาหารโดยวิธี Proximate Analysis. ทำการชั่งน้ำหนักโคก่อนเริ่มทดลอง 3 วัน ติดต่อกันเพื่อจัดกลุ่มโคทดลอง และระหว่างการทดลองจะทำการชั่งน้ำหนักโคทดลองทุก 2 สัปดาห์. ในระยะเริ่มต้นการทดลองก่อนการให้อาหารข้นมีโคตัวหนึ่งได้รับบาดเจ็บขาหักจากอุบัติเหตุ จึงได้นำออกจากการทดลอง และไม่มีการนำเอาข้อมูลจากโคตัวนี้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบการทดลองระหว่างโคทั้ง 2 กลุ่ม. งานทดลองนี้ได้กำหนดเป้าหมายไว้ว่าจะนำโคออกจากการทดลองเพื่อนำไปฆ่าชำแหละหาลักษณะและคุณภาพซากเมื่อน้ำหนักตัวถึงประมาณ 300 กิโลกรัม. ข้อมูลต่างๆ ที่เก็บจากการทดลองครั้งนี้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีแบบ T-test (Steel and Torrie, 1960).

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลอง

คุณค่าทางโภชนะของอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2. จากการวิเคราะห์พบว่าหญ้ารูซี่มีวัตถุแห้ง และโปรตีนหยาบ (Crude protein) โดยเฉลี่ยร้อยละ 31.0 และ 6.0 ตามลำดับตลอดระยะเวลาที่นำมาใช้เลี้ยงโคทดลอง สำหรับอาหารหยาบอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในการทดลองคือฟางข้าวนั้นมีปริมาณวัตถุแห้งร้อยละ 83.9 และโปรตีนหยาบร้อยละ 2.9 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยของฟางข้าวทั่วๆ ไป ในส่วนของอาหารข้นนั้นมีปริมาณโปรตีนหยาบโดยเฉลี่ยร้อยละ 15.6 ซึ่งในปริมาณสูงระดับนี้น่าจะช่วยชดเชยปริมาณโปรตีนหยาบในอาหารหยาบที่มีอยู่ค่อนข้างต่ำได้บ้างจึงทำให้โคขาวลำพูนเจริญเติบโตได้ดีพอสมควรดังที่ปรากฏในผลการทดลองครั้งนี้ :

Table 2. Chemical composition of the experimental feedstuffs.

Feedstuffs	Dry matter	Percent of dry matter				
		Organic matter	Crude protein	Ether extract	Crude fibre	N-free extract
Napier grass	18.5	89.9	6.6	2.9	38.8	46.7
Ruzi grass	31.0	91.5	6.0	3.2	-	-
Rice Straw	83.9	82.7	2.9	1.9	34.8	43.1
Concentrate	-	-	15.6	8.6	8.9	-

2. การเพิ่มน้ำหนักตัวและการเจริญเติบโต

การศึกษาทดลองครั้งนี้ได้ใช้โคขาวลำพูนผู้ที่มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยที่แตกต่างกันดังได้แสดงและอธิบายไว้แล้ว โดยมิเกล็ด และคณะ (2531) ทำการเลี้ยงขุนจนโคมีน้ำหนักตัวถึงประมาณ 300 กิโลกรัม จึงสิ้นสุดการทดลอง.

การศึกษาครั้งนี้พบว่าโคกลุ่มที่กินอาหารข้นร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักตัว (กลุ่มที่ 2) มีน้ำหนักเพิ่มมากกว่าโคกลุ่มที่กินอาหารข้นร้อยละ 1.0 ของน้ำหนักตัว (กลุ่มที่ 1) 20 กิโลกรัม แต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) เนื่องจากโคทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักเริ่มต้นการทดลองที่แตกต่างกันอยู่แล้ว (ตารางที่ 3.).

Table 3. Performance of White Lamphun bulls fed with 2 levels of concentrate.

Items	Group I : Concentrate 1.0% of bodyweight	Group II : Concentrate 1.5 % of bodyweight
Number of animal	7	6
Initial liveweight (kg)	158.79 ± 22.80	141.67 ± 11.67[1]
Final liveweight (kg)	301.57 ± 3.63[a]	304.08 ± 3.35[a]
Liveweight gain (kg)	142.79 ± 25.99[a]	162.42 ± 13.23[a]
Average daily gain (g)	459.05 ± 53.12[a]	526.42 ± 85.99[a]
Duration in feedlot (day)	309.1 ± 30.2[a]	315.8 ± 57.8[a]
Duration in feedlot adjusted to 300 kg liveweight (day)	306.6 ± 24.8[a]	307.7 ± 54.5[a]
Whole feed consumption (kg)		
Roughages	1,018.6 ± 76.34[b]	881.16 ± 170.63[c]
Concentrate	707.21 ± 40.02[d]	1,054.97 ± 161.66[e]
Total	1,725.36 ± 91.89[a]	1,936.13 ± 323.20[a]
Feed consumption per day (kg)		
Roughages	3.31 ± 0.33[d]	2.79 ± 0.19[e]
Concentrate	2.30 ± 0.15[d]	3.36 ± 0.17[e]
Total	5.61 ± 0.99[b]	6.15 ± 0.23[c]
Feed per kg liveweight gain (kg/kg)		
Roughags	7.35 ± 1.43[d]	5.39 ± 0.79[e]
Cencentrate	5.10 ± 0.99[d]	6.48 ± 0.81[e]
Total	12.45 ± 2.37[a]	11.88 ± 1.51[a]

[1] Initial liveweight of both groups are different due to the continuation of experiment, see Mikled *et al.* (1988).
[a] Non significant difference ($P > 0.05$)
[b,c] Significant difference ($P < 0.05$)
[d,e] Highly significant difference ($P < 0.01$)

การให้อาหารข้นในปริมาณร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักตัวต่อวัน ไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอนสูงกว่า โคกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นเพียงร้อยละ 1.0 ของน้ำหนักตัวต่อวัน ($P > 0.05$) และโดยเฉลี่ยโคทั้งสองกลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยวันละ 492.7 กรัมต่อวัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานการขุนโคเนื้อลูกผสมโดยใช้หญ้าสดกับอาหารข้นของ

อาตมางกูร และคณะ (2508) การขุนโคโดยใช้ใบมันสำปะหลังผสมในอาหารข้นของบุญภักดี และจันทรมหา (2516) การขุนโคเนื้อลูกผสมด้วยฟางหมักยูเรียโดย วรรณพัฒน์ และคณะ (2525) และจากรายงานของ Prucsasri *et al.* (1990) ที่ทดลองเลี้ยงขุนโคพื้นเมืองเปรียบเทียบกับโคลูกผสมบราห์มัน x พื้นเมือง และโคลูกผสมชาโรเลย์ x พื้นเมืองด้วยหญ้าสด ฟางและอาหารข้นพบว่า โคพื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย วันละ 437.0 กรัม ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองครั้งนี้แต่จะต่ำกว่าโคลูกผสมบราห์มัน x พื้นเมือง (714.0 กรัม ต่อวัน) และโคลูกผสมชาโรเลย์ x พื้นเมือง (672 กรัม ต่อวัน) ระยะเวลาที่ใช้เลี้ยงขุนจนถึงน้ำหนัก 300 กิโลกรัมของโคทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และใช้เวลาเฉลี่ย 307 วัน สำหรับการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองที่กำหนดน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเป็นเกณฑ์จึงไม่มีผลการทดลองเปรียบเทียบ แต่ระยะการขุนครั้งนี้พอจะเปรียบเทียบระยะเวลาได้ใกล้เคียงกับรายงานการทดลองขุนโคพื้นเมืองของ Prucsasri *et al.* (1990).

3. ปริมาณอาหารที่โคกินและประสิทธิภาพการใช้อาหาร

ในการทดลองครั้งนี้จะให้โคกินอาหารหยาบอย่างเต็มที่โดยให้กินหญ้ารูซี่สดหรือฟางแห้งแล้วแต่ชนิดอาหารหยาบที่หาได้ในช่วงเวลานั้น จากตารางที่ 3. พบว่า ตลอดการทดลองโคกลุ่มที่ 1 กินอาหารหยาบรวม 1,018.64 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าโคกลุ่มที่ 2 (881.16 กิโลกรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อคิดเป็นปริมาณอาหารที่กินรวมตลอดการทดลองปรากฏว่าโคทั้ง 2 กลุ่มกินอาหารในปริมาณที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ถ้าคิดเป็นปริมาณอาหารรวมที่กินได้แต่ละวันพบว่าโคกลุ่มที่ 1 กินอาหารรวมเฉลี่ยวันละ 5.61 กิโลกรัม ซึ่งน้อยกว่าโคกลุ่มที่ 2 ที่กินอาหารรวมเฉลี่ยวันละ 6.15 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$).

ในแง่ของประสิทธิภาพของการใช้ประโยชน์จากอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวนั้น ปรากฏว่าโคทั้ง 2 กลุ่ม ใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยต้องใช้อาหารเฉลี่ย 12.16 กิโลกรัม ซึ่งมากกว่าจากรายงานผลการทดลองของพฤกษะศรี และคณะ (2533) เล็กน้อย.

4. ต้นทุนและรายได้จากการเลี้ยงขุนโคขาวลำพูน

การคิดต้นทุนและรายได้จากงานทดลองครั้งนี้เป็นเพียงประมาณการคร่าวๆ โดยคิดต้นทุนเฉพาะค่าตัวโค ค่าอาหารหยาบและอาหารข้นเท่านั้น ไม่ได้นำส่วนของค่าแรงงาน ค่าเสื่อมราคาของโรงเรือนและอุปกรณ์ ค่ายารักษาโรค ค่าน้ำและไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายอื่นๆ มาคิดด้วย

สำหรับต้นทุนค่าตัวโค : น้ำหนักสัตว์มีชีวิตกิโลกรัมละ 20 บาท, ค่าอาหารหยาบเฉลี่ยกิโลกรัมละ 0.25 บาท และค่าอาหารข้นกิโลกรัมละ 4.50 บาท ดังนั้นต้นทุนเฉพาะค่าตัวโครวมกับ

ค่าอาหารสำหรับเลี้ยงขุนโค ในกลุ่มที่ 1 จะเท่ากับ 6,605.12 บาท และในกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 7,800.97 บาท ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.) ถ้าคิดราคาขายตามน้ำหนักสัตว์มีชีวิตที่กิโลกรัมละ 27.00 บาท ซึ่งเป็นราคาเฉลี่ยทั่วๆ ไป สำหรับโคขุนพื้นเมือง ดังนั้นในโคกลุ่มที่ 1 จะขายได้เฉลี่ยตัวละ 8,142.43 บาท และโคกลุ่มที่ 2 ขายได้เฉลี่ยตัวละ 8,210.25 บาท ($P > 0.05$) เมื่อคิดกำไรโดยไม่หักค่าใช้จ่ายอื่นๆ จะพบว่า โคกลุ่มที่ 1 ได้กำไรเฉลี่ยตัวละ 1,537.31 บาท ซึ่งสูงกว่ากำไรที่ได้จากโคกลุ่มที่ 2 ถึง 1,128.03 บาท ($P < 0.01$) เนื่องจากในโคกลุ่มที่ 2 ต้องเสียค่าจ่ายสำหรับค่าอาหารข้นสูงกว่าการเลี้ยงขุนโคกลุ่มที่ 1 อยู่มาก ยิ่งถ้าคิดต้นทุนในด้านค่าใช้จ่ายอื่นๆ รวมเข้าไปด้วยแล้วการเลี้ยงขุนโคกลุ่มที่ 2 จะไม่ได้กำไรเลย.

Table 4. Cost, selling price and benefit from feedlot feeding of White Lamphun cattle at 2 levels of concentrates.

Items	Group I Concentrate 1.0% of body weight	Group II Concentrate 1.5% of body weight
Cost of experimental diets:		
Roughages - @ 0.25 Bht/kg	254.66 ± 19.08[b]	220.29 ± 42.33[c]
Concentrate - @ 4.50 Bht/kg	3,182.46 ± 180.07[d]	4,747.35 ±233.38[e]
Cost of experimental cattle, per animal, @ 20 Bht/kg	3,175.71 ±455.92[a]	2,833.33 ± 233.38[a]
Total cost	6,605.12 ± 557.82[d]	7,800.97 ± 885.87[e]
Cost per kg liveweight gain	47.91 ± 11.36[a]	48.05 ± 4.33[a]
Selling price, per animal, @27-Bht/kg	8,142.43 ± 98.10[a]	8,210.25 ± 90.53[a]
Benefit, Bht/head	1,537.31 ± 651.29[d]	409.28 ±942.11[e]

[a] Non significant ($P > 0.05$)
[b,c] Significant difference ($P < 0.05$)
[d,e] Highly significant difference ($P < 0.01$)

สรุป

ในการทดลองเลี้ยงขุนโคขาวลำพูนโดยใช้อาหารข้น 2 ระดับ ครั้งนี้ พอจะให้ขอเสนอแนะได้ว่าถ้าจะทำการเลี้ยงขุนโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอน สามารถเลี้ยงขุนโดยใช้อาหารข้นให้กินเพียงวันละ ร้อยละ 1 ของน้ำหนักตัว และเพื่อเป็นการประหยัดค่าอาหารข้นในการเลี้ยงขุนอาจจะต้องเริ่มเลี้ยงขุนโคเมื่อมีน้ำหนักมากกว่า 200-220 กิโลกรัม จะทำให้ใช้เวลาเลี้ยงขุนน้อยลงอยู่ในช่วงระหว่าง 5-7 เดือน ซึ่งจะเป็นระยะเวลาพอดีที่จะทำให้โคขุนมีลักษณะซากที่มีคุณภาพดี มีน้ำหนักพอเหมาะประมาณ 300 กิโลกรัม.

เอกสารอ้างอิง

จันทร์เจริญ, พิทักษ์. (2528). ตลาดนัดโคกระบือในภาคเหนือ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงพัตรา, ประเทศ., และรัตนรณชาติ, สุวัฒน์. (2527). การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับคาริโอไทป์ของโคขาวลำพูน. จุลสารโคกระบือ 7(2) : 37 - 42.

บุญภักดี, วัชรินทร์., และจันทรมหา, ชัยวัฒน์. (2516). การใช้ใบและหัวมันสำปะหลังเสริมด้วยยูเรียและโมลาสในการขุนโค. สำนักงานวิจัยเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ท่าพระ ขอนแก่น (เอกสารโรเนียว).

พฤกษะศรี, ปรารถนา., เพียบพร้อม, สมศักดิ์., เจตนเสน, ชลสิทธิ์., และขันทอง, สมทบ. (2533). การขุนโคลูกผสมอเมริกันบราห์มันโดยเกษตรกรรายย่อย. รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 28. สาขาสัตว์. สัตวแพทย์ และประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มิเกล็ด, โชค., โพธิกานนท์, นิรันดร., และการภิญโญ, ถวิล. (2531). การเลี้ยงโคขาวลำพูนในสภาพทุ่งหญ้าและการเลี้ยงขุนในคอก. รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่อง **การใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์.** จ.เชียงราย, 25 - 27 พฤษภาคม 2531.

วรรณพัฒน์, เมธา., ประเสริฐสุข, สมโภชน์., จันทร์ไทย, ศักดิ์สิทธิ์., และศิวประภากร, อภิชัย. (2525). การใช้ฟางหมักยูเรียและมันเส้นเพื่อเลี้ยงโคในช่วงหน้าแล้ง. รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 20. สาขาสัตวศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เวียรศิลป์, เทอดชัย. (2522). กาดวัว กาดควาย. จุลสารกระบือ 2(2) : 42-48.

Potikanond, N. and Mikled, C. (1986). Productivity of native cattle grazing Hamil grass-Centro pasture at three stocking rates. Thai J. Agric. Sci. 19 : 263 - 269.

Prucsasri, P., Srichun, S., Kanthapanit, C. and Priapphrom, S. (1990). Effect of Breed, Age and Type of roughage on growing - finishing steers. Proc. 28th Academic Conference, Kasetsart University, Bangkok.

Steel, R.G.D., and Torrie, J.H. (1960). Principle and Procedures of Statistics. McGraw - Hill Book Company, Inc., New Yerk. 481 pp.

วารสารเกษตร 7(3) : 275-288 (2534)

Journal of Agriculture 7(3) : 275-288 (1991)

การใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงในอาหารไก่ไข่

สุชน ตั้งทวีพิพัฒน์ [1] และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล [1]

THE USE OF HIGH LEVELS OF SUNFLOWER SEED IN LAYER DIETS

Suchon Tangtaweewipat [1] *and Boonlom Cheva-Isarakul* [1]

ABSTRACT : The study was conducted to determine the efficient use of sunflower seeds (SFS), containing 19.7% of crude protein (CP) and 3,868 kcal ME/g, in layer diets by substituting 75 and 100% of soybean meal (SBM).Two hundred and eighty-eight heads of Isabrown layers, aged 23 weeks, were randomly allocated to 4 dietary groups, each with 6 replicates. The diets fed to the first 2 groups were either commercial or farm mixed control diets, while the latter 2 groups contained high levels of 29 and 39% SFS. All diets were adjusted to have 16% CP. The hens were raised in individual battery cages where feed and water were freely accessed. Light was provided 17 hours/day throughout the whole experimental period of 168 days. The results revealed that egg production and feed intake decreased significantly with the increased level of SFS, thus resulting in lower feed efficiency, especially at the 100% substitution level. However, no significant differences were found in body weight gain, mortality rate and egg quality with the exception of egg weight which increased while yolk color decreased with on increased SFS level.

There were no significant differences in egg production and egg quality among the 2 control groups fed with either commercial or farm mixed diets with the exception of a smaller egg size, but higher specific gravity and darker yolk color in the commercial control groups. At the end of the experimental period all hens were fed with farm mixed control diet for 3 months. No significant differences among groups in egg production and feed efficiency. However, the groups previously fed with SFS laid larger eggs.

---

[1] ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.
[1] Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, Thailand.

บทคัดย่อ : การศึกษาการใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงในอาหารไก่ไข่ เพื่อให้ทราบถึงสมรรถภาพการผลิตไข่ และคุณภาพไข่ เมื่อใช้เมล็ดทานตะวันซึ่งมีระดับโปรตีน 19.7% และ 3.868 kcal ME/g ผสมในสูตรอาหารทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับ 75 และ 100% หรือเทียบเท่ากับใช้ในสูตรอาหาร 29 และ 39% ตามลำดับ เปรียบเทียบกับการไม่ใช้เมล็ดทานตะวันซึ่งมี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้อาหารไก่ไข่สำเร็จรูปผลิตโดยบริษัทและกลุ่มที่ใช้อาหารผสมขึ้นเอง อาหารทดลองทุกกลุ่มมีโปรตีน 16% เหมือนกันหมด โดยใช้เลี้ยงไก่ไข่พันธุ์อิซาบราวน์ (Isabrown) อายุ 23 สัปดาห์ จำนวน 288 ตัว แบ่งออกโดยสุ่มเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ซ้ำ เลี้ยงบนกรงตับแบบขังเดี่ยว มีน้ำและอาหารกินตลอดเวลา และได้รับแสงสว่างวันละ 17 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาทดลอง 168 วัน ปรากฏว่า ผลผลิตไข่และปริมาณอาหารที่กินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มระดับการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหาร เป็นผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ต่อการผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก.) ด้อยลงเมื่อเทียบกับกลุ่มเปรียบเทียบ โดยเฉพาะในกลุ่มที่ไม่มีการใช้กากถั่วเหลือง มีผลผลิตไข่และประสิทธิภาพการใช้อาหารเลวลงอย่างเห็นได้ชัด ส่วนผลของน้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการตาย และคุณภาพไข่ ไม่พบความแตกต่างกันในทุกกลุ่ม ยกเว้นน้ำหนักไข่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มของสีไข่แดงลดลงตามการใช้เมล็ดทานตะวันเพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร.

สำหรับการใช้อาหารไก่ไข่ของบริษัทเทียบกับสูตรอาหารที่ผสมใช้เอง ไม่มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่แตกต่างกัน ยกเว้นไข่ไก่จากกลุ่มอาหารบริษัทมีความถ่วงจำเพาะและความเข้มของสีไข่แดงเพิ่มขึ้น แต่ฟองไข่มีขนาดเล็กกว่า ส่วนผลในช่วงท้ายของการทดลองซึ่งให้แม่ไก่ทุกกลุ่มได้รับอาหารเปรียบเทียบต่อไปอีกเป็นเวลา 3 เดือน พบว่า ทุกกลุ่มให้ผลผลิตไข่และประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มที่เคยได้รับเมล็ดทานตะวันมาก่อนยังคงให้ไข่ขนาดฟองโตกว่า.

คำนำ

จากการที่อาหารโปรตีนสำหรับสัตว์ นับวันจะมีการขาดแคลนและมีราคาสูงขึ้น อันเนื่องจากนำไปใช้เป็นอาหารมนุษย์ และอาหารกุ้งมากขึ้น ประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายช่วยเหลือผู้ประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการผลิตวัตถุดิบเหล่านี้ เช่น ผู้ปลูกถั่วเหลือง หรือชาวประมง เป็นต้น วัตถุดิบประเภทนี้จึงถูกควบคุมการนำเข้าโดยรัฐบาล นักอาหารสัตว์ได้พยายามแสวงหาโปรตีนชนิดใหม่ที่ยังไม่นิยมนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ซึ่งยังคงมีราคาต่ำ มาทดแทนกากถั่วเหลืองและปลาป่น ซึ่งเป็นโปรตีนหลักที่นิยมใช้ในอาหารสัตว์โดยทั่วไป เมล็ดทานตะวัน (Sunflower seed : *Helianthus annuus*) เป็นวัตถุดิบอีกตัวหนึ่งที่น่าจะมีศักยภาพการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานทดแทนกากถั่วเหลืองและข้าวโพดในสูตรอาหารสัตว์ได้ เมล็ดที่ได้จากการคัดเลือกปรับปรุงหาสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูกนั้น มีค่าเฉลี่ยของโปรตีน , ไขมัน, เยื่อใย, NFE และเถ้า ร้อยละ 19.7, 38.6, 14.3, 18.2 และ 4.1 ตามลำดับ (ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล, 2533ก). ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของฤกษ์เกษม (2530) ที่ว่าสายพันธุ์ลูกผสม Hysun 11, Hysun 21, และ Hysun 32 มีค่าเฉลี่ยของโภชนะดังกล่าวร้อยละ 18.4, 43.4, 10.5, 17.7 และ 3.4 ตามลำดับ โดยมีปริมาณโปรตีนสูงกว่ารายงานของ Kashani and Carlson (1988) ที่ศึกษาในสายพันธุ์ที่ให้น้ำมันสูง และน้ำมันต่ำ (ตารางที่ 1.) สำหรับปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นที่มีในเมล็ดทานตะวันเมื่อเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลือง พบว่า มีปริมาณ 1/3 ของกากถั่วเหลือง ยกเว้นไลซีน (Lysine) ที่มีปริมาณต่ำกว่ากากถั่วเหลืองมาก (0.50-0.62 เทียบกับ 2.93% ตามลำดับ) แต่ปริมาณเมทไธโอนีน (Methionine) มีต่ำกว่าเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 1.

Table 1. Chemical composition (% As fed basis) of the sunflower seed compared to soybean meal (SBM).

	Sunflower seed				SBM
	ตั้งทวีวิพัฒน์และชีวะอิสระกุล (2533ก)	ฤกษ์เกษม (2530)	Kashani and Carlson (1988)		NRC, 1984)
			HF	LF	
Dry matter	94.9	93.4	93.5	92.4	89.0
Crude protein	19.7	18.4	16.9	16.3	44.0
Ether extract	38.6	43.4	42.4	29.0	0.8
Crude fiber	14.3	10.5	14.6	25.8	7.3
Nitrogen free extract	18.2	17.7	16.3	18.4	29.1
Ash	4.1	3.4	3.3	2.9	7.8
ME (kcal/kg)	3868	n.a.	5004	3929	2230
Essential amino acids					
Lysine	0.62	n.a.	0.56	0.50	2.93
Methionine	0.50	n.a.	0.41	0.38	0.65
Cystine	0.35	n.a.	n.a.	n.a.	0.69
Threonine	0.52	n.a.	0.68	0.62	1.81
Tryptophan	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0.62
Isoleucine	0.62	n.a.	0.70	0.64	2.39
Leucine	0.87	n.a.	1.11	0.99	3.52
Phenylalanine	0.56	n.a.	0.74	0.77	2.27
Tyrosine	n.a.	n.a.	0.36	0.36	1.28
Valine	0.76	n.a.	0.93	0.73	2.34

HF = High fat variety
LF = Low fat variety
n.a. = Data not available

การนำเมล็ดทานตะวันไปใช้เป็นอาหารสัตว์ มีหลายรายงานที่บ่งว่าสามารถนำไปใช้เป็นอาหารไก่ไข่ได้ อาทิเช่น การรายงานของ Uwayjan *et al.* (1983) ใช้เมล็ดทานตะวันระดับ 0, 10, 20 และ 30% ของสูตรอาหาร หรือเท่ากับการแทนที่กากถั่วเหลือง 0, 15, 30 และ 45% ตามลำดับ. พบว่า ผลผลิตไข่มีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มเมล็ดทานตะวันในอาหารแต่ไม่พบนัยสำคัญ ทำนองเดียวกับการรายงานของ ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2533ข) ที่ใช้เมล็ด

ทานตะวันระดับ 0, 4.7,9.4, 14.1 และ 18.8% ของสูตรอาหาร หรือเทียบเท่ากับการแทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 0, 20, 40, 60 และ 80% ตามลำดับ. โดยอาหารทดลองทุกสูตรมีการปรับสมดุลของพลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy, ME) ให้เท่ากันด้วยการใช้รำสกัดน้ำมัน ทดลองเป็นเวลา 3 เดือน ไม่พบว่ามีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ ส่วนการใช้เมล็ดทานตะวันระดับ 0-25% ในอาหารนกกระทาไข่ โดยไม่มีการปรับสมดุลของ ME คงปล่อยให้ค่า ME สูงขึ้นตามการเพิ่มระดับเมล็ดทานตะวันในอาหาร มีผลทำให้ผลผลิตไข่ลดลงตามการเพิ่มขึ้นของเมล็ดทานตะวัน แต่ไม่มีผลเสียต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร ทั้งนี้อาจมีผลมาจากนกกระทาไข่กินอาหารได้น้อยลงในกลุ่มที่มีการใช้เมล็ดทานตะวัน ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณเยื่อใยในอาหารที่เพิ่มขึ้น นกกระทาไม่สามารถทนต่อระดับเยื่อใยสูงๆ ได้ เพราะมีความจุของกระเพาะที่จำกัด (ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล, 2533ข) นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Lee and Moss (1989) ที่ใช้เมล็ดทานตะวันระดับ 0-30% เลี้ยงไก่เล็กฮอร์นขาวที่อายุ 32 และ 54 สัปดาห์ ปรากฏว่า ผลผลิตไข่ของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันเมื่อทดลองกับแม่ไก่อายุ 32 สัปดาห์ ส่วนแม่ไก่อายุ 54 สัปดาห์ กลุ่มที่ใช้เมล็ดทานตะวันระดับ 20 และ 30% ให้ผลผลิตไข่น้อยกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ แต่ประสิทธิภาพการใช้อาหารและคุณภาพไข่ระหว่างกลุ่มของทั้งสองการทดลอง (อายุต่างกัน) ไม่ต่างกัน Kashani and Carlson (1988) ใช้เมล็ดทานตะวันระดับ 19 และ 38% ในสูตรอาหารเลี้ยงไก่รุ่นช่วงอายุ 10-19 สัปดาห์ ปรากฏว่ากลุ่มที่ใช้เมล็ดทานตะวันระดับ 38% มีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ และยังให้ผลผลิตไข่ถึง 50% ช้ากว่ากลุ่มเปรียบเทียบ 2 วัน แต่ผลผลิตไข่ตลอดอายุการไข่ไม่ต่างกัน สำหรับการใช้เมล็ดทานตะวันเพื่อเป็นอาหารไก่เนื้อ Lee and Yang (1980) พบว่าการใช้ที่ระดับ 5% ไม่มีผลต่อน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้อาหาร Daghir *et al.* (1980) ทดลองใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารกึ่งบริสุทธิ์ (Semipurified) เลี้ยงไก่บนกรงตับเป็นเวลา 25 วัน พบว่า สามารถใช้ได้ถึงระดับ 20% แต่ถ้าใช้ในอาหารธรรมดาเลี้ยงแบบปล่อยพื้นเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าใช้ได้แค่ระดับ 10% เท่านั้น ซึ่งต่างจาก ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2533ก) ที่ใช้เมล็ดทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองและข้าวโพด โดยปล่อยให้ระดับ ME และเยื่อใยสูงขึ้นตามการเพิ่มเมล็ดทานตะวันในอาหาร ปรากฏว่า ระดับการใช้เมล็ดทานตะวันอาจสูงถึง 50% ของสูตรอาหาร โดยมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ส่วนน้ำหนักตับและตับอ่อนลดลง ในขณะที่ไขมันในช่องท้องกับส่วนที่ห่อหุ้มอวัยวะภายในเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มเมล็ดทานตะวันในอาหาร.

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า การใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงในอาหารไก่เนื้อมีความเป็นไปได้ แต่มีข้อควรพิจารณาเรื่องคุณภาพซากบ้างเล็กน้อย เพราะผู้บริโภคอาจไม่พึงพอใจกับปริมาณไขมันในช่องท้องที่มีค่อนข้างสูง ส่วนการนำไปใช้เป็นอาหารไก่ไข่ในระดับสูง โดยปล่อยให้ค่า ME สูงขึ้นตามการเพิ่มเมล็ดทานตะวันในอาหารนั้น ยังไม่ปรากฏว่ามีผู้ใดรายงานไว้ในบ้านเรา จึงเห็นควรทำการศึกษาเรื่องนี้ โดยใช้เมล็ดทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองในระดับ 75 และ 100% ในไก่ที่เคยได้รับอาหารที่มีเมล็ดทานตะวันในช่วงไก่รุ่น (อายุ 9-20 สัปดาห์) นอกจากนี้ยัง

เห็นควรให้มีการใช้อาหารเปรียบเทียบในช่วงท้ายของการไข่แก่แม่ไก่ที่เคยได้รับอาหารที่มีเมล็ดทานตะวันระดับสูงมาก่อน ทั้งนี้เพื่อต้องการทราบถึงผลการปรับตัวของแม่ไก่ อันอาจมีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ใช้ไก่พันธุ์อิซาบราวน์ (Isabrown) ซึ่งในช่วงไก่รุ่นอายุ 9-20 สัปดาห์ ถูกเลี้ยงแบบปล่อยพื้น แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 50 ตัว รวม 400 ตัว ให้ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมล็ดทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองระดับร้อยละ 0, 50 และ 100 โดยกลุ่มเปรียบเทียบ (ใช้ SFS 0%) มี 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ใช้อาหารเม็ดผลิตจากบริษัท (Pelleted commercial diet) และกลุ่มที่ใช้อาหารแบบผงผสมเอง โดยอาหารทุกสูตรมีโปรตีนระดับ 15 และ 13% ในช่วงไก่อายุ 9-12 และ 13-20 สัปดาห์ ตามลำดับ.

การศึกษาจริงเริ่มเมื่อไก่ทดลองฝูงดังกล่าว มีอายุครบ 23 สัปดาห์ (ไข่ได้ประมาณ 30% ของฝูง) โดยคัดไก่ที่มีลักษณะสมบูรณ์จากกลุ่มต่างๆ ทั้ง 4 กลุ่ม จำนวนทั้งสิ้น 288 ตัว แต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็น 6 ซ้ำ เลี้ยงบนกรงตับแบบขังเดี่ยวช่องละตัว มีรางอาหารอยู่ด้านหน้า รางน้ำอยู่ด้านบนของกรงใช้ร่วมกันสองแถว ในแต่ละซ้ำรางอาหารถูกกั้นด้วยไม้กระดานเพื่อแยกออกจากกัน เป็นการป้องกันมิให้ไก่ข้ามไปกินอาหารของกลุ่มอื่นที่อยู่ข้างเคียง ส่วนรางน้ำยาวติดต่อกันตลอดแถว ไก่มีน้ำและอาหารกินตลอดเวลา และได้รับแสงสว่างวันละ 17 ชั่วโมง อาหารที่แม่ไก่ได้รับมีส่วนผสมของเมล็ดทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองระดับ 0, 75 และ 100% โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารมีเมล็ดทานตะวันระดับ 75% เป็นไก่ที่เคยได้รับเมล็ดทานตะวันระดับ 50% มาก่อน ส่วนไก่ในกลุ่มอื่นๆ มาจากไก่กลุ่มที่ได้รับเมล็ดทานตะวันระดับเท่าเดิม (SFS 0 หรือ 100%) และกลุ่มที่ใช้อาหารผลิตจากบริษัทก็ยังใช้เช่นเดิม แต่ลักษณะอาหารเป็นแบบผงเช่นเดียวกับอาหารทดลองกลุ่มอื่น อาหารทุกสูตรมีโปรตีนระดับ 16% เหมือนกันหมด ดังปรากฏในตารางที่ 2.

งานทดลองกระทำที่ฟาร์มสัตว์ปีก, ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้เวลา 9 ช่วงการทดลอง (Periods) ช่วงการทดลองละ 28 วัน เริ่มจากมิถุนายน 2533 ถึง มีนาคม 2534 รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 252 วัน โดยใน 3 ช่วงการทดลองสุดท้าย (ช่วงที่ 7-9) ให้ไก่ทุกกลุ่มได้รับอาหารกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งผสมใช้เอง (กลุ่มที่ 2, 0% SFS) เหมือนกันหมด จนเสร็จสิ้นการทดลอง.

การบันทึกข้อมูลด้านผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ใช้ค่าเฉลี่ยจากแต่ละช่วงการทดลอง น้ำหนักไข่วัดจากจำนวนไข่ทุกฟองที่มีใน 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วง คุณภาพไข่ (ความถ่วงจำเพาะ Haugh unit, ความหนาเปลือกไข่, และสีไข่แดง) วัดจากไข่ 2 ฟองที่อยู่เรียงติดกันในแต่ละซ้ำ

Table 2. Composition and nutrient contents of the experimental layer rations.

Ingredients	Level of sunflower seed in diets (%)			
	0[1]	0	75	100
Yellow corn (8.9% CP)	Comm. ration	67.13	46.82	39.97
Rice bran (12.0% CP)		5.00	5.00	5.00
Soybean meal (44.0% CP)		12.10	3.03	-
Sunflower seed (19.7% CP)		-	29.33	39.18
Fish meal (55.0% CP)		7.50	7.50	7.50
Dicalcium phosphate		0.10	0.10	0.10
Oyster shell		7.50	7.50	7.50
DL-Methionine		0.07	-	-
L-Lysine[2]		0.10	0.22	0.25
Salt		0.25	0.25	0.25
Premix (MB-Mix No2)[3]		0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated chemical composition, (% Air dry basis) :				
Protein	16	16.03	16.00	16.00
ME (kcal/kg)	2800	2900	3100	3200
Fiber	5	4.00	6.80	7.70
Ether extract	-	3.55	14.20	17.70
Calcium	-	3.50	3.50	3.50
Available phosphorus	-	0.40	0.40	0.40
Methionine	-	0.37	0.37	0.37
Lysine	-	0.80	0.80	0.80

1 Commercial layer ration; approximately 16.0% crude protein, 5% crude fiber and 2.80 kcal ME/g feed.
2 Lysine supplement based on 78.8% availability.
3 Vitamin and mineral premix, May and Baker products.

รวม 12 ฟอง/กลุ่ม โดยบันทึกคุณภาพไข่ตลอด 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงเช่นกัน น้ำหนักตัวแม่ไก่บันทึกทุก 3 ช่วงการทดลองแบบชั่งรายตัว ส่วนอัตราการตายบันทึกทุกครั้งที่มีการตายเกิดขึ้น แล้วคำนวณเป็นร้อยละเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยวิธี Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1960).

ผลการทดลอง

ผลการเจริญเติบโตในช่วงไก่รุ่น (อายุ 9-20 สัปดาห์) ซึ่งได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเมล็ดทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองระดับต่างๆ กัน (0-100%) ให้ผลไม่ต่างกัน และไก่ทดลองทุกกลุ่มให้ไข่ได้ 5% ที่อายุ 19 สัปดาห์ ใกล้เคียงกันหมด (ตารางที่ 3.) จึงทำให้ง่ายต่อการคัดไก่ตัวที่สมบูรณ์เพื่อนำมาใช้ทดลองในช่วงไก่ไข่ (Laying period) ประกอบกับการศึกษาในครั้งนี้ได้เว้นการทดลองจากช่วงไก่รุ่นไปยังช่วงไก่ไข่เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยให้ไก่ทุกกลุ่มได้รับอาหารเปรียบเทียบเหมือนกัน จึงทำให้เข้าใจได้ว่าการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารไก่รุ่น ไม่มีผลต่อเนื่องไปยังการทดลองในช่วงไก่ไข่.

Table 3. Liveweight gain and age at 5% egg production of pullet fed diets containing varying levels of sunflower seeds (SFS) during grower period (age 9-20 weeks, pre-experiment).

	Level of SFS substitute soybean meal (%)			
	0[1]	0[2]	50	100
Liveweight change (kg)				
Initial weight	0.86	0.84	0.89	0.87
Final weight	1.64	1.58	1.62	1.64
Weight gain	0.78	0.74	0.73	0.77
Uniformity (%)[3]	77	85	78	74
Age at 5% egg production (wk)	19	19	19	19

[1] Fed with commercial grower I and grower II diets
[2] Fed with farm mixed ration
[3] Uniformity = $\frac{\text{No of birds within } \pm 10\% \text{ of the mean sampling weight}}{\text{No of sampling birds}} \times 100$

สมรรถภาพการผลิตไข่

ผลผลิตไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) ทำนองเดียวกับปริมาณอาหารที่กินได้ก็ลดลง เมื่อเพิ่มการใช้เมล็ดทานตะวันในสูตรอาหาร (ตารางที่ 4.) โดยกลุ่มที่ใช้เมล็ดทานตะวันทั้ง 2 ระดับกินอาหารได้ไม่ต่างกัน (97.6 vs 95.5 กรัม/ตัว/วัน) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (กก. อาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล หรือ 1 กก.) ของทั้ง 2 กลุ่มนี้ไม่ต่างกัน แต่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีเมล็ดทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองทั้งหมด (100%) ให้ผลด้อยกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัย

สำคัญ (2.05 หรือ 2.71 vs 1.71 หรือ 2.34 ตามลำดับ) ส่วนผลทางด้านน้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการตายของแม่ไก่ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ.

นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้อาหารเปรียบเทียบ 2 กลุ่ม (0% SFS) ทั้งกลุ่มที่ใช้อาหารบริษัทและที่ใช้อาหารผสมเอง (กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2) ให้ผลทางด้านสมรรถภาพการผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4.)

Table 4. Production performance of laying hens fed diets containing varying levels of sunflower seed (SFS) during 168 days (Period 1-6).

	Level of SFS (%)			
In ration	0[1]	0[2]	29	39
Substitute soybean meal	0	0	75	100
Egg production performance				
Egg production (%)	76.26[a]	76.03[a]	64.94[b]	57.83[c]
Feed intake (g/bird/day)	107.9[a]	106.7[a]	97.6[b]	95.5[b]
Feed efficiency				
kg. feed/doz. eggs	1.72[b]	1.71[b]	1.84[ab]	2.05[a]
kg. feed/kg. egg produced	2.46[ab]	2.34[b]	2.51[ab]	2.71[a]
Live weight gain (g)	23[a]	101[a]	24[a]	48[a]
Mortality rate (%)	0[a]	2.8[a]	1.4[a]	2.8[a]
Egg quality				
Egg weight (g)	58.13[c]	60.78[b]	61.28[b]	62.88[a]
Specific gravity	1.093[a]	1.090[b]	1.090[b]	1.089[b]
Haugh unit	88.43[a]	90.03[a]	87.99[a]	89.49[a]
Egg shell thickness (mm)	0.358[a]	0.349[ab]	0.350[ab]	0.344[b]
Egg yolk color (score)	13.8[a]	8.7[b]	7.7[c]	7.2[d]
Second quality eggs (%)[3]	0.31[a]	0.20[a]	0.44[a]	0.43[a]

[a-d] Values within a row with no common superscripts are significantly different ($P < 0.05$)
1 Fed with commercial layer diet
2 Fed with farm mixed diet
3 Including cracked, soft shell and broken eggs

คุณภาพไข่

ตลอดระยะเวลาการให้อาหารที่มีเมล็ดทานตะวันระดับต่างๆ แก่แม่ไก่เป็นเวลา 168 วัน มีผลทำให้น้ำหนักไข่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความเข้มของสีไข่แดงลดลงตามการเพิ่มเมล็ดทานตะวันในอาหาร โดยเฉพาะในกลุ่มที่ใช้เมล็ดทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองทั้งหมดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มเปรียบเทียบ (62.88 กรัม และ 7.2 แต้มคะแนน vs 60.78 กรัม และ 8.7 แต้มคะแนน ตามลำดับ) ส่วนผลทางด้านความถ่วงจำเพาะ, Haugh unit, ความหนาเปลือกไข่ และจำนวนไข่คุณภาพต่ำ (ไข่บุบ ไข่แตก และไข่เปลือกนิ่ม) ไม่พบความแตกต่างในทุกกลุ่มการทดลอง (ตารางที่ 4.) แต่ปรากฏว่า การใช้อาหารบริษัททำให้ความถ่วงจำเพาะและความเข้มของสีไข่แดงเพิ่มขึ้น แต่มีน้ำหนักไข่ต่ำกว่าสูตรที่ผสมเองอย่างมีนัยสำคัญ. ส่วนผลคุณภาพไข่ด้านอื่นๆ (Haugh unit ความหนาเปลือกไข่ และจำนวนไข่คุณภาพต่ำ) ไม่พบความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.)

จากการติดตามผลต่อไปถึงช่วงการทดลองที่ 7-9 (รวมระยะเวลา 84 วัน) โดยให้แม่ไก่ทั้ง 4 กลุ่มได้รับอาหารเปรียบเทียบ (กลุ่มที่ 2, ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.) เหมือนกันหมด เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงในอาหารว่ามีผลเสียต่อระบบการย่อยอาหารหรือไม่ ผลแสดงไว้ในตารางที่ 5 ปรากฏว่า สมรรถภาพการผลิตไข่ของแม่ไก่ที่เคยได้รับและไม่ได้รับเมล็ดทานตะวันมาตลอดระยะ 168 วันแรก ให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติ ยกเว้นน้ำหนักไข่ซึ่งยังคงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มเมล็ดทานตะวันในอาหาร ส่วนแม่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเปรียบเทียบกลับมีน้ำหนักตัวเพิ่มมากกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ. ทั้งนี้อาจเนื่องจากน้ำหนักเริ่มต้นของไก่ไข่ในกลุ่มเปรียบเทียบนี้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นเล็กน้อย (ตารางที่ 3.) การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวจึงค่อนข้างสูงในช่วงท้ายเพื่อให้ถึงน้ำหนักโตเต็มที่ในเวลาใกล้เคียงกัน โดยจะสังเกตเห็นได้ว่าแม่ไก่กลุ่มเปรียบเทียบมีแนวโน้มเพิ่มน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ตั้งแต่ในระยะ 6 ช่วงการทดลองแรก (ตารางที่ 4.) นอกจากนี้อาจเกี่ยวกับผลการปรับตัวหลังจากมีการเปลี่ยนสูตรอาหาร ซึ่งปรากฏว่าไก่ในกลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารสูตรเดิมในขณะที่แม่ไก่กลุ่มอื่นๆ ต้องใช้เวลาสำหรับการปรับตัวให้เคยชินกับอาหารสูตรใหม่เสียก่อน.

วิจารณ์ผลการทดลอง

การที่ผลผลิตไข่ของแม่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีเมล็ดทานตะวันต่ำกว่ากลุ่มเปรียบเทียบถึง 18% นี้ (ตารางที่ 4.) อาจมีผลเนื่องจากมันกินอาหารได้น้อยกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ เพราะอาหารมีเยื่อใยเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มเมล็ดทานตะวัน (ตารางที่ 2.) ส่งผลให้แม่ไก่ได้รับปริมาณเยื่อใยต่อวันเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 6.) ทำให้อาหารมีความฟ่าม จึงกินอาหารได้น้อยลง (Mayer and Cheek, 1975) ประกอบกับการศึกษาในครั้งนี้ได้ปล่อยให้พลังงานใช้ประโยชน์ (ME) ลอยตัวสูงขึ้นตามการเพิ่มเมล็ดทานตะวันในสูตรอาหาร ซึ่ง Scott (1982) กล่าวว่า ไก่จะกินอาหารตามปริมาณพลังงานที่

ร่างกายต้องการ เมื่อได้พลังงานตามความต้องการแล้วไก่จะหยุดกินอาหาร สอดคล้องกับผลการทดลองที่ปรากฏว่า ME ของแม่ไก่ทุกกลุ่มที่ได้รับต่อวันมีปริมาณใกล้เคียงกัน ด้วยเหตุนี้ปริมาณโปรตีนที่แม่ไก่ได้รับต่อวัน จึงมีปริมาณลดลงตามจำนวนอาหารที่กิน (ตารางที่ 6.) ซึ่งไม่พอเพียงกับการนำไปใช้เพื่อการผลิตไข่ ดังที่ North (1984) บ่งไว้ว่า แม่ไก่ในช่วงระยะแรกของการให้ไข่ควรได้รับโปรตีนวันละ 17-18 กรัม แต่แม่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีเมล็ดทานตะวันได้รับโปรตีนเพียงวันละ 15.3-15.6 กรัมเท่านั้น ผลผลิตไข่จึงลดลงดังที่กล่าว.

Table 5. Production performance of laying hens fed control diet (sunflower seed, 0% SFS; gr 2) during Period 7-9.

	Previous group			
(%) SFS in ration	0[1]	0[2]	29	39
(%) SFS substitute soybean meal	0	0	75	100
Egg production (%)	74.34[a]	75.30[a]	71.59[a]	71.25[a]
Feed/doz. eggs (kg)	1.99[a]	1.95[a]	2.00[a]	2.03[a]
Feed intake (g/bird/day)	120.6[a]	121.6[a]	118.5[a]	119.5[a]
Feed/kg. egg produced (kg)	2.58[a]	2.52[a]	2.55[a]	2.56[a]
Egg weight (g)	64.00[c]	64.79[bc]	65.36[ab]	66.11[a]
Second quality eggs (%)[3]	0.63[a]	0.57[a]	1.12[a]	0.33[a]
Liveweight gain (g)	208.8[b]	284.2[a]	213.3[b]	213.2[b]

a-c, 1, 2, 3 See table 4

Table 6. Nutrient intake (CP, ME and CF) of laying hens fed diets containing various levels of sunflower seed (SFS) during 168 days (Period 1-6).

Groups	Level of SFS (%)		Nutrient intake per bird/day		
	In diet	Substitute soybean meal	CP (g)	ME (kcal)	CF (g)
1	0[1]	0[1]	17.3	302	5.4
2	0[2]	0[2]	17.1	309	4.3
3	29	75	15.6	303	6.6
4	39	100	15.3	306	7.4

1, 2 see Table 4

การที่ผลผลิตไข่และปริมาณอาหารที่กินลดลงเมื่อให้อาหารที่มีเมล็ดทานตะวันตามการศึกษาครั้งนี้ ให้ผลขัดแย้งกับรายงานของ ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2533ข) ที่บ่งว่า การใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารระดับสูงสุด 19% หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 80% ไม่มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการศึกษาของ ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2533ข) ในไก่ไข่ครั้งก่อน มีการปรับสมดุลของ ME ให้เท่ากันทุกกลุ่มการทดลอง คงปล่อยให้ลอยตัวเฉพาะเยื่อใย และอาจมีผลมาจากระดับการใช้เมล็ดทานตะวันตามการศึกษาครั้งนี้ มีปริมาณสูงกว่าคราวก่อนมาก กล่าวคือ ใช้ในสูตรอาหารตั้งแต่ระดับ 29% ขึ้นไป ในขณะที่ครั้งก่อนใช้ในอาหารเพียง 19% แม้ว่าจะเป็นการแทนที่กากถั่วเหลืองถึง 80% ก็ตาม แต่อย่างไรก็ตาม ผลผลิตไข่ที่ลดลงเมื่อใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงนี้ สอดคล้องกับ Uwayjan *et al.* (1983) ที่รายงานว่าผลผลิตไข่มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารระดับ 30% หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 45% แต่การลดลงดังกล่าวไม่พบนัยสำคัญ ซึ่งอาจเนื่องจากปริมาณอาหารที่กินลดลงไม่มาก เพราะการศึกษาของ Uwayjan *et al.* (1983) ใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นตัวปรับสมดุลของ ME ต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ที่ค่า ME สูงขึ้น เมื่อเพิ่มการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหาร จึงไปมีผลจำกัดการกินอาหาร ดังเห็นผลได้อย่างชัดเจนในสัตว์ปีกขนาดเล็ก เช่น นกกระทาไข่ สามารถใช้อาหารที่มีเมล็ดทานตะวันได้เพียง 10% โดยไม่มีผลเสียต่อผลผลิตไข่ (ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล, 2533ข) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ Lee and Moss (1989) ที่พบว่าแม่ไก่ไข่อายุ 54 สัปดาห์ ไม่ควรใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารสูงกว่า 20%.

การใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงแทนที่กากถั่วเหลืองส่วนใหญ่หรือทั้งหมด มีผลทำให้สูตรอาหารมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) โดยเฉพาะกรดลิโนเลอิก (Linoleic acid) ที่มีมากในเมล็ดทานตะวันมีปริมาณเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ไข่ฟองโตขึ้น (Shannon and Whitehead, 1974 ; ตารางที่ 4) สอดคล้องกับ Karunajeewa *et al.* (1987) ที่ใช้เมล็ดทานตะวันระดับ 0-4% เลี้ยงไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นขาว ในช่วงอายุ 43-67 สัปดาห์ ปรากฏว่าน้ำหนักไข่เพิ่มขึ้นตามการเพิ่มเมล็ดทานตะวันในอาหาร โดยไข่ที่มีขนาดน้ำหนัก 65 กรัมขึ้นไปมีจำนวนเพิ่มขึ้น ส่วนไข่ขนาดน้ำหนัก 50-55 และ 55-60 กรัม มีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อขนาดฟองไข่โตขึ้น ความหนาเปลือกไข่ลดลง โดยเฉพาะในกลุ่มที่ใช้เมล็ดทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองทั้งหมด ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากมีการปรับสมดุลของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในสูตรอาหารให้คงที่เท่ากันทุกกลุ่ม (ตารางที่ 2) ส่วนกรณีของสีไข่แดงมีความเข้มลดลงตามการเพิ่มการใช้เมล็ดทานตะวันในอาหารขึ้น มีสาเหตุมาจากเมล็ดทานตะวันมีโปรตีนค่อนข้างต่ำ (19.7%) ประมาณครึ่งหนึ่งของกากถั่วเหลือง เมื่อใช้เมล็ดทานตะวันในอาหาร จึงจำเป็นต้องลดปริมาณการใช้ข้าวโพดควบคู่ไปกับการลดกากถั่วเหลืองด้วย เป็นเหตุให้สารสีธรรมชาติ (Xanthophyll) ซึ่งมีมากในข้าวโพดเหลือง มีปริมาณลดลง เกิดการสะสมสารสีธรรมชาติในไข่แดงน้อยลง ผลอันนี้สอดคล้องกับ Uwayjan *et al.* (1983) และ ตั้งทวีวิพัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2533ข).

สำหรับการเปลี่ยนอาหารจากที่เคยให้ในระยะ 6 เดือนแรก มาเป็นให้ได้รับอาหารเปรียบเทียบเหมือนกันทุกกลุ่มเป็นเวลาอีก 3 เดือน ปรากฏว่า น้ำหนักไข่ยังคงเพิ่มขึ้นตามกลุ่มที่เคยได้รับอาหารที่มีเมล็ดทานตะวันมาก่อน (ตารางที่ 5) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีปริมาณค่อนข้างสูงในระยะแรกไว้ในร่างกาย แล้วค่อยๆ ปล่อยมาใช้ในระยะหลังนี้ก็ได้.

การที่น้ำหนักไข่ของแม่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารบริษัทต่ำกว่ากลุ่มที่ผสมใช้เอง อาจมีสาเหตุมาจากบริษัทมักเน้นการลดต้นทุน จึงเลือกใช้วัตถุดิบที่มีราคาถูกที่ได้จากการนำเข้าจากต่างประเทศในระดับสูง และอาจเนื่องจากการผลิตอาหารของบริษัทพยามยามหลีกเลี่ยงการใช้ปลาป่นหรือวัตถุดิบอื่นที่มีไขมันมาก เพื่อประโยชน์ในการช่วยยืดระยะการเก็บอาหารไว้ใช้ได้นาน โดยอาหารนั้นไม่หืนเร็ว มีผลให้ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในอาหารบริษัทต่ำกว่าสูตรอาหารเปรียบเทียบ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อขนาดฟองไข่(Shannon and Whitehead, 1974) นอกจากนี้ อาจเนื่องจากสูตรอาหารเปรียบเทียบมีการใช้กรดอะมิโนเมทไธโอนีนในระดับที่สูงกว่าระดับที่แนะนำโดย NRC (1984; 0.37 vs 0.32%) และอาจสูงกว่าระดับที่มีในอาหารบริษัท ปริมาณเมทไธโอนีนที่มีมากนี้ อาจส่งผลให้ขนาดฟองไข่เพิ่มขึ้นได้ (Doran *et al.*, 1982).

ในกรณีที่ความถ่วงจำเพาะของไข่จากแม่ไก่ที่ได้รับอาหารบริษัท มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ผสมอาหารใช้เอง น่าจะมีสาเหตุมาจากแม่ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารบริษัทมีเปลือกไข่หนากว่ากลุ่มที่ผสมอาหารใช้เอง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ North (1984) ที่ว่า ค่าความถ่วงจำเพาะมีความสัมพันธ์กับความหนาของเปลือกไข่ ไข่ที่มีความถ่วงจำเพาะสูงมักมีเปลือกไข่หนา ส่วนกรณีที่ไข่แดงมีสีเข้มกว่ามากนั้น มีสาเหตุมาจากอาหารบริษัทใส่สารสีธรรมชาติที่ได้จากการสังเคราะห์ (Carophyll) ลงไปค่อนข้างมาก เพื่อเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค ซึ่งถือว่าเป็นการแข่งขันกันทางด้านการตลาดประเภทหนึ่ง.

สรุปผลการทดลอง

จากการใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงในสูตรอาหาร คือ ระดับ 29 และ 39% หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 75 และ 100% เลี้ยงไก่ไข่เป็นระยะเวลา 168 วัน เปรียบเทียบกับอาหารเปรียบเทียบ 2 ชนิด (อาหารบริษัทและอาหารที่ผสมใช้เอง ซึ่งมีเมล็ดทานตะวัน 0%) ผลสรุปได้ว่า :

1. เมื่อใช้เมล็ดทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองทั้งหมด (100%) มีผลทำให้ผลผลิตไข่และประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลง ในขณะที่ไข่มีขนาดฟองโตขึ้น การใช้ที่ระดับ 29% (แทนที่กากถั่วเหลือง 75%) ไม่มีผลเสียต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร น้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการตาย แต่จะได้ผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มเปรียบเทียบบ้าง.

2. การใช้เมล็ดทานตะวันไม่ว่าจะแทนที่กากถั่วเหลืองส่วนใหญ่หรือแทนที่ทั้งหมด ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพไข่ ยกเว้นจะได้ไข่ที่มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น แต่ความเข้มของสีไข่แดงลดลงตามการเพิ่มระดับเมล็ดทานตะวันในอาหาร.

3. การใช้อาหารบริษัทมีผลทำให้น้ำหนักไข่ลดลง ในขณะที่ความถ่วงจำเพาะและความเข้มของสีไข่แดงเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ผสมใช้เอง ส่วนผลด้านสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่อื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกัน.

4. การให้อาหารเปรียบเทียบแก่แม่ไก่ทุกกลุ่มเป็นเวลา 3 เดือน หลังจากที่เคยได้รับอาหารที่มีเมล็ดทานตะวันมาก่อน ไม่มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตด้อยลง และยังได้ไข่ขนาดฟองโตขึ้น แม้ว่าในช่วงการทดลองก่อนหน้านี้ (6 เดือนแรก) การใช้เมล็ดทานตะวันระดับสูงจะมีผลเสียต่อผลผลิตไข่ และประสิทธิภาพการใช้อาหารก็ตาม.

เอกสารอ้างอิง

ตั้งทวีวิพัฒน์, สุชน., และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2533 ก). ผลการใช้เมล็ดทานตะวันระดับต่างๆ ในอาหารไก่เนื้อ. ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.) 24(4):439-456.

ตั้งทวีวิพัฒน์, สุชน., และ ชีวะอิสระกุล, บุญล้อม. (2533 ข). การใช้เมล็ดทานตะวันเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานในอาหารสัตว์ปีก. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 28, สาขาสัตวศาสตร์ หน้า 47-59. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฤกษ์เกษม, เบญจวรรณ. (2530). การเปรียบเทียบทานตะวันลูกผสมที่เชียงใหม่. ว.เกษตร 3(2):101-113.

Daghir, N.J., Raz, M.A. and Uwayjan, M. (1980). Studies on the utilization of full fat sunflower seed in broiler rations. Poutry Sci. 59:2273-2278.

Doran, B.H., Krueger, W.F. and Bradley, J.W. (1982). The feasibility of phase feeding surphur amino acid to egg production stock during the laying period. Poultry Sci. 61(7):1453.

Lee, K. and Moss, C.W. (1989). Performance of laying chickens fed diets containing confectionary-type sunflower seeds. Poultry Sci. 68:84.

Lee, P.K. and Yang, Y.F. (1980). Raw unhulled sunflower seed as feedstuff for broiler chicks. J. of the Taiwan Livestock Res. 13(2):49-57.

Karunajeewa, H., Abu-Serewa, S. Tham, S.H. and Eason, P. (1987). The effects of dietary level of sunflower seeds and lysine on egg quality and laying performance of White Leghorn hens. J. Sci. Food and Agric. 41(4):325-333.

Kashani, A. and Carlson, C.W. (1988). Use of sunflower seeds in grower diets for pullets and subsequent performance as affected by aureomycin and pelleting. Poultry Sci. 67:445-451.

Mayer, R.O. and Cheeke, P.R. (1975). Utilization of alfalfa meal and alfalfa protein concentrate by rats. J. Anim. Sci. 40:500-508.

National Research Council (NRC). (1984). Nutrient requirements of poultry,8th Ed. National Academy Press, Washington, D.C., USA.

North, M.O. (1984). Commercial Chicken Production Mannual. AVI. Publishing Company, Inc., Westport, USA.

Scott, M.L. (1982). Nutrient requirement of poultry. Feedstuffs Year Book Issue. 50(30):57-58.

Shannon, D.W.F. and Whitehead, C.C. (1974). Lack of a response in egg weight or output to increasing levels of linoleic acid in practical layer's diets. J. Sci. Food Agric. 25:553-561.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. (1960). Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, USA.

Uwayjan, M.G., Azar, E.J. and Daghir, N.J. (1983). Sunflower seed in laying hen rations. Poultry Sci. 62:1247-1253.

วารสารเกษตร 7(3) : 289-297 (2534)

Journal of Agriculture 7(3) : 289-297 (1991)

พัฒนาการวิเคราะห์โปรตีนในอาหาร

ไพโรจน์ วิริยจารี [1]

DEVELOPMENT OF FOOD PROTEIN ANALYSIS

Pairote Wiriyacharee [1]

ABSTRACT: Kjeldahl method is usually well-known for food protein analysis. However, this method has a complex problem particularly in distillation and titration steps. The modified method development, therefore, using colorimetric method was investigated. It was found that it was accurate and not significant difference from the standard Kjeldahl method. In fact that Brand's traditional essence of chicken, pork meat and soya milk powder were composed of total nitrogen (1.156 ± 0.110%, 3.24 ± 0.18% and 5.57 ± 0.11% respectively) and protein (7.22 ± 0.68%, 20.23 ± 1.12% and 34.82 ± 0.72% respectively) by using micro-Kjeldahl method. On the other hand, the same samples using colorimetric method were found 1.081 ± 0.060%, 3.20 ± 0.11% and 5.56 ± 0.17% total nitrogen respectively and 6.76 ± 0.38%, 20.01 ± 0.71% and 34.76 ± 1.04% protein content respectively. Thus, it can be concluded that the colorimetric method could be used for food protein analysis as it was accurate, convenient and rapid method.

บทคัดย่อ : การหาปริมาณโปรตีนในอาหารนิยมใช้วิธีมาตรฐาน Kjeldahl ในการวิเคราะห์ แต่มักมีปัญหายุ่งยากในขั้นตอนการกลั่นและการไตเตรท การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์จากวิธีมาตรฐานโดยการวัดสีแทนการกลั่น เป็นวิธีที่ให้ผลการวิเคราะห์แม่นยำ ใกล้เคียงกับวิธีมาตรฐานอย่างมาก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือ ในตัวอย่างแบรนด์ซุปไก่ เนื้อหมู และนมถั่วเหลืองผง สามารถหาปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนโดยวิธี Micro-Kjeldahl ได้ค่าคิดเป็นร้อยละ 1.156 ± 0.110, 3.24 ± 0.18 และ 5.57 ± 0.11 และ 7.22 ± 0.68, 20.23 ± 1.12 และ 34.82 ± 0.72 ตามลำดับ ส่วนถ้าหากใช้วิธีการวัดสีที่พัฒนาขึ้นจะได้ค่าไนโตรเจนและโปรตีน คิดเป็นร้อยละ 1.081 ± 0.060, 3.20 ± 0.11, 5.56 ± 0.17 และ 6.76 ± 0.38, 20.01 ± 0.71 และ 34.76 ± 1.04 ตามลำดับ ซึ่งวิธีการวัดที่นี้มีความแม่นยำสะดวก และรวดเร็วกว่าวิธีมาตรฐาน Kjeldahl อย่างมาก

---

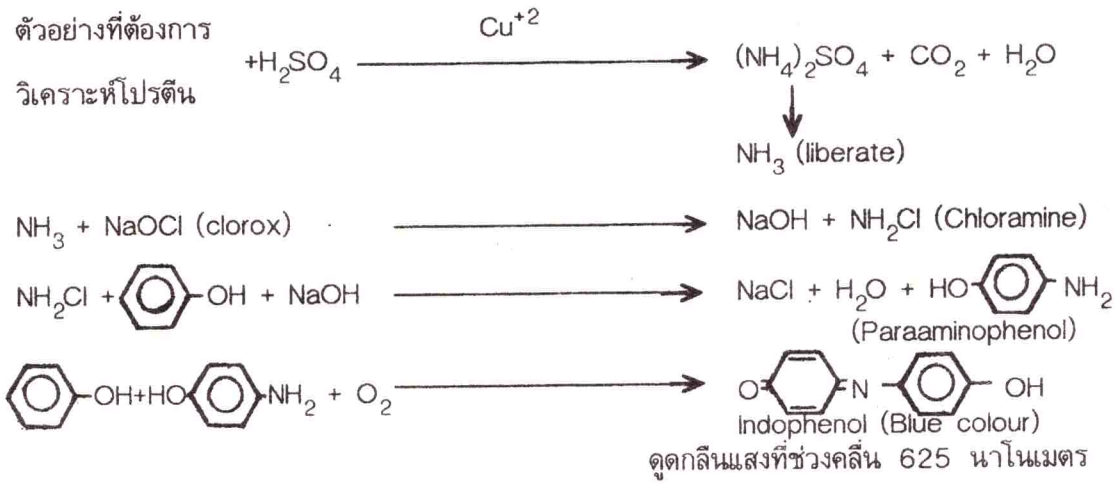
[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 50002.
[1] Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50002.

คำนำ

ในการวิเคราะห์อาหารโดยทั่วไป การหาปริมาณโปรตีนทั้งหมด (Total protein) นิยมใช้วิธีมาตรฐาน Kjeldahl ในการหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่าง แล้วนำมาคูณกับค่าตัวประกอบมาตรฐานของแต่ละชนิดของอาหาร จึงจะได้ค่าปริมาณโปรตีนทั้งหมดของอาหารชนิดนั้นๆ แต่วิธีการวิเคราะห์โดยการวัดสีเพื่อหาปริมาณไนโตรเจนดังกล่าว น่าจะเป็นวิธีที่สะดวกและมีความแม่นยำใกล้เคียงกับวิธีมาตรฐาน.

วิธีการวัดสีที่จะต้องทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Organic matter) ในสภาวะที่เป็นกรดและมีตัวเร่ง (Catalyst) ส่วนมากจะใช้ Cu^{+2} และ Hg^{+2} แล้วจึงนำไปกลั่น เพื่อให้แอมโมเนียออกมา แล้วทำการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นสารที่มีสีแล้วสามารถวัดโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer โดยการนำสารละลายใสที่ย่อยสลายมาแล้วทำการเติมสารละลาย Ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA) ลงไปเพื่อกำจัดสารรบกวนที่ไม่บริสุทธิ์ที่มีผลต่อการกำเนิดสีของการวิเคราะห์ จากวิธีการวิเคราะห์สารแอมโมเนียจะทำปฏิกิริยากับ Clorox จะได้สาร Chloramine ในสภาพที่เป็นด่าง จากนั้น Chloramine จะเข้ารวมตัวกับสาร Phenol ได้สารพวก Para amino phenol แล้วทำปฏิกิริยาต่อกับ Phenol อีกหนึ่งโมเลกุล จะได้สาร Indophenol ที่มีสีน้ำเงิน จากนั้นจึงนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง (Optical density) ที่ช่วงความยาวคลื่น 625 nm ได้ค่าที่สามารถเทียบกับกราฟมาตรฐาน ที่เตรียมโดยการใช้แอมโมเนียมซัลเฟต เป็นแหล่งของไนโตรเจนมาตรฐาน จะได้ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีในตัวอย่าง โดยที่มีสารอื่นๆ นอกจากไนโตรเจนจากโปรตีน เช่น พวก Non-protein nitrogen อื่นๆ จะปะปนออกมาด้วย วิธีนี้ต้องทำการลดความคลาดเคลื่อน โดยการทำ Blank เพื่อหักล้างความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้.

ปฏิกิริยาทางเคมีของการเกิดสี โดยวิธีการวัดสีสามารถอธิบายได้ดังนี้ (แผนภาพที่ 1).



แผนภาพที่ 1. แสดงสมการเคมีการกำเนิดสีจากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในอาหาร

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้จะวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษาเป็น 2 ปัจจัย คือ :

ปัจจัยแรก เป็นวิธีการวิเคราะห์โปรตีน ซึ่งการทดลองนี้จะใช้ 2 วิธี คือ วิธีมาตรฐาน Micro-Kjeldahl และวิธีการพัฒนาจากวิธีมาตรฐานโดยการวัดสี (Colorimetric method).

ปัจจัยที่สอง เป็นตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์ มี 3 ตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์ ได้แก่ แบรนด์ซุปไก่, เนื้อหมู และนมถั่วเหลืองผง.

ดังนั้น การทดลองครั้งนี้จะเป็น 2 x 3 Factorial design in CRD มีสิ่งทดลองทั้งหมด 6 Treatment combination ซึ่งแต่ละสิ่งทดลองจะทำการทดลอง 6 ซ้ำ ดังต่อไปนี้ :

สิ่งทดลองที่ 1 ใช้ตัวอย่างแบรนด์ซุปไก่ หาโปรตีนโดย Micro-Kjeldahl method
2 ใช้ตัวอย่างแบรนด์ซุปไก่ หาโปรตีนโดย Colorimetric method
3 ใช้ตัวอย่างเนื้อหมู หาโปรตีนโดย Micro-Kjeldahl method
4 ใช้ตัวอย่างเนื้อหมู หาโปรตีนโดย Colorimetric method
5 ใช้ตัวอย่างนมถั่วเหลืองผง หาโปรตีนโดย Micro-Kjeldahl method
6 ใช้ตัวอย่างนมถั่วเหลืองผง หาโปรตีนโดย Colorimetric method

การหาโปรตีนโดย Micro-Kjeldahl method

ชั่งตัวอย่าง (ถ้าเป็นแบรนด์ซุปไก่ใช้น้ำหนักตัวอย่าง 0.5 กรัม, เนื้อหมู 0.1000 กรัม, นมถั่วเหลืองผง 0.3000 กรัม) ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน เติมสารตัวเร่ง $CuSO_4.5H_2O$:K_2SO_4 = 1:15 จำนวน 1 กรัม และเติมกรด H_2SO_4 เข้มข้นลงไป 5 มิลลิลิตร นำไปทำการย่อยในเครื่องย่อยชุด Micro Kjeldahl digestion จนกระทั่งได้สารละลายใส ทิ้งให้เย็น ล้างขวดย่อยด้วยน้ำกลั่นร้อนๆ แล้วต้มต่อจนเป็นควันขาว ทิ้งให้เย็นเติมน้ำกลั่นเล็กน้อยเพื่อละลายผลึก ทำการถ่ายสิ่งที่จะย่อยได้ใส่ในขวดกลั่นล้าง ด้วยน้ำกลั่นครั้งละ 1-2 มิลลิลิตร 5-6 ครั้ง เติมสารละลาย NaOH-$Na_2S_2O_3$ จำนวน 10 มิลลิลิตร ทำการกลั่นโดยใช้ความร้อนจากไอน้ำเดือด เก็บสิ่งที่กลั่นได้ในสารละลาย Boric acid ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 10 มิลลิลิตร ที่มี Indicator 1-2 หยด (Methyl red-bromocresol green solution) กลั่นจนได้สารละลายทั้งหมด 50 มิลลิลิตร.

นำสิ่งที่กลั่นไว้ไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน (H_2SO_4) จนได้สีชมพู ทำการวิเคราะห์ค่าโปรตีนจาก Blank sample ด้วยวิธีเช่นเดียวกับข้างต้น แล้วคำนวณหาปริมาณโปรตีนในตัวอย่างจากสูตร :

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)} = \frac{(\text{ml } H_2SO_4 - \text{ml Blank}) \times \text{Normality of } H_2SO_4 \times 1400.67}{\text{mg of Sample}}$$

ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) = ปริมาณไนโตรเจน x 6.25

การหาโปรตีนโดย Colorimetric method

ชั่งตัวอย่างเช่นเดียวกับตอนแรก ใส่ลงไปในขวดย่อย เติมสารตัวเร่ง 1 กรัม และเติมกรด H_2SO_4 เข้มข้นลงไป 5 มิลลิลิตร นำไปย่อยในเครื่องย่อยชุด Micro Kjeldahl digestion จนกระทั่งได้สารละลายใส ทิ้งให้เย็นลง (10 นาที) แล้วนำไปเจือจางด้วยน้ำ Deionized water จำนวน 15-20 มิลลิลิตร แล้วถ่ายลงสู่ขวด Volumetric flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 250 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากันดีนำ volmetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร มาเติมสิ่งต่อไปนี้ :

- 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่างที่ย่อยและปรับปริมาตรแล้ว
- 1 มิลลิลิตรของสารละลาย EDTA (ละลาย 1 กรัมของ EDTA ใน 100 มิลลิลิตรของน้ำกลั่น แล้วปรับ pH เป็น 10 ด้วย NaOH เข้มข้นและ pH meter)
- 5 มิลลิลิตรของสารละลาย A (ละลาย 4.8 กรัมของ NaOH ในน้ำกลั่นที่ปราศจากอิออน และปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร)
- 10 มิลลิลิตรของสารละลาย B (ละลาย 5 กรัมของ Phenol และ 25 กรัมของ Sodium nitroprusside ในน้ำและปรับปริมาตรให้เป็น 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา เข้าตู้เย็นก่อนใช้ให้นำมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง)
- 10 มิลลิลิตรของสารละลาย C (ละลาย 2.5 กรัมของ NaOH, 1.87 กรัม Anhydrous Na_2HPO_4, 15.9 กรัมของ $Na_3PO_4.2H_2O$ และ 5 มิลลิลิตรของ Clorox ในน้ำกลั่นและปรับปริมาตรให้เป็น 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชาเข้าตู้เย็นก่อนใช้ให้นำมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง)

เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 0.5 - 1.0 ชั่วโมง แล้วนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง (Optical density) ที่ 625 nm.

การเตรียม Reagent blank เพื่อลดความคลาดเคลื่อน

ให้นำกระดาษที่ปราศจากไนโตรเจน มาจำนวนเท่ากับตัวอย่างที่ใช้ เติมสารต่างๆ เช่นเดียวกับข้างต้น ทำการย่อยและปรับปริมาตร และทำการหาค่าความดูดกลืนแสงเช่นเดียวกัน เพื่อนำค่าที่ได้ไปลดความคลาดเคลื่อน แล้วเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาปริมาณโปรตีนต่อไป.

การเตรียมกราฟมาตรฐาน

ใช้ Ammonium sulphate จำนวน 0.4720 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำสารละลายมา 10 มิลลิลิตรและเจือจางอีกให้ครบ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 1 µg N/ml นำสารละลายมาตรฐานนี้ 0-50 มิลลิลิตร มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนเช่นเดียวกับตอนแรกทุกประการ จะได้ค่าต่างๆ ของ Optical density ที่ความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ความเข้มข้นต่างๆ จากกราฟมาตรฐานของการทดลองนี้จะได้ค่าปริมาณไนโตรเจนดังนี้ :

ปริมาณไนโตรเจน (µg) = (ค่า Optical density) (112.50).

ทำการเปรียบเทียบข้อมูลของปริมาณโปรตีนของแต่ละตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี โดยการใช้โปรแกรม Stat-Pack Package ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ (Walonick, 1987).

ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างจะทำการหาปริมาณความชื้น (โดยเฉพาะตัวอย่างเนื้อหมู และตัวอย่างนมถั่วเหลืองผง ตามวิธีของ AOAC; 1984) และหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดในตัวอย่างแบรนด์ซุปไก่ ตามวิธีแบบ AOAC (1984).

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตัวอย่างแบรนด์ซุปไก่ เป็นตัวอย่างที่เป็นของเหลว ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่สามารถละลายน้ำได้ทั้งหมดเป็นร้อยละ 9.83 ± 0.86 (ตารางที่ 1) ส่วนตัวอย่างเนื้อหมูและตัวอย่างนมถั่วเหลืองผงที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 72.10 ± 1.27 และ 3.63 ± 0.25 ตามลำดับ (ตารางที่ 1.).

ตารางที่ 1. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของตัวอย่างแบรนด์ซุปไก่ และปริมาณความชื้นของเนื้อหมูและนมถั่วเหลืองผง.

ตัวอย่าง	ของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)
แบรนด์ซุปไก่	9.83 ± 0.86	-
เนื้อหมู	-	72.10 ± 1.27
นมถั่วเหลืองผง	-	3.63 ± 0.25

ในการทดลองครั้งนี้ทำการเลือกตัวอย่างอาหารทั้ง 3 ตัวอย่าง ทั้งที่เป็นของเหลวและของแข็ง ทั้งที่เป็นพืชและสัตว์ เพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน จากการทดลองพบว่า ปริมาณไนโตรเจน และโปรตีนในตัวอย่างอาหารทั้ง 3 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) (ตารางที่ 2.) กล่าวคือ ในตัวอย่างแบรนด์ซุปไก่มีปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนคิดเป็นร้อยละ 1.12 ± 0.09 และ 6.94 ± 0.56 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างเนื้อหมูมีปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนคิดเป็นร้อยละ 3.22 ± 0.14 และ 20.12 ± 0.90 ตามลำดับ ส่วนปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนในตัวอย่างนมถั่วเหลืองผงมีค่าร้อยละ 5.56 ± 0.14 และ 34.79 ± 0.86 ตามลำดับ อีกทั้งพบว่าวิธีมาตรฐานและวิธีการที่พัฒนาจากวิธีมาตรฐาน โดยการเปลี่ยนจากการไตเตรทมาเป็นวิธีการวัดสี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย ($P > 0.05$) (ตารางที่ 2.) กล่าวคือ วิธี Micro-Kjeldahl สามารถหาปริมาณไนโตรเจนได้ในตัวอย่างแบรนด์ซุปไก่, เนื้อหมู, และนมถั่วเหลืองผง มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.156 ± 0.110, 3.24 ± 0.18 และ 5.57 ± 0.11 ตามลำดับ.

ตารางที่ 2. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนในตัวอย่างแบรนด์ซุปไก่ เนื้อหมู และนมถั่วเหลืองผง โดยใช้ Stat pack package

วิธีวิเคราะห์	ไนโตรเจน (ร้อยละ)		โปรตีน (ร้อยละ)	
Micro-kjeldahl	3.3208 ± 1.8599		20.7267 ± 11.6623	
Colorimeter	3.2813 ± 1.8868		20.5089 ± 11.7918	
ตัวอย่างอาหาร				
แบรนด์ซุปไก่	1.1183 ± 0.0932		6.9442 ± 0.5609	
เนื้อหมู	3.2192 ± 0.1440		20.1217 ± 0.9007	
นมถั่วเหลืองผง	5.5658 ± 0.1369		34.7875 ± 0.8558	
วิเคราะห์สถิติ	F-test	Significance	F-test	Significance
วิธีวิเคราะห์	0.8276	0.3702	0.6449	0.4283
ตัวอย่างอาหาร	3501.2083	0.0000	3517.3130	0.0000

ตารางที่ 3. ปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนของแบรนด์ซุปไก่, เนื้อหมู, และนมถั่วเหลืองผงที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน.

ตัวอย่าง	วิธีที่ใช้วิเคราะห์		ปริมาณไนโตรเจน (ร้อยละ)	ปริมาณโปรตีน (N x 6.25) (ร้อยละ)
แบรนด์ซุปไก่	Micro-Kjeldahl method		1.189	7.43
			1.032	6.45
			1.060	6.63
			1.204	7.52
			1.118	6.99
			1.332	8.33
		X ±SD	1.156 ±0.110	7.22 ±0.68
	Colorimetric method		1.119	6.99
			1.039	6.49
			1.002	6.26
			1.172	7.33
			1.092	6.83
			1.060	6.63
		X ±SD	1.081 ±0.060	6.76 ±0.38
เนื้อหมู	Micro-Kjeldahl method		3.10	19.38
			3.36	21.00
			3.04	19.00
			3.30	20.63
			3.50	21.88
			3.12	19.50
		X ±SD	3.24 ±0.18	20.23 ±1.12
	Colorimetric method		3.05	19.06
			3.11	19.44
			3.37	21.06
			3.27	20.44
			3.19	19.94
			3.22	20.13
		X ± SD	3.20 ±0.11	20.01 ±0.71
นมถั่วเหลืองผง	Micro-Kjeldahl method		5.55	34.69
			5.59	34.94
			5.51	34.44
			5.78	36.13
			5.44	34.00
			5.55	34.69
		X ± SD	5.57 ±0.11	34.82 ±0.72
	Colorimetric method		5.25	32.81
			5.75	35.93
			5.63	35.19
			5.58	34.88
			5.55	34.69
			5.61	35.06
		X ±SD	5.56 ±0.17	34.76 ±1.04

ส่วนปริมาณโปรตีนมีค่าร้อยละ 7.22 ± 0.68, 20.23 ±1.12 และ 34.82 ± 0.72 ตามลำดับ และเมื่อนำตัวอย่างดังกล่าวมาทำการหาค่าไนโตรเจนโดยวิธีการวัดสี ได้ค่าคิดเป็นร้อยละ 1.081 ±0.060, 3.20 ±0.11 และ 5.56 ±0.17 ตามลำดับ และค่าโปรตีนคิดเป็นร้อยละ 6.76 ±0.38, 20.01 ±0.71 และ 34.76 ±1.04 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.) ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การทดลองครั้งนี้นำเอาตัวอย่างอาหาร 3 ประเภทมาทดลอง พบว่าไม่ว่าตัวอย่างใดสามารถใช้วิธีการวิเคราะห์หาโปรตีนได้ทั้งวิธีมาตรฐานและวิธีที่พัฒนาจากวิธีมาตรฐานออกไป โดยได้ค่าที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้วิธีวัดสีน่าจะเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และมีความแม่นยำเช่นกันในการวิเคราะห์หาโปรตีนในอาหารได้ทั้งในอาหารประเภทพืชและสัตว์ วิธีมาตรฐาน Micro-Kjadahl จะเป็นวิธีที่ยุ่งยาก คือ ขั้นตอนการกลั่นในขณะให้ความร้อน สารละลายด่าง (NaOH) จะกระเด็นออกมาสู่ Condensor และเข้าไปในตัว Receiver ได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการเดือดของน้ำไม่สม่ำเสมอ อาจให้ความร้อนน้อยไปหรือมากไป ทำให้ไอน้ำที่ผ่านเข้ามาไม่สม่ำเสมอ ทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้ อีกทั้งเสียเวลาค่อนข้างนาน เพราะต้องใช้เวลาในการกลั่นเพื่อให้ได้ปริมาตรสิ่งที่กลั่นได้ 50 มิลลิลิตร แต่วิธีการวัดสีเพียงแต่ละลายตัวอย่างในน้ำกลั่น และดูดมาวิเคราะห์การวัดสีได้ทันที จะเห็นว่าวิธีการวัดสีจึงมีความสะดวก รวดเร็วกว่าแบบวิธีมาตรฐาน Micro-Kjeldahl ค่อนข้างมากทีเดียว.

สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์โปรตีนโดยวิธีการวัดสี ที่พัฒนามาจากวิธีมาตรฐาน micro-kjeldahl เป็นวิธีที่สามารถใช้ได้กับตัวอย่างอาหารทั้งที่เป็นพืชและสัตว์ ของแข็งหรือของเหลวได้อย่างแม่นยำ ใกล้เคียงกับวิธีมาตรฐานอย่างมาก จนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งวิธีการดังกล่าวมีความสะดวก รวดเร็วกว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐาน ซึ่งเป็นการประหยัดเวลา และมีความสะดวก ตลอดจนได้ค่าที่แม่นยำต่อการนำมาวิเคราะห์หาโปรตีนในอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ.

เอกสารอ้างอิง

AOAC. (1984). Official Methods of Analysis. (13 rd.ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Braverman, J.B.S. (1963). Introduction to the Biochemistry of Foods. Elsevier Publishing Company, London.

Hans Neurath. (1976). The Protein. (3rd. ed.). Volume II. Academic Press.

King, R.D. (1978). Development of Food Analysis Technique. Applied Science Publishers, London.

Mitchell, H.L. (1972). Microdetermination of nitrogen in plant tissues. J. Assoc. Office. Anal Chemists, 55:1.

Pearson, D. (1976). The Chemical Analysis of Foods. Churchill Livingstone, London and New York.

Pomeranz, Y. and Meloan, C.E. (1978). Food Analysis : Theory and Practice. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

Wiriyacharee, P., and Koumroptum, J. (1985). Effect of catalysts and boric concentration on protein analysis. J. of Agriculture, 1(1): 72-84.

Walonick, D.S. (1987). Stat-Packets. Walonick Associates Inc., Minneapoils, M.N.

วารสารเกษตร 7(3) : 298-313 (2534)

Journal of Agriculture 7(3) : 298-313 (1991)

SUPPRESSING EFFECT OF METAL IONS ON DECOMPOSITION OF ORGANIC FERTILIZER BY FORMING METAL-ORGANIC COMPLEXES

Patcharee Saenjan [1], *Duangsamorn Taja* [2], *and Hidenori Wada* [2]

อิทธิพลของโลหะในการยับยั้งการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์โดยการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนอินทรีย์โลหะ

พัชรี แสนจันทร์ [1], *ดวงสมร เตจา* [2], *และฮิเดโนริ วาดะ* [2]

บทคัดย่อ: ศึกษาอิทธิพลของสารประกอบโลหะที่มีต่อการสลายตัวของปุ๋ยอินทรีย์ โดยทดลองกับมูลควายแห้งเป็นปุ๋ยหมักที่ใช้ปรับปรุงบำรุงดินกันอย่างแพร่หลายในเขตร้อน สารประกอบโลหะที่ใช้ได้แก่ Polyhydroxy Al chloride (PAC), $AlCl_3$ และ $FeSO_4/H_2O$ ส่วนผสมของมูลควายและสารประกอบโลหะถูกบ่มภายใต้สภาพที่มีออกซิเจนเป็นเวลา 0 ถึง 3 สัปดาห์ ทำการวัดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยจากมูลควาย วัดปริมาณ Al, Fe, pH และความหนาแน่นแสง (OD) ในสารละลายมูลควายที่สกัดด้วย KCl และทำการแยกส่วนของสารประกอบอินทรีย์โลหะในสารละลายที่สกัดด้วย KCl และในสารละลายที่สกัดด้วยน้ำ ผลการทดลองที่ได้ชี้ให้เห็นว่าสารประกอบโลหะสามารถลดการสลายตัวของมูลควายโดยเกิดการสร้างสารประกอบเชิงซ้อนอินทรีย์โลหะ ซึ่งเป็น Polyhydroxy Al และ Fe ที่เกาะกับสารประกอบฮิวมิกและฟุลวิกในมูลควาย

ABSTRACT: Decomposition of organic fertilizer was examined by addition of metal compound. Partially humified buffalo dung (BD) was tested as it is a popular soil amendment in tropical region. Metal compounds used were polyhydroxy Al chloride (PAC), $AlCl_3$ and $FeSO_4/H_2O$. Mixture of BD and metal compound was incubated under aerobic condition. At appropriate period, carbon dioxide emitted from BD, amount of Al and Fe, pH and optical density in HCl-BD extract and fractionation of metal organic substances in KCl and water extract were analyzed. The results showed that addition of metal compound slightly decreased decomposition of BD through formation of metal organic complexes. The added Al and Fe ions were expected to exist in form of polyhydroxy Al and Fe mainly combined with humic substances of BD.

---

[1] ภาควิชาปฐพีศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 40002.
[1] Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002, Thailand.
[2] ศูนย์วิจัยเกษตรศาสตร์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 40002.
[2] Research Annex, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002, Thailand.

INTRODUCTION

Microbial decomposition of organic matter in soil has been studied for many years and a lot of information on this topic have been obtained. However, techniques to control this process succeeded only to a limited degree. The most popular techniques to enhance the microbial decomposition of soil organic matter were air-drying pretreatment (Shioiri, 1940) and increase in soil temperature during the process.

Soil organic matter content is usually much lower in tropical regions than in temperate regions because of rapid oxidation of organic residues (Jenny, 1980). This fact has been ascribed to higher temperature in the former regions than in the latter regions (Jenny and Raychaudhuri, 1960). The low soil organic matter content, in turn, has been considered as main cause of low fertility of the tropical soils. Actually, virgin soils in tropical regions are often rich in organic matter and are degraded when they are cultivated (Kalpage, 1974). Application of organic matter to soil has not been always succesful to restore fertility through increase of organic matter content in the tropical sandy soils. This failure has been suspected to be caused by rapid decomposition of the applied organic matter in the tropical soil.

Sanchez (1976) suggested that some tropical soils with high organic matter contents may be formed by strong interaction of organic matter with iron and aluminum hydroxyoxides and with allophane. The strong interaction could stabilize the soil organic matter against microbial decay.

Recently, new approaches have been made to suppress microbial decomposition of organic matter in the soil. One of them is utilization of matallic ions which have high ability to combine with humic substances in soil. Kubota *et al.* (1986) demonstrated that Al ions, especially polyhydroxy Al ion, could clearly suppress microbial decomposition of well matured (humified) compost. Wada, Kito, Tsuji and Fukushima (1989) obtained similar results though simple Al ion was found to be more effective than polyhydroxy Al ion in suppressing microbial decomposition of well rotted (humified) debris of *Eularia.*

On the basis of above mentioned considerations, we began a series of experiments of find out the technique to suppress microbial decomposition of organic

matter in the hope to find a mean to increase organic matter content in sandy soil of the Northeast Thailand.

In the present paper, we examined the following 3 points. 1) could the matallic ions suppress microbial decomposition of buffalo dung, a partially humified organic amendment, which was popular in Northeast Thailand? 2) How effective Al and Fe ions in suppressing microbial decomposition of the buffalo dung? 3) Did the metallic cations really strongly combine with organic compounds of the buffalo dung?

MATERIALS AND METHODS

Buffalo dung (BD) : Fresh BD was collected. It was air dried and passed through a 2 mm seive. Its chemical properties were 21.16 %C, 1.01 %N, C/N = 21.35, 0.15 % P, 0.15 %Mg, 2.08 %K, 0.05 %Na, 9.5 ppm KCl-extractable Al, 2.0 ppm KCl-extractable Fe, pH 8.0 (1:2.5) and cation exchanged capacity (CEC) = 27.78 meq/ 100 g.

Metal compounds : PAC (Polyhydroxyaluminium chloride), $AlCl_3$ and $FeSO_4.7H_2O$ were used as sources of ions of Al and Fe.

Incubation : Each 5 g subsample of the air dried BD was placed in a 500 ml Erlenmeyer flask and was saturated with water solution of a metal compound and well mixed. The amount of the added metal compound was adjusted to saturate cation exchange site of the BD with the simple metal ion: 248 mg Al/100 g BD and 514.7 mg Fe/100 g BD. The flask was tightly closed with a rubber bung from which a small vial containing 5 ml of 2 N NaOH solution was hung with a piece of wire and was placed in an incubator at 37 °C for certain periods : 3, 7, 14 and 28 days. Erlenmeyer flasks without BD were incubated in the same way and regarded as blanks. All plots were duplicated.

Measurement of CO_2 : After each incubation period, the NaOH solution in the vial was added with $BaCl_2$ solution to precipitate CO_2 and the remaining NaOH was titrated with 1 N HCl. The amount of CO_2 evolved from the BD was calculated from the differences in the amount of HCl.

Al and Fe determination : After termination of incubation, the Buffalo dung was shaking for 30 min with 1 N KCl at the ratio of 1:10. The KCl-extract was measured for Al and Fe by using plasma emission spectrometer (Shimadzu ICPA-50) and atomic absorption (Shimadzu AA-670), respectively.

pH and optical density : The KCl extract was measured for pH and optical density (OD) at 400 nm by using a pH meter (TOA HM-20S) and a spectrophotometer (Shimadzu UV-240), respectively. Measurement of OD at 400 nm was modified from the method used by Kumada (1985) and Drijber and Lowe (1989).

Fractionation for metal organic complexes : The KCl extract from BD of 3 day incubation was fractionated. Five milliliters of KCl extract was fed on Sephadex (G-50) column of 1.2 mm diameter 19 cm height. The metal-organic compound was eluted with distilled water and every 5 ml was collected in 10 test tubes. The amount of Al and Fe in each test tube was measured by using the above mentioned equipment. The optical density at 400 nm of the leachate in each tube was also measured.

Water-extract from BD of 3 days incubation (1:10) was also fractionated in the same way.

RESULTS AND DISCUSSION

CO_2 Production from Buffalo Dung as Affected by Metal Compounds (Figure 1.)

Time course of CO_2 emission showed that, in general, its rate increased rapidly during the initial period of 3 days, became slow at 1 week incubation more or less constant afterward.

Metal compound were found to suppress CO_2 production slightly during the first 3 days. This became evident at 1 week incubation and then gradually less remarkable. Among the metal compounds, $AlCl_3$ was the most effective followed by $FeSO_4.7H_2O$ and polyhydroxy Al chloride (PAC).

Thus, the metalic compounds were confirmed to have ability in suppression of BD, though the suppressing effect for BD was not so remarkable as that for the well humified compost (Kobota et al., 1986).

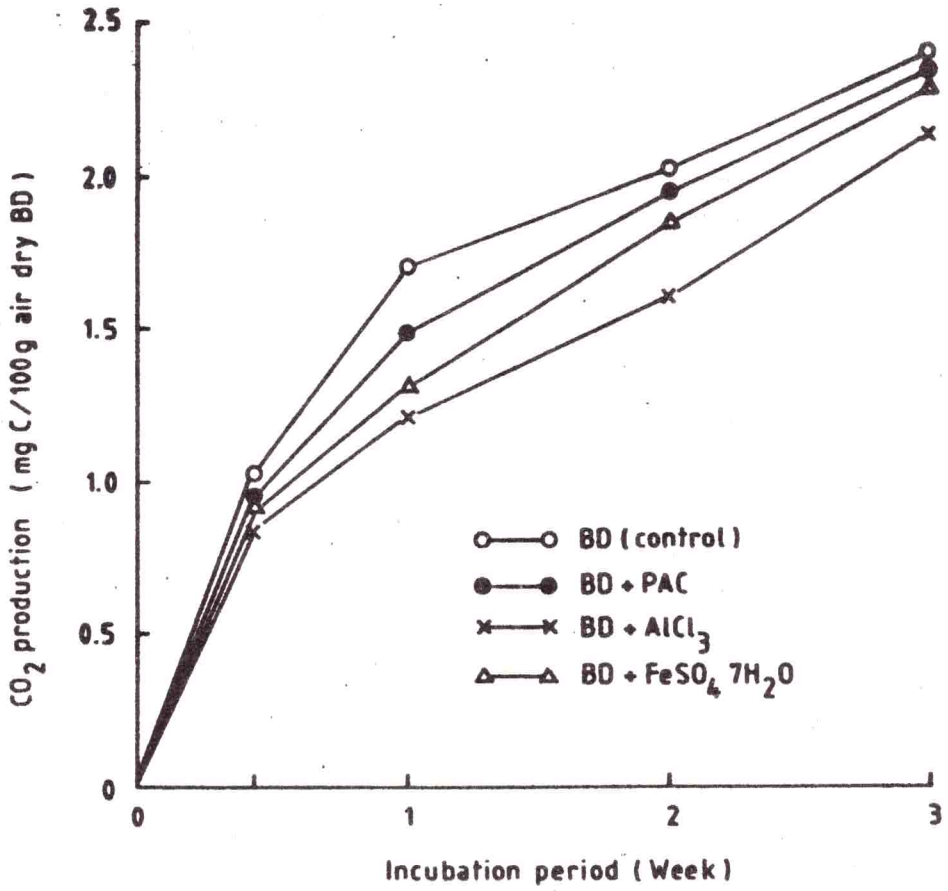


Figure 1. CO_2 production from incubated buffalo dung receiving metal compound

On the basis of Garrett' concept (Garrett, 1951), the reasons for the suppressing effect can be supposed as follows:

(1) Soon after incubation, when water-soluble good organic substrates such as glucose were mainly decomposed by microorganisms. The metallic compounds only slightly suppressed their decomposition, because metal-organic complexes were hardly formed.

(2) At about 1-2 weeks after incubation, less digestible organic substrates like hemicellulose were utilized by microorganisms. The metallic compounds combined with there organic compounds to some degree so that CO_2 production was clearly suppressed.

(3) More than 3 weeks after incubation, cellulose was a main organic substrate. The metal compounds were not effective in suppressing its decomposition, because cellulose was not a suitable compound to form coordinate bond.

pH of buffalo dung-KCl extract (Figure 2.)

In the control plot, pH of the KCl-extract was about 7.7 at the start and slightly increased with time, probably due to decomposition of dissociated acidic organic constituents of BD. Addition of PAC of $FeSO_4.7H_2O$ did not lower the initial pH but somewhat suppressed the increase in pH during incubation. This may be caused by gradual hydrolysis of the metal ions and bondage of the metal ions with undissociated acidic functional groups of organic constituents of BD. Addition of $AlCl_3$ did lowered the initial pH to about 7.5 and strongly suppressed the increase in pH during incubation. This must be a reflection of the fact that $AlCl_3$ is stronger acid than the other metallic compounds.

Futhermore, pH of all the KCl-extracts indicated: (1) monomeric metallic ions could not exist both in the KCl-extract and in BD. (2) Fe^{2+} contained in $FeSO_4.7H_2O$ was quickly oxidized to Fe^{3+} which was subjected to hydrolysis.

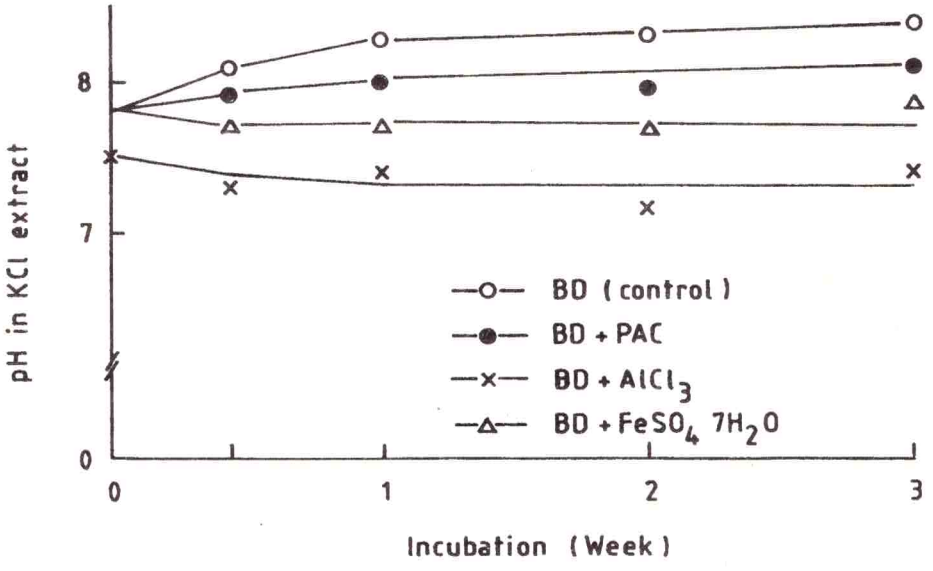


Figure 2. Change in pH of incubated buffalo dung receiving metal compound.

KCl-extractable Al (Figure 3.)

Figure 3 shows that the amount of the KCl-extractable Al was small at the start and slightly decreased with time both for the control plot and for the $FeSO_4.7H_2O$ plot.

On the contrary, the amount of the KCl-extractable Al was remarkable large at the start, rapidly decreased in a short period and then gradually decreased afterward for PAC plot and $AlCl_3$ plot. This must be resulted from hydrolysis of Al ions and binding the hydrolyzed Al with the functional groups. That is, a large part of the hydrolyzed Al itself and/or its coordinated compounds with organic constituents of BD were unextractable with the KCl solution.

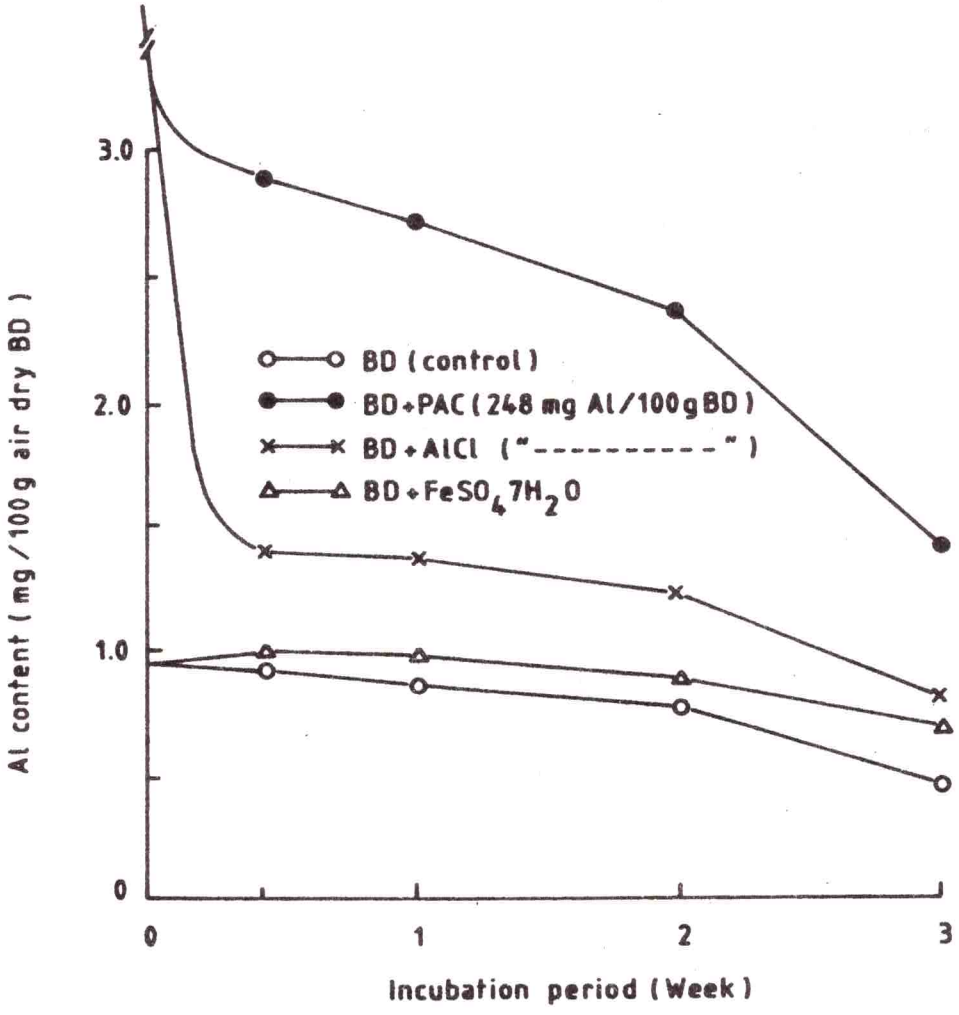


Figure 3. Al content in incubated buffalo dung (BD) receiving metal compound.

KCl Extractable Fe (Figure 4.)

In the control plot and the PAC plot, the amount of KCl-extractable Fe gradually increased with time. This Fe must be coordinated with **water-soluble humic substances** whose amount usually increased when organic materials were humified (Wada, 1963). On the contrary, in the $FeSO_4$ plot, the amount of KCl-extractable Fe was very large at the start, sharply decreased within a short period and remained more or less constant at low level. This suggested that hydrolyzed products of Fe was difficult to be extracted with KCl and that organic compounds coordinated with the hydrolyzed products of Fe were also difficult to be extracted with KCl.

In the case of the $AlCl_3$, the amount of KCl-extractable Fe decreased with time and almost unstable a few weeks after incubation. This may be resulted from that the hydrolyzed products of Al ($AlCl_3$) made the **water-soluble humic substances** insoluble so that the amount of KCl-extractable Fe could not increase.

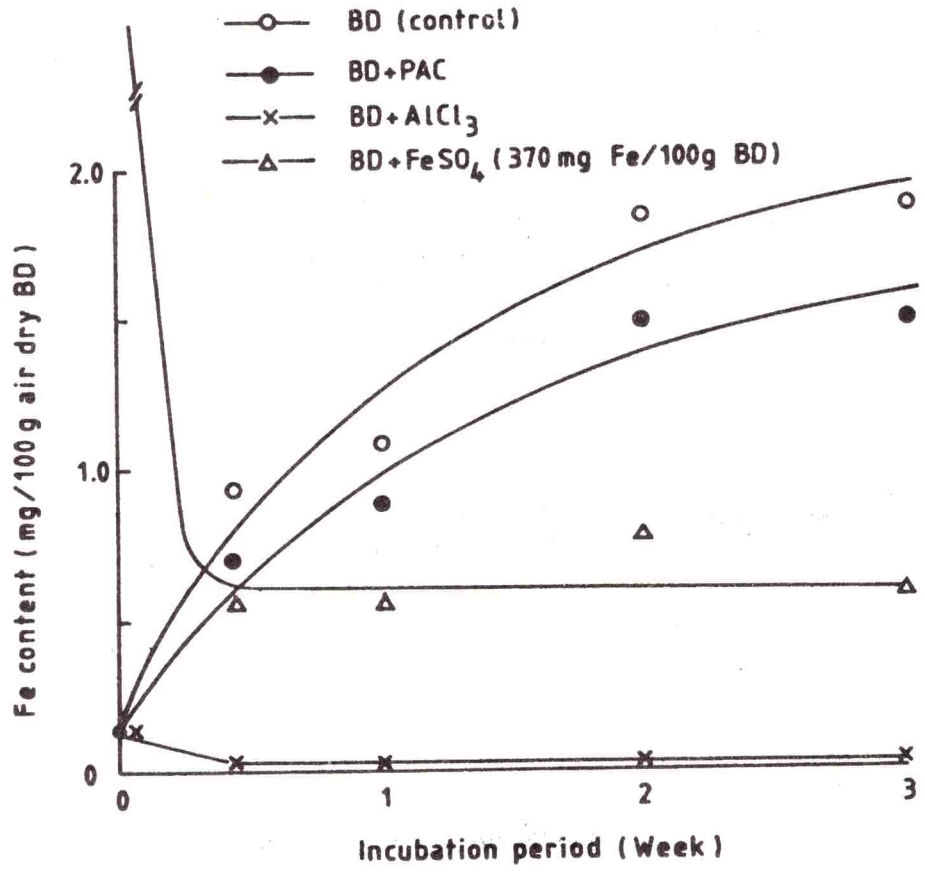


Figure 4. Fe content in Incubated buffalo dung (BD) receiving metal compound.

KCl-extractable Humic Substances (Figure 5)

The amount of KCl-extractable humic substraces was estimated by OD at 400 nm. This OD decreased rapidly and remained stable in the following order: control plot > PAC plot > $AlCl_3$ plot > $FeSO_4.7H_2O$ plot. Furthermore, these results were in good agreement with those mentioned above.

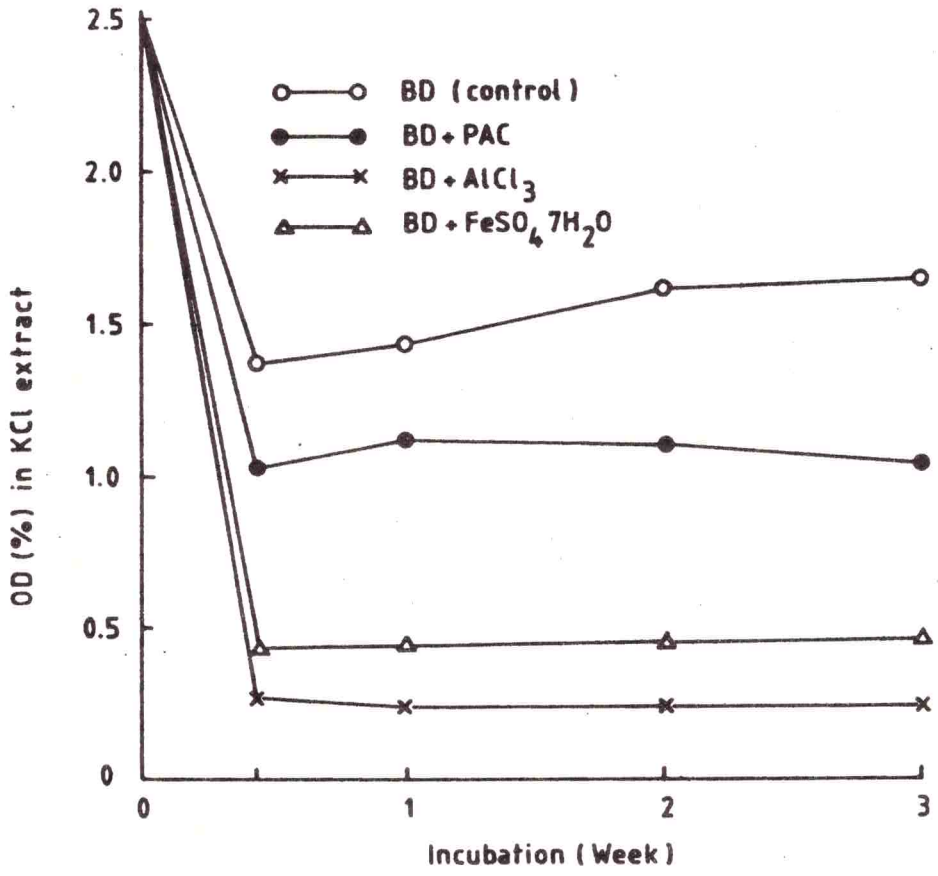


Figure 5. Optical density (OD) in buffalo dung (BD) - KCl extract. BD received various metal compounds.

Fractionation of KCl Extract Using Sephadex Column (Figure 6.)

In the control plot, the OD at 400 nm had 2 peaks, the first peak being higher than the second peak (Figure 6a). The peak of Al in control plot appeared at the second peak but not at the first peak. This suggested that KCl-extractable humic substances in buffalo dung was consisted of rather higher molecular weight fraction and low molecular weight fraction, the former being predominating over the latter. In addition, most of KCl-extracable Al was considered to be combined with the low molecular weight fraction.

Addition of PAC did not affect both the amount and the distribution pattern of molecular weight of the KCl-extractable humic substances (Figure 6b). However, the amount of KCl-extractable Al remarkably increased in both the high molecular weight and the low molecular weight fractions.

In the $AlCl_3$ plot, OD at 400 nm much lower than that in the control plot (Figure 6c) suggested humic substances was hardly extracted with the KCl solution in the presence of $AlCl_3$. This was especially remarkable for the high molecular fraction. Elution pattern of Al was similar to that of humic substances. These results suggested that in the presence of $AlCl_3$ the hydrolysis products of $AlCl_3$ were effectively flocculated the **water-soluble humic substances.**

Addition of $FeSO_4$ had similar effect on the amount of KCl-extractable humic substances as that of $AlCl_3$ (Figure 6d). The amount and the distribution pattern of KCl-extractable Fe was also similar to those of KCl-extractable Al mentioned above. These results suggested that in the initial period of incubation, strength of bondage between humic substances and metal ions was decreased in the following order: $AlCl_3 = FeSO_4 > PAC$.

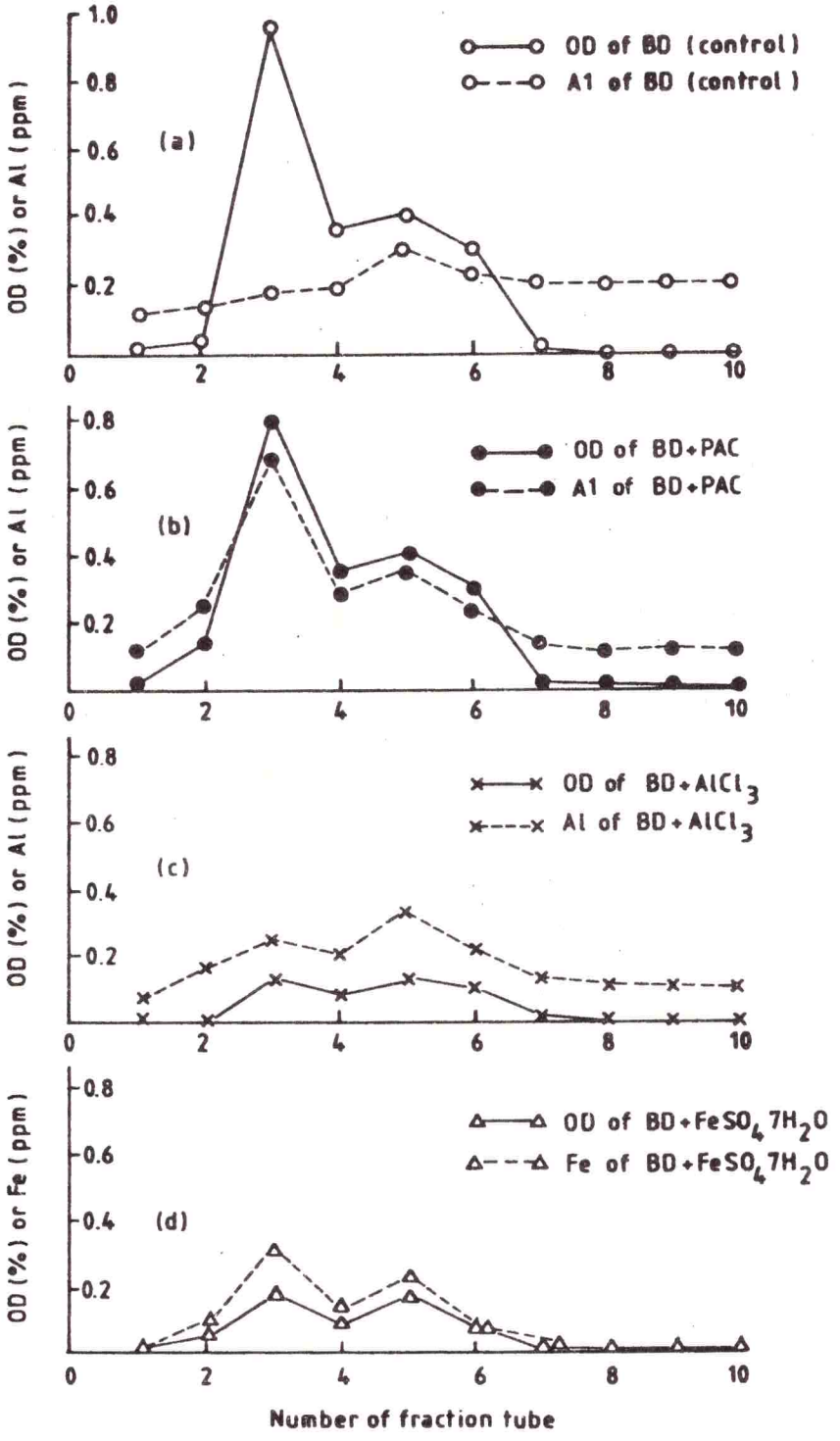


Figure 6. Optical density and metal content in BD-KCl extract BD was incubated with metal compound for 3 days before fractionated through Sephadex G-50.

Fractionation of Water Extract Using Sephadex Column (Figure 7)

To confirm formation of metal ion-humic substances complexes, the 3-day incubation samples were extracted with water. All the water-extract were examined for distribution pattern of molecular weight of humic substances and contents of metal ions in each fractions in the same was as the KCl-extract.

As for buffalo dung, the amount of humic substances was larger and molecular weight was smaller in the water-extractable humic substances than in the KCl-extractable humic substances (Figure 7a). This implied that the water-soluble humic substances were coagulated to some degree with KCl.

PAC somewhat decreased the amount of the water-soluble humic substances (Figure 7b). This may be caused by precipitation of a part of the original water-soluble humic substances with PAC. Most of the water-soluble Al was contained in the high molecular weight fraction. Probably, only a small part of the added PAC combined the original water-soluble humic substances.

$AlCl_3$ remarkable decreased the amount of the water-soluble humic substances and the amount of the water-soluble Al was low (Figure 7c). This must be a reflection of that bondage between humic substances and Al was abundantly formed and the water-soluble humic substances was more or less completely precipitated by addition $AlCl_3$.

The amount of the water-soluble humic substances was decreased with $FeSO_4$ in a similar way as with PAC, though the high molecular weight fraction was less decreased with $FeSO_4.7H_2O$ than with PAC (Figure 7d). A rather large amount of water-soluble Fe was included in the high molecular weight fraction. These results suggested : (1) formation of bondage between the humic substances and Fe was not abundant, and (2) some water-soluble non-humic substances protect Fe-hydroxide colloid against precipitation.

These results were in good agreement with those mentioned above.

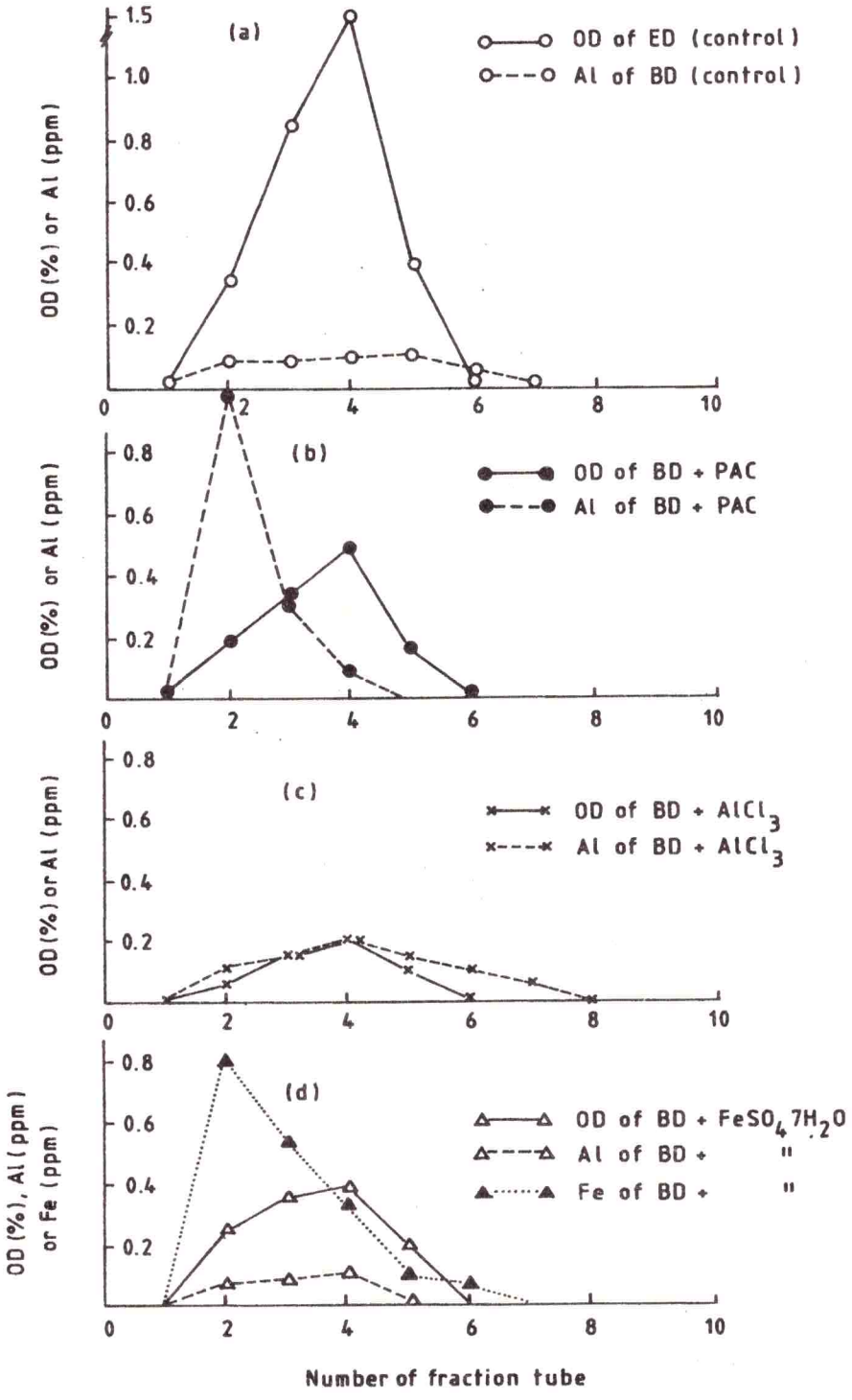


Figure 7. Optical density and metal content in BD-H_2O extract. BD was incubated with metal compound for 3 days before fractionated through Sephadex G-50.

GENERAL DISCUSSION

The present experiments demonstrated that Al and even Fe compounds had ability to suppress microbial decomposition of buffalo dung, only weakly humified plant debris. The suppressing effects of these metallic ions for buffalo dung were less remarkable than those reported previously for well humified organic debris by Kobota and Wada (1977).

Stevenson and Ardakahi (1972) wrote that evidence for complex formation and chelation by humic substances has been based upon the inability of exchangeable cations such as K to replace adsorbed micronutrients. The present experiment shows coincident result that both Al and Fe ions can combine with organic compounds of buffalo dung.

Formation of strong between metallic ions and functional groups of organic compounds must be a prerequisite of protecting the organic compounds against microbial attack. The functional groups, site of microbial attack, are blocked by being combined with metallic ions.

As for formation of strong bond between metallic ions and humic substances, as early as 1931, McGeoge observed divalent cations were more tightly held by humic acid than monovalent cations. Schitzer and Skinner (1963 a, b) found that Al which was combined with organic matter was hydroxylated and had average composition of $Al(OH)^{2+}$.

This is natural, because metallic ions must be strongly combined with organic substrates for suppressing their microbial decomposition.

CONCLUSION

The present experiment manifested that Al and Fe compounds could suppress microbial decomposition of buffalo dung to a certain extent through formation of metal organic complexes. Amoung metal compounds, the suppressing effect decreased in the following order : $AlCl_3$ > $FeSO_4.7H_2O$ > PAC. Bondage between metal ions may be very weak for the water-soluble organic compounds, somewhat strong for the hemicellulose-type organic compounds and weak for microbial debris.

Formation of metal organic complexes was suggested to be polyhydroxy Al and polyhydroxy Fe combined with humic substances exist in buffalo dung. We hope that the above results can be applied to stabilize soil organic matter in tropical region. However, further research in various kinds of organic matter and of metal compound should be conducted in a similar manner and expecially to infertile tropical soils of low organic matter content.

REFERENCES

Alexander, M. (1977). Introduction to Soil Microbialogy. John Wiley & Sons, New York.

Bohn, H.L., McNeal, B.L. and O'Connor, G. A. (1985). Soil Chemistry. John Willey & Sons, New York.

Drijber, R.A. and Lowe, L.E. (1990). Nature of humus in Andosols under differing vegetation in the Sierra Nevada, Mexico. Gederma. 47 : 221-231.

Frimmel, F.H. and Christman, R.F. (1988). Humic Substances and Their Rile in the Environment. John Wiley & Sons, New York.

Garrett, S.D. (1951). Ecological groups of soil fungi; a survey of substrate relationships. New Phytol. 50 : 149-166.

Gray, T.R.G. and Wiloliams, S.T. (1977). Soil micro-organisms. Longman, London and New York.

Jenny, H. and Raychaudhuri, S.P. (1960). Effect of Climate and Cultivation on Nitrogen and Organic Matter Reserves in Indian Soils. Ind. Council Agr. Res., New Delhi.

Jenny, H. (1980). Ecological Studies 37. The Soil Resource. Springer-Verlag. New York, Heidelberg, Berlin.

Kuboto, T. and Wada, K. (1977). Size fraction, dissolution analysis. and infrared spectroscopy of humus complexes in ando soil, J. Sci Soil Manure Jpn. 155-160 p. (In Japanese)

Kalpage, F.S.C.P. (1974). Tropical Soils St. Martin's Press, New York.

Kumada, K. (1985). Elementary Composition and Absorption Spectra of Humic and Fulvic Acids. Soil Sci. Plant. Nutr. 31(3) : 437-448.

McGeoge, W.T. (1931). Organic compound associated with base exchange reactions iun soils. Arizona Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. 31.

Ritnam, H.D. & Schmidt, E.L. (1959). Studies on the free amino acid fraction of soils. Soil Sci. 87 : 22-27.

Schnitzer, M. and Skinner S.I.M. (1963a). Organo-metallic interaction in soils : 1. Reaction between a number of metal ions and organic matter of a podozol Bh horizon. Soil Sci. 96 : 89-93.

Schnitzer, M. and Skinner, S.I.M. (1963b) Organo-metallic interaction in soils : 2. Reactions between different forms of iron Sand Sluminum and organic matter of podzol Bh horizon. Soil Sci. 96 : 181-186.

Shioiri, M. and Aomine, S. (1940). The effect fo drying the paddy soil before drying. In : Special Report of Agricultural Experiment Station.

Stevenson, F.J. and Ardakani, M.S. (1972). Organic Matter Reactions Involving Micronutrients in Soils. In : Micronutrients in Agriculture. Mortvedt, J.J., Giordano, P.M., Lindsay, W.L. (eds.). Soil Science Society of America, Madison.

Wada, H. (1963). Effects of application of compost on the properties of soil organic matter (in Japanese). Ph.D. thesis, The University of Tokyo, Japan.

Wada, H., Kito, T., Tsuji, H. and Fukushima, T. (1989). Selection of effective reagent to suppress decomposition of reed debris (part 1 and 2). Proceedings of 16th Congress of Nippon Bokin Bobai Gakkai p. 63 and 64.

Watanabe, I. (1984). Anaerobic decomposition of organic matter in flooded soils. In : Organic Matter and Rice. International Rice Research Institute. Los Bayos, The Philipines. pp 237-258.

วารสารเกษตร 7(3) : 314-322 (2534)

Journal of Agriculture 7(3) : 314-322 (1991)

COMPARISON OF DIFFERENT PROCEDURES FOR THE DETERMINATION OF AMMONIUM IN SOIL EXTRACTS

Arawan Shutsrirung [1]

การเปรียบเทียบวิธีการวัดแอมโมเนียมในสารละลายที่สกัดได้จากดินโดยวิธีต่างๆ

อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง [1]

บทคัดย่อ : การทดลองในห้องปฏิบัติการได้ทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบวิธีการ 3 วิธี ที่ใช้ในการหาความเข้มข้นของแอมโมเนียมในดินโดยใช้ 0.01 M $CaCl_2$ เป็นตัวสกัด วิธีการ 3 วิธีดังกล่าวคือ : NH_3-gas diffusion electrode, Continuous flow system (CFS) และ High Pressure Liquid Chromatography (HPLC) ผลกระทบของระยะเวลาที่ปล่อยสารละลายทิ้งไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งก็ได้รับการทดสอบด้วยความเข้มข้นของแอมโมเนียมในสารละลายที่สกัดด้วย 0.01 M $CaCl_2$ และวัดโดยวิธี CFS และวิธี HPLC ให้ค่าใกล้เคียงมาก ค่าที่ได้จากการวัดโดยวิธี Gas-diffusion electrode ต่ำกว่าค่าที่วัดโดย CFS เล็กน้อยในตัวอย่างดินที่อบที่อุณหภูมิ 40 °C แต่สำหรับตัวอย่างดินที่อบที่อุณหภูมิ 105 °C ค่าที่ได้จากการวัดโดยวิธี Gas-diffusion electrode จะสูงกว่าค่าที่วัดโดย CFS เล็กน้อย อย่างไรก็ตาม เมื่อคำนึงถึงปัญหาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นที่ต่ำของแอมโมเนียมโดยใช้ Gas-diffusion electrode แล้วจึงสรุปว่าค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียมในสารละลายที่ได้จากดินไม่เปลี่ยนแปลง ในช่วงระยะเวลาที่เก็บไว้อย่างน้อย 5 ชั่วโมง ผลการทดลองนี้ให้ผลเหมือนกันถ้าใช้เวลาในการสกัดดินเพียง 30 นาที แทนที่จะเป็น 2 ชั่วโมงตามปกติ.

ABSTRACT : A laboratory experiment was set up to determine the ammonium concentration in 0.01 M $CaCl_2$ soil extracts by three different procedures : an NH_3 - gas diffusion electrode, a Continuous Flow System (CFS) and High Pressure Liquid Chromatography (HPLC). The influence of time on the measured ammonium concentration when leaving the extracting solutions to stand was also tested. The NH^+_4-nitrogen concentration in soil samples extracted with 0.01 M $CaCl_2$ and measured by a continuous-flow technique and HPLC gave almost equal values. The values obtained by measurement with a gas-diffusion electrode was slightly lower than those obtained by CFS in the soil samples dried at 40 °C but slightly higher than the samples dried at 105 °C. The analytical problems in the measurement of low NH^+_4-nitrogen concentration using a gas - diffusion electrode is that these values do not differ statistically. The NH^+_4-nitrogen concentration

[1] ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50002.
[1] Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, THAILAND.

in the soil extracts does not change during storage for at least 5 hours. The same result was found when this soil was shaken for only 30 minutes instead of the conventional 2 hours. The concentration of measured NH^+_4 was not influence by shaking time and standing time.

INTRODUCTION

The determination of NH^+_4 in soil samples is still problematic. The results of the NH^+_4 determination are varied due to analytical procedures. Moreover, the conditions such as drying temperature of the soil and time of measurement after extraction may influence the results. It was assumed that when soil extracts are measured at high pH more NH^+_4 might be found due to hydrolysis of organic nitrogen in the extracts during measurement. The study of Bogdanovic (1989) proved that the ammonium concentration was higher at high drying temperature (105 °C) than at low drying temperature (40 °C). She concluded also that the ammonium concentration was higher when using a continuous flow system (spectrophotometric, CFS) than using a chromatographic detection procedure. Villalobos (1989) reported that 0.01 M $CaCl_2$ soil extracts could be analyzed for ammonium concentration by using the ammonium gas-selective electrode when the concentrations is higher than 3×10^{-6} M which equals 0.42 mg NH^+_4-nitrogen per kg dry soil.

The aim of this study is to compare the ammonium concentration in 0.01 M $CaCl_2$ soil extracts by 3 different procedures : an ammonium-gas diffusion electrode, a CFS and high pressure liquid chromatography (HPLC). The influence of time the measured NH^+_4 concentration on stand leaving the extracting solutions was also tested.

MATERIALS AND METHODS

Soil samples

Six soil types in the surrounding of Wageningen, The Netherlands, were selected. The soil types differed in chemical and physical properties. The name of the soil types are as follows:

Veenendaal : a peat soil, Uiterwaarden : a calcareous river clay soil, Droevendaal : a sandy soil, Engsoil : a sandy soil rich in phosphate, Nude soil : a river clay soil, and Heide : a poor sandy soil.

After mixing, each soil sample was divided into two parts : first part was dry at 40 °C (with ventilation) and the other part at 105 °C. Thereafter the dry soil samples were throughly mixed and ground to the fraction < 2 mm.

Extraction

Eight g of each soil sample was weighted out and placed into 100 ml centrifuge tubes. Then 80 ml of 0.01 M $CaCl_2$ was added. After adding the extracting solution, the soil samples were shaken immediatedly at room temperature for 2 hours. After shaking, the centrifuge tubes were centrifuged for 10 minutes at 2000-2200 rpm.

Procedure

Clear supernatant were used for the determination of ammonium by :

Measurement of NH^+_4 with an NH_3-gas diffusion electrode

1. The standard series had NH_3 concentration of 10^{-6}, $3x10^{-6}$, 10^{-5}, $3x10^{-5}$, $3x10^{-4}$ and $1x10^{-3}$ M.

2. 50 ml of the standard series as well as the clear supernatant (soil extracts) were used for the measurement.

3. The electrical potential for each sample was recorded at 0.5 minute intervals during a period of 5 minutes. Each standard solution and soil extracts was measured at least in duplicate. Since the readings were not steady, the values were chosen when the variation of potential was 1 mv/30 seconds, both for the standard series and soil extracts.

Measurement of NH^+_4 with a CFS of ammonium were done by Mr. Heij, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, The Netherlands. Briefly procedures are as follows: NH^+_4 was determined

spectrophotometrically with the Berthelot reaction, in which a phenol derivative formed and azodye in the presence of hypochlorite and salicylate. The extinction of the formed indophenol blue complex was measured at 660 nm and was in relation to the concentration of the ammonia.

Measurements of NH^+_4 with HPLC were done by Department of microbiology, Wageningen Agricultural University, The Netherlands. Principles of the measurement are as given by Hasset (1982).

RESULTS AND DISCUSSION

Ammonium concentration measured by ammonium gas-selective electrode and CFS.

Six soil samples were extracted in duplicate. 50 ml of each clear extract was pipetted to be measured with the ammonium gas-selective electrode. From the same extracts, another 15 ml was pipetted and analysed by using CFS. The results from ammonium gas-selective electrode and CFS methods are given in Table 1.

The results from Table 1 (40 °C) show that most of the values obtained with CFS are higher than the values obtained with the ammonium gas-selective electrode.

The results from Table 1 (150 °C) show that, however, most of the values obtained with the ammonium gas-selective electrode are higher than that obtained with CFS except for the Droevendaal soil.

Table 1. NH^+_4-nitrogen concentration in soil samples extracted with 0.01 M $CaCl_2$ soil extracts as measured by an ammonium gas-selective electrode and CFS.

Soil samples	NH^+_4-nitrogen conc. (mg N/kg oven-dry soil)			
	Gas electrode		CFS	
	Replication 1	Replication 2	Replication 1	Replication 2
Dried at 40 °C				
Veen.	1.24	1.25	1.96	2.06
Uiterw.	1.54	1.68	1.94	2.55
Droeven.	2.21	2.18	2.41	2.41
Eng.	4.62	5.23	5.86	5.56
Nude.	3.39	3.18	3.26	3.37
Heide	5.24	5.42	5.83	5.83
Dried at 105 °C				
Veen.	16.59	16.44	13.55	13.45
Uiiterw.	17.60	18.98	15.76	16.46
Droeven.	5.33	5.89	6.11	6.11
Eng.	12.90	12.56	11.72	11.52
Nude.	12.09	11.95	10.94	10.94
Heide	10.38	11.25	10.32	10.62

Influence of time on the ammonium concentration

The Heide soil dried at 40 °C was chosen for this study. Eleven sub samples of this soil were extracted and the shaking time was 2 hours. After centrifuging, the soil extracts were measured at different time intervals using the gas-diffusion electrode according to the procedure described before. The initial measurement was made at 15 minutes after centrifuging and there after using 30 minutes time interval. The results from Table 2 show that there is hardly any influence of time (up to about 5 hours) on the ammonium concentration in the soil extracts. Therefore, it can be concluded that the soil extracts can be stored at room temperature up to approximately 5 hours (after extraction) without any change in the ammonium concentration.

Table 2. Influence of time on the ammonium concentration in soil extracts. (Shaking time 2 hours).

Time after contrifuging (min.)	NH^+_4 concentration mg N/kg oven dry soil
0	5.21
15	5.35
45	4.65
75	5.42
105	4.86
135	4.76
165	5.17
195	4.96
225	5.18
255	5.46
285	5.63

Influence of time and shaking time on the ammonium concentration.

The Heide soil dried at 40 °C and 105 °C were used. Eleven sub samples for each drying temperature were extracted. The shaking time was 30 minutes instead of 2 hours. After centrifuging, the clear supernatants for all soil samples were pipetted into clean vessels and then well closed with a covers. The first measurement was made at 15, and thereafter 30 minutes time interval. The results are given in Table 3.

It clearly show that there is no influence of shaking time (2 hours) and standing time on the measure NH^+_4-nitrogen concentration in the Heide soil (Table 2 and 3).

Table 3. Influence of shaking time and waiting on the ammonium concentration (Shaking time 30 minutes).

Time after centrifuging (min.)	NH^+_4 conc. (mg N/kg soil)	
	Heide 40 °C	Heide 105 °C
0	4.93	9.67
15	4.94	10.94
30	4.85	10.24
60	4.94	11.22
90	5.00	10.66
120	5.49	11.36
150	5.07	10.66
180	5.21	10.80
210	5.07	11.36
240	4.93	11.36
270	5.14	11.22

Comparision of the ammonium concentration measured by CFS and HPLC.

Veen. 105 °C
Uiterw. 105 °C
Heide 105 °C
Veen. 40 °C
Uiterw. 40 °C
Heide 105 °C
Standard solution of 3×10^{-5} M NH_3

The Veen. 105 °C, Uiterw. 105 °C, Heide 105 °C, Veen. 40°C, Uiterw. 40 °C and Heide 105 °C soil samples were extracted with 0.01 M $CaCl_2$. The shaking time was 2 hours. After centrifuging, 20 ml of the clear supernatant was pipetted into 100 ml erlenmeyer flasks and measured by CFS. Another aliquot of the same soil extracts was pipetted and measured by HPLC. Since the measurement by HPLC took very long time (greater than 20 hours), all the soil extracts were measured again with CFS on the day after the extraction. The results are given in Table 4,

in general, there is no difference between the NH^+_4 concentration value obtained by both methods. The NH^+_4 concentrations measured by CFS on the day of the extraction and one day after the extraction are equal, with exception for Veen soil dried at 40 °C. This is thought to be a wrong value.

Table 4. Comparision of NH^+_4 concentration between CFS and HPLC.

Samples	NH^+_4 conc. (mg N/kg soil)		
	CFS		HPLC
	first day	second day	
Veen. 105 °C	11.65	12.00	12.93
Uiterw. 105 °C	15.66	15.96	17.29
Heide. 40 °C	10.02	10.22	10.98
Veen. 40 °C	1.75	4.08	1.14
Uiterw. 40 °C	1.54	2.06	1.04
Heide. 40 °C	5.23	5.33	4.37
Stand. 3×10^{-5}	-	-	2.84×10^{-5}

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wish to express her appreciation to Dr. V.J.G. Houba and Dr. I. Novozamsky of the Agricultural University, Wageningen, The Netherlands for their supervision and encouragement during the entire experiment.

REFERENCES

Bogdanovic, D. (1989). Influence of drying temperature and drying conditions on extractable nutrients and elements by 0.01 M $CaCl_2$. Master Thesis, Agric. Univ. Wageningen, The Netherlands, 39p.

Hasset, J.J. (1982). High-pressure liquid chromatography. In : Methods of Soil analysis, part 2. Page *et al.* (eds.) Soil Science Society of America, Inc. pp 123-131.

Shao Xiao Hou. (1988). Aspects of the study of 0.01 $CaCl_2$ as extracting solution for different N fractions in soils. Master Thesis, Agric. Univ. Wageningen The Netherlands, 55p.

Villalobos-Penalosa, M. (1989). Standardization of the use of an ammonia gas-selective electrode to determine low concentrations of ammonium. Minor Thesis, Agri. Univ. Wageningen, The Netherlands, 13 p.

วารสารเกษตร 7(3) : 323-329 (2534)

Journal of Agriculture 7(3) : 323-329 (1991)

ผลของสารเคมีต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของดอกอัลสโตรมีเรีย

ดนัย บุณยเกียรติ [1] *และ ยงยุทธ ข้ามสี* [1]

EFFECT OF CHEMICALS ON POSTHARVEST QUALITIES OF CUT ALSTROEMERIA *ALSTROEMERIA HYBRIDA*

Danai Boonyakiat [1] *and Yongyut Khamsee* [1]

ABSTRACT : Alstroemeria cv. Advendo was pulsed in two kinds of solution (a) 0.25 mM silver thiosulfate, 100 ppm benzylaminopurine and 75 ppm citric acid and (b) 2 ml/liter Florissant 110 for 24 hours. The chemicals delayed the days to 50 percent leaf yellowing from 5.44 days to 8.07 and 7.20 days respectively, 50 percent petal dropping from 8.60 days to 11.73 and 10.83 days respectively. The chemicals also decreased assessment scale of leaf yellowing.

บทคัดย่อ : ดอกอัลสโตรมีเรียพันธุ์ Advendo แช่ในสารละลายที่ประกอบด้วย Silver thiosulfate 0.25 mM, Benzylaminopurine 100 ppm และกรด Citric 75 ppm และสารละลาย Florissant 110 2 มล./ลิตร นาน 24 ชั่วโมง ปรากฏว่าสารเคมีมีผลช่วยยืดระยะเวลาที่ดอกอัลสโตรมีเรียแสดงอาการใบเหลือง 50 เปอร์เซนต์ จาก 5.44 วัน เป็น 8.07 และ 7.20 วันตามลำดับ และอาการกลีบดอกร่วง 50 เปอร์เซนต์ จาก 8.60 วันเป็น 11.73 และ 10.87 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้สารเคมียังช่วยลดระดับอาการเหลืองของใบให้น้อยลงอีกด้วย

คำนำ

อัลสโตรมีเรีย เป็นไม้ตัดดอกชนิดหนึ่งที่เริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น แต่มีปัญหาที่สำคัญคือ การร่วงของกลีบดอกและอาการใบเหลือง ซึ่งเป็นผลของการเสียความสมดุลย์ของฮอร์โมนในช่อดอก (POKON & CHRYSAL, In press) มีผลทำให้คุณภาพของดอกต่ำ และอายุการปักแจกันสั้นลง ดังนั้นจึงมีผู้ทดลองใช้ฮอร์โมนพืช และสารเคมีบางชนิดที่จะช่วยยืดอายุการปักแจกันของดอกอัลสโตร-

[1] ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.
[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

มีเรีย ให้นานขึ้น ซึ่ง Dai and Paull (1991) ได้รายงานว่า เมื่อนำดอกอัลสโตรมีเรียไปปักในแจกัน ซึ่งมีสารเคมีที่ประกอบด้วย Auxin 5 ppm, Cytokinin 2 ppm และ Gibberellin 7.5 ppm จะช่วยป้องกันอาการใบเหลืองได้ และนอกจากนี้การแช่ใน Zeatin riboside 10 ppm, Benzyl adenine (BA) 100 ppm, Gibberellin 0.1 ppm อย่างใดอย่างหนึ่ง จะช่วยยืดอายุการปักแจกันได้ 20 เปอร์เซนต์ จนกว่ากลีบดอกจะร่วง 50 เปอร์เซนต์ ส่วน Staby and Naegele (1984) และ Vermeulen (1986) พบว่า การใช้ Silver thiosulfate (STS) แช่ดอกก่อนนำไปปักแจกัน ช่วยลดการร่วงของกลีบดอกและอาการใบเหลืองได้ ปัจจุบันได้มีสารเคมีที่ใช้ในทางการค้าสำหรับปรับปรุงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของดอกอัลสโตรมีเรีย เช่น Chrysal SVB และ/หรือร่วมกับ Chrysal AVB ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีส่วนประกอบของธาตุเงิน นอกจากจะช่วยป้องกันอาการใบเหลือง อาการกลีบดอกร่วง และช่วยยืดอายุการปักแจกันได้แล้วยังสามารถป้องกันการเกิดความเสียหายจากเอทธิลีน (Ethylene) ได้ (POKON & CHRYSAL, In press) และสารอีกชนิดหนึ่งคือ Florissant 110 ซึ่งประกอบด้วยฮอร์โมนพืชที่สามารถป้องกันอาการใบเหลือง สาร STS ซึ่งช่วยระงับการสร้างและการทำงานของเอทธิลีน และสารที่ช่วยให้ดอกไม้ดูดน้ำได้ดี (Annonymous, 1987).

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาผลของสารเคมีซึ่งประกอบด้วยฮอร์โมนพืช และ STS ต่อการยืดอายุการปักแจกันและสภาพการเปลี่ยนแปลงของดอก โดยศึกษาเปรียบเทียบกับสารเคมีที่ใช้ในการค้ากับดอกอัลสโตรมีเรีย ด้วย.

อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

ดอกอัลสโตรมีเรียพันธุ์ Advendo จากสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ตัดในระยะที่ดอกล่างเริ่มบาน ขนส่งโดยรถบรรทุกมายังโรงคัดบรรจุของโครงการหลวง บริเวณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตัดปลายก้านช่อดอกออกประมาณ 1 นิ้ว แล้วแบ่งดอกไม้เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรก นำไปแช่ในสารละลายที่ประกอบด้วย STS 0.25 mM, Benzyl aminopurine (BAP) 100 ppm และกรด Citric 75 ppm กลุ่มที่สอง แช่ใน Florissant 110 (Van der Sprong Laboratory, Holland) เข้มข้น 2 มล./ลิตร ในการแช่ต้องให้ท่วมก้านช่อดอกประมาณ 2 นิ้ว นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปปักในแจกันปากกว้างขนาด 1 ลิตร และ กลุ่มที่สาม นำไปปักแช่น้ำธรรมดาในแจกันปากกว้างขนาด 1 ลิตร เพื่อใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ เก็บดอกไม้ในห้องที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 $\pm$ 3 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 75 เปอร์เซนต์.

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแต่ละวิธีมี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยดอกอัลสโตรมีเรีย 5 ช่อดอก สังเกตและบันทึกอาการร่วงของกลีบดอก และอาการใบเหลือง.

ผลการทดลอง

ช่อดอกอัลสโตรมีเรีย ที่แช่ในน้ำธรรมดามีอาการใบเหลือง และกลีบดอกร่วง 50 เปอร์-เซนต์ หลังจากปักแจกันนาน 5.44 และ 8.60 วันตามลำดับ การใช้สารละลายซึ่งประกอบด้วย STS 0.25 mM, BAP 100 ppm และกรด Citric 75 ppm จะช่วยยืดเวลาที่ช่อดอกอัลสโตรมีเรียแสดงอาการใบเหลืองและกลีบดอกร่วง 50 เปอร์เซนต์ เป็น 8.07 และ 11.73 วันตามลำดับ (ตารางที่ 1.) หรือ 48.30 และ 36.40 เปอร์เซนต์ เมื่อเทียบกับที่แช่ในน้ำธรรมดา.

ส่วนสารละลาย Florissant 110 จะช่วยยืดเวลาที่ช่อดอกอัลสโตรมีเรียแสดงอาการใบเหลือง และกลีบดอกร่วง 50 เปอร์เซนต์ เป็น 7.20 และ 10.87 วันตามลำดับ (ตารางที่ 1.) หรือ 32.35 และ 26.40 เปอร์เซนต์ตามลำดับ เมื่อเทียบกับแช่ในน้ำธรรมดา ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายชนิดแรกจะมีประสิทธิภาพในการรักษาสภาพของช่อดอกได้ต่ำกว่า (ภาพที่ 2 และ 3.).

Table 1. Effect of chemicals on days to 50 percent petal dropping and leaf yellowing of Alstroemeria cv. Advendo.

Chemical Treatment	50% Petal dropping (days)	50% Leaf yellowing (days)
Control	8.60[a]	5.44[a]
Florissant 110	10.87[b]	7.20[b]
STS 0.25 mM + BAP 100 ppm and Citric acid 75 ppm	11.73[c]	8.07[c]

Column means different lettering are significantly different

สำหรับระดับของอาการใบเหลือง หรือระดับของอาการที่ใบเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองนั้น การแช่ในน้ำธรรมดามีระดับของอาการใบเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากปักแจกันเพียง 4 วัน การใช้สารละลายที่ประกอบด้วย STS, BAP และกรด Citric นั้นถึงแม้ว่าในเวลาที่ปักแจกันนาน 4 วัน มีระดับของอาการใบเหลืองมากกว่าการใช้สารละลาย Florissant 110 เล็กน้อย แต่เมื่อปักแจกันนานขึ้น (7-9 วัน) จะมีระดับของอาการใบเหลืองต่ำที่สุด (ตารางที่ 2.) (ภาพที่ 1, 2 และ 3.) และเมื่อปักแจกันนาน 9 วัน ยังพบอาการก้านช่อดอกเหลือง การใช้สารละลายที่ประกอบด้วย STS, BAP และ กรด Citric มีอาการก้านช่อดอกเหลืองน้อยที่สุด และที่แช่ในน้ำธรรมดามีอาการก้านช่อดอกเหลืองมากที่สุด.

Table 2. Percentage of Alstroemeria cv. Advendo inflorescences showing leaf yellowing at the different periods.

Chemical Treatment	Average assessment of leaf yellowing*		
	4 days	7 days	9 days
Water	2.50	9.00	10.00
Florissant 100	1.87	4.90	8.60
STS 0.25 mM + BAP 100 ppm and Citric acid 75 ppm	2.42	4.27	5.40

* Assessment scale : 1 (100% green) - 10 (100% yellow)

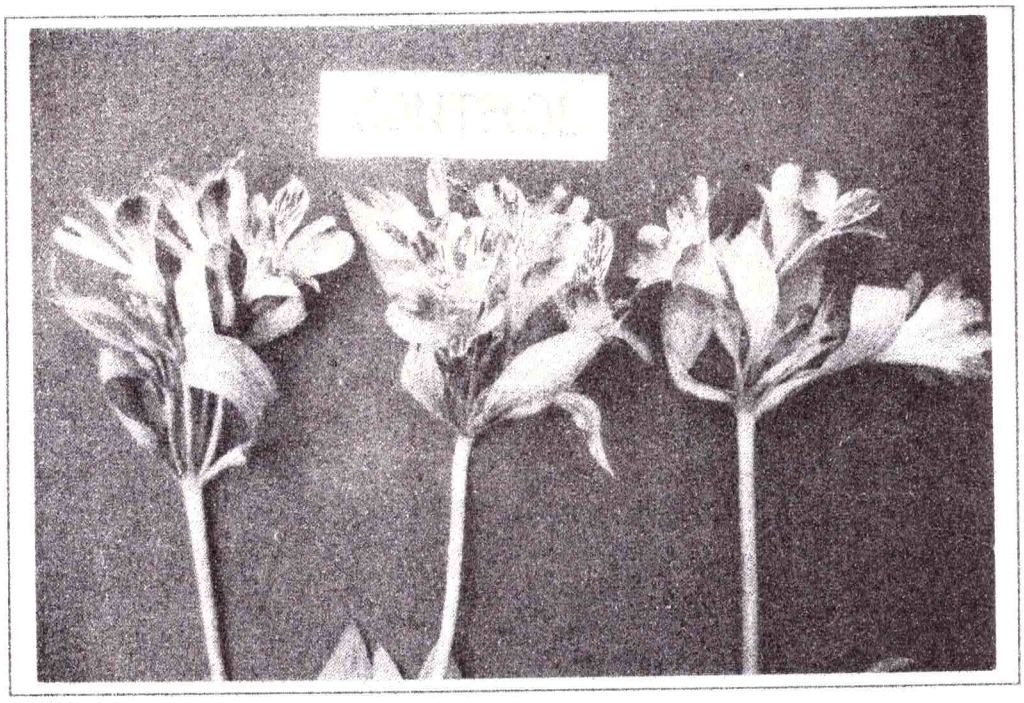


Figure 1. Quality of Alstroemeria cv. Advendo inflorescences held in water for 7 days.

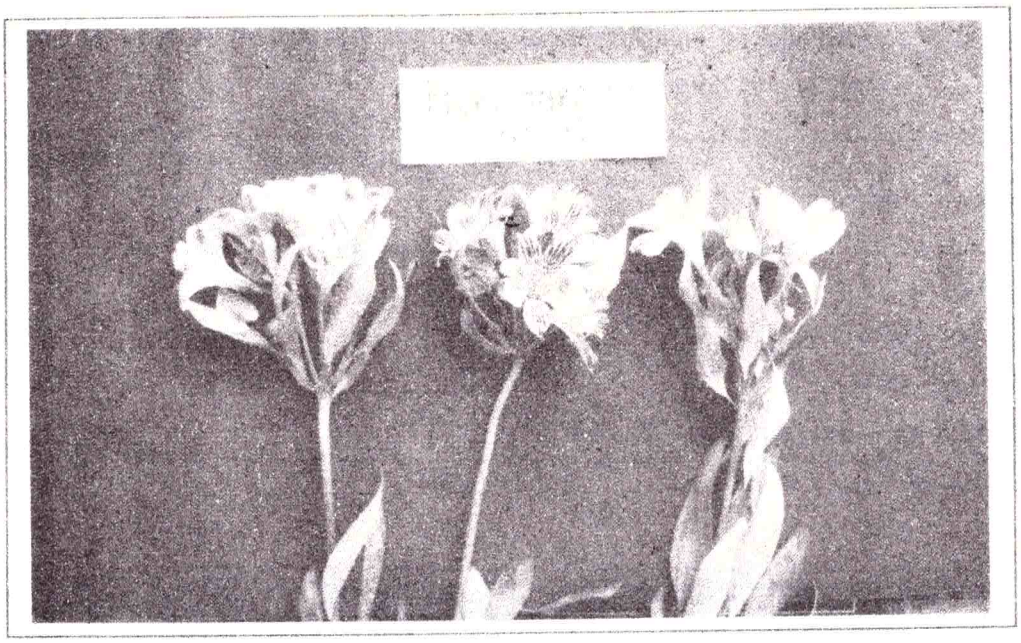


Figure 2. Quality of Alstroemeria cv. Advendo inflorescences held in 2 ml/liter Florissant 110 for 7 days.

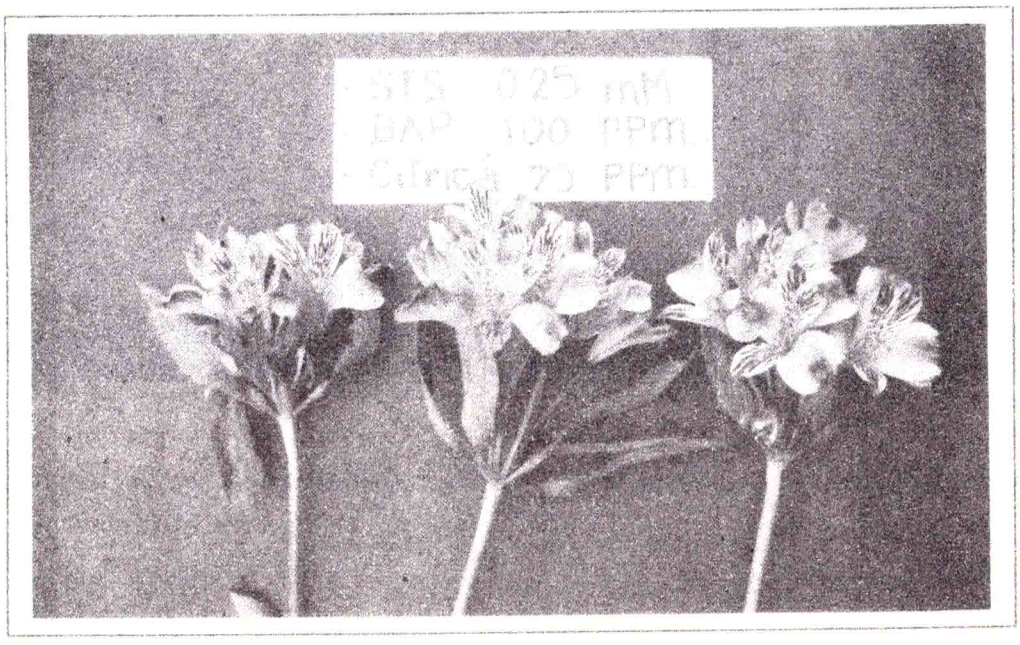


Figure 3. Quality of Alstroemeria cv. Advendo inflorescences held in 0.25 mM STS 100 ppm BAP and 75 ppm citric acid for 7 days.

วิจารณ์ผลการทดลอง

การแช่ดอกอัลสโตรมีเรียในสารละลายที่ประกอบด้วย STS, BAP และกรด Citric ก่อนนำมาปักแจกันในน้ำธรรมดา สามารถช่วยยืดระยะเวลาที่ช่อดอกอัลสโตรมีเรียแสดงอาการใบเหลืองและกลีบดอกร่วง 50 เปอร์เซนต์ ลดระดับอาการเหลืองของใบ และอาการก้านช่อดอกเหลือง เพราะว่า BAP ซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชประเภท Cytokinin ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถยืดอายุการปักแจกันดอกไม้ได้หลายชนิด มีผลในการลดอัตราการหายใจ ป้องกันอาการเหลืองของใบพืช และกลีบเลี้ยง ยับยั้งการสร้างและการทำงานของเอทธิลีน (ทองอำไพ, 2528) มีการศึกษาพบว่า BAP ยับยั้งการสร้างเอทธิ-ลีนในดอกคาร์เนชั่น (Cook, Rasche and Eisinger, 1985) ป้องกันอาการกลีบดอกร่วงของช่อดอกอัลสโตรมีเรีย (Dai and Paull, 1991) ทำให้อายุการปักแจกันนานขึ้น และถ้าปรับระดับ pH ให้อยู่ในระดับ 3.5-4.0 จะช่วยสนับสนุนให้ BAP มีประสิทธิภาพดีขึ้น (ทองอำไพ, 2528) การทดลองครั้งนี้ใช้กรด Citric ซึ่งนอกจากจะเพิ่มความเป็นกรดทำให้การดูดน้ำดีขึ้น ยังมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตช้าลง และลดการอุดตันในก้านดอก นอกจากนี้สารละลายยังประกอบด้วย Silver ion ซึ่งอยู่ในรูปของ STS ซึ่ง Silver ion เคลื่อนที่ในก้านดอกได้เร็วกว่าในรูป $AgNO_3$ (Reid and Lukaszewski, 1988) โดยที่ Silver ion มีผลในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ และยับยั้งการสร้างและการทำงานของเอทธิลีนด้วย สำหรับ Florissant 110 ซึ่งใช้ในการค้ากับดอกอัลสโตรมีเรีย สามารถยืดระยะเวลาที่ดอกอัลสโตรมีเรียแสดงอาการใบเหลือง และอาการกลีบดอกร่วง 50 เปอร์เซนต์ ลดระดับอาการเหลืองของใบและก้านช่อดอกซึ่งอาจเป็นเพราะว่าสารละลาย Florisstant 110 มีส่วนผสมของสารควบคุมการเจริญเติบโต ช่วยป้องกันอาการใบเหลือง และมี STS ช่วยยับยั้งการทำงานของเอทธิลีน นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารที่ช่วยให้ก้านดอกไม้ดูดน้ำได้ดีด้วย (Annonymous, 1987) แต่การใช้สารละลาย Florissant 110 มีแนวโน้มให้ประสิทธิภาพในการรักษาสภาพของช่อดอกต่ำกว่าการใช้สารละลายที่ประกอบด้วย STS, BAP และกรด Citric ก็อาจเป็นเพราะว่าชนิดและความเข้มข้นของสารที่ใช้แตกต่างกัน.

สรุปผลการทดลอง

การใช้สารละลายที่ประกอบด้วย STS, BAP และกรด Citric และสารละลาย Florissant 110 แช่ดอกอัลสโตรมีเรียช่วยยืดระยะเวลาที่จะแสดงอาการใบเหลืองและกลีบดอกร่วงได้ โดยที่สารละลายที่ประกอบด้วย STS, BAP และกรด Citric มีแนวโน้มให้ผลดีกว่าสารละลาย Florissant 110 เล็กน้อย.

เอกสารอ้างอิง

ทองอำไพ, ฟีระเดช. (2528). ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 196 น.

Annonymous. (1987). Florissant 110:Post-harvest treatment for Alstroemeria and Euphorbia. Florissants,houdt,de Kwaliteit van UW produkten langer vast. Roelofarendsveen, Holland. 5 pp.

Cook, D., Rasche, M. and Eisinger, W. (1985). Regulation of ethylene biosynthesis and action of cut carnation flower senescence by cytokinin. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:24-27.

Dai, J.W. and Paull, R.E. (1991). Postharvest handling of Alstroemeria Hort. Sci. 26:314.

POKON & CHRYSAL. (In press). Chrysal SVB:Pre-treatment agent against leaf yellowing of *Alstroemeria* and *Euphorbia fulgens*. Technical Handbook of Pokon and chrysal. 5163 E 0987. Naarden,Holland. 5 pp.

Reid, M.S. and Lukaszewski, T.A. (1988). Postharvest Care and Handling of Cut Flowers. Department of Environmental Horticulture, University of California, Davis, California. 65 pp.

Staby, G.and Naegle, B. (1984). The effects of STS on vase-life of flowers. Florist Rev. 174:17-21.

Vermeulen, I.C. (1986). Behoud van Kwaliteit Alstroemeria door Voorbehandelingsmiddelen. Vakblad voor de Bloemisterij. 18:48.

วารสารเกษตร 7(3) : 330-345 (2534)

Journal of Agriculture 7(3) : 330-345 (1991)

การหลุดร่วงของดอกและฝักกับการพัฒนาองค์ประกอบผลผลิตในถั่วเหลือง

วันชัย จันทร์ประเสริฐ [1]

REPRODUCTIVE ABORTION AND IMPROVEMENT OF YIELD COMPONENTS IN SOYBEAN

Wanchai Chanprasert [1]

ABSTRACT : Basically, reproductive growth in soybean depends largely on source strength of the mother plants. However, seed yield obtained is not always dependent upon the source strength. Some soybean varieties can produce a higher number of flowers, but they also drop a relatively high proportion of flowers and pods resulting in low seed yields. Sink limitation is considered to be a key factor that may be operated through endogenous plant hormones. To improve reproductive efficiency in soybean, apart from breeding programme aiming to reduce reproductive abortion percentage, another promising possibility is the using of exogenous growth regulators in controlling and/or promoting pod set.

บทคัดย่อ : การพัฒนาและการเจริญเติบโตของดอก ฝัก และเมล็ดในถั่วเหลืองนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญพื้นฐานคือ ความสามารถของต้นถั่วเหลืองในการสร้างและลำเลียงอาหารไปสู่เมล็ด (Source strength) แต่อย่างไรก็ตาม ผลผลิตเมล็ดที่ได้รับไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังกล่าวเสมอไป ถั่วเหลืองบางพันธุ์มีความสามารถในการสร้างและลำเลียงอาหารไปสู่ส่วนขยายพันธุ์ได้มาก จนสามารถสร้างดอกได้ในปริมาณที่มาก แต่กลับให้ผลผลิตต่ำหรือไม่สูงเท่าที่ควรเนื่องจากมีเปอร์เซนต์การร่วงของดอกและฝักค่อนสูง จากการศึกษาพบว่า สาเหตุที่ถั่วเหลืองติดฝักน้อยนั้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากความจำกัดที่ระดับของส่วนเจริญพันธุ์ด้วย (Sink limitation) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความสมดุลของฮอร์โมนพืช (Plant hormone) ภายในต้นถั่วเหลืองเอง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของการเจริญพันธุ์ (Reproductive efficiency) ในถั่วเหลือง นอกจากการปรับปรุงพันธุ์เพื่อลดเปอร์เซนต์การหลุดร่วงของดอกและฝักแล้ว การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตจากภายนอก (Exogenous growth regulator) ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่ง ที่มีความเป็นไปได้สูง.

---

[1] ภาควิชาพืชไร่นา, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900.
[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900.

คำนำ

ในแง่ของการผลิตพืช ผลผลิตของถั่วเหลืองก็คือ ปริมาณเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วย จำนวนต้นต่อพื้นที่, จำนวนฝักต่อต้น, จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักเมล็ดนั่นเอง เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า ในบรรดาองค์ประกอบของผลผลิตเหล่านี้ จำนวนฝักต่อต้น มีความสัมพันธ์กับผลผลิตมากที่สุดและเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมได้มากกว่าจำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนักเมล็ด (Pandey and Torrie, 1973; Herbert and Litchfield, 1982) ดังนั้นงานวิจัยที่ผ่านมา จึงมุ่งไปที่การเพิ่มผลผลิตโดยการเพิ่มจำนวนฝักต่อพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามมีนักวิจัยบางท่านแสดงความเห็นว่าองค์ประกอบของผลผลิตที่สำคัญอีกองค์ประกอบหนึ่งก็คือ จำนวนดอกต่อต้นหรือจำนวนดอกต่อหน่วยพื้นที่ ซึ่งมีผู้พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับผลผลิตในถั่วเหลือง (Dominguez and Hume, 1978; Wiebold, Ashley and Boerma, 1981).

ถั่วเหลืองจะเข้าสู่ระยะเจริญพันธุ์ (Reproductive phase) เมื่อถั่วเหลืองได้เจริญเติบโตผ่านระยะวัยรุ่น (Juvenile stage) มาแล้วระยะหนึ่ง, จากนั้นถั่วเหลืองจะทยอยสร้างดอกและฝัก ความยาวนานของการออกดอกจะขึ้นอยู่กับ ลักษณะการเจริญเติบโต พันธุ์ และสภาพแวดล้อม จำนวนดอกที่ถั่วเหลืองสร้างในช่วงนี้จะมากหรือน้อย มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถของต้นถั่วเหลืองในการสร้างและลำเลียงอาหารสังเคราะห์ไปสู่ส่วนเจริญพันธุ์ โดยทั่วไปแล้วถั่วเหลืองจะสร้างดอกจำนวนมาก แต่ดอกเหล่านี้จำนวนหนึ่งจะหลุดร่วงไป ซึ่งปัจจุบันก็ยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดของการหลุดร่วงของดอกและฝักถั่วเหลือง มีเพียงสมมุติฐานที่แตกต่างกันออกไปเท่านั้น บทความนี้ได้นำเสนอผลการวิจัยและแนวความคิด เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุและหาแนวทางลดการหลุดร่วงของดอกและฝักในถั่วเหลืองเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น.

สมมุติฐานการหลุดร่วงของดอกและฝัก

หากจะพิจารณากันถึงองค์ประกอบของผลผลิตโดยละเอียดแล้ว จะเห็นถึงความเกี่ยวพันกันขององค์ประกอบของผลผลิต นับตั้งแต่จำนวนข้อต่อต้นจนถึงผลผลิต ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.

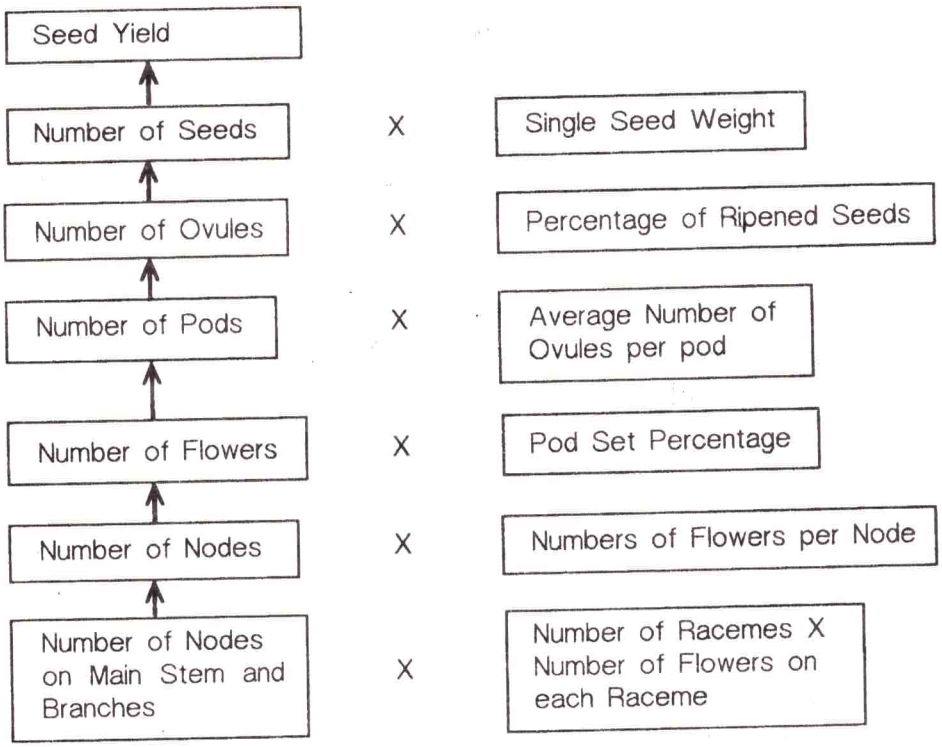


Figure 1. Diagram showing factors associated with seed yield of soybean (Konno, 1977).

จากองค์ประกอบของผลผลิตในรูปที่ 1. นี้ จำนวนดอกและเปอร์เซนต์การติดฝักเป็นองค์ประกอบที่มีความแปรปรวนสูงที่สุด จำนวนดอกสามารถผันแปรได้ตั้งแต่ 38 ดอกต่อต้น (McBlain and Hume, 1981) ไปจนถึง 800 ดอกต่อต้น (Crane and Walker, 1984) ส่วนเปอร์เซนต์การร่วงของดอกและฝักนั้นพบว่าเปลี่ยนแปลงได้ตั้งแต่ 32 ถึง 83 เปอร์เซนต์ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม (Van Schaik and Probst, 1958a; 1958b) จึงกล่าวได้ว่าขบวนการหลุดร่วงของดอกและฝักเป็นขบวนการสูญเสียที่สำคัญ ซึ่งจากตัวเลขดังกล่าว หากเราสามารถป้องกันหรือลดการหลุดร่วงของดอกและฝักได้ ศักยภาพในการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองเทียบกับในปัจจุบันอาจเพิ่มได้ถึง 4 เท่าตัว.

ถึงแม้ว่าเรายังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดของการหลุดร่วงของดอกและฝักก็ตาม แต่จากการศึกษาที่ผ่านมา พอจะกล่าวได้ว่ามีปัจจัยเกี่ยวข้องอยู่ 3 ปัจจัยด้วยกันคือ :

1) การขาดแคลนอาหารเลี้ยงดอกและฝัก (Nutrient deficiency) สมมุติฐานนี้มีพื้นฐานจากงานทดลองของ Johnston, Pendleton, Peter and Hicks (1969) ซึ่งพบว่า การเพิ่มแสงให้กับส่วนล่างของลำต้นถั่วเหลือง มีผลทำให้ต้นถั่วเหลืองมีจำนวนฝักต่อข้อสูงขึ้น Wiebold *et al.*

(1981) เสนอว่าการบังแสงในส่วนล่างของลำต้นเป็นเหตุให้มีการสังเคราะห์แสงต่ำ จึงทำให้อัตราการหลุดร่วงของดอกในส่วนล่างของลำต้นสูงกว่าส่วนอื่น ต่อมา Antos and Wiebold (1984) ก็ได้รายงานผลการทดลองที่สนับสนุนแนวความคิดนี้ โดยพบว่าการที่ถั่วเหลืองมีเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงสูงบริเวณส่วนล่างของลำต้นนั้นเป็นเพราะว่าที่ส่วนของลำต้นและก้านในบริเวณนั้นมีระดับความเข้มข้นของแป้งและน้ำตาลต่ำนั่นเอง.

2) ฮอร์โมนพืช (Plant hormone) เป็นสมมุติฐานที่สืบเนื่องมาจากงานของ Huff and Dybing (1980) ซึ่งเสนอว่า การหลุดร่วงของดอกถั่วเหลืองที่บริเวณปลายช่อดอกน่าจะเป็นผลมาจากสารบางชนิดส่งมาจากดอกที่อยู่บริเวณโคนช่อดอกที่ได้รับการผสมเกสรแล้ว และผลจากการทดลองใช้ Auxin ทาที่ก้านดอกที่อยู่ส่วนล่างๆ ของช่อซึ่งได้เด็ดดอกออกไปแล้ว พบว่ามีผลไปยังยั้งการติดฝักของดอกบนๆ ของช่อดอกเดียวกัน และผลของ Auxin ยังเร่งให้เกิดการหลุดร่วงของดอกเร็วขึ้นถึง 3 วัน อีกด้วย หลักฐานที่สนับสนุนผลการทดลองนี้ ได้แก่การทดลองที่ใช้สารยังยั้งการเคลื่อนย้าย Auxin (Auxin transport inhibitor) เช่น TIBA และ Morphactin ซึ่งพบว่า การฉีดพ่นด้วยสารประเภทนี้แก่ต้นถั่วเหลืองจะทำให้ถั่วเหลืองติดฝักมากขึ้น (Nooden and Nooden, 1985) งานวิจัยในเวลาต่อๆ มา ยังพบว่ามีฮอร์โมนหลายชนิดที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการร่วงของดอกหรือการติดฝัก เช่น Birnberg and Brenner (1987) พบว่า GA3 ที่พ่นไปที่ใบ จะมีผลทำให้ดอกที่มุมใบหลุดร่วงมากขึ้น หรือการฉีดพ่น Cytokinins ไปที่ช่อดอกถั่วเหลืองโดยตรงก็มีผลทำให้ถั่วเหลืองติดฝักมากขึ้น (Crosby, Aung and Buss, 1981; Carlson, Dyer, Cotterman and Durley, 1987; Dyer, Calson, Cotterman, Sikorski and Ditson, 1987) นอกจากนี้ ก็ยังมีผู้รายงานว่า Ethylene ก็มีผลทำให้ดอกร่วงได้เช่นกัน (Urwiler and Stutte; 1986) จากหลักฐานเหล่านี้จะเห็นได้ว่า ฮอร์โมนพืชแทบทุกชนิดมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญพัฒนาและการหลุดร่วงของดอก ซึ่งมีนักวิจัยหลายท่านที่มีความเห็นว่าการทำงานของฮอร์โมนพืชที่เกี่ยวข้องกับขบวนการทางสรีรวิทยาพืช น่าจะเป็นในลักษณะของการทำงานร่วมกันมากกว่า 1 ชนิดขึ้นไป (Morgan, 1984; Purohit, 1985).

3) การตีบตันของท่อลำเลียง (Vascular constriction) สมมุติฐานนี้เสนอโดย Gates, Smith, White and Boulter (1983) ซึ่งพบว่าการฝ่อของเมล็ด *Vicia faba* เป็นผลมาจากความล้มเหลวของการพัฒนาท่อน้ำท่ออาหาร แต่ยังไม่มีรายงานเช่นนี้ในถั่วเหลืองแต่อย่างใด.

เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมถึงสาเหตุของการหลุดร่วงของดอกและฝักในถั่วเหลืองแล้ว อาจเป็นไปได้ว่า ปัจจัยทั้งสามที่กล่าวมาอาจมีความเกี่ยวเนื่องกันอยู่ โดยมีฮอร์โมนเป็นสื่อกลางระหว่างแรงกระตุ้นจากสภาพแวดล้อม กับการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อตลอดจนการเจริญเติบโตและพัฒนาของอวัยวะพืช ดังนั้น การศึกษาแนวลึกถึงสัมพันธ์ภาพระหว่างปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายในต้นพืชเหล่านี้ จะสามารถนำไปสู่ความเข้าใจถึงขบวนการหลุดร่วง และสามารถลดอัตราการหลุดร่วงของดอกและฝัก อันจะทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น.

วารสารเกษตร 7(3) : 330-345 (2534)

อิทธิพลของความหนาแน่นพืชที่มีต่อการสร้างดอกและการหลุดร่วงของดอกถั่วเหลือง

จากการศึกษาของ Chanprasert (1988) ถึงอิทธิพลของความหนาแน่นพืชที่มีต่อการสร้างดอก และการหลุดร่วงของดอกและฝักในถั่วเหลือง โดยศึกษาช่วงความหนาแน่นของพืชตั้งแต่ 5.8 ถึง 61.2 ต้นต่อตารางเมตร ในถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตต่างกันคือ พันธุ์ Amsoy มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบ Indeterminate กับพันธุ์ Matara ที่มีการเจริญเติบโตแบบ Semi-determinate ผลการทดลอง (ตารางที่ 1.) พบว่า ถั่วเหลืองพันธุ์ Amsoy สร้างดอกได้มากกว่าพันธุ์ Matara ถึง 2 เท่า (เฉลี่ย 296 *vs* 143 ดอกต่อต้น) ทั้ง 2 พันธุ์จะสร้างดอกมากขึ้นเมื่อความหนาแน่นพืชลดลง โดยที่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กันระหว่างพันธุ์กับความหนาแน่นพืช และเมื่อพิจารณาจำนวนฝักต่อต้น จะพบว่า ทั้ง 2 พันธุ์สร้างฝักได้เท่าๆ กัน โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เป็นเพราะ Matara มีเปอร์เซนต์การหลุดร่วงของดอกและฝักเพียง 65 เปอร์เซนต์ น้อยกว่า Amsoy ซึ่งมีเปอร์เซนต์ดอกและฝักร่วงถึง 82 เปอร์เซนต์ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการเจริญพันธุ์ของ Matara สูงกว่าพันธุ์ Amsoy อย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ Amsoy มีการเจริญเป็นแบบ Indeterminate มีการสร้างกิ่งก้าน ใบและดอกมาก แต่ติดฝักน้อย ขณะที่พันธุ์ Matara มีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (Vegetative growth) น้อยกว่า แต่ติดฝักได้ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้รับไม่แตกต่างกัน.

Table 1. Effect of plant density on total flower production per plant, reproductive abortion and pod number per plant of Matara and Amsoy soybean.

Density (plants/m^2)	Flower Number per Plant			Pod Number per plant			Reproductive Abortion (%)		
	Matara	Amsoy	Mean	Matara	Amsoy	Mean	Matara	Amsoy	Mean
61.2	36	115	76^{f*}	16	21	18^{f}	56	81	68^{a}
38.2	64	167	115^{e}	23	31	27^{e}	61	82	71^{a}
23.8	114	283	199^{d}	31	42	37^{d}	73	85	79^{a}
14.8	162	312	237^{c}	51	54	53^{c}	67	82	74^{a}
9.2	219	405	31^{b}	73	78	75^{b}	67	81	74^{a}
5.8	264	497	381^{a}	81	98	89^{a}	69	80	75^{a}
Mean	B 143	A 296		A 46	A 54		B 65	A 82	
CV_{var} (%)		8.2			14.8			11.2	
C_{Vdens} (%)		7.9			12.3			10.3	

* Values followed by the same superscript letter in each column and values preceeded by the same capital letter in each row of each parameter are not significantly different at probability 0.05 by Duncan New Multiple Range Test. Analysis of variance was done on square root (criteria of Mead and Curnow, 1983)and arcsin transformed data, respectively.

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นพืชกับจำนวนดอก จำนวนฝักและเปอร์เซนต์การหลุดร่วงของดอก (ตารางที่ 1.) พบว่า ถึงแม้ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์จะสร้างดอกและฝักน้อยลงเมื่อปลูกในความหนาแน่นที่สูงขึ้น (ความหนาแน่นพืชที่ต่ำที่สุดกับที่สูงที่สุดแตกต่างกันถึง 10 เท่า คือ 6 กับ 61 ต้นต่อตารางเมตร) แต่เปอร์เซนต์การร่วงของดอกและฝักกลับไม่มีความไม่แตกต่างกันทางสถิติ.

จากผลการทดลองดังกล่าว เมื่อพิจารณาอย่างใกล้ชิด เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการร่วงของดอกและฝัก โดยพิจารณาการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบ (Vegetative growth) และด้านการเจริญพันธุ์ (Reproductive growth) ประกอบกัน (รูปที่ 2.) ก็จะเห็นถึงความแตกต่างของการแข่งขันระหว่างต้น และภายในต้นถั่วเหลือง (Inter- and Intraplant competition) ที่ปลูกในความหนาแน่นสูง (61 ต้นต่อตารางเมตร) (รูปที่ 2a.) และต้นที่ปลูกในความหนาแน่นต่ำ (6 ต้นต่อตารางเมตร) (รูปที่ 2b.) ซึ่งจากกราฟใน รูปที่ 2. ช่วงเวลาการออกดอก (Flowering period) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะคือ Phase I ระยะแรกของการออกดอก (Early flowering period) Phase II ระยะกลางของการออกดอก (Mid flowering period) และ Phase III ระยะหลังของการออกดอก (Late flowering period) ก่อนที่ถั่วเหลืองจะเข้าสู่ภาวะเจริญพันธุ์ (Reproductive phase) การแข่งขันระหว่างต้นพืชไม่ว่าที่ความหนาแน่นสูงหรือต่ำมีน้อยหรือแทบไม่มีเลย เห็นได้จากการที่มีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นเท่าๆ กัน (ในกราฟแสดงเฉพาะจำนวนใบและพื้นที่ใบต่อต้นเท่านั้น) โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ 30 วันหลังงอก ความสูงและน้ำหนักแห้งทั้งหมดของต้นถั่วเหลืองไม่แตกต่างกันในทุกความหนาแน่นของพืช (ข้อมูลไม่ได้แสดง) ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ระยะแรกของ Phase I ถั่วเหลืองที่ปลูกที่ความหนาแน่นต่าง ๆ กันจึงมี Source strength ใกล้เคียงกันและสามารถสร้างดอกได้เท่าๆ กันในแต่ละวัน แต่เมื่อถั่วเหลืองเจริญเติบโตจนใกล้ถึง Phase II (ที่ประมาณ 40 วันหลังงอก) ระดับของการแข่งขันระหว่างต้นมีสูงขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ (จำนวนใบและพื้นที่ใบ) ที่ลดลงในถั่วเหลืองที่ปลูกที่ความหนาแน่นสูง แต่ถั่วเหลืองที่ปลูกที่ความหนาแน่นพืชต่ำ พบว่ามีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบมากกว่า ทำให้ต้นถั่วเหลืองมี Source strength ที่สูงกว่า ผลลัพธ์ก็คือ ในระยะแรกของ Phase II ถั่วเหลืองที่ความหนาแน่นต่ำสร้างดอกได้มากกว่า เมื่อเข้า Phase II ถั่วเหลืองที่ความหนาแน่นสูงไม่มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบแล้ว แต่ถั่วเหลืองที่ความหนาแน่นต่ำยังมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบอยู่และเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีการแข่งขันระหว่างต้นต่ำ แม้กระทั่งใน Phase III การเจริญเติบโตทางกิ่งใบของถั่วเหลืองที่ความหนาแน่นต่ำ ก็ยังไม่หยุด ทำให้มีลำต้นใหญ่และจำนวนใบมากกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกที่ความหนาแน่นสูง เนื่องจาก Source strength ที่สูงกว่านี่เอง ถั่วเหลืองที่ปลูกที่ความหนาแน่นต่ำ จึงให้จำนวนดอกต่อต้นที่สูงกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกที่ความหนาแน่นสูง แต่อย่างไรก็ตาม แม้ว่าถั่วเหลืองที่ความหนาแน่นต่ำจะมี Source strength มากกว่า แต่อัตราหรือเปอร์เซ็นต์การแข่งขันภายในต้นพืช (Intraplant competition) คือมีการแข่งขันระหว่างการเจริญเติบโตของกิ่งใบกับการเจริญพันธุ์อยู่ในระดับที่สูงดังที่เห็นในกราฟนั่นเอง.

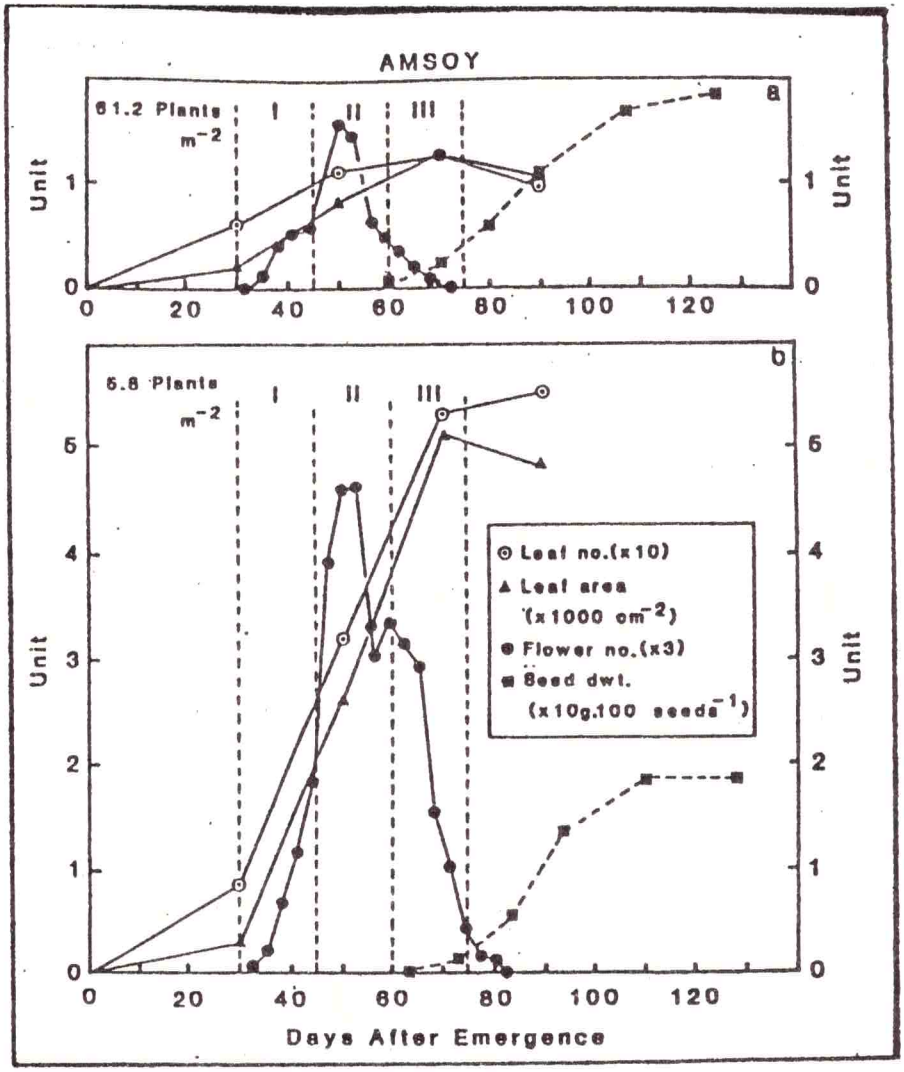


Figure 2. Some aspects of vegetative growth (leaf number and leaf area per plant) and reproductive growth in Amsoy soybean (a) at 61.2 plant/m^2 (b) at 5.8 plants/m^2 (I, II and III indicate 3 phase of flowering; i.e. early, mid- and late flowering period, respectivety).

ดังนั้น หากการหลุดร่วงของดอกและฝักถั่วเหลืองถูกควบคุมโดยอาหารหล่อเลี้ยง (Photo-assimilates) จริงดังที่ Wiebold *et al.* (1981) เสนอไว้ อาจกล่าวได้ว่า การที่ถั่วเหลืองที่ปลูกที่ความหนาแน่นต่ำมีอัตราการหลุดร่วงของดอกและฝักสูงนั้นเป็นเพราะมีการแข่งขันภายในต้นพืชสูง (High intraplant competition) ในขณะที่ถั่วเหลืองที่ปลูกที่ความหนาแน่นสูงมีอัตราการหลุดร่วงของดอกและฝักสูงนั้น เป็นเพราะมีการแข่งขันระหว่างต้นพืชสูง (High interplant competition) นั่นเอง.

จากสมมุติฐานดังกล่าว จึงได้มีการวางแผนการทดลองต่อไปเพื่อทดสอบว่าอัตราการหลุดร่วงของดอกและฝักที่สูงของถั่วเหลืองที่ปลูกในความหนาแน่นต่ำ มีสาเหตุมาจากการแข่งขันภายในต้นพืชจริงหรือไม่.

อิทธิพลของการเด็ดใบอ่อนเพื่อลดการแข่งขันภายในต้นพืชที่มีต่อการหลุดร่วงของดอกและฝักถั่วเหลือง

เป็นที่ทราบกันดีว่าใบอ่อนเป็น Sink ที่ต้องการอาหารหล่อเลี้ยงสูงมาก การทดลองนี้จึงวางแผนศึกษาการลดการแข่งขันภายในต้นพืช โดยเด็ดใบอ่อนที่เพิ่งผลิใหม่ใน อัตรา 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะต่างๆ 3 ระยะคือ R_1, R_3 และ R_5 (ตามการจัดแบ่งของ Fehr และ Caviness, 1977) เปรียบเทียบกับต้นปกติ ผลการทดลองในพันธุ์ Amsoy พบว่าการเด็ดใบอ่อน 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะ R_3 มีผลทำให้จำนวนดอกและฝักเพิ่มขึ้น 44.1 และ 43.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงใน รูปที่ 3a. และ 3b. ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การลดการแข่งขันภายในต้นมีผลในการหันเหอาหารหล่อเลี้ยงไปสู่ส่วนเจริญพันธุ์จริง.

แต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบว่าการเด็ดใบอ่อนเพื่อการแข่งขันภายในต้นพืช จะมีผลในการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซนต์การหลุดร่วงของดอกและฝักแต่อย่างไร ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2. นั้น จะเห็นได้ว่า ไม่ว่าจะเป็นอัตราการหลุดร่วงของดอกเพียงอย่างเดียว หรืออัตราการหลุดร่วงของทั้งดอกและฝัก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างต้นถั่วเหลืองที่เด็ดใบอ่อนในอัตราและเวลาต่างๆ กัน.

จากการวัดองค์ประกอบผลผลิตอย่างละเอียด โดยติดตามการพัฒนาของดอกซึ่งแบ่งเป็นดอกชุดแรก (Early flowers) คือดอกที่เกิดก่อนระยะ R_4 กับดอกชุดหลัง (Late flowers) คือดอกที่เกิดหลังระยะ R_4 ผลการทดลองที่ได้ เมื่อวิเคราะห์อย่างใกล้ชิด สามารถนำข้อมูลใส่ในแบบจำลอง (Model) ในรูปที่ 4. ซึ่งเปรียบเทียบการลำเลียงอาหารสังเคราะห์ และการพัฒนาองค์ประกอบของผลผลิตกับการไหลของของเหลวจากถังเก็บ (Tank) ผ่านท่อไปสู่ภาชนะใบหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยภาชนะย่อยๆ ที่ส่งต่อของเหลวถึงกันได้ การอธิบายข้อมูลด้วยแบบจำลองนี้เอง จะทำให้เข้าใจการตอบสนองของถั่วเหลืองต่อการเด็ดใบอ่อนได้ง่ายขึ้น และยังเป็นการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับการขาดแคลนอาหารหล่อเลี้ยง (Nutrient deficiency) อีกด้วย.

ตามแบบจำลอง (รูปที่ 4.) นั้น ถังน้ำ (Tank) แสดงขนาดของ Source คือใบที่กำลังสังเคราะห์แสงสร้างอาหารและส่งไปยัง Sink คือใบอ่อน ดอก ฝัก และเมล็ดตามลำดับ มีช่องเปิดรูแบบต่างๆ แทน Sink แต่ละชนิดดังนี้คือ ช่องเปิดรูปตัว T (T-joint) แทนการเจริญเติบโตของใบอ่อน และช่องเปิดรูปตัว L (L-joint) แทนส่วนเจริญพันธุ์ (Reproductive growth) ในสภาพปกติที่ไม่เด็ดใบอ่อน ระหว่างการเจริญเติบโตในช่วงแรกของระยะเจริญพันธุ์ อาหารจะไหลไปสู่ใบอ่อนก่อนเพราะเป็น Sink ที่สำคัญกว่า แล้วจึงไปสู่ดอก ซึ่งแทนด้วยภาชนะ 2 ใบ ของดอกชุดแรก (Early

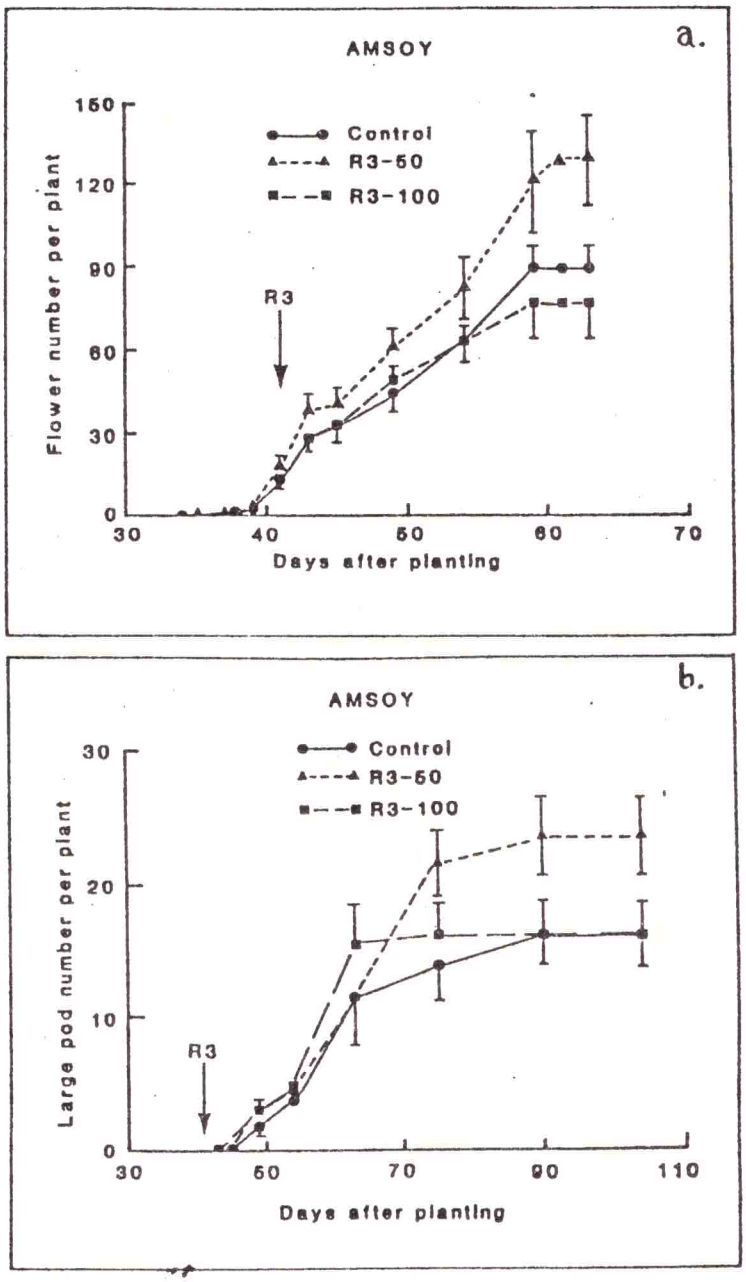


Figure 3. Effect of young leaf removal starting at growth stage R3 on (a) cumulative flower production per plant and (b) cumulative pod production per plant of Amsoy (Vertical bars represent SE's of the means).

flowers) กับดอกชุดหลัง (Late flowers) ในภาชนะแต่ละใบ ประกอบด้วยภาชนะย่อย 3 ใบคือ จำนวนดอก จำนวนฝัก และน้ำหนักเมล็ด ซึ่งจากผลการทดลองนี้ พบว่า องค์ประกอบเหล่านี้มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่าง Treatment (สำหรับจำนวนเมล็ดต่อฝักนั้น ไม่มีความแตกต่างระหว่าง Treatment จึงไม่ได้ใส่ไว้ในแบบจำลอง) ในภาชนะแต่ละใบ อาหารสังเคราะห์จะไหลจากภาชนะย่อยใบบนลงสู่ภาชนะใบล่างๆ ได้คือ จากดอกไปสู่ฝัก และเมล็ด.

Table 2. Effect of young leaf removal on the percentage of flower abortion and total reproductive abortion (including young pod and large pod abortion) in Amsoy soybean.

Treatment (stage and rate of young leaf removal)	Flower Abortion (%)	Total Reproductive Abortion (%)
Control	71[a*]	82[a]
R1-50	79[a]	82[a]
R1-100	78[a]	80[a]
R3-50	67[a]	82[a]
R3-100	73[a]	82[a]
R5-50	73[a]	78[a]
R5-100	71[a]	85[a]
Average	73	82
CV (%)	10.3	7.3

* Mean values within a column followed by the same letter are not significantly different at probability 0.01 and analysis of variance was done on arcsin square root tranformed data.

ปริมาณการไหลของอาหารสังเคราะห์ (Photo-assimilates) ไปสู่ภาชนะแต่ละใบจะขึ้นอยู่กับ (1) ปริมาณอาหารสังเคราะห์ขณะนั้น (Current assimilate availability) (2) ความมากน้อยของการเด็ดใบอ่อน และ (3) เวลาในการเด็ดใบอ่อน ในสภาพที่มีการเด็ดใบอ่อน ปรากฏการณ์ที่พบก็คือ จะมีการสร้างใบอ่อนเพิ่มขึ้นมากกว่าสภาพที่ไม่เด็ดใบอ่อน ในแบบจำลองนั้นการเด็ดใบอ่อนจะแทนด้วยข้อต่อปิด (Joint) ซึ่งเปรียบเสมือนการปิดท่อรูปตัว T การปิดท่อนี้จะทำให้แรงดันในท่อนี้สูงขึ้น จนเกิดรอยรั่ว (Leakage) ซึ่งรอยรั่วดังกล่าวนี้หมายถึงการแตกใบอ่อนส่วนเกิน (Extra new leaf initation).

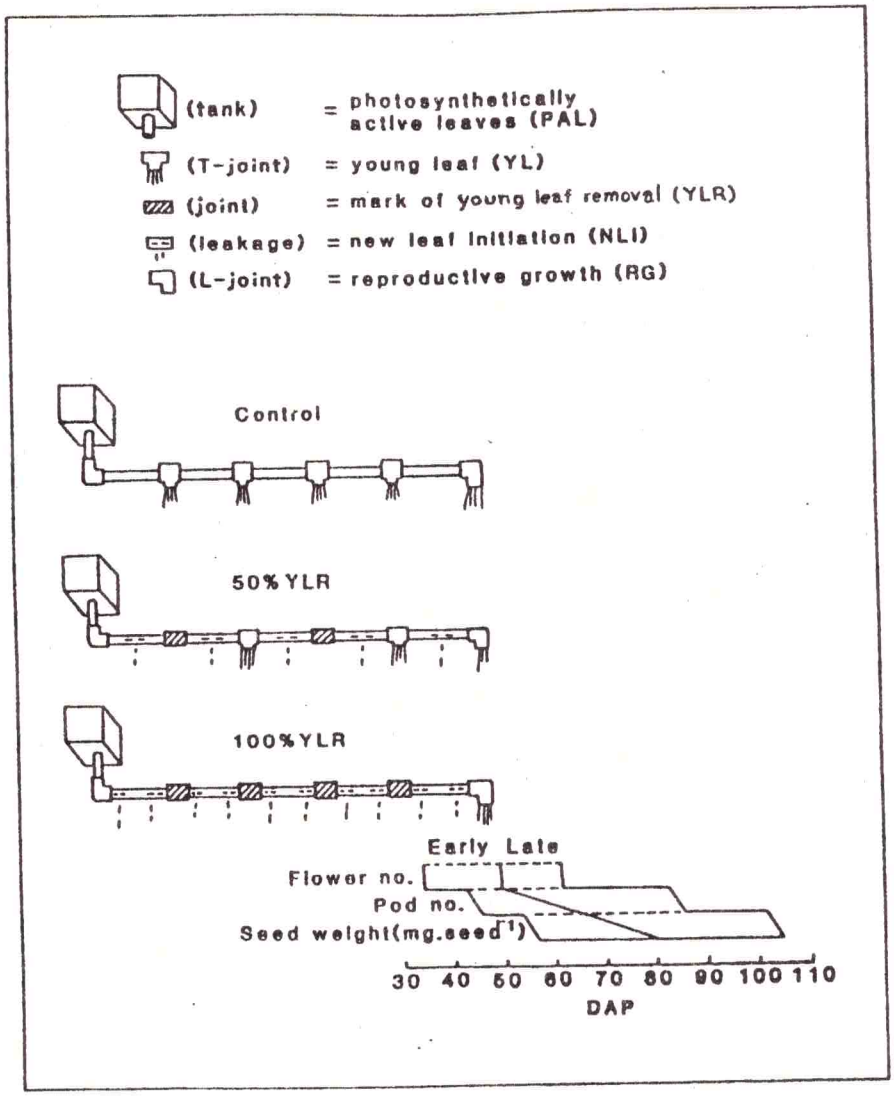


Figure 4. A model of assimilate flow.

รูปที่ 5. แสดงการนำแบบจำลองดังกล่าว มาทดสอบกับข้อมูลทั้งหมดของพันธุ์ Amsoy ซึ่งการวิเคราะห์เหตุการณ์ในแต่ละ Treatment ให้ดูค่าของแต่ละตัวแปร เปรียบเทียบกับ Control และค่าที่กำกับด้วยดอกจันทร์ แสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 จากรูปจะเห็นว่าความสัมพันธ์ของ Source และ Sink ปรากฏชัดเจนกล่าวคือ ในแง่ของ Source ใบที่ Active มี

ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของส่วนเจริญพันธุ์ ส่วนในแง่ของ Sink การติดฝักและน้ำหนักเมล็ดเปลี่ยนแปลงได้ตามความมากน้อยและเวลาของการเด็ดใบอ่อน การวิเคราะห์ผล กล่าวได้เป็น 3 กรณี คือ :

1) เมื่อถั่วเหลืองอยู่ในระยะ R_1 (ดู R1-50 และ R1-100 เปรียบเทียบกับ Control) การปิดท่อ T คือการเด็ดใบอ่อนแล้วคาดหวังว่า Assimilates จะไหลไปสู่ภาชนะย่อยที่ 1 และที่ 2 คือ จำนวนดอกและจำนวนฝักของดอกชุดแรกมากขึ้นนั้น กลับพบว่าไม่เพิ่มขึ้นตามที่คาดไว้เลย การปิดท่อ T เพียง 50 เปอร์เซนต์ (R1-50) ไม่ทำให้เกิดแรงดันสูงจนเกิดรอยรั่ว คือไม่มีการสร้างใบอ่อนส่วนเกินเพิ่ม แต่จะเพิ่มการไหลของอาหารไปสู่ภาชนะที่ 3 คือ Early seed weight ส่วนการปิดท่อ T หมด 100 เปอร์เซนต์ (R1-100) จะทำให้เกิดแรงดันในท่อสูงและเกิดรอยรั่ว คือมีการสร้างใบอ่อนเพิ่มขึ้น จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระยะ R_1 อาจกล่าวได้ว่า ปัจจัยที่จำกัดผลผลิต (Yield limitation) อยู่ที่ Sink 2 ลำดับแรกคือ การสร้างดอกและฝักของดอกชุดแรก กล่าวคือ แม้จะได้รับ Source มากขึ้น ในระยะนี้แต่ถั่วเหลืองก็ไม่สามารถเพิ่มจำนวนดอก และฝักได้ หรือกล่าวได้ว่าเป็น Sink limitation ทำให้เห็นได้ว่าสมมุติฐานที่ว่าการติดฝักของถั่วเหลืองถูกควบคุมโดยอาหารหล่อเลี้ยงนั้น ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้ อาจเป็นไปได้ว่าที่ระยะ R_1 นี้ ถั่วเหลืองแต่ละต้นได้กำหนดแล้วว่าจะสร้างดอกและฝักชุดแรกในปริมาณเท่าใด ส่วนการที่ถั่วเหลืองแตกใบใหม่เพิ่ม เมื่อถูกเด็ดใบอ่อนออกหมด อาจจะเป็นเพราะบทบาทของฮอร์โมน ไม่เช่นนั้นถั่วเหลืองน่าจะต้องสร้างดอกและฝักเพิ่มขึ้นตามที่คาดไว้.

2) เมื่อเด็ดใบอ่อนที่ระยะ R_3 การปิดท่อ T ครึ่งหนึ่ง หรือเด็ดใบอ่อน 50 เปอร์เซนต์ ที่ระยะ R_3 (R3-50) ทำให้ปริมาณอาหารไปสู่ภาชนะย่อยชุดหลังเพิ่มขึ้น คือจำนวนดอกทั้งหมดและจำนวนฝักชุดหลังเพิ่มขึ้นอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของ Source ในระยะ R_3 ที่มีบทบาทต่อผลผลิต เพราะการเพิ่ม Assimilates ไปสู่ส่วนเจริญพันธุ์ด้วยการลดการแข่งขันภายในต้นพืชในระยะนี้ เพิ่มจำนวนฝักได้ แต่อย่างไรก็ตาม การปิดท่อ T มากเกินไป (เด็ดใบอ่อน 100 เปอร์เซนต์, R3-100) ทำให้เกิดรอยรั่ว คือถั่วเหลืองใช้ Assimilates ไปสร้างใบอ่อนเพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มการแข่งขันภายในต้นขึ้นไปอีก ปริมาณองค์ประกอบผลผลิตจึงไม่เพิ่มขึ้น.

3) ในระยะ R_5 การที่จำนวนใบที่สังเคราะห์แสงของ Treatment R5-50 และ R5-100 ลดเหลือ 19 และ 16 ตามลำดับจาก Control 22 ใบ ในขณะที่องค์ประกอบของผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับ Control เลยนั้น อธิบายได้ว่า ที่ระยะนี้มีปัจจัยจำกัดที่ระดับ Sink (Sink limitation) เนื่องจากการลดการแข่งขันภายในต้นพืชไม่สามารถเพิ่มองค์ประกอบผลผลิตแต่อย่างใด อาจเป็นไปได้ว่า ที่ระยะ R_5 นี้ เป็นระยะที่สายเกินไปที่จะเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบผลผลิตโดยใบอ่อนนั่นเอง.

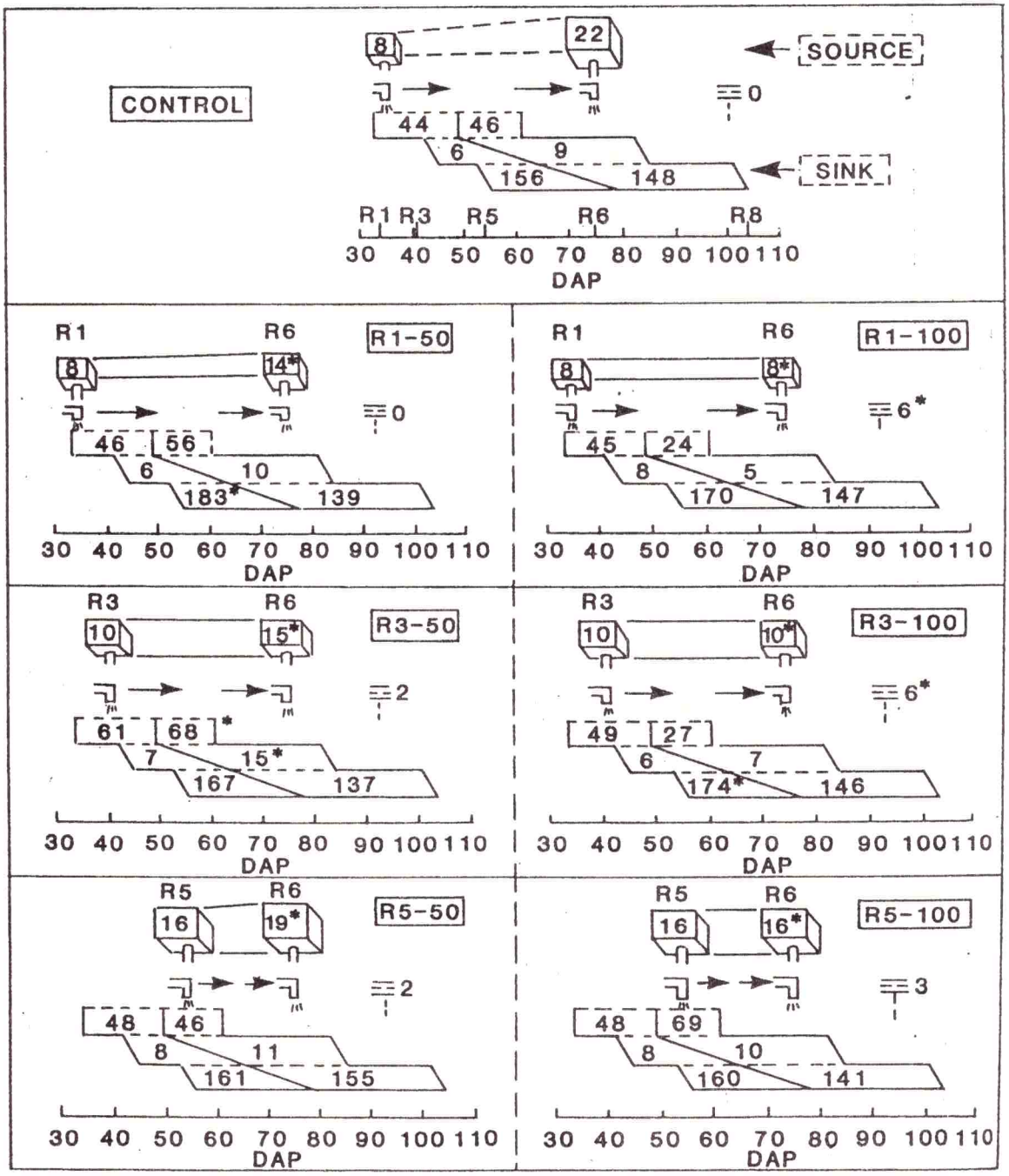


Figure 5. A model of assimilate flow used to summarize the results of Amsoy variety.

จากรายละเอียดของการจำลองแบบที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า แบบจำลองอธิบายสมมุติฐานที่ว่าด้วยอาหารหล่อเลี้ยงได้เป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่ทั้งหมด โดยเฉพาะที่ระยะ R_1 และ R_5 แบบจำลองไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ในแง่ของการไหลของ Assimilates ที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการลดการแข่งขันภายในต้นพืช ด้วยเหตุผลดังกล่าวมานี้ ประกอบกับผลการทดลองที่พบว่าอัตราการหลุดร่วงของดอกและฝักค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามความหนาแน่นพืชและการเด็ดใบอ่อน ชี้ให้เห็นว่าน่าจะมีกลไกอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งกลไกดังกล่าวน่าจะเป็นบทบาทฮอร์โมนพืช.

สรุปและเสนอแนะ

โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า การแข่งขันของพืช (Inter- and intraplant competition) ไม่ได้เป็นเพียงปัจจัยหนึ่งเดียวที่มีผลกับการหลุดร่วงของดอกและฝักถั่วเหลือง เนื่องจากการลดการแข่งขันภายในต้นพืชด้วยการเด็ดใบอ่อนแม้จะหันเหอาหารหล่อเลี้ยง (Photo-assimilates) ไปสู่ดอกและฝักได้ จะสามารถเพิ่มจำนวนดอกและจำนวนฝักต่อต้นได้ถึง 44 เปอร์เซนต์ก็จริง แต่ไม่สามารถลดเปอร์เซนต์การหลุดร่วงได้ และจากการทดสอบสมมุติฐานด้วยแบบจำลอง ก็พบว่าสมมุติฐานเกี่ยวกับการขาดแคลนอาหารเลี้ยงดอกและฝัก (Nutrient deficiency) ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ได้ทั้งหมด จึงเป็นไปได้ว่าบทบาทของฮอร์โมนพืชมีส่วนเกี่ยวข้องในการควบคุมการหลุดร่วงของดอกและฝักถั่วเหลือง.

จากผลการวิจัยดังที่กล่าวมา ชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองโดยการมุ่งพัฒนาองค์-ประกอบของผลผลิตนั้น ควรคำนึงถึงประสิทธิภาพการเจริญพันธุ์ (Reproductive efficiency) เป็นประการแรก ถั่วเหลืองที่มีการแข่งขันภายในต้นพืชต่ำ มีอัตราการหลุดร่วงของดอกและฝักน้อย เป็นลักษณะที่ต้องการ เพราะเท่ากับเป็นการประหยัดปัจจัยการผลิตคือใช้ Input น้อย แต่ให้ผลผลิตในระดับสูงได้ นักปรับปรุงพันธุ์จึงควรพิจารณาลักษณะดังกล่าวนี้.

ในขณะเดียวกัน งานวิจัยอีกแนวหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ Plant growth regulators เพื่อลดการแข่งขันภายในต้นพืชและลดอัตราการหลุดร่วงของดอกและฝัก ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงเนื่องจาก ขบวนการดังกล่าว มีบทบาทของ Endogenous plant hormones เข้ามาเกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก.

เอกสารอ้างอิง

Antos, M. and Wiebold, W.J. (1984). Abscission, total soluble sugars, and starch profiles within a soybean canopy. Agron. J. 76 : 715-719.

Birnberg, P.R. and Brenner, M.L. (1987). Effect of gibberellic acid on pod set in soybean. Plant Growth Regulation 5 : 195-206.

Carlson, D.R., Dyer, D.J., Cotterman, C.D. and Durley, R.C. (1987). The physiological basis for cytokinin induced increases in pod set in IX93-100 soybean. Plant Physiol. 84 : 233-239.

Chanprasert, W. (1988). The Effects of Plant Competition on Vegetative and Reproductive Growth in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] with Particular Reference to Reproductive Abortion. Ph.D. Thesis, Massey University, New Zealand.

Crane, E. and P. Walker. (1984). Pollination Directory for World Crops. International Bee Research Association. London. 170p.

Crosby, K.E., Aung, L.H. and Buss, G.R. (1981). Influence of 6-benzylaminopurine on fruit-set and seed development in two soybean, *Glycine max* (L.) Merr. genotypes. Plant Physiol. 68 : 985-988.

Dominguez, C. and Hume, D.J. (1978). Flowering, abortion, and yield of early-maturing soybeans at three densities. Agron. J. 70 : 801-805.

Dyer, D.J. Carlson, D.R., Cotterman, C.D., Sikorski, J.A. and Ditson, S.L. (1987). Soybean pod set enhancement with synthetic cytokinin analogs. Plant Physiol. 84 : 240-243.

Fehr, W.R. and Caviness, C.E. (1977). Stages of soybean development. Iowa Agriculture Experiment Station Special Report. No. 80.

Gates, P., Smith, M.L., White, G. and Boulter, D. (1983). Reproductive physiology and yield stability in Vicia faba L. In : Temperate Legumes: Physiology, Genetics and Nodulation (eds.) Jones, D.G. and Davies, D.R. Pitman Advanced Publishing, Boston. pp. 43-54.

Herbert, S.J. and Litchfield, G.V. (1982). Partitioning soybean seed yield components. Crop Sci. 22 : 1074-1079.

Huff, A. and Dybing, C.D. (1980). Factors affecting shedding of flowers in soybean [*Glycing max* (L.) Merrill]. J. Exp. Bot. 31 : 751-762.

Johnston, T.J., Pendleton, J.W., Peters, D.B. and Hicks, D.R. (1969). Influence of supplemental light on apparent photosynthesis, yield, and yield components of soybeans (*Glycine max* L.). Crop Sci. 9 : 577-581.

Konno, S. (1977). Growth and ripening of soybeans. ASPAC technical Bulletin No. 32, Food and Fertlizer Technology centre.

McBlain, B.A. and Hume, D.J. (1981). Reproductive abortion, yield components and nitrogen content in three early soybean cultivars. Can. J. Plant Sci. 61 : 499-505.

Morgan, P.W. (1984). Is ethylene the natural regulator of abscission. In : Ethylene : Biochemical, Physiological and Applied Aspects. (eds.) Fuchs, Y. and Chalutz, E. Martinusd Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague, Boston, Lancaster. pp. 231-240.

Nooden, L.D. and Nooden, S.M. (1985). Effects of morphactin and other auxin transport inhibitors on soybean senescense and pod development. Plant Physiol. 78 : 263-266.

Pandey, J.P. and Torrie, J.H. (1973). Path coefficient analysis of seed yield components in soybean. Crop Sci. 13 : 505-507.

Purohit, S.S. (1985). Hormonal Regulation of plant Growth and Development Advances in Agricultural Biotechnology. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk, Publishers, Boston. 412p.

Urwiler, M.J. and Stutte, C.A. (1986). Influence of ethephon on soybean reproductive development. Crop Sci. 26 : 976-979.

Van Schaik, P.H. and Probst, A.H. (1958a). The inheritance of inflorescence type, peduncle length, flowers per node and percent flower shedding in soybeans. Agron. J. 50 : 98-102.

Van Schaik, P.H. and Probst, A.H. (1958b). Effect of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. Agron. J. 50 : 192-197.

Wieblod, W.J., Ashley, D.A., and Boerma, H.R. (1981). Reproductive abscission levels and patterns for eleven determinate soybean cultivars. Agron. J. 73:43-46.

หนังสือที่มีจำหน่าย

ภาควิชาสัตวบาล

การเลี้ยงไก่ในชนบท *สังเวียน โพธิ์ศรี*	25	บาท
การเลี้ยงกระต่าย *สังเวียน โพธิ์ศรี*	25	บาท
โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง *เทอดชัย เวียรศิลป์*	100	บาท
การเลี้ยงโคกระบือ *สังเวียน โพธิ์ศรี*	35	บาท
การเลี้ยงโคทดแทนในกิจการเลี้ยงโคนม *โครงการอาหารสัตว์ไทย-เยอรมัน*	35	บาท
การเลี้ยงสุกร *บุญลือ เผือกผ่อง*	25	บาท
การใช้วัสดุท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์ *เทอดชัย เวียรศิลป์*	200	บาท
สถิติสำหรับการวิจัยเบื้องต้น *สุวัฒน์ รัตนรณชาติ*	80	บาท
หลักการผลิตสัตว์ทั่วไป *ธีระ วิสิทธิ์พานิช*	110	บาท
การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ *ศิริพงษ์ สุคนธสรรพ์*	70	บาท
หลักการอาหารสัตว์ เล่ม 1 : โภชนะ *พันทิพา พงษ์เพียจันทร์*	140	บาท
โรคของสัตว์เลี้ยงในฟาร์ม *สุรลักษณ์ สมุทรประภูติ*	160	บาท
การดูแลสุขภาพแพะ *บุญเสริม ชีวะอิสระกุล*	50	บาท

ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร

การวิเคราะห์การตลาดเกษตร 275 บาท

อารี วิบูลย์พงศ์

เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ 50 บาท

เบญจพรรณ ชินวัตร

ภาควิชาโรคพืช

การวินิจฉัยโรคพืช 120 บาท

ปัจฉิมา สมิตะมาน

โปรโตพลาสต์ : เทคนิคการเลี้ยงและการประยุกต์ใช้ 60 บาท

ประสาทพร สมิตะมาน

สั่งซื้อได้ที่

คุณสากันย์ สุวรรณการ
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
อ.เมือง
จ.เชียงใหม่ 50002

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการเกษตร และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่รับตีพิมพ์

1.1 ผลงานวิจัย

1.2 บทความรีวิวปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

2.1 ต้นฉบับ : ควรส่งต้นฉบับที่เตรียมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในแผ่นบันทึกข้อมูล บรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 65 ตัวอักษร และหน้าละ 32 บรรทัด โดยพิมพ์เว้นบรรทัดห่างและพิมพ์หน้าเดียว พร้อมกับพิมพ์ลงบนกระดาษ A4 อย่างละ 1 ชุด

2.2 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน พิมพ์แยกไว้ต่างหากจากเนื้อเรื่อง แต่ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน

2.3 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน ภาพถ่าย (ขาวดำ) มีขนาด 9.00 x 13.5 ซม. ภาพเขียนใช้หมึกสีดำเขียนบนกระดาษอาร์ตหนา หรือกระดาษเขียนแบบ ส่วนกราฟให้ส่งข้อมูลดิบแนบมาด้วย

2.4 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

2.4.1 ในเนื้อเรื่อง : การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบนามสกุล และปี (พศ.) เช่น สิทธิพรชัย (2526) รายงานว่า .... หรือ ... (สิทธิพรชัย, 2526). ในกรณีที่เป็นภาษาอังกฤษก็เช่นเดียวกัน ใช้นามสกุลและปี (คศ.) เช่น Jone and Smith (1980) ในกรณีที่มีผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้และคณะ หรือ *et al.* ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงใส่ชื่อหมดทุกคน

2.4.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง : ให้เรียงอักษรตามชื่อสกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่

1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้ :-

ผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. แต่ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ ค.ศ.) ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่ : หน้า

ตัวอย่าง : เฮงสวัสดิ์, วิเชียร. (2524). การบริหารศัตรูพืชกับระบบการปลูกพืชหลายชนิด. ว. วิทย. กษ. 14(4) : 193-196.

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้ :-

ชื่อผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. หรือ ค.ศ. สำหรับวารสารภาษาอังกฤษ) ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์.

ตัวอย่าง : แชมเพชร, เฉลิมพล. (2527). หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์. ท่าแพการพิมพ์, เชียงใหม่.

3. การเสนอเรื่อง

เรื่องลงพิมพ์ส่งได้ตลอดเวลา ถึง

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002

JOURNAL OF AGRICULTURE

VOLUME 7 NO. 3 JANUARY-APRIL 1991

Editorial Notes

ECOLOGICAL STUDY ON THE COFFEE STEM BORER *XYLOTRECHUS QUADRIPES* CHEVROLAT (COLEOPTERA : CERAMBYCIDAE) IN NORTHERN THAILAND
I. DESCRIPTION OF STAGE AND BIOLOGY 228
Jariya Visitpanich

WILT DISEASE OF ARABICA COFFEE (*COFFEA ARABICA* LINN.) AND EVALUATION OF FUNGICIDES TO CONTROL THE DISEASE 242
Chatree Sittigul, Vicha Sardsud, Nithi Thaisantad and Patcharapan Choomsri

MINERAL NUTRITION OF RUMINANT IN THAILAND 251
Boonserm Cheva-Isarakul and Kasidit Euchiewchankit

STUDY ON FEEDLOT FEEDING OF WHITE LAMPHUN BULLS WITH 2 LEVELS OF CONCENTRATE 267
Choke Mikled, Nirandorn Potikanon and Thawin Karlpinyo

THE USE OF HIGH LEVELS OF SUNFLOWER SEED IN LAYER DIETS 275
Suchon Tangtaweewipat and Boonlom Cheva-Isarakul

DEVELOPMENT OF FOOD PROTEIN ANALYSIS 289
Pairote Wiriyacharee

SUPPRESSING EFFECT OF METAL IONS ON DECOMPOSITION OF ORGANIC FERTILIZER BY FORMING METAL-ORGANIC COMPLEXES 298
Patcharee Saenjan, Duangsamorn Taja and Hidenori Wada

COMPARISON OF DIFFERENT PROCEDURES FOR THE DETERMINATION OF AMMONIUM IN SOIL EXTRACTS 314
Arawan Shutsrirung

EFFECT OF CHEMICALS ON POSTHARVEST QUALITIES OF CUT ALSTROEMERIA *ALSTROEMERIA HYBRIDA* 323
Danai Boonyakiat and Yongyut Khamsee

REPRODUCTIVE ABORTION AND IMPROVEMENT OF YIELD COMPONENTS IN SOYBEAN 330
Wanchai chanprasert

ISSN 0857-0841