



วารสารเกษตร

ปีที่ 8 เล่มที่ 3 กันยายน-ธันวาคม 2535

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การเลือกดูดซับประจุบวกของดินชุด หางดง	226
สุพจน์ โตตระกูล, ณารัตน์ ฅพสุวรรณ และ กนกพันธ์ พันธุ์สมบัติ	
อิทธิพลของความชื้นและเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟตที่ถูก ตรึงในดินชุดสันทราย	236
สุพจน์ โตตระกูล, ณารัตน์ ฅพสุวรรณ และ กนกพันธ์ พันธุ์สมบัติ	
อิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยเทศบาล และการคลุมเชื้อไรโซเบียมต่อการ เจริญเติบโต และผลผลิตเมล็ดของถั่วเหลือง ปลูกในดินชุดยโสธร อำเภอกิตติภูมิ สุขศรี	243
โรคที่พบในช่วงเก็บรักษาผลลิ้นจี่จากผลที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลา ต่างๆ	252
ชาติรี สิทธิกุล, อรุณรัตน์ สอาดสุด, วิชชา สอาดสุด และธิดา ไชยวงศ์	
การศึกษานิเวศวิทยาของหนอนเจาะต้นกาแฟ <i>XYLOTRECHUS</i> <i>QUADRIPES</i> CHEVROLAT (COLEOPTERA : CERAMBYCIDAE) ในภาคเหนือของประเทศไทย	
III. การสำรวจรอยเจาะออกของตัวเต็มวัย	263
จริยา วิสิทธิ์พานิช, ไสว บุรณพานิชพันธุ์ และ เขียวลักษณ์ สัมฤทธิ์ตานนท์	
การเก็บรักษาด้พละขางพาราในสภาพอุณหภูมิต่ำในหลอดทดลอง อรุณี ม่วงแก้วงาม และ สมปอง เตชะโต	273
การผสมผสานไม้ยืนต้นเพื่อการพัฒนากระบวนการเกษตรที่ยั่งยืน ที่ดอนอาศัยน้ำฝน	
2. การเปรียบเทียบพันธุ์มะม่วงที่มีอายุ 3 ปี	281
ทวีชัย รัตนกุล และ อติสร กระแสชัย	
การใช้กากงาทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์ปีก	
2. ไก่ไข่	295
สุชน ตั้งทวีวัฒน์ และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล	
ข้อสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ซากกับอายุและน้ำหนัก ปลาในโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอน	309
สุวัฒน์ รัตนธนาชาติ	
การย้ายฝากตัวอ่อนแมลงเห็บจืด และอัตราการตั้งท้องในโคนม สัมพันธ์ สิงห์จันทร์, จุริยรัตน์ เขียววิทยาการ และ กัลยา มิตรไพบูลย์	314
ผลของลำดับคลอด ฤดูกาล กระแสความสมบูรณ์ของร่างกาย อุณหภูมิ และความชื้น ของสิ่งแวดล้อม ต่อการทำงานของรังไข่ หลังคลอดของโคขาวลำพูน	321
แพทย์ พงษ์พิชญ์	

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 พงษ์เพียรจันทร์

รองบรรณาธิการ

เทอดชัย เวียร์ศิลป์

กองบรรณาธิการ

เฉลิมพล แคมเพชร, นิรันดร์ โพธิกานนท์, ประสาทพร สมิตะมาน, ดุษฎี ณ ลำปาง, ปรีชาพล สุกุมลนันท์, สุพจน์ โตตะระกุล, ชวชัย ไชยตระกูลทรัพย์, พิชิต ธานี, บุญเสริม ชีวะอิสระกุล, เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม, ปัจฉิมา สมิตะมาน, พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์, อรุณี อภิชาติสว่างกูร, อาวี วิบูลย์พงศ์, นิธิยา รัตนานนท์, ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ, ภามรทิพย์ อักษรทอง, ชุมพร ศิวะศิลป์, จิตติ ปิ่นทอง, นันทิยา วรรณะภุติ, วิโชติ พันธ์ไธ, นิตยา สุวรรณรัตน์, สุวัฒน์ รัตนธนาชาติ, นันทนา สุวรรณธาดา

ที่ปรึกษา

สง่า สรรพศรี, เชื้อ วงศ์สงสาร, ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ, อนันต์ โกเมศ, นคร ณ ลำปาง, ทิม พรรณศิริ, จินดา จันทร์อ่อน, มณี เชื้อวโรจน์

กำหนดออก

เดือนมกราคม พฤษภาคม และกันยายน ปีละ 3 เล่ม

แจ้งรับวารสาร

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ

คุณวิไลพร ธรรมตา

งานบริการงานวิจัยและพัฒนา

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002

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

ใบสมัครเป็นสมาชิการวารสารเกษตร

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

☐ ธนาคาร

☐ เช็คไปรษณีย์

ส่งจ่าย ณ ที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002

ลงชื่อ ผู้สมัคร

(.....)

กรุณา ส่งแบบฟอร์มไปที่

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

หรือ คุณวิไลพร ธรรมดา

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

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การเลือกดูดซับประจุบวก ของดินชุดหางดง

สุพจน์ ไตรระกูล¹ นาวรัตน์ เทพสุวรรณ¹ และ กนกพันธ์ พันธุ์สมบัติ¹

THE COMPARISON OF THE VALUES OF THE SELECTIVITY COEFFICIENT OF HANG DONG SOIL SERIES

Suphot Totrakool¹, Nawarat Thepsuwan¹ and Kanokpan Pansombat¹

ABSTRACT : The selectivity coefficient ($K_{\text{adsorbed/added cation}}$) of Hang Dong soil series was conducted in 2 systems. The first system is the one pair cationic system which the soils were saturated with one type of cation. In the other system which was named the multicationic system, the soils were left naturally. In both system, the cation was added to the soils in different fraction of cation exchange capacity then incubated for one month. The equilibrium solution in soils was determined and calculated for the selectivity coefficient according to 6 equations. These equations are Equilibrium constant, Mass action, Modified Gapon, Langmiur, Vanselow, and Statistical. The results show that the values of selectivity coefficient obtained from the one pair cationic system differ from those obtained from multicationic system. However the values from the latter are less fluctuated and therefore are more reliable. Recommended equations of each cationic pair for practical work are as followed : Vanselow or Statistical equation were appropriate for $K_{\text{Ca/K}}$ and $K_{\text{Mg/K}}$ while the Mass action equation was suitable for $K_{\text{Ca/Na}}$, $K_{\text{Mg/Na}}$, $K_{\text{Na/K}}$ and $K_{\text{Mg/Ca}}$. Finally, the magnitude of replacing power of cation in Hang Dong soil series are $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+$.

บทคัดย่อ : การหาค่าสัมประสิทธิ์การเลือกดูดซับประจุบวก ($K_{\text{adsorbed/added cation}}$) ในดินหางดงกระทำใน 2 ระบบ คือ ระบบประจุบวกหนึ่งคู่ ซึ่งใช้ดินที่ทำให้อิ่มตัวด้วยประจุบวกชนิดหนึ่ง และระบบประจุบวกรวมซึ่งใช้ดินเดิมตามธรรมชาติ ซึ่งมีประจุหลายชนิดอยู่ด้วยกัน ทั้งสองระบบเติมประจุบวกลงไปในดินในปริมาณต่างๆ กัน หลังจากนั้นหนึ่งเดือนคำนวณหา ค่า K โดยใช้สมการ 6 สมการคือ Equilibrium constant, Mass action, Modified Gapon, Langmiur, Vanselow, และ Statistical ผลการทดลองพบว่าค่า K ระหว่างระบบประจุบวกรวมและระบบประจุบวกหนึ่งคู่มีความแตกต่างกัน แต่เนื่องจากค่า K ในระบบประจุบวกรวมมีความแตกต่างกันน้อยกว่าระบบประจุบวกหนึ่งคู่และสภาพของการทดลอง ก็ใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติมากกว่า ดังนั้นค่า K ของสมการต่างๆ ในระบบประจุบวกรวมที่น่าจะนำไปใช้ในทางปฏิบัติใน

¹ ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002.
¹ Department of Soil Science and Conservation, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, Thailand.

ดินทางคงได้ มีดังนี้ $K_{Ca/K}$ และ $K_{Mg/K}$ ใช้สมการ Vanselow หรือ Statistical, ค่า $K_{Ca/Na}$, $K_{Mg/Na}$, $K_{Na/K}$ และ K_{MgCa} ใช้สมการ Mass action สำหรับอำนาจในการแทนที่ของประจุบวกต่างๆ ในดินทางคงเป็นดังนี้ $Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+ > Na^+$.

คำนำ

โดยทั่วไปแล้วอนุภาคดินเหนียวจะมีประจุลบสุทธิเหลืออยู่ในโครงสร้าง ทำให้อนุภาคดินเหนียวเหล่านั้นสามารถดูดซับ และแลกเปลี่ยนประจุบวกที่มีอยู่ในสารละลายดินได้ เนื่องจากการดูดซับและแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินเป็นปฏิกิริยาเคมีชนิดหนึ่ง ดังนั้นจึงสามารถใช้ค่าสมดุลคงที่ (Equilibrium constant, K_e) ของปฏิกิริยาเคมีโดยทั่วไปมาอธิบายปรากฏการณ์หรือคาดคะเนการดูดซับและแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินได้ แต่เนื่องจากระบบของดินเป็นระบบที่ค่อนข้างซับซ้อนทำให้พบว่า บางครั้งการใช้ค่าสมดุลคงที่ของปฏิกิริยาโดยทั่วไปไม่สามารถใช้ได้ ดังนั้นจึงมีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านเสนอสมการของค่าคงที่ขึ้นมาใหม่เพื่อให้ได้ค่าที่ดีขึ้น คงที่ขึ้นและใช้ได้กว้างขวางกว่าเดิม โดยมีชื่อสมการที่รู้จักกันโดยทั่วไปดังนี้ Mass action, Gapon, Langmuir, Vanselow, และ Statistical (Fried and Broeshart, 1967) แต่ก็ไม่มีสมการไหนเลยที่ใช้ได้กับดินทุกชนิดหรือกับประจุทุกชนิดในดินเดียวกัน.

ถ้าให้สมการของการแลกเปลี่ยนประจุแต่ละคู่เป็นดังนี้ :



โดยที่ X เป็นพื้นผิวของอนุภาค
 a^+ เป็นประจุที่ถูกดูดซับอยู่เดิม
 b^+ เป็นประจุที่ใส่ได้
 Ka/b เป็นค่าคงที่สมดุลของสมการ

Bolt (1975) เรียก Ka/b ว่าเป็นค่าสัมประสิทธิ์การเลือก (Selectivity coefficient) ของการแลกเปลี่ยนประจุบวกแต่ละคู่ Wiklander (1964) ได้เสนอแนะว่าค่าคงที่หาได้เหล่านั้น สามารถบอกว่าแร่ดินเหนียวหรือดินที่ใช้ทดสอบชอบดูดซับประจุบวกชนิดไหนมากกว่ากัน ทำให้สามารถจัดลำดับความสามารถในการถูกดูดซับ (Ionic adsorbability) หรืออำนาจในการแทนที่ (Replacing power) ของประจุชนิดต่างๆ ซึ่งในทางเคมีเรียกว่า Lyotropic (Hofmeister) series ได้.

วัตถุประสงค์ของการทดลองคือ การทดสอบว่าค่าสัมประสิทธิ์การเลือกดูดซับประจุบวก 6 สมการ คือ Equilibrium constant, Mass action, Modified Gapon, Langmuir, Vanselow และ Statistical นั้นสมการใดเหมาะที่จะใช้กับประจุบวกคู่ไหน (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} ,

Mg²⁺) ในดินชุดทางดง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดอันดับการดูดซับประจุบวกในดินชุดทางดง ซึ่งจะนำไปสู่การทำนายพฤติกรรมต่างๆ ของประจุบวกเหล่านั้น.

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บดินชุดทางดงทั้งแบบทำลายโครงสร้างและแบบไม่ทำลายโครงสร้าง แล้วทำการวิเคราะห์หาความหนาแน่นทั้งหมดของดิน, ความชื้นของดิน, ความจุสนาม, ความจุของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (CEC), Na, K, Ca, Mg ที่สกัดได้โดย NH₄OAc pH 7 และที่สกัดได้โดยน้ำ.

การทดลองทำ 2 ระบบคือ :

1. ระบบประจุบวกหนึ่งคู่ (One pair cationic system, OPCS)

ก. บรรจุดินที่ถูกทำลายโครงสร้างลงในกระบอกในน้ำหนักที่คำนวณได้ตามความหนาแน่นรวมของดิน หลังจากนั้นก็จะทำให้ดินในกระบอกดังกล่าวอิ่มตัวด้วยเกลือคลอไรด์ของประจุบวก Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ แล้วล้างประจุบวกที่มากเกินไปออก.

ข. ใส่กระบอกดินดังกล่าวในถุงพลาสติก เติมน้ำละลายลงไปปริมาณที่ทำให้ความชื้นของดินเท่ากับ 1/10, 1/5, 1/2, 2/3 และ 4/5 ของความจุของประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน แล้วปิดถุงเพื่อป้องกันการระเหยน้ำ เมื่อครบ 1 เดือน เติมน้ำลงไปปริมาณที่ทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำเพื่อดูดสารละลายออกมา แล้วนำสารละลายไปวิเคราะห์หาปริมาณไอออนที่เติมลงไปเพื่อไล่ว่ามีเหลืออยู่เท่าไร จากนั้นคำนวณข้อมูลโดยอาศัยกฎของการอนุรักษ์มวล.

2. ระบบประจุบวกกรรม (Multicationic system, MCS)

ก. ใช้ดินที่เก็บมาแบบไม่ทำลายโครงสร้างซึ่งมีประจุบวกอยู่ตามธรรมชาติ

ข. ดำเนินการแบบเดียวกับข้อ 1.ข. แต่ในสารละลายที่ดูดออกมาได้หลังจาก 1 เดือน วิเคราะห์หาทั้งปริมาณของประจุบวกชนิดเดียวกับที่ถูกไล่ที่และประจุบวกชนิดเดียวกับที่ใช้ไล่ที่



จากสมการข้างบนคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การเลือกดูดซับ ระหว่างประจุบวกหนึ่งและประจุบวกสอง คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้ :

$$\text{Equilibrium constant (EC)} = \frac{[aX^+]^2[c^{2+}]}{[c^{2+}X][a^+]^2}$$

$$\text{Mass action (MA)} = \frac{[aX^+][c^{2+}]^{1/2}}{[c^{2+}X]^{1/2}[a]}$$

$$\text{Modified Gapon (MG)} = \frac{[aX^+][c^{2+}/2]^{1/2}}{[c^{2+}X][a^+]}$$

$$\text{Langmuir (L)} = \frac{[aX^+]^{1/2}[c^{2+}]^{1/2}}{[2c^{2+}X]^{1/2}[a^+]}$$

$$\text{Vanselow (V)} = \frac{[aX^+][c^{2+}]^{1/2}}{[c^{2+}X(c^{2+}X + a^+X)]^{1/2}[a^+]}$$

$$\text{Statistical (S)} = \frac{[aX^+][c^{2+}]^{1/2}}{[c^{2+}X(3/2c^{2+}X + a^+X)]^{1/2}[a^+]}$$

ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับระหว่างประจุบวกหนึ่งและประจุบวกหนึ่ง เป็นดังนี้ :

$$EC = MA = MG = \frac{[b^+X][a^+]}{[a^+X][b^+]}$$

และค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับระหว่างประจุบวกสองและประจุบวกสองเป็นดังนี้ :

$$EC = \frac{[d^{2+}X][c^{2+}]}{[c^{2+}X][d^{2+}]}$$

$$MA = \frac{[d^{2+}X]^{1/2}[c^{2+}]^{1/2}}{[c^{2+}X]^{1/2}[d^{2+}]^{1/2}}$$

$$MG = \frac{[d^{2+}X][c^{2+}/2]^{1/2}}{[c^{2+}X][d^{2+}/2]^{1/2}}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

I. ระบบประจุบวกหนึ่งคู่

I.1 ค่าสัมประสิทธิ์การเลือกดูดซับระหว่างประจุบวกหนึ่งและประจุบวกสองของสมการต่างๆ แสดงไว้ในรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 4

จากรูปที่ 1 และ รูปที่ 2 จะเห็นว่าสมการ MG, V และ S เหมาะที่จะใช้เป็นค่า $K_{Ca/K}$ และ $K_{Mg/K}$ ของดินชุดทางดง โดยที่สมการ MG เป็นสมการที่ให้ค่า $K_{Ca/K}$ ดีที่สุดคืออยู่ระหว่าง 0.321 - 0.390 และสำหรับค่า $K_{Mg/K}$ นั้นสมการของ S ให้ค่าดีที่สุดซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.561 - 0.648 จากค่า K ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าดินทางดงชอบที่จะดูดซับ Ca^{2+} และ Mg^{2+} มากกว่า K^+ และจากการเปรียบเทียบค่า $K_{Ca/K}$ และ $K_{Mg/K}$ ทำให้คาดการณ์ได้ว่า ดินทางดงชอบที่จะดูดซับ Ca^{2+} มากกว่า Mg^{2+} .

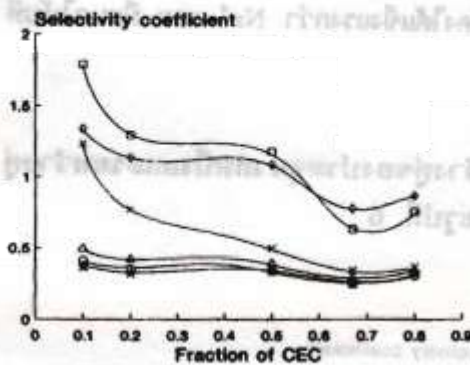


Figure 1. Comparison of $K_{Ca/K}$ values of various equation.

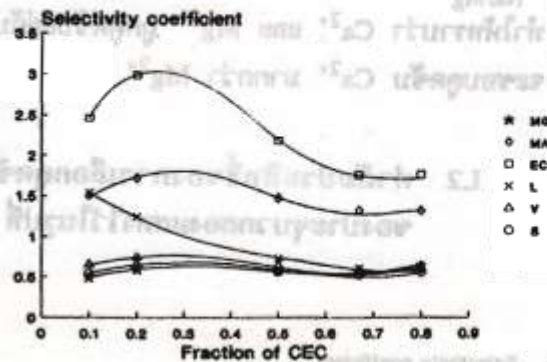


Figure 2. Comparison of $K_{Mg/K}$ values of various equation.

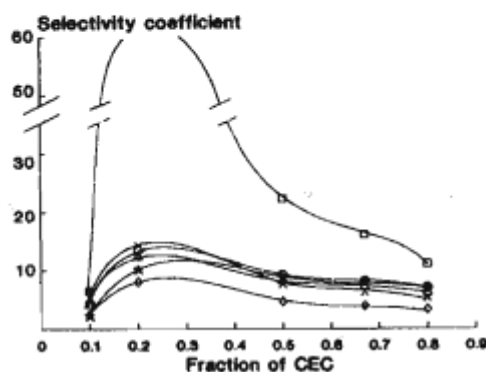


Figure 3. Comparison of $K_{Na/Ca}$ values of various equation.

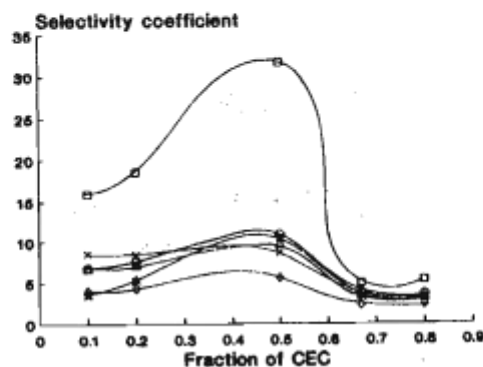


Figure 4. Comparison of $K_{Na/Mg}$ values of various equation.

จากรูปที่ 3 และ รูปที่ 4 สมการ MA เป็นสมการที่ดีที่สุดสำหรับค่า $K_{Na/Ca}$ และ $K_{Na/Mg}$ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 และ 3.65 ตามลำดับ และในทำนองเดียวกัน จากค่าดังกล่าว ทำให้ทราบว่า Ca^{2+} และ Mg^{2+} ถูกดูดซับอยู่กับดินทางคงได้แข็งแรงกว่า Na^+ และ มีแนวโน้มที่จะชอบดูดซับ Ca^{2+} มากกว่า Mg^{2+} .

L2 ค่าสัมประสิทธิ์ของการเลือกดูดซับระหว่างคู่ของประจุบวกหนึ่งและระหว่างคู่ของประจุบวกสองแสดงไว้ในรูปที่ 5 และรูปที่ 6

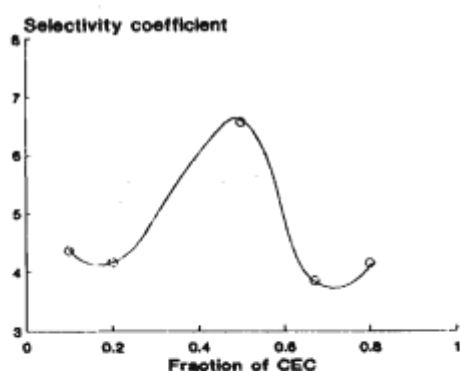


Figure 5. The $K_{Na/K}$ value of EC, MA and MG equations.

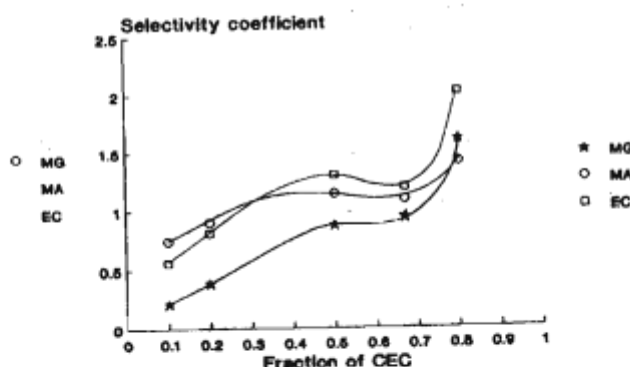


Figure 6. The $K_{Ca/Mg}$ value of EC, MA and MG equations.

ค่า $K_{Na/K}$ จากสมการ EC, MA และ MG มีค่าเท่ากันและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 (รูปที่ 5) ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ Bolt (1975) เคยทำไว้และได้ค่าประมาณ 5 จากค่าดังกล่าวทำให้สามารถจัดอันดับอำนาจในการแทนที่ของ K^+ และ Na^+ ได้คือ $K^+ > Na^+$.

รูปที่ 6 แสดงให้เห็นว่าสมการ MA ให้ค่า $K_{Ca/Mg}$ ที่มีความแตกต่างกันน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเป็นสมการที่ดีที่สุดสำหรับ $K_{Ca/Mg}$ ในดินทางคง เมื่อพิจารณาจากค่า $K_{Ca/Mg}$ ซึ่งมีค่าประมาณ 1.06 จะเห็นว่า Ca^{2+} มีอำนาจในการแทนที่มากกว่าหรือเท่ากับ Mg^{2+} ซึ่งสอดคล้องกับการคาดการณ์จากรูปที่ 1, 2, 3 และ 4.

สรุปสำหรับระบบประจุหนึ่งคู่เราสามารถจัดอันดับของอำนาจการแทนที่ของประจุบวกใน ดินทางคงได้ดังนี้ $Ca^{2+} \geq Mg^{2+} > K^+ > Na^+$.

II. ระบบประจุบวกรวม

II.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของการเลือกดูดซับระหว่างประจุบวกหนึ่งและประจุบวกสองของสมการต่างๆ แสดงไว้ในรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 10.

รูปที่ 7 และรูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่าสมการ V และ S ให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการเลือกดูดซับที่ดีกว่าสมการอื่นๆ เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ $K_{Ca/K}$ และ $K_{Mg/K}$ ของสมการ V ซึ่งเท่ากับ 0.761 และ 0.693 ตามลำดับ, ส่วนสมการ S นั้นจะให้ค่าเท่ากับ 0.838 และ 0.848 ตามลำดับจะเห็นว่าดินทางคงชอบที่จะดูดซับ Ca^{2+} และ Mg^{2+} มากกว่า K^+ และคาดคะเนว่าในระบบประจุรวมความสามารถในการดูดซับ Mg^{2+} ในดินทางคงจะมากกว่า Ca^{2+} .

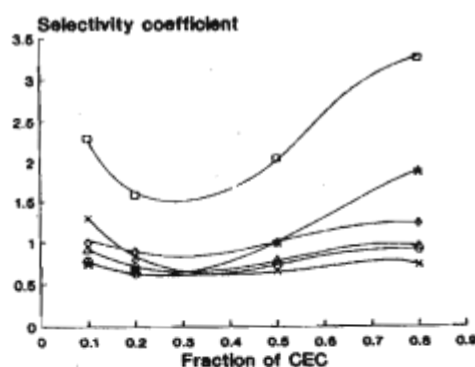


Figure 7. The $K_{Ca/K}$ values of MCS.

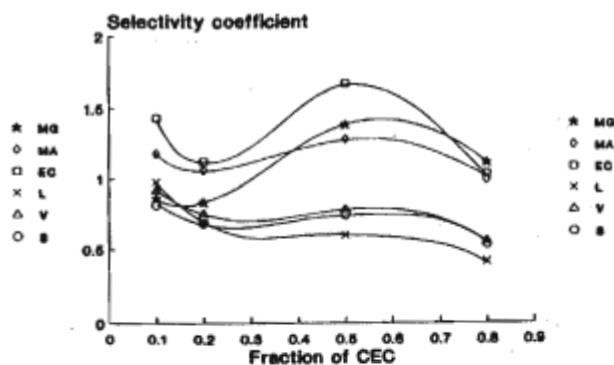


Figure 8. The $K_{Mg/K}$ values of MCS.

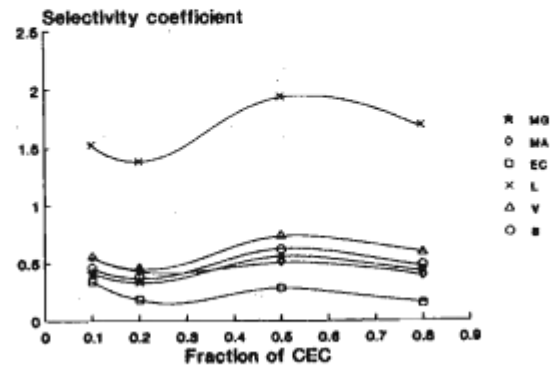
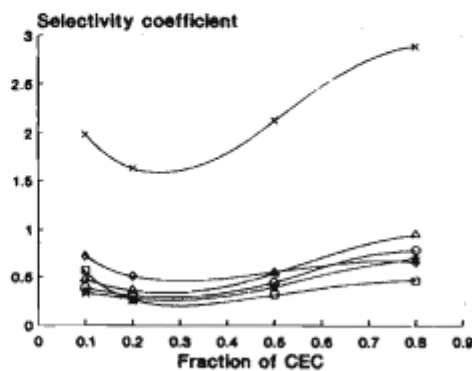


Figure 9. The $K_{Ca/Na}$ values of MCS. Figure 10. The $K_{Mg/Na}$ values of MCS.

ค่า $K_{Ca/Na}$ และ $K_{Mg/Na}$ ของสมการ MA, EC และ MG ในรูปที่ 9 และ 10 เป็นค่าที่เหมาะสมที่จะใช้ที่ดินทางคง และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.40-0.608 และ 0.238-0.477 ตามลำดับ จากค่าดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า Ca^{2+} และ Mg^{2+} สามารถดูดซับอยู่กับดินทางคงได้ดีกว่า Na^{+} เช่นเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบค่าดังกล่าวก็จะคาดการณ์ได้ว่าดินทางคงน่าจะชอบดูดซับ Mg^{2+} มากกว่า Ca^{2+} .

II.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของการเลือกดูดซับระหว่างคู่ของประจุบวกหนึ่งและระหว่างคู่ของประจุบวกสองแสดงไว้ในรูปที่ 11 และรูปที่ 12.

รูปที่ 11 แสดงค่า $K_{Na/K}$ ของสมการ EC, MA และ MG ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2.71 และชี้ให้เห็นว่าอำนาจในการไล่ที่ของ K^{+} ซึ่งมีมากกว่า Na^{+} จากรูปที่ 12 จะเห็นว่าสมการ MA เป็นสมการที่ดีที่สุดสำหรับค่า $K_{Mg/Ca}$ เมื่อพิจารณา $K_{Mg/Ca}$ ซึ่งมีค่าประมาณ 0.778 แล้วจะเห็นว่าการคาดการณ์จากรูปที่ 7, 8, 9 และ 10 ว่า Mg^{2+} มีอำนาจการไล่ที่มากกว่า Ca^{2+} ถูกต้อง และเมื่อพิจารณาจากจากความชันของกราฟซึ่งพล็อตระหว่างประจุบวกที่ถูกดูดซับ (Adsorbed cation, CX) และประจุบวกที่ใส่ (Added cation) ในรูปที่ 13 จะเห็นว่าความชันของเส้น Ca^{2+} มากกว่า Mg^{2+} ซึ่งแสดงว่าเมื่อใส่ K^{+} ลงไปในปริมาณเท่ากันจะสามารถไล่ที่ Ca^{2+} ที่ถูกดูดซับได้มากกว่า Mg^{2+} นอกจากนั้นถ้าต่อเส้นกราฟทั้งสองเส้นออกไปจะเห็นว่า เส้นกราฟของ Ca^{2+} จะตัดแกน X ที่ประมาณ 9 me/100 g ซึ่งเป็นค่า CEC ของดินทางคงที่ทำการศึกษาทดลอง ในขณะที่เส้นกราฟของ Mg^{2+} เมื่อต่อออกไปเกือบจะขนานกับแกน X แสดงว่า ถ้าเติม K^{+} ลงไปเท่ากับ CEC ของดินจะสามารถไล่ที่ Ca^{2+} ที่ถูกดูดซับได้หมด แต่สำหรับกรณีของ Mg^{2+} นั้น ไม่ว่าจะเติม K^{+} ไปมากเท่าใดก็ไม่น่าจะมี Mg^{2+} จำนวนหนึ่งถูกดูดซับที่ผิวดิน ซึ่งก็เป็นเหตุผลสนับสนุนว่า Mg^{2+} สามารถถูกดูดซับโดยดินทางคงได้แข็งแรงกว่า Ca^{2+} .

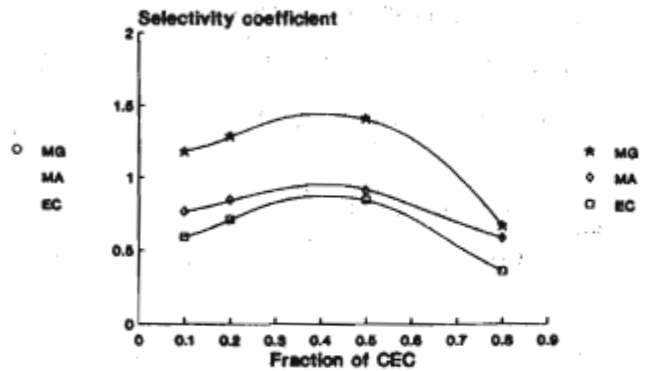
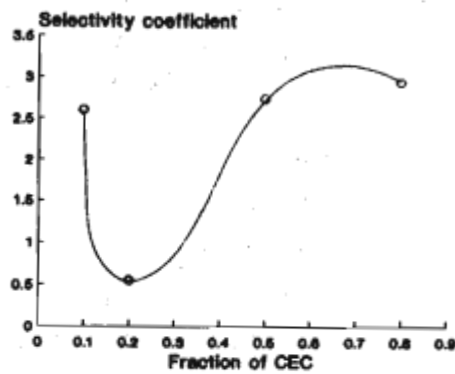


Figure 11. The $K_{Na/K}$ values of MCS. Figure 12. The $K_{Mg/Ca}$ values of MCS.

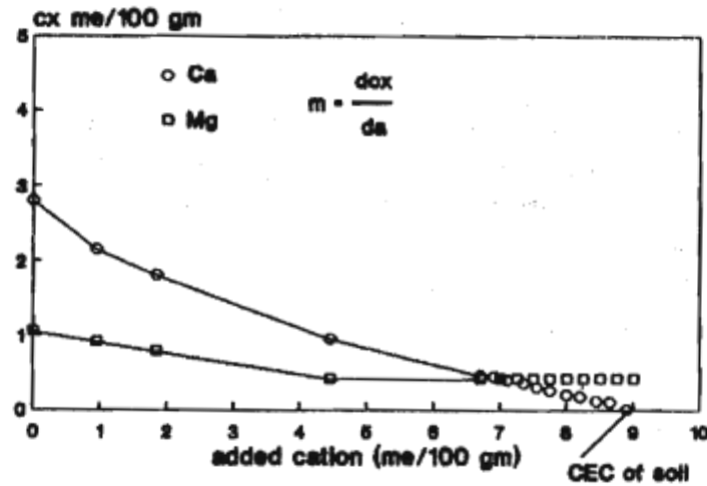
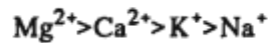


Figure 13. The rate of changes of adsorbed cation to added cation.

สุดท้ายเมื่อนำผลของหัวข้อ II.1 และ II.2 มารวมกัน จะสามารถจัดอันดับอำนาจในการแทนที่ของประจุบวกในดินทางคงในระบบประจรรวมได้ดังนี้.



สรุป

ค่าสัมประสิทธิ์การเลือกดูดซับของระบบประจรรวมหนึ่งคู่ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของระบบประจรรวม จะเห็นว่าโดยส่วนใหญ่ค่าสัมประสิทธิ์การเลือกดูดซับประจุบวกใน ระบบประจรรวม

รวมจะมีความแตกต่างกันน้อยกว่าค่าของระบบประจุบวกหนึ่งคู่ นอกจากนั้นค่าที่ได้จากระบบของประจุบวกรวมยังเป็นค่าของการทดลองที่ใกล้เคียงกับสภาพธรรมชาติมากกว่า ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การเลือกดูดซับประจุบวกในระบบประจุบวกรวมจึงน่าเชื่อถือมากกว่า สำหรับสมการที่เหมาะสมสำหรับที่จะใช้สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ของการเลือกดูดซับประจุบวกในดินหางคอง มีดังต่อไปนี้ $K_{Ca/K}$ (Vanselow) = 0.838, $K_{Mg/K}$ (Statistical) = 0.693, $K_{Ca/Na}$ (Mass action) = 0.608, $K_{Mg/Na}$ (Mass action) = 0.477, $K_{Na/K}$ (Mass action) = 2.706 และ $K_{Mg/Ca}$ (Mass action) = 0.778 จากค่าดังกล่าวสามารถนำไปใช้คำนวณเพื่อประมาณการว่า ถ้าเราใส่ปุ๋ยลงไปปริมาณหนึ่ง จะมีธาตุอาหารอื่นในดินจะถูกไล่ที่ออกมาเท่าใด ซึ่งจะทำให้สามารถจัดการธาตุอาหารในดินให้มีความเป็นประโยชน์มากขึ้นหรือลดความสูญเสียให้น้อยลง ตัวอย่างของการคำนวณแสดงไว้โดย Bolt (1975) และโตตระกุล (2525).

เอกสารอ้างอิง

- โตตระกุล, สุพจน์. (2525). หลักการของปุ๋ยเคมีวิเคราะห์. สำนักพิมพ์โอเคเอ็นเอส. กรุงเทพฯ.
- Bolt, G.H. (1975). Soil Chemistry. A Basic Element. Elsevier publishing Com.
- Fried, M., and Broeshart, H. (1967). The Soil Plant System in relation to Inorganic Nutrition. Academic Press.
- Wiklander, L. (1964). Cation and Anion Exchange Phenomena. In :Chemistry of the Soil. Bear, F.E. (ed.). Van Nostrand Reinhold Com.

วารสารเกษตร 8(3) : 236-242 (2535)

Journal of Agriculture 8(3) : 236-242 (1992)

อิทธิพลของความชื้นและเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟตที่ถูกตรึง ในดินชุดสันทราย

สุพจน์ โตตะกู¹, นาวรัตน์ เทพสุวรรณ¹ และ กนกพันธ์ พันธุสมบัติ¹

THE EFFECTS OF MOISTURE AND TIME UPON THE TRANSFORMATION OF FIXED PHOSPHATES IN SAN SAI SOIL SERIES

Suphot Totrakool¹, Nawarat Thepsuwan¹ and Kanokpan Pansombat¹

ABSTRACT : San sai soil series which textural class ranges from sandy loam to sandy clay loam, was formally both limed and fertilized. Clay phosphates and ferric-aluminium phosphates were proved to be the principal sources of phosphates supplied to plant. Calcium phosphates were not a source of phosphates to plant. The result of this experiment also implied that the formation constant of ferric-aluminium phosphates might be greater than that of clay phosphates. The moisture levels have no significant effect on the transformation among phosphate forms but the time does.

บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้ทำในดินชุดสันทรายซึ่งมีเนื้อดินอยู่ระหว่าง Sandy loam ถึง Sandy clay loam ผลการทดลองยืนยันว่าแหล่งที่เป็นหลักในการให้ฟอสเฟตกับพืชในดินชุดสันทรายมาจากแคลเซียมฟอสเฟตและเหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟต ไม่ใช่มาจากแคลเซียมฟอสเฟต นอกจากนี้ปรากฏการณ์จากการทดลองยังชี้ให้เห็นว่าการรวมกันเกิดเป็นเหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟตค่อนข้างจะมีความแข็งแรงมากกว่าการรวมกันเป็นแคลเซียมฟอสเฟต สำหรับปัจจัยที่ทดสอบพบว่าระดับความชื้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนฟอสเฟตในรูปต่างๆ แต่เวลามีผลทำให้ฟอสเฟตเปลี่ยนรูปไป.

บทนำ

ฟอสฟอรัส เป็นธาตุหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะพืชพวกหัวหรือเมล็ด ดังนั้นจึงมักมีการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสแก่พืชเสมอ แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นที่น่าทราบดี

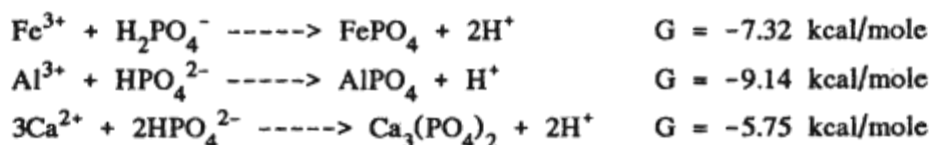
¹ ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษ์ดินศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Soil Science and Conservation, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, Thailand.

ว่าธาตุฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปในดินนั้นจะถูกตรึงโดยขบวนการต่างๆ ในดิน ทำให้คิดว่าธาตุฟอสฟอรัสที่เติมลงไปในดินนั้นจะเป็นประโยชน์แก่พืชได้น้อย จึงได้มีการหาเทคนิคในการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพื่อที่จะให้ฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์แก่พืชมากที่สุด ซึ่งทำให้เราได้ทราบถึงการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในรูปแบบเม็ด พร้อมทั้งการใส่เป็นแถบและการแบ่งใส่หลายๆ ครั้งทั้งนี้ก็ด้วยเหตุผลที่ว่าเพื่อลดการตรึงฟอสฟอรัสของดิน.

การตรึงฟอสฟอรัสในดิน

ฟอสฟอรัสเมื่ออยู่ในสารละลายดินจะอยู่ในรูปอนุมูลฟอสเฟต เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วอนุภาคดินจะมีประจุลบสุทธิ ดังนั้นจึงมีโอกาสน้อยมากที่อนุมูลฟอสเฟตจะถูกอนุภาคดินยึดไว้ในทางตรงกันข้ามอนุมูลฟอสเฟตน่าจะมีโอกาสถูกชะล้างสูญเสียไปจากชั้นดินเช่นเดียวกับอนุมูลคลอไรด์ แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตมีกละลายน้ำได้น้อยดังนั้น อนุมูลฟอสเฟตจึงสามารถเกิดปฏิกิริยากับประจุบวกต่างๆ ในดินเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ (Bolt and Bruggenwert, 1978; Hsu, 1965; Kelly and Midgley, 1943; Kittrick and Jackson, 1955).



สารประกอบเหล็ก-ออลูมิเนียมฟอสเฟตเมื่อมีอายุมากขึ้น และมีสภาพแวดล้อม (ความชื้น) เหมาะสมก็จะเปลี่ยนแปลงเป็นแร่สเตรนจ์ไท์ ($\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) และวารีสไท์ ($\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ซึ่งการละลายน้ำยิ่งลดลง (Kardos, 1964) นั่นก็หมายความว่าอนุมูลฟอสเฟตจะถูกตรึงสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้แล้วอนุมูลฟอสเฟตที่อาจถูกดูดซับโดยประจุไฟฟ้าตรงกันข้ามไว้บนผิวเคลย์ ซึ่งในระยะเวลาอันเข้าก็จะกลายเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของโครงสร้างของเคลย์ โดยการอยู่แทนตำแหน่งกลุ่มไฮดรอกซิลหรือกลุ่มซิลิเกตของโครงสร้างของเคลย์ ผลสุดท้ายอนุมูลฟอสเฟตที่ถูกดูดซับไว้บนผิวเคลย์ก็จะถูกตรึงไว้โดยปริยายนั่นเอง จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเหล่านี้จึงสันนิษฐานว่าอนุมูลฟอสเฟตในดินนั้นถึงจะมีอยู่ ก็ยากต่อการที่พืชจะนำไปใช้ได้ แต่การเปลี่ยนแปลงสมดุลย์ไดนามิกในดินนั้นจะมีผลทำให้อนุมูลฟอสเฟตที่ถูกตรึงไว้นี้ปลดปล่อยฟอสเฟตออกมาให้แก่พืชได้.

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองได้ใช้ดินชุดสันทรายในแปลงทดลองของโครงการศูนย์วิจัยเพิ่มผลผลิตทางเกษตร โดยการทดลองวางแผนแบบ Randomized Complete Block Design กระทำ 3 ซ้ำ

แบ่งการควบคุมระดับความชื้นในแปลงออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับ Field capacity, 80% ของ FC, 60% ของ FC และ 40% ของ FC ปลุกข้าวโพดหวานบนแปลง เก็บตัวอย่างดินและพืช ทุก 30 วัน.

ก่อนเริ่มการทดลองเก็บตัวอย่างดินทำการวิเคราะห์หา พีเอช โดยพีเอชมิเตอร์โดยใช้อัตรา ส่วนของดินต่อน้ำ = 1 : 1, อินทรีย์วัตถุ โดยวิธีของ Walkley-Black, ฟอสฟอรัสโดยวิธีการด ฟอสโฟโมลิบดิกด้วยใช้สารละลาย Bray#2 เป็นสารสกัด, ไปนตสเซียมโดยวิธี Flame Emission Spectrophotometry โดยใช้สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตท 1 นอร์มอลเป็นสารสกัด เนื่องจากดิน มีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในขั้นพอดี กล่าวคือประมาณ 6.5 ดังนั้นจึงมิได้มีการปรับพีเอชของดิน แต่อย่างใด นอกจากนั้นแล้วดินยังมีฟอสฟอรัสและไปนตสเซียมที่สกัดได้โดยเฉลี่ยประมาณ 84 และ 106 ppm. ตามลำดับ ซึ่งถือว่าระดับธาตุอาหารทั้งสองเพียงพอต่อการเติบโตของพืชอยู่แล้วจึง ไม่ต้องเติมปุ๋ยเพื่อให้ธาตุทั้งสองลงไปอีก เพียงแต่ให้ธาตุไนโตรเจนแก่พืชในอัตรา 1.28 กก.ต่อไร่.

ปริมาณของเหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟตหาโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 โมลาร์, แคลเซียมฟอสเฟตหาโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์แคล์ฟอสเฟตหาโดยใช้ ผลต่างของการสกัดระหว่างสารละลายกรดซัลฟูริก 0.1 โมลาร์ กับกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ สำหรับโมโนแคลเซียมฟอสเฟตโดยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 0.1 โมลาร์ (โคตระกุล, 2526).

ผลการทดลองและวิจารณ์

เหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟต : การควบคุมระดับความชื้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง รูปของเหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟตแต่อย่างใด แต่เวลานั้นจะมีผลอย่างชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงของ ฟอสเฟตรูปนี้ โดยที่ปริมาณของฟอสเฟตชนิดนี้จะเพิ่มขึ้นในระยะ 30 วันแรก และหลังจากนั้นก็ จะลดลงเรื่อยๆ จนเมื่อระยะเก็บเกี่ยวข้าวโพด (90 วันหลังจากปลูก) ปริมาณฟอสเฟตชนิดนี้จะ ลดลงต่ำกว่าระดับแรกเริ่ม ซึ่งปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเช่นเดียวกันทุกระดับความชื้น ไม่ปรากฏ ว่ามีผลตอบสนองร่วมที่เด่นชัดระหว่างระดับความชื้นกับเวลาแต่อย่างใด ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.

แคลเซียมฟอสเฟต : ระดับความชื้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟตนี้อย่าง มีนัยสำคัญแต่อย่างใด สำหรับเวลานั้นมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อเฉพาะโมโนแคลเซียมฟอสเฟตแต่กลับ ปรากฏว่าไม่มีผลอย่างใดต่อรูปรวมของแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งน่าจะเป็นไปได้ว่าเป็นเพียงการเปลี่ยน แปลงไปมาระหว่างรูปของแคลเซียมฟอสเฟตทั้งสามรูปเท่านั้น ดังนั้นถึงแม้ว่าโมโนแคลเซียม ฟอสเฟตจะเป็นรูปที่ละลายน้ำได้ค่อนข้างดีก็ตาม แต่เมื่อปริมาณรวมของแคลเซียมฟอสเฟตไม่ได้ลด ลงแล้ว การเปลี่ยนแปลงปริมาณโมโนแคลเซียมฟอสเฟตนั้นจึงไม่อาจใช้เป็นดัชนีแสดงถึงปริมาณ ศักยภาพสำรองฟอสเฟตของดินแก่พืชได้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ.

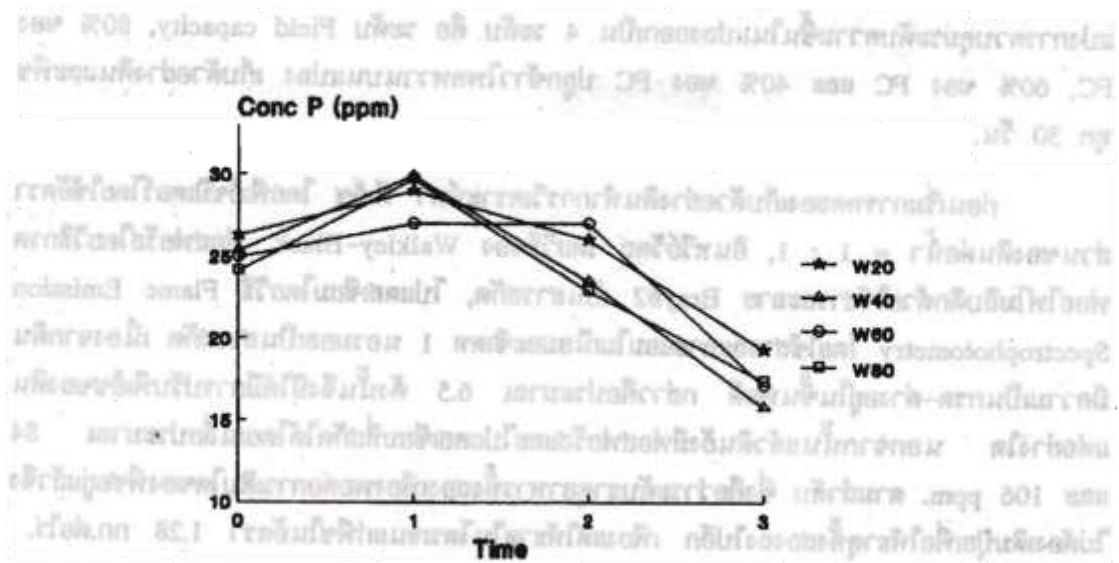


Figure 1. The relationship between ferrie-alminium phosphates and time.

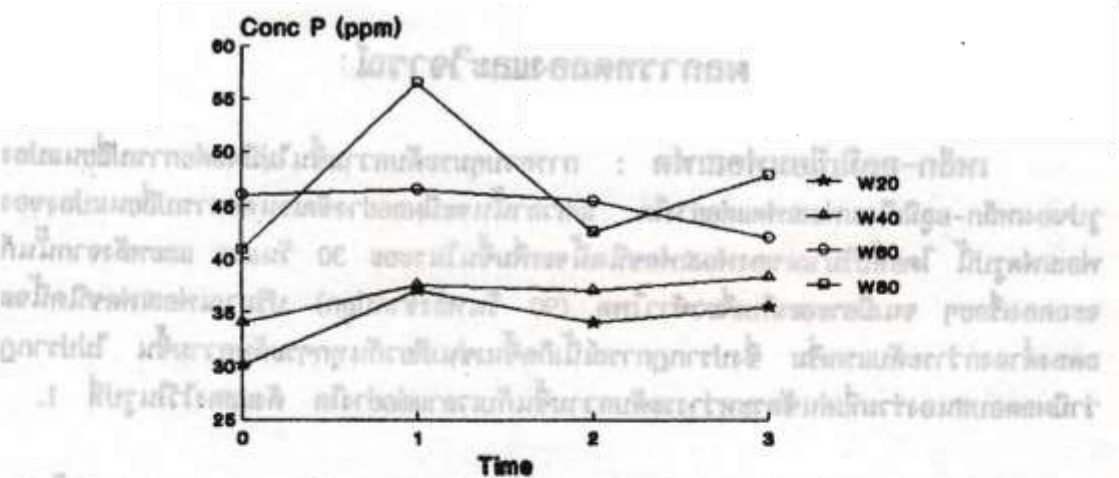


Figure 2. The relationship between calcium phosphates and time.

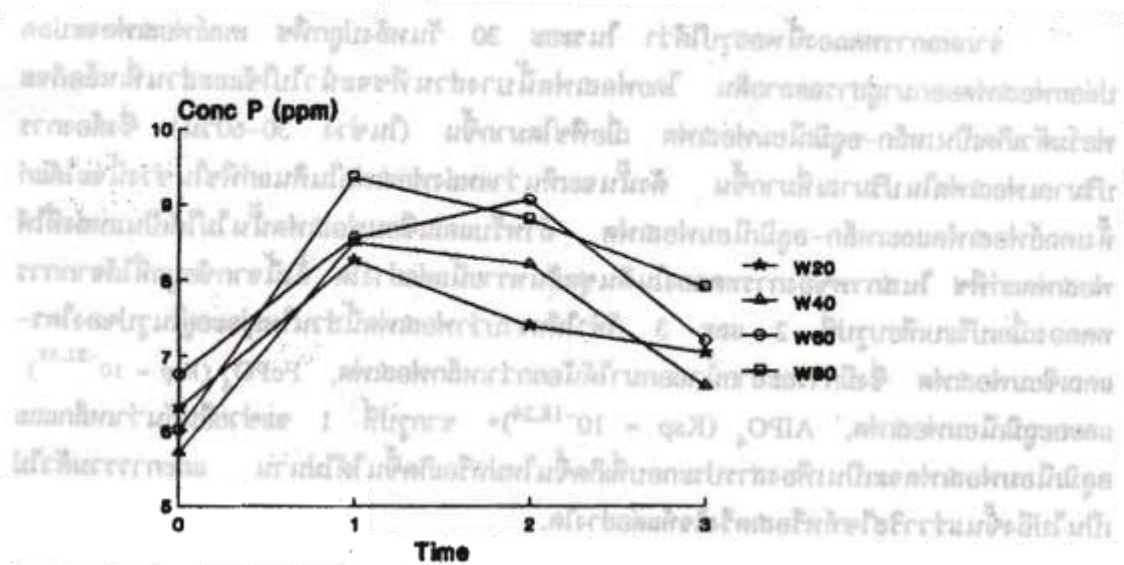


Figure 3. The relationship between monocalcium phosphates and time.

เกลือฟอสเฟต : ระดับความชื้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปของฟอสเฟตนี้ แต่เวลา มีผลอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงรูปของฟอสเฟตนี้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.

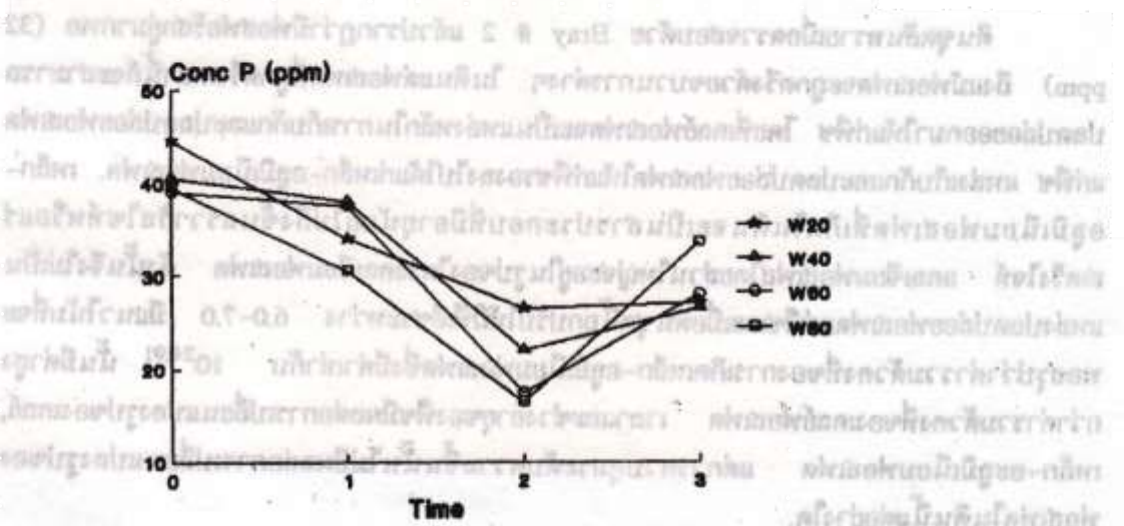


Figure 4. The relationship between clay phosphates and time.

จะเห็นว่าปริมาณเคย์ฟอสเฟตจะเริ่มลดลงเรื่อยๆ และลดลงจนถึงจุดต่ำสุดที่ 60 วันหลังปลูก หลังจากนั้นปริมาณจึงเพิ่มสูงขึ้น.

จากผลการทดลองนี้พอสรุปได้ว่า ในระยะ 30 วันหลังปลูกพืช เคลย์ฟอสเฟตจะปลดปล่อยฟอสเฟตออกมาสู่สารละลายดิน โดยฟอสเฟตนี้บางส่วนพืชจะนำไปใช้และส่วนที่เหลือก็จะพอร์มตัวเกิดเป็นเหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟต เมื่อพืชโตมากขึ้น (ในช่วง 30-60 วัน) ซึ่งต้องการปริมาณฟอสเฟตในปริมาณที่มากขึ้น ดังนั้นจะเห็นว่าแหล่งฟอสเฟตในดินแก่พืชในช่วงนี้จะได้แก่ทั้งเคลย์ฟอสเฟตและเหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟต สำหรับแคลเซียมฟอสเฟตนั้นไม่ได้เป็นแหล่งที่ให้ฟอสเฟตแก่พืช ในสภาพของการทดลองในดินชุดสันทรายนี้แต่อย่างใด ทั้งนี้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับรูปที่ 2 และ 3 ก็ทำให้ทราบว่าฟอสเฟตนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไตรแคลเซียมฟอสเฟต ซึ่งมีการละลายน้ำออกมาได้น้อยกว่าเหล็กฟอสเฟต, FePO_4 ($K_{sp} = 10^{-21.89}$) และอะลูมิเนียมฟอสเฟต, AlPO_4 ($K_{sp} = 10^{-18.24}$)* จากรูปที่ 1 จะช่วยยืนยันว่าเหล็กและอลูมิเนียมฟอสเฟตจะเป็นเพียงสารประกอบที่เกิดขึ้นใหม่หรือเกิดขึ้นได้ไม่นาน และการรวมตัวไม่เป็นไปถึงขั้นแร่วาริไซต์หรือสเตร็งไจท์แต่อย่างใด.

แหล่งปลดปล่อยฟอสเฟตหลักของดินชุดสันทรายซึ่งมีเนื้อ Sandy loam-Sandy clay loam นี้ น่าจะมาจากฟอสเฟตที่แทนที่กลุ่มไฮดรอกซิลมากกว่ากลุ่มซิลิเกตบนผิวเคลย์ทั้งนี้เนื่องจากง่ายต่อการปลดปล่อยได้มากกว่า.

สรุป

ดินชุดสันทรายเมื่อตรวจสอบด้วย Bray # 2 แล้วปรากฏว่ามีฟอสฟอรัสอยู่มากพอ (32 ppm) ถึงแม้ฟอสเฟตจะถูกตรึงด้วยขบวนการต่างๆ ในดินแต่ฟอสเฟตที่ถูกตรึงเหล่านี้ก็จะสามารถปลดปล่อยออกมาให้แก่พืช โดยที่เคลย์ฟอสเฟตจะเป็นแหล่งหลักในการเก็บกักและปลดปล่อยฟอสเฟตแก่พืช แหล่งเก็บกักและปลดปล่อยฟอสเฟตให้แก่พืชรองลงไปได้แก่เหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟต. เหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟตที่เกิดขึ้นในดิน จะเป็นสารประกอบที่มีอายุน้อยไม่ถึงขั้นแร่วาริไซต์หรือแร่สเตร็งไจท์ แคลเซียมฟอสเฟตโดยส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของไตรแคลเซียมฟอสเฟต ดังนั้นจึงไม่เป็นแหล่งปลดปล่อยฟอสเฟตแก่พืชเลยเมื่อดินชุดนี้ถูกปรับให้มีพีเอชระหว่าง 6.0-7.0 มีแนวโน้มที่จะพอสรุปว่าค่ารวมตัวคงที่ของการเกิดเหล็ก-อลูมิเนียมฟอสเฟตซึ่งมีค่าเท่ากับ $10^{24.91}$ นั้นมีค่าสูงกว่าค่ารวมตัวคงที่ของเคลย์ฟอสเฟต เวลาและช่วงอายุของพืชมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปของเคลย์, เหล็ก-อะลูมิเนียมฟอสเฟต แต่การควบคุมระดับความชื้นนั้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปของฟอสเฟตในดินนี้แต่อย่างใด.

* ไตรแคลเซียมฟอสเฟตมีค่า $K_{sp} = 10^{-28.7}$ วาริไซต์ $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ มีค่า $K_{sp} = 10^{-30.5}$ และสเตร็งไจท์ $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ มีค่า $K_{sp} = 10^{-34.9}$ (Bolt and Bruggenwert, 1978).

Bolt, G.H. and Bruggenwert, M.G.M. (1978). Soil Chemistry. A Basic Elements. 2nd Ed. Elsevier Scientific Publishing Com. Amsterdam.

Ghani, M.O. and Islam, M.A. (1946). Phosphate Fixation in Acid Soils and Its Mechanism. Soil Science. 62:293-306.

Hsu, P.H. (1965). Fixation of Phosphate by Aluminium and Iron in Acidic Soils. Soil Science, 99:398-402.

Kardos, L.T. (1964). Soil Fixation of Plant Nutrients. Chapter 9 in Chemistry of the Soil. Edited by F.E. Bear. Van Nostrand Reinhold Com. New York.

Kelly, J.B. and Midgley, A.R. (1943). Phosphate Fixation : An Exchange of Phosphate and Hydroxyl Ions. Soil Science 55:167-176.

Kittrick, J.A. and Jackson, M.L. (1955). Rate of Phosphate Reaction with Soil Minerals and Electron Microscope Observations on the Reaction Mechanism. SSSAP. 19, 292-295.

Lindsay, W.L. (1979). Chemical Equilibrium in Soils. A Wiley-Inter science Publication.

Swenson, R.M., Cole, C.V. and Sieling, D.H. (1949). Fixation of Phosphate by Iron and Aluminum and Replacement by Organic and Inorganic Ions, *Soil Science* 67:3-22.

EFFECTS OF CATTLE MANURE, CITY GARBAGE COMPOST
AND INOCULATION UPON GROWTH AND SEED YIELD OF
SOYBEAN CULTIVARS GROWN ON YASOTHON SOIL SERIES

*Amnuaysilpa Saksri*¹

อิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยเทศบาล และการคลุกเชื้อไรโซเบียมต่อการ
เจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ดของถั่วเหลือง ปลูกในดินชุดยโสธร

*อัมมวณิชฎี สุขศรี*¹

บทคัดย่อ : การทดลองนี้ทำการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม 2532 โดยปลูกพืชในดินชุดยโสธรที่แปลงทดลอง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยอินทรีย์เทศบาล และการคลุกเชื้อไรโซเบียมต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วเหลือง โดยวางแผนการทดลองเป็น RCBD มี 4 ซ้ำ ถั่วเหลืองที่ใช้ 4 สายพันธุ์ คือ สจ.4, สจ.5, KKS 19-0-1, TGX 536-02D โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์เทศบาลเลขที่ 2 และปุ๋ยคอก ในอัตรา 0 และ 3,750 กก./เฮกตาร์ เมล็ดถั่วเหลืองคลุกเชื้อ *Rhizobium japonicum* ก่อนปลูก.

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งของลำต้นและใบ และพื้นที่ใบของถั่วเหลือง 4 พันธุ์ ได้รับอิทธิพลของการคลุกเชื้อมากที่สุด และตามด้วยอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองชนิด ถั่วเหลืองที่ได้รับการคลุกเชื้อและปุ๋ยอินทรีย์มีการเจริญเติบโตของลำต้น, ใบ และพื้นที่ใบ สูงกว่าสำหรับที่ไม่ได้รับการคลุกเชื้อและไม่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การเจริญเติบโตของลำต้นของถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยอินทรีย์เทศบาลดีกว่าปุ๋ยคอก แต่การเจริญเติบโตของใบถั่วเหลืองที่ได้รับปุ๋ยคอกดีกว่าปุ๋ยอินทรีย์เทศบาล ดังนั้นพื้นที่ใบ (LAI) ของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 สูงกว่า ตามด้วย สจ.4 และ KKS 19-0-1 และต่ำสุดในพันธุ์ TGX 536-02D ดังนั้นพื้นที่ใบของทุกพันธุ์มีค่าต่ำกว่า 5 ผลผลิตเมล็ดของ สจ.5 สูงที่สุด ตามด้วย KKS 19-0-1 และ สจ.4 ผลผลิตเมล็ดต่ำสุดในพันธุ์ TGX 536-02D โดยแยกเป็น 2,631, 2,497, 2,212 และ 1,908 กก./เฮกตาร์ ตามลำดับ.

ABSTRACT : This experiment was carried out during October-December 1990 on Yasothon soil, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand to investigate the effect of cattle manure, city garbage compost and inoculation upon growth and seed yield of four soybean cultivars. The experiment was laid out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications. Soybean cultivars used were: SJ 4, SJ 5, KKS 19-0-1, and TGX 536-02D. The organic manures used were: city garbage compost number 2 and cattle manure. Each of these organic

¹ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

¹ ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น 40002.

manures was applied at the rate of 0 and 3,750 kg/ha. Inoculation was carried out with the use of *Rhizobium japonicum*. The plants were grown on a slightly acid Yasothon soil (Oxic Paleustult).

The results showed that stem, leaf dry weights, leaf areas per plant of the four soybean cultivars were affected most by rhizobium inoculation and organic manures added to the soil. The plants received rhizobium inoculation and organic manures gave significantly greater stem, leaf dry weights, leaf areas than those without. Stem growth was promoted most by city garbage compost whilst leaf growth was promoted most by cattle manure. Leaf area indices (LAI) were highest with the SJ5 followed by the SJ4, KKS 19-0-1 and the lowest was with the TGX 536-O2D. LAI values were not exceeded 5. The maximum value of LAI for high seed yields was discussed. Seed yields were highest with the SJ5 cultivar followed by KKS 19-0-01, SJ4 and the lowest was with the TGX 536-O2D, 2,631, 2,497, 2,212, and 1,908 kg/ha., respectively.

INTRODUCTION

Soybean (*Glycine max* L.) is one of the most important cash crops for the Thai economy. Generally, the cultivation of this crop is most popular in northern region and the Central Plain areas. A number of growers found this cash crop more reliable than some other cash crops due to its attractive prices in the market. Nevertheless, the amount of seed yields obtained in each year seems more or less inadequate supply. Although a number of reliable cultivars are available in the country e.g. SJ4, SJ5 and etc. This could possibly be due to the lack of wide-spreading technologies transferred to growers and perhaps to the less amount of published data available. Only just this decade that growers of soybean in Northeast Thailand have come across with this cash crop due to the high demand of seeds in the market. However, the cultivation of the crop on Northeast soils is not relatively simple due to the poor soil physico-chemical properties as a result of poor soil management during the past few decades. Therefore, it would be of imperative significance to carry out some experiments on this particular cash crop concerning growth and seed yield with respect to some soil amendment materials and also the manageable rhizobium inoculation. A number of published works has been advocated e.g. Vangnai and Niamsrichand (1979), Vangnai (1980), Henzell (1988), and Suksri *et al.* (1990).

MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out by means of sprinkler irrigation at the Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand during October, 1990-February, 1991. The experiment was laid in a 5 x 4 factorial arranged in a randomized complete block with four replications. The organic materials used were cattle manure and city garbage compost number 2. Each of these materials was used at the rates of 0 and 3,750 kg/ha. with and without inoculation (*Rhizobium japonicum*) for both organic materials (cf. Dept. of Agriculture). The soybean cultivars used were : SJ4, SJ5, KKS 19-0-1 and TGX 536-02D. The plants were grown on an acid Yasothon soil (Oxic Paleustult). The initial soil property values for pH, organic matter, total N, available P, exchangeable K were : 5.8%, 0.8%, 0.04%, 15 ppm, 28 ppm, respectively (Jackson, 1973). The soil used was ploughed twice followed by harrowing once. The plot size used was a 3 x 5 m. and the distances used were: 30 x 10 cm. between rows and within the row, respectively. Soybean seeds of the four cultivars were sown directly into the soil with and without inoculation where appropriate at the rate of 3-4 seeds per hill followed by the application of chemical fertilizer 12-24-12 (NPK) at the rate of 94 kg/ha. as basal dressing. The application of a herbicide (Lasso) was carried out after sowing of seeds. One week after emergence, seedlings were removed leaving only seedling per hill and organic manures were also applied to the plants. Irrigation water was given twice a week at the rate of approximately 56.25 m³/hour (2-hour/week). Weeding was carried out twice by hand and the application of insecticide (Azodrin) was done three times throughout the experimental period. The technique of growth analysis (Sestak *et al.* 1971) was used to measure the changes in growth of the aerial plant parts. The plant samples were taken at days 63 and 77 after emergence. At each harvest, 9 plant samples were taken from each replication and 100 plants for the final seed yield. Leaf areas were measured by Leaf Area Meter (Model no.AAC-400, Hayashi Denko Co., Ltd., Japan). The plant materials were dried in an oven at 80 °C for four days and then weighed out for dry weights. The data obtained were statistically analyzed.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of stem dry weights at day 63 after emergence showed that stem dry weights were significantly highest with the SJ5 variety followed by SJ4, KKS 19-0-1 and the lowest was with the TGX 536-O2D (Table 1). The results suggested that SJ5 has its imperative potential for growth in this slightly acid soil type. The effect due to variety x manure was less. The results did not totally agree with the work of Suksri *et al.* (1990) which they suggested the effect of photoperiod was more pronounced and reduced sizes of the plants at this season particularly vegetative growth. Therefore, it is relatively possible to grow soybean crops during the cold or dry seasons of the year provided that nutrients and water are adequately available for the crop plants. The initial values of soil physico-chemical properties were relatively higher than their soil (Suksri *et al.*, 1990) although the soil used belongs to the same series but different location. Rhizobium inoculation also has a large effect on stem growth. The plants received inoculation, in all cases, possessing greater stem dry weights than those without.

Table 1. Stem dry weights per plant (gm) of soybean cultivars as influenced by organic manures and inoculation at days 63 and 77 after emergence.

Varieties	Treatments					
	City garbage compost			Cattle manure		
	0	Uninoc.	Inoc.	Uninoc.	Inoc.	Mean
SJ4	7.43	11.02	10.61	9.47	12.29	10.16
SJ5	9.98	9.05	12.74	11.99	12.42	11.24
KKS 19-0-1	9.16	10.31	9.76	9.39	11.66	10.06
TGX 536-O2D	7.99	7.54	6.57	6.57	7.96	7.73
Mean	8.64	9.48	10.42	9.36	11.08	
LSD(0.05)	Variety = 1.45		Manure = ns		Variety x Manure = ns	
At day 77 after emergence						
SJ4	4.17	6.37	6.01	7.33	7.27	6.23
SJ5	5.74	5.70	6.71	6.17	8.28	6.52
TGX 536-O2D	3.56	5.26	4.63	4.62	5.07	4.62
Mean	4.72	5.64	6.24	6.06	6.87	
LSD(0.05)	Variety = 0.95		Manure = 1.00		Variety x Manure = ns	

At day 77, the results showed that application of manures has their significant effect on stem growth of soybean cultivars apart from inoculation and varieties used. Therefore, growing soybean crops, manures and inoculation are always required for this soil type. The results also showed that TGX 536-O2D gave less amount of stem growth. This perform better at high degree of soil acidity (pH 4.5-5.5).

For leaf dry weights at day 63, the results showed that leaf dry weights were highest with the SJ5 followed by KKS 19-0-1, SJ4 and the lowest was with the TGX 536-O2D. City garbage manure treated plants gave higher leaf dry weights than those treated with cattle manure (Table 2). This can be attributed to the higher amount of Ca of city garbage compost than that of the cattle manure, which were 15.46% and 1.84%, respectively. High amount of Ca obviously assists better growth of nodulation. Nevertheless, all plants treated with manures gave significantly greater leaf dry weights than those without. The results agree with the work reported by Lowther and Loneragan (1968) and Suksri (1990). However, with the results at day 77, the same pattern was not found. This can be attributed to the falling off of leaves due to leaf senescence which was more rapid with those treated with city garbage compost than cattle manure. The results suggested that cattle manure contained greater amount of N than that of the city garbage compost hence prolonged life of leaves of those treated with cattle manure.

With leaf areas at day 63, the results indicated that leaf areas were highest with the SJ5 followed by SJ4, KKS 19-0-1 and the lowest was with the TGX 536-O2D (Table 3). The effect due to inoculation was somewhat inconsistently shown. This can be attributed to the differences in the amount of Ca of the manures discussed earlier. On the contrary, the results of day 77 revealed that leaf areas were greater for those treated with cattle manure than that of the city garbage compost. The reason for this could possibly be due to the differences of N as discussed previously.

Table 2. Leaf dry weights per plant (gm) of soybean cultivars as influenced by organic manures and inoculation at days 63 and 77 after emergence.

Varieties	Treatments					
	City garbage compost			Cattle manure		
	0	Uninoc.	Inoc.	Uninoc.	Inoc.	Mean
SJ4	3.57	4.74	3.80	4.28	5.50	4.38
SJ5	4.46	4.16	5.93	5.35	5.56	5.09
KKS 19-0-1	4.39	4.91	4.58	4.38	5.37	4.73
TGX 536-O2D	3.72	3.58	4.05	3.18	3.91	3.69
Mean	4.04	4.34	4.59	4.30	5.09	
LSD (0.05)	Variety = 0.62		Manure = 0.69		Variety x Manure = ns	
At day 77 after emergence						
SJ4	1.74	1.75	2.27	2.67	2.32	2.15
SJ5	1.85	1.84	2.64	1.83	2.89	2.21
KKS 19-0-1	2.18	1.96	3.14	5.66	2.69	3.13
TGX 536-O2D	1.10	1.77	1.89	1.55	1.76	1.61
Mean	1.72	1.83	2.49	2.93	2.42	
LSD (0.05)	Variety = 1.00		Manure = ns		Variety x Manure = ns	

Table 3. Leaf areas per plant (cm²) of soybean cultivated as influenced by organic manure and inoculation at days 63 and 77 after emergence.

Varieties	Treatments					
	City garbage compost			Cattle manure		
	0	Uninoc.	Inoc.	Uninoc.	Inoc.	Mean
SJ4	9,062	12,139	13,139	11,523	14,814	12,232
SJ5	11,537	10,674	15,505	14,291	13,335	13,032
KKS 19-0-1	9,535	11,464	11,849	11,025	12,129	11,200
TGX 536-O2D	9,584	10,079	11,210	8,816	2,367	8,411
Mean	9,884	11,210	12,925	11,413	10,661	
LSD (0.05)	Variety = 1718		Manure = 192		Variety x Manure = 3842	
At day 77 after emergence						
SJ4	5,058	5,374	5,829	7,341	7,785	6,277
SJ5	4,527	4,964	9,018	5,366	9,417	6,658
KKS 19-0-1	4,839	7,653	10,272	8,470	8,624	7,971
TGX 536-O2D	4,073	5,381	5,679	5,106	6,061	5,260
Mean	4,624	5,843	7,699	6,570	7,971	
LSD (0.05)	Variety = 1,227		Manure = 1,372		Variety x Manure = ns	

For leaf area indices (LAI) at day 63, the results showed that the values of LAI were affected most by variety i.e. the SJ5 gave the highest LAI values followed by SJ4, KKS 19-0-1 and the lowest was with the TGX 536-O2D (Table 4). However, the values of LAI did not exceed 5, therefore, LAI values were not up to maximum for growth and light interception which should be at the level of 6. The results indicated that there were no shaded leaves among the canopies. The results also indicated that leaf growth was maximum only up to day 63 after emergence and later declined with time to seed maturity. If LAI value reaching the value of 6 by adjusting distances used between rows and within the row, for this experiment, the distances used should be 20 x 8 cm. between rows and within the row, respectively and the seed yield should reach the value of 3,553 kg/ha. This LAI value should provide 90-95% light interception among the canopies. However, if the growth is to be carried out in rainy season with cloudy sky most of the time, the distances used should be widen again since less total energy in rainy season is inadequately provided. The suitable value of LAI could obviously provide the tendency to increase the plant population per unit area of land hence increases seed yields of the crop plants (Safo-Kantanka and Lawson, 1980, and Siriprasert, 1981).

Table 4. Leaf area indices (LAI) of soybean cultivars as influenced by organic manure and inoculation at days 63 and 77 after emergence.

Varieties	Treatments					
	City garbage compost			Cattle manure		Mean
	0	Uninoc.	Inoc.	Uninoc.	Inoc.	
SJ4	3.36	4.68	4.87	4.27	5.49	4.53
SJ5	4.21	3.95	5.74	5.29	4.94	4.83
KKS 19-0-1	3.53	4.25	4.39	4.08	4.49	4.15
TGX 536-O2D	3.55	3.73	4.15	3.27	0.88	3.12
Mean	3.66	4.15	4.79	4.23	3.95	
At day 77 after emergence						
SJ4	1.87	1.99	2.16	2.72	2.88	2.32
SJ5	1.68	1.84	3.34	1.99	3.49	2.47
KKS 19-0-1	1.79	2.83	3.80	3.14	3.19	2.95
TGX 536-O2D	1.51	1.99	2.10	1.89	2.24	1.95
Mean	1.71	2.16	2.85	2.44	2.95	

With pod dry weights and the final seed yields, the results showed that the effect of inoculation was relatively large, inoculated plants gave consistently better pod dry weights than those without (Table 5). The SJ5 gave the highest pod dry weights in both harvests (days 63 and 77) followed by the KKS 19-0-1, SJ4 and the lowest was with the TGX 536-O2D. This pattern of pod dry weights also reflected the amount of final seed yields/ha. i.e. the final seed yield was highest with SJ5 followed by KKS 19-0-1, SJ4 and the least was with the TGX 536-O2D. Seed yields were : 2,631, 2,497, 2,212 and 1,908 kg/ha., respectively. Seed yields were influenced most by inoculation. Cattle manure treated plants gave slightly higher seed yields than those treated with city garbage compost. This can be presumed to be due to the differences in the amount of nutrients contained in both sources of organic manures which might be greater for the cattle manure than that of the city garbage compost.

Table 5. Pod dry weights per plant (gm) of soybean cultivars at days 63 and 77 after emergence as influenced by organic manures and inoculation.

Varieties	Treatments					
	City garbage compost			Cattle manure		
	0	Uninoc.	Inoc.	Uninoc.	Inoc.	Mean
SJ4	4.89	7.45	8.86	5.97	8.54	7.14
SJ5	6.37	6.04	8.97	7.96	8.75	7.62
KKS 19-0-1	6.92	6.92	7.74	6.43	8.38	7.22
TGX 536-O2D	5.65	5.80	6.81	4.71	6.29	5.85
Mean	5.96	6.55	8.01	6.27	7.99	
LSD (0.05)	Variety = 1.11		Manure = 1.24		Variety x Manure = ns	
At day 77 after emergence						
SJ4	9.08	12.55	13.21	8.65	15.51	11.80
SJ5	12.37	12.59	14.40	12.20	16.36	13.58
KKS 19-0-1	11.15	10.58	15.45	11.59	13.37	12.43
TGX 536-O2D	8.59	10.17	10.29	10.53	11.47	10.21
Mean	10.29	11.47	13.34	10.74	14.18	
LSD (0.05)	Variety = 1.78		Manure = 1.99		Variety x Manure = ns	
Final seed yields (kg/ha.)						
SJ4	1,494	1,751	2,968	1,998	2,853	2,212
SJ5	2,271	2,470	3,124	1,974	3,318	2,631
KKS 19-0-1	2,130	2,321	2,634	2,227	3,175	2,497
TGX 536-O2D	1,840	1,652	2,119	1,701	2,228	1,908
Mean	1,934	2,049	2,711	1,975	2,893	
LSD (0.05)	Variety = 238		Manure = 266		Variety x Manure = ns	

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to thank Dr. Sanit Luadtong for the KKS 19-0-1 and TGX 536-02D cultivars and Mr. Komson Leclakakit for statistical calculation carried out.

REFERENCES

- Henzell, E.F. (1988). The role of biological nitrogen fixation research in solving problems in tropical agriculture. *Plant and Soil*. 108:15-21.
- Jackson, M.L. (1973). Soil chemical analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Lowther, W.L. and Loneragan, J.F. (1968). Calcium and nodulation in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) *Plant Physiol.* 43:1362-1366.
- Safo-kantanka, O. and Lawson, N.C. (1980). The effect of different row spacings and plant arrangement on soybeans. *Can. J. Plant Sci.* 60:227-231.
- Siriprasert, R. (1981). A study on reproductive growth of soybean (an MS Agri. Thesis) Kasetsart University, Bangkok (in Thai with English abstract).
- Sestak, Z., Catsky, J. and Jarvis, P.G. (1971). *Plant Photosynthetic Production, Manual of Methods* Dr. Junk, N.V. Publ. The Hague.
- Suksri, A., Seripong, S. and Terapongtanakorn, S. (1990). Effects of organic manures and inoculation on growth and yield of off season soybean cultivars grown on an acid soil. *Thai Agric. Res. J.* 8:43-49.
- Vangnai, S. and Niamsrichand, P. (1979). Effects of adhesives on nodulation by *Rhizobium japonicum*. *The Kasetsart J.* 13(1-2):1-7.
- Vangnai, S. (1980). Research on the use of *Rhizobium* for improving soybean yield in Thailand. *The Kasetsart J.* 14(1):26-33.

1.934	2.019	2.111	1.922	2.893	Mean	1.934	2.019	2.111	1.922	2.893	Variance = 1.11	1.934	2.019	2.111	1.922	2.893	Variance = 1.11	1.934	2.019	2.111	1.922	2.893	Variance = 1.11	1.934	2.019	2.111	1.922	2.893	Variance = 1.11	1.934	2.019	2.111	1.922	2.893	Variance = 1.11	1.934	2.019	2.111	1.922	2.893	Variance = 1.11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
1.840	1.922	2.119	1.701	2.228	1.908	1.840	1.922	2.119	1.701	2.228	1.908	1.840	1.922	2.119	1.701	2.228	1.908	1.840	1.922	2.119	1.701	2.228	1.908	1.840	1.922	2.119	1.701	2.228	1.908	1.840	1.922	2.119	1.701	2.228	1.908	1.840	1.922	2.119	1.701	2.228	1.908	1.840	1.922	2.119	1.701	2.228	1.908																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2.130	2.221	2.024	2.222	2.172	2.497	2.130	2.221	2.024	2.222	2.172	2.497	2.130	2.221	2.024	2.222	2.172	2.497	2.130	2.221	2.024	2.222	2.172	2.497	2.130	2.221	2.024	2.222	2.172	2.497	2.130	2.221	2.024	2.222	2.172	2.497	2.130	2.221	2.024	2.222	2.172	2.497	2.130	2.221	2.024	2.222	2.172	2.497	2.130	2.221	2.024	2.222	2.172	2.497																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974	2.218	2.031	2.271	2.470	2.124	1.974

THE EFFECTS OF FRUIT MATURITY AT HARVEST ON DISEASE DEVELOPMENT IN LYCHEE DURING STORAGE

Chatree Sittigul¹, Uraporn Sardud², Vicha Sardud¹ and Thida Chaiwangsri²

โรคที่พบในช่วงเก็บรักษาผลลิ้นจี่จากผลที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลาต่างๆ

ชาตรี สิตถิกุล¹, อุราภรณ์ สยาคสุต², วิชชา สยาคสุต¹ และธิดา ไชยวงศ์²

บทคัดย่อ : เก็บเกี่ยวผลลิ้นจี่ 3-ระยะ ได้แก่ระยะ M3 (ผิวเปลือกสีแดง 31-60%), M4 (ผิวเปลือกสีแดง 61-90%) และ M5 (ผิวเปลือกสีแดง 91-100%) หลังจากนั้นจุ่มผลลิ้นจี่ในสารละลาย benomyl (500 ppm ที่ 52°C นาน 2 นาที) ก่อนเก็บผลในถาดแล้วห่อด้วยพลาสติก PVC เก็บถาดทั้งหมดไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 5°C นำผลลิ้นจี่มาตรวจสัปดาห์ละครั้งในช่วง 2-5 สัปดาห์ สำหรับ Control ไม่ได้จุ่มผลลิ้นจี่ใน benomyl ก่อนการเก็บรักษา.

การศึกษาค้นพบว่า ระยะเวลาที่เก็บรักษา 2 สัปดาห์ เปลือกของผลลิ้นจี่ M4 และ M5 ไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แต่ผลของระยะ M3 ที่ผิวเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากกว่า 50% และหลังจากการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ ผลของระยะ M3 เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลทั้งหมด สำหรับเชื้อราที่ตรวจพบบนผลที่เก็บรักษาทั้ง 3 ระยะนั้น พบชนิดของเชื้อราคล้ายกัน เชื้อราที่แยกได้มากที่สุดคือ *Cladosporium* sp. และ *Fusarium* sp. ส่วนผลที่จุ่มใน benomyl พบชนิดของเชื้อราน้อยกว่า จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่า benomyl ช่วยลดการเกิดแผลด้านข้างผลได้มากกว่าแผลบริเวณขั้วผล.

ABSTRACT : At harvest, lychee fruit of three maturity levels : M3 (31-60% surface red), M4 (61-90% surface red) and M5 (91-100% surface red), were either treated with hot benomyl (500 ppm at 52 °C for 2 min) and air dried, or left untreated prior to PVC wrapping in punnets, and storage at 5 °C. The fruits were assessed weekly between 2 and 5 weeks after harvest.

Browning of the pericarp and disease development were absent from fruit of M4 and M5 maturity levels 2 weeks after harvest, while > 50% skin browning had developed on the M3 fruits. Browning had appeared on all fruits by 3 weeks after harvest. Similar levels and spectra of fungi were recorded from fruits of the three maturity levels, and were more prevalent in fruits that were not dipped in hot benomyl. *Cladosporium* sp. and *Fusarium* sp. were the most commonly detected fungi. Treatment in hot benomyl appeared to give greater control of side lesions than stem end lesions.

¹ Plant Pathology Department, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002 Thailand.

¹ ภาควิชาโรคพืช, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

² Biology Department, Faculty of Sciences, Chiang mai University, Chiang Mai 50002 Thailand.

² ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

INTRODUCTION

Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) is native to southern China. The fruit is round with a diameter of about 30 mm. The surface of the pericarp has an attractive red color. The inside is a single seed surrounded by film translucent white flesh. The pericarp turns brown and fruit deteriorate rapidly after harvest. In storage many kinds of organisms were found to grow on fruit. These organisms caused fruit decay and became unmarketable. Lately, some investigations were done with cold storage and fungicidal treatment of lychee fruit in order to expand the shelf life of the commodity after harvest. The objectives of this study were to 1) determine the stage of maturity at harvest in relation to fruit decay factors, 2) evaluate hot benomyl treatment and cold temperature storage for controlling contaminate fungi, and 3) determine the genera of contaminate fungi after interval of storage times.

MATERIALS AND METHODS

Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit cv. Hong Huay were selected for the study of disease development during storage. At harvest, fruit of three maturity levels: M3 (31-60% surface red), M4 (61-90% surface red) and M5 (91-100% surface red) were considered as a treatment involved in the experiment. Another treatment was also proposed to prolong the shelf life or decay control of the fruit by dipping the fruit into the hot benomyl solution at the temperature of 52°C with the concentration of 500 ppm for a period of 2 minutes of time. After treated, 20 fruits of each treatment were kept in the foam punnets prior to wrapping with PVC film. Then the punnets were kept in the temperature and moisture controlled chamber at 5°C and relative humidity of 90-95% for 0, 2, 3, 4 and 5 weeks. All treatments were replicated two times. The study thus involved 60 punnets.

Fruits of each punnet were scored for quality. It was assumed, from the beginning of the study, that high-quality lychee especially those of M5 were fruits that retained the natural red color, showed no evidence of browning, and tasted like freshly harvested fruit. In M3 and M4, the red skin color of the pericarp was a little lighter than the M5 one. After the cold storage for 2, 3, 4

and 5 weeks, color of the pericarp was scored on a scale 0-10 : 0 = no browning; 10 = 100% of pericarp area was brown. Then ten fruit samples of each week were taken for the isolation of any fungal contaminants. Four 3 x 3 mm pieces of tissues from stem end, pericarp and fleshy part were transplanted and cultured on potato dextrose agar (PDA). The growth and species of fungi were observed and identified possibly to the genus.

RESULTS

After the punnets of lychee fruit were stored in the cold condition for two weeks, browning was observed on the skins of fruit of M3 in both of non dipped and dipped in hot benomyl treatments, whereas no sign of browning was developed on M4 and M5. Interestingly, in this second week, fungicide did not possess any efficacy to prolong the attractive color of fruit skin. In opposition, the fungicide was seemingly accelerated the pericarp to become browner than the one not treated (Table 1).

In the third, fourth and fifth weeks of all three maturity levels, the fruit of hot benomyl treatment also turned browner than the control treatments. Moreover, it was noted that in the last week of the observation, fruit of M3 were completely brown when compared with the rest (Table 1).

Table 1. Browning scores of the pericarp of lychee fruit harvested at three maturity levels and treated with hot benomyl and held in punnets covered with PVC film for 5 weeks at 5°C; 0 = red, 10 = very brown.

Treatment	Week/mean score			
	2	3	4	5
M3, no dip	1	4.5	7.5	9.5
M3, dipped in hot benomyl ¹	5	6.5	8.5	10.0
M4, no dip	0	4.5	7.0	7.5
M4, dipped in hot benomyl ¹	0	6.0	7.5	8.0
M5, no dip	0	6.5	7.5	7.5
M5, dipped in hot benomyl ¹	0	7.0	8.0	8.0

¹ 500 ppm, 52°C, 2 min.

Isolations of organisms were prepared from fruit samples after storage in cold condition for 0, 2, 3, 4, and 5 weeks. The following organisms were detected : *Botryodiplodia* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* spp., *Penicillium* sp., *Pestalotia* sp., unknown with white and grey mycelium colony, bacteria and no growth. In M3 fruit, *Cladosporium* sp. and *Cladosporium* sp. growing together with *Fusarium* sp. were predominant among the fungi detected from the non-application of benomyl treatment (Table 2). However, when benomyl treated fruit were similarly examined, hot benomyl showed promise of being able to reduce the frequencies of fungi detected and more frequencies of no growth were obtained (Table 3). Resembling patterns of results of fungal organisms as ascertained in M3 fruit were also found in M4 and M5 fruit units (Table 4, 5, 6 and 7). Data of all contaminated organisms in 5 weeks between treated and non-treated with hot benomyl were compared and presented in Table 8 and 9. Results emphasized that units treated with hot benomyl were generally in better condition in terms of less frequencies of contaminated fungi than those not treated. Besides, in non-treated treatments of M3 and M5 fruit, higher numbers of *Cladosporium* sp. were attained to grow on the fleshy part than those of pericarp and stem end (Table 8).

Table 2. Frequency of isolation of fungi obtained from stem end (S), pericarp (P) and fleshy part (F) of M3 maturity level of lychee fruit without fungicidal treatment and stored at 5°C for 5 weeks.

Fungus	Storage time														
	0 Week			2 Weeks			3 Weeks			4 Weeks			5 Weeks		
	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F
1. <i>Botryodiplodia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
2. <i>Cladosporium</i> sp.	-	3	6	2	2	4	3	3	4	1	5	5	3	5	4
3. <i>Fusarium</i> sp.	-	4	2	-	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-
4. <i>Penicillium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
5. <i>Pestalotia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
6. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Fusarium</i> sp.	10	-	-	8	8	-	7	-	-	8	3	1	7	2	-
7. <i>Fusarium</i> sp. + <i>Penicillium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
8. Unknown (white and grey colony)	-	-	-	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-
9. No growth	-	-	1	-	-	2	-	-	1	-	-	2	-	-	4
10. Bacteria	-	3	1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	2
Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Table 3. Frequency of isolation of fungi obtained from stem end (S), pericarp (P) and fleshy part (F) of M3 maturity level of lychee fruit dipped in hot benomyl at 500 ppm, 52°C, 2 min. and then stored at 5°C for 5 weeks.

Fungus	Storage time														
	0 Week			2 Weeks			3 Weeks			4 Weeks			5 Weeks		
	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F
1. <i>Botryodiplodia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	4
2. <i>Cladosporium</i> sp.	3	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	1	9	-
3. <i>Fusarium</i> sp. (1)	3	-	-	3	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
4. <i>Fusarium</i> sp. (2)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
5. <i>Pestalotia</i> sp.	2	1	-	5	-	-	2	1	-	-	-	-	-	1	-
6. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Fusarium</i> sp. (1)	2	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-	9	-	-
7. Unknown (white and grey colony)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. No growth	-	5	10	2	9	10	-	5	10	3	10	10	-	-	6
9. Bacteria	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Table 4. Frequency of isolation of fungi obtained from stem end (S), pericarp (P) and fleshy part (F) of M4 maturity level of lychee fruit without fungicidal treatment and stored at 5°C for 5 weeks.

Fungus	Storage time														
	0 Week			2 Weeks			3 Weeks			4 Weeks			5 Weeks		
	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F
1. <i>Cladosporium</i> sp.	1	6	3	-	1	6	3	2	5	2	5	7	4	8	-
2. <i>Fusarium</i> sp.	7	2	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-
3. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Fusarium</i> sp.	2	2	7	10	8	-	7	8	-	7	3	-	6	2	-
4. Unknown (white and grey colony)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
5. No growth	-	-	-	-	1	4	-	-	5	-	-	1	-	-	1
Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Table 5. Frequency of isolation of fungi obtained from stem end (S), pericarp (P) and fleshy part (F) of M4 maturity level of lychee fruit dipped in hot benomyl at 500 ppm, 52°C, 2 min. and then stored at 5°C for 5 weeks.

Fungus	Storage time														
	0 Week			2 Weeks			3 Weeks			4 Weeks			5 Weeks		
	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F
1. <i>Cladosporium</i> sp.	-	-	-	1	3	1	-	3	-	2	4	2	2	8	6
2. <i>Fusarium</i> sp.	5	-	-	3	-	-	5	1	-	8	4	2	2	-	-
3. <i>Pestalotia</i> sp.	2	2	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
4. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Fusarium</i> sp.	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
5. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Pestalotia</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Unknown (white and grey colony)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	2	3
7. No growth	2	6	10	3	6	9	1	6	10	-	2	2	1	-	1
8. Bacteria	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Table 6. Frequency of isolation of fungi obtained from stem end (S), pericarp (P) and fleshy part (F) of M5 maturity level of lychee fruit without fungicidal treatment and stored at 5°C for 5 weeks.

Fungus	Storage time														
	0 Week			2 Weeks			3 Weeks			4 Weeks			5 Weeks		
	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F
1. <i>Botryodiplodia</i> sp.	-	-	8	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2
2. <i>Cladosporium</i> sp.	2	2	-	3	1	7	2	2	3	-	2	9	1	1	3
3. <i>Fusarium</i> sp.	6	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	9	2	1
4. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Fusarium</i> sp.	2	7	-	7	9	-	8	7	-	10	7	-	-	4	-
5. <i>Pestalotia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
6. Unknown (white and grey colony)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3
7. No growth	-	-	2	-	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Table 7. Frequency of isolation of fungi obtained from stem end (S), pericarp (P) and fleshy part (F) of M5 maturity level of lychee fruit dipped in hot benomyl at 500 ppm, 52°C, 2 min. and then stored at 5°C for 5 weeks.

Fungus	Storage time														
	0 Week			2 Weeks			3 Weeks			4 Weeks			5 Weeks		
	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F	S	P	F
1. <i>Botryodiplodia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	4	4	-	-	4	-	-	-	-
2. <i>Cladosporium</i> sp.	2	-	-	3	3	1	-	-	1	2	-	2	5	5	2
3. <i>Curvularia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4
4. <i>Fusarium</i> sp.	-	2	-	5	2	-	6	-	-	4	-	-	-	-	-
5. <i>Pestalotia</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
6. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Fusarium</i> sp. (1)	4	-	-	-	3	-	-	-	-	-	4	4	-	5	-
7. Unknown (white and grey colony)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	-	3
8. No growth	3	8	10	2	2	9	-	6	8	3	2	-	1	-	1
Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Table 8. Frequency of isolation of fungi obtained from stem end (S), pericarp (P) and fleshy part (F) of M3, M4 and M5 maturity levels of lychee fruit without fungicidal treatment and stored at 5°C for 5 weeks. Isolations were done on weeks : 0, 2, 3, 4 and 5.

Fungus	Maturity level								
	M3			M4			M5		
	S	P	F	S	P	F	S	P	F
1. <i>Botryodiplodia</i> sp.	-	2	-	-	-	-	-	1	11
2. <i>Cladosporium</i> sp.	9	18	23	10	22	21	8	8	22
3. <i>Fusarium</i> sp.	-	8	3	8	4	2	15	3	6
4. <i>Penicillium</i> sp.	-	-	2	-	-	-	-	-	-
5. <i>Pestalotiasp.</i>	-	3	-	-	-	-	-	2	1
6. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Fusarium</i> sp.	40	13	1	32	23	7	27	34	-
7. <i>Fusarium</i> sp. + <i>Penicillium</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-	-	-
8. Unknown (white and grey colony)	-	-	8	-	-	9	-	2	3
9. No growth	-	-	10	-	1	11	-	-	7
10. Bacteria	-	6	3	-	-	-	-	-	-
Total	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Table 9. Frequency of isolation of fungi obtained from stem end (S), pericarp (P) and fleshy part (F) of M3, M4 and M5 maturity levels of lychee fruit dipped in hot benomyl at 500 ppm, 52°C, 2 min and then stored at 5°C for 5 weeks.

Fungus	Maturity level								
	M3			M4			M5		
	S	P	F	S	P	F	S	P	F
1. <i>Botryodiplodia</i> sp.	3	-	4	-	-	-	4	8	-
2. <i>Cladosporium</i> sp.	10	9	-	5	18	9	12	8	6
3. <i>Fusarium</i> sp.	10	1	-	23	5	2	15	4	-
4. <i>Curvularia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	5
5. <i>Pestalotia</i> sp.	9	3	-	6	2	-	2	-	-
6. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Fusarium</i> sp.	12	4	-	3	1	4	4	12	4
7. <i>Cladosporium</i> sp. + <i>Pestalotia</i> sp.	-	-	-	1	-				
8. Unknown (white and grey colony)	-	-	-	5	2	3	4	-	7
9. No growth	6	29	46	7	20	32	9	18	28
10. Bacteria	-	4	-	-	2	-	-	-	-
Total	50	50	50	50	50	50	50	50	50

DISCUSSION

Stage of maturity of lychee fruit at harvest did appear to be related to the browning of the pericarp when fruits were kept in cold condition at 5°C. In this study, it was obviously indicated that the pericarp of early harvested fruit turned brown sooner than the late harvested one. Hot benomyl treatment did produce some damage to the pericarp of fruit of all stages of maturity. Our result in the investigation agreed with the work of Scott and his colleagues, (1982), in which they mentioned that when fruit were exposed to water or benomyl at 56°C for 4 min, serious damage of the skin occurred and pigment

was leached from the fruit. However, in different treatment, they obtained a contrary result and concluded that after eight days of storage, a benomyl dip (0.05% at 52°C for 2 min) followed by packing the fruit in punnets and over-wrapping with PVC film is suggested for controlling rotting, browning and loss in weight at temperatures of 20-30°C. Recently, (1990), Snowdon wrote that in storage of lychee fruit at 5°C for a month, chilling injury may occur. She also said that the red color may be retained best at 7° to 10°C. In our case, the use of cold temperature enabled to keep a good skin color of M4 and M5 fruit with and without dipping in hot benomyl for at least up to 14 days. Actually, lychee deteriorate rapidly after harvest. Scott et al. (1982) reviewed that at ambient temperatures of 20-30°C, browning of the pericarp can occur within 24 hours of harvest. Therefore, in the finding of this experiment, if the fleshy quality and flavor did not lessen, the temperature at 5°C would do better in keeping the freshness of lychee for more than two weeks.

Fungal cultures of *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. and *Cladosporium* sp. growing together with *Fusarium* sp. were predominate among the fungi obtained on fruit after stored for up to 5 weeks. The finding of this test assured that the use of hot benomyl treatment could reduce the number of frequencies of contaminate fungi on the fruit after storing for a period of time. As in Australia, Scott, et al. (1982) made a conclusive remark that bunches of fruit could be separated into single fruits, dipped in hot benomyl (0.05% at 52°C for 2 min), then packed in punnets and over-wrapped with a suitable plastic film. With these treatments, fruit should be better able to withstand shipment by surface transport to more distant markets.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr. Greg Johnson of CSIRO for technical assistance. We also thank the ACIAR for financial support for this work.

REFERENCES

- Scott, K. J., B. I. Brown, G. R. Chaplin, M. E. Wilcox and J.M. Bain. (1982). The control of rotting and browning of litchi fruit by hot benomyl and plastic film. *Scientia Horticulturae* 16:253-262.
- Snowdon, A. L. (1990). Post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 302 pp.

III. INVESTIGATION OF ADULT EMERGENCE HOLES IN *XYLOTECHUS QUADRIPES* CHEVROLAT (COLLEPTERA: CERAMBYCIDAE) IN NORTHERN THAILAND. ECOLOGICAL STUDY ON THE COFFEE STEM BORER

Jarja Vithanich, Jitawat Panpanich and Yawarak Sunthanan

ABSTRACT. Adult emergence holes of coffee stem borer (*Xylotechus quadripes* Chevrolat) were investigated in the orchards at Mae Luek, Pang Hong and in the laboratory during the period of 1991 to 1992 in Chiang Mai. The number of emergence holes apparently observed on the tree samples and the position of the holes on coffee stems were recorded and categorically classified them into the new and old holes.

Among all tree samples, the maximum number of emergence holes observed per tree were 33 at Pang Hong and 12 at Mae Luek. The record also showed the average of 6.13 and 3.00 holes per tree at Pang Hong and Mae Luek respectively. The emergence holes in both locations frequently occurred on the coffee stems at the height of 100-150 cm beyond the ground level or about one half to one third toward the apex than on the observations most of the adult borer were emerged in May with the average number per tree of 1.10 at Pang Hong and 0.55 at Mae Luek. At Pang Hong, 43.0% of emergence holes from the total number counted were recorded as the new one in contrast, slightly high in number of 21.90% were determined at Mae Luek.

Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50202, Thailand.

การศึกษานิวศวิทยาของหนอนเจาะต้นกาแฟ *XYLOTRECHUS*
QUADRIPIPES CHEVROLAT (COLEOPTERA : CERAMBYCIDAE)

ในภาคเหนือของประเทศไทย

III. การสำรวจรอยเจาะออกของตัวเต็มวัย

จริยา วิสิทธิ์พานิช¹, ไชว บุรณพานิชพันธ์¹ และ ยาวลักษณ์ สัมฤทธิ์ตานนท์¹

ECOLOGICAL STUDY ON THE COFFEE STEM BORER
XYLOTRECHUS QUADRIPIPES CHEVROLAT (COLEOPTERA :
CERAMBYCIDAE) IN NORTHERN THAILAND.

III. INVESTIGATION OF ADULT EMERGENCE HOLES

Jariya Visitpanich¹, Sawai Buranapanichpan¹
and Yaowaluk Sumrittanon¹

ABSTRACT: Adult emergence holes of coffee stem borer (*Xylotrechus quadripes* Chevrolat) were investigated in the orchards at Mae Lord, Pang Bong and in the laboratory during the period of 1991 to 1992 in Chiang Mai. The number of emergence holes apparently observed on the tree samples and the position of the holes on coffee stems were recorded and conclusively classified them into the new and old holes.

Among all tree samples, the maximum number of emergence holes observed per tree were 33 at Pang Bong and 12 at Mae Lord. The record also showed the averages of 6.13 and 3.00 holes per tree at Pang Bong and Mae Lord respectively. The emergence holes in both locations frequently occurred on the coffee stems at the heights of 100-150 cm beyond the ground level or about one half to one third toward the apex. Base on the observations, most of the adult borers were emerged in May with the average number per tree of 1.10 at Pang Bong and 0.68 at Mae Lord. At Pang Bong, 47.50% of emergence holes from the total number counted were recorded as the new one. In contrast, slightly high in number of 52.50% were determined at Mae Lord.

¹ ภาควิชากีฏวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002., Thailand.

Furthermore, the record of death plants, primarily due to the attack by stem borers were estimated at 35 and 20% for Pang Bong and Mae Lord respectively.

In the laboratory experiment, the observation on the adult emergence period during 24 hours revealed that the adult emerged during the daytime. The highest frequency of adult emergence was occurred at 10 a.m.

บทคัดย่อ : การสำรวจร่องรอยการเจาะออกของด้มวัยของหนอนเจาะต้นกาแฟ *Xylotrechus quadripes* Chevrolat ในปี 2534 ที่สวนกาแฟบ้านปางบง และสวนกาแฟบ้านแม่หลอด จังหวัดเชียงใหม่ โดยเลือกสุ่มต้นกาแฟที่พบรอยเจาะออกของด้มวัย และนับรอยเจาะออก และวัดตำแหน่งของรอยเจาะออกบนต้นกาแฟ รอยเจาะออกที่ตรวจพบบนต้นกาแฟ แบ่งเป็นรอยเจาะออกเก่า (Old hole) และรอยเจาะออกใหม่ (New hole).

จำนวนรอยเจาะออกทั้งหมดของด้มวัยที่บ้านปางบง เฉลี่ย 6.13 ตัวต่อต้น ต้นที่พบรอยเจาะออกมากที่สุด มีจำนวน 33 รอย ขณะที่บ้านแม่หลอดพบรอยเจาะออกต่อต้นมากที่สุด 12 รอย รอยเจาะออกทั้งหมดเฉลี่ย 3 ตัวต่อต้น ตำแหน่งการเจาะออกของด้มวัยของทั้งสองสถานที่ทำการทดลอง พบมากในช่วงความสูงระหว่าง 100-150 เซนติเมตร เหนือระดับพื้นดิน หรือประมาณ 1/2 หรือ 1/3 ของความสูงของต้นกาแฟ นอกจากนี้ยังพบว่า ช่วงการออกเป็นด้มวัยของแมลง พบมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม เฉลี่ย 1.10 และ 0.68 ตัวต่อต้น ที่บ้านปางบง และบ้านแม่หลอด ตามลำดับ ร่องรอยการเจาะออกมาจากต้นกาแฟของด้มวัยในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษที่บ้านปางบง และแม่หลอด มีจำนวนรอยเจาะออกใหม่ 47.50 และ 52.50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นกาแฟทั้งหมด ในช่วงการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ต้นกาแฟที่ใช้ศึกษาที่บ้านปางบงหายไปทั้งหมด 35 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่บ้านแม่หลอดหายไป 20 เปอร์เซ็นต์.

การศึกษาช่วงเวลาในการออกเป็นด้มวัยตลอด 24 ชั่วโมงในห้องปฏิบัติการ พบว่า ด้มวัยจะออกมาจากต้นกาแฟเฉพาะในเวลากลางวันเท่านั้น ช่วงที่พบด้มวัยจะออกมาจากต้นกาแฟมากที่สุดคือ ช่วงเวลา 10 นาฬิกา.

คำนำ

หนอนเจาะต้นกาแฟ *Xylotrechus quadripes* Chevrolat (Coleoptera : Cerambycidae) เป็นแมลงศัตรูสำคัญที่ทำความเสียหายแก่ต้นกาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica* L.) มากที่สุดในแหล่งปลูกกาแฟทางภาคเหนือของประเทศไทย (วิสิทธิ์พานิช, 2534) ด้มวัยจะวางไข่ตามรอยแตกของผิวเปลือกต้นกาแฟ เมื่อหนอนฟักออกจากไข่ หนอนจะเข้าทำลายต้นกาแฟทันที โดยเจาะเข้าไปกัดกินเนื้อไม้ใต้ผิวเปลือก และเจาะลึกเข้าไปกินภายในลำต้นเป็นเวลา 3-5 เดือน จึงเตรียมตัวเข้าดักแด้ ก่อนที่จะเข้าดักแด้ หนอนจะสร้างโพรง (Chamber) เล็กๆ สำหรับดักแด้และเตรียมทางออกสู่ภายนอกลำต้นกาแฟไว้ให้ด้มวัยด้วย โดยหนอนกัดช่องทางออกต่อจากโพรง แต่ยังไม่ทะลุผิวเปลือกกาแฟแล้วใช้มูลอัดปิดช่องทางออกที่ทำไว้ จากนั้นจึงเข้าดักแด้ เมื่อเจริญเป็นด้มวัย จึงกัดผิวเปลือกกาแฟจนทะลุเป็นรูก่อนข้างกลม สำหรับเป็นทางออก (Emergence hole) สู่ภายนอก ในสภาพธรรมชาติ การออกเป็นด้มวัยของแมลงชนิดนี้ อาจพบได้ตลอดปี แต่ช่วงที่พบด้มวัยเป็นจำนวนมาก มีอยู่ 2 ช่วงด้วยกัน คือ ช่วงแรกในต้นฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงกรกฎาคม ช่วงหลังอยู่ปลายฤดูฝน ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึงพฤศจิกายน (วิสิทธิ์พานิช, 2535).

ต้นกามฟที่อุทกหนอนชนิดนี้เข้าทำลายโดยเฉพาะกามฟที่มีอายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป มักจะพบร่องรอยการเข้าทำลายของหนอน เช่น รอยควั่นรอบๆ โคนต้น หรือบริเวณกลางลำต้น บางต้นจะมีช่องทางออกของตัวเต็มวัย 1 รู หรือมากกว่า 1 รูขึ้นไป ตำแหน่งของรอยเจาะออกที่พบบนต้นกามฟพบเกือบตลอดลำต้น อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลในการศึกษาเกี่ยวกับการกระจายของตำแหน่งและจำนวนของรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยที่ปรากฏบนต้นกามฟแต่อย่างใด.

ในรายงานฉบับแรกของการศึกษานิเวศวิทยาของหนอนเจาะต้นกามฟ ได้กล่าวถึงรูปร่างลักษณะและชีววิทยาของแมลง (วิสิทธิ์พานิช, 2534) ฉบับที่สองได้รายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมในการผสมพันธุ์และประสิทธิภาพในการแพร่พันธุ์ของแมลง (วิสิทธิ์พานิช, 2535) สำหรับการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่ต้องการจะทราบการกระจายของตำแหน่งรอยเจาะออกของตัวเต็มวัย และจำนวนที่ตัวเต็มวัยเจาะออกมาจากต้นกามฟที่มีอายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป ตลอดจนความทนทานของต้นกามฟต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะต้นกามฟ รวมทั้งช่วงการออกเป็นตัวเต็มวัยของแมลง (Emergence period) ภายใน 24 ชั่วโมง และในแต่ละเดือนที่ทำการสำรวจ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาหาวิธีการป้องกันกำจัดโดยวิธีผสมผสานต่อไป.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการทดลองที่บ้านแม่หลอด, อ.แม่แตง และบ้านปางบง, อ.ดอยสะเก็ด, จ.เชียงใหม่ ซึ่งมีความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 650 เมตร และ 950 เมตร ตามลำดับ พื้นที่ที่เลือกทำการทดลองทั้งสองแห่งเป็นส่วนกามฟที่ปลูกกามฟมานานนับ 10 ปี และมีการระบาดของหนอนเจาะต้นกามฟ *X. quadripes* ก่อนข้างรุนแรง ต้นกามฟที่บ้านแม่หลอดมีอายุประมาณ 9 ปี กามฟที่ปลูกเป็นพันธุ์ลูกผสมสายพันธุ์คัทรา (Catura) มีความสูงเฉลี่ย 2.6 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 4.4 เซนติเมตร มีทรงพุ่มกว้าง 2.1 เมตร ที่บ้านปางบงกามฟที่ปลูกไม่ทราบสายพันธุ์แน่นอน เป็นกามฟที่ปลูกมานานประมาณ 10 ปี มีลำต้นสูงเฉลี่ย 3.2 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 4.6 เซนติเมตร ขนาดทรงพุ่ม 2 เมตร.

เลือกสุ่มตัวอย่างต้นกามฟที่พบรอยเจาะออก (Emergence hole) ของตัวเต็มวัยจำนวน 40 ต้น ในแต่ละพื้นที่ รอยเจาะออก 1 รู หมายถึง ตัวเต็มวัย 1 ตัว เริ่มทำการทดลองในเดือนเมษายน 2534 โดยตรวจนับจำนวนรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยบนต้นกามฟและวัดระยะความสูงของรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยจากโคนต้นชิดระดับผิวดินขึ้นไป ทำการตรวจนับเดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงธันวาคม 2534 รวมระยะเวลาทั้งหมด 8 เดือน จำนวนรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยที่ตรวจพบบนต้นกามฟในเดือนเมษายน 2534 ซึ่งเป็นร่องรอยการเจาะออกของตัวเต็มวัยก่อนสำรวจ ถือว่าเป็นร่องรอยเจาะออกเก่า (Old hole) หลังจากนั้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมเป็นต้นไปจนถึงเดือนธันวาคม 2534 รอยเจาะออกของตัวเต็มวัยที่ตรวจพบใหม่บนต้น

กาแฟที่เลือกไว้ 40 ต้น ถือว่าเป็นรอยเจาะออกใหม่ (New hole) ที่ตัวเต็มวัยเจาะออกมาจากต้นกาแฟในเวลาดังกล่าว รอยเจาะออกของตัวเต็มวัยที่ได้ทำการตรวจนับจำนวน และวัดตำแหน่งแล้ว อุดด้วยดินน้ำมันเพื่อเป็นเครื่องหมายแสดงว่า ได้ตรวจนับเรียบร้อยแล้ว จัดบันทึกต้นกาแฟที่มีอาการผิดปกติอื่นๆ เช่น หักล้ม และตายในแต่ละเดือน.

การศึกษาช่วงเวลาในการออกเป็นตัวเต็มวัยตลอด 24 ชั่วโมง ได้ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, จังหวัดเชียงใหม่ โดยการนำต้นกาแฟจากสวนกาแฟบ้านแม่หลอด, โครงการหลวงแม่หลอด, อำเภอแม่แตง ตัดแล้วนำมาไว้ในกรงขนาด 2.0 x 1.7 x 2.0 เมตร จำนวน 80 ท่อน วัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นในช่วงที่สูงที่สุดจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร วัดความสูงของลำต้นโดยประมาณ เริ่มศึกษาดังแต่เดือนมิถุนายน - กันยายน 2535 โดยบันทึกเวลาที่ด้วงหนวดยาวเจาะออกมาจากลำต้นกาแฟทุกชั่วโมงภายใน 1 วัน ทำการศึกษารวมทั้งหมด 24 วัน.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การสำรวจร่องรอยการเจาะออกของตัวเต็มวัย

จากการสำรวจร่องรอยการเจาะออกของตัวเต็มวัย โดยการนับรอยเจาะออกบนต้นกาแฟ 40 ต้น พบว่า ต้นกาแฟที่บ้านปางบง มีร่องรอยการเจาะออกของตัวเต็มวัย ที่เป็นรอยเจาะใหม่บนต้นกาแฟ จำนวน 19 ต้น (47.5%) ที่เหลืออีก 21 ต้น (52.5%) ไม่มีรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยเพิ่มขึ้นอีกเลย ส่วนที่บ้านแม่หลอดพบรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยซึ่งเป็นรอยเจาะใหม่มากกว่าที่บ้านปางบงเล็กน้อย คือพบตัวเต็มวัยเจาะออกมาใหม่บนต้นกาแฟ 21 ต้น (52.5%) ต้นกาแฟอีก 19 ต้น (47.5%) ไม่พบการเจาะออกของตัวเต็มวัยจากต้นกาแฟแต่อย่างใดตลอดการทดลอง (ตารางที่ 1).

Table 1. Number and percentage of trees with emergence holes at Pang Bong and Mae Lord plantations.

Location	No. of Sample trees	No. of trees with only old holes ¹		No. of trees with new holes ²	
		Number	Percentage	Number	Percentage
Pang Bong	40	21	52.5	19	47.5
Mae Lord	40	19	47.5	21	52.5

¹ Old holes : emergence holes produced before April 1991

² New holes : emergence holes produced after April 1991

อัตราส่วนของจำนวนต้นกามฟที่แมลงเข้าทำลายก่อนการสำรวจ ซึ่งไม่พบร่องรอยการเจาะออกมาใหม่ของแมลงอีกเลยต่อจำนวนต้นกามฟที่พบแมลงเจาะออกมาใหม่ หลังเดือนเมษายน จนถึงธันวาคม 2534 ที่บ้านปางบง และบ้านแม่หลอด มีอัตราส่วน 1:0.9 และ 1:1.1 ตามลำดับ.

ต้นกามฟที่ทำการสำรวจ เริ่มหักล้ม และขึ้นต้นแห้งตาย หลังจากทำการสำรวจไปได้ประมาณ 2 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนธันวาคม 2534 ปรากฏว่าที่บ้านปางบงมีต้นกามฟตายทั้งหมด 14 ต้น (35%) เป็นต้นกามฟที่ถูกทำลายมาก่อน และไม่พบตัวเต็มวัยเจาะออกจากต้นกามฟเพิ่มขึ้นอีกเลยจากรอยเดิมที่พบในเดือนเมษายน 2534 เป็นจำนวน 5 ต้น ซึ่งกามฟเหล่านี้มีรอยเจาะออกเก่าของตัวเต็มวัยอยู่ 2-9 รูต่อต้น ส่วนกามฟอีก 9 ต้นที่ตาย มีตัวเต็มวัยที่เจาะออกมาใหม่รวมทั้งร่องรอยเก่าที่เจาะออกมาก่อนรวมกันมีจำนวนตั้งแต่ 6-33 รูต่อต้น.

ส่วนต้นกามฟที่บ้านแม่หลอดตายไปทั้งหมด 8 ต้น (20%) ของกามฟที่สำรวจทั้งหมด เป็นต้นกามฟที่ไม่มีรอยเจาะใหม่เพิ่มขึ้นเลยจำนวน 3 ต้น ซึ่งมีรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยบนต้นกามฟ 1-3 รูอยู่ก่อนแล้ว ส่วนกามฟอีก 5 ต้นที่ตาย พบร่องรอยที่ตัวเต็มวัยเจาะออกมาใหม่จากต้นกามฟรวมทั้งร่องรอยเดิมมีจำนวนตั้งแต่ 2-5 รูต่อต้น ต้นกามฟที่ถูกทำลายซ้ำมักจะทรุดโทรม และมีโอกาสตายเป็นจำนวนมากกว่าต้นกามฟที่ไม่พบมีการทำลายเพิ่ม.

อาจจะกล่าวได้ว่า ความทนทานของต้นกามฟต่อการเข้าทำลายของหนอนเจาะต้นกามฟ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนการเจาะออกของตัวเต็มวัย หรือจำนวนแมลงที่เข้าทำลายต้นกามฟแต่เพียงอย่างเดียว เพราะแม้มันจะมีเพียงร่องรอยการเจาะออกของตัวเต็มวัยเพียง 1 รู ก็ทำให้ต้นกามฟตายได้ ทั้งนี้อาจจะเพราะยังมีแมลงในวัยอื่น เช่น ระยะหนอนกัดกินอยู่ภายในลำต้น หรือบางครั้งมีหนอนจำนวนน้อยเข้าทำลาย แต่กัดกินส่วนที่มีความสำคัญ เช่น บริเวณราก หรืออาจจะกัดกินบริเวณที่เป็นท่อลำเลียงน้ำและอาหาร ทำให้ต้นกามฟเหี่ยวและแห้งตายในที่สุด หรืออาจจะกัดกินโดยควั่นไปรอบต้น ก็ทำให้ต้นกามฟหักล้มได้.

จำนวนรอยเจาะออกของตัวเต็มวัย

จำนวนรอยเจาะออกของตัวเต็มวัย (ตารางที่ 2) รอยเจาะออก 1 รู หมายถึง จำนวนตัวเต็มวัย 1 ตัว จำนวนตัวเต็มวัยของแมลงซึ่งเจาะออกไปก่อนการสำรวจในเดือน เมษายน 2534 ที่บ้านปางบงมีจำนวนทั้งหมด 166 ตัว เฉลี่ย 4.15 ตัวต่อต้น ต้นที่พบแมลงเจาะออกมากที่สุดมีจำนวนแมลง 14 ตัว ตัวเต็มวัยที่เจาะออกจากต้นกามฟในเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม 2534 มีทั้งหมด 79 ตัว เฉลี่ย 1.98 ตัวต่อต้น รวมจำนวนแมลงที่พบทั้งหมด 245 ตัว เฉลี่ย 6.13 ตัวต่อต้น และจำนวนแมลงที่พบต่อต้นมากที่สุดเท่ากับ 33 ตัว.

ที่บ้านแม่หลอด จำนวนตัวเต็มวัยที่เจาะออกก่อนการสำรวจมีทั้งหมด 70 ตัว เฉลี่ย 1.75 ตัวต่อต้น ต้นที่พบตัวเต็มวัยมากที่สุดมี 7 ตัว สำหรับตัวเต็มวัยที่เจาะออกมาใหม่ มี 50

ตัว เฉลี่ย 1.25 ตัวต่อต้น รวมจำนวนแมลงที่พบทั้งหมดมี 120 ตัว เฉลี่ย 3 ตัวต่อต้น โดยต้นที่พบมากที่สุด มี 12 ตัว.

ความถี่ของจำนวนตัวเต็มวัยที่เจาะออกมาจากต้นกาแฟ แสดงไว้ในรูปที่ 1 จำนวนตัวเต็มวัยที่เจาะออกมาจากต้นกาแฟ ตั้งแต่ก่อนเดือนเมษายน 2534 รวมทั้งที่เจาะออกใหม่จนถึงเดือนธันวาคม 2534 มีจำนวน 1-33 ตัว ส่วนใหญ่แล้วจะพบตัวเต็มวัยเจาะออกมาจากต้นกาแฟ ประมาณ 2-4 ตัวต่อต้น ซึ่งจะมีความถี่สูง 33-45%.

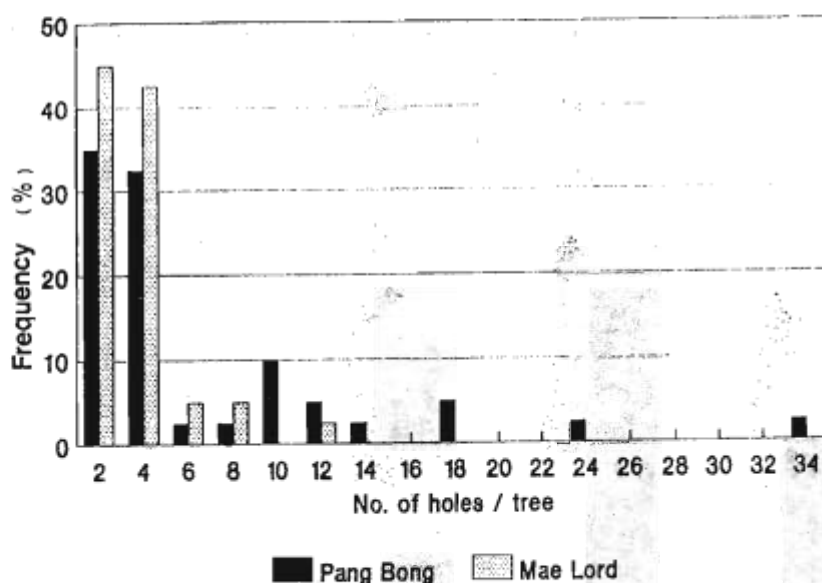


Figure 1. Frequency distribution of the number of emergence holes (the sum of new and old holes) of coffee stem borer on coffee trees at Pang Bong and Mae Lord, Chiang Mai in 1991.

Table 2. Number of emergence holes and maximum holes observed per tree.

Location	Number of holes			Average holes/tree		Total	Max. holes/tree (New + old) ³
	New holes ¹	Old holes ²	Total	New holes	Old holes		
Pang Bong	79	166	245	1.98	4.15	6.13	33
Mae Lord	50	70	120	1.25	1.75	3.0	12

¹ Emergence hole from which an adult emerged from April to December 1991

² Emergence hole which was made before April 1991

³ Sum of the number of new holes and old holes

การกระจายของตำแหน่งการเจาะออกของตัวเต็มวัยของหนอนเจาะต้นกาแฟ

ร่องรอยที่ตัวหนอนยาว *X. quadripes* เจาะออกมาจากต้นกาแฟมีระดับความสูงตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 230 เซนติเมตร เหนือระดับพื้นดิน จากการแบ่งระดับความสูงของต้นกาแฟ ร่องรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยจากระดับพื้นดินเป็น 50, 100, 150, 200 และ 250 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลปรากฏว่า ความถี่ของจำนวนร่องรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยทั้งหมด จะพบมากในช่วงความสูงที่ 100-150 เซนติเมตร เหนือระดับพื้นดิน ทั้งที่บ้านปางบง และบ้านแม่หลอด (รูปที่ 2) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสูงของต้นกาแฟ ตำแหน่งของร่องรอยเจาะออกของตัวเต็มวัย จะพบมากที่ประมาณ 1/2 และ 1/3 ของความสูงของลำต้นกาแฟ.

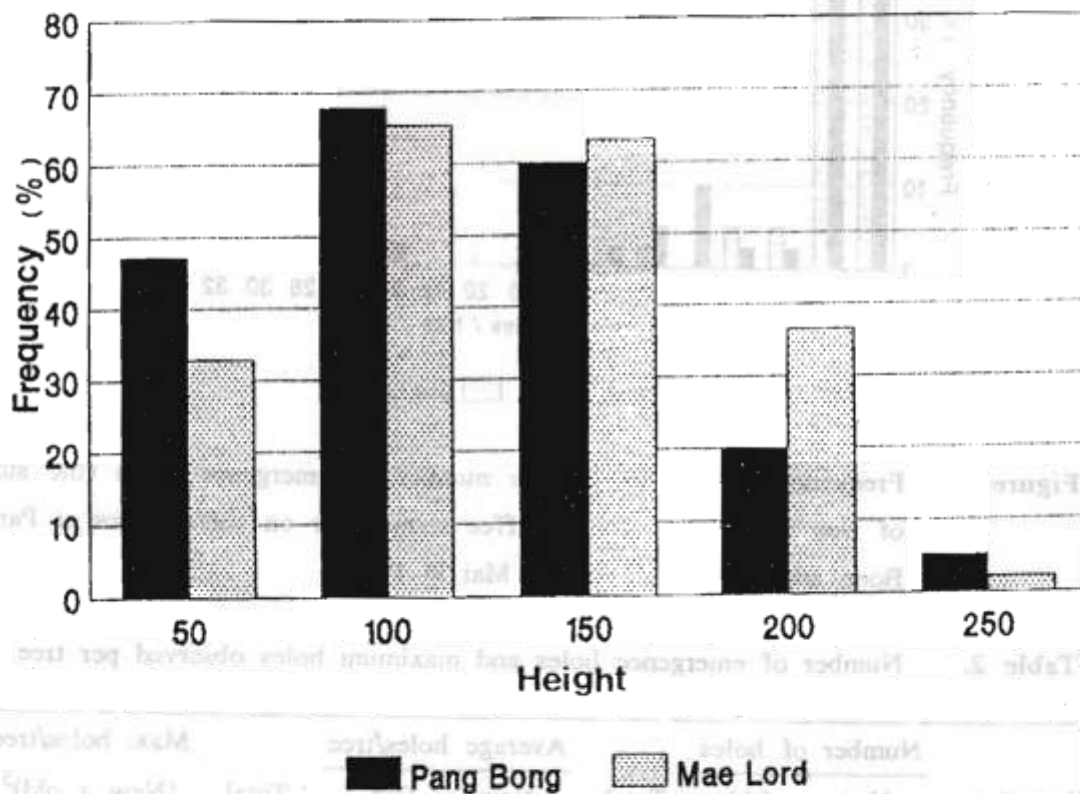


Figure 2. Vertical distribution of emergence holes (the sum of new & old holes) on the coffee trees at Pang Bong and Mae Lord, Chiang Mai in 1991.

ตำแหน่งของรอยเจาะออกที่ความสูง 100 - 150 เซนติเมตร ซึ่งพบมีความถี่ของร่องรอยเจาะออกของตัวเต็มวัยสูงที่สุด อาจจะเป็นเพราะว่า ลักษณะนิสัยของแมลงชนิดนี้ชอบวางไข่ตามรอยแตกของผิวเปลือกกาแฟ (วิสิทธิ์พานิช, 2534) โดยที่ระดับความสูงของต้นกาแฟตั้งแต่ระดับผิวดิน จนถึง 150 เซนติเมตร หรือประมาณ 1/2 หรือ 1/3 ของต้นกาแฟ มีลักษณะผิวเปลือกที่ขรุขระและแตกเป็นร่องลึก ซึ่งอาจจะเป็นบริเวณที่เหมาะสมสำหรับแมลงวางไข่มากกว่าบริเวณของลำต้นส่วนบน ซึ่งมีลักษณะผิวเปลือกที่เรียบกว่าซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกับงานทดลองของ Yoshikawa (1987) ที่ได้ศึกษาการกระจายของตำแหน่งการเจาะออกของตัวหนอนหวดยาวเจาะต้นสน (*Monochamus alternatus*) โดยพบว่าแมลงชนิดนี้วางไข่บริเวณผิวเปลือกที่แตก และมีความหนา และยังพบความหนาแน่นของจำนวนรอยเจาะออกบริเวณกลางลำต้น ซึ่งได้ให้ข้อสังเกตว่า บริเวณนี้อาจจะเหมาะสมที่สุดสำหรับการวางไข่ หรืออาจจะเป็นเพราะว่า หนอนมีการเจริญเติบโตโดยกักเก็บบริเวณส่วนกลางลำต้นมากกว่าส่วนอื่น จึงพบตัวเต็มวัยเจาะออกมาบริเวณนี้มากกว่าส่วนอื่นของลำต้น.

ช่วงการออกเป็นตัวเต็มวัยของหนอนเจาะต้นกาแฟ

จากการตรวจนับรอยเจาะออกของตัวเต็มวัย ในแต่ละเดือนตั้งแต่ เดือน พฤษภาคม ถึง ธันวาคม 2534 พบว่าในเดือนพฤษภาคมมีจำนวนตัวเต็มวัยเจาะออกมาจากต้นกาแฟมากที่สุดโดยพบที่บ้านปางบง 44 ตัว และบ้านแม่หลอด 27 ตัว เฉลี่ย 1.1 และ 0.68 ตัวต่อต้น ตามลำดับ (รูปที่ 3) จำนวนรอยเจาะออก หรือตัวเต็มวัยที่เจาะออกมาจากต้นกาแฟที่บ้านปางบง พบในเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน และไม่พบเลยตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงธันวาคม ส่วนที่บ้านแม่หลอดไม่พบตัวเต็มวัยเจาะออกมาจากต้นกาแฟเฉพาะในเดือนสิงหาคม และตุลาคม ซึ่งผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ค่อนข้างสอดคล้องกับการศึกษาช่วงการออกเป็นตัวเต็มวัยของหนอนเจาะต้นกาแฟในฤดูกาลต่างๆ โดยวิธีผ่าต้นกาแฟตรวจดูแมลงของ วิสิทธิ์พานิช (2534) ซึ่งพบตัวเต็มวัยของแมลงชนิดนี้สูงสุด ในเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม.

ช่วงเวลาการออกเป็นตัวเต็มวัยใน 24 ชั่วโมง

ผลการศึกษาช่วงเวลาการออกเป็นตัวเต็มวัยของหนอนเจาะต้นกาแฟใน 24 ชั่วโมง จากการตรวจนับรวม 24 วัน ในช่วงเดือนมิถุนายน - กันยายน 2535 พบว่าช่วงเวลา 10 นาฬิกา เป็นช่วงที่พบตัวหนอนหวดยาวเจาะออกมาจากต้นกาแฟมากที่สุด มีความถี่ 32.6 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ช่วงเวลา 8:00 และ 9:00 นาฬิกา โดยมีความถี่ 17.84 และ 15.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจะไม่พบตัวเต็มวัยเลย หลังจากเวลา 16.00 นาฬิกา เป็นต้นไป จนถึง 7.00 นาฬิกา (ตารางที่ 3).

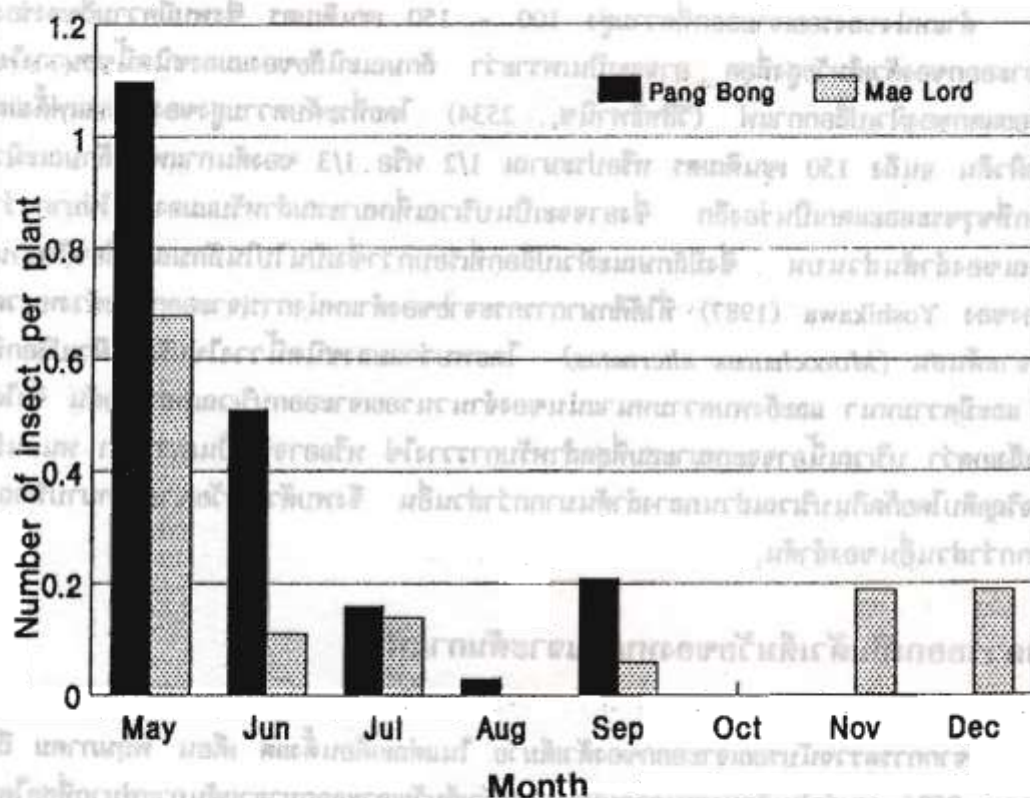


Figure 3. Seasonal prevalence of adult of coffee stem borer at Pang Bong and Mae Lord, Chiang Mai in 1991.

Table 3. The frequency of adult emergence period during 24 hours, average from 24 days of observation.

Time	Percent of adult emergence
06:00 a.m.	0
07:00 a.m.	0
08:00 a.m.	17.84
09:00 a.m.	15.14
10:00 a.m.	32.60
11:00 a.m.	8.22
12:00 a.m.	13.61
01:00 p.m.	3.34
02:00 p.m.	5.53

Table 3. (Cont.)

Time	Percent of adult emergence
03:00 p.m.	1.68
04:00 p.m.	2.04
05:00 p.m.	0
06:00 p.m.	0
07:00 p.m.	0
08:00 p.m.	0
09:00 p.m.	0
10:00 p.m.	0
11:00 p.m.	0
12:00 p.m.	0
01:00 a.m.	0
02:00 a.m.	0
05:00 a.m.	0

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการวิจัยและพัฒนากาแฟพันธุ์สูง, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้เงินอุดหนุนในการวิจัย และขอขอบคุณโครงการหลวง บ้านแม่หลอด และเกษตรกรบ้านปางบง ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ส่วนกาแฟในการวิจัยครั้งนี้.

เอกสารอ้างอิง

- วิสิทธิ์พานิช, จริยา. (2534). การศึกษานิวทรีของหนอนเจาะต้นกาแฟ *Xylotrechus quadripes* Chevrolat (Coleoptera : Cerambycidae) ในภาคเหนือของประเทศไทย I. รูปร่างลักษณะและชีววิทยาของแมลง. วารสารเกษตร. 7(3) : 228-241.
- วิสิทธิ์พานิช, จริยา. (2535). การศึกษานิวทรีของหนอนเจาะต้นกาแฟ *Xylotrechus quadripes* Chevrolat (Coleoptera : Cerambycidae) ในภาคเหนือของประเทศไทย II. พฤติกรรมในการผสมพันธุ์และพฤติกรรมการแพร่พันธุ์ของแมลง. วารสารเกษตร. 8(2) : 211-225.
- วิสิทธิ์พานิช, จริยา. (2535). ช่วงการออกเป็นตัวเต็มวัยของหนอนเจาะต้นกาแฟในฤดูกาลต่างๆ. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 13(4) : 194-201.
- Yoshikawa, K. (1987). A Study of the subcortical insect community in pine trees. II. Vertical distribution. Appl. Ent. Zool. 22 : 195-206.

วารสารเกษตร 8(3) : 273-280 (2535)

Journal of Agriculture 8(3) : 273-280 (1992)

การเก็บรักษาคัพภะยางพาราในสภาพอุณหภูมิต่ำในหลอดทดลอง

อรุณี ม่วงแก้วงาม¹ และ สมปอง ทะชะโต¹

IN VITRO STORAGE OF ZYGOTIC EMBRYO OF RUBBER (*HEVEA BRASILIENSIS* MUELL ARG.) AT LOW TEMPERATURE

Aruncce Muangkaewngam¹ and Sompong Te-chato¹

ABSTRACT : Zygotic embryos of local cultivar were stored on Murashige & Skoog (MS) free medium supplemented with 3% sucrose and 2 kinds of cryoprotectants, Mannitol and Sorbitol. The cultures were maintained under 2,000 lux illumination, 14 hour photoperiod at $10 \pm 2^\circ\text{C}$. By this method, it was found that zygotic embryos could be stored on those media for 6 weeks. Between the two cryoprotectants tested, Mannitol gave the highest percent germination after storage significantly different from that obtained on the medium with Sorbitol. Percent germination after on Mannitol and Sorbitol were 72.96 and 57.00, respectively.

บทคัดย่อ : การเก็บรักษาคัพภะยางพาราพันธุ์พื้นเมืองในอาหารสูตรพื้นฐานมูราชิเกและสคอก (MS) ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต เติมน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3% (น้ำหนักต่อปริมาตร) และสาร Cryoprotectant 2 ชนิด คือ แมนนิทอล (Mannitol) หรือซอร์บิทอล (Sorbitol) ระดับความเข้มข้นต่างๆ เติมน้ำยาได้การให้แสง 14 ชั่วโมงต่อวัน ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ อุณหภูมิ $10 \pm 2^\circ\text{C}$ พบว่า สามารถเก็บรักษาคัพภะได้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ คัพภะที่เก็บรักษาในอาหารที่เติมแมนนิทอลเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ระยะเวลาพักสัปดาห์ให้ความมีชีวิตของคัพภะสูงสุด 72.96% รองลงมาคือ การเก็บรักษาในอาหารที่เติมซอร์บิทอลความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ให้ความมีชีวิตของคัพภะหลังจากเก็บรักษา 57.00% ความมีชีวิตของคัพภะลดลง ความแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อเลี้ยงคัพภะในอาหารที่เติมสาร Cryoprotectant เดียวกัน.

¹ ภาควิชาพืชศาสตร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, อำเภอหาดใหญ่, จังหวัดสงขลา 90112.
¹ Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources Prince of Songkla University, Songkla 90112, Thailand.

บทนำ

การขยายพันธุ์ยางเพื่อเพิ่มผลผลิตในปัจจุบันเกษตรกรใช้วิธีการปลูกยางพันธุ์ดี ที่ให้ผลผลิตสูงโดยการติดตาข้างพันธุ์ดีลงบนต้นตอยางพันธุ์พื้นเมือง ปัญหาสำคัญของการขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้คือ เมล็ดพันธุ์ยางหายาก ทั้งนี้เพราะเกษตรกรปลูกยางพันธุ์ดีที่ทางราชการส่งเสริมแทนยางพันธุ์พื้นเมือง และยางพันธุ์พื้นเมืองที่ใช้เป็นต้นตอมีอัตราการติดเมล็ดต่ำมาก (Harither and Ying, 1984) นอกจากนี้เมล็ดพันธุ์ยางไม่สามารถลดความชื้นให้ต่ำลงเพื่อเก็บรักษาได้ (วัลลภ, 2531) จากเหตุผลดังกล่าวทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ การเก็บรักษาโดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยเพิ่มศักยภาพการเก็บรักษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น แต่การเก็บรักษาทั้งเมล็ดต้องอาศัยพื้นที่มาก ดังนั้น การเก็บรักษาข้างในรูปหัตถ์พหุขางที่ได้อาจมีรายงานการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์พืชยืนต้นหลายชนิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนที่แตกต่างกัน Sharma (1990) ทำการเก็บรักษาส่วนข้อแอมป์เปลในอาหารสูตร MS ที่อุณหภูมิ 4°C พบว่าสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลา 6 เดือน การเก็บรักษาปลายยอดสนในหลอดทดลองโดยการเตรียมเลี้ยงที่อุณหภูมิ 1°C ก่อน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และหลังจากนั้นค่อยๆ ลดอุณหภูมิลงในอัตรา 0.1°C ต่อนาที จนถึงลบ 40°C แล้วจึงเก็บรักษาในไนโตรเจนเหลว เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของชิ้นส่วนพืชภายหลังการเก็บรักษาสูงและสูงกว่าการไม่เตรียมเลี้ยง (Reed, 1990) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำร่วมกับการใช้สาร Cryoprotectant มีความจำเป็น เพราะช่วยป้องกันอันตรายให้กับชิ้นส่วนพืช Fukal (1990) รายงานการเก็บรักษาส่วนปลายยอดเบญจมาศในอาหารเติม DMSO เข้มข้น 10% และน้ำตาลกลูโคส 3% ว่าช่วยป้องกันชิ้นส่วนพืชไม่ให้เป็นอันตรายเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นไปในทำนองเดียวกับการการเก็บรักษาปลายยอดกล้วย ในอาหารที่เติมน้ำตาลไรโบสเข้มข้น 3% สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าการไม่เติม (Ko et al., 1991) นอกจากนี้ การดัดแปลงวิธีการในการเก็บรักษาเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาได้เช่นเดียวกัน โดยเฉพาะพืชเขตร้อนที่ไม่สามารถปรับตัวต่ออุณหภูมิต่ำจึงเกิดอันตรายที่เรียกว่า Chilling injury จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ ในการเก็บรักษาพืชเหล่านี้ เช่น การเก็บรักษาปลายยอดจึงโดยวิธีการหลอมพาราฟิล์มเหลวปิดทับไว้ด้านบน สามารถเก็บรักษาได้ 1 ปี โดยที่อัตราการรอดชีวิตยังคงสูง 70 ถึง 100% (Dekkers, 1991).

รายงานฉบับนี้เป็นการศึกษาพื้นฐานถึงการเก็บรักษาหัตถ์พหุขางพาราพันธุ์พื้นเมืองในหลอดทดลอง โดยมุ่งศึกษาผลของสาร Cryoprotectant ชนิด และระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่เติมในอาหารเพาะเลี้ยงต่อความสามารถในการเก็บรักษาหัตถ์พหุขางพันธุ์พื้นเมืองที่อุณหภูมิต่ำ.

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บรวบรวมเมล็ดข่างพันธุ์พื้นเมืองมากระเพาะเอาเปลือกหุ้มเมล็ดออก แล้วฆ่าเชื้อผิวภายนอกโดยจุ่มในแอลกอฮอล์ 70% นาน 30 วินาที และลนไฟตัดแยกเฉพาะคัพภะวงเลี้ยงบนอาหารสูตรพื้นฐาน Murashige and Skoog (MS) ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต เติมน้ำตาลซูโครส (Sucrose) เข้มข้น 3% ร่วมกับแมนนิทอล (Mannitol) หรือซอร์บิทอล (Sorbitol) 5 ระดับความเข้มข้นคือ 0.01, 0.05, 0.10, 0.50 และ 1.00 โมลาร์ ทำการเก็บรักษาในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง 0 ถึง 30 °ซ ให้อุณหภูมิเริ่มต้นในการเลี้ยงเท่ากับ 26 °ซ หลังจากนั้นลดอุณหภูมิลงวันละ 4 °ซ จนกระทั่งถึงอุณหภูมิสุดท้าย 10 °ซ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าว ภายใต้การให้แสง 14 ชั่วโมงต่อวัน ความเข้มแสง 2,000 ลักซ์ เป็นเวลา 3, 4, 5 และ 6 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดในแต่ละระยะเวลา นำคัพภะมาชักนำการงอกโดยย้ายไปเลี้ยงบนอาหารสูตรพื้นฐาน MS เติมน้ำถ่านเข้มข้น 0.05% น้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3% ร่วมกับ Indoleacetic acid (IAA) เข้มข้น 1 มก/ลิตร และ Benzyladenine (BA) เข้มข้น 5 มก/ลิตร วางเลี้ยงที่อุณหภูมิ 28 ± 2 °ซ ความเข้มแสง 2,500 ลักซ์ ให้แสง 14 ชั่วโมงต่อวันตรวจสอบผลความสามารถในการงอกหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ ในสารป้องกันความเย็นทั้ง 2 ชนิด ระดับความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกันโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด แต่ละหน่วยทดลองทำ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 คัพภะ.

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองเก็บรักษาคัพภะในอาหารเติมแมนนิทอลระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่าความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ให้ผลการเก็บรักษาดีที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับความเข้มข้นอื่นๆ ที่ทดสอบ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาเดียวกัน กล่าวคือ ช่วยให้คัพภะมีชีวิตและสามารถงอกได้สูงสุด มีเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ 88.33% ความงอกลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น คัพภะขางที่เก็บรักษาเป็นเวลา 4, 5 และ 6 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 80.33, 74.00 และ 72.96% ตามลำดับ (ตารางที่ 1, รูปที่ 1).

กรณีการเก็บรักษาคัพภะในอาหารที่เติมซอร์บิทอลความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ให้ผลทำนองเดียวกับแมนนิทอล คือ ระดับความเข้มข้น 0.05 ถึง 0.10 โมลาร์ ช่วยให้คัพภะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังจากเก็บรักษาเป็นระยะต่างๆ สูงสุดแตกต่างจากระดับความเข้มข้นอื่นๆ อย่างไรก็ตามความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ให้ผลดีที่สุด 93.33% เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากนั้นความงอกลดลงการเก็บรักษาเป็นเวลา 4, 5 และ 6 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 75.02, 66.00 และ 57.00% (ตารางที่ 2, รูปที่ 2).

Table 1. Effect of various concentrations of Mannitol on percent germination of zygotic embryo after storage at $10 \pm 2^\circ\text{C}$ for various times.

Concentration of Mannitol (Molar)	% Germination of zygotic embryo			
	Storage period (week)			
	3	4	5	6
0.01	86.66 ^a	77.30 ^a	69.00 ^a	65.76 ^{ab}
0.05	88.33 ^a	80.33 ^a	74.00 ^a	72.96 ^a
0.10	67.86 ^{ab}	76.00 ^{ab}	69.00 ^a	53.00 ^{bc}
0.50	50.00 ^{bc}	65.00 ^{bc}	53.00 ^b	42.10 ^{cd}
1.00	36.66 ^c	58.00 ^c	51.00 ^b	28.30 ^d
Average	65.90	71.32	63.20	52.96
CV (%)	25.33	11.76	16.63	25.82

Mean within column with different supperscripts are significantly different by Duncan's Multiple Range Test.

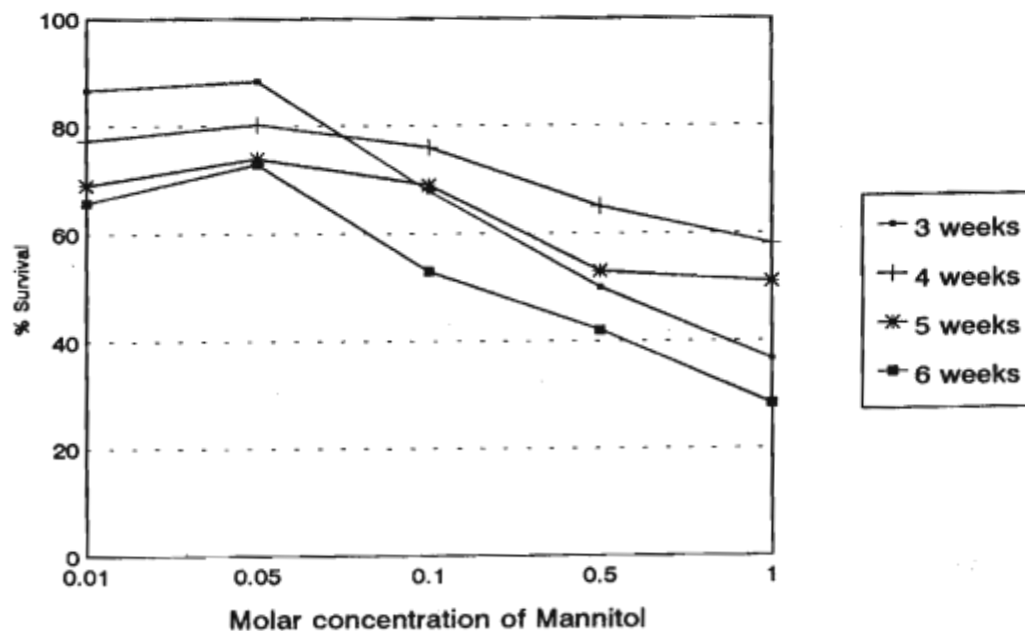


Figure 1. Effect of various concentrations of Mannitol on percent survival of zygotic embryo after storage at $10 \pm 2^\circ\text{C}$ for various times.

Table 2. Effect of various concentrations of Sorbitol on percent germination of zygotic embryo after storage at $10 \pm 2^\circ\text{C}$ for various times.

Concentration of Mannitol (Molar)	% Germination of zygotic embryo storage for			
	Storage period (week)			
	3	4	5	6
0.01	63.33 ^{ab}	57.50 ^b	58.00 ^{ab}	57.00 ^a
0.05	93.33 ^a	75.02 ^a	66.00 ^a	57.00 ^a
0.10	86.66 ^a	74.40 ^a	57.00 ^{ab}	40.00 ^b
0.50	53.33 ^{ab}	52.60 ^{bc}	46.00 ^{bc}	42.00 ^b
1.00	33.33 ^b	44.40 ^c	49.00 ^{bc}	37.00 ^b
Average	65.99	60.78	55.20	46.60
CV (%)	23.60	12.13	18.67	16.36

Mean within column with different superscripts are significantly different by Duncan's Multiple Range Test.

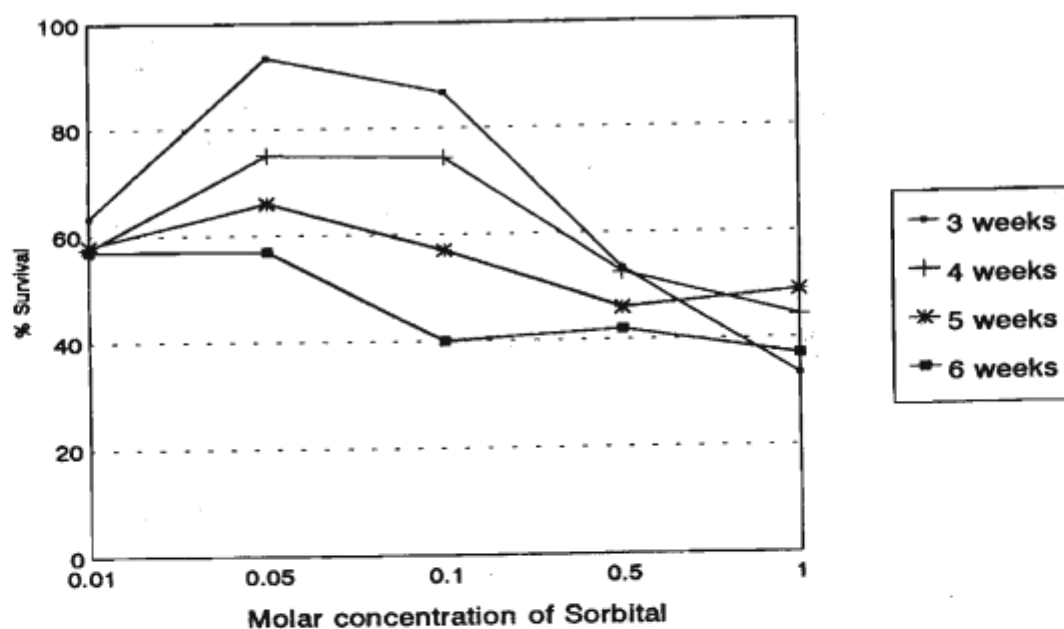


Figure 2. Effect of various concentrations of Sorbitol on percent survival of zygotic embryo after storage at $10 \pm 2^\circ\text{C}$ for various times.

จากการศึกษาข้างต้นพบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดของแมนนิทอล ซอร์บิทอล คือ 0.05 โมลาร์ จึงทำการทดลองเปรียบเทียบความสามารถของสารทั้งสอง โดยวางเลี้ยงตัวอ่อนในอาหารเติมแมนนิทอล หรือซอร์บิทอลความเข้มข้นดังกล่าวข้างต้น พบว่าเมื่อเก็บรักษาตัวอ่อนเป็นระยะเวลา 3 ถึง 4 สัปดาห์ ทั้งแมนนิทอลและซอร์บิทอล ช่วยให้ตัวอ่อนมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสูง หลังการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > .05$) การเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ซอร์บิทอลให้ผลดีที่สุด ตัวอ่อนมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 91.33% ในขณะที่แมนนิทอลให้เปอร์เซ็นต์ความงอก 88.33% แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้นเป็น 4 สัปดาห์ แมนนิทอลกลับให้ผลดีที่สุด (ตารางที่ 3, รูปที่ 3) เมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นเป็น 5 ถึง 6 สัปดาห์ พบว่า แมนนิทอลให้ความสามารถในการออกดีกว่าซอร์บิทอลโดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .05$) การเก็บรักษาในอาหารเติมแมนนิทอลเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ช่วยเก็บรักษาตัวอ่อนไว้โดยที่ยังคงมีชีวิต 69.00% ในขณะที่การเก็บรักษาในอาหารเติมซอร์บิทอลให้ตัวอ่อนมีความมีชีวิต 57.00%.

Table 3. Effect of Mannitol and Sorbitol at 0.05 Molar on percent germination of zygotic embryo after storage at $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ for various times.

Cryoprotectant	% Germination of zygotic embryo			
	Storage period (wk)			
	3	4	5	6
Mannitol	88.33	77.30	74.00	69.00
Sorbitol	91.33	75.02	66.00	57.00
LSD (0.05)	ns	ns	*	*
CV (%)	12.60	21.41	16.20	10.48

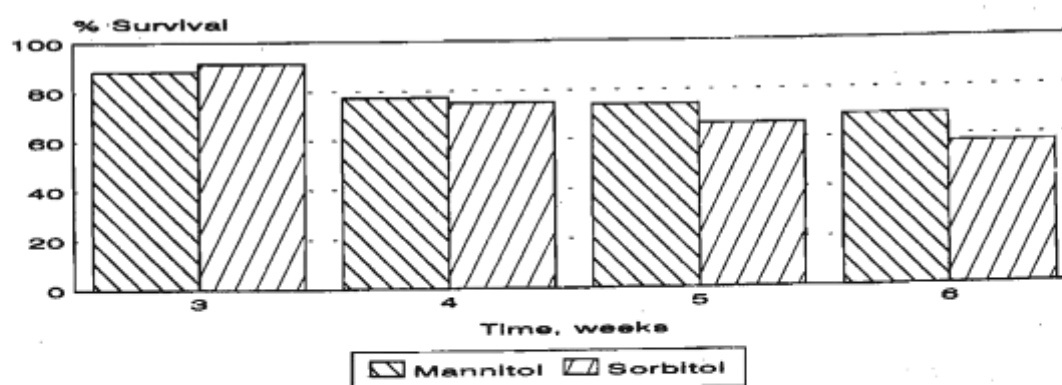


Figure 3. Effect of Mannitol and Sorbitol at 0.05 Molar on percent germination of zygotic embryo after storage at $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ for various times.

การเก็บรักษาผักขงฝืนเมืองในอาหารที่เติมสารป้องกันความเย็นในรูปแบบนิทอล ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ให้ผลดีที่สุดสามารถเก็บรักษาผักขงได้ขณะนี้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผักขงที่เก็บรักษาในระยะเวลาดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 69.00% การเก็บรักษาในระยะเวลาสั้น สารป้องกันความเย็นทั้ง 2 ชนิด มีความเหมาะสมในการป้องกันอันตรายให้แก่ผักขงได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นแบบนิทอลมีความเหมาะสมมากกว่า การวางเลี้ยงผักขงในอาหารเติมแบบนิทอลเข้มข้น 1.00 โมลาร์ เพื่อเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิเย็นเกิดผลึกในอาหาร มีผลเสียหายต่อผักขงในลักษณะเดียวกับอันตรายที่เกิดจากพืชได้รับจากน้ำค้างแข็ง ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ ดังนั้น การใช้แบบนิทอลความเข้มข้นสูงเกินไป (> 0.10 โมลาร์) ไม่ช่วยให้การเก็บรักษาผักขงได้เป็นเวลานานขึ้น ในทางตรงข้ามกลับเป็นอันตรายต่อผักขงอีกด้วย การเก็บรักษาผักขงในการทดลองนี้ได้ทำการลดอุณหภูมิลงเป็นลำดับก่อน การเก็บรักษาที่อุณหภูมิเย็นเพื่อให้พืชค่อยๆ ปรับตัวสามารถอยู่รอดได้ที่อุณหภูมิเย็น ในทำนองเดียวกับการเก็บรักษาขึ้นส่วนพืชหลายชนิดมีความจำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการลดอุณหภูมิลงเป็นลำดับ เช่น การเก็บรักษาส่วนปลายยอดของแพร่ (Reed, 1990) ภายใต้การลดอุณหภูมิลงในอัตรา 0.1°C ต่อนาที ให้ความมีชีวิตของขึ้นส่วนพืชสูงกว่าการลดอุณหภูมิลงในอัตรา 0.8°C ต่อนาที นอกจากปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาขึ้นส่วนพืชที่กล่าวแล้วข้างต้น ยังพบว่าการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในอาหาร สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของขึ้นส่วนพืชหลังการเก็บรักษาให้สูงขึ้นได้ ดังรายงานการเก็บรักษาเมล็ดของข้าวบาร์เลย์ในอาหารเติม 2,4-D ในระดับความเข้มข้น 0.1 มก/ลิตร (Ziauddin and Kasha, 1990) ผลดังกล่าวตรงข้ามกับการศึกษาในกาแฟ (Desbrunais, 1991) ซึ่งพบว่าการใช้ BA ให้ผลการเก็บรักษาไม่ดีเท่าอาหารที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต อย่างไรก็ตามรายงานนี้ไม่ได้ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีต่อการเก็บรักษาผักขงขงพารา ดังนั้น การผสมผสานดัดแปลงปัจจัยต่างๆ ในอันที่จะเพิ่มระยะเวลาการเก็บรักษาผักขงขงพาราพันธุ์พื้นเมืองให้นานขึ้นนับว่ามีประโยชน์ต่อการผลิตต้นตอออกฤดูกาล ทำให้การติดตายเป็นไปได้ตลอดและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ การใช้ขึ้นส่วนต่างๆ ของต้นกล้าที่ซึมน้ำในหลอดทดลองมาขยายพันธุ์ด้วยวิธีไมโครตัดติ่งจะช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนต้นตอขงในอนาคตได้.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือการทำงานวิจัยในด้านเงินทุนเพื่อการวิจัย และขอขอบคุณ คุณชัยโรจน์ ธรรมรัตน์ นักวิชาการเกษตร ระดับ 7 ศูนย์วิจัยยางสงขลา ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำวิจัยด้วยดีมาตลอด.

เอกสารอ้างอิง

- สันติประชา, วิมล. (2530). เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 217 หน้า.
- Deabrunais, B.A., Noirot, M. and Charrier, A. (1991). Minimal growth invitro conservation of coffee (*Coffea* spp.) 1. Influence of low concentrations of 6-benzyladenine. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 27:333-339.
- Fukai, S. (1990). Cryopreservation of chrysanthemum shoot tips. *Scientia Horticulturae*. 46:167-174.
- Hariher, G. and Ying, H.Y. (1984). The low fruit set that follows conventional hand pollination in *Hevea brasiliensis* : insufficiency of pollen as a cause. *RRIM Journal*. 32:20-29.
- Ko, W., Hwang, S. and Ku, F. (1991). A new technique for storage of meristem-tip cultures of Cavendish banana. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 25:179-183.
- Reed, M.B. (1990). Survival of *in vitro* grown apical meristem of pyrus following cryopreservation. *Hort Science*. 25:111-113.
- Sharma, K.K. (1990). *In vitro* propagation of *Malus alba* through nodal segment. *Scientia Horticulturae*. 42:307-320.
- Ziauddin, A. and Kasha, J.K. (1990). Long-term callus cultures of diploid Barley (*Hordeum vulgare*). 1. Auxin effects on culture initiation and maintenance. *Euphytica*, 48:171-176.

การผสมผสานไม้ยืนต้นเพื่อพัฒนาระบบการเกษตรที่ยั่งยืน
ที่ดอนอาศัยน้าฝน

2. การเปรียบเทียบพันธุ์มะม่วงที่มีอายุ 3 ปี

ธวัชชัย รัตนเดช¹ และ อติสร กระแสชัย¹

INTEGRATING WOODY PERENNIAL SPECIES FOR SUSTAIN-
ABLE AGRICULTURE IN A RAINFED UPLAND
2. COMPARISON OF THREE YEAR-OLD MANGO CULTIVARS

Tavatchai Radanachaless¹ and Adisorn Krasaechai¹

ABSTRACT: The integration of mango into the traditional soybean cropping pattern on the farmer's field in the Chom Tong Land Reform Project area, Chiang Mai, have been studied since 1989. The purpose was to identify the suitable mango cultivars by comparing the performance of 15 commercial cultivars under the upland conditions. Results of the first three year (1989-1992) indicated that mango generally had a rapid growth, particularly, Pim-Sen-Man, Chao-Khun-Thip, Nong-Sang and Tong-Dum cultivars, while Salaya, Kaew-Luem-Rang and Nam-Dok-Mai grew at a relatively lower rate. Almost all mango flowered but only about fifty percent bore fruits in the third year. The highest number of harvested fruits per tree in the third year was obtained from Chok-A-Nan cultivar. But the green delicious cultivars: Salaya and Kaew-Luem-Rang could be harvested earlier in the area. Three percent of the mortality rate was still found annually even in the third year excluding those which were damaged by occasional storm. The effect of the integrated mango tree on the traditional soybean production as well as the impact of this on-farm research on the expansion of the multipurpose fruit tree growing in the surrounding area were also discussed.

¹ ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, Thailand.

บทคัดย่อ : การศึกษาการปลูกมะม่วงผสมผสานกับถั่วเหลืองที่มีอยู่เดิมแล้วในท้องถิ่นบนแปลงของเกษตรกรในพื้นที่โครงการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมป่าจอมทอง, จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2532 เพื่อคัดเลือกหาพันธุ์มะม่วงที่เหมาะสมจากพันธุ์การค้าที่คัดเลือกไว้ในเบื้องต้นจำนวน 15 พันธุ์ ในสภาพที่ดอนอาศัยน้ำฝน ผลการศึกษาในช่วง 3 ปีแรก (2532-2535) ซึ่งมะม่วงมีการเติบโตทั่วไปค่อนข้างเร็ว โดยเฉพาะพันธุ์พืชมะม่วง, เจ้าคุณพิชัย, หนองแขง, และทองคำ ขณะที่พันธุ์สาธิตา, แก้วมิ่งรุ่ง และน้ำดอกไม้ จะโตค่อนข้างช้า. ในปีปี 3 นี้มะม่วงเกือบทุกต้นติดดอกแล้ว แต่ต้นที่ติดผลให้เห็นยังมีต้นเพียงประมาณร้อยละ 50 พันธุ์ไหนที่ให้ผลผลิตต่อต้นสูงสุด แต่พันธุ์วิไลมงคล (มะม่วงเขียว) เช่น สาธิตา และแก้วมิ่งรุ่ง จะเก็บผลได้ต้นฤดูก่อนพันธุ์อื่นๆ มะม่วงมีอัตราการตายร้อยละ 3 ต่อปีโดยประมาณ และพบอย่างค่อนเนื่องมาในปี 3 โดยไม่พบรวมที่ถูกพาหุศัตรูตายไปซึ่งเกิดขึ้นเป็นบางปี นอกจากนั้นในการศึกษานี้ ยังได้เก็บรายละเอียดของการปลูกมะม่วงที่มีต่อการผลิตถั่วเหลืองที่ปลูกร่วมกันในฤดูฝน รวมทั้งผลกระทบของแปลงศึกษาพันธุ์มะม่วงที่มีต่อการขยายตัวของแปลงปลูกมะม่วงของเกษตรกรในบริเวณข้างเคียงอีกด้วย.

กานำ

ปัญหาความขาดทุนของเกษตรกรบนที่ดอนอาศัยน้ำฝนของภาคเหนือตอนบน เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการด้วยกัน ที่สำคัญนั้นจะรวมทั้งการที่ชุมชนขาดข้อมูลที่เกี่ยวข้องเหมาะสมกับสภาพในท้องถิ่น เป็นเหตุให้ขาดแนวทางใหม่ๆ ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาหรือพัฒนาอาชีพการเกษตรของตนเอง เกษตรกรบนที่ดอนแต่ละครัวเรือนมีรายได้น้อย ไม่แน่นอน ส่วนใหญ่ของรายได้มาจากการปลูกพืช ขณะที่ผลผลิตที่ได้มีแนวโน้มตกต่ำและด้อยคุณภาพลง เนื่องจากภัยศัตรูพืชที่เพิ่มความรุนแรงขึ้น รวมไปถึงความเสื่อมโทรมลงของทรัพยากรดินและน้ำของที่ดิน จากปัญหาดังกล่าวโดยเฉพาะประการหลังสุด ได้มีความพยายามฟื้นฟูสภาพนิเวศน์ของที่ดิน ควบคู่ไปกับการสร้างรายได้จากทรัพยากรที่ดินให้เกิดประโยชน์ในระยะยาว โดยวิธีผสมผสานไม้ผลยืนต้นเข้ากับ การปลูกพืชไร่อายุสั้น (รัตนขลศ และ ยิบมันตะสิริ, 2535) ซึ่งจากผลการศึกษาในระยะแรกบนที่ ดอนอาศัยน้ำฝนได้ยืนยันว่า มะม่วงเป็นไม้ผลยืนต้นที่สามารถใช้ผสมผสานกับถั่วเหลืองพืชไร่อายุ สั้นในพื้นที่ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสมที่สุด (รัตนขลศ และ กระแสชัย, 2534) อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยมีมะม่วงพันธุ์ต่างๆ มากมายกว่า 170 พันธุ์ (วังไธ, 2533) และข้อมูลในปี 2531/ 32 ประเทศไทยมีการปลูกมะม่วงไปแล้วกว่า 1.1 ล้านไร่ มีผลผลิตสูงกว่า 4 แสนตันต่อปี (ประสารสุข, 2535) รวมทั้งปัญหาราคาตกต่ำของมะม่วงในภาคเหนือตอนบนเพราะผลผลิตออกสู่ ตลาดช้ากว่าในภาคกลางและภาคอื่นๆ ซึ่งส่วนเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการปลูกและตัดสินใจเลือก พันธุ์มะม่วงนอกเหนือไปจากปัญหาเฉพาะพื้นที่ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น แม้ภาคเหนือตอนบน จะมีการปลูกมะม่วงมาก แต่การศึกษาค้นหาพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับที่ดอนกลับมีน้อยมาก (รัตนขลศ และ กระแสชัย, 2535) ดังนั้นการศึกษาค้นเลือกหาพันธุ์มะม่วงที่เหมาะสมกับที่ดอนอาศัยน้ำฝนจึง เป็นความจำเป็นขั้นพื้นฐาน โดยการเปรียบเทียบจากพันธุ์การค้าที่คัดเลือกเบื้องต้นไว้แล้วจำนวน 15 พันธุ์ ก่อนที่จะพัฒนาหาเทคโนโลยีอื่นต่อไป.

อุปกรณ์และวิธีการ

ได้เลือกพื้นที่ขนาดประมาณ 5 ไร่ บนที่ดินอาศัสน้ำฝนในโครงการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมป่าจอมทอง ของเกษตรกรบ้านห้วยน้ำขาว หมู่ 1 ตำบลยางคราม อำเภोजอมทอง สำหรับที่ตั้งและลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ ได้มีรายงานไว้ใน กรมพัฒนาที่ดิน (2522); สำนักงานการปฏิรูปที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ (2525); รันดาเว (2531); รัตนชลศ (2533); หาญวิริยะพันธุ์ (2533); Ratanapessla (1990); Junpoom (1991) และ สุทธารักษ์ (2535) ส่วนสภาพเศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกรบ้านห้วยน้ำขาว ได้มีรายงานไว้ใน เตจ๊ะใจ (2531) สำหรับองค์ประกอบทางฟิสิกส์และเคมี ของดินมีรายงานไว้ใน Radanachalass (1987).

มะม่วงกิ่งทาบจากตลาดต้นไม้ของจังหวัดเชียงใหม่ ที่คัดเลือกพันธุ์ไว้ป้องกันแล้วแต่แรก จำนวน 16 พันธุ์ ต่อมาในช่วงติดผลปี 2534 ได้ตรวจสอบจำแนกพันธุ์ใหม่พบว่าเหลือเพียง 15 พันธุ์ ที่หายไปเป็นพันธุ์ที่ซ้ำซ้อนกัน ทั้งหมดปลูกไว้เมื่อวันที่ 12-13 สิงหาคม 2532 ตามผัง การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ให้พันธุ์เป็นวิธีการ และ 1 ต้นเป็น 1 ซ้ำ จำนวน 8 ต้นต่อพันธุ์เมื่อ เริ่มงาน แต่ได้เปลี่ยนไปเป็น 4-15 ต้นต่อพันธุ์ หลังจากได้มีการตรวจสอบพันธุ์ใหม่ รวมทั้งมีการ ตายของบางต้น ทั้งหมดได้ปลูกในหลุมขนาด 1 x 1 x 1 เมตร ปรับดินในหลุมด้วยเศษซาก ถั่วเหลืองและปุ๋ยคอกจากมูลโค หลังกลบดินได้ค้ำยันต้นอ่อนด้วยไฟรวก และฝังค้ำดินเหนียวขนาด ความจุประมาณ 16 ลิตร ชนิดไม่เคลือบไวซิดโคนต้นเพื่อกักเก็บน้ำโดยเฉพาะสำหรับในฤดูแล้ง พร้อมกับทำร่มเงาให้กับมะม่วงต้นอ่อนด้วยแผงใบตองตึง มีการให้น้ำเสริมเฉพาะช่วงหมดฝน (พฤศจิกายน-เมษายน) ในปีแรก ไม่เกิน 3 ครั้งต่อเดือน จนเข้าฤดูฝน (พฤษภาคม) ในปีถัดไป มีการให้ปุ๋ยเคมี (15-15-15) และปุ๋ยคอกแก่มะม่วงตามคำแนะนำของไอสสสและคณะ (2533) โดยปลูกผสมผสานอย่างเป็นแถวเป็นแนวเข้าไปในถั่วเหลืองปลายฝน (สิงหาคม-พฤศจิกายน) รายละเอียดของการปลูกและการจัดการถั่วเหลืองโดยสังเขป ได้รายงานไว้ใน Radanachalass (1987) ถั่วเหลืองที่ไช้ตลอด 3 ปีแรกเป็นพันธุ์เชียงใหม่ 60 ทั้งสิ้น.

มีการบันทึกข้อมูลทุกเดือนในปีแรกและทุกสองเดือนในปีที่สองและสามต่อมา ข้อมูล ประกอบด้วย ความสูง ความกว้างของทรงพุ่ม และ เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่สูงจากผิวดินขึ้น มาประมาณ 10 เซนติเมตร นำข้อมูลมาวิเคราะห์การเติบโต โดยใช้ Regression technique เพื่อ ใช้เปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ ในปีที่ 3 ได้มีการบันทึกการติดดอก และเห็นผลครั้งแรก จากนั้นจึง บันทึกผลผลิต นับตั้งแต่เริ่มติดผลให้เห็นเป็นระยะไปทุก 1-2 สัปดาห์ จำนวนเป็นจำนวนการติด ผล (มีผลขนาดยาวเกิน 5 เซนติเมตร ขึ้นไป) จำนวนผลร่วงหรือเน่าเสียหายตามธรรมชาติ จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ นอกจากนั้นเป็นข้อมูลอัตราการตายของต้นและสาเหตุในแต่ละปี ค่าใช้จ่ายและกิจกรรมการปลูกมะม่วงได้ขอบันทึกจากเกษตรกรไว้อย่างละเอียด เพื่อใช้เสนอเป็น ข้อมูลต้นทุนการผลิตมะม่วงบนที่ดินตั้งแต่แรกปลูก เช่นเดียวกับถั่วเหลืองปลายฝน นอกจาก

ต้นทุนการผลิตแล้วยังได้สุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตในแปลงที่มีมะม่วงปลูกผสมผสานและแปลงที่ไม่มีมะม่วงปลูก ในพื้นที่ตัวอย่างขนาด 2 x 2 เมตร รวม 12 ตัวอย่างใน 2 ปีแรก และขยายเป็น 1 x 8 เมตร รวม 8 ตัวอย่างในปีที่ 3 เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาภาพรวมของการปลูกไม้ยืนต้นผสมผสานกับพืชไร่อายุสั้นทั้งระบบต่อไป ส่วนการขยายพื้นที่ปลูกมะม่วงในพื้นที่ 1,200 ไร่ ในเขตโครงการปฏิรูปที่ดินฯ ใกล้บ้านห้วยน้ำขาว หมู่ 1 ได้ทำการสำรวจติดตามในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน ของทุกปี.

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเติบโต

ในช่วง 3 ปีแรก (สิงหาคม-กรกฎาคม ของทุกปี) มะม่วงทั้ง 15 พันธุ์ มีการเติบโตอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องเป็นปกติ บนที่ดอนอาศัยน้ำฝน ในเขตพื้นที่โครงการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมป่าจอมทอง โดยเฉพาะการเพิ่มขนาดของทรงพุ่ม และความสูง ซึ่งมีอัตราการเพิ่มโดยเฉลี่ยทั้ง 15 พันธุ์ ถึง 5.9 และ 4.7 เซนติเมตร ต่อเดือนตามลำดับ ขณะที่อัตราการเพิ่มขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นไม่ชัดเจนนักเพียง 2 มิลลิเมตร ต่อเดือน (ตารางที่ 1) ข้อมูลการเติบโตในรอบ 3 ปีแรกได้ชี้ว่า พันธุ์พิมเสนมัน, เจ้าคุณทิพย์, หนองแขง และทองคำ อยู่ในกลุ่มที่มีการเติบโตด้านกิ่งก้านสาขาโดยภาพรวมค่อนข้างสูงเด่น แก้วส้มรัง และน้ำดอกไม้ เป็นกลุ่มพันธุ์ที่เติบโตค่อนข้างช้า เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ที่ศึกษาทั้งหมด จากข้อมูลนี้ยังชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มว่า 4 พันธุ์แรกจะเป็นพันธุ์ต้นโต เพียงในปีที่ 3 มีความสูงไม่ต่ำกว่า 2.4 เมตร ทรงพุ่มมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 2.2 เมตร ขณะที่พันธุ์ต้นเล็กจะสูงประมาณไม่เกิน 2.0 เมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มไม่เกิน 2.0 เมตร.

สำหรับมะม่วงกลุ่มพันธุ์ต้นโต เริ่มพบปัญหาในการจัดการแมในปีที่ 3 ซึ่งรวมทั้งความลำบากในการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงศัตรูพืช และการเก็บผลผลิต นอกเหนือไปจากทำให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลงจากการสูญเสียพื้นที่ปลูก และรบกวนที่เกิเกิดขึ้นดังจะได้อธิบายต่อไป ขณะที่มะม่วงพันธุ์ต้นเล็กอย่าง ศาลายาแก้วส้มรัง และน้ำดอกไม้ จะได้เปรียบในแง่การจัดการที่กล่าวมาในตอนต้นทั้งเกิดผลกระทบต่อผลผลิตถั่วเหลืองพืชไร่ได้น้อยกว่า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่มีพื้นที่ทำกินน้อย โดยเฉพาะครัวเรือนละ 5 ไร่นี้เป็นอย่างยิ่ง.

Table 1. Growth rate of stem diameter, height and canopy width of the 3 year-old mangotrees which integrated into the traditional upland rainfed soybean during 1989-1992.

Mango cultivar	Rep.	Growth rate of		
		Stem diameter (mm/month)	Height (cm/month)	Canopy width (cm/month)
1 Nam-Dok-Mai	8	1.82	3.98	5.07
2 Kaew-Hua-Chook	7	1.76	4.78	5.80
3 Nang-Klang-Wan	7	2.40	5.29	5.45
4 Pet-Ban-Lad	7	1.72	4.82	5.25
5 Pim-Sen-Man	6	2.78	6.48	8.39
6 Nong-Sang	8	2.39	5.37	6.73
7 Rad	5	1.99	4.73	5.16
8 Fah-Lan	7	1.95	3.65	5.86
9 Kaew-Luem-Rang	7	1.76	3.71	5.01
10 Salaya	8	1.36	2.36	4.96
11 Chao-Khun-Thip	4	2.60	6.26	6.74
12 Kiew-Sa-Woer	7	2.11	4.86	5.88
13 Chok-A-Nan	7	2.03	4.03	5.53
14 Og-Rong	7	2.31	4.83	6.54
15 Tong-Dum	5	2.34	6.83	6.72
Mean		2.06	4.67	5.88
F-test		*	*	*
CV.		19.72	23.92	24.09
LSD(0.05);				
n1	n2			
8	8	0.40	1.11	1.41
8	7	0.41	1.15	1.46
8	6	0.43	1.20	1.52
8	5	0.45	1.27	1.60
8	4	0.49	1.36	1.72
7	7	0.43	1.19	1.50
7	6	0.44	1.24	1.57
7	5	0.47	1.30	1.65
7	4	0.50	1.39	1.76
6	5	0.48	1.35	1.70
6	4	0.51	1.44	1.82
5	5	0.50	1.41	1.78
5	4	0.53	1.49	1.89

อัตราการตายและสาเหตุ

การตายของมะม่วงในช่วงปีแรกๆ นั้น พบว่ามีสาเหตุสำคัญจากการปลูกบนจอมปลวก และถูกพายุพัดล้ม ดังมีรายงานไว้ในปีที่ 2 หลังปลูก (รัตนชลเศ และ กระแสชัย, 2535) ผลการติดตามในเวลาต่อมาเมื่อมีการปลูกซ่อมแทนต้นที่ตายไป ต้นที่ปลูกใหม่ในหลุมเดิมบนจอมปลวกเก่า ก็ยังมีการตายต่อไป ส่วนปัญหาอันเนื่องมาจากพายุฤดูร้อน ซึ่งคาดการณ์ล่วงหน้าไม่ได้ อาจเป็นปัญหาต่อไป แม้ต้นไม้จะมีระบบรากที่มั่นคงตามอายุก็ตาม ขณะที่การใช้น้ำไม่เหมาะสมยังไม่ปรากฏในพื้นที่แต่อย่างใด สำหรับปัญหาการตายหากไม่รวมสาเหตุอันเนื่องมาจากพายุแล้ว อาจจัดว่าอยู่ในระดับต่ำไม่ถึงร้อยละ 3 ต่อปี จากจำนวนต้นที่ปลูกในปีแรก ตลอด 3 ปี (ตารางที่ 2) สำหรับต้นที่ตายโดยไม่ทราบสาเหตุชัดเจนนั้น ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับความอ่อนแอของมะม่วงพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งแต่อย่างใด (ตารางที่ 3).

Table 2. Causes of mortality of the three year-old mango trees which integrated into the traditional upland rainfed soybean during 1989-1992.

Cause of mortality	Number of dead tree		
	First year (1989-90)	Second year (1990-91)	Third year (1991-92)
Planting on the termite mound	1	2	-
Storm perturbation	-	5	-
Unknown	1	1	3
Total	2	8	3

การติดดอกออกผล

จากการสังเกตมะม่วง 15 พันธุ์ จำนวน 115 ต้น ในปี 3 พบว่าการติดดอกให้เห็นแล้ว ครบทุกพันธุ์และมีจำนวนถึง 110 ต้น หรือร้อยละ 96 ของจำนวนต้นทั้งหมด จากต้นที่ติดดอกให้เห็นทั้งหมดนี้มี 85 ต้น หรือ ร้อยละ 75 ติดดอกให้เห็นครั้งแรกในช่วง 19 ธันวาคม 2534 - 21 มกราคม 2535 มีเพียง 12 ต้น จาก 4 พันธุ์ที่มีช่อดอกชุดแรกให้เห็นก่อนหน้านี้ และจำนวน 13 ต้นจาก 6 พันธุ์ที่ติดดอกภายหลังนี้ มะม่วงทั้ง 15 พันธุ์สามารถพัฒนาจากดอกไปเป็นผลได้ในปีที่ 3 แต่ต้นที่ติดผลให้เห็นมีเพียง 55 ต้น จาก 85 ต้นที่ติดดอกเท่านั้น และในจำนวนนี้พบว่า 46 ต้นในทุกพันธุ์ติดผลให้เห็นชุดแรกระหว่าง 24 กุมภาพันธ์ - 7 เมษายน

Table 3. Mortality rate of the three year-old mango trees grown in the Chom Tong Land Reform Project area, 1989-1992.

Mango cultivar	Number tree observed	Mortality			Total
		First-year 1989-90	Second year 1990-91	Third year 1991-92	
1. Nam-Dok-Mai	9	-	-	-	-
2. Kaew-Hua-Chook	8	-	-	1	1
3. Nang-Klang-Wan	8	-	1	-	1
4. Pet-Ban-Lad	15	-	-	-	-
5. Pim-Sen-Man	7	-	1	-	1
6. Nong-Sang	9	-	-	1	1
7. Rad	14	-	2	1	3
8. Fah-Lan	7	-	-	-	-
9. Kaew-Luem-Rang	8	1	-	-	1
10. Salaya	8	-	-	-	-
11. Chao-Khun-Thip	7	1	2	-	3
12. Kiew-Sa-Woer	7	-	-	-	-
13. Chok-A-Nan	8	-	1	-	1
14. Og-Rong	8	-	1	-	1
15. Tong-Dum	5	-	-	-	-
Total	128	2	8	3	13

2535 ที่ติดผลให้เห็นชุดแรกก่อนหน้านี้มีเพียง 3 พันธุ์ จำนวน 4 ต้น และที่ติดผลให้เห็นหลังนี้ 4 พันธุ์ จำนวน 9 ต้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมการติดดอกออกผลครั้งแรกของมะม่วงบนที่ตอนนั้นอยู่ในช่วงตั้งกล้าเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นการติดผลเร็วของมะม่วงบางต้นในบางพันธุ์ เช่น แก้วหัวจุก (31 พฤศจิกายน 2534) แก้วลิ้มริง (19 ธันวาคม 2534) แรด (18 กุมภาพันธ์ 2535) ยังไม่สามารถชี้ชัดว่าจะออกสู่ตลาดก่อน เพราะอายุเก็บเกี่ยวไม่เท่ากันในแต่ละพันธุ์ โดยเฉพาะพันธุ์บริโภคผลสุกจะเก็บเกี่ยวได้ช้ากว่า.

ผลผลิต

การศึกษาในปีที่ 3 ได้ยืนยันว่ามะม่วงที่ปลูกบนที่ดอน จะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพียงครั้งเดียวในช่วงปลายฤดูแล้ง ตั้งแต่กลางเมษายน ไปจนถึงปลายพฤษภาคมเท่านั้น มะม่วงพันธุ์บริโภคผลดิบที่เก็บเกี่ยวได้เร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ ในเดือนเมษายน 2535 ซึ่งจะเรียกว่าเป็นมะม่วงพันธุ์เบา นั้น จะรวมทั้งพันธุ์ แก้วลิ้มรัง เพชรบ้านลาด ศาลายา และหนองแขง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากผลผลิตที่เป็นจำนวนผลที่เก็บได้ต่อดัน ตลอดช่วงเก็บเกี่ยวนั้นพบว่าพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงเด่นจะรวมทั้ง ไชยคองนั้นต์ (39 ผล/ต้น) ศาลายา (33 ผล/ต้น) และแก้วลิ้มรัง (28 ผล/ต้น) (ตารางที่ 4) ส่วนหนองแขงนั้นให้ผลผลิตในระดับปานกลางประมาณ 12 ผล/ต้น ใกล้เคียงกับพืชมะม่วงน้ำดอกไม้ เพชรบ้านลาด และอกร่องสำหรับมะม่วงไชยคองนั้นต์เป็นพันธุ์บริโภคผลสุกเช่นเดียวกับน้ำดอกไม้และอกร่อง ทำให้เก็บผลออกสู่ตลาดได้ช้า อันจะมีผลต่อราคาของผลผลิตเป็นอย่างมาก นอกเหนือไปจากที่เกษตรกรต้องสิ้นเปลืองเวลาดูแลผลผลิตในแปลงยาวนานกว่ามะม่วงพันธุ์บริโภคผลดิบทั่วไป จึงไม่เป็นผลดีต่อเกษตรกรนัก.

ดังนั้นมะม่วงที่อยู่ในกลุ่มพันธุ์บริโภคผลดิบ (มะม่วงมัน) ติดผลได้เร็วก่อนพันธุ์อื่น มีผลผลิตสูง เช่น ศาลายา และแก้วลิ้มรัง จึงจัดอยู่ในกลุ่มที่มีโอกาสสูง แต่ถ้าพิจารณาจากรสชาติประกอบแล้ว เพชรบ้านลาด และหนองแขง ก็จะเป็นอีกทางเลือกของที่ดอนอาศัยน้ำฝนแห่งนี้ แม้จะให้ผลผลิตเป็นรองจากสองพันธุ์แรก และมีความแปรปรวนในพันธุ์ที่มีต้นที่ไม่ติดผลในสัดส่วนที่มากปะปนอยู่ โดยเฉพาะกับพันธุ์เพชรบ้านลาด แต่ปัญหานี้อาจแก้ไขได้ โดยเลือกต้นพันธุ์ที่ติดผลดีเป็นยอดพันธุ์ใหม่ของตนเท่าที่ไม่ติดผลและใช้เป็นแหล่งพันธุ์ดี ขยายสู่บริเวณใหม่ต่อไป.

ผลกระทบต่อพืชไร่ล้มลุก

1. จากระยะปลูก 8 x 8 เมตรในปีแรก (2532) มะม่วงได้ขยายทรงพุ่มเป็นรัศมีออกไปโดยรอบลำต้นกว่า 1 เมตรในปีที่ 3 มีผลทำให้พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองได้รับผลกระทบโดยตรงประมาณ 4 ตารางเมตร ยังทำให้ระยะระหว่างแถวของมะม่วงลดลงเหลือต่ำกว่า 6 เมตร แต่พื้นที่ระหว่างแถวที่เหลือนี้อาจไม่เป็นอุปสรรคต่อการเตรียมดินโดยใช้รถแทรกเตอร์มากนัก แม้เกษตรกรจะไถพรวนทั้งด้านระหว่างแถวและระหว่างต้น แต่พื้นที่ใต้โคนมะม่วงโดยรอบ 0.5 เมตรเป็นอย่างต่ำ จะไม่สามารถ ปลูกถั่วเหลืองได้โดยสิ้นเชิง ส่วนที่เหลือจะได้รับอิทธิพลร่มเงาจากทรงพุ่มที่ปกคลุมถั่วเหลืองมากขึ้น จึงพบว่าผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเหลืองลดต่ำลง (ตารางที่ 5) แปลงที่มีการปลูกมะม่วงผสมผสานกับถั่วเหลือง (165 กิโลกรัม/ไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ปลูกถั่วเหลืองอย่างเดียว (225 กิโลกรัม/ไร่) เป็นที่น่าสังเกตว่าในฤดูปลูกปี 2534 (1991) เกษตรกรได้ใช้อัตราการปลูกต่อไร่ค่อนข้างสูง เพื่อลดความเสี่ยงเนื่องจากการขาดแคลนน้ำและการตายของถั่วเหลืองพันธุ์เขียวใหม่ 60 โดยเฉพาะช่วงแรกปลูกในสภาพที่ดอนอาศัยน้ำฝน อย่างไรก็ตาม

Table 4. Fruit bearing tree, fruit set and existing fruit per tree at harvesting of the three year-old mango trees grown in the Chom Tong Land Reform Project area, Chiang Mai, 1992.

Mango cultivar	No. tree observed	No. fruit bearing tree	No. fruit set/tree	Existing fruit/tree
1 Nam-Dok-Mai ^a	9	6	14.83	11.50
2 Kaew-Hua-Chook ^b	7	3	8.00	5.33
3 Nang-Klang-Wan ^a	7	4	4.25	3.25
4 Pct-Ban-Lad ^c	15	6	17.33	11.83
5 Pim-Sen-Man ^c	6	4	18.75	17.00
6 Nong-Sang ^c	9	6	13.17	12.17
7 Rad ^c	10	4	14.25	12.00
8 Fah-Lan ^c	7	0	0.00	0.00
9 Kaew-Luem-Rang ^c	7	4	33.25	27.50
10 Salaya ^c	8	4	34.50	32.50
11 Chao-Khun-Thip ^c	4	2	2.00	0.00
12 Kiew-Sa-Woer ^c	7	2	1.00	0.50
13 Chok-A-Nan ^a	7	3	42.00	38.67
14 Og-Rong ^a	7	5	12.00	11.00
15 Tong-Dum ^c	5	2	3.00	2.00
Total	115	55	-	-
Mean	-	-	14.56	12.35

^a eating preference: ripe

^b processing mango

^c eating preference: green

เกษตรกรยังพอใจต่อผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกผสมผสานในแปลงมะม่วงในปีที่ 3 และประสงค์ที่จะปลูกถั่วเหลืองในฤดูฝนปีที่ 4 ถัดไป หากปัญหาการขาดแคลนฝนและศัตรูพืชไม่รุนแรงเกินไป.

2. ในส่วนของมะม่วงที่ปลูกจำนวน 128 ต้น ในปีแรกและจนถึงฤดูเก็บเกี่ยวปี 2535 มีมะม่วงตายไปรวม 13 ต้น (ตารางที่ 2) ดังนั้นในปีที่ 2 และ 3 ถัดมา ค่าใช้จ่ายส่วนหนึ่งจึงเป็นค่ากล้าพันธุ์ใหม่ วัสดุเกษตรและแรงงานปลูกซ่อม ที่เหลือเป็นเพียงค่าบำรุงรักษาต้นไม้เช่น ค่าปุ๋ย ค่ากำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืช ค่ากำจัดวัชพืชเคยเป็นปัญหามากในปีที่ 2 แต่ปัญหาได้ลดลงในปีที่ 3 เนื่องจากความแห้งแล้งที่รุนแรงตั้งแต่ต้นฤดูปลูกถั่วเหลือง เดือนสิงหาคม 2534 จนถึงต้นฝนปี 2535 ทำให้ลดภาระการกำจัดวัชพืชก่อนถึงฤดูปลูกถั่วเหลืองปีถัดไปได้มาก แต่ค่าใช้จ่ายในการกำจัดแมลงศัตรูพืชในปีที่ 3 จะสูงขึ้นตามอายุของมะม่วง ดังแสดงในตารางที่ 6 อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสดในการบำรุงรักษามะม่วงบนพื้นที่ขนาด 5 ไร่ ในปีที่ 3 นั้นยังอยู่ในวงเงินไม่เกิน 1,700 บาทเท่านั้น.

Table 5. Yield and yield components of the upland rainfed soybean¹ cultivated between rows of mango tree in the Chom Tong Land Reform Project area, 1991.

Item	Third year (1991)	
	Without mango	With mango
Yield (kg/rai)	225.0	165.0
Plant /m ²	44.7	46.2
Pod/plant	16.2	11.8
100-seed weight (g.)	13.4	12.8

¹ Soybean cultivar : CM 60

Table 6. Input costs (Baht /5 rai) of 128 mango trees which integrated into upland rainfed soybean in the Chom Tong Land Reform Project area, 1989-92.

Item	First year (1989-1990)			Second year (1990-91)			Third year (1991-92)		
	Cash	Non-cash	Total	Cash	Non-cash	Total	Cash	Non-cash	Total
Land preparation	680	320	1,000	-	-	-	-	-	-
Grafted material	2,816	2,816	240	-	240	330	-	330	-
Planting	780	1,159	1,939	60	60	-	60	60	-
Pot burying	1,696	520	2,216	-	-	-	-	-	-
Watering	2,230	2,230	-	-	-	-	-	-	-
Weeding	880	880	810	1,890	2,700	60	780	840	-
Fertilization	240	440	680	473	220	693	726	130	856
Tree supporting	128	-	128	147	220	367	-	130	130
Pesticide application	-	-	-	-	-	525	250	775	-
Total	6,340	5,549	11,889	1,670	2,390	4,060	1,641	1,350	2,991

ผลกระทบต่อการขยายพื้นที่ปลูกมะม่วง

ในปีที่ 2 รัตนชลศ และ กระแสชัย (2535) ได้ชี้ว่าการศึกษาการผสมผสานไม้ยืนต้นบนที่ดอนอาศัยน้ำฝนแห่งนี้ อาจเป็นแรงจูงใจต่อเกษตรกรในพื้นที่ หันมาปลูกมะม่วงร่วมกับพืชล้มลุกฤดูฝนมากขึ้น แต่การปฏิบัตินั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการซื้อและแหล่งปัจจัยอันได้แก่ต้นทุนที่เกษตรกรจะหาได้ ต้นพันธุ์ที่เป็นกิ่งทาบยังมีราคาแพง (20-50 บาท/ต้น) เกินกว่าที่เกษตรกรจะจัดหาซื้อได้ ส่วนใหญ่จึงนิยมปลูกขยายต้นกล้ามะม่วงที่ได้จากการเพาะเมล็ดก่อน เพราะมีราคาถูก (1-5 บาท/ต้น) และมีหน่วยราชการบางแห่งสนับสนุนแล้วจึงเปลี่ยนยอดด้วยพันธุ์ดีภายหลัง นอกจากนั้นเกษตรกรยังไม่นิยมที่จะปลูกมะม่วงจากกิ่งทาบเนื่องจากไม่สามารถแบ่งเวลาดูแลต้นไม้ซึ่งต้องการการดูแลค่อนข้างมากได้ เพราะต้องออกไปหารายได้นอกฟาร์มในช่วงฤดูแล้ง โดยเฉพาะขณะที่รายได้จากพืชล้มลุกฤดูฝน ไม่มีหรือมีไม่มากพอที่จะนำมาจุนเจือครอบครัว การสำรวจพื้นที่ปลูกมะม่วงในบริเวณประมาณ 1,200 ไร่ ล่าสุดเมื่อเดือนกันยายน 2535 (1992) พบว่าแปลงปลูกมะม่วงจากกิ่งทาบไม่เพิ่มขึ้นแต่กลับลดลงไปหนึ่งแปลงพบสาเหตุว่าเป็นเพราะมีอัตราการตายสูงในแปลงนี้ เกษตรกรจึงนำต้นพันธุ์มะม่วงจากเมล็ดมาปลูกทดแทนส่วนที่ตายไป กลายเป็นกลุ่มที่ปลูกจากกิ่งทาบและเมล็ด และในทางกลับกันเกษตรกรบางรายก็นำต้นพันธุ์กิ่งทาบมาปลูกเสริมในแปลงที่ปลูกจากเมล็ดเดิม จึงทำให้จำนวนแปลงที่ปลูกทั้งจากกิ่งทาบและเมล็ดเพิ่มขึ้นเป็น 7 ราย (ตารางที่ 7) เป็นที่น่าสังเกตว่าตามความเป็นจริงแล้วเกษตรกรนำต้นกล้ามะม่วงเข้ามาปลูกในแปลงเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ส่วนใหญ่ได้ตายไปในฤดูแล้งปีแรกหลังปลูก จึงทำให้พื้นที่ปลูกไม่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนแต่อย่างใดในรอบ 3-4 ปี ที่ผ่านมา.

ความต้องการแหล่งน้ำขนาดเล็กของตนเองในแต่ละแปลงปลูก เกิดขึ้นหลังจากการนำมะม่วงเข้าปลูกผสมผสานกับพืชไร่ล้มลุกฤดูฝนบนพื้นที่แห่งนี้ (รัตนชลศ และ กระแสชัย, 2535) แต่ปัญหาการลงทุนต่อสระที่ค่อนข้างสูง ทำให้อัตราการขุดแหล่งน้ำขนาดเล็กของตนเองไม่เพิ่มขึ้นสูงอย่างเป็นสัดส่วนกับจำนวนแปลงมะม่วงที่เพิ่มขึ้น ในการสำรวจครั้งสุดท้ายในเดือนกันยายน 2535 พบว่ามีจำนวนสระเพิ่มขึ้นจากที่รายงานไว้ในปีที่แล้วเพียง 5 แห่งเท่านั้น เชื่อว่าการสนับสนุนด้านเงินทุนในการขุดสระ จะช่วยให้เกษตรกรได้มีโอกาสปลูกไม้ยืนต้นให้สำเร็จเร็วขึ้นอีกมาก.

Table 7. Total growing area¹ of mango trees(rai)² and sort of propagating material used by the farmers in the Chom Tong Land Project area, Chiang Mai, 1989-92.

Year	Planting material				Total (rai)
	Grafted	Seeded	Both	Total	
1989	5	63	-	68	160.0
1990	8	109	1	118	375.0
1991	9	68	1	78	300.0
1992	8	100	7	115	337.5

¹ Survey was made during August-September of each year.

² 1 rai = 1,600 sq.m.

สรุปผลการทดลอง

การเติบโตของมะม่วงในปีที่ 3 หลังปลูกโดยทั่วไปค่อนข้างรวดเร็ว โดยเฉพาะการเพิ่มขนาดของทรงพุ่ม และความสูงของต้น แม้นในพื้นที่จะประสบกับปัญหาความแห้งแล้งอย่างรุนแรงในช่วงที่ผ่านมา พันธุ์ต้นโต เช่น พิมเสนมัน เจ้าคุณทิพย์ หนองแขง และทองดำ เริ่มทำให้การกำจัดศัตรูพืช และการเก็บเกี่ยวยากขึ้น ขณะที่พันธุ์ต้นเล็กเช่น ศาลายา แก้วลี้มิ่งและน้ำดอกไม้ยังคงดูแลและเก็บเกี่ยวได้สะดวกดังเดิม มะม่วงมีอัตราการตายที่ค่อนข้างต่ำ เพียงร้อยละ 3 ต่อปี โดยไม่รวมสาเหตุอื่นเนื่องจากลมพายุ แต่ยังพบการตายแม้นปีที่ 3 สำหรับการติดดอกของมะม่วงเริ่มชัดเจนขึ้นเกือบทุกต้นที่มีอายุ 3 ปี และเกือบทั้งหมดปรากฏให้เห็นเพียงช่วงเดียวในรอบปี ส่วนเวลาที่เก็บผลได้และปริมาณผลผลิตต่อต้นแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ และไม่ทุกต้นในพันธุ์เดียวกันที่ติดผลให้เห็น พันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้ผลจำนวนมากนั้น จะรวมทั้งพันธุ์ โชคอนันต์ (39 ผล/ต้น) ศาลายา (33 ผล/ต้น) และแก้วลี้มิ่ง (28 ผล/ต้น) แต่โชคอนันต์เก็บผลผลิตได้ช้ากว่าเพราะเป็นพันธุ์บริโภคผลสุก ขณะที่ศาลายา แก้วลี้มิ่ง เก็บผลได้เร็วกว่าเพราะเป็นพันธุ์บริโภคผลดิบ (มะม่วงมัน) ซึ่งขายได้ราคาสูงกว่าพันธุ์บริโภคผลสุกที่ออกสู่ตลาดช้า พันธุ์บริโภคผลดิบที่มีรสชาติดี แต่ให้ผลผลิตปานกลางเช่นเพชรบ้านลาด และหนองแขง ก็จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรในเขตที่ดอนอาศัยน้ำฝน.

เกษตรกรมีความพึงพอใจกับผลผลิตถั่วเหลือง 165 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อการผสมผสานระหว่างมะม่วงกับถั่วเหลืองดำเนินถึงปีที่ 3 โดยที่กิจกรรมของแต่ละพืชยังไม่อุปสรรคต่อกันมากนักเกินไป และค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสดในการจัดการมะม่วงในปีที่ 3 บนพื้นที่ 5 ไร่ (ที่ไม่รวมค่าแรงในครัวเรือน) ไม่เกิน 1,700 บาทต่อปี ซึ่งจะรวมทั้งค่าปลูกซ่อมทดแทนต้นที่ตาย ค่าป้องกันกำจัดศัตรูพืช และค่าปุ๋ย.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร (Multiple Cropping Centre) ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย อาจารย์พฤกษ์ อิมมันตะสิริ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ คุณสลิค หมั่นแสงคำ และคุณสมใจ นันทนาคาร์ ผู้ช่วยนักวิจัยที่ทำให้การทำงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีทุกประการ.

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2522). รายงานการสำรวจดินจังหวัดเชียงใหม่. กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 176 หน้า.
- ประสารสุข, พิศนีย์. (2535). มะม่วง. ข่าวสารเศรษฐกิจการเกษตร 38(425) : 38-40.
- รัตนธเดช, ธวัชชัย. (2533). การกระจายและความหนาแน่นพืชในธรรมชาติที่สัคว์บริโกคบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน. วารสารเกษตร. 6(4) : 239-251.
- รัตนธเดช, ธวัชชัย. และ อิมมันตะสิริ, พฤกษ์. (2535). การใช้แนวทางวิจัยระบบฟาร์มเพื่อปรับปรุงไม้ยืนต้นบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน : กรณีศึกษาพื้นที่ปฏิรูปที่ดินป่าจอมทองจังหวัดเชียงใหม่. MCC Agricultural Technical Report No. 16 15 น.
- รัตนธเดช, ธวัชชัย. และ กฤษณชัย, อติสร. (2534). การผสมผสานไม้ยืนต้นเพื่อการพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืนบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน 1. การประเมินพันธุ์ไม้ยืนต้น. วารสารเกษตร 7(1):77-95.
- รัตนธเดช, ธวัชชัย. และกฤษณชัย, อติสร. (2535). การเปรียบเทียบพันธุ์มะม่วงเพื่อพัฒนาการเกษตรบนที่ยืนบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน. วารสารเกษตร 8(1) : 50-68.
- สุทธารักษ์, ประภาณี. (2535). ผลของปุ๋ยไนโตรเจนและการพรวนดินที่มีต่อต้นมะม่วงปลูกในบริเวณบนที่ดอนอาศัยน้ำฝน วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 101 หน้า.
- โอสถสภา, ชะอุ่ม, ชำนิศ, ธานี., แบบประเสริฐ, ฉลองชัย. และ คำฟู, มนตรี. (2533). ดินและปุ๋ยใน : การทำสวนมะม่วง. (บรรณาธิการ : ไพฑูย์ ไพรพ่ายฤทธิ์) หน้า 66-99 สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- วังโน, วิจิตร. (2533). พันธุ์มะม่วงวังโน : การทำสวนมะม่วง (บรรณาธิการ : ไพฑูย์ ไพรพ่ายฤทธิ์) หน้า 1-17. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- วันดาว, สุภา. (2531). การจำแนกเขตเกษตรน้ำฝนบนที่ดอนบริเวณจังหวัดเชียงใหม่เพื่อพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบการปลูกพืช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาเกษตรศาสตร์เชิงระบบ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 88 หน้า.
- หาญวิริยะพันธุ์, สุวรรณ. (2533). การทดสอบระบบการปลูกพืชบนที่ดอนอาศัยน้ำฝนระดับไร่นา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 90 หน้า.
- สำนักงานการปฏิรูปที่ดินจังหวัดเชียงใหม่. (2525). โครงการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรมป่าจอมทอง. ปีงบประมาณ 2526-2529. 33 หน้า.
- เดชะใจ, สุทธิ. (2531). การทดสอบพืชในเขตรับน้ำฝนในพื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาเกษตรศาสตร์เชิงระบบ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 76 หน้า.
- Junpoom, B. (1991). Determination of recommendation domain for soybean production technology in rainfed upland area. Thesis for Graduate school in Agricultural Systems, Chiang Mai University. 69 pp.

Radanachalee, T. (1987). Woody perennial systems for rainfed uplands. Technical Report ACNARP-URPG, 1987, Chiang Mai University.

Ratanaprasa, K. (1990). The dominant cropping systems of the Chom Tong Land Reform Project area in 1989/1990. Paper presented in Agricultural Systems Seminar (AGS 366793), 6 December 1990. Multiple Cropping Centre, Chiang Mai University.

การวิจัยทางสัตวบาลเพื่อพัฒนาการผลิตสัตว์ปีก
2. ไข่ไก่

การวิจัยทางสัตวบาลเพื่อพัฒนาการผลิตสัตว์ปีก

SESAME MEAL AS SOYBEAN MEAL SUBSTITUTE IN POULTRY DIETS 2. LAYING HEN

Substitution of Sesame Meal for Soybean Meal in Poultry Diets

ABSTRACT: The study on the nutritive value and the potential use of two kinds (local and imported) of sesame meal (SM) in layer diets as substituted to soybean meal (SBM) at 25, 50, and 75% were carried out. Three hundred and thirty six layers were kept individually on a battery cage and fed two isonitrogenous diets, 16% crude protein (CP), for 222 days. The local and the imported SM contained on dry basis 32.7 and 36.3% CP, 34.7 and 31.8% ether extract (EE) respectively. Their amino acid contents are all lower than that reported by NRC (1984). The local meal contained relatively lower lysine (0.44 vs 0.54), methionine + cysteine (1.05 vs 1.25) and threonine (0.22 vs 0.33) than the imported meal. Imported SM could be substituted to SBM as high as 50% in layer ration without statistically adverse effect on egg production, feed intake, body weight gain, average egg weight and egg size, while local SM was inferior to the control in all aspects. However, when production performance of the group fed either kind of SM was compared, no significant difference was found at the 5% level of significance.

สรุปย่อ : การศึกษาคุณค่าทางอาหารและการใช้แทนในอาหารไก่ไข่ของกากเมล็ดงาชนิดพื้นเมืองและนำเข้า (SM) ที่ 25, 50 และ 75% ของกากถั่วเหลือง (SBM) ดำเนินการโดยใช้ไก่ไข่ 336 ตัวเลี้ยงในคอกแบบกรงเดี่ยวและให้อาหารสองอาหารที่มีโปรตีน 16% อย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยของโปรตีนในกากเมล็ดงาชนิดพื้นเมืองและนำเข้า (CP) เท่ากับ 32.7 และ 36.3% ไขมันในกากเมล็ดงาชนิดพื้นเมืองและนำเข้า (EE) เท่ากับ 34.7 และ 31.8% ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของกรดอะมิโนในกากเมล็ดงาทั้งสองชนิดต่ำกว่าที่ NRC (1984) รายงานไว้ ค่าเฉลี่ยของกรดอะมิโนในกากเมล็ดงาชนิดพื้นเมืองต่ำกว่ากากเมล็ดงาชนิดนำเข้าในแง่ของไลซีน (0.44 vs 0.54) เมไทโอนีน + ซีสทีน (1.05 vs 1.25) และไทโรซีน (0.22 vs 0.33) เมื่อเทียบกับกากเมล็ดงาชนิดนำเข้า กากเมล็ดงาชนิดนำเข้าสามารถทดแทนกากถั่วเหลืองได้สูงถึง 50% ในอาหารไก่ไข่โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตไข่ การกินอาหาร น้ำหนักตัว และน้ำหนักไข่เฉลี่ย ในขณะที่กากเมล็ดงาชนิดพื้นเมืองมีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุมในทุกด้าน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของทั้งกลุ่มที่เลี้ยงด้วยกากเมล็ดงาทั้งสองชนิดก็ไม่มีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50202

การใช้กากงาทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์ปีก 2. ไก่ไข่

สุชน ตั้งทวีวัฒน¹ และ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล¹

SESAME MEAL AS SOYBEAN MEAL SUBSTITUTE IN POULTRY DIETS 2. LAYING HEN

Suchon Tangtaweevipat¹ and Boonlom Cheva-Isarakul¹

ABSTRACT : The study on the nutritive value and the potential use of two kinds (local vs imported) of sesame meal (SSM) in layer diets as substituted to soybean meal (SBM) at 25, 50, and 75% were carried out. Three hundred and thirty six layers were kept individually on a battery cage and fed isonitrogenous diets, 16% crude protein (CP), for 252 days. The local and the imported SSM contained on air dry basis 35.7 and 36.3% CP, 24.7 and 9.1% ether extract (EE) respectively. Their amino acid contents are all lower than that reported by NRC (1984). The local material contained remarkably lower lysine (0.44 vs 0.94), methionine + cystine (1.06 vs 1.75) and threonine (0.52 vs 1.22) than the imported meal. Imported SSM could be substituted to SBM as high as 50% in layer ration without statistically adverse effect on egg production, feed intake, body weight gain, average egg weight and egg size, while local SSM was inferior to the control in all aspects. However, when production performance of the group fed either kind of SSM was compared, no significant difference was found at the 2 lower substitution levels.

บทคัดย่อ : การศึกษาคุณค่าทางอาหารและการใช้กากงาชนิดที่ผลิตเองในท้องถิ่น และชนิดที่นำเข้าจากต่างประเทศ เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองระดับ 0, 25, 50 และ 75% ในอาหารไก่ไข่ ได้ทำการศึกษาในไก่พันธุ์โรดไอแลนด์บาร์บ์ จำนวน 336 ตัวเลี้ยงบนกรงคับแบบขังเดี่ยวที่มีน้ำและอาหารกินแบบเต็มที่ตลอดระยะเวลาทดลอง 252 วัน อาหารทุกสูตรได้รับการปรับให้มีโปรตีนเท่ากันคือ 16%.

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นและชนิดนำเข้า มีโปรตีน 35.7 และ 36.3, ไขมัน 24.7 และ 9.1% air dry basis ตามลำดับ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นชนิดไลซีน (Lysine) 0.44 และ 0.94%; เมทไธโอนีน (Methionine) + ซิสทีน (Cystine) 1.06 และ 1.75%; และทรีโอนีน (Threonine) 0.52 และ 1.22% ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าที่อ้างอิงโดย NRC (1984) เมื่อนำไปใช้ในอาหารไก่ไข่ปรากฏว่า กากงาชนิดที่นำเข้าสามารถให้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ 50% โดยไม่มีผลเสียต่อผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวเพิ่ม น้ำหนักไข่เฉลี่ยและขนาดไข่ในแต่ละภาค (เบอร์) ในขณะที่กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นไม่ทำให้ระดับใด ทำให้ผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกากงาทั้งสองชนิด ไม่พบว่ามีผลรวมภาพการผลิตรายอื่น ยกเว้นเมื่อใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูงสุด (แทนที่กากถั่วเหลือง 75%) ซึ่งให้ผลคล้ายกลุ่มอื่นๆ.

บทนำ

กากถั่วเหลือง จัดเป็นวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากพืชที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งในอดีตยังขาดแคลนไม่มาก จนกระทั่งธุรกิจการเลี้ยงสัตว์ทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำได้ขยายตัวอย่างรวดเร็ว ประกอบกับมีการนำไปใช้เป็นอาหารสำหรับการบริโภคของคนมากขึ้น ทำให้การผลิตถั่วเหลืองในประเทศไม่พอเพียง ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก แต่เนื่องจากกากถั่วเหลืองที่นำเข้ามีต้นทุนต่ำกว่า ส่งผลให้ถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองในประเทศมีราคาต่ำ รัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบายช่วยเหลือเกษตรกรผู้ปลูกด้วยมาตรการควบคุมการนำเข้าถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองจากต่างประเทศ ส่งผลให้ราคาถั่วเหลืองและกากถั่วเหลืองในประเทศสูงขึ้น มีผลต่อเนื่องไปถึงผู้เลี้ยงสัตว์ที่ต้องใช้อาหารสัตว์ราคาแพง อย่างไรก็ตามเนื่องจากยังมีวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดอื่นที่ควรจะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น กากเมล็ดทานตะวัน กากเรปซีด กากถั่วลิสง กากฝ้าย หรือกากงา เป็นต้น จึงได้มีการศึกษาถึงวัตถุดิบเหล่านี้กันอยู่.

งา (Sesame, *Sesamum indicum*) เป็นพืชในเขตร้อนและกึ่งร้อนที่กำลังได้รับการส่งเสริมให้มีการผลิตเพิ่มขึ้น ปัจจุบันประเทศไทยผลิตได้ประมาณ 3 หมื่นตัน/ปี ประกอบกับมีการนำกากงาที่มีราคาถูกจากประเทศเพื่อนบ้านเข้ามาใช้เป็นอาหารสัตว์มากขึ้น จึงคาดว่าจะเป็พืชอีกชนิดที่สามารถนำมาใช้ทดแทนการขาดแคลนถั่วเหลืองได้บ้าง.

กากงา ได้จากเมล็ดงาซึ่งมีหลายสายพันธุ์ทั้งเมล็ดสีดำ สีน้ำตาล หรือสีขาว เป็นต้น มีโปรตีน 21-23 % ไขมัน 50-52 % (คำเจริญ และคณะ, 2531) การสกัดน้ำมันส่วนใหญ่ขณะนี้ใช้วิธีกล (Mechanical press) มีน้ำมันเหลืออยู่ 8-9 % ส่วนกากงาที่ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันงาขนาดเล็กที่มีประสิทธิภาพไม่สูงนัก จะมีน้ำมันเหลือในกากสูงประมาณ 3 เท่าของกากงาโดยทั่วไป (24.7%, ตารางที่ 1) เมื่อเทียบกับกากถั่วเหลือง พบว่า กากงามีปริมาณโปรตีน 3/4 ของกากถั่ว (35-36 vs 44% ตามลำดับ) ในขณะที่มีเยื่อใยสูงกว่าเล็กน้อย เป็นเหตุให้ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy, ME) ใกล้เคียงกัน ยกเว้น ME ของกากงาชนิดที่มีน้ำมันมากจะมีสูง สำหรับกรดอะมิโนที่จำเป็นเมื่อเทียบกากงาชนิดที่มีโปรตีนใกล้เคียงกับกากถั่วเหลือง พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน ยกเว้นเมทไธโอนีน (Methionine) ในกากงามีสูงกว่ากากถั่ว 2 เท่า ส่วนไลซีน (Lysine) มีเพียงครึ่งหนึ่ง (NRC, 1984; ตารางที่ 1) ซึ่ง Canale et al. (1975) ปรว่าการย่อยได้ปรากฏ (Apparent digestibility) ของไลซีนในกาก

งามีเพียง 67% ส่วนของกรดอะมิโนตัวอื่นๆ มีค่าเฉลี่ย 81% ซึ่งต่ำกว่าใน Mustard oilcake และ Linseed (Hossain and Jauncey, 1989) จึงสรุปว่ากากงาขาดไลซีน (Limiting amino acid; Aboul *et al.*, 1986) นอกจากนี้ Yamazaki and Kamata (1986) ยังรายงานว่า กากงามี True amino acid availability value 35% ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับพืชที่ให้น้ำมันด้วยกัน ในขณะที่กากถั่วเหลืองมีค่า 92% ใกล้เคียงกับแหล่งโปรตีนจากสัตว์ชั้นดี (94%) แต่อย่างไรก็ดีถึงแม้ว่าจะมีหลายรายงานที่บ่งว่ากากงามีแร่ธาตุจำพวกแคลเซียมและฟอสฟอรัสสูงกว่ากากถั่วเหลืองมาก แต่ก็อยู่ในรูปที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ เพราะกากงามีกรดไฟติกซึ่งเมื่อรวมตัวกับแคลเซียมทำให้ใช้ไม่ได้ จำเป็นต้องเพิ่มแคลเซียมในสูตรอาหารที่มีกากงาให้สูงขึ้น (Caldwell, 1952; อ้างอิงโดย Gohl, 1981) Lease and Williams (1967) ได้ทดลองใช้กากงาที่มีกรดไฟติก 3.6% ไปผ่านความร้อนภายใต้ความดัน 15 psi เป็นเวลา 2 และ 4 ชม. พบว่ากรดไฟติกไม่ลดลงเมื่อใช้เวลา 2 ชม. แต่ลดลงเล็กน้อยคือเหลือ 2.8% เมื่อใช้เวลา 4 ชม.

ผลการใช้กากงาเป็นอาหารสัตว์ปีกในต่างประเทศมีหลายรายงานที่บ่งว่าใช้ได้ผลดี อาทิ เช่น Baghel and Netke (1987) ใช้ในอาหารไก่เนื้อที่มีไลซีน เมทไธโอนีนและซิสตีนอย่างพอเพียง ปรากฏว่าสูตรที่ใช้กากงา 28.2% ร่วมกับกากถั่วเหลือง 23.5% (จากสูตรปกติที่ใช้กากถั่ว 45%) ให้สมรรถภาพการผลิตดีที่สุด ส่วน Bell *et al.* (1990) กลับพบว่า กากงาสามารถใช้แทนที่กากถั่วเหลืองได้เพียง 25% เท่านั้น หากใช้ในสูตรอาหารสูงกว่านี้จะส่งผลให้น้ำหนักตัวและประสิทธิภาพการใช้อาหารด้อยลงตามระดับการใช้กากงา นอกจากนี้ยังทำให้ไขมันในช่องท้องและไขมันทั้งตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่สัดส่วนของน้ำและโปรตีนของตัวไก่ลดลง (Heo *et al.*, 1990) ส่วนในไก่ไข่ Hassan (1974) รายงานว่าการใช้กากงาในระดับ 5% ให้ผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้กากงา แต่เมื่อเสริมด้วยไลซีน 0.27% กับเมทไธโอนีน 0.07% หรือ เสริมด้วย Sodium glutamate 1% เพื่อปรับให้มีกรดอะมิโนและโปรตีนเท่ากับกลุ่มควบคุมแล้วไม่ทำให้ผลผลิตไข่ที่ได้อันและประสิทธิภาพการใช้อาหารต่างกัน.

สำหรับการใช้กากงาชนิดที่ผลิตในท้องถิ่นเพื่อเป็นอาหารสัตว์ปีก ดังทวีวัฒน์ และ ชีวะอิสระกุล (2535) รายงานว่าไก่ไข่รุ่นช่วงอายุ 6-20 สัปดาห์ ใช้ได้ในระดับ 5% ส่วนนกกระทาไข่ใช้ได้ในระดับ 10% นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ในระดับสูง (15% ในไก่รุ่น หรือ 20% ในนกกระทาไข่) ไม่มีผลทำให้อัตราการตายเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่ากากงาสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ปีกได้ แม้จะมีหลายรายงานบ่งว่า กากงามีคุณสมบัติไม่เหมาะต่อการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น มีรสขม (Lennerts, 1989) มีธาตุซิลิเนียมสูง (Brito and Nunez, 1982) มีกรดไฟติกสูง (Lease and Williams, 1967) ทำให้สัตว์ต้องการสังกะสีเพิ่มขึ้น เนื่องจากสังกะสีอยู่ในรูปของ Zinc phytate complex ซึ่งใช้ประโยชน์ได้น้อย (Lease, 1972) และยังมีสารออกซาเลต (Oxalate) เมื่อรวมตัวกับแคลเซียมจะอยู่ในรูปที่จับแคลเซียมไม่ได้ (Abrams, 1966) ก็ตามด้วยเหตุนี้ เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำกากงาเพื่อใช้ทดแทนกากถั่วเหลือง ซึ่งฟาร์มเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่นิยมใช้ เพราะทำให้ต้นทุนค่าอาหารถูกลง แต่ปริมาณที่เหมาะสมที่ควรนำมาใช้ในสูตร

อาหารโดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียแก่สัตว์ ยังไม่เป็นที่ทราบแน่นอน จึงเห็นควรทำการศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้กากงาจากทั้งสองแหล่ง คือผลิตเองภายในประเทศ และนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นอาหารไก่ไข่ต่อไป.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

กากงาที่ใช้ในการทดลองนี้ได้จาก 2 แหล่ง คือ กากงาที่ผลิตในท้องถิ่นโดยโรงงานสกัดน้ำมันงาขนาดเล็กที่ จ.เชียงใหม่ ซึ่งสกัดน้ำมันออกด้วยวิธีกล และกากงาชนิดนำเข้าจากต่างประเทศที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป โดยกากงาทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงไว้ในตารางที่ 1.

Table 1. Chemical composition (% w/w air dry basis) of local and imported sesame meal compared to the reference and to soybean meal.

	Sesame meal			Soybean meal
	Local ¹	Import ²	NRC (1984)	(NRC, 1984)
Dry matter	93.8	92.0	93.0	89.0
Crude protein	35.7	36.3	43.8	44.0
Ether extract	24.7	9.1	8.6	0.8
Crude fiber	12.1	8.8	9.7	7.3
Ash	9.4	12.7	NA	7.8
Metabolizable energy (kcal/g)	2.86	NA	2.21	2.23
Essential amino acids				
Lysine	NA	NA	1.30	2.93
Methionine	NA	NA	1.20	0.65
Cystine	NA	NA	0.59	0.69
Threonine	NA	NA	1.65	1.81
Tryptophan	NA	NA	0.80	0.62
Isoleucine	NA	NA	2.12	2.39
Leucine	NA	NA	3.33	3.52
Histidine	NA	NA	1.09	1.15
Phenylalanine	NA	NA	2.22	2.27
Tyrosine	NA	NA	2.00	1.28
Valine	NA	NA	2.41	2.34

NA = Data not available

¹ produced by a small plant in Chiang Mai

² Imported from Myanmar

การวิเคราะห์กรดอะมิโน

วิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น ด้วยการใช้ Autoanalyser, Hitachi model 835-30 โดยบริษัทอาอีโนะโมะโต้ะ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้วิเคราะห์ ตามวิธีการที่อ้างอิง โดย Spindler *et al.* (1984).

การศึกษาในไก่ไข่

ใช้ไก่ไข่พันธุ์โกลเดนฮับบาร์ด (Golden Hubbard) จำนวน 336 ตัว อายุเริ่มทดลอง 36 สัปดาห์ (ไข่ได้ประมาณ 80% ของฝูง) ไก่ทุกตัวได้ผ่านการทำวัคซีนตามโปรแกรมของภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตั้งแต่ช่วงเล็กจนถึงไก่สาวก่อนไข่ จากนั้นแบ่งไก่ออกตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design) เป็น 7 กลุ่ม (Treatments) กลุ่มละ 4 ตัว รวม 48 ตัว/กลุ่ม เลี้ยงบนกรงตบช่องละตัว มีรางอาหารอยู่ด้านหน้า รางน้ำอยู่ด้านบนของกรง ซึ่งใช้ร่วมกันสองแถว ในแต่ละเช้ารางอาหารถูกกันแยกออกจากกันด้วยไม้กระดานเพื่อกันมิให้ไก่ข้ามไปกินอาหารของกลุ่มอื่น ส่วนรางน้ำยาวติดต่อกันตลอด ไก่มีน้ำและอาหารกินตลอดเวลา และได้รับแสงสว่าง 17 ชั่วโมง/วัน อาหารทดลองที่ไก่ได้รับเป็นอาหารที่มีส่วนผสมของกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่น และชนิดนำเข้าจากต่างประเทศ โดยใช้แทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 25, 50 และ 75% หรือเทียบเท่ากับใช้ในสูตรอาหารระดับ 4, 8 และ 12% ตามลำดับ ส่วนอีกกลุ่มเป็นสูตรอาหารควบคุมซึ่งไม่มีการใช้กากงา อาหารทุกสูตรมีโปรตีนระดับ 16% และ ME 2800 kcal/kg โดยคำนวณค่า ME ของกากงาที่ 2,210 kcal/kg (NRC, 1984) เช่นเดียวกับกรดอะมิโนที่จำเป็นใช้ค่าที่รายงานโดย NRC (1984) จึงทำให้เมทไธโอนีนในสูตรอาหารที่ใช้กากงามีปริมาณสูงขึ้น ดังปรากฏในตารางที่ 2.

งานทดลองกระทำที่ฟาร์มสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ใช้เวลา 9 ช่วงการทดลอง (Periods) ช่วงการทดลองละ 28 วัน เริ่มจาก 25 กรกฎาคม 2534 ถึง 2 เมษายน 2535 รวมเป็นเวลาทั้งสิ้น 252 วัน การเก็บข้อมูลด้านผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ใช้ค่าเฉลี่ยจากแต่ละช่วงการทดลอง น้ำหนักไข่และจำนวนไข่ในแต่ละขนาดน้ำหนัก (เกรด) บันทึกจากจำนวนไข่ทุกฟองที่มีใน 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง น้ำหนักตัวไก่ซึ่งแบบรายตัวทุกๆ 3 ช่วงการทดลอง ตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ส่วนอัตราการตายบันทึกทุกครั้งที่มีการตายเกิดขึ้น แล้วคำนวณเป็นร้อยละของแต่ละกลุ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง.

ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และหาลำดับความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's new multiple range test (จันทลักขณา, 2523).

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

Ingredients	In ration Substitute SBM	Level of sesame meal (%)			
		0 0	4 25	8 50	12 75
Sesame meal		-	4.10	8.19	12.75
Soybean meal, SBM (44.0% CP)		12.68	9.51	6.34	3.17
Yellow corn (8.9% CP)		61.97	61.01	60.06	59.13
Rice bran (12.0% CP)		10.00	10.00	10.00	10.00
Fish meal (55.0% CP)		7.00	7.00	7.00	7.00
Dicalcium phosphate		0.20	0.20	0.20	0.20
Oyster shell		7.50	7.50	7.50	7.50
DL-Methionine		0.06	0.06	0.06	0.06
L-Lysine		0.09	0.12	0.15	0.17
Salt		0.25	0.25	0.25	0.25
Vitamin-Mineral premix ¹		0.25	0.25	0.25	0.25
Total		100.00	100.00	100.00	100.00

Calculated chemical composition, (% air dry basis):

Crude protein	16.14	16.14	16.13	16.13
ME (kcal/kg)	2850	2840	2830	2820
Crude fiber	4.46	4.45	4.43	4.41
Ether extract	4.09	4.32	4.55	4.78
Calcium	3.48	3.55	3.63	3.70
Phosphorus (avai)	0.39	0.40	0.41	0.42
Methionine ²	0.35	0.38	0.41	0.44
Lysine ²	0.80	0.80	0.80	0.80

¹ Vitamin and mineral premix provided in milligrams per kilogram of diet (except as noted): Vit. A 12,000 IU; Vit. D3 = 3,000 IU; Vit. E50 = 12; Vit K3 = 2 ; Vit B1 = 1.5 ; Vit B2 = 5.5; Vit B6 = 1.5; Vit B12 = 12.5 µg; Nicotinic acid = 30; Pantothenic acid = 11; Folic acid = 0.6; Choline chloride = 400; Iron = 45; Copper = 7.5; Manganese = 75; Zinc = 65; Cobalt = 0.2; Iodine = 1.1; Selenium = 0.1 and Antioxidant = 50.

² Essential amino acid content of SSM calculated from NRC (1984).

ผลการทดลอง

กรดอะมิโนที่จำเป็น

ส่วนประกอบของกรดอะมิโนที่จำเป็นที่มีในกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่น และชนิดนำเข้า แสดงไว้ในตารางที่ 3 ปรากฏว่า กรดอะมิโนที่จำเป็นทุกตัวมีปริมาณต่ำกว่ากากงาชนิดที่อ้างอิง โดย NRC (1984) ทั้งนี้อาจเนื่องจากกากงาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีโปรตีนต่ำกว่า แต่อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะกากงาจากชนิดที่ผลิตในท้องถิ่น พบว่า มีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่ำกว่ากากงาชนิดนำเข้า โดยเฉพาะกรดอะมิโนชนิด ไลซีน ทรีโอนีน และ เมไทโอนีน + ซิสทีน มีเพียงครึ่งหนึ่งของกากงาชนิดนำเข้า (0.44, 0.52 และ 1.06 vs 0.94, 1.22 และ 1.75% ตามลำดับ) ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับขบวนการผลิตที่ใช้ความร้อนสูงเกินไป จนสารอาหารถูกทำลายให้ลดน้อยลง.

Table 3. Crude protein and essential amino acid (EAA) content (% w/w air dry basis) of local and imported sesame meal used in the experiment compared with the reference.

Component	Local ¹	Import ¹	NRC (1984)
Crude protein	35.7	36.3	43.8
EAA : Lysine	0.44	0.94	1.30
Methionine	0.94	0.99	1.20
Cystine	0.12	0.76	0.59
Threonine	0.52	1.22	1.65
Tryptophan	NA	NA	0.80
Isoleucine	0.95	1.10	2.12
Leucine	2.09	2.29	3.33
Histidine	NA	NA	1.09
Phenylalanine	1.30	1.19	2.22
Tyrosine	NA	NA	2.00
Valine	1.33	1.49	2.41

NA = Data not available.

¹ Analyzed by Ajinomoto Co. (Thailand) Ltd Laboratory.

สมรรถภาพการผลิตไข่

การใช้กากงาท้องถิ่นและชนิดนำเข้า เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองระดับต่างๆ (0-75%) ในอาหารไก่ไข่เป็นเวลา 9 เดือน ผลแสดงในตารางที่ 4 ปรากฏว่า ผลผลิตไข่ของกลุ่มที่ใช้กากงาชนิดนำเข้าให้ผลไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ใช้ชนิดผลิตในท้องถิ่นทุกระดับให้ผลผลิตไข่น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (71.4, 70.6 และ 62.2 vs 75.6% ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามก็ยังไม่พบความแตกต่างเมื่อเทียบระหว่างการใช้อากงาด้วยกัน ยกเว้นกลุ่มที่ใช้กากงาชนิดท้องถิ่นในระดับสูงสุด (แทนที่กากถั่วเหลือง 75%) ให้สมรรถภาพการผลิตต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ ผลทางด้านน้ำหนักไข่และขนาดไข่ในแต่ละเกรด ปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับกากงาชนิดนำเข้าระดับ 8% (แทนที่กากถั่วเหลือง 50%) มีจำนวนไข่เกรด A (น้ำหนักต่อฟองมากกว่า 65 กรัม) มากที่สุด ในขณะที่กลุ่มที่ใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูงสุด (12% ในสูตรอาหาร) ให้ไข่เกรด A น้อยที่สุด ซึ่งแตกต่างจากการใช้กากงาชนิดนำเข้าระดับ 8% อย่างมีนัยสำคัญ (10.8 vs 26.3% ตามลำดับ) ส่วนจำนวนไข่ในเกรดต่ำลงมาและน้ำหนักไข่เฉลี่ยของทุกกลุ่มไม่พบความแตกต่างกัน (ตารางที่ 5).

Table 4. Production performance of laying hens fed either kind of sesame meal (SSM) diets over 252 days.¹

Level of SSM (%) In diets	Substitute soybean meal	Source of SSM	Egg production (%)	Feed per doz. eggs (kg)	Feed intake (g/bird/day)	Liveweight gain (g)
0	0	-	75.65 ^a	1.80 ^c	113.5 ^{ab}	250 ^a
4	25	Local	71.38 ^b	1.87 ^{bc}	111.0 ^{ab}	216 ^{ab}
4	25	Import	73.23 ^{ab}	1.87 ^{bc}	114.0 ^{ab}	251 ^a
8	50	Local	70.63 ^b	1.93 ^b	113.5 ^{ab}	226 ^{ab}
8	50	Import	73.08 ^{ab}	1.87 ^{bc}	113.7 ^{ab}	278 ^a
12	75	Local	62.21 ^c	2.12 ^a	109.4 ^b	167 ^b
12	75	Import	72.60 ^{ab}	1.92 ^b	115.9 ^a	288 ^a

^{a, b, c} Values within a column with no common superscripts are significantly different ($P < 0.05$).
¹ Mortality rate 4-8%

Table 5. Egg weight and percentage of eggs in each grade of hens fed diets with local or imported sesame meal (SSM) during 252 days.

In diets	Level of SSM (%) Substitute of Soybean meal	Source of SSM	Mean egg weight (g)	No. of eggs in each grade (%) ¹			
				A	B	C	D
0	0	-	64.3 ^a	15.0 ^{ab}	34.7 ^a	35.2 ^a	15.1 ^a
4	25	Local	65.4 ^a	17.8 ^{ab}	38.4 ^a	35.1 ^a	8.7 ^a
4	25	Import	64.9 ^a	17.1 ^{ab}	38.5 ^a	33.6 ^a	10.8 ^a
8	50	Local	64.8 ^a	15.1 ^{ab}	38.5 ^a	34.9 ^a	11.5 ^a
8	50	Import	65.7 ^a	26.3 ^a	31.6 ^a	28.3 ^a	13.8 ^a
12	75	Local	64.3 ^a	10.8 ^b	35.3 ^a	41.3 ^a	12.6 ^a
12	75	Import	65.2 ^a	19.7 ^{ab}	36.0 ^a	32.0 ^a	12.3 ^a

a, b Means within a column with no common superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

¹ Grade A = Egg weight > 65 g. C = Egg weight 56-60 g.
B = Egg weight 61-65 g. D = Egg weight < 56 g.

ต้นทุนการผลิตไข่

ในการพิจารณาต้นทุนการผลิตไข่ เมื่อคำนวณเฉพาะค่าอาหารที่ใช้และไม่ใช้กากงา ระดับต่างๆ เป็นเวลา 252 วัน ปรากฏว่า การใช้กากงามีผลทำให้ราคาอาหารไก่ถูกลง แต่ไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตไข่ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการใช้กากงาทำให้ได้ผลผลิตไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุม ในขณะที่อาหารที่กินต่อวันไม่น้อยลง จึงทำให้ปริมาณอาหารที่ใช้เพื่อการผลิตไข่สูงขึ้นตามระดับการใช้กากงาในอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเฉพาะการใช้กากงาชนิดน้ำจืด พบว่ามีต้นทุนการผลิตไข่น้อยกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย (8.81-8.92 vs 8.70 บาท/ไข่ 1 โหล ตามลำดับตารางที่ 6).

Table 6. Performance and cost of egg production of hens fed diets containing various levels of local or imported sesame meal (SSM) during 252 days.

Level of SSM (%) In diet	Substitute of soybean meal	Source of SSM	Egg production (%)	Feed per doz. eggs (kg)	Cost of feed (Bt) per ¹	
					kg.feed	doz. eggs
0	0	-	75.65	1.80	4.83	8.70
4	25	Local	71.38	1.87	4.77	8.92
4	25	Import	73.23	1.87	4.77	8.92
8	50	Local	70.63	1.93	4.71	9.09
8	50	Import	73.08	1.87	4.71	8.81
12	75	Local	62.21	2.12	4.64	9.84
12	75	Import	72.60	1.92	4.64	8.91

¹ Ingredient price (Bt/kg) : yellow corn 3.10, rice bran 3.50, soybean meal 9.00, fish meal 14.00, dicalcium phosphate 12.00, Oyster shell 1.50, DL-Methionine 100, L-Lysine 100, salt 2.00, premix 60, and SSM 5.50

วิจารณ์ผลการทดลอง

การที่ผลผลิตไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อมีการใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 4) น่าจะมีสาเหตุมาจากการดอะมีโนที่จำเป็น โดยเฉพาะไลซีนของกากงาชนิดนี้มีปริมาณต่ำกว่าค่าที่ใช้คำนวณในสูตรอาหารมาก (0.44 vs 1.30% ตามลำดับ, ตารางที่ 3) และอาจเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย (Yamazaki and Kamata, 1986) ซึ่ง Canale *et al.* (1975) รายงานว่าไลซีนมีค่าการย่อยได้เพียง 67% เท่านั้น การสร้างสูตรอาหารที่ให้ไลซีนสมดุลกันทุกกลุ่ม โดยใช้ค่าไลซีนของกากงาที่สูงกว่าความเป็นจริงนี้ จึงทำให้ปริมาณไลซีนในสูตรอาหารที่ใช้กากงาต่ำกว่ากลุ่มควบคุม มีผลให้แม่ไก่ได้รับไลซีนตลอดระยะเวลาการทดลองน้อยกว่า (190-213 vs 229 กรัม ตามลำดับ, ตารางที่ 7) นอกจากนี้ยังมีการดอะมีโนที่จำเป็นชนิดอื่นอีกที่มีปริมาณต่ำมากในกากงาชนิดที่ผลิตในท้องถิ่น อันได้แก่ เมทไธโอนีน + ซิสทีน ทรีโอนีน และไอโซลูซีน (Isoleucine) เป็นต้น ทำให้แม่ไก่กลุ่มที่ได้รับกากงาดังกล่าวได้รับในปริมาณต่ำเช่นเดียวกัน ส่วนกรดอะมิโนในกากงาชนิดนำเข้ามีปริมาณต่ำกว่าค่าที่ใช้คำนวณเล็กน้อย โดยการดอะมิโนชนิดไลซีนที่ได้รับมีปริมาณใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม (221-227 vs 229 กรัม ตามลำดับ, ตารางที่ 7) จึงมีผลให้ผลผลิตไข่ไม่ต่างกัน.

Table 7. Actual amino acid content in the diet and the intake during the whole experimental period (252 days).

Level of SSM (%)		Source of SSM	Lysine		Methionine + Cystine	
In diets	Substitute of soybean meal		In diets (%)	Intake/bird (g)	In diets (%)	Intake/bird (g)
0	0	-	0.80	229	0.56	160
4	25	Local	0.76	213	0.56	157
4	25	Import	0.79	227	0.59	169
8	50	Local	0.73	209	0.56	160
8	50	Import	0.77	221	0.62	178
12	75	Local	0.69	190	0.56	154
12	75	Import	0.76	222	0.65	190

การกินอาหารลดลงอย่างมากเมื่อมีการใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูง (12% ในสูตรอาหาร) ทั้งนี้เนื่องจากความไม่น่ากินของอาหาร เพราะกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ยังมีน้ำมันเหลือในกากค่อนข้างสูง (24.7%, ตารางที่ 1) ทำให้อาหารผสมมีลักษณะชุ่มเป็นมัน และอาจเนื่องจากกากงามีรสขม ซึ่ง Lennerts (1989) กล่าวว่า รสขมของกากงาเป็นตัวจำกัดการนำไปใช้เป็นอาหารไก่หรือหมู เพราะสัตว์จะกินอาหารได้น้อย แต่อย่างไรก็ตาม การใช้กากงาชนิดนี้ในระดับต่ำไม่เกิน 8% ในสูตรอาหาร และการใช้กากงาชนิดนำเข้าไม่มีผลเสียต่อปริมาณอาหารที่กินได้ แมไก่ยังคงได้รับอาหารในปริมาณใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ซึ่งก็ยังคงทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มไม่ต่างกัน ส่วนน้ำหนักตัวของแม่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูงเพิ่มน้อยกว่ากลุ่มอื่น ก็น่าจะเนื่องจากได้รับอาหารต่อวันน้อยกว่านั่นเอง (ตารางที่ 4).

เมื่อเปรียบเทียบผลการใช้กากงาจากทั้งสองแหล่ง คือ ชนิดผลิตในท้องถิ่นและชนิดนำเข้า ในไก่ไข่ตามการศึกษานี้กับการใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นในอาหารนกกระทาไข่ ซึ่งปรากฏว่าสามารถใช้ได้ระดับ 10% (ตั้งทวีวัฒน์ และชีวะอิสระกุล, 2535) สูงกว่าระดับการใช้ได้ในครั้งนี้ที่ปรากฏว่าผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้กากงาในท้องถิ่นไม่ว่าที่ระดับใด ทั้งนี้อาจเนื่องจากระดับโปรตีนในอาหารนกกระทาไข่สูงกว่าในอาหารไก่ไข่ (22 vs 16%) การใช้ในอาหารนกกระทา 10% จึงไม่สูงนัก เพราะเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 32% เท่านั้น และเมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณการใช้อาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหลของแม่ไก่กลุ่มที่ได้รับกากงาในอาหารระดับ 4% พบว่าให้ผลไม่ต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่งเทียบแล้วเท่ากับใช้แทนที่กากถั่วเหลือง

25% ต่ำกว่าการนำไปใช้ได้ในการอาหารนกกระทาเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามก็ตีกากงาชนิดนี้เข้าสามารถใช้เป็นอาหารไก่ไข่ได้ในระดับที่สูงกว่ากากงาชนิดผลิตในท้องถิ่น กล่าวคือใช้ได้ระดับ 8% หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 50% โดยไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ด้อยลง สูงกว่าระดับการใช้ในการอาหารนกกระทาไข่ดังที่ได้กล่าวมา และยังสูงกว่าระดับการใช้ในไก่ไข่ตามรายงานของ Hassan (1974) หรือในไก่เนื้อตามรายงานของ Bell *et al.* (1990) และ Hco *et al.* (1990) แต่ต่ำกว่า Baghel and Netke (1987) ที่พบว่ากากงาสามารถใช้เป็นอาหารไก่ในระดับสูงได้.

ผลของจำนวนไข่ที่มีขนาดเกรด A ต่ำเมื่อได้รับกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นในอาหารระดับ 12% อาจเนื่องจากประสิทธิภาพการนำโภชนะที่มีในกากงาไปใช้ประโยชน์ได้น้อย ซึ่ง Doran *et al.* (1982) รายงานว่าขนาดฟองไข่เล็กลงเมื่อระดับเมทไธโอนีนในอาหารต่ำกว่าความต้องการของแม่ไก่ จากการทดลองผลปรากฏว่า ความแตกต่างของขนาดฟองไข่ในช่วง 3 เดือนแรก มีผลน้อย แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่ออีกระยะเวลาทดลองออกไป อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของน้ำหนักไข่กลับไม่ชัดเจนเมื่อเฉลี่ยจากไข่ทุกฟอง กล่าวคือ มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟองอยู่ระหว่าง 64.3-65.7 กรัม ซึ่งไม่ต่างกันทางสถิติ.

สำหรับจำนวนไข่คุณภาพต่ำ (Second egg quality) จำพวก ไข่บุบ ไข่แตก และไข่เปลือกกร้าว ตามการศึกษาครั้งนี้ มีปริมาณไม่มาก และไม่พบความแตกต่างกันทั้งไข่และไข่ที่ใช้กากงาทั้งสองชนิดในอาหาร ทำให้เข้าใจว่าสารออกซาเลทและกรดไฟติกมีปริมาณไม่มากพอจนก่อให้เกิดความเสียหาย นอกจากนี้การเกิดขนร่วงในตัวแม่ไก่ในกลุ่มที่ได้รับกากงาก็ไม่พบเห็นเช่นกัน ซึ่งอาจเนื่องจากสารผสมล่วงหน้า (Premix) ได้ใส่สังกะสีลงไปจำนวนมาก สูงกว่าระดับที่แนะนำ โดย NRC (1984; 65 vs 50 mg/kg) จึงไม่ทำให้เกิดการขาดสังกะสีขึ้น แม้ว่ากากงาจะมีกรดไฟติกสูงก็ตาม จากการสังเกตพบว่า แม่ไก่กลุ่มที่ได้รับกากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นระดับสูงมีมูลเหลวออกสีน้ำตาล ในขณะที่การใช้กากงาชนิดนี้เข้าไม่พบเห็นความผิดปกติ.

ในกรณีของอัตราการตายตลอดระยะเวลาการทดลอง ไม่พบความแตกต่างกัน โดยในแต่ละกลุ่มมีอัตราการตายระหว่าง 4-8% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติของการเลี้ยงตามฟาร์มทั่วไป สอดคล้องกับรายงานของ ตั้งทวีวัฒน์ และชีวะอิสระกุล (2535) ที่ใช้กากงาท้องถิ่นระดับสูงในอาหารไก่ไข่รุ่น และนกกระทาไข่ (15 และ 20 % ตามลำดับ) นอกจากนี้ก็ยังมีอีกหลายรายงานที่ได้บ่งถึงเรื่องอัตราการตายเมื่อมีการใช้กากงาเป็นอาหารไก่ (Baghel and Netke, 1987; Bell *et al.*, 1990; Hco *et al.*, 1990) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากากงาไม่ได้มีอันตรายร้ายแรงถึงชีวิต.

สรุปผลการทดลอง

การใช้กากงาชนิดผลิตในท้องถิ่นและชนิดนำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองระดับต่างๆ (0-75%) ในอาหารไก่ไข่ที่ใช้โปรตีนระดับ 16% เป็นเวลา 9 เดือน สรุปได้ว่า

- 1) กากงาทั้งสองชนิดมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่ำกว่าค่าที่อ้างอิงโดย NRC (1984) โดยเฉพาะกากงาท้องถิ่น มีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นต่ำมาก เช่น ไลซีน เมทไธโอนีน + ซิสทีน และทรีโอนีน ซึ่งมีเพียงครึ่งหนึ่งของกากงาชนิดนำเข้า
- 2) กากงาชนิดนำเข้า สามารถใช้ในอาหารไก่ไข่ได้ระดับ 8% หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 50% ในขณะที่กากงาท้องถิ่นไม่ควรนำมาใช้ เนื่องจากทำให้ผลผลิตไข่ลดลง
- 3) เมื่อใช้กากงาท้องถิ่นในอาหารไม่เกินระดับ 8% จะมีสมรรถภาพการผลิตไม่ต่างจากการใช้กากงาชนิดนำเข้า
- 4) การใช้กากงาระดับสูงถึง 12% ในสูตรอาหาร หรือเทียบเท่ากับแทนที่กากถั่วเหลือง 75% ไม่มีผลทำให้อัตราการตายเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัย ขอขอบคุณคณะกรรมการศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- คันเจริญ, เขียวภรณ์., คันเจริญ, สาวิชัย., วัฒนเศรษฐกุล, เชิดชัย., เหล่าไพฑูรย์, บัญญัติ., จีรพันธุ์วัฒน์, สุวิทย์., สิวประภากร, อภิชัย., ศรีประยา, ศิทธิพงษ์., ฉายพุทธ, ธนพงษ์., ศาภิยะ, พวรรณศรี. และ ชวรมบุตร, บุญพา. (2531). การศึกษาการย่อยได้ของงาและกากเมล็ดงาในอาหารสัตว์เล็ก. ใน การใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์, รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการโครงการอาหารสัตว์ไทยเขตรับ, หน้า 55-68, ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- จันทร์ภักขณา, จัญญ. (2523). สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. สำนักพิมพ์วิทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ตั้งทวีวัฒน์, สุชน. และ จีระอิสสระกุล, บุญฉอม. (2535). การใช้กากงาทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารสัตว์ปีก. 1 ไก่สาวและนกกระทาไข่. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการ สาขาสัตวศาสตร์, หน้า 145-160. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Aboul, E.S.S., Samy, M.S., Sherif, S.U. and Farid, F.A. (1986). Amino acids of some feed ingredients commonly used in poultry rations. Ann. Agric. Sci. (Cairo) 31(2) : 1649-1662.
- Abrams, J.T. (1966). Recent Advance in Animal Nutrition. J & A Churchill Ltd. London, UK.
- Baghel, R.P.S. and Netke, S.P. (1987). Economic broiler ration based on vegetable proteins. Indian J. Anim. Nutr. 4(1): 24-27.
- Bell, D.E., Ibrahim, A.A., Denton, G.W., Long, G.G. and Bradley, G.L. (1990). An evaluation of sesame seed meal as a possible substitute for soybean oil meal for feeding broilers. Poultry Sci. 69 (Suppl.1): 157.
- Brito, O.J. and Nunez, N. (1982). Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combinations with soy and corn flours. J. Food Sci. 47:457-460.

- Canale, A., Turi, R.M. and Valente, M.E. (1975). Apparent digestibility of the amino acids of sunflower and sesame oilmeals by hens. *Rivista di Zootecnia e Veterinaria* No 4, p 335-343.
- Doran, B.H., Krueger, W.F. and Bradley, J.W. (1982). The feasibility of phase feeding sulphur amino acids to egg production stock during the laying period. *Poultry Sci.* 61(7) : 1453.
- Gohl, B. (1981). *Tropical Feeds*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Hassan, O.E.M. (1974). Utilization of tropical feedingstuffs in the nutrition of modern commercial laying stock. *Tropical Agri.* 51(4):569-573.
- Heo, C.K., Lee, J. Y. and Lee, Y.C. (1990). Feeding value of various plant oil meals as a substitution of soybean meals in broiler diet. *Korean J. Anim. Nutr. Feedst.* 14(1):14-19.
- Hossain, M.A. and Jauncey, K. (1989). Studies on the protein, energy and amino acid digestibility of fish meal, mustard oilcake, linseed and sesame meal for common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture* 83 (1-2): 59-72.
- Lease, J.G. (1972). Effect of histidine in tibia alkaline phosphatase of chicks fed zinc-deficient sesame meal diets. *J. Nutr.* 102(10): 1323-1330
- Lease, J.G. and Williams, W.P. Jr. (1967). Availability of zinc and comparison of *in vitro* and *in vivo* zinc uptake of certain oil seed meals. *Poultry Sci.* 46:233-241.
- Lennerts, L. (1989). Sesame cake/expeller and sesame oilmeal. *Muhle + Mischfuttertechnik* 126(17): 240-241.
- NRC (National Research Council). (1984). *Nutrient Requirements of Poultry*, 8th Ed. National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- Spindler, M., Stadler, R. and Tanner, H. (1984). Amino acid analysis of feedstuffs : Determination of methionine and cystine after oxidation with performic acid and hydrolysis. *J. Agric. Food Chem.* 32:1366-1371.
- Yamazaki, M. and Kamata, H. (1986). Amino acid availability of feed ingredients for poultry. *Japanese Poultry Sci.* 23(3): 147-156.

วารสารเกษตร 8(3) : 309-313 (2535)

Journal of Agriculture 8(3) : 309-313 (1992)

ข้อสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ซากกับอายุและน้ำหนักฆ่าใน โคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอน

สุวัฒน์ รัตนารณชาติ¹

NOTE ON RELATIONSHIPS OF DRESSING PERCENTAGE WITH SLAUGHTER AGE AND WEIGHT IN WHITE LAMPHUN BULLS

Suwat Rattanonchart¹

ABSTRACT : Data on 50 bulls from the Chiangmai University White Lamphun cattle herd were used to evaluate the relationships of dressing percentage with slaughter age and weight.

Results revealed that dressing percentage had a larger positive correlation with slaughter weight ($r = .4172$) than with slaughter age ($r = .2664$). Slaughter weight only, not age, however, had significant effect on dressing percentage. The conclusion made from these results is that White Lamphun bulls, if possible, should be slaughtered at a young age and heavy body weight in order to attain a high dressing percentage and good quality carcass as well as to minimize feeding cost. Optimal slaughter age and weight related to these characteristics should be investigated in the future.

บทคัดย่อ : ข้อมูลจากโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอนของฝูงมหาวิทยาลัยเชียงใหม่จำนวน 50 ตัว ถูกใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ซากกับอายุและน้ำหนักฆ่าในงานวิจัยนี้.

ผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์ซากมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับน้ำหนักฆ่า ($r = .4172$) สูงกว่ากับอายุ ($r = .2664$) อิทธิพลของน้ำหนักฆ่าเท่านั้นที่มีนัยสำคัญทางสถิติต่อเปอร์เซ็นต์ซาก ผลสรุปของการวิเคราะห์ครั้งนี้คือ โคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอน ถ้าเป็นไปได้ ควรถูกฆ่าที่อายุน้อยๆ และน้ำหนักตัวมากๆ เพราะจะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ซากสูง คุณภาพซากดี และประหยัดค่าอาหารในการเลี้ยง จุดที่พอเหมาะระหว่างอายุและน้ำหนักฆ่าเมื่อคำนึงถึงลักษณะเหล่านี้ น่าจะได้มีการวิจัยต่อไปในอนาคต.

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002

¹ Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiangmai University, Chiangmai 50002, THAILAND.

คำนำ

ถ้าเราพิจารณาการฆ่าโคขายขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ซาก (Dressing percentage) ไม่มากนักน้อย ถ้าคุณภาพซากของที่เปอร์เซ็นต์ซากยิ่งสูงก็จะยิ่งได้กำไรมาก โดยทั่วไปเมื่อโคมีอายุและน้ำหนักฆ่ามากขึ้น ก็จะมีเปอร์เซ็นต์ซากมากตามไปด้วย (กันธพนิต และคณะ 2535; Seebeck and Tulloh, 1966; Field and Schoonover, 1967; Levi *et al.*, 1967; Dikeman *et al.*, 1986) ทั้งนี้ ความสัมพันธ์อาจจะเป็นแบบเส้นตรง (Willis *et al.*, 1968) หรือเส้นโค้ง (Tulloh, 1964) ก็ได้ขึ้นอยู่กับช่วงของอายุและน้ำหนักฆ่า แต่ในอีกด้านหนึ่งเมื่อโคมีอายุมากขึ้น ก็กลับจะมีประสิทธิภาพในการใช้อาหารและคุณภาพซากต่ำลง (Luitingh, 1962, 1963) นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์และคุณภาพซากก็ยังขึ้นอยู่กับพันธุ์ของสัตว์ (Zerle, 1973) และการเลี้ยงดู (Hansen and Zinn, 1968) ด้วย โคเนื้อในยุโรปและอเมริกาเหนือที่ได้รับการเลี้ยงดูดี ส่วนใหญ่จะถูกฆ่าที่อายุ 14 เดือน และน้ำหนักประมาณ 450 กิโลกรัม สำหรับโคเนื้อในประเทศไทยเรา ถ้าเป็นโคขุนพันธุ์ผสมจะฆ่าที่อายุ 16-18 เดือน และน้ำหนัก 400 กิโลกรัมขึ้นไป ถ้าเป็นโคขุนพันธุ์พื้นเมืองจะฆ่าที่อายุไม่ต่ำกว่า 18 เดือน และน้ำหนัก 280 กิโลกรัมขึ้นไป และถ้าเป็นโคมัน (โคอายุมากที่นำมาขุน) โคปลดจากงาน และโคคัดทิ้ง ซึ่งส่วนใหญ่อายุจะเกิน 5 ปี จะฆ่าที่น้ำหนัก 300 กิโลกรัมขึ้นไป (รัตนธนาชาติ, 2527) อย่างไรก็ตามยังมีความต้องการงานวิจัยเกี่ยวกับอายุและน้ำหนักฆ่าที่เหมาะสมต่อเปอร์เซ็นต์และคุณภาพซาก สำหรับโคเนื้อในประเทศไทยอีกค่อนข้างมาก จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ ก็เพื่อจะประมาณค่าสหสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ซากกับอายุและน้ำหนักฆ่า ทดสอบอิทธิพลของอายุและน้ำหนักฆ่าที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ซาก ในโคขาวลำพูน ซึ่งยังไม่เคยมีรายงานมาก่อน.

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลที่วิเคราะห์สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้จากโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอนจำนวน 50 ตัว เป็นโคในฝูงของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ข้อมูลสามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่มตามปีที่โคเกิด และวิธีการเลี้ยงดู โดยกลุ่มแรกเกิดในปี 2528 ได้รับการเลี้ยงดูแบบปล่อยหากินเองภายหลังแยกจากแม่ เมื่ออายุประมาณหนึ่งปี ไม่มีการเสริมด้วยอาหารข้นยกเว้นฟางข้าวและเกลือกับกระดูกป่น กลุ่มที่สองถึงสี่ได้รับการเลี้ยงดูแบบขังเตี่ยวในคอกหลังจากอายุประมาณปีครึ่งไปแล้ว เพื่อทดลองเกี่ยวกับการขุนด้วยอาหารข้น โดยกลุ่มที่สองซึ่งเกิดในปี 2530 ได้กินหญ้าสดเต็มที่กับอาหารข้นหนึ่งเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (การทดลองของจตุรสิทธา, 2532) กลุ่มที่สามซึ่งเกิดในปี 2531 ได้กินมันสำปะหลังเส้นและข้าวโพดบดผสมน้ำกากพวงซูร์ลีในอัตราส่วนต่างๆ และฟางข้าว (การทดลองของมหาวิทยาลัย, 2535) ส่วนกลุ่มที่สี่ซึ่งเกิดในปี 2532 ถึง 2533 ได้กินมันสำปะหลังเส้นและข้าวโพดบดผสมกากโลซินในอัตราส่วนต่างๆ และฟางข้าว (การทดลองของอินทร์สังข์, 2535) โคเหล่านี้ถูกฆ่าและชำแหละซากที่ห้องปฏิบัติการโรงผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ของสถานีวิจัยและบำรุงพันธุ์

สัตว์ห้วยแก้ว ค่าเฉลี่ยและเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Coefficient of variation) ของอายุฆ่า น้ำหนักฆ่า และเปอร์เซ็นต์ซากในแต่ละกลุ่ม แสดงไว้ในตารางที่ 1.

Table 1. Means and coefficients of variation of slaughter ages, weights and dressing percentages of different groups of White Lamphun bulls.

	No. of Group ^a Animal	Slaughter age (Yr)		Slaughter weight (Kg)		Dressing percentage	
		Mean	C.V.	Mean	C.V.	Mean	C.V.
1	8	4.17	14.39	235.87	15.50	47.07	4.48
2	12	3.10	16.45	248.92	4.61	53.54	1.72
3	14	2.84	10.56	315.71	6.65	59.09	1.82
4	16	2.33	14.59	277.59	11.58	57.72	1.50

^a Group : 1 = born in 1985 and received no concentrate,
2 = born in 1987 and received restricted amount of concentrate,
3 = born in 1988 and received unrestricted cassava and corn mixed with Glutamic Mother Liquid diet, and
4 = born in 1989-1990 and received unrestricted cassava and corn mixed with dry powder lysine diet.

โมเดลที่ใช้วิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ซากกับน้ำหนักและอายุฆ่า มีลักษณะดังนี้ :

$$Y_{ijk} = \mu_i + \alpha_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} คือค่าสังเกตที่ k ของกลุ่ม j สำหรับลักษณะ i ; μ_i คือเฉลี่ยของลักษณะ i ; α_{ij} คืออิทธิพล (Fixed effect) ของกลุ่ม j ที่มีต่อลักษณะ i ; ε_{ijk} คือค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม โดยที่ $E(\varepsilon_{ijk}) = 0$ $Var(\varepsilon_{ijk}) = \sigma_i^2$ และ $Cov(\varepsilon_{ijk}, \varepsilon_{i'jk}) = \sigma_{ii'}$ ค่าประมาณสหสัมพันธ์ (Partial correlation) ระหว่างลักษณะ $(r_{ii'})$ เมื่อแยกอิทธิพลของกลุ่มออกแล้วสามารถคำนวณได้ดังนี้ :

$$r_{ii'} = \frac{\sigma_{ii'}}{\sigma_i \cdot \sigma_{i'}}$$

ค่าแอมพลิจูดความแปรปรวน (Sampling variance) ของ $r_{ii'}$ สามารถคำนวณได้โดยอาศัย Taylor series expansion (Kendall and Stuart, 1979) ดังที่อธิบายโดย Rattanaronchart (1985)

การวิเคราะห์อิทธิพลของอายุและน้ำหนักฆ่าที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ซากใช้โมเดลดังนี้ :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_{1i}(x_{1ij} - \bar{x}_1) + \beta_{2i}(x_{2ij} - \bar{x}_2) + \varepsilon_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} คือค่าสังเกตเปอร์เซ็นต์ซากที่ j ของกลุ่ม i ; μ คือเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซาก; α_i คืออิทธิพลของกลุ่ม i ; β_{1i} คือสัมประสิทธิ์ถดถอยของเปอร์เซ็นต์ซากต่ออายุปลาในกลุ่ม i ; x_{1ij} คืออายุปลา; $\bar{x}_1$ คือเฉลี่ยของอายุปลา; β_{2i} คือสัมประสิทธิ์ถดถอยของเปอร์เซ็นต์ซากต่อน้ำหนักปลาในกลุ่ม i ; x_{2ij} คือน้ำหนักปลา; $\bar{x}_2$ คือเฉลี่ยของน้ำหนักปลา; ϵ_{ij} คือค่าคลาดเคลื่อนสุ่ม โดยที่ $E(\epsilon_{ij}) = 0$ และ $Var(\epsilon_{ij}) = \sigma^2$ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของกลุ่มและน้ำหนักปลาเท่านั้นที่มีนัยสำคัญ ($P < .04$) ส่วนอิทธิพลของอายุปลาไม่มีนัยสำคัญ ($P > .86$) เมื่อเป็นเช่นนี้จึงวิเคราะห์ใหม่อีกครั้งหนึ่งด้วยโมเดลที่กล่าวไปนั้น แต่ตัดอิทธิพลของอายุออกและเพิ่มควอดราติกเทอม (Quadratic term) ของน้ำหนักปลาเข้าไป ผลปรากฏออกมาว่าควอดราติกเทอมของน้ำหนักปลาและอิทธิพลอื่นๆ ในโมเดลกลับไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้น โมเดลที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์นี้จึงไม่ควรมีควอดราติกเทอมของน้ำหนักปลา.

เนื่องจากอิทธิพลของกลุ่มเป็นอิทธิพลของปัจจัยที่พัวพันกันระหว่างปีเกิดกับการเลี้ยงดู ดังนั้นจึงไม่น่าจะมีประโยชน์อะไรที่จะอธิบายเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม เพราะฉะนั้นจึงไม่ได้ทดสอบความแตกต่างระหว่างสองกลุ่มใดๆ ในการวิเคราะห์นี้ ถึงแม้อิทธิพลของกลุ่มจะมีนัยสำคัญก็ตาม.

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าประมาณสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ซากกับน้ำหนักปลา (4172) สูงกว่าค่าประมาณสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ซากกับอายุ (2664) ส่วนค่าแชนปลิง-วาเรียนซ์ของค่าประมาณสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ซากกับน้ำหนักปลา (.0001) ต่ำกว่าค่าแชนปลิงวาเรียนซ์ของค่าประมาณสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ซากกับอายุ (.0049) ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ซาก พบนัยสำคัญของอิทธิพลน้ำหนักปลา ($P < .04$) แต่ไม่พบนัยสำคัญของอิทธิพลอายุปลา ($P > .86$) อย่างไรก็ตามค่าประมาณสำหรับสัมประสิทธิ์ถดถอยของเปอร์เซ็นต์ซากต่อน้ำหนักปลาในกลุ่มที่หนึ่ง (.0883 %/กก.) และสาม (.0592 %/กก.) เท่านั้นที่มีนัยสำคัญ ($P < .05$) ส่วนในกลุ่มที่สอง (-.0849 %/กก.) และสี่ (.0188 %/กก.) ไม่มีนัยสำคัญ ($P < .10$).

ดังนั้นสามารถสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ได้คือ (1) เปอร์เซ็นต์ซากโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอนขึ้นอยู่กับน้ำหนักปลามากกว่าอายุปลา (2) เปอร์เซ็นต์ซากมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักปลา มากหรือน้อยยังขึ้นอยู่กับวิธีการเลี้ยงดูด้วย และ (3) ถ้าเป็นไปได้ควรจะฆ่าโคขาวลำพูนเพศผู้ไม่ตอนที่อายุน้อยๆ แต่มีน้ำหนักตัวมากๆ เพราะจะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์ซากสูง คุณภาพซากดี และช่วยประหยัดค่าอาหารในการเลี้ยง ส่วนจุดที่พอเหมาะระหว่างอายุและน้ำหนักปลาเมื่อคำนึงถึงลักษณะเหล่านี้ นั้น น่าจะได้มีการวิจัยต่อไปในอนาคต.

เอกสารอ้างอิง

- คันธพนิต, ชัยณรงค์, ชัยมงคล, ณิต. และ ฟ่องด้านชัย, เสาวลักษณ์. (2533). รายงานเบื้องต้นค่าสังเกตการขุน และคุณภาพซากของโคพันธุ์เบงกอลอายุ 4 ปี. วารสารโคกระบือ. 2:68.
- รัตนธนาทิ, สุวัฒน์. (2527). ลักษณะและความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของโค-กระบือไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จตุรสิทรา, ฉัฐชัย, ไพสิกันนท์, นิรันดร. และ นิยมศักดิ์, ไพศ. (2532). การศึกษาคุณภาพซากโคขาวสำหุณ: การศึกษาเปรียบเทียบการคัดค่างจากแบบไทยและซากอ. วารสารเกษตร. 5:171.
- มหาวิทยาลัย, รัชชัย. (2535). การเพิ่มโปรตีนของมันสำปะหลังต้นเบดโค่น้ำกาฬงบูรณเพื่อใช้เป็นอาหารโค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อินทร์สังข์, อองอาจ. (2535). การใช้กากโลซินเพิ่มโปรตีนของมันสำปะหลังในอาหารโค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Dikeman, M.E., Reddy, G.B., Arthaud, V.H., Tuma, H.J., Koch, R.M., Mandigo, R.W. and Axe, J.B. (1986). Longissimus muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristics of bulls and steers fed different energy levels and slaughtered at four ages. J. Anim. Sci. 63:92.
- Field, R.A., and Schoonover, C.O. (1967). Equations for comparing longissimus dorsi area in bulls of different weights. J. Anim. Sci. 26:709.
- Hansen, K. R., and Zinn, D.W. (1968). Effect of feeding regime on production and carcass traits of light weight calves. J. Anim. Sci. 27:133. (Abst)
- Kendall, M., and Stuart, A. (1979). The advanced theory of statistics. Vol. 1. 4th ed. MacMillan Publ. Co., Inc., New York, NY.
- Luitingh, H. C. (1962). Developmental changes in beef steers as influenced by fattening, age and type of ration. J. Agric. Sci. 58:1.
- Luitingh, H. C. (1963). The efficiency of beef production in terms of carcass weight increase as influenced by the ration concentration and the age of steers. J. Agric. Sci. 61:127.
- Levi, D., Soller, M. and Shilo, A. (1967). The effect of age, live weight and rate of gain on dressing percentage and non-saleable fat content of Israel-Friesian bull calves. Anim. Prod. 9: 115.
- Rattanarongchart, S. (1982). Genetic and genetic-feeding regimen interaction effects on lactation, growth and carcass traits in dairy cattle. Ph.D. Diss., Univ. of Illinois, Urbana.
- Seebeck, R.M., and Tulloh, N.M. (1966). The representation of yield of dressed carcass. Anim. Prod. 8:281.
- Tulloh, N.M. (1964). The carcass composition of sheep, cattle and pigs as functions of body weight. Tech. Conf. on Carcass Composition and Meat Appraisal of Meat Animals, Melbourne. (Cited after Preston and Willis. 1970. Intensive Beef Production. Pergamon Press, page 32).
- Willis, M.B., Preston, T.R., Martin, J.L. and Velazquez, M. (1968). Carcass composition of Brahman bulls fed high energy diets and slaughtered at different live weights. Rev. cubana Cienc. Agric. (Eng. Ed.) 2:83. (Cited after Preston and Willis. 1970. Intensive Beef Production. Pergamon Press, page 32)
- Zerle, L. Carpenter. (1973). Effects of crossbreeding on carcass characteristics. Crossbreeding Beef Cattle Series 2, Univ. of Florida Press, Gainesville.

วารสารเกษตร 8(3) : 314-320 (2535)

Journal of Agriculture 8(3) : 314-320 (1992)

การย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัด และอัตราการตั้งครรภ์ในโคนม

สัมพันธ์ สิงห์จันทร์¹, จูรีรัตน์ เอี่ยมวิทยาการ¹ และ กัลยา นิครนัยบุญ¹

FROZEN EMBRYO TRANSFERRING AND PREGNANCY RATES IN DAIRY CATTLE

Samphan Singhanjan¹, Jurcerat Uamvithayakarn¹

and Kalaya Mithibhoon¹

ABSTRACT : The report on the pregnancy rates of frozen-thawed bovine embryos in 94 heads of recipient was 52.1%. There was a higher survival rates of cryopreserved embryos in a group of heifer compared to cows (72.9 vs 38.9). The success rates of transferring embryo in morula stage was higher than blastocyst and expand blastocyst respectively (64.7, 50.0 and 31.2).

บทคัดย่อ : จากการย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดและอัตราการตั้งครรภ์ในโคนม จำนวน 94 ตัว พบว่าอัตราการตั้งครรภ์ทั้งหมด 52.1% โดยมีอัตราการตั้งครรภ์ในกลุ่มตัวรับที่เป็นโคสาวไฮสไตน์เฟรีเซียนสูงกว่ากลุ่มตัวรับซึ่งเป็นแม่โคพันธุ์ผสม (72.9 vs 38.6) และพบว่าตัวอ่อนระยะ Morula มีอัตราการตั้งครรภ์ดีกว่าระยะ Blastocyst และ Expand Blastocyst (64.7, 50.0 และ 31.2) ตามลำดับ.

คำนำ

ความก้าวหน้าทางวิชาการใหม่ๆ สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์หรือเพิ่มผลผลิตสัตว์ให้สูงขึ้นได้ เช่น การผสมเทียมทำให้สามารถใส่พ่อพันธุ์ที่ดีขยายพันธุ์ได้มากกว่าการผสมตามธรรมชาติสำหรับแม่พันธุ์ที่ดีนั้น วิธีการที่จะช่วยทำให้แม่พันธุ์สามารถขยายพันธุ์ได้มากขึ้นกว่าปกติวิธีหนึ่งก็คือ การย้ายฝากตัวอ่อน โดยอาศัยหลักการง่ายๆ คือ ทำให้แม่พันธุ์มีการตกไข่ครั้งละ

¹ ศูนย์ผสมเทียมปทุมธานี, ตำบลบางกระเจ็ด, อำเภอบึงเมือง, จังหวัดปทุมธานี 12000.

¹ Patumthani Artificial Insemination Research Center, Bang-ga-dee, Muang District, Pratumtani 12000, Thailand.

หลายๆ ฟอง แล้วผสมด้วยน้ำเชื้อจากฟองพันธุ์ที่ดี แล้วเก็บตัวอ่อนแล้วนำไปถ่ายฝากให้กับสัตว์เพศเมียที่พันธุ์ไม่ดี หรืออาจจะทำการเก็บเป็นตัวอ่อนแช่เย็นจัด แล้วจึงนำไปใช้ถ่ายฝากในโอกาสต่อไป วิธีการดังกล่าวจะทำให้ได้ลูกที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ดีครั้งละหลายตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโคกระบือซึ่งปกติให้ลูกเพียงปีละตัว สามารถให้ลูกได้หลายตัวในหนึ่งปี ถึงแม้จะให้หลักการที่ไม่สลับซับซ้อน แต่ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องใช้เทคนิคและวิธีการที่รัดกุมจึงประสบผลสำเร็จ.

เทคโนโลยีของการย้ายฝากตัวอ่อนหรือการถ่ายฝากก็พหุมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาปศุสัตว์ สามารถลดระยะเวลาของการปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์สัตว์ได้ อย่างไรก็ตามได้มีการพัฒนาเทคนิคอย่างจริงจังในประเทศไทย ถึงแม้จะได้มีการศึกษาขั้นตอนของการย้ายฝากตัวอ่อนไปบ้างแล้ว.

การที่รัฐบาลอนุญาตให้มีการส่งซื้อนมผงจากต่างประเทศเข้ามาในขณะนี้ เป็นผลสะท้อนมาจากการที่มีจำนวนน้ำนมที่ผลิตขึ้นในประเทศยังไม่พอกับความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้มีสาเหตุหนึ่งมาจากขีดความสามารถของโคพันธุ์พื้นเมืองของประเทศซึ่งให้ผลผลิตต่ำ.

ในแผนพัฒนาการปศุสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมของกรมปศุสัตว์ เพื่อที่จะเพิ่มคุณภาพของโคนมในการผลิตน้ำนมได้สูง จึงได้นำฟอโคพันธุ์ยุโรป อเมริกา *Bos taurus* ซึ่งให้ผลผลิตน้ำนมสูงมาผสมกับแม่โคพันธุ์พื้นเมือง *Bos indicus* ซึ่งทนต่อสภาพอากาศร้อนได้ดี ทำให้ลูกมีความต้านทานต่ออากาศร้อนและโรคต่างๆ ได้ดีกว่าโคพันธุ์ยุโรป อเมริกา และทำให้ผลผลิตสูงกว่าโคพันธุ์พื้นเมือง ในการนี้ได้มีการผลิตโคลูกผสมพันธุ์ต่างประเทศ 75% เพื่อใช้เป็นฟอพันธุ์ขึ้นก่อนทำการเลี้ยงจนครบอายุที่สามารถจะใช้ทำการเก็บน้ำเชื้อฟอพันธุ์เพื่อผสมพันธุ์ได้.

อย่างไรก็ดี จำนวนฟอโคลูกผสมเหล่านี้ที่ให้น้ำเชื้อคุณภาพดีมีเพียง 30% ของโคลูกผสมทั้งหมดซึ่งนับว่าน้อยมาก และจากสถิติการผสมเทียมของประเทศไทยในหลายปีที่ผ่านมา (กรมผสมเทียม กรมปศุสัตว์) ก็นับว่ามีอัตราการเจริญพันธุ์ยังต่ำ คือ มีจำนวนแม่โคที่ผสมติดจากการผสมเทียมครั้งเดียวเพียง ประมาณ 40% เช่นเท่านั้น ที่เหลือต้องทำการผสมหลายครั้ง เป็นผลให้มีการผลิตลูกโคขึ้นทดแทนฝูงน้อย เกิดการขาดแคลนแม่โคและเกี่ยวโยงไปถึงการผลิตนมได้น้อยไม่พอกับความต้องการของประเทศ.

ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายและแผนพัฒนาการปศุสัตว์ของรัฐบาล อุตสาหกรรมโคนมตลอดจนอุตสาหกรรมนมของประเทศ คณะผู้ทำการวิจัยจึงมีความเห็นว่าควรที่จะพัฒนาเทคโนโลยีของการย้ายฝากตัวอ่อน และนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นในประเทศไทย เพื่อเร่งอัตราการเพิ่มปริมาณของโคนมและน้ำนมในประเทศ รวมทั้งขจัดปัญหาของการผสมไม่ติดหรือผสมติดยากอันเป็นการลดการสูญเสียทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงดูโคนมที่มีปัญหาเหล่านี้ เป็นการประหยัดเวลาค่าใช้จ่ายและต้นทุนการผลิตให้สามารถขายแข่งกับตลาดต่างประเทศได้ จึงได้ทำการ

ศึกษาเทคนิคและวิธีการย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดให้มากขึ้น เพื่อนำมาใช้ในการผลิตสัตว์โดยเฉพาะอย่างยิ่งโคนม เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นในอนาคต.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ : ประกอบด้วย ตัวอ่อนแช่เย็นจัดจากแมโคพันธุ์ไฮลด์สไนด์ฟรีเซียน จำนวน 94 ตัว, โคตัวรับ รวมทั้งหมด จำนวน 176 ตัว แบ่งเป็นโคสาวพันธุ์ไฮลด์สไนด์ฟรีเซียน จำนวน 63 ตัว, แมโคนมลูกผสมพันธุ์ไฮลด์สไนด์ฟรีเซียน จำนวน 113 ตัว, โรงเรือนทดลอง โรงเรือนตัวรับ มีลักษณะโปร่ง หลังคากระเบื้องพื้นซีเมนต์มีบริเวณรอบเดินได้รอบโรงเรือน ด้านหน้ามีรางอาหาร ตามแนวบริเวณคอกและรางน้ำซึ่งปิดเปิดน้ำโดยอัตโนมัติ.

อาหารสัตว์ : อาหารหยาบใช้หญ้าสด, หญ้าหมักหรือฟาง, ต้นข้าวโพดหมัก ขึ้นอยู่กับฤดูกาล อาหารข้นใช้อาหารที่มีโปรตีน ประมาณ 15 - 18% .

ฮอร์โมนที่ใช้ในการเหนี่ยวนำและควบคุมการเป็นสัด คือ PGF_2 (Lutalyse, Upjohn).

อุปกรณ์ในการตรวจหาและประเมินคุณภาพตัวอ่อน : ประกอบด้วย กล้องสเตอริโอสโคป; Plastic petti dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 ซม.; กระดิกน้ำร้อน; เทอร์โมมิเตอร์; กระดิกน้ำเย็น; กรรไกรตัดหลอด; หลอดดูดตัวอ่อน ใช้หลอดพลาสติกที่เก็บน้ำเชื่อมผสมเทียมแบบแช่แข็ง (Straw) ขนาด 0.25 ลบ.ซม. ต่อเข้ากับเข็มเบอร์ 16 ปลายตัดและกระบอกฉีดยาทูเบอร์คูลิน ขนาด 1 ลบ.ซม.; ปากคีบ; ผ้าเช็ดมือและกระดานทิชชู; น้ำยาที่ใช้ขณะประเมินคุณภาพและเก็บตัวอ่อนก่อนถ่ายฝาก คือ : 1.5 M Glycerol, Culture medium หรือ Holding medium, 1.0 M Sucrose.

อุปกรณ์ในการย้ายฝากตัวอ่อน : Cassou AI Gun, Sterile plastic sheath, หลอดพลาสติกขนาด 0.25 ลบ.ซม., ยาชา (Xylocaine hydrochloride 2%), ยาฆ่าเชื้อ (Dettol), กระบอกฉีดยาขนาด 10 ml., เข็มเบอร์ #18 ขนาดยาว 1 $\frac{1}{2}$ นิ้ว, plastic rod (ใช้หุ้มพลาสติกจีท), ถุงมือพลาสติก, รองเท้าบูทยางยาว.

วิธีการ : ก่อนเริ่มการทดลอง โคตัวรับฝากจะได้รับการถ่ายพยาธิภายใน นิดครึ่งชั่วโมงป้องกันโรคปากเท้าเปื่อย, โรคเฮโมเรจิกเซพติกซีเมีย และตรวจโรคทางติดต่อ.

ขั้นตอนเตรียมตัวรับฝาก : ที่จังหวัดเชียงใหม่ เตรียมโคสาวพันธุ์แท้ อายุ 1 ปี 4 เดือน (ประมาณ) จำนวน 63 ตัว เหนี่ยวนำให้เป็นสัดด้วยการฉีด $\text{PGF}_{2\alpha}$ ขนาด 25 mg. ต่อตัว จำนวน 2 ครั้ง ห่างกัน 10 วัน. ที่จังหวัดสระบุรี เตรียมแมโคพันธุ์ต่างๆ ที่เป็นลูกผสม จำนวน 113 ตัว เหนี่ยวนำให้เป็นสัดด้วยการฉีด $\text{PGF}_{2\alpha}$ จำนวน 2 ครั้งเช่นกัน สังเกตการเป็นสัดหลังฉีด $\text{PGF}_{2\alpha}$ ทุกวันๆ ละ 4 ครั้ง ทุก 6 ชั่วโมง และเฝ้าดูอาการสัด.

ตัวอ่อนที่ใช้ : เป็นตัวอ่อนจากโคพันธุ์ต่างประเทศ (ไฮลันด์เฟรนช์แมน) ซึ่งทำเป็นตัวอ่อนแช่แข็งโดย 1 - step Glycerol ใช้ Glycerol เป็นสารป้องกันการแข็งตัวโดยใส่ให้กับตัวอ่อนครั้งเดียว โดยวิธีดัดแปลงจาก Nieman (1985) โดย Freezing solution เป็น 1.5 M Glycerol ประกอบด้วย : 10 ml. Glycerol, 79 ml. Culture media, 10 ml. Fetal calve serum (FCS), 1 ml. Antibiotic เช่น DHS, ตัวอ่อนทั้งหมดมีอยู่ 94 ตัวอ่อน.

การละลายตัวอ่อน (Thawing) : หลังจากเก็บตัวอ่อนไว้ในถังที่บรรจุไนโตรเจนเหลว นำตัวอ่อนมาละลายเกล็ดน้ำแข็งโดยนำหลอดพลาสติกที่บรรจุตัวอ่อนมาแช่ในน้ำอุณหภูมิ 35° ซ. เป็นเวลานานประมาณ 30 วินาที.

การหึ่งสารป้องกันการแข็งตัวออกจากเซลล์ : ก่อนที่จะนำตัวอ่อนไปใช้ต้องทำการหึ่งสารป้องกันการแข็งตัวออกจากเซลล์ ทั้งนี้เนื่องจากสารมีความเป็นพิษต่อเซลล์เมื่อทิ้งไว้เป็นระยะเวลานาน การหึ่งสารป้องกันการแข็งตัวนี้แบ่งได้เป็นขั้นโดยมีการเตรียมสารละลายใช้ 3 Steps - 1, 2 และ 3 (Step 1 : 2.0 ml. 1.5 M Glycerol, 0.1 ml. Phosphate-buffered Saline (PBS) + Serum, 0.9 ml. 1.0 M Sucrose, Step 2 1.0 ml. 1.5 M Glycerol, 1.1 ml. PBS + Serum, 0.9 ml. 1.0 M Sucrose, Step 3 6.0 ml. 1.5 M Glycerol, 2.1 ml. PBS + Serum, 0.9 ml. 1.0 M Sucrose) ทิ้งตัวอ่อนในแต่ละ step นานเป็นเวลา 5 นาที แล้วล้างตัวอ่อนโดย Culture Media หรือ Holding Media 5-6 ครั้ง.

การประเมินคุณภาพตัวอ่อน : เมื่อละลายตัวอ่อนแล้วต้องประเมินคุณภาพโดยมองผ่านกล้องสเตอริโอสโคป ตามวิธีการของ Lindner และ Wright (1983) ซึ่งแบ่งคุณภาพของตัวอ่อนออกเป็น 4 ระดับ คือ :

1. Excellent หรือ Good ได้แก่ตัวอ่อนที่มีลักษณะกลม Blastomere มีลักษณะและสีสม่ำเสมอ.
2. Fair ได้แก่ตัวอ่อนที่มี Blastomere ขึ้นออกมาเป็นถุง มีบางเซลล์ผุไป.
3. Poor ได้แก่ตัวอ่อนที่มี Blastomere ขึ้นออกมาเป็นจำนวนมาก บางเซลล์ผุไป ขนาดของเซลล์เปลี่ยนไปมาก มีถุงน้ำ (Vesicle) จำนวนมาก แต่ยังมีลักษณะ viable appearing embryo mass อยู่.
4. Dead หรือ Degenerating ได้แก่ตัวอ่อนที่มีสีค่อนข้างดำหรืออาจมีเซลล์เหี่ยวผุไปหมด.

และตัวอ่อนเหล่านี้จัดแบ่งเป็นกลุ่มตามระยะการเจริญเติบโตของตัวอ่อน ดังนี้ : Unfertilized, 2 - to 12 cells, Early Morula, Morula, Early Blastocyst, Blastocyst, Expanded Blastocyst, Hatched blastocyst, และ Expanding Hatched Blastocyst.

ตัวอ่อนทั้ง 94 ตัวนี้เมื่อประเมินคุณภาพตัวอ่อนแล้วเก็บไว้ในน้ำยา Culture media (PBS + 20 % FCS) จนกว่าจะถ่ายฝากให้กับโคตัวรับต่อไป.

การถ่ายฝากตัวอ่อน : นำตัวอ่อนไปถ่ายฝากให้กับโคตัวรับที่มีการเป็นสัดคล้องกับอายุของตัวอ่อน 6 และ 7 วัน โดยแปลงจากวิธีการของ Jillella (1982) ดังนี้ : ๑. คัดตัวอ่อนที่จะถ่ายฝากเข้าหลอดพลาสติกขนาด 0.25 ลบ.ซม. โดยให้ตัวอ่อนอยู่ระหว่างฟองอากาศทั้งสองข้าง, บรรจุหลอดพลาสติกที่มีตัวอ่อนอยู่เข้ากับ ET. Gun และหุ้มด้วย Plastic sheath, ฉีดยาชาเข้าโคนหางประมาณ 5 ลบ.ซม., สังเกตออกจากช่องทวารหนักโคตัวรับให้หมด ตรวจดูคอร์ปัสลูเทียมว่าอยู่ที่รังไข่ด้านใด, ใช้กระดากชำระเช็ดบริเวณปากของคลอดให้สะอาด ให้ผู้ช่วยใช้มือเปิดปากของคลอดสอด ET. Gun เข้าไปยังปีกมดลูกข้างที่มีคอร์ปัสลูเทียมอยู่ พยายามสอดให้เข้าลึกที่สุด โดยใช้มือที่ว่างอยู่ในช่องทวารหนัก วางตัวลูกอ่อนในพื้นที่เหมาะสมแล้วดึงออก.

ตรวจการตั้งครรภ์ในโคตัวรับ : ทำการตรวจท้องให้แก่โคตัวรับฝากทั้งหมดหลังจากครบ 2 เดือน สังเกตตรวจทางทวารหนัก บันทึกการติดตั้งท้อง เปรียบเทียบอัตราการติดตั้งท้องในโคสาวและแม่โค.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดและอัตราการติดตั้งท้องในโคนม จากตัวอ่อนแช่แข็งทั้งหมด 94 ตัว แบ่งเป็นระยะ Morula จำนวน 34 ตัวอ่อน Blastocyst จำนวน 44 ตัวอ่อน และ Expand Blastocyst จำนวน 16 ตัวอ่อน ตามตารางที่ 1.

พบว่าเมื่ออัตราติดตั้งท้องในตัวรับที่เป็นโคสาวพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนสูงกว่าตัวรับแม่โคลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน (72.9 VS. 38.6) และเปอร์เซ็นต์การติดตั้งท้องจากตัวอ่อนระยะ Morula สูงสุดเมื่อเทียบกับระยะ Blastocyst และ Expand Blastocyst โดยมีอัตราการติดตั้งท้อง 64.7, 50.0 และ 31.2 ตามลำดับ (ตารางที่ 2).

สรุปผลจากการทำการย้ายฝากตัวอ่อนแช่เย็นจัดในโคสาวและแม่โคทั้งหมด 94 ตัว มีอัตราการติดตั้งท้องทั้งหมด 52.1% นับว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ เมื่อเทียบกับ Renard *et al.* (1983) ได้รายงานผลการติดตั้งท้องจากการย้ายฝากตัวอ่อนแช่แข็ง 46.8 เปอร์เซ็นต์.

Table 1. Stage of development, classification and number of collected embryos.

Classification		Number
Morula	Quality 1	31
	Quality 2	2
	Quality 3	1
	Total	34
Blastocyst	Quality 1	41
	Quality 2	3
	Total	44
Expand Blastocyst	Quality 1	7
	Quality 2	9
	Total	16
Grand total		94

Table 2. The effect of stage of development and quality of embryos on pregnancy rate of dairy cattle.

		Heifer				Cow			
		Transferred	Pregnant	Nonpregnant	Pregnancy rate, %	Transferred	Pregnant	Nonpregnant	Pregnancy rate, %
Morula	Quality 1	19	16	3	89.2	12	5	7	41.7
	Quality 2	-	-	-	-	2	0	2	0
	Quality 3	1	1	0	100.0	-	-	-	-
Blastocyst	Quality 1	12	8	4	66.7	29	11	18	37.9
	Quality 2	-	-	-	-	3	3	0	100.0
Expand Blastocyst	Quality 1	1	0	1	0	6	2	4	33.3
	Quality 2	4	2	2	50.0	5	1	4	20.0
Total		37	27	10	72.9	57	22	35	38.6
Pregnancy rate of Morula stage, %				64.7					
Pregnancy rate of Blastocyst stage, %				50.0					
Pregnancy rate of Expand Blastocyst stage, %				31.2					

การเก็บตัวอ่อนในลักษณะแช่แข็งมีเป้าหมายสำคัญ คือ เพื่อเก็บรักษาพันธุ์สัตว์ที่มีคุณค่าทางพันธุกรรมสูงไว้ใช้ได้เป็นเวลานานๆ นอกจากนี้ ยังประหยัคในการขนย้ายและสะดวกต่อการควบคุมโรคระบาดสัตว์ เทคนิคนี้ได้เริ่มพัฒนาขึ้นมาเป็นเวลานาน Whittingham *et al.* (1972) รายงานความสำเร็จในการย้ายฝากตัวอ่อนแช่แข็งในหนูขาวเป็นรายแรกในโลก ต่อมา Wilmot และ Rowson (1973) ได้รายงานความสำเร็จในการย้ายฝากตัวอ่อนแช่แข็งในโค ได้มีการพัฒนาเทคนิคในการแช่แข็งตัวอ่อนขึ้นเรื่อยๆ จนถึงทุกวันนี้ การรอดชีวิตของตัวอ่อนที่ผ่านขบวนการแช่แข็งมีอัตราสูงเกินกว่าที่ผ่านๆ มามาก Mapletoft (1987) พบว่าอัตราการติดตั้งท้องในการย้ายฝากตัวอ่อนแช่แข็งมีประมาณ 50% ของอัตราการติดตั้งท้องจากการย้ายฝากตัวอ่อนสด โดยคิดเป็นอัตราการติดตั้งท้องประมาณ 40-50% อย่างไรก็ตามตัวเลขนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนบ้างทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการในการทำการย้ายฝากแต่ละครั้ง.

เอกสารอ้างอิง

- Jillella, D. (1982). A monograph in embryo transfer technology and its application in developing countries. America's Development Foundation Warshington, D.C. Alexandria, V.A.
- Lindner, G.N. and Wright, R.W. Jr. (1983). Bovine embryo morphology and evaluation. *Theriogenology* 20:407-416.
- Mapletoft, R.J. (1987). The technology of embryo transfer. In : International Embryo Movement Proceeding of a Symposium Montreal, p. 2-39.
- Neimann, H. (1985). Sensitivity of pig morulae to DMSO/PVP or glycerol treatment and cooling to 10°C. *Theriogenology* 23 : 213
- Renard, J.P., Y., Leymarie, P. and Plat, J.C. (1983). Sucrose dilution : A Technique for field transfer of bovine embryo frozen in the straw-*Theriogenology* 19 : 145.
- Whittingham, D.G., Leibo, S.P. and Mazur, P. (1972). Survival of mouse embryos to -196 and -269°C. *Science* 178:411-414.
- Wilmot, I. and Rowson, L, E, A. (1973). Experiments on the low - temperature preservation of cow embryos. *Vet. Rec.* 92, 686.

EFFECTS OF PARITY, SEASON, BODY CONDITION SCORE,
TEMPERATURE AND HUMIDITY ON POSTPARTUM
OVARIAN ACTIVITY OF WHITE LUMPOON CATTLE

Petai Pongpiachan ¹

ผลของลำดับคลอด ฤดูกาล คะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย
อุณหภูมิ และความชื้น ของสิ่งแวดล้อม ต่อการทำงานของรังไข่
หลังคลอดของโคขาวลำพูน

ภททย พงษ์พิชัย ¹

บทคัดย่อ : การทดลองครั้งนี้ ใช้โคขาวลำพูนซึ่งเป็นโคพื้นเมืองในเขตภาคเหนือตอนบน ของประเทศไทยเป็นสัตว์ทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ : (1) เปรียบเทียบผลของลำดับคลอด (Parity), ฤดูกาล, อุณหภูมิ ความชื้น (THI), การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว (BWC) และคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกาย (BCS) ต่อการทำงานของรังไข่หลังคลอด (POA) (2) ระยะเวลาของระยะระหว่างวันคลอดลูก กับวันเป็นสัดครั้งแรกหลังคลอด โดยการเสริมแร่ธาตุปดิกย่อย, แคลเซียม และฟอสฟอรัส (3) เปรียบเทียบอุณหภูมิทวาร (Rectal temperature) ระหว่างโคพันธุ์ ไฮลันด์เฟิร์เซียนพื้นเมือง กับโคขาวลำพูน ภายใต้สภาพความเครียดเนื่องจากอุณหภูมิสูง. โคทดลองมี 2 กลุ่ม : กลุ่มแรก เป็นโคที่ สถานีวิจัยและฝึกงานแม่เหิษ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 62 ตัว; กลุ่มที่สอง เป็นโคขาวลำพูนในหมู่บ้าน เขตจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 18 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่มทดลองละ 6 ตัว ประกอบด้วย กลุ่มควบคุม กลุ่มเสริมแร่ธาตุปดิกย่อย และกลุ่มเสริมแร่ธาตุปดิกย่อย + แคลเซียมและฟอสฟอรัส. โคทดลองทั้งในสถานีวิจัย และในหมู่บ้าน กินอาหารจากแปลงหญ้าธรรมชาติในเวลากลางวันเป็นหลัก เวลากลางคืนโคอยู่ในโรงเรือน. มีการเก็บตัวอย่างน้ำนม หรือพลาสมา สำหรับวิเคราะห์หาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (Progesterone) โดยวิธีวัดไอซิมมูนโนแอสซ (RIA) เพื่อวัดการทำงานของรังไข่. ผลการศึกษาที่สถานีวิจัยพบว่า : จำนวนโคคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สะสม (Cumulative percentage) ที่มี POA ครั้งแรกเมื่อ 10-20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100, 101-120, 121-140 และ มากกว่า 140 วันหลังคลอด เป็น 12.9, 48.4, 61.3, 74.2, 85.5, 93.5, 98.4 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ. ลำดับคลอดไม่มีผลต่อค่า POA แต่สำหรับอัตราการตั้งท้อง ระหว่างลำดับคลอด 1-2 vs 3-6 และ 1-3 vs 4-6 มีค่า 13.3 vs 51.1 และ 21.7 vs 53.8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ($P < .05$). ค่า BCS ในฤดูร้อน-ชื้น (มิถุนายน-กันยายน) มีค่า 2.96 ± 0.12 ต่ำกว่าในฤดูหนาว-แห้ง (ตุลาคม-กุมภาพันธ์) และฤดูร้อน-แห้ง (มีนาคม-พฤษภาคม) ซึ่งมีค่า 3.51 ± 0.07 และ 3.73 ± 0.12 ตามลำดับ

¹ Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002, THAILAND.

¹ ภาควิชาสัตวบาล, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50002.

($P < .05$). สำหรับผลของความเครียดเนื่องจากความร้อน และความชื้นวันเป็นค่า Temperature humidity index (THI) พบว่ามีสหสัมพันธ์ทางบวกระหว่างค่า THI และ BCS ($r^2 = 0.33$, $P < .05$). ไม่พบสหสัมพันธ์ระหว่าง BCS vs POA, BWC vs POA และ BWC vs BCS ($P > .05$). อุณหภูมิทวาร ของโค โฮลสไตน์พันธุ์พื้นเมือง และโคขาวลำพูน เมื่อเวลา 8:30 นาฬิกา มีค่า 37.8 ± 0.07 และ 38.0 ± 0.10 °C ในเวลา 15:30 นาฬิกา มีค่า 38.9 ± 0.08 และ 38.7 ± 0.11 °C ตามลำดับ. การทดลองใน ทุ่งบ้าน การเสริมแร่ธาตุปัสปัย และเสริมแร่ธาตุปัสปัย + แคลเซียมและฟอสฟอรัส มีแนวโน้มที่จะทำให้ จำนวนวันระหว่างวันคลอดลูก กับวันผสมพันธุ์ครั้งแรกหลังคลอดลดลง การศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นว่าโคขาวลำพูน เป็นพันธุ์ที่สามารถสืบพันธุ์ได้ดีภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ และความชื้นสูง.

ABSTRACT : White Lumpoon (WL) cows, a native cattle breed in northern Thailand, were used as experimental animals to : (1) assess effects of parity, season, ambient temperature, body weight change (BWC) and body condition score (BCS) on postpartum ovarian activity (POA); (2) reduce postpartum anoestrous interval by supplementation of trace minerals, Ca, and P and; (3) compare rectal temperature between Holstein x Native crossbred and WL cows under heat stress condition. Two groups of the WL cows were used. The first group of cows were at Mae Hia Research Station and Training Center, Chiang Mai University, and comprised 62 primiparous and multiparous cows. The second group were WL cows in village farms to which 6 cows per group were allocated to 3 treatments, control, trace minerals and trace minerals with additional Ca plus P supplementation. The cows in both University and village farms were allowed to graze in natural pasture during the day and kept in housing at night. Milk and plasma progesterone, assayed by solid-phase radioimmunoassay (RIA), were used for monitoring ovarian activity. The results from the University farm were : cumulative percentage of the POA at 10-20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100, 101-120, 121-140 and over 140 d were 12.9, 48.4, 61.3, 74.2, 85.5, 93.5, 98.4, and 100 percent respectively. There were no significant differences among the POA of parity numbers, but pregnancy rate of parities 1-2 vs 3-6 and 1-3 vs 4-6 were 13.3 vs 51.1 and 21.7 vs 53.8 % respectively ($P < .05$). The BCS was less in the hot-wet (2.96 ± 0.12) than cool-dry (3.51 ± 0.07) and hot-dry (3.73 ± 0.12) ($P < .05$). For temperature humidity index (THI) as indicator of heat stress, there was positive correlation between THI and BCS ($r^2 = 0.33$, $P < .05$). In addition, there were no significant difference ($P > .05$) between BCS vs POA, BWC vs POA, and BWC vs BCS. Rectal temperature of the WL and Holstein x Native cows at 830 h were 37.8 ± 0.07 and 38.0 ± 0.10 °C while at 1530 h the values were 38.9 ± 0.08 and 38.7 ± 0.11 °C respectively with no statistical difference between genotype of the cows. In village farms, supplementation of trace minerals and trace mineral with additional Ca plus P tended to shorten days from calving to first mating. The study showed that the WL cows was a tolerable breed to heat stress condition when assess by reproductive parameters.

INTRODUCTION

In 1988, the cattle population in Thailand was over 5 million (Agricultural Statistic of Thailand, 1989). With numbers increasing slightly but steadily over the past decade. Northern Thailand possesses about 24% of the total with the *Bos indicus*. White Lumpoon (WL) representing the typical indigenous breed (Vearasilp, 1979). Northern village farmers selected superior animals from within this breed for many centuries. Thus in comparison with other indigenous breeds, WL have an advantage in acclimatizing to hot climate and in maintaining higher fertility.

Environmental and nutritional stresses are significant conditions affecting postpartum reproduction in cattle. Experimental evidence (Stoebel and Moberge, 1979) indicates that excessive amounts of adrenocorticotrophic hormone, a response that could be induced by heat stress, suppress luteinizing hormone (LH) surge, ovulation and oestrous length. In Angus and Hereford cattle by 40 days after calving, 25% of the cows fed high precalving energy level showed oestrus compared to only 6% of those fed the low level ($P < .05$) (Dunn, Ingalls, Zimmerman and Wiltbank, 1969). In another study, postpartum days to ovulation were significantly and negative correlated with the energy balance (Butler, Everett and Coppock, 1981). When energy intake in 2-year-old Hereford heifer was restricted to 60% compared with 115% of the recommended requirement, LH surge in response to exogenous gonadotropin releasing hormone (GnRH) was lower in the restricted group (Lishman, Allison, Fogwell, Butcher and Inskeep, 1979).

Another study classified Holstein cows according to the time required to begin normal ovarian activity after calving. Animals were grouped as early responder if they had corpora lutea (CL) within 40 days, late responder if showing CL between 40 and 60 days or nonresponders when acyclicity persisted during the first 63 days postpartum. The early responding cows lost the least weight and the acyclic cows lost the most weight (Staples, Thatcher and Clark, 1990). In Thailand mineral supplementation improved growth rate of Northern highland cattle and conception rate in central region cows (Cheva-Isarakul and Euchiewchankit, 1991).

In northern Thailand, ambient temperature and humidity vary substantially depending upon season of the year. For most livestock, the most desirable thermal environment is between 13 and 18 °C (McDowell, 1968). So ambient temperatures are out of this range throughout the year, especially in the summer season. In summer season more short oestrous cycle (< 15 d) and long oestrous cycle (> 30 d) were noted (Fuquay, 1981). In addition, high ambient temperature also caused reduction in peak progesterone concentration between 30-50 days postpartum (Fuquay, 1981). By using serum progesterone concentration from day 2 through 13 post-oestrus for reflecting the function of the CL in Brahman cows, it demonstrated that luteal tissue was more active in winter than in summer (Rhodes III, Randel and Long, 1982).

The objectives of the present study were to : (1) assess effects of parity, season, temperature, body weight changes and body condition on postpartum ovarian activity of WL cattle; (2) reduce the interval from calving to start of ovarian cycle by supplementation of trace minerals, calcium, and phosphorous and; (3) compare rectal temperature between crossbred dairy cattle and WL cattle under conditions that might induce heat stress.

MATERIALS AND METHODS

The first trial : was conducted on cows at Mae Hia Research Station and Training Center, Chiang Mai University. The experimental group included 62 multiparous and primiparous cows with 17 cows monitored during the hot-wet season (June-September); 33 cows during the cold-dry season (October-February) and 12 cows during the hot-dry season (March-May). The cows were allowed to graze freely year-round on natural pasture at 8:00-11:00 and 13:00-15:30 h. At night, the cows were kept in loose house, water was provided *ad libitum*. Bone meal and salt at a ratio of 2:1 was fed once a week. In hot-dry season when natural pasture was restricted, cows were provided with rice straw supplementation. Data for body weight at 30 and 60 days postpartum were collected. Body condition score (BCS) were recorded (Wildman, Jonh, Wagner, Boman, Troutt and Lesch, 1982) by comparison to photographs for score 1, 2, 3, 4 and 5 respectively. Database of the experimental cows for parity and calving date were established. The cows were weight at 30 and 60 days postpartum to calculate for body weight change.

A second trial : conducted in the hot-dry season (April to May), compared rectal temperature in 10 Holstein x Native crossbred and 10 WL at 8:30 and 15:30 h.

A third trial : involved cows from village farms in Chiang Mai and Lumpoon provinces. Eighteen WL cows were selected and groups of 6 were allocated to 3 treatment groups. Classification of the treatments were; i) control, ii) trace minerals supplement, and iii) trace minerals supplement plus Ca and P respectively (Table 1.). The cows grazed in natural pasture near villages in day

time and were kept in barn at night. Meteorological data were also collected especially dry and wet bulb temperature and percent relative humidity (Multiple Cropping Center, Chiang Mai University) for calculation heat stress index called temperature humidity index (THI) from the formular :

$$\text{THI} = \text{Dry bulb temperature} - (0.55 - 0.55\text{RH}) * (\text{Dry bulb temperature} - 58)$$

$$\text{in } ^\circ\text{F, RH} = (\text{RH}\%)/100 \text{ (Ingraham, Gillette and Wagner, 1974)}$$

Milk sample were collected twice weekly for analysis of progesterone by solid-phase radioimmunoassay (RIA) (Boer, Etches and Walton, 1980; International Atomic Energy Agency, 1984) by using RIA kits supplied by the International Atomic Energy Agency (IAEA).

Table 1. Ingradient and chemical composition of mineral supplements (g/cow/day).

Item	Trace mineral, g	Tracemineral + Ca + P, g
Bone meal	0.08	96.76
Dicalcium phosphate	0.00	3.72
Sodium chloride	11.90	10.77
Zinc oxide	0.24	0.18
Sulfur	5.86	5.86
Copper sulfate	0.21	0.21
Ferrous sulfate	1.38	0.82
Manganese sulfate	0.93	0.93
Calcium carbonate	4.34	0.00
Total	24.94	119.25
Chemical composition :		
Calcium	1.67	23.97
Phosphorous	0.01	12.30
Sodium	4.69	4.69
Chloride	7.22	6.53
Manganes	0.23	0.23
Zinc	0.18	0.18
Sulfur	5.86	5.86
Copper	0.05	0.05
Iron	0.29	0.29
Magnesium	0.00	0.64

Statistical analysis was performed by using least-squares analysis of variance with unequal subclass numbers (Harvey, 1975). Linear regressions among parameters were also computed (Snedecor and Cochran, 1967). Assessment of pregnancy rate among treatments were analyzed by chi-square method (Steel and Torrie, 1962).

RESULTS AND DISCUSSION

The first trial : Postpartum ovarian activity (POA) of the WL cows were diverse from acyclic, early, medium to late activity (Figure 1). In active cows, the activities occurred in 48.4% by day 40 and 85.5% before day 100 postpartum (Figure 2). This was later than reported that Holstein Friesian, Dutch Friesian and Meuse-Rhine-Yssel in which the ovarian activity commenced in 88 % of the animals within 30 d after parturition. The 75% activity by day 40 found in Holstein x Native crossbreds was also earlier than this study (Apichartsrungkoon and Pongpiachan, 1990). A reasonable explanation for the delayed activity in WL could be from reduced availability of feeds. The WL cows grazing only on natural pasture with little or no supplement so nutrient intake was lower than would be customary for animals reared under confinement or on cultivated pasture. Moreover, in hot-wet season, when continuous heavy rain took place, the cows were confined in loose house therefore the grazing time will be restricted cause nutritional insufficiency. The result was in good agreement with an experiment in multiparous Holstein cows that consume 18.8, 17.7 and 15.2 kg dry matter/d showed corpus luteum activity within 40 d, 40-60 d and nonoestrus respectively (Staples *et al*, 1990). One possible mechanism is the diminished secretion of luteinizing hormone (LH) due to under-nutrition. Evidence in sheep showed that inadequate nourished ewes had lesser pituitary concentration of LH compare with those more adequately nourished (Dunn and Moss, 1992).

Mean time to POA, assessed from plasma or milk progesterone, was 56.3 ± 4.5 d (Table 2.) which delay in action compare with Hereford, Angus and Hereford x Brown Swiss (37.5 ± 11.2 d) (Butler *et al*, 1981; Williams and Ray, 1980). The progesterone profile can be used to explain the late ovarian activity of the WL cows from the experiment with Holstein and Ayrshire cows

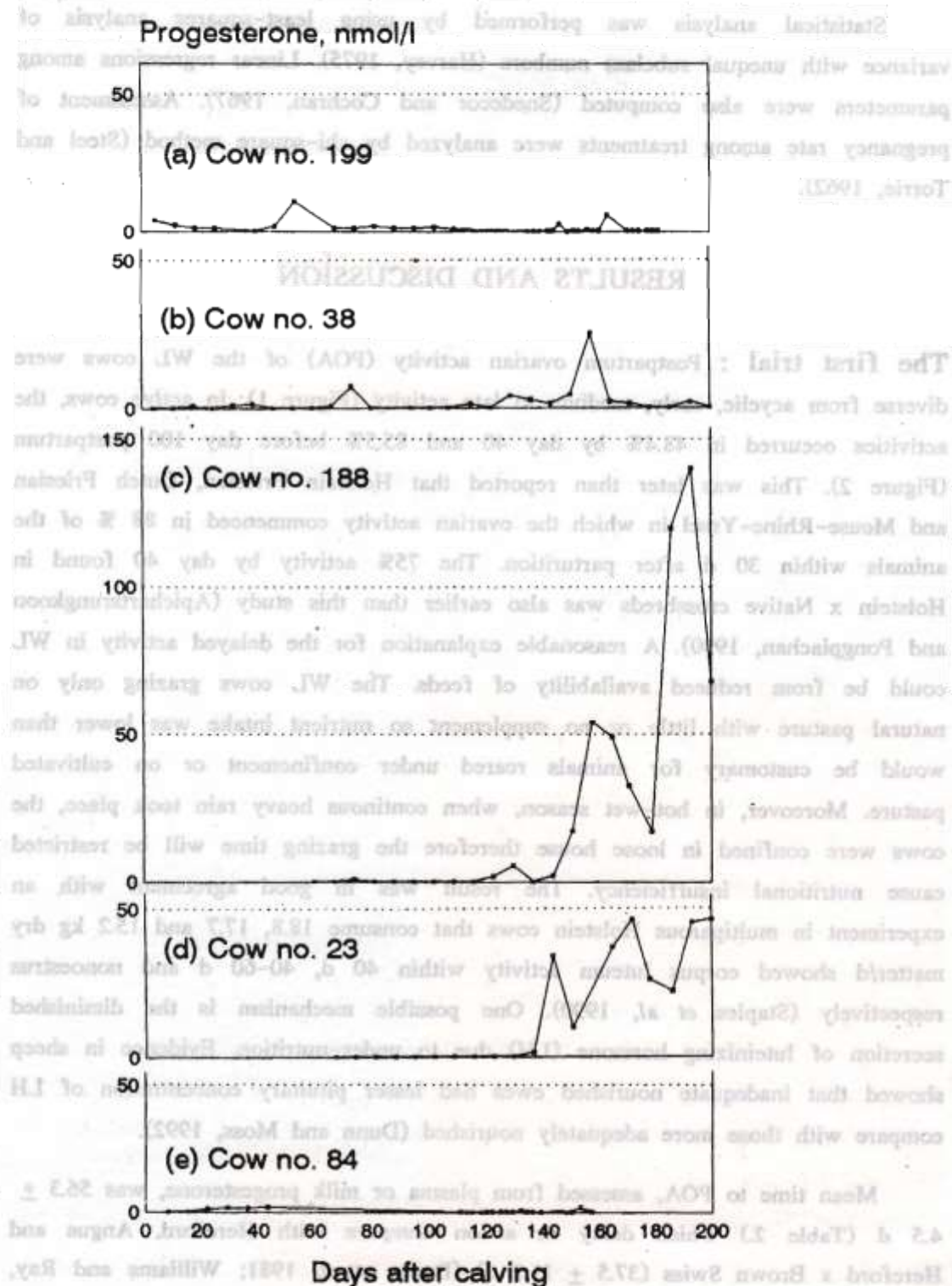


Figure 1. Diversity of postpartum ovarian activity of WL cows.

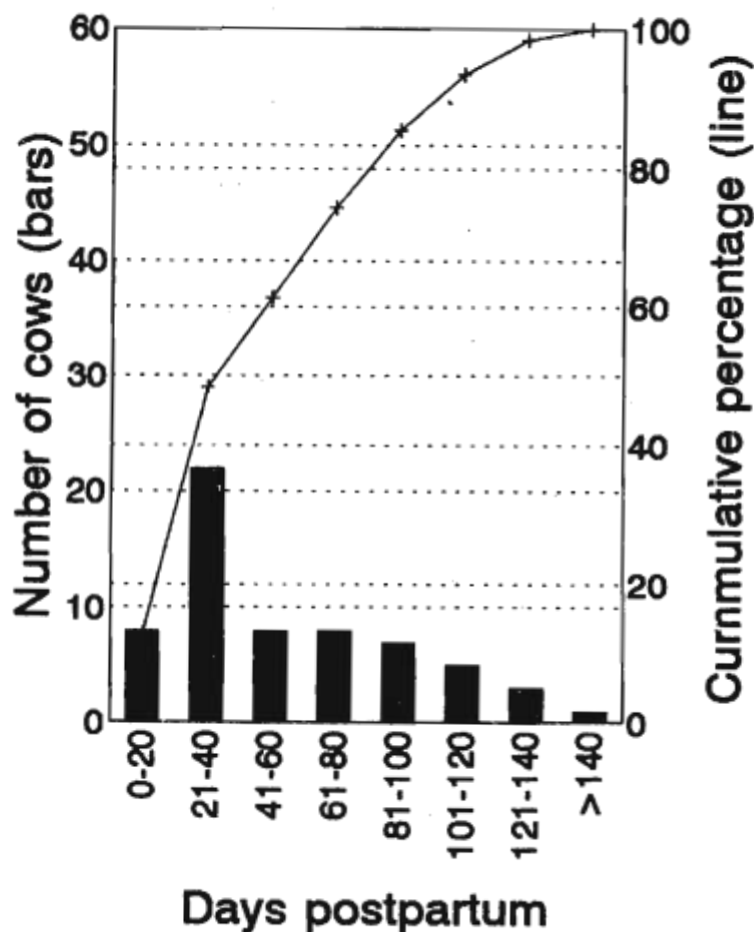


Figure 2. Commencement of ovarian activity in WL cows.

(Meisterling and Dailey, 1987) in that interval from parturition to the first rise in the milk progesterone was longer in cows which showed irregular short followed by normal cycle than in cows with normal cycles. The WL cows in this study showed irregular oestrous cycles.

There were no significant differences in effect of parity on the postpartum ovarian activity (Table 2.), the values were 70.4 ± 14.1 , 50.6 ± 15.9 , 46.0 ± 6.8 , 53.2 ± 8.8 , 50.2 ± 8.0 , and 57.8 ± 8.5 d in parity number 1, 2, 3, 4, 5 and 6

Table 2. Effect of parity on postpartum ovarian activity and pregnancy rate of WL cattle detected by progesterone radioimmunoassay.

Parity	Number of cows	Postpartum ovarian activity, d	Pregnancy rate, %
1	7	70.4 $\pm$ 14.1 ^a	14.3 ^a
2	8	50.6 $\pm$ 15.9 ^a	12.5 ^a
3	8	46.0 $\pm$ 6.8 ^a	37.5 ^a
4	19	53.2 $\pm$ 8.8 ^a	57.9 ^a
5	16	50.2 $\pm$ 8.0 ^a	56.3 ^a
6	4	57.8 $\pm$ 8.5 ^a	25.0 ^a
Mean		56.3 $\pm$ 4.5	41.9

Parity	Pregnancy rate, %	Significant differences
1 vs 2-6	14.3 vs 45.5	NS
1-2 vs 3-6	13.3 vs 51.1	P < .05
1-3 vs 4-6	21.7 vs 53.8	P < .05
1-4 vs 5-6	38.1 vs 50.0	NS

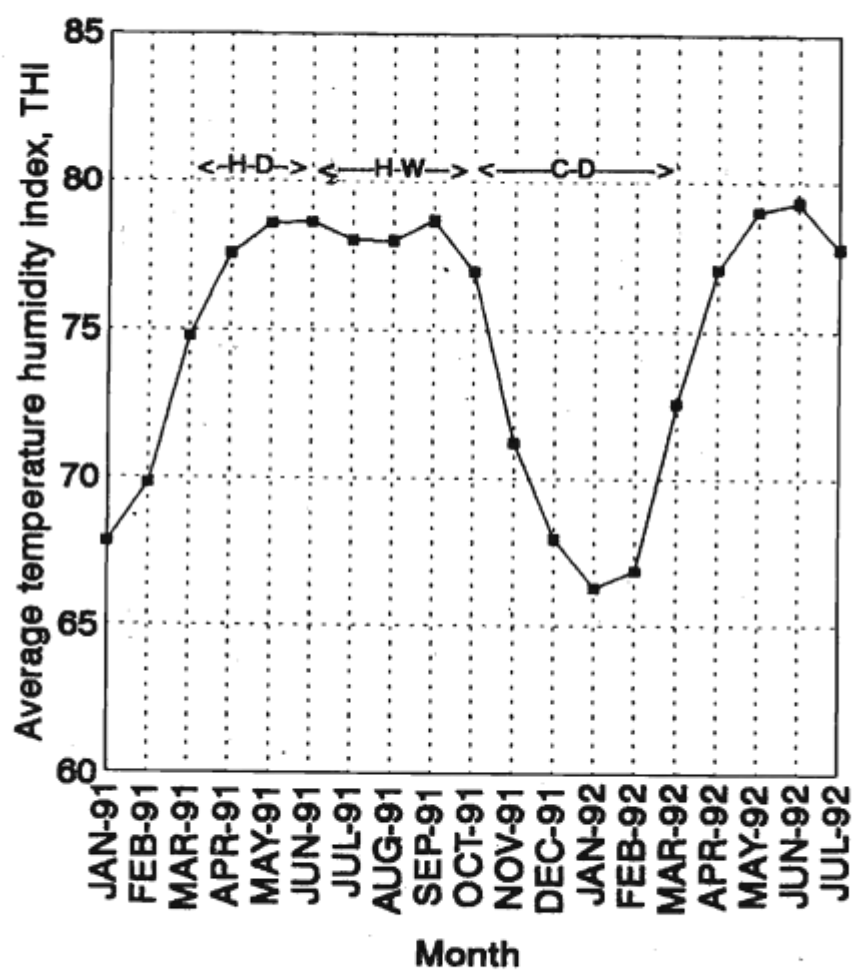
^a Mean $\pm$ standard error with no common superscripts are significantly different (P < .05).
 NS = Nonsignificant different

respectively. The results were contrast to data from Holstein cows in that interval from parturition to first ovulation in primiparous and pluriparous cows were 16.3 and 18.7 d respectively (P < .01) (Ryan, Boland, Kopel, Armstrong, Munyakazi, Godke and Ingraham, 1992). But pregnancy rate of parities 1-2 vs 3-6 and 1-3 vs 4-6 were significantly different (P < .05) at the rate of 13.3 vs 51.1 and 21.7 vs 53.8% respectively which different from crossbred dairy cows, throughout Thailand, in that at parity number 1, 2, 3, 4, 5, and 6 the pregnancy rate were 51.1, 47.8, 50.0, 51.3, 48.5 and 52.3 % respectively (Kamonpatana, Srisakwattana and Sophon, 1988).

The POA in cold-dry season (67.68 $\pm$ 4.93 d) was higher (P < .05) than hot-wet (37.82 $\pm$ 7.79) and hot-dry (37.42 $\pm$ 4.46) while there was no significant different between the POA of hot-wet and hot-dry season. The results were

contrary to what we expected when compare to the very high temperature humidity index (THI) value in hot-wet and hot-dry season (Figure 3.). Further study should be done in area of endocrine response of the WL cows to high THI. The effects of the season on body condition score were significant between hot-wet and cool-dry (2.96 ± 0.12 vs 3.51 ± 0.07 , $P < .05$) and hot-wet vs hot-dry season (2.96 ± 0.12 vs 3.73 ± 0.12 , $P < .05$). The same pattern were founded in crossbred dairy cows of which pregnancy rate, in Thailand, in cold-dry, hot-wet, and hot-dry were 45.65, 39.46, and 40.75%. Similar effect were also founded in Holstein cows that showed significantly lower body condition score in August–November (2.984) compared to December–March (3.056) or April–July (3.077) ($P < .05$) (Wildman *et al*, 1982). The body condition score was also positively related to pregnancy rate with values of 5.88, 66.67 and 25.00% conception in hot-wet, cool-dry and hot-dry season respectively. Comparable to cows that loss body condition score < 0.5 , $0.5-1.0$ and > 1.0 unit showed conception rate at 65, 53 and 17% respectively (Butler and Smith, 1989). Duration from calving to pregnancy (DCP) were 285 , 144.5 ± 6.95 , and 69.33 ± 15.15 d in hot-wet, cold-dry, and hot-dry season respectively with significant different ($P < .05$) among season (Table 3.). No correlation was apparent between body weight change, occurring from 30 to 60 d postpartum and the interval to beginning of postpartum ovarian activity. This result suggests that body condition score was more reliable index of the WL cows fitness than the body weight change. However, in Holstein and Angus cows, body weight change from calving to 120 d were 118, 98, 60, 35 and -28 kg resulting in coception rates of 90, 83, 73, 71 and 64% respectively (Dunn *et al*, 1969).

In the second trial : There were significantly linear regression of the body condition score ($P < .05$) on the THI (Table 4., Figure 4). There were not significantly different between rectal temperature of the WL and the Holstein x Native dairy cows at 830 or 1530 h (Table 5.). But WL cows showed highly positive correlation between THI and rectal temperature at 1530 h ($r^2 = 0.33$, $P < .01$) while the relationship did not exist in the crossbred dairy cows. This finding revealed that the WL cows did not manifest the homeostatic function to control body temperature when the THI escalated this implied that, in this context, the THI was not stressor for the cows. Furthermore, there was negative correlation with no statistical significant ($P > .05$) between THI and POA .The



C-D = Cold-Dry, H-D = Hot-Dry, H-W = Hot-Wet season
 THI = Dry bulb temp. - (0.55-0.55RH)*(dry bulb temp.-58),
 in °F, RH = (RH)/100; After Ingraham et. al. (1974)

Figure 3. Annual variation of temperature humidity index (THI) in Chiang Mai province.

results demonstrated that, at least, in Chiang Mai province condition, the WL cows are able to resist heat stress. In addition, there was positive correlation between body condition score, as body fitness, and THI ($r^2 = 0.33$, $P < .05$) which showed that the WL cows was more tolerant to heat stress. It was noticeable that in the afternoon of hot summer time, the THI value approached 79 in which the average THI in Saudi Arabia was also 79 (Ryan *et al*, 1992), the cows can still grazing in natural pasture while the Holstein x Native cow

Table 3. Effects of season on postpartum ovarian activity, body weight change, pregnancy rate and duration from calving to pregnancy of WL cattle.

Item	Hot-Wet	Cool-Dry	Hot-Dry	Average
Postpartum ovarian activity, d	37.82 ± 7.79 ^{bc}	67.68 ± 4.93 ^a	37.41 ± 4.46 ^c	47.64 ± 4.25
Number of cows	17	32	12	
Body condition score	2.96 ± 0.12 ^b	3.51 ± 0.07 ^a	3.73 ± 0.12 ^a	3.40 ± 0.06
Number of cows	13	28	6	
Body weight change between 30 and 60 days postpartum, kg	-0.23 ± 2.89 ^a	-5.13 ± 5.31 ^a	-6.80 ± 5.96 ^a	-4.05 ± 3.45
Number of cows	13	23	5	
Pregnancy rate, %	5.88 ^b	66.67 ^a	25.00 ^b	41.90
Number of cows	17	33	12	
Duration from calving to pregnancy, d	285 ^c	144.54 ± 6.95 ^b	69.33 ± 15.15 ^a	166.29 ± 6.93
Number of cows	1	22	3	

* Mean ± standard error within row with no common superscripts are significantly different (P < .01).

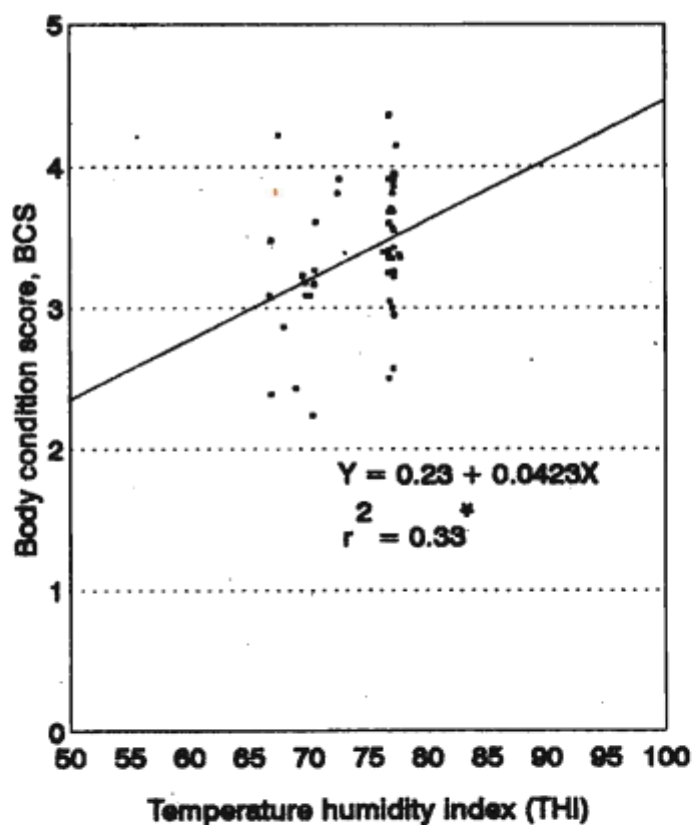
seeking shading. Similarly, comparison between Hereford and Brahman x Hereford, the Brahman x Hereford crossbred performed higher calving rate (30%) at rectal temperature 40 °C while the Hereford cows exhibited 0% calving rate at 41.5 °C rectal temperature (Frisch, 1986).

The third trial : Performed on village farm cattle, showed days from calving to first mating were 72 ± 11.06 in control, 67.8 ± 10.89 in trace mineral supplemented and 68.5 ± 6.01 trace mineral with additional Ca and P supplementation (P > .05). The body condition scores in these animals were 3.8 ± 0.4, 4.0 ± 0.1 and 4.2 ± 0.4 respectively. Supplemented groups showed tendency towards improvement in the days from calving to first mating, an observation was in agreement with result in middle part of Thailand (Cheva-Isarakul and Euchiewchankit, 1991).

Table 4. Relationship among temperature humidity index (THI), body condition score, body weight change, and postpartum ovarian activity (d) of WL cattle.

Relationship	Linear regression equation r^2	
THI (X) and postpartum ovarian activity (Y)	$Y = 131.773 - 1.0625 X$	0.01
THI (X) and body condition score (Y)	$Y = 0.23 + 0.0423 X$	0.33*
THI (X) and body weight change (Y)	$Y = 10.22 - 0.19 X$	0.00

* $P < .05$



* = $P < .05$

Figure 4. Depicted linear regression of body condition score on temperature humidity index (THI) of WL cows.

Table 5. Rectal temperature (°C) and temperature humidity index (THI) of WL and crossbred dairy cows.

Genotype	Rectal temperature at 8:30 am	Rectal temperature at 15:30 pm
BW x Native	38.09 ± 0.06 ^a	38.68 ± 0.11 ^a
WL	37.84 ± 0.05 ^a	38.73 ± 0.07 ^a
Average	37.93 ± 0.05	38.71 ± 0.06
THI*	26.18	30.36

* Mean ± standard error within column with the same superscript are not significantly difference.

* THI = 0.35 (dry bulb temperature) + 0.65 (wet bulb temperature), (After Bianca, 1962).

CONCLUSIONS

In the study diversity of POA of WL cows, it appear that the activity diverse from acyclic, early, medium, and late activity. Parity is one factor influence percentage of pregnancy in that parities 1-2 were significantly ($P < .05$) lesser than parities 3-6. Moreover, in cold-dry season the POA was longer than in hot-wet and hot-dry season which indicate that the THI were negatively correlated with the POA. The result were in good agreement with another reproductive parameter in that pregnancy rate were significantly highest ($P < .05$) in cold-dry over hot-wet and hot-dry season of which when calculated for mating season, it was in hot-dry season. In addition, supportive data was the increment of rectal temperature of the WL cows were along with the THI at 1530 h which confirmed that the THI, in this study, could not defined as stressor for the cows. In village farms, supplementation WL cows with trace minerals or trace minerals with additional Ca and P tended to shorten days from calving to first mating. This study showed that the WL cow was a tolerable breed to heat stress condition when assess by some reproductive parameters.

ACKNOWLEDGEMENTS

This project was supported by grants from the International Atomic Energy Agency (IAEA) and the government of Thailand. The authors would like to thank Dr. Daniel Chupin for suggestion on experimental protocol, Dr. Lee A. Fitzpatrick and Professor Gordon King for editing the paper.

REFERENCES

- Agricultural Statistics of Thailand. (1989). Ministry of Agriculture and Co-operative, Agricultural Statistic No. 414, Bangkok, Thailand.
- Apichartsrungkoon, T. and Pongpiachan, P. (1990). Use of milk progesterone profile for the study of fertility in the postpartum period of dairy cows. *J. Agriculture* 6 : 219-225.
- Bianca, W. (1962). Relative importance of dry- and wet-bulb temperatures in causing heat stress in cattle. *Nature, Lond.* 195 : 251-252.
- Boer, G.D., Etches, R.J. and Walton, J.S. (1980). A solid-phase radioimmunoassay for progesterone in bovine serum plasma. *Can. J. Anim. Sci.* 60 : 783-786.
- Butler, W.R., Everett, R.W. and Coppock, C.E. (1981). The relationship between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 53 : 742-748.
- Butler, W.R. and Smith, R.D. (1989). Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72 : 767-783.
- Cheva-Isarakul, B. and Euchiewchankit, K. (1991). Mineral nutrition of ruminant in Thailand. *J. Agriculture.* 7 : 251-266.
- Dunn, T.G., Ingalls, J.E., Zimmerman, D.R. and Wiltbank, J.N. (1969). Reproductive performance of 2-year-old Hereford and Angus heifers as influenced by pre- and post-calving energy intake. *J. Anim. Sci.* 29 : 719-726.
- Dunn, T.G. and Moss, G.E. (1992). Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. *J. Anim. Sci.* 70 : 1580-1593.
- Frisch, J.E. (1986). Lecture on : Improvement of reproductive rate of large ruminant, 17 October 1986, Chiang Mai University, Thailand.
- Fuquay, J.W. (1981). Heat stress as it affects animal production, *J. Anim. Sci.* 52 : 164-174.
- Harvey, W.R. (1975). Least-squares analysis of data with unequal subclass numbers, Agricultural Research Service, No. ARS H- 4, U.S. Department of Agriculture.
- Ingraham, R.H., Gillette, D.D. and Wagner, W.D. (1974). Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 57 : 476-481.
- International Atomic Energy Agency. (1984). Laboratory Training Manual on Radioimmunoassay in Animal Reproduction, Technical Reports Series No. 233. Vienna, p. 169-173.
- Kamonpatana, M., Srisakwattana, K. and Sophon, S. (1988). Pregnancy Diagnosis from Milk Sample. Kamonpatana, M., Srisakwattana, K., Sophon, S., Sravasi, S. and Parnpai, R., (eds.), Chulalongkorn University Press, Bangkok. p.73-126.

- Lishman, A.W., Allison, S.M.J., Fogwell, R.L., Butcher, R.L. and Inskip, E.K. (1979). Follicle development and function of induced corpora lutea in underfed postpartum oestrous beef cows. *J. Anim. Sci.* 48 : 867-875.
- McDowell, R.E. (1968). Climate versus man and his animals. *Nature* 218 : 641-645.
- Meisterling, E.M. and Dailey, R.A. (1987). Use of concentrations of progesterone and estradiol-17beta in milk in monitoring postpartum ovarian function in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 70 : 2154-2161.
- Rhodes III, R.C., Randel, R.D. and Long, C.R. (1982). Corpus luteum function in the bovine : *In vivo* and *in vitro* evidence for both a seasonal and breed type effect. *J. Anim. Sci.* 55 : 159-167.
- Ryan, D.P., Boland, M.P., Kopel, E., Armstrong, D., Munyakazi, L., Godke, R.A. and Ingraham, R.H. (1992). Evaluating two different evaporative cooling management systems for dairy cows in a hot, dry climate. *J. Dairy Sci.* 75 : 1052-1059.
- Snedecor, G.W. and Cochran, W.G. (1967). *Statistical Methods*. The Iowa State University Press. Ames, Iowa.
- Staples, C.R., Thatcher, W.W. and Clark, J.H. (1990). Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing cows. *J. Dairy Sci.* 73 : 938-947.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. (1962). *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
- Stoebel, D.P. and Moberge, G.P. (1979). Effect of ACTH and cortisol on estrus behavior and the luteinizing hormone surge in the cow. *Fed. Proc.* 38 : 1254.
- Vearasilp, T. (1979). Cattle and buffalo's market. *Buffalo Bulletin* 2 (April-June) : 42-46. (in Thai).
- Wildman, E.E., Jouh, G.M., Wagner, P.E., Boman, R.L., Troutt, H.F., and Lesch, H.F. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65 : 495-501.
- Williams, G.L. and Ray, D.E. (1980). Hormonal and reproductive profiles of early postpartum beef heifers after prolactin suppression or steroid-induced luteal function. *J. Anim. Sci.* 50 : 906-918.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการเกษตร และชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่รับตีพิมพ์

1.1 ผลงานวิจัย

1.2 บทความปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

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

2.2 บทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

2.3 คำย่อ (Key word) ของชื่อเรื่อง ทั้งที่เป็นภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

2.4 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน พิศัยแยกไว้ต่างหากจากเนื้อเรื่อง แต่ระบุให้เห็นตำแหน่งที่ควรปรากฏในเนื้อเรื่องอย่างชัดเจน

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

2.6 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

2.6.1 ในเนื้อเรื่อง : การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบนามสกุล และปี (พศ.) เช่น สิทธิพรชัย (2526) รายงานว่า หรือ ... (สิทธิพรชัย, 2526) ในกรณีที่ภาษาอังกฤษก็เช่นเดียวกัน ใช้นามสกุลและปี (คศ.) เช่น Jones and Smith (1980) ในกรณีที่ผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ชื่อและคณะ หรือ *et al.* ต่อท้ายผู้แต่งคนแรก แต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงใส่ชื่อหมดทุกคน

2.6.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง : ให้เรียงอักษรตามชื่อสกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่

1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้ :-

ผู้แต่ง (ชื่อสกุล, ชื่อต้น) ปี (พ.ศ. แต่ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ ค.ศ.)

ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่ : หน้า

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

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้ :-

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

ตัวอย่าง : แคมเพอร์, เกลิมพล. (2527). หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์. ท่าแพการพิมพ์, เชียงใหม่.

3. การเสนอเรื่อง

เรื่องลงพิมพ์ส่งได้ตลอดเวลา ถึง

บรรณาธิการ วารสารเกษตร

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เชียงใหม่ 50002



JOURNAL OF AGRICULTURE

VOLUME 8 NO. 3 SEPTEMBER-DECEMBER 1992

- THE COMPARISON OF THE VALUES OF THE SELECTIVITY COEFFICIENT OF HANG DONG SOIL SERIES. 226
Suphot Totrakool, Nawarat Thepsuwan and Kanokpan Pansombat
- THE EFFECTS OF MOISTURE AND TIME UPON THE TRANSFORMATION OF FIXED PHOSPHATES IN SAN SAI SOIL SERIES 236
Suphot Totrakool, Nawarat Thepsuwan and Kanokpan Pansombat
- EFFECTS OF CATTLE MANURE, CITY GARBAGE COMPOST AND INOCULATION UPON GROWTH AND SEED YIELD OF SOYBEAN CULTIVARS GROWN ON YASOTHON SOIL SERIES 243
Amnuaysilpa Suksri
- THE EFFECTS OF FRUIT MATURITY AT HARVEST ON DISEASE DEVELOPMENT IN LYCHEE DURING STORAGE 252
Chatree Sittigul, Uraporn Sardsud, Vicha Sardsud and Thida Chaiwangsrri
- ECOLOGICAL STUDY ON THE COFFEE STEM BORER *XYLOTRECHUS QUADRIPIES* CHEVROLAT (COLEOPTERA : CERAMBYCIDAE) IN NORTHERN THAILAND. 263
Jariya Visitpanich, Sawai Buranapanichpan and Yaowaluk Sumrititanon
- III. INVESTIGATION OF ADULT EMERGENCE HOLES 263
Jariya Visitpanich, Sawai Buranapanichpan and Yaowaluk Sumrititanon
- IN VITRO STORAGE OF ZYGOTIC EMBRYO OF RUBBER (*HEVEA BRASILIENSIS* MUELL ARG.) AT LOW TEMPERATURE 273
Aruneo Muangkaewngam and Sompong Te-chato
- INTEGRATING WOODY PERENNIAL SPECIES FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE IN A RAINFED UPLAND 281
Tavatchai Radanachaless and Adisorn Krasaechai
2. COMPARISON OF THREE YEAR-OLD MANGO CULTIVARS 281
Tavatchai Radanachaless and Adisorn Krasaechai
- SESAME MEAL AS SOYBEAN MEAL SUBSTITUTE IN POULTRY DIETS 295
Suchon Tangtawewipat and Boonlom Cheva-Isarakul
2. LAYING HENS. 295
Suchon Tangtawewipat and Boonlom Cheva-Isarakul
- NOTE ON RELATIONSHIPS OF DRESSING PERCENTAGE WITH SLAUGHTER AGE AND WEIGHT IN WHITE LAMPHUN BULLS 309
Suwat Rattanonchart
- FROZEN EMBRYO TRANSFERRING AND PREGNANCY RATES IN DAIRY CATTLE 314
Samphan Singhajan, Jurcerat Uamvithayakarn and Kalaya Mitphibhoon
- EFFECTS OF PARITY, SEASON, BODY CONDITION SCORE, TEMPERATURE AND HUMIDITY ON POSTPARTUM OVARIAN ACTIVITY OF WHITE LUMPOON CATTLE 321
Petai Pongpiachan