



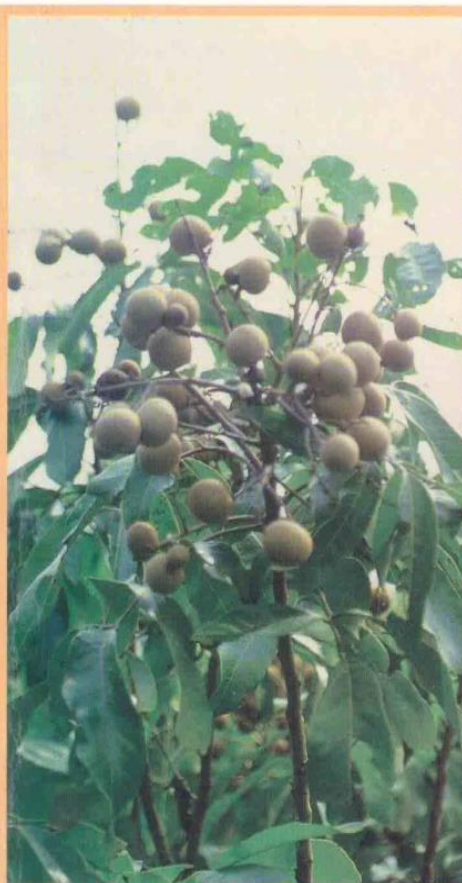
วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 มิถุนายน 2541

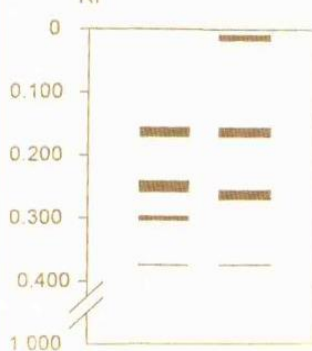
VOLUME 14 NO. 2 June 1998



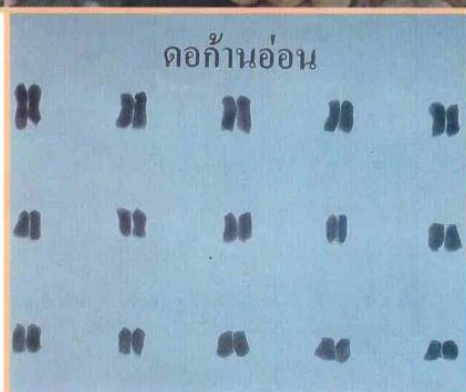
ดอกก้านแข็ง



Rf



ดอกก้านอ่อน



1	2
3	4
5	

1. สัมมนาวิทยาของดอกก้านแข็ง
2. สัมมนาวิทยาของดอกก้านอ่อน
3. อิติโอแกรมของดอกก้านแข็ง
4. รูปแบบไอโซไซม์แอซิดฟอสฟาเทส (ซ้าย: ก้านแข็ง, ขวา: ก้านอ่อน)
5. อิติโอแกรมของดอกก้านอ่อน

ISSN 0857-0841

ภาพเอื้อเฟื้อโดย รศ.ดร.เกศินี ระมิงกว้างค์

เจ้าของ

คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200
โทร. (053)944090
โทรสาร. (053) 225221

Publisher

Faculty of Agriculture
Chiang Mai University
Chiang Mai 50200, THAILAND
Tel. (053) 944090
Fax. (053) 225221

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารเกษตร เป็นวารสารวิชาการราย 4 เดือน ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตรและชีววิทยา ทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

1. เรื่องที่ตีพิมพ์

- 1.1 ผลงานวิจัย
- 1.2 บทความปริทัศน์

2. การเตรียมต้นฉบับ

- 2.1 ต้นฉบับ : ควรส่งต้นฉบับที่จัดพิมพ์ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรม Microsoft word ความยาวไม่เกิน 10 หน้า บรรทัดหนึ่งกำหนดให้มี 70 ตัวอักษรและหน้าละ 32 บรรทัด ส่งต้นฉบับที่พิมพ์หน้าเดียวลงบนกระดาษ A41 ชุดพร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล

- 2.2 ต้นฉบับให้รวมถึงบทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

- 2.3 ระบุคำย่อ (Index word) ของเรื่อง ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

- 2.4 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน

- 2.5 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ภาพถ่ายมีขนาด 9.00x13.50 ซม. ภาพเขียนใช้หมึกดำ เขียนบนกระดาษอาร์ตหนาหรือกระดาษเขียนแบบ

- 2.6 กราฟ : จัดทำด้วยโปรแกรม Harvard graphic และแนบข้อมูลดิบไปด้วยเพื่อปรับแต่งด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในภายหลัง
- 2.7 เอกสารอ้างอิง : นำตัวเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

- 2.7.1 ในเนื้อเรื่อง : ให้เรียงอักษรตามชื่อ-สกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่ เริ่มจากชื่อไทยก่อนด้วยชื่ออังกฤษ

1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้-

ผู้แต่ง (ชื่อต้น, ชื่อสกุล) ปี พ.ศ. แต่ถ้าเป็นภาษาอังกฤษใช้ชื่อสกุล, ชื่อต้น และปี พ.ศ. ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ย่อถ้ามี) ปีที่ (ฉบับที่) - หน้า

ตัวอย่าง : วิจิตร เสงวีรัตน์. 2524. การบริหารศัตรูพืชกับระบบการปลูกพืช พืชชนิดใด. ว.วิ.เกษตร. 14(4) : 193-196

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้-

ชื่อผู้แต่ง พ.ศ.(พ.ศ.) ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้า
ตัวอย่าง : สมพงษ์ เสงวีรัตน์. 2527. หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์เชียงใหม่. 123 หน้า

3. การเสนอเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ส่งเรื่องพิมพ์ได้ตลอดเวลา

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

ขอสงวนสิทธิ์ของผลงานตีพิมพ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่จะเสนอเพื่อตีพิมพ์ ในกรณีที่ตีพิมพ์แล้วขอความเปลี่ยนแปลงผู้เขียนอีกครั้งก่อนตีพิมพ์

วัตถุประสงค์

1. เผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความทางวิชาการ สาขาเกษตรศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร และชีววิทยา
2. เผยแพร่เกียรติคุณของนักวิจัย
3. สร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักวิจัย

บรรณาธิการ

พิทยา สรวมศิริ

กองบรรณาธิการ

ผู้ทรงคุณวุฒิและคณาจารย์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่ปรึกษา

สง่า สรรพศรี, เชื้อ ว่องสังสาร, อนันต์ โกเมศ,
นคร ณ ลำปาง, ทิม พรหมศิริ,

กำหนดเผยแพร่

เดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายน และตุลาคม
ปีละ 3 ฉบับ

แจ้งรับวารสาร

ถึงบรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณวิไลพร ธรรมดา
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200

เนื่องจากปก

ดอกก้านแข็งและดอกก้านอ่อนเป็นลำไยพันธุ์เดียวกันจริงหรือ ???

เกศินี ระมิงควังค์^๑ พรรัตน์ ศิริคำ^๑ และปนัดดา กาญจนะ^๑

Kesinee Ramingwong^๑ Pornrat Sirikam^๑ and Panadda Kanjana^๑

ดอกก้านแข็งและดอกก้านอ่อน เป็นลำไยพันธุ์คอสองสายพันธุ์ที่มีความคล้ายคลึงกันมาก สามารถจำแนกออกจากกันได้ระดับหนึ่งด้วยวิธีฐานวิทยา และสามารถจำแนกออกจากกันได้อย่างสิ้นเชิงด้วยวิธีชีวเคมี และเซลล์พันธุศาสตร์ ดังนี้

ก. วิธีฐานวิทยา โดยการสังเกตและวัดค่าของลักษณะโครงสร้างของใบ ดอก ผล และเมล็ด ดอกก้านแข็งและดอกก้านอ่อนมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก คือ ใบอ่อนสีเขียวอ่อน ใบขนาดใหญ่ ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อยผลขนาดปานกลางถึงใหญ่รูปร่างแป้นและยกบ่าข้างเดียว ผิวสีน้ำตาลเนื้อค่อนข้างเหนียว และเมล็ดขนาดปานกลาง ลักษณะที่แตกต่างกัน คือ ดอกก้านแข็งมีใบขนาดเล็กกว่าก้านผลสั้น และแข็งกว่า (ภาพที่ 1) ส่วนดอกก้านอ่อนมีใบขนาดใหญ่กว่า ก้านผลยาวและอ่อนกว่า (ภาพที่ 2)

ข. วิธีชีวเคมี โดยการสกัดไอโซไซม์จากใบแก่และวิเคราะห์รูปแบบไอโซไซม์จาก โพลีอะคริลาไมด์เจล วัดอัตราการเคลื่อนที่ (Rf) และความหนาของแถบสีที่ปรากฏ พบว่าดอกก้านแข็งและดอกก้านอ่อนมีรูปแบบไอโซไซม์เพออกซิเดสเหมือนกันทุกประการ คือมีจำนวน 5 แถบ ค่า Rf เท่ากับ 0.450, 0.433, 0.233, 0.208 และ 0.175 ความหนาของแถบเท่ากับ 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 และ 2.5 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนรูปแบบไอโซไซม์แอซิดฟอสฟาเทส มีความแตกต่างกัน และใช้ในการจำแนกพันธุ์ได้ โดยดอกก้านแข็งและดอกก้านอ่อนมีแถบที่เหมือนกัน 2 แถบ คือ ที่ Rf เท่ากับ 0.391 ความหนา 0.5 มิลลิเมตร และที่ Rf 0.164 ความหนา 2.0 มิลลิเมตร และมีแถบที่แตกต่างกันคนละ 2 แถบ คือ ดอกก้านแข็งมีแถบที่ Rf เท่ากับ 0.300 ความหนา 1.0 มิลลิเมตร และมีแถบ Rf เท่ากับ 0.255 ความหนา 2.5 มิลลิเมตร ส่วนดอกก้านอ่อน มีแถบที่ Rf เท่ากับ 0.264 ความหนา 2.0 มิลลิเมตร และ Rf เท่ากับ 0.027 ความหนา 1.5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3)

ค. วิธีเซลล์พันธุศาสตร์ โดยการตรวจนับจำนวนโครโมโซมจากเซลล์ปลายราก ปรากฏว่า ดอกก้านแข็ง และดอกก้านอ่อน มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ 30 แท่ง ลำไยทั้งสองสายพันธุ์สามารถจำแนกออกจากกัน ได้ด้วยอิดิโอแกรม (ภาพที่ 4 และ 5) และจากสูตรคาริโอไทป์ของดอกก้านแข็ง คือ

$$L_{10}^m + L_6^{sm} + L_2^a + M_4^m + S_2^m + S_4^{sm} + S_2^t$$

และดอกก้านอ่อน คือ

$$L_2^m + L_4^{sm} + L_2^a + M_4^m + M_{12}^{sm} + S_4^{sm} + S_2^a$$

^๑ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200



ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 (2541)

Volume 14 No.2 (1998)

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

Contents

การจำแนกพันธุ์ลำไยโดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส ปณิดา กาญจนะ และเกศินี ระมิงกว้างค์	99	IDENTIFICATION OF LONGAN VARIETIES BY ELECTROPHORETIC METHOD <i>Panadda Kanjana and Kesinee Ramingwong</i>	99
ผลของความร้อนต่ออาการสะท้อนหนาวของผลมะม่วง พันธุ์โชคอนันต์ ธนสวรรค์ ศรีระแก้ว และदनัย บุญเกียรติ	111	EFFECT OF HEAT TREATMENT ON CHILLING INJURY OF MANGO CV. CHOKE A-NAN <i>Thanade Seerakaew and Danai Boonyakait</i>	111
ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก Propisochlor ในหอมแดง พรชัย เหลืองอาภาพงษ์	123	EFFECT OF PREEMERGENCE PROPISOCHLOR IN SHALLOT <i>Pronchai Lueang-a-papong</i>	123
ผลของวิธีการจัดการวัชพืชแบบต่างๆ ต่อการให้ผลผลิต ข้าวโพด พรชัย เหลืองอาภาพงษ์	134	EFFECT OF CERTAIN WEED MANAGEMENT ON YIELD OF CORN <i>Pronchai Lueang-a-papong</i>	134
การศึกษาศักยภาพของพืชคลุมดินที่ปลูกร่วมกาแฟ สายพันธุ์ นริศ ชัมแถม วราพงษ์ บุญมา และชวลิต กอสัมพันธ์	142	STUDY ON COVER CROP POTENTIAL IN ARABICA COFFEE <i>Narit Yimyam Varapong Boonma and Chawalit Korsamphan</i>	142
ผลผลิตและคุณภาพของท้อในต่างพื้นที่ สมศักดิ์ ใจรักปรางพุด และบัณฑิต วาฤทธิ	155	YIELD AND QUALITY OF PEACH UNDER DIFFERENT LOCATIONS <i>Somsak Jairukprangput and Bantoone Warrit</i>	155
ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสำหรับการเลี้ยงไก่ลูกผสม พื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดงด้วยอาหารและระยะเวลา ในการเลี้ยงต่างๆ กัน อานวย เลี้ยวธารกุล อรอนงค์ พิมพ์คำไหล และศิริพันธ์ โมราตบ	165	ECONOMIC RETURNS OF RAISING CROSSBRED NATIVE-RHODE ISLAND RED UNDER DIFFERENT DIETS AND DURATIONS <i>Amanuay Leotaragul Onanong Pimcomelai and Siripun Morathop</i>	165
การปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสม พื้นเมือง X โฮลสไตน์ หลังคลอดลูก โดยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน แบบเอกทอปต่อต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน เพทาย พงษ์เพียรจันทร์ อุดม ช่างสุพรรณ พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์ และ ชาตรี ทองอินทร์	176	IMPROVEMENT POSTPARTUM REPRODUCTIVE EFFICIENCY OF CROSSBRED NATIVE X HOLSTEIN DAIRY COWS THROUGH ACTIVE IMMUNIZATION AGAINST TESTOSTERONE <i>Petai Pongpiachan Udom Changsuphun Puntipa Ponpiachan and Chartree Tong-Inn</i>	176
ผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต้านฮอร์โมน เทสโทสเตอโรน ต่อการทำงานของรังไข่หลังคลอด ของแม่โคนมลูกผสม พื้นเมือง X โฮลสไตน์ อภิชาติ รัตนานิช เพทาย พงษ์เพียรจันทร์ วิชาญ สุขประเสริฐ พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์ และชาตรี ทองอินทร์	186	EFFECT OF PASSIVE IMMUNIZATION AGAINST TESTOSTERONE ON POSTPARTUM OVARIAN ACTIVITY IN CROSSBRED NATIVE X HOLSTEIN DAIRY COWS <i>Apichart Ratanaranich Petai Pongpiachan Vichan Sookprasert Puntipa Ponpiachan and Chartree Tong-Inn</i>	186

บทบรรณาธิการ

กองบรรณาธิการวารสารเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ต้องขอรับผิดชอบในความล่าช้าของการตีพิมพ์เผยแพร่วารสารในช่วงปีที่ผ่านมาได้มีผู้เสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวมากพอควร มีทั้งนักวิชาการและคณาจารย์ โดยให้ทำฉบับรวมเล่ม 1 ฉบับ เพื่อทดแทนฉบับที่ขาดหายไป แล้วเริ่มตีพิมพ์ฉบับใหม่ประจำปี พ.ศ. 2543 เลย คณะผู้จัดทำได้หารือกันแล้ว ขอยืนยันการตีพิมพ์วารสารไปตามลำดับเดิม และรักษาปริมาณเนื้อหาเท่าเก่าตลอด ถึงแม้ว่าจะล่าช้าไปบ้าง แต่ก็จะมีข้อดีคือไม่ทำให้ระบบบัญชีวารสารในห้องสมุดต่างๆ และในตู้หนังสือของสมาชิกสับสน

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้การตีพิมพ์ล่าช้ากว่ากำหนดมาก คือ ปัญหาด้านเทคนิคในโรงพิมพ์ ของคณะเกษตรศาสตร์เอง ซึ่งปัจจุบันก็ได้รับการแก้ไขให้ดีขึ้นมากแล้ว ดังนั้นวารสารฉบับต่อไปก็จะเผยแพร่ได้เร็วขึ้นกว่าเดิมด้วย ในช่วงนี้ บทความและผลงานวิจัยที่ส่งไปลงตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารเกษตรก็จะได้รับการนำลงตีพิมพ์เผยแพร่เร็วขึ้นด้วย จึงขอประกาศแจ้งให้สมาชิกและนักวิชาการผู้สนใจส่งบทความหรือผลงานวิจัยลงตีพิมพ์ในวารสารเกษตรได้ทราบโดยทั่วกัน

การจำแนกพันธุ์ลำไยโดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส

Identification of Longan Varieties by Electrophoretic Method

ปนัดดา กาญจนะ^๑ และเกศินี ระมิงค์วงศ์^๒

Panadda Kanjana^๑ and Kesinee Ramingwong^๒

Abstract : Identification was carried out on sixteen varieties and eight Daw clones of longan (*Euphoria longana* Lam.). These are Puenmuang Lumphun, Kradook, Chompoo Nam, Chompoo, Soitong, Baihod, Biewkiew ChiangMai, Daengklom, Nampueng, Biewkiew Pasao, Haew, Puangtong, E-lueong, Kiew Pra In, Baidam, Puenmuang Nan, Daw Donchai, Daw Yoddaeng, Daw Yodkao, Daw Hom, Daw Kankaeng, Daw Kan-on, Daw Nan, Daw Tanoi.

Electrophoretic method was used to determine isozyme patterns from mature leaves, using 0.05 M Tris-HCl buffer, pH 8.4 (150 mM NaCl, 10 mM cysteine, 1 mM ascorbic acid, 1 mM CaCl₂, 1mM Na₂ EDTA, 2% nicotine). Polyacrylamide vertical slab gel electrophoresis was used at 8.5 per cent for peroxidase and 10 percent for acid phosphatase and esterase separation. It was found that sixteen longan varieties could be identified by peroxidase, acid phosphatase and esterase while eight Daw clones could be identified by peroxidase and acid phosphatase. Isozyme analysis showed banding patterns of 10, 10 and 3 bands for peroxidase, acid phosphatase and esterase, respectively.

^๑ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^๒ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chaing Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : ทำการจำแนกพันธุ์ลำไยจำนวน 16 พันธุ์ คือ พันธุ์เมืองลำพูน กระตูก ชมพูน้า ชมพู สร้อยทอง ใบหัด เบี้ยวเขียวเขียวใหม่ แดงกลม น้ำผึ้ง เบี้ยวเขียวป่าเต้า แห้ว พวงทอง อีเหลียง เขียวพระอินทร์ ใบดำ พันธุ์เมืองน่าน และพันธุ์คอ 8 สายพันธุ์ ได้แก่ คอคอนไซย คอยอดแดง คอยอดขาว คอหอม คอก้านแข็ง คอก้านอ่อน คอน่าน คอทาน้อย

พบว่าวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสสามารถใช้จำแนกพันธุ์ลำไยได้ โดยการสกัดไอโซไซม์จากใบแก่ลำไย ด้วยสารสกัด 0.05 M Tris-HCl buffer, pH 8.4 (150 mM NaCl, 10 mM cysteine, 1 mM ascorbic acid, 1 mM $CaCl_2$, 1 mM Na_2EDTA , 2% nicotine) ใช้โพลีอะคริลาไมด์ เจล เข้มข้น 8.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับไอโซไซม์ peroxidase และ โพลีอะคริลาไมด์ เจล เข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สำหรับไอโซไซม์ acid phosphatase, esterase ลำไย 16 พันธุ์สามารถจำแนกออกจากกันได้ด้วยเอนไซม์ peroxidase, acid phosphatase และ esterase ส่วนลำไยพันธุ์คอ 8 สายพันธุ์ สามารถจำแนกออกจากกันด้วยเอนไซม์ peroxidase และ acid phosphatase รูปแบบของไอโซไซม์ที่วิเคราะห์ได้มีจำนวนแถบสีแตกต่างกัน คือ peroxidase, acid phosphatase และ esterase มี 10, 10 และ 3 แถบ ตามลำดับ

Key words : longan, electrophoresis, isozyme, identification

บทนำ

ลำไยเป็นพืชในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Euphoria longana* Lam. มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและปลูกกันมากในภาคเหนือของประเทศไทย (เกศินี, 2528; พิชัย, 2532) เนื่องจากลำไยเป็นพืชผสมข้าม (เกศินี, 2528) จึงเกิดการผสมระหว่างพันธุ์กัน เป็นสาเหตุของความหลากหลายทางพันธุกรรมที่พบในประชากรลำไยโดยเฉพาะการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด เมื่อจำแนกพันธุ์โดยการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของโครงสร้างลำไย มีพันธุ์ที่แตกต่างกันจำนวน 15 พันธุ์แต่การจำแนกพันธุ์โดยวิธีดังกล่าวยังมีความชัดเจนไม่เพียงพอ (Ramingwong and Chiewsilp, 1994) นอกจากนี้บางลักษณะแสดงออกแตกต่างกัน เนื่องจากการปลูกในสภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมือนกัน ทำให้การจำแนกหรือบ่งบอกชื่อพันธุ์ยังมีปัญหาเพราะชื่อพันธุ์ยังสับสน ลำไยชื่อเดียวกันแต่อาจมีลักษณะกิ่ง ใบ และผลแตกต่างกันหรือมีลักษณะของกิ่ง ใบ และผล

เหมือนกันแต่เรียกชื่อต่างกันหรือมีชื่อพ้อง ทำให้การเรียกชื่อเกิดความไม่มั่นใจในความถูกต้อง (สัมฤทธิ์, 2523)

ปัจจุบันการศึกษาวิทยาศาสตร์บางสาขาสามารถนำมาใช้ประโยชน์กับงานด้านการจำแนกพันธุ์พืชมากขึ้น วิธีการหนึ่งคือเทคนิคทางชีวเคมีที่เรียกว่าอิเล็กโทรโฟรีซิส โดยแยกและศึกษาชนิดเอนไซม์ในพืชที่เรียกว่า ไอโซไซม์ (เพิ่มพงษ์และคณะ, 2532 ; Pasteur *et al.*, 1988) วิธีนี้สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพืชพันธุ์ต่างๆ ได้ว่าเหมือนกันทุกประการหรือคล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน

การศึกษาเรื่องนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเทคนิคทางอิเล็กโทรโฟรีซิสมาใช้ในการจำแนกพันธุ์ลำไย รวมถึงได้ข้อมูลทางชีวเคมีเพื่อเสริมงานด้านอนุกรมวิธานให้มีค่ามากขึ้น นอกจากนี้ยังนำมาประยุกต์ใช้กับงานด้านปรับปรุงพันธุ์พืช ส่งผลให้งานปรับปรุงพันธุ์พืชมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ทำกับลำไย 2 ชุด ชุดที่ 1 ลำไย 16 พันธุ์ คือ พื้นเมืองลำพูน กระดุก ชมพู่หน้าชมพู สร้อยทอง ไบหาด เบี้ยวเขียวเชียงใหม่ แดงกลม น้ำผึ้ง เบี้ยวเขียวป่าเส้า แห้ว พวงทอง อีเหลื่อง ไบคำ เบี้ยวพระอินทร์ พื้นเมืองน่าน และพันธุ์คอ 8 สายพันธุ์ ได้แก่ คอคอนไชย คอยอดแดง คอยอดขาว คอหอม คอก้านแข็ง คอก้านอ่อน คอน่าน คอทาน้อย ช้างไบแก่ลำไยหนัก 1 กรัม เติม extraction buffer ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ใช้สูตรดัดแปลงของ Hiratsuka *et al.* (1986) [0.05 M Tris-HCl buffer, pH 8.4 (150 mM NaCl, 10 mM cysteine, 1 mM ascorbic acid, 1 mM CaCl_2 , 1 mM Na_2EDTA , 2% nicotine)] บดให้ละเอียดนำไปปั่นให้ตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็ว 18,000 รอบต่อนาทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที รินเอาเฉพาะส่วนน้ำใสเก็บไว้ในหลอด eppendorf เติม marker dye solution (bromophenol blue) ลงในตัวอย่างในอัตราส่วน 1:10 เตรียม slab gel ให้เจลหนา 1 มิลลิเมตร สูง 12 เซนติเมตร ส่วนของ stacking gel สูง 3-4 เซนติเมตร ไปทำอิเล็กโทรโฟรีซิส นำเจลที่ได้จากการทำอิเล็กโทรโฟรีซิสไปย้อมเอนไซม์ 3 ชนิด คือ peroxidase, acid phosphatase และ esterase นำเจลที่ย้อมสีแล้วมาศึกษารูปแบบของไอโซไซม์ แล้วเขียนไซโมแกรม (zymogram) ของลำไยแต่ละพันธุ์จากการหาค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ (Rf) ตามสูตรของอาภัสตรา (2537) และทำการวิเคราะห์กลุ่มพืช (cluster analysis) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม SPSS release 6.0

ผลการทดลองและวิจารณ์

ก่อนการจำแนกพันธุ์โดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส ได้ทำการทดสอบเทคนิคบางประการที่เหมาะสมสำหรับการทำอิเล็กโทรโฟรีซิสของลำไย ผลการทดสอบมีดังนี้ 1. ส่วนของตัวอย่างพืช คือ ไบแก่ เพราะเป็นส่วนของพืชที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ทำอิเล็กโทรโฟรีซิส และสามารถเก็บในปริมาณที่เพียงพอได้ตลอดปีเนื่องจากลำไยเป็นไม้ผลยืนต้นไม่ผลัดใบ (เกตุฉิน, 2528 ; สัมฤทธิ์, 2523 ; พิชัย, 2532) ส่วนอื่นของพืชเช่น ก้านไบแก่ ก็เป็นส่วนของพืชที่สามารถเก็บได้ตลอดปีเช่นกัน แต่ก้านไบแก่จะมีความแข็งแรงมากกว่าแผ่นไบจึงทำให้การบดตัวอย่างทำได้ยากกว่าและต้องใช้ไบเป็นจำนวนมาก จึงจะได้ปริมาณของก้านไบแก่ตามต้องการ ส่วนตาอ่อน ไบอ่อน ก้านไบอ่อน และดอก เก็บได้ในบางช่วงเวลา จึงไม่เหมาะแก่การนำมาศึกษา เพราะไม่สามารถทำได้ตลอดเวลาที่ต้องการ 2. อุณหภูมิในการเก็บรักษาตัวอย่างพืช คือ -20 องศาเซลเซียส เพราะสภาพของตู้ควบคุมอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการเก็บรักษาตัวอย่างพืชทั่วไป โดยเฉพาะตัวอย่างพืชที่ต้องการเก็บรักษาเป็นเวลานาน เพื่อรอกการสกัด หรือสกัดแล้วรอกการตรวจวิเคราะห์ มักจะเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 ถึง -70 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างเป็นเวลานาน ควรพิจารณาวิธีการเก็บ ชนิดของเอนไซม์ที่ต้องการวิเคราะห์ ชนิดของพืช และอุณหภูมิที่เหมาะสม (Hiratsuka *et al.*, 1986 ; Pasteur *et al.*, 1988 ; Wendel and Weeden, 1989) 3. ความเข้มข้นของโพลิอะคริลาไมด์ เจล คือ 8.5 เปอร์เซ็นต์สำหรับ peroxidase และ 10 เปอร์เซ็นต์สำหรับ acid phosphatase และ esterase เพราะการเลือกใช้ความเข้มข้นที่เหมาะสมของโพลิอะคริลาไมด์เจล

เพื่อศึกษารูปแบบไอโซไซม์จะทำให้แถบที่ปรากฏมีความชัดเจนขึ้น (อาภัสสรา, 2537; Pasteur *et al.*, 1988) 4. ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบเอนไซม์ คือ 15 ไมโครลิตร สำหรับ peroxidase 90 ไมโครลิตรสำหรับ acid phosphatase และ 100 ไมโครลิตรสำหรับ esterase เพราะการใช้ปริมาณที่เหมาะสมในการตรวจสอบเอนไซม์แต่ละชนิดจะทำให้ได้แถบไอโซไซม์ที่มีความคมชัดมากที่สุด

การวิเคราะห์ไอโซไซม์สำหรับการทดลองนี้ใช้เอนไซม์ peroxidase เป็นเอนไซม์ชนิดแรก โดยมี acid phosphatase และ esterase เป็นชนิดที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

1. ชุดที่ 1 ทำกับลำไย 16 พันธุ์

1.1 จำแนกโดยการศึกษาแบบไอโซไซม์ peroxidase มีแถบที่สามารถพบได้จำนวน 10 แถบเมื่อวัดอัตราการเคลื่อนที่ (Rf) ของแถบจะได้ตำแหน่งของแถบที่ Rf 0.520, 0.496, 0.484, 0.456, 0.444, 0.420, 0.256, 0.224, 0.200 และ 0.160 ความหนาของแต่ละแถบเท่ากับ 0.5, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 2.5 และ 2.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแต่ละพันธุ์มีจำนวนแถบ 4 - 6 แถบ เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งแถบสี และความหนาของแถบสี พบรูปแบบที่แตกต่างกันทำให้สามารถจำแนกพันธุ์ได้ 9 กลุ่ม (ภาพที่ 1) ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 มี 3 พันธุ์ คือ พื้นเมืองลำพูน ชมพูนํ้า และเบ๊ยาวเขียวเชียงใหม่ มี 5 แถบ ที่ Rf 0.496, 0.456, 0.256, 0.224 และ 0.200
- กลุ่มที่ 2 มี 2 พันธุ์ คือ กระดุก และพื้นเมืองน่าน มี 6 แถบ ที่ Rf 0.496, 0.420, 0.256, 0.224, 0.200 และ 0.160
- กลุ่มที่ 3 มี 5 พันธุ์ คือ ชมพู สร้อยทอง แดงกลม แห้ว และอีเหลื่อง มี 5 แถบ ที่ Rf 0.496, 0.444, 0.256, 0.224 และ 0.200
- กลุ่มที่ 4 มี 1 พันธุ์ คือ ใบหค มี 6 แถบ ที่ Rf 0.496, 0.484, 0.256, 0.224, 0.200 และ 0.160
- กลุ่มที่ 5 มี 1 พันธุ์ คือ น้ำผึ้ง มี 5 แถบ ที่ Rf 0.520, 0.496, 0.256, 0.224 และ 0.200
- กลุ่มที่ 6 มี 1 พันธุ์ คือ เบ๊ยาวเขียวป่าเส้า มี 4 แถบ ที่ Rf 0.496, 0.256, 0.224 และ 0.200
- กลุ่มที่ 7 มี 1 พันธุ์ คือ พวงทอง มี 4 แถบ ที่ Rf 0.456, 0.256, 0.224 และ 0.200
- กลุ่มที่ 8 มี 1 พันธุ์ คือ เขียวพระอินทร์ มี 5 แถบ ที่ Rf 0.484, 0.444, 0.256, 0.224 และ 0.200
- กลุ่มที่ 9 มี 1 พันธุ์ คือ ใบดำ มี 4 แถบ ที่ Rf 0.496, 0.444, 0.224 และ 0.200

จะเห็นว่าการใช้รูปแบบของไอโซไซม์ peroxidase ใช้จำแนกพันธุ์ลำไยได้เป็นบางส่วน พันธุ์ที่จำแนกได้มีจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ ใบหค น้ำผึ้ง เบ๊ยาวเขียวป่าเส้า พวงทอง เขียวพระอินทร์ และใบดำ ส่วนพันธุ์ที่จำแนกไม่ได้มีจำนวน 10 พันธุ์ หรือ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 มีพันธุ์พื้นเมืองลำพูน เบ๊ยาวเขียวเชียงใหม่ ชมพูนํ้า กลุ่มที่ 2 มีพันธุ์กระดุก พื้นเมืองน่าน กลุ่มที่ 3 มีพันธุ์ชมพู สร้อยทอง แดงกลม แห้ว อีเหลื่อง

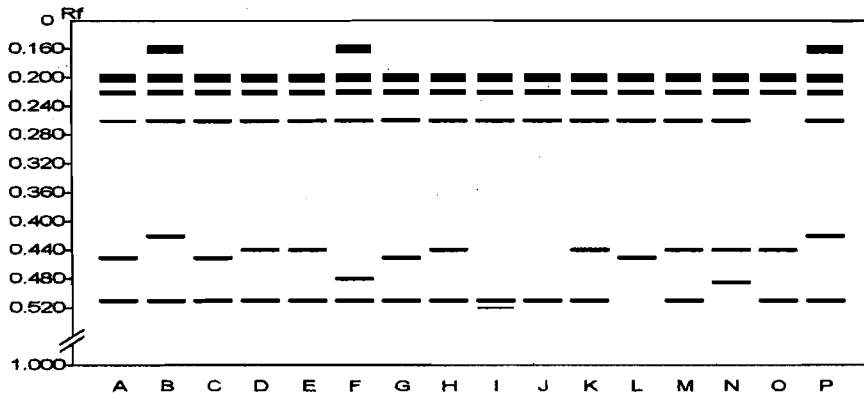


Figure 1 Zymogram of peroxidase isozyme of sixteen longan varieties.

1.2 จำแนกโดยศึกษาารูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase จำนวนแถบที่สามารถพบได้มี 9 แถบ ที่ Rf 0.581, 0.552, 0.486, 0.460, 0.419, 0.248, 0.042, 0.038 และ 0.029 แต่ละแถบมีความหนาเท่ากับ 1.0, 1.0, 1.0, 2.0, 8.0, 3.0, 2.5, 2.0 และ 1.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแต่ละพันธุ์มีจำนวนแถบ 2-4 แถบ เมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งแถบสี พบรูปแบบที่แตกต่างกันทำให้สามารถจำแนกพันธุ์ได้ 7 กลุ่ม (ภาพที่ 2) ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 มี 1 พันธุ์ คือ พันธุ์ลำพูน มี 2 แถบ ที่ Rf 0.460 และ 0.029
- กลุ่มที่ 2 มี 2 พันธุ์ คือ กระดุก และแห้ว มี 3 แถบ ที่ Rf 0.581, 0.552 และ 0.419
- กลุ่มที่ 3 มี 3 พันธุ์ คือ ชมพูน้า เบี้ยวเขียวเชียงใหม่ และอีเหลือง มี 3 แถบ ที่ Rf 0.581, 0.552 และ 0.486
- กลุ่มที่ 4 มี 1 พันธุ์ คือ ชมพู มี 4 แถบ ที่ Rf 0.581, 0.552, 0.460 และ 0.038
- กลุ่มที่ 5 มี 1 พันธุ์ คือ สร้อยทอง มี 3 แถบ ที่ Rf 0.552, 0.486 และ 0.042

- กลุ่มที่ 6 มี 1 พันธุ์ คือ แดงกลม มี 3 แถบ ที่ Rf 0.552, 0.486 และ 0.029
- กลุ่มที่ 7 มี 1 พันธุ์ คือ พันธุ์เมืองน่าน มี 4 แถบ ที่ Rf 0.581, 0.552, 0.460 และ 0.248

การนำารูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase มาช่วยในการจำแนกพันธุ์ลำไย ที่ไม่สามารถจำแนกได้ด้วยไอโซไซม์ peroxidase พบว่ารูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase สามารถจำแนกลำไย 4 พันธุ์ คือ ชมพู สร้อยทอง แดงกลม พันธุ์เมืองน่าน ออกจากกันได้อย่างชัดเจน เมื่อนำพันธุ์ที่มีรูปแบบไอโซไซม์เหมือนกัน คือ กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ไปเปรียบเทียบกับรูปแบบไอโซไซม์ peroxidase ทำให้สามารถจำแนกพันธุ์พันธุ์เมืองลำพูนออกจากพันธุ์ชมพูน้า กับพันธุ์เบี้ยวเขียวเชียงใหม่ และสามารถจำแนกพันธุ์กระดุกออกจากพันธุ์พันธุ์เมืองน่าน นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกพันธุ์แห้วออกจากพันธุ์ชมพู สร้อยทอง แดงกลม และอีเหลือง แต่ไม่สามารถจำแนกพันธุ์ชมพูน้ากับพันธุ์เบี้ยวเขียวเชียงใหม่ได้

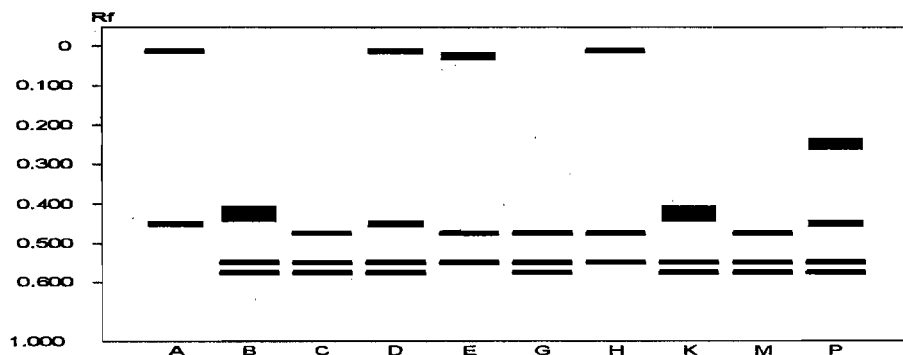


Figure 2 Zymogram of acid phosphatase isozyme of ten longan varieties.

1.3 จำแนกโดยศึกษารูปแบบไอโซไซม์ esterase จำนวนแถบที่สามารถพบได้มี 3 แถบ คือ 0.574, 0.548 และ 0.539 ความหนาของแต่ละแถบ เท่ากับ 1.0, 2.5 และ 2.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งแถบสี และความหนา ของแถบสี พบรูปแบบที่แตกต่างกันทำให้สามารถ จำแนกลำไยทั้ง 2 พันธุ์ออกจากกันได้เป็น 2 กลุ่ม (ภาพที่ 3) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 มี 1 พันธุ์ คือ ชมพูน้ํา มี 2 แถบ ที่ Rf 0.574 และ 0.548

กลุ่มที่ 2 มี 1 พันธุ์ คือ เบี้ยวเขียวเชิงใหม่ มี 2 แถบ ที่ Rf 0.574 และ 0.539

การทำอิเล็กโตรโฟรีซิสสามารถใช้ในการ จำแนกพันธุ์ลำไย 16 พันธุ์ออกจากกันได้ทั้งหมด ดังแสดงในแผนภาพ (ภาพที่ 4) เมื่อพิจารณา รูปแบบไอโซไซม์ทั้งหมด คือ peroxidase, acid phosphatase และ esterase และนำมาจัดกลุ่มลำไย 16 พันธุ์ โดยนำพันธุ์ที่มีรูปแบบซ้ำกันไว้ใน กลุ่มเดียวกัน พบว่ารูปแบบไอโซไซม์ peroxidase

สามารถจำแนกได้ 9 กลุ่ม กลุ่มที่ใหญ่ที่สุด มีจำนวน 5 พันธุ์ คือ ชมพู สร้อยทอง แดงกลม แห้ว และอีเหลื่อง กลุ่มที่มีจำนวน 3 พันธุ์ คือ พื้นเมืองลำพูน ชมพูน้ํา และเบี้ยวเขียวเชิงใหม่ กลุ่มที่มีจำนวน 2 พันธุ์ คือ กระดุกและ พื้นเมืองน่าน และกลุ่มที่มีลำไยอยู่ 1 พันธุ์ มีจำนวน 6 กลุ่ม คือ ใบหัด น้ําผึ้ง พวงทอง เบี้ยวเขียวป่าเล้า เบี้ยวพระอินทร์ และใบคำ เมื่อใช้ รูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase จำแนก ความแตกต่างจะเห็นได้ว่าให้รูปแบบที่แตกต่างกัน หลายรูปแบบ ทำให้สามารถจำแนกพันธุ์ลำไย ออกจากกันได้ คือ จำแนกกระดุกกับพื้นเมืองน่าน เช่นเดียวกับชมพู สร้อยทอง แดงกลม แห้ว กับอีเหลื่อง ก็สามารถจำแนกออกจากกันได้ ส่วนพื้นเมืองลำพูนสามารถจำแนกออกจาก ชมพูน้ําและเบี้ยวเขียวเชิงใหม่ แต่ชมพูน้ํากับ เบี้ยวเขียวเชิงใหม่ยังคงจำแนกออกจากกันไม่ได้ เมื่อใช้รูปแบบไอโซไซม์ esterase จะเห็นได้ว่า ให้รูปแบบที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถจำแนก ชมพูน้ํากับเบี้ยวเขียวเชิงใหม่ออกจากกันได้

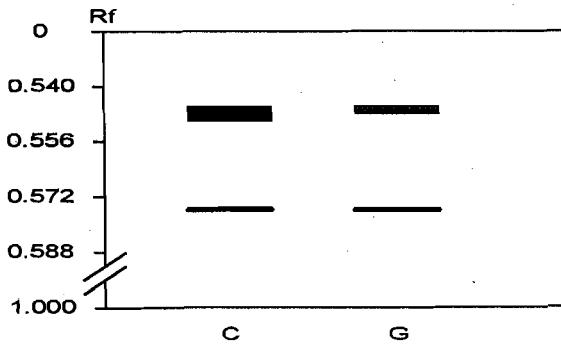


Figure 3 Zymogram of esterase isozyme of two longan varieties.

A = Puenmuang Lumphun B = Kradook C = Chompoo Nam D = Chompoo E = Soitong F = Baihod G = Biewkiew ChiangMai
H = Daengklom I = Nampueng J = Biewkiew Pasao K = Haew L = Puangtong M = E-lueong N = Kiew Pra In O = Baidam
P = Puenmuang Nan

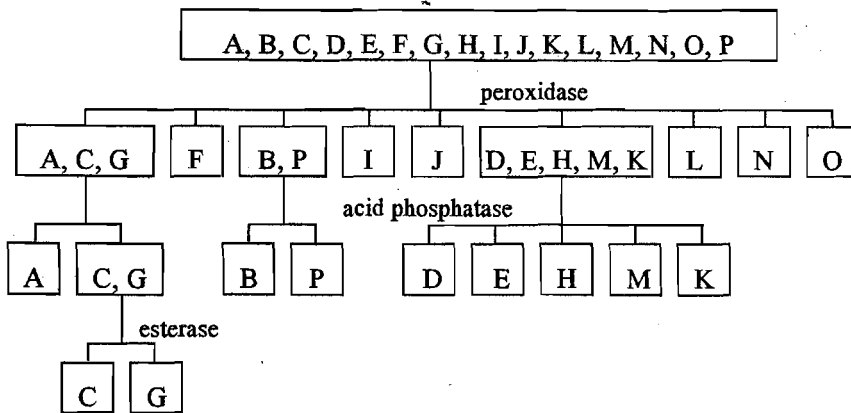


Figure 4 Identical chart of sixteen longan varieties by peroxidase, acid phosphatase and esterase.

A = Puenmuang Lumphun B = Kradook C = Chompoo Nam D = Chompoo E = Soitong F = Baihod G = Biewkiew ChiangMai H = Daengklom I = Nampueng J = Biewkiew Pasao K = Haew L = Puangtong
M = E-lueong N = Kiew Pra In O = Baidam P = Puenmuang Nan

2. ชุดที่ 2 ทำกับลำไยพันธุ์คอ 8 สายพันธุ์

2.1 จำแนกโดยการศึกษาารูปแบบไอโซไซม์ peroxidase จำนวนแถบที่สามารถพบได้มี 9 แถบ เมื่อวัดอัตราการเคลื่อนที่ (Rf) ของแถบจะได้ ตำแหน่งของแถบที่ Rf 0.458, 0.450, 0.433, 0.408, 0.392, 0.233, 0.208, 0.175 และ 0.158 ความหนาของแต่ละแถบเท่ากับ 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 2.5 และ 2.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแต่ละพันธุ์มีจำนวน 4-6 แถบ เมื่อเปรียบเทียบกับ ตำแหน่งแถบสี และความหนาของแถบสี พบรูปแบบที่แตกต่างกันทำให้สามารถจำแนก พันธุ์คอได้ 4 กลุ่ม (ภาพที่ 5) ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 มี 1 พันธุ์ คือ คอคอนไชย มี 5 แถบ ที่ Rf 0.408, 0.392, 0.233, 0.208 และ 0.175
- กลุ่มที่ 2 มี 4 พันธุ์ คือ คอยอดแดง คอยอดขาว คอก้านแข็ง และคอก้านอ่อน มี 5 แถบ ที่ Rf 0.450, 0.433, 0.233, 0.208 และ 0.175
- กลุ่มที่ 3 มี 1 พันธุ์ คือ คอหอม มี 6 แถบ ที่ Rf 0.458, 0.450, 0.233, 0.208, 0.175 และ 0.158
- กลุ่มที่ 4 มี 2 พันธุ์ คือ คอน่าน และคอตาน้อย มี 4 แถบ ที่ Rf 0.450, 0.433, 0.208 และ 0.175

จะเห็นว่ารูปแบบของไอโซไซม์ peroxidase สามารถจำแนกลำไยพันธุ์คอได้เป็นบางส่วน พันธุ์ที่จำแนกได้มีจำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ คอคอนไชย และคอหอม ส่วนพันธุ์ที่จำแนกไม่ได้มีจำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ คอยอดแดง คอยอดขาว คอก้านแข็ง คอน่าน คอตาน้อย และคอก้านอ่อน

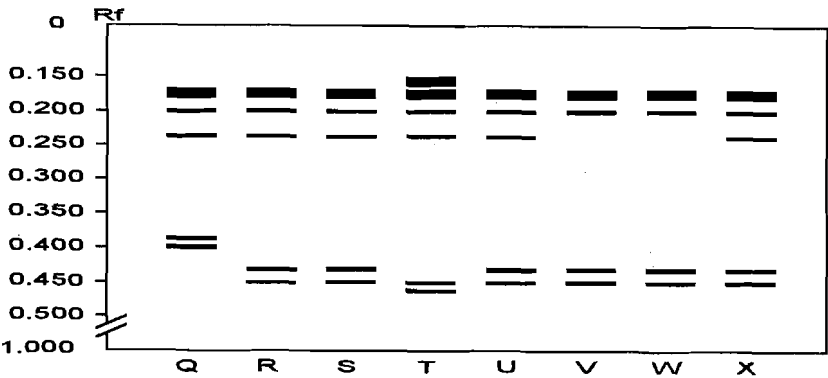


Figure 5 Zymogram of peroxidase isozyme of eight Daw clones of longan.

2.2 จำแนกโดยศึกษารูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase จำนวนแถบที่สามารถพบได้มี 10 แถบ เมื่อวัดอัตราการเคลื่อนที่ (Rf) ของแถบ จะได้ตำแหน่งของแถบที่ Rf 0.391, 0.300, 0.277, 0.264, 0.255, 0.234, 0.209, 0.164, 0.036 และ 0.027 ความหนาของแต่ละแถบเท่ากับ 0.5, 1.0, 4.0, 2.0, 2.5, 1.0, 2.0, 2.0, 1.5 และ 1.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแต่ละพันธุ์มีจำนวนแถบ 2-6 แถบ เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งแถบสี และความหนาของแถบสี พบรูปแบบที่แตกต่างกันทำให้สามารถจำแนกพันธุ์คอได้ 6 กลุ่ม (ภาพที่ 6) ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 คอยอดแดง มี 4 แถบ ที่ Rf 0.391, 0.277, 0.164 และ 0.036
- กลุ่มที่ 2 คอยอดขาว มี 6 แถบ ที่ Rf 0.391, 0.300, 0.277, 0.209, 0.164 และ 0.027
- กลุ่มที่ 3 คอก้านแข็ง มี 4 แถบ ที่ Rf 0.391, 0.300, 0.255 และ 0.164
- กลุ่มที่ 4 คอน่าน มี 3 แถบ ที่ Rf 0.264, 0.234 และ 0.164

- กลุ่มที่ 5 คอทาน้อย มี 2 แถบ ที่ 0.255 และ 0.164
- กลุ่มที่ 6 คอก้านอ่อน มี 4 แถบ ที่ Rf 0.391, 0.264, 0.164 และ 0.027

การทำอิเล็กโทรโฟริซิสสามารถใช้ในการจำแนกลำไยพันธุ์คอ 8 สายพันธุ์ออกจากกัน ได้ทั้งหมด ดังแสดงในแผนภาพ (ภาพที่ 7) เมื่อพิจารณาารูปแบบไอโซไซม์ทั้งหมด และนำมาจัดกลุ่มลำไยพันธุ์คอ 8 สายพันธุ์ โดยนำพันธุ์ที่มีรูปแบบซ้ำกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน พบว่า peroxidase สามารถจำแนกได้ 4 กลุ่ม กลุ่มที่ใหญ่ที่สุดมีจำนวน 4 พันธุ์ คือ คอยอดแดง คอยอดขาว คอก้านแข็ง คอก้านอ่อน และกลุ่มที่มี 2 พันธุ์ 1 กลุ่ม คือ คอน่าน และคอทาน้อย และจำแนกออกได้ด้วยรูปแบบไอโซไซม์ peroxidase 2 พันธุ์ คือ คอคอนไซย และคอหอม เมื่อใช้รูปแบบไอโซไซม์ acid phosphatase พบว่า คอยอดแดง คอยอดขาว คอก้านแข็ง และคอก้านอ่อน มีรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับคอน่าน และคอทาน้อย จึงจำแนกออกจากกันได้

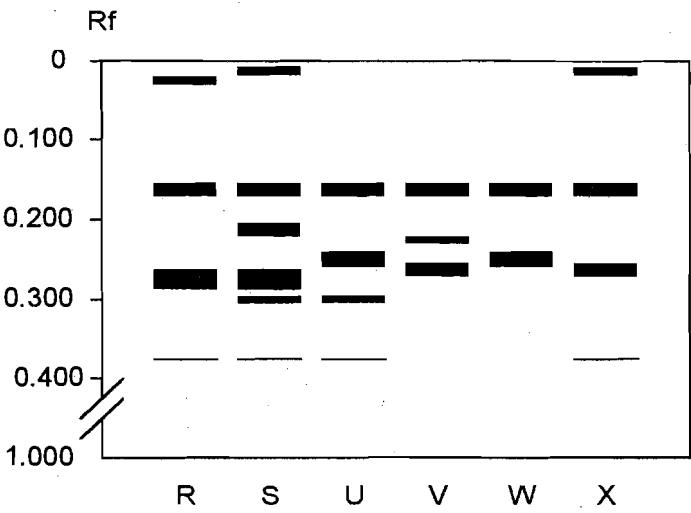


Figure 6 Zymogram of acid phosphatase isozyme of six Daw clones of longan.

Q = Daw Donchai R = Daw Yoddaeng S= Daw Yodkao T = Daw Hom U = Daw Kankaeng V= Daw Nan
W =Daw Tanoi X = Daw Kan-on

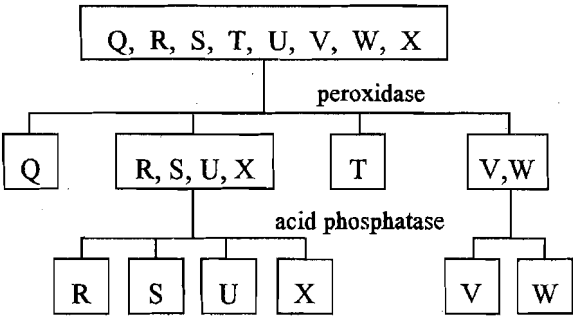


Figure 7 Identical chart of eight Daw clones of longan by peroxidase and acid phosphatase.

Q = Daw Donchai R = Daw Yoddaeng S= Daw Yodkao T = Daw Hom U = Daw Kankaeng V= Daw Nan
W = Daw Tanoi X = Daw Kan-on

การวิเคราะห์กลุ่มลำไยเพื่อหาความแตกต่างและความสัมพันธ์ของลำไยทั้ง 24 พันธุ์ ใช้รูปแบบไอโซไซม์ peroxidase เพราะเป็นเอนไซม์ที่ได้นำมาใช้ศึกษากับลำไยทุกพันธุ์ ส่วนเอนไซม์อีก 2 ชนิด ไม่ได้นำมาใช้ศึกษากับลำไยทุกพันธุ์ จึงไม่ได้นำมาวิเคราะห์กลุ่ม สามารถจำแนกลำไยได้เป็น 12 กลุ่ม โดยมีกลุ่มที่มีลำไยอยู่ 1 ชนิด จำนวน 6 กลุ่ม คือ พวงทอง น้ำผึ้ง เบี้ยวเขียว ป่าเส้าใบดำ เบี้ยวพระอินทร์ คอคอนไซย สำหรับลำไยพันธุ์ที่เหลือจากกลุ่มข้างต้นมีกลุ่มลำไย

มากกว่า 1 ชนิด จำนวน 6 กลุ่ม กลุ่มที่มี 2 พันธุ์ จำนวน 3 กลุ่ม คือ 1. คอน่าน คอทาน้อย 2. ไบหาด คอหอม 3. กระดุก พื้นเมืองน่าน กลุ่มที่มี 3 พันธุ์ จำนวน 1 กลุ่ม คือ ชมพุน้ำ เบี้ยวเขียว เชียงใหม่ พื้นเมืองลำพูน กลุ่มที่มี 4 พันธุ์ จำนวน 1 กลุ่ม คือ ดอกก้านแข็ง ดอกก้านอ่อน คอยอดแดง คอยอดขาว และกลุ่มสุดท้ายมีจำนวน 5 พันธุ์ คือ แห้ว อีเหลียง ชมพู สร้อยทอง แดงกลม ดังแสดงรายละเอียดในแผนภาพที่ 8

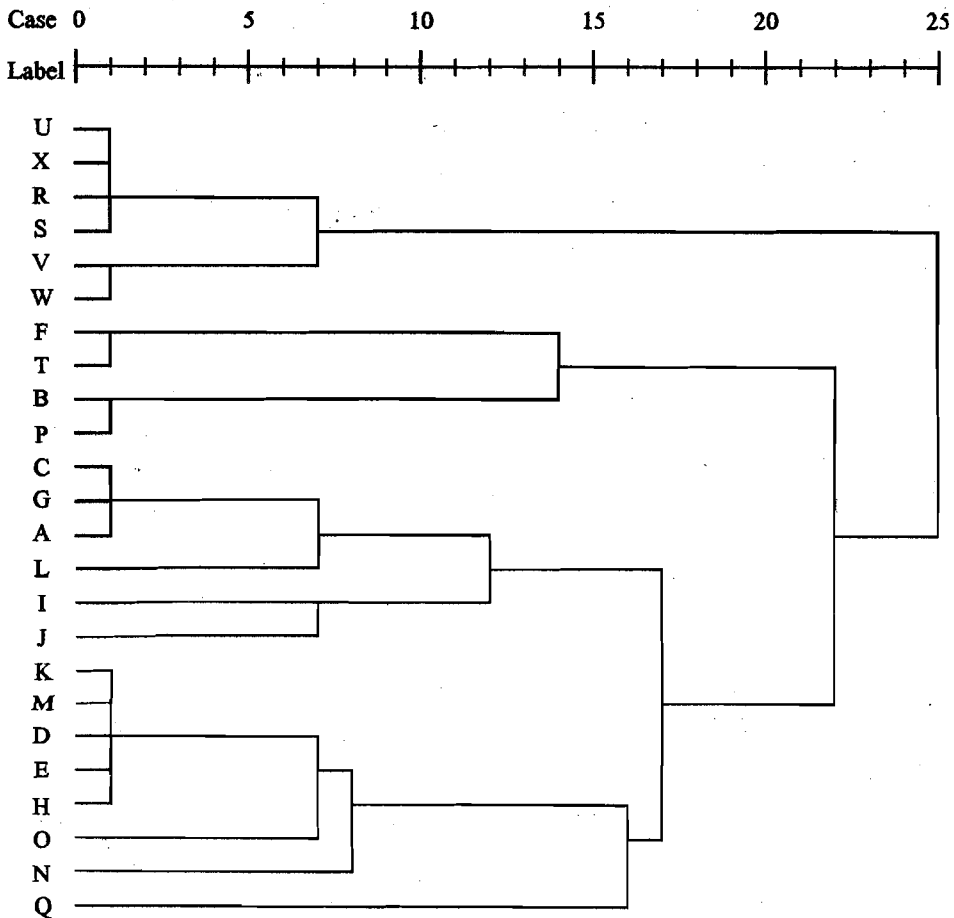


Figure 8 Identification group of sixteen varieties and eight Daw clones of longan by peroxidase isozyme pattern.

A = Puenmuang Lumpfun B = Kradook C = Chompoo Nam D = Chompoo E = Soitong F = Baihod
G = Biewkiew Chiang Mai H = Daengklom I = Nampueng J = Biewkiew Pasao K = Haew L = Puangtong
M = E-lueong N = Kiew Pra In O = Baidam P = Puenmuang Nan Q = Daw Donchai R = Daw Yoddaeng
S = Daw Yodkao T = Daw Hom U = Daw Kankaeng V = Daw Nan W = Daw Tanoi X = Daw Kan-on

ผลจากการวิเคราะห์กลุ่มพืชทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กันคือ ลำไยพันธุ์ใบหคเป็นพันธุ์เดียวกันกับลำไยพันธุ์คอสายพันธุ์คอสอยซึ่งตรงกับการจำแนกพันธุ์ลำไยด้วยวิธีฐานวิทยาของ Ramingwong and Chiewsilp (1994) ลำไยพันธุ์คอสายพันธุ์คอสอยจำแนกออกจากพันธุ์คอสายพันธุ์อื่น โดยลักษณะรูปแบบของไอโซไซม์จะมีความใกล้เคียงกับลำไยพันธุ์เขียวพระอินทร์มากกว่าลำไยพันธุ์คอสายพันธุ์อื่น

สรุปผลการทดลอง

1. วิธีอิเล็กโทรโฟริซิสสามารถจำแนกพันธุ์ลำไยได้ พบว่า ลำไย 16 พันธุ์ สามารถจำแนกออกจากกันได้โดยใช้รูปแบบของไอโซไซม์ peroxidase, acid phosphatase และ esterase ส่วนลำไยพันธุ์คอส 8 สายพันธุ์ สามารถจำแนกออกจากกันได้โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์ peroxidase และ acid phosphatase
2. รูปแบบของไอโซไซม์มีจำนวนแตกต่างกัน คือ ไอโซไซม์ peroxidase มี 10 แถบ ไอโซไซม์ acid phosphatase มี 10 แถบ และไอโซไซม์ esterase มี 3 แถบ

เอกสารอ้างอิง

- เกศินี ระมิงควงศ์. 2528. การจัดจำแนกไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 289 น.
- พิชัย สารณูมย์. 2532. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับลำไย เพื่อการศึกษาระดับปริญญา. วิทยาลัยราไพพรรณี, จันทบุรี. 271 น.
- เพ็งพงษ์ ศรีประเสริฐศักดิ์, สมนึก พรหมแดง และ สมบูรณ์ บุญปรีชา. 2532. รายงานการวิจัยการจำแนกสายพันธุ์พืชเศรษฐกิจด้วยรูปแบบไอโซไซม์. หน่วยชีวเคมีและห้องปฏิบัติการกลาง ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 40 น.
- สัมฤทธิ์ เพ็ญจันทร์. 2523. หลักไม้ผล. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 122 น.
- อาภัสสรา ชมิศท์. 2537. เทคนิคอิเล็กโทรโฟริซิส. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 106 น.
- Hiratsuka, S., K. Ichimura, E. Takahashi and N. Hirata. 1986. Analysis of proteins in developing style and ovary with reference to self-incompatibility of Japanese pear. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 55(2) : 145-152.
- Pasteur, N., G. Pasteur, F. Bonhomme, J. Calalan and J. Britton-Daidian. 1988. Practical Isozyme Genetics. Ellis Horwood Ltd., London. 215 p.
- Ramingwong, K. and K. Chiewsilp. 1994. Genetic Resources of Longan in Northern Thailand. Final Report Submitted to Chiang Mai University, Chiang Mai. 76 p.
- Torres, A.M. 1983. Fruit Tree, part B, p. 401-421. In Tanksley S.D. and T.J. Orton (eds.). Isozymes in Plant Genetic and Breeding. Elsevier Sci. Pub. Co., Amsterdam.
- Wendel, J.F. and N.F. Weeden. 1989. Visualization and interpretation of plant isozyme, p. 5-45. In Soltis D.E and P.S. Soltis (eds.). Isozyme in Plant Biology. Dioscorides Press, Oregon.

ผลของความร้อนต่อการสั่นไหว ของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์

Effect of Heat Treatment on Chilling Injury of Mango cv. Choke A-nan

ธนสวรรค์ สิริระแก้ว และคณัย บุญเกียรติ

Thanade Seerakaew and Danai Boonyakiat

Abstract : Effect of heat treatment on chilling injury of mango cv. Choke A-nan was studied. Mango fruits were treated with hot air at 34 and 38°C for 24, 48 or 72 hours prior to be stored at 5°C for 10, 20 and 30 days. The results showed that mango stored at 5°C for 30 days showed symptoms of chilling injury which were darker skin than normal, surface pitting and more decay. Electrolyte leakage can be used to determine the severity of chilling injury. The chilling injury mango had higher electrolyte leakage, lower level of total soluble solids, higher level of titratable acids, lower ability in changing skin and flesh colour, higher disease incidence and lower quality of fruit than the normal ripe-mango at 25°C. Hot air treatment at 34°C for 24 or 48 hours and at 38°C for 24 hours prior to be stored at 5°C for 10 and 20 days were able to reduce symptoms of chilling injury. However, the mango lost more weight and flesh firmness than untreated fruit.

¹ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : การศึกษาผลของความร้อนต่อการสะท้อนหนาวของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ โดยการอบด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียส นาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10, 20 และ 30 วัน ผลการทดลองปรากฏว่า ผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 วัน แสดงอาการสะท้อนหนาว คือมีสีผิวคล้ำกว่าปกติ เนื้อเยื่อของผลเกิดการยุบตัว และเกิดการเน่าเสียมาก การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สามารถบ่งชี้ความรุนแรงของอาการสะท้อนหนาวได้ โดยพบว่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เพิ่มมากขึ้นเมื่อผลมะม่วงแสดงอาการสะท้อนหนาว ผลมะม่วงที่แสดงอาการสะท้อนหนาวมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำปริมาณกรดที่ไทเตรทได้สูง ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงสีผิวและสีเนื้อลดลง มีการเน่าเสียมากขึ้น และคุณภาพของผลต่ำกว่าผลมะม่วงที่สุกตามปกติที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การใช้อากาศร้อนที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส นาน 24 หรือ 48 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง กับผลมะม่วงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 และ 20 วัน สามารถลดอาการสะท้อนหนาวของผลมะม่วงได้ แต่ผลมะม่วงมีการสูญเสียน้ำหนักสูง และมีความแน่นเนื้อต่ำกว่าผลมะม่วงที่สุกตามปกติ

บทนำ

มะม่วงจัดเป็นผลไม้เขตร้อนชนิดหนึ่ง ที่อ่อนแอต่ออาการสะท้อนหนาวโดยสีผิวของเปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวปนเทา และเนื้อบางส่วนมีสีคล้ำ ซึ่งอาจเป็นสีม่วงหรือสีเทา บางครั้งผลมะม่วงดิบอาจไม่แสดงอาการที่ผิว แต่อาจแสดงอาการที่เนื้อติดกับเมล็ด ซึ่งจะเกิดสีเทาหรือสีดำคล้ำ ผลมะม่วงอาจสุกผิดปกติ รสชาติผิดปกติ เนื้อพัฒนาไม่สมบูรณ์ เกิดรอยบุ๋มที่ผิว (surface pitting) และเน่าเสียง่าย ความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดเนื่องจากอาการสะท้อนหนาวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความยาวนานของผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิต่ำ (คณัย, 2534) เช่น มะม่วงพันธุ์เฮเดนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 และ 5 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน แล้วนำผลมะม่วงมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส แสดงอาการยุบตัวที่ผิวของผลมากกว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (Fuchs *et al.*, 1989) และผลมะม่วงสุกจะมีความต้านทานต่อการ

สะท้อนหนาวมากกว่าผลมะม่วงดิบ (Medlicott *et al.*, 1990) ผลมะม่วงที่เกิดอาการสะท้อนหนาวมีค่า pH ต่ำ และปริมาณของกรดที่ไทเตรทได้สูง ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลสุกตามปกติ (Chaplin *et al.*, 1991)

การลดอาการสะท้อนหนาวเป็นการช่วยเพิ่มความทนทานของเนื้อเยื่อพืชต่ออุณหภูมิต่ำก่อนการเก็บรักษา ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีการ เช่น การใช้อุณหภูมิสูงก่อนการเก็บรักษา การใช้อากาศร้อนที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียสก่อนการเก็บรักษา จะช่วยเพิ่มความทนทานต่อการสะท้อนหนาวของเนื้อเยื่อ (Lafuente *et al.*, 1991) เช่น นำผลมะม่วงไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ นาน 24 และ 48 ชั่วโมง แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 11 วัน แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ก่อนการเก็บรักษาเกิดความเสียหายจากอาการสะท้อนหนาว

เก็บรักษาเกิดความเสียหายจากอาการสะท้อนหนาวลดลง (McCollum *et al.*, 1993) ซึ่งการใช้อุณหภูมิสูงกับผลิตผลก่อนการเก็บรักษา สามารถลดอาการสะท้อนหนาวได้ เนื่องจากอุณหภูมิสูงนั้น ทำให้เนื้อเยื่อพืชมีการสร้าง โปรตีนพิเศษขึ้นมา เรียกว่า heat shock protein (hsp) (Whitaker, 1993) เช่น มะเขือเทศที่ได้รับอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน ก่อนการเก็บรักษาแสดงอาการสะท้อนหนาวลดลง และผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนมี hsp เพิ่มขึ้นทำให้ทนต่ออาการสะท้อนหนาวได้ (Lurie *et al.*, 1993)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของความร้อนต่ออาการสะท้อนหนาวและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลมะม่วงพันธุ์โชคอนันต์ที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มสมบูรณ์ (2x3x3)+3+1 มีทั้งหมด 22 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำแต่ละซ้ำประกอบด้วยผลมะม่วง 8 ผล ทำการศึกษา 3 ปัจจัย คือ

- ปัจจัยที่ 1 ระดับความร้อน 2 ระดับ คือ 34 และ 38 องศาเซลเซียส
 ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาที่ได้รับความร้อน 3 ระดับ คือ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง
 ปัจจัยที่ 3 ระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มี 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 วัน

วิธีการทดลอง

นำผลมะม่วงบรรจุในถุงพลาสติก ขนาด 20x30 นิ้ว เจาะรูขนาด 1 เซนติเมตร จำนวน 4 รูต่อถุง ปิดปากถุงแล้วนำผลมะม่วงไปใส่ในตู้ซึ่งปรับอุณหภูมิของอากาศให้เท่ากับ 34 และ 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อถึงเวลาที่กำหนดแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10, 20 และ 30 วัน จากนั้นนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส บันทึกผลการทดลองในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับผลที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (control) และผลมะม่วงที่สุกตามปกติที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (check)

การบันทึกผลการทดลอง

การร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ (ตามวิธีการของ Cote *et al.*, 1993) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ วัดความแน่นเนื้อของผล โดยใช้ firmness tester (Metek Hunter Spring, Model LKG-10, 0.1 kg/div.) หัวเจาะรูปกรวย ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.65 เซนติเมตร และความสูงเอียง 0.7 เซนติเมตร อ่านค่าได้เป็นหน่วยกิโลกรัม การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงสีผิว พิจารณาตามระบบคะแนน 1-6 (1=เขียว และ 6=ผิวมีสีเหลือง มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ของผล) การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของผล โดยพิจารณาตามระบบคะแนน 1-4 (1=ขาว และ 4=เหลืองเข้ม) ลักษณะผิดปกติของสีผิว และสีเนื้อ ประเมินการเกิดโรคของผลมะม่วง พิจารณาตามระบบคะแนน 1-4 (1=สภาพผลสมบูรณ์ ไม่มีโรค

มิลลิเมตรขึ้นไป ซึ่งเกิดโรครามาก (จำหน่ายไม่ได้) ประเมินคุณภาพด้วยการชิม (taste panel assessments) โดยการประเมินเนื้อในแง่รสชาติ (taste) กลิ่น (flavour) และการยอมรับทั่วไป (general acceptability) โดยให้คะแนน 1-9 คือ (1=ไม่ชอบมากที่สุด และ 9=ชอบที่สุด)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์

ผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน มีการร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์สูงสุดเท่ากับ 60.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างจากผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ซึ่งมีการร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 53.32 เปอร์เซ็นต์ แต่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนผลมะม่วงที่สุกตามปกติ มีการร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 26.97 เปอร์เซ็นต์ และไม่แตกต่างจากผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 34 องศาเซลเซียส นาน 24 และ 48 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 และ 20 วัน และผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 10 และ 20 วัน (ตารางที่ 1) ซึ่ง McCollum *et al.*, (1993) รายงานว่า การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 24 และ 48 ชั่วโมง ก่อนนำผลมะม่วงไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 11 วัน แล้วนำผลมะม่วงมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าการให้ความร้อนก่อน

การเก็บรักษาสามารถลดอาการสะท้อนหนาวของผลมะม่วงได้ อาจเนื่องมาจากการใช้ความร้อนนั้นทำให้เนื้อเยื่อของพืชมีการสร้างโปรตีนพิเศษขึ้นมาเรียกว่า heat shock protein (Whitaker, 1993) โดยโปรตีนชนิดนี้ช่วยป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับโปรตีนในเซลล์ และโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับเยื่อหุ้มและยังช่วยป้องกันเอนไซม์ และโปรตีนไม่ให้เกิดความเสียหายหรือหยุดทำงานในขณะที่เก็บรักษา ผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำ (Lafuente *et al.*, 1991) เช่น การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน กับมะเขือเทศก่อนการเก็บรักษา สามารถลดอาการสะท้อนหนาวได้ และพบว่าผลมะเขือเทศที่ได้รับความร้อนมี heat shock protein เพิ่มขึ้นทำให้ผลมะเขือเทศทนต่ออาการสะท้อนหนาวได้ (Lurie *et al.*, 1993)

ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียสมีการร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 37.74 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 34 องศาเซลเซียส ก่อนการเก็บรักษา ซึ่งมีการร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 30.43 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาที่ผลมะม่วงได้รับความร้อนมีปริมาณการร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนนาน 72 ชั่วโมง มีการร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์เท่ากับ 40.50 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนนาน 24 ชั่วโมง มีการร่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ต่ำสุดคือ 29.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการใช้ความร้อนสูงขึ้นและระยะเวลาที่ผลมะม่วงได้รับความร้อนนานขึ้นเป็นสาเหตุ ทำให้เนื้อเยื่อของผลถูกทำลาย (Porritt and Lidster, 1978) และการที่ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง

Table 1 **Electrolyte leakage (EL), total soluble solids (TSS), titratable acids (TA), flesh firmness and weight loss of mango fruits treated with hot air at 34 and 38°C for 24, 48 and 72 hours before storage at 5°C for 10, 20 and 30 days and ripened at 25°C for 6 days.**

Temperature (°C)	Heat duration (hours)	Storage time (days)	EL (%)	TSS (°brix)	TA (%)	Firmness (kg)	Weight loss (%)
34	24	10	23.48e ^{1/}	18.28a	1.12c	0.36c	17.91c
		20	25.02e	16.65a	1.08c	0.38c	18.86c
		30	36.23c	14.85b	1.36c	0.25c	25.64a
	48	10	25.02e	16.90c	1.07c	0.55b	16.23d
		20	22.85e	17.65b	1.50b	0.45b	18.33c
		30	34.69c	16.60c	1.69b	0.30c	24.44a
	72	10	30.49d	15.25d	1.81c	0.41b	15.66d
		20	31.70d	14.20e	2.00b	1.04a	14.57d
		30	44.23b	14.90e	2.03b	0.28c	24.48a
38	24	10	25.72e	18.45a	0.86c	0.33c	20.08c
		20	25.93e	18.40a	0.93c	0.34c	17.10d
		30	39.72b	17.85b	1.63b	0.30c	27.23a
	48	10	30.49d	17.40b	0.91c	0.54b	18.43c
		20	36.96c	18.80a	1.38c	0.45b	16.10d
		30	44.20b	16.10c	2.04b	0.25c	26.04a
	72	10	37.53c	15.70d	1.54b	0.63b	14.84d
		20	45.76b	15.90d	1.95b	0.25c	14.74d
		30	53.32a	14.45e	2.63a	0.43b	22.76b
Untreated mango fruits (control)		10	36.04c	16.95c	0.88c	0.30c	15.74d
		20	43.14b	13.55e	1.09c	0.49b	17.66c
		30	60.35a	13.20e	2.63a	0.21c	19.20c
Normal-ripe mango fruits at 25 °C (check)			26.97e	17.60b	1.30c	0.91a	9.55e
LSD 0.05			7.18	1.55	0.62	0.18	2.71
CV (%)			14.35	6.58	28.68	32.89	10.11

^{1/} Means within column followed by different superscript are significantly different at $P < 0.05$

ทำให้โปรตีนในผลเปลี่ยนสภาพ ซึ่งเชื้อหุ้มเซลล์มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบ และเมื่อโปรตีนเปลี่ยนสภาพไป ทำให้เชื้อหุ้มเซลล์เสื่อมสภาพหรือเกิดความเสียหาย ทำให้เซลล์ยอมให้สารผ่านเข้าออกได้ง่าย ซึ่งวัดความเสียหายของเชื้อหุ้มเซลล์ได้โดยวัดปริมาณการรั่วไหลของสารอีเลคโตรไลต์ ซึ่งมีค่าสูงขึ้นเมื่อเชื้อหุ้มเซลล์เกิดความเสียหาย หรือเกิดอาการสะท้านหนาว (L'Heureux *et al.*, 1993; Cote *et al.*, 1993) ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ปรากฏว่า ผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 30 วัน มีการรั่วไหลของสารอีเลคโตรไลต์สูงสุดคือ 42.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะเวลาที่เก็บรักษานาน 20 และ 10 วัน (ตารางที่ 2) ซึ่งสันต์ (2538) รายงานว่า ผลลิ้นจี่ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-7.5 องศาเซลเซียส มีการรั่วไหลของสารอีเลคโตรไลต์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งการรั่วไหลของสารอีเลคโตรไลต์เกิดจากอุณหภูมิต่ำทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของฟอสโฟไลปิด ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเชื้อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์เกิดความเสียหายและยอมให้สารผ่านเข้าออกได้ง่าย จึงทำให้มีการรั่วไหลของสารอีเลคโตรไลต์มาก (L'Heureux *et al.*, 1993)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 34 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 และ 20 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 18.28 และ 19.65 องศาบริกซ์ ซึ่งไม่แตกต่างจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 และ 20 วัน หรือผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 วัน ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 18.45, 18.40 และ 18.80 องศาบริกซ์ ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำสุดคือ 13.20 องศาบริกซ์ ในขณะที่ผลมะม่วงที่สุกตามปกติที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 17.60 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 1) ซึ่ง McCollum *et al.* (1993) รายงานว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 หรือ 48 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 11 วัน มีมากกว่าผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษา

Table 2 Effect of temperature, heat duration and storage time on electrolyte leakage (EL), total soluble solids (TSS), titratable acids (TA), flesh firmness and weight loss of mango fruits.

Temperature (°C)(factor 1)	EL (%)	TSS (°brix)	TA (%)	Firmness (kg)	Weight loss (%)
34	30.43b ¹	16.77	1.52	0.45	19.79
38	37.74a	17.01	1.54	0.39	19.70
LSD _{0.05}	2.37*	0.47ns	0.19ns	0.06ns	0.91ns
Heat duration (hours.)(factor 2)	EL (%)	TSS (°brix)	TA (%)	Firmness (kg)	Weight loss (%)
24	29.36c	18.35a	1.16c	0.33c	21.30a
48	32.40b	17.24b	1.43b	0.42b	19.93b
72	40.50a	15.07c	1.99a	0.50a	18.01c
LSD _{0.05}	2.91	0.57	0.23	0.08	1.12
Storage time(days) (factor 3)	EL (%)	TSS (°brix)	TA (%)	Firmness (kg)	Weight loss (%)
10	28.83c	17.00a	1.22b	0.47a	17.19b
20	31.37b	17.43a	1.58a	0.18a	16.62b
30	42.06a	16.23b	1.78a	0.30b	25.43a
LSD _{0.05}	2.91	0.57	0.23	0.08	1.12
factor 1	*	ns	ns	ns	ns
factor 2	*	*	*	*	*
factor 3	*	*	*	*	*
1x2	*	ns	ns	ns	ns
1x3	ns	ns	ns	*	ns
2x3	ns	ns	*	ns	ns
1x2x3	ns	ns	ns	*	ns
CV(%)	14.73	2.80	25.31	32.39	9.79

^{1/} Means within column followed by different superscript are significantly different at P<0.05

*= significantly (P<0.05)

ns= not significantly difference(P<0.05)

ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 16.77 และ 17.01 องศาบริกซ์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาที่ผลมะม่วงได้รับความร้อนทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนนาน 24 ชั่วโมง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงสุดเท่ากับ 18.35 องศาบริกซ์ รองลงมาคือผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนนาน 48 ชั่วโมง ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 17.24 องศาบริกซ์ McCollum *et al.* (1993) รายงานว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ในขณะที่ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน นาน 72 ชั่วโมงก่อนการเก็บรักษามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำสุดคือ 15.07 องศาบริกซ์ เนื่องจากผลมะม่วงมีการสุกผิดปกติ ซึ่งการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานาน ทำให้เนื้อเยื่อของผลเสียหายได้ (จริงแท้, 2538) ส่วนผลมะม่วงซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 และ 20 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 17.00 และ 17.43 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 30 วัน ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำสุด คือ 16.23 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 2) เนื่องมาจากผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 30 วัน มีอาการสะท้านหนาวเกิดขึ้น ซึ่งมะม่วงพันธุ์ Keitt ในขณะที่เกิดอาการสะท้านหนาวนั้น มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่ำกว่าผลสุกตามปกติ (Chaplin *et al.*, 1991)

ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้

ผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนและได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมงก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้สูงสุดเท่ากับ 2.63 และ 2.63 เปอร์เซ็นต์เท่ากัน ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกรรมวิธีอื่นๆ ในขณะที่ผลมะม่วงที่สุกตามปกติที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ เท่ากับ 1.30 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 34 และ 38 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ คือ มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้เท่ากับ 1.52 และ 1.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ระยะเวลาที่ผลมะม่วงได้รับความร้อนทำให้ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้สูงสุดเท่ากับ 1.99 เปอร์เซ็นต์ และผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน นาน 24 ชั่วโมง มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ต่ำสุดคือ 1.16 เปอร์เซ็นต์ Lizada (1991) รายงานว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน มีการลดลงของกรดที่ไคเตรทได้ต่ำกว่าปกติ ส่วนผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ต่ำสุดคือ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 20 และ 30 วัน ซึ่งมีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้เท่ากับ 1.58 และ 1.78 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่ง O'Hare and Prasad (1993) รายงานว่าการเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส นาน 0-5 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของผลมะม่วงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาและ

Chaplin *et al.* (1991) รายงานว่า การเก็บรักษา มะม่วงพันธุ์ Kensington ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 และ 4 สัปดาห์ ทำให้ ปริมาณกรดมาลิก เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา คือ ผลมะม่วงที่เก็บรักษานาน 1 สัปดาห์ มีปริมาณกรดประมาณ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ ผลมะม่วงที่เก็บรักษา 4 สัปดาห์ มีปริมาณกรดประมาณ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาเหตุมาจากอุณหภูมิต่ำยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางเคมีบางอย่างของ ผลมะม่วง

ความแน่นเนื้อ

ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 20 วัน มีความแน่นเนื้อสูงสุดคือ 1.04 กิโลกรัม ซึ่ง ไม่แตกต่างจากผลมะม่วงที่สุกตามปกติที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.91 กิโลกรัม แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 30 วัน มีความแน่นเนื้อต่ำสุดคือ 0.21 กิโลกรัม (ตารางที่ 1) ผลมะม่วง ที่ได้รับความร้อน 34 และ 38 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อ ไม่แตกต่างกันทางสถิติคือ 0.45 และ 0.39 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่ระยะเวลาที่ ผลมะม่วงได้รับความร้อน ทำให้ความแน่นเนื้อของผลมะม่วง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ผลมะม่วงได้รับความร้อนนาน 72 ชั่วโมง มีความแน่นเนื้อสูงสุด คือ 0.50 กิโลกรัม

ในขณะที่ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนนาน 24 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษา มีความแน่นเนื้อสูงสุดคือ 0.33 กิโลกรัม ซึ่งผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนนานขึ้น จะมีความแน่นเนื้อของผลมากกว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนเป็นระยะเวลาสั้น เนื่องจากความร้อน มีผลทำให้เอนไซม์ที่จะมาสลายเพคตินทำงานได้ช้าลง (Porratt and Lidster 1987) นอกจากนี้ Klein *et al.* (1990) รายงานว่าแอปเปิลที่ได้รับความร้อนมีปริมาณเพคตินในเนื้อเยื่อสูงกว่าผลที่ไม่ได้รับความร้อน ในขณะที่ปริมาณเพคตินที่ละลายน้ำมีปริมาณต่ำกว่า ซึ่งทำให้ผลที่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษา มีความแน่นเนื้อสูงกว่าผลที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาเช่นเดียวกับ Conway *et al.* (1994) รายงานว่าผลแอปเปิลที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 4 วัน ก่อนการเก็บรักษาที่ 0 องศาเซลเซียส นาน 6 เดือน มีความแน่นเนื้อสูงกว่าผลแอปเปิลที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษา ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาผลมะม่วง ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 และ 20 วัน มีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน คือ 0.47 และ 0.48 กิโลกรัมตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะเวลาการเก็บรักษานาน 30 วัน ซึ่งมีความแน่นเนื้อต่ำสุดคือ 0.30 กิโลกรัม (ตารางที่ 2) ซึ่ง Klein *et al.* (1990) รายงานว่าความแน่นเนื้อของแอปเปิลจะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นาน 2 เดือน ผลแอปเปิลมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 67 N และ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นเป็นระยะเวลา 6 เดือน ผลแอปเปิลมีความแน่นเนื้อเท่ากับ 58 N

การสูญเสียน้ำหนัก

ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดคือ 27.23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างจากผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง หรือผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 34 องศาเซลเซียส นาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ซึ่งการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 26.04, 26.64, 24.44 และ 25.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ผลมะม่วงไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 20 และ 30 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน คือมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 17.66 และ 19.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลมะม่วงที่สุกตามปกติที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 9.55 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ซึ่ง Klein and Lurie (1990) รายงานว่าการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 4 วันกับผลแอปเปิลก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ทำให้แอปเปิลมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น

ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 34 และ 38 องศาเซลเซียส มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน คือมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 19.97 และ 19.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ระยะเวลาที่ผลมะม่วงได้รับความร้อนทำให้การสูญเสียน้ำหนักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนนาน 48 และ 72 ชั่วโมง มีการ

สูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 19.93 และ 18.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนเป็นระยะเวลานาน 72 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง Dietz *et al.* (1988) รายงานว่า การสูญเสียน้ำหนักเป็นผลมาจากการหายใจของผลิตผล และแพร่กระจายของไอน้ำ ผ่านกิวติเคิลที่เคลือบผิวทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของผลระหว่างการเก็บรักษาและการสุก ซึ่งจากการทดลองพบว่า ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง การสุกของผลจะผิดปกติทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าผลมะม่วงที่ได้รับความร้อนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งมีการสุกของผลตามปกติ ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากผลมะม่วงที่ได้รับอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานานเกินไปจะทำให้อัตราการหายใจลดลง ทั้งนี้เพราะโปรตีน หรือเอนไซม์ต่างๆ ที่จำเป็นในกระบวนการหายใจเริ่มเปลี่ยนสภาพและทำให้ปฏิกิริยาต่างๆ ที่เกิดขึ้นลดลง (จริงแท้, 2538) ส่วนผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 25.43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 และ 20 วัน ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 17.19 และ 16.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งการเก็บรักษาผลมะม่วงเป็นระยะเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำให้ผลมะม่วงเน่าเสียเพิ่มขึ้น ซึ่งการเน่าเสียจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำมากขึ้น เพราะเซลล์ถูกทำลายจากเชื้อจุลินทรีย์โดยทำลายโครงสร้างในการป้องกันการสูญเสียน้ำให้หมดไปเกิดเป็นช่องเปิดให้สูญเสียน้ำได้มากขึ้น (จริงแท้, 2538) และนอกจากนี้ Sankat *et al.*, 1994 รายงานว่าการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์ Julie ที่อุณหภูมิ 6 องศา

เซลเซียส ทำให้การสูญเสียน้ำหนักของผลมะม่วงเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองนี้

การเปลี่ยนแปลงสีผิวของผล

จากการศึกษาพบว่า ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 34 และ 38 องศาเซลเซียส นาน 24 หรือ 48 ชั่วโมง และผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวไม่แตกต่างจากผลมะม่วงที่สุกตามปกติ ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีเนื้อปรากฏว่า ผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 34 และ 38 องศาเซลเซียส นาน 24 หรือ 48 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 หรือ 20 วัน และผลมะม่วงที่ได้รับความร้อน 38 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีสีผิวคล้ำกว่าปกติ ส่วนเนื้อสีน้ำตาลอ่อน และมีรอยสีขาวเกิดขึ้น ผลมะม่วงที่ไม่ได้รับความร้อนก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน ผลมะม่วงมีรอยบวมเกิดขึ้นที่ผิว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีผิว สีเนื้อ และการยอมรับของผู้บริโภคของผลมะม่วง จะลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แต่การเกิดโรคของผลมะม่วงจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (ข้อมูลไม่ได้แสดง)

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่า การเก็บรักษาผลมะม่วงที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 30 วัน ทำให้มะม่วงแสดงอาการสะท้อนหนาว ซึ่งตรวจสอบได้จากอาการที่ผลมะม่วงมีสีคล้ำ และมีการยุบตัวของเนื้อเยื่อ และการร่วงไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ จากเนื้อเยื่อที่แสดงอาการสะท้อนหนาวมากกว่าจากเนื้อเยื่อปกติ และการใช้อากาศร้อนที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส นาน 24 หรือ 48 ชั่วโมง และ 38 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษา สามารถลดอาการสะท้อนหนาวของผลมะม่วงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 10 และ 20 วันได้

เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 396 หน้า
- คณัย บุญเกียรติ. 2534. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 215 หน้า.
- สันห์ ละอองศรี. 2538. ผลของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพและสีผิวของลิ้นจี่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 232 หน้า.

- Chaplin, G.R., S.P. Cole, M. Landrigan, P.A. Nueno, P.F. Lam and D. Graham. 1991. Chilling injury and storage of mango (*Mangifera indica* L.) fruit held under low temperatures. *Acta Hort.* 291 : 461-471.
- Conway, W.S., C. E. Sams, C. Y. Wang and J.A. Abbott. 1994. Additive effects of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay and maintaining quality in apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 199(1) : 49-53.
- Cote, F., J. E. Thompson and C. Willemot. 1993. Limitation to the use of electrolyte leakage for the measurement of chilling injury in tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 3 : 103-110.
- Dietz, T. H., K.R.T. Raju and S.S. Joshi. 1988. Studies on loss of weight of mango fruits as influenced by cuticles and lenticels. *Acta Hort.* 231 : 685-687.
- Fuchs, Y., G. Zauberman, I. Rot and A. Weksler. 1989. Chilling injury and electrolyte leakage in cold storage mango and avocado fruits. *Acta Hort.* 253 : 303-308.
- Klein, J. D. And S. Lurie. 1990. Prestorage heat treatment as a means of improving poststorage quality of apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(2) : 256-269.
- Klein, J. D., S. Lurie and R. Ben-Arie. 1990. Quality and cell wall components of 'Anna' and 'Granny Smith' apples treated with heat, calcium, and ethylene. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(6) : 954-958.
- Lafuente, M. T., A. Belver, M. G. Guye and M.E. Saltveit. 1991. Effect of temperature conditioning injury of cucumber cotyledons. *Plant Physiol.* 95 : 443-449.
- L'Heureux, G.P., M. Bergevin, J. E. Thompson and C. Willemot. 1993. Molecular species profile of membrane lipids of tomato pericarp during chilling. *Acta Hort.* 343 : 286-287.
- Lizada, M.C. 1991. Postharvest physiology of the mango. A Review. *Acta Hort.* 291 : 437-760.
- Lurie, S., J. D. Klein, C. Watkins, G. Ross, P. Boss, and I. F. Ferguson. 1993. Prestorage heat treatment of tomato prevents chilling injury and reversibly inhibits ripening. *Acta Hort.* 343 : 283-285.
- McCollum, T.G., S. D. Aquino and R. E. McDonald. 1993. Heat treatment inhibits mango chilling injury. *Hort. Sci.* 28 (3) : 197 - 198.
- Medlicott, C. K., J. M. M. Sigrist and O. Sy. 1990. Ripening of mangos following low-temperature storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(3) : 430-434.
- O'Hare, T.J. and A. Prasad. 1993. The effect of temperature and carbon dioxide on chilling symptoms in mango. *Acta Hort.* 434 : 244-250.
- Porritt, S.W. and P.D. Lidster. 1978. The effect of pre-storage heating on ripening and senescence of apples during cold storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(5) : 584-587.
- Sankat, C.K., K. Bisson, R. Maharaj and B. Lauckner. 1994. Ripening quality of 'Julie' mangoes stored at low temperatures. *Acta Hort.* 368 : 712-722.
- Whitaker, B. D. 1993. A reassessment of heat stress as a means of reducing chilling injury in tomato fruit. *Acta Hort.* 343 : 281-282.

ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก Propisochlor ในหอมแดง

Efficacy of Preemergence Propisochlor in Shallot

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์^๑

Pornchai Lueang-a-pamong¹

Abstract : The study of the efficacy of preemergence herbicide propisochlor (2-chloro-N-(isopropoxy methyl-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-acetamide) for weed control in shallot was conducted at Chiang Mai University and Banhong, Lumpun Province during August-December 1997. The herbicides were treated as preemergence to weed and shallot with knapsack sprayer, flat fan nozzle, in the spray volume of 80 l/rai. At 1 day after application, rice straw was covered the soil for moisture conservation. It was indicated that annual grass weeds such as *Eleusine indica* (L.) Gaerth., *Digitaria adscendense* H.B.K. Henr, *Echinochloa colona* (L.) Link and annual broadleaf weeds such as *Ageratum conyzoides* Linn., *Cleome viscosa* Linn. and *Amaranthus spinosus* Linn. were controlled very effectively by propisochlor applied at the rates more than 230.4 g ai/rai. The use of propisochlor as preemergence to crop at the rates 115.2 up to 345.6 g ai/rai showed no phytotoxicity symptom in shallot. The application of propisochlor for preemergence weed control could increase shallot yield up to 210-381% compared to non weeding plot.

บทคัดย่อ : การศึกษาประสิทธิภาพของสาร propisochlor (2-chloro-N-(isopropoxy methyl-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-acetamide) ในการควบคุมวัชพืชแบบก่อนงอกในหอมแดง ได้ทำการทดลองที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ อ. บ้านโฮ้ง จ.ลำพูน ระหว่างเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2540 ทำการพ่นสารเคมีแบบก่อนงอกด้วยถังพ่นแบบสะพายหลัง พร้อมหัวพ่นแบบ flat fan ที่มีปริมาตรน้ำ (spray volume) 80 ลิตร/ไร่ โดยที่ภายหลังการพ่นสารเคมี 1 วัน ได้ทำการคลุมแปลงด้วยฟางข้าวเพื่อรักษาความชุ่มชื้นดินตลอดอายุการเพาะปลูก ผลการทดลองพบว่าสาร propisochlor อัตราตั้งแต่ 230.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ขึ้นไป จะมีประสิทธิภาพดีเยี่ยมในการควบคุมวัชพืชฤดูเดียว ประเภทใบแคบวงศ์หญ้า

^๑ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

^๑ Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

พวงหญาตีนกา (*Eleusine indica* (L.) Gaerth.) หญาตีนนก (*Digitaria adscendense* H.B.K. Henr.) และหญ้านกลิ้มพู่ (*Echinochloa colona* (L.) Link.) และวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้างพวงสาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides* Linn.) ผักเถียนผี (*Cleome viscosa* Linn.) และผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus* Linn.) การใช้สาร propisochlor อัตราตั้งแต่ 115.2 - 345.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ไม่มีผลทำให้หอมแดงแสดงอาการเป็นพิษแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สาร propisochlor เพื่อควบคุมวัชพืชแบบก่อนงอกในหอมแดงสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 210-381% เทียบกับสภาพที่ไม่มีมีการกำจัดวัชพืช

Key words : preemergence herbicide, propisochlor, shallot.

บทนำ

หอมแดงเป็นพืชปลูกที่สำคัญพืชหนึ่งในภาคเหนือ การเพาะปลูกนั้นจะมีการขึ้นแปลงปลูกแบบเดียวกับหอมหัวใหญ่และกระเทียม การขึ้นแปลงแข่งแข่งขันของวัชพืช นั้นพบว่าเป็นปัญหาใหญ่ที่สุดในการผลิตหอมแดง ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการปลูกปฏิบัติที่มีการใช้ฟางข้าวคลุมผิวดินไว้เพื่อเป็นการรักษาความชุ่มชื้นดิน จึงเท่ากับเป็นการส่งเสริมให้วัชพืชมีการงอกและขึ้นแข่งแข่งขันมากขึ้น

การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนในการเพาะปลูกหอมแดงนั้นมีข้อจำกัดหลายอย่าง ซึ่งทำให้การจัดการวัชพืชดังกล่าวไม่ได้ผลและไม่ทันเวลาสำหรับการผลิตหอมแดง การใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกร สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ในหอมแดงที่ได้รับคำแนะนำและผลการวิจัยจากรายงานต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีประเภทก่อนงอก อันได้แก่ alachlor, metolachlor และ oxyfluorfen (กองพลเกษตรศาสตร์ และ วัชพืช, 2538; พรชัย, 2540) สารเคมีดังกล่าวจะมีคุณสมบัติในการควบคุมวัชพืชประเภทต่าง ๆ แตกต่างกันไป

สาร propisochlor นับเป็นสารเคมีประเภทก่อนงอกชนิดใหม่ที่ยังไม่เคยมีรายงานการทดลองใช้ในหอมแดงมาเลย แต่ลักษณะโครงสร้างของสารเคมีนี้จะมีคุณสมบัติที่น่าจะสามารถนำมาใช้ควบคุมวัชพืชในหอมแดงได้ การทดลองนี้ได้กระทำขึ้น เพื่อเป็นการศึกษาประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชของสาร propisochlor และการมีผลกระทบต่อการใช้ผลผลิตหอมแดง ซึ่งผลการทดลอง จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านวิชาการต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในแปลงวิจัยของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และแปลงทดลองของเกษตรกร อ. บ้านโอง จ. ลำพูน ระหว่างเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2540 ทำการปลูกหอมแดงโดยการไถพรวนดิน 2 ครั้งแล้วขึ้นแปลงโดยมีความกว้าง 2.0 ม. ใช้ระยะปลูก 5x5 ซม. ขนาดแปลงย่อย 2x5 ตร.ม. วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีการพ่นสาร propisochlor อัตรา 115.2, 172.8, 230.4, 285.0 และ 345.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สาร alachlor อัตรา 240.0

กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สาร oxyfluorfen อัตรา 47.0 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และ สาร propisochlor ผสม oxyfluorfen อัตรา 172.8 + 23.5 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่มีการกำจัดวัชพืชด้วยจอบและกรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช พ่นสารเคมีก่อนการปลูกหอมแดง 1 วัน โดยใช้ถังพ่นแบบสะพายหลังที่มีหัวแบบ flat fan ซึ่งมีปริมาณน้ำ (spray volume) 80 ลิตร/ไร่

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้แก่สาร propisochlor ชื่อเคมี 2-chloro-N-(isopropoxy methyl-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-acetamide ชื่อสารเคมีผลิตภัณฑ์ Proponit (72%) สาร alachlor ชื่อเคมี 2-chloro-2,6-diethyl-N-(methyl oxymethyl) acetanidide ชื่อสารเคมีผลิตภัณฑ์ Lasso (48%) และสาร oxyfluorfen ชื่อเคมี 2-chloro-1-(3-ethoxy-4-nitrophenoxy)-4-(trifluoromethyl)benzene ชื่อสารเคมีผลิตภัณฑ์ Goal 2E (23.5%) บันทึกข้อมูลผลการทดลองประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชทั้งประเภทใบแคบและใบกว้าง โดยมีการให้คะแนนด้วยสายตา 0-10 โดยที่ 0 = no control และ 10 = completely control ความเป็นพิษต่อหอมแดง โดยวิธีการให้คะแนนด้วยสายตา 0-10 โดยที่ 0 = normal และ 10 = completely killed จำนวนและน้ำหนักแห้งวัชพืชโดยการสุ่มจากพื้นที่ 0.25 ตร.ม. ที่ 30 วันหลังพ่นสารเคมี และการให้ผลผลิตของหอมแดงในพื้นที่เก็บเกี่ยว 1.5 x 4 ตร.ม.

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในสภาพการแปลงการทดลองนี้มีวัชพืชประเภทต่าง ๆ ขึ้นแข่งแย่งขันหลักได้แก่ หญ้าตีนกา (*Eleusine indica* (L.) Gaerth.) หญ้าตีนนก (*Digitaria adscendense* H.B.K. Henr.) หญ้านกสีกมพู (*Echinochloa colona* (L.) Link.) สาบแฉ่งสาบกา (*Ageratum conyzoides* Linn.) ผักเลี่ยนผี (*Cleome viscosa* Linn.) และผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus* Linn.)

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช

ภายหลังการพ่นสารเคมี 14-42 วันได้ทำการบันทึกประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชแต่ละชนิดด้วยการประเมินด้วยสายตา ผลการทดลองในตารางที่ 1 และ 2 พบว่าการใช้สาร propisochlor อัตรา 115.2 - 345.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะมีประสิทธิภาพดีเยี่ยมในการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้า ในช่วง 14 วันแรกหลังพ่น แต่เมื่อตรวจผลการทดลองที่ 28 วันหลังพ่นสารเคมี พบว่าในแปลงที่มีการใช้สาร propisochlor อัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะมีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าลดลง โดยจะมีวัชพืชดังกล่าวงอกขึ้นมาในระยะหลัง ส่วนการใช้สาร propisochlor ในอัตราสูงขึ้นไปเป็น 230.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ขึ้นไปจะมีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าได้ดีเยี่ยมและยาวนานขึ้น

**Table 1 Efficacy of preemergence herbicides for annual grass weed control in shallot
(Location I).**

Herbicide	Rate g ai/rai	14 DAA ^u			28 DAA ^u			42 DAA ^u		
		ELI	DIA	ECO	ELI	DIA	ECO	ELI	DIA	ECO
Propisochlor	115.2	8.6	9.0	9.3	8.3	8.5	8.5	6.5	7.0	7.0
Propisochlor	172.8	9.0	9.5	9.5	9.0	9.0	9.0	8.3	8.5	8.5
Propisochlor	230.4	9.8	9.8	9.8	9.6	9.8	9.8	8.9	9.0	9.0
Propisochlor	285.0	10.0	10.0	10.0	9.9	9.9	9.9	9.3	9.5	9.5
Propisochlor	345.6	10.0	10.0	10.0	9.9	10.0	9.9	9.5	9.8	9.7
Alachlor	240.0	9.8	10.0	9.8	9.3	9.3	9.0	6.3	6.5	6.5
Oxyfluorfen	47.0	9.0	9.0	9.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	9.0	9.0	9.3	9.0	9.3	9.0	8.0	8.3	8.3
Hand weeding	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non weeding	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^u DAA : Days after application

Control Rating : 0 = No control, 10 = Completely control

Annual grass weeds : ELI = *Eleusine indica* (L.)Gaerth.,

DIA = *Digitaria adscendense* H.B.K.Henr.,

ECO = *Echinochloa colona* (L.)Link.

**Table 2 Efficacy of preemergence herbicides for annual grass weed control in shallot
(Location II).**

Herbicide	Rate g ai/rai	14 DAA ^u			28 DAA ^u			42 DAA ^u		
		ELI	DIA	ECO	ELI	DIA	ECO	ELI	DIA	ECO
Propisochlor	115.2	8.3	9.3	9.3	8.1	9.0	9.0	6.3	8.5	7.5
Propisochlor	172.8	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.0	7.3	8.6	7.8
Propisochlor	230.4	9.8	9.9	9.9	9.3	9.5	9.6	9.0	9.3	9.0
Propisochlor	285.0	9.8	9.9	10.0	9.8	9.8	9.8	9.5	9.6	9.8
Propisochlor	345.6	10.0	10.0	10.0	9.8	10.0	9.8	9.6	9.6	9.8
Alachlor	240.0	9.5	9.3	10.0	8.9	8.3	8.5	8.0	8.0	8.3
Oxyfluorfen	47.0	9.0	9.0	9.0	7.8	8.0	8.0	7.0	6.8	6.8
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	9.0	9.0	9.0	7.8	8.0	8.0	7.0	6.8	6.8
Hand weeding	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Non weeding	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^u DAA : Days after application

Control Rating : 0 = No control, 10 = Completely control

Annual grass weeds : ELI = *Eleusine indica* (L.)Gaerth.,

DIA = *Digitaria adscendense* H.B.K.Henr.,

ECO = *Echinochloa colona* (L.)Link.

การใช้สาร alachlor อัตรา 240.0 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะมีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าได้ดีเยี่ยมในช่วง 14 วันแรกหลังพ่น ซึ่งอยู่ในระดับเดียวกับการใช้สาร propisochlor อัตรา 230.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ส่วนการใช้สาร oxyfluorfen อัตรา 47.0 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะมีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าได้ดีกว่าสารเคมีทั้ง 2 ชนิด (propisochlor และ alachlor) การใช้สาร propisochlor ผสม oxyfluorfen อัตรา 172.8+23.5 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าได้สูงสุดที่ 28 วันหลังพ่นสารเคมี

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้าง แสดงในตารางที่ 3 และ 4 พบว่า การใช้สาร propisochlor จะมีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้างได้ดีเยี่ยมถ้าใช้อัตรา 230.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ส่วนการใช้สาร alachlor นั้นพบว่า จะแสดงประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้าง คล้ายคลึงกับการใช้สาร propisochlor กล่าวคือสาร propisochlor และ alachlor มีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้างต่ำกว่าการใช้สาร oxyfluorfen

Table 3 Efficacy of preemergence herbicides for annual broadleaf weed control in shallot (Location I).

Herbicide	Rate g ai/rai	14 DAA ^u		28 DAA ^u		42 DAA ^u	
		AGC	AMS	AGC	AMS	AGC	AMS
Propisochlor	115.2	8.7	9.0	8.6	8.6	6.5	7.0
Propisochlor	172.8	8.9	9.0	8.9	8.9	8.0	8.0
Propisochlor	230.4	9.0	9.3	9.0	9.0	8.0	8.3
Propisochlor	285.0	9.5	9.5	9.5	9.8	8.3	8.5
Propisochlor	345.6	9.8	9.8	9.8	9.8	8.9	9.0
Alachlor	240.0	8.0	8.0	7.0	7.3	6.0	6.5
Oxyfluorfen	47.0	9.7	9.8	8.5	8.9	7.0	7.5
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	9.3	9.5	7.3	7.4	7.0	7.0
Hand weeding	-	-	-	-	-	-	-
Non weeding	-	-	-	-	-	-	-

^u DAA : Days after application

Control Rating : 0 = No control, 10 = Completely control

Annual broadleaf weeds: AGC = *Ageratum conyzoides* Linn.,

AMS = *Amarnathus spinosus* Linn.

Table 4 : Efficacy of preemergence herbicides for annual broadleaf weed control in shallot (Location II).

Herbicide	Rate g ai/rai	14 DAA ^u		28 DAA ^u		42 DAA ^u	
		CLV	AMS	CLV	AMS	CLV	AMS
Propisochlor	115.2	9.0	8.9	8.9	8.7	7.6	7.0
Propisochlor	172.8	9.3	9.0	9.3	9.0	8.3	8.0
Propisochlor	230.4	9.6	9.3	9.5	9.3	8.6	8.0
Propisochlor	285.0	9.8	9.6	9.9	9.8	8.6	8.3
Propisochlor	345.6	9.9	9.8	9.9	9.8	9.3	9.0
Alachlor	240.0	8.5	8.3	7.3	7.0	6.3	6.0
Oxyfluorfen	47.0	9.8	9.8	8.3	8.3	7.3	7.0
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	9.6	9.6	7.5	7.3	7.3	7.0
Hand weeding	-	-	-	-	-	-	-
Non weeding	-	-	-	-	-	-	-

^u DAA : Days after application

Control Rating : 0 = No control, 10 = Completely control

Annual broadleaf weeds : CLV = *Cleome viscosa* Linn.,

AMS = *Amaranthus spinosus* Linn.

น้ำหนักแห้งวัชพืช

ภายหลังการพ่นสารเคมี 30 วัน ได้ทำการ
 สุ่มตัวอย่างวัชพืชแต่ละแปลงย่อยเพื่อนับจำนวน
 และนำมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ 0.25 ตร.ม.
 ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5-8 พบว่าการใช้-
 สาร propisochlor อัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/
 ไร่ จะมีวัชพืชประเภทฤดูเดียวใบแคบวงศ์หูกวางอยู่
 เล็กน้อย ซึ่งลดลงจากแปลงที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช
 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการใช้สาร propisochlor
 ในอัตราสูงกว่า 230.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ นั้น
 แทบจะไม่พบวัชพืชใบแคบวงศ์หูกวางเลย
 การใช้สาร propisochlor ก็เช่นเดียวกันโดยพบว่า
 จะสามารถลดปริมาณวัชพืชฤดูเดียวประเภท
 ใบแคบวงศ์หูกวางอย่างมีนัยสำคัญ การใช้สาร
 propisochlor ผสมกับ oxyfluorfen อัตรา

172.8+23.5 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะมีปริมาณ
 วัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบเหลืออยู่เพียง
 เล็กน้อย

ปริมาณวัชพืชภายหลังการพ่นสารเคมี
 30 วัน พบว่าวัชพืชประเภทใบกว้างจะลดลงอย่าง
 มีนัยสำคัญ ในแปลงที่มีการใช้สาร propisochlor
 อัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ และการใช้ใน
 อัตราที่สูงถึง 345.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่
 จะสามารถลดปริมาณวัชพืชฤดูเดียวประเภท
 ใบกว้างได้มากที่สุด ส่วนการใช้สาร propisochlor
 ผสม oxyfluorfen อัตรา 172.8 + 23.5 กรัมสาร
 ออกฤทธิ์/ไร่ จะสามารถลดปริมาณวัชพืชพวกนี้
 ลงได้เพียงระดับหนึ่ง

Table 5 Effect of preemergence herbicides on annual grass weed density and dry weight per 0.25 sq.m. at 30 days after application (Location I).

Herbicide	Rate g ai/rai	No./0.25 m ²			g/0.25 m ²		
		ELI	DIA	ECO	ELI	DIA	ECO
Propisochlor	115.2	1.3 bc	1.3 c	1.3 c	10.8 c	3.7 bc	12.1 c
Propisochlor	172.8	1.0 bc	1.3 c	1.3 c	7.0 cd	1.6 bc	10.5 cd
Propisochlor	230.4	0 c	0 d	0 c	0 cd	0 bc	0 e
Propisochlor	285.0	0 c	0 d	0 c	0 d	0.5 c	0 e
Propisochlor	345.6	0 c	0 d	0 c	0 d	0.3 c	0 e
Alachlor	240.0	1.3 bc	1.0 cd	3.0 b	11.9 d	2.6 bc	13.8 cd
Oxyfluorfen	47.0	3.3 b	3.3 b	4.3 b	21.1 c	6.4 b	23.5 b
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	1.3 bc	1.3 c	1.0 c	8.8 d	2.0 bc	6.9 d
Hand weeding	-	0 c	0 d	0 c	0 d	0 c	0 e
Non weeding	-	24.0 a	22.3 a	9.7 a	96.3 a	48.5 a	81.0 a
C.V.		42.57%	20.57%	43.58%	33.26%	45.23%	15.63%

Annual grass weeds : ELI = *Eleusine indica* (L.)Gaerth.,DIA = *Digitaria adscendense* H.B.K.Henr.,ECO = *Echinochloa colona* (L.)Link.**Table 6** Effect of preemergence herbicides on annual grass weed density and dry weight per 0.25 sq.m. at 30 days after application (Location II).

Herbicide	Rate g ai/rai	No./0.25 m ²			g/0.25 m ²		
		ELI	DIA	ECO	ELI	DIA	ECO
Propisochlor	115.2	2.0 cd	1.3 c	1.3 c	11.9 cd	8.9 c	9.8 c
Propisochlor	172.8	1.3 d	0.7 d	1.0 c	6.8 e	5.1 c-e	6.7 c
Propisochlor	230.4	1.0 de	0.3 d	0 d	3.8 f	2.2 de	0 d
Propisochlor	285.0	0 e	0 d	0 d	0 g	0 e	0 d
Propisochlor	345.6	0 e	0 d	0 d	0 g	0 e	0 d
Alachlor	240.0	2.7 bc	3.7 b	3.7 b	14.2 c	21.5 b	23.7 b
Oxyfluorfen	47.0	3.7 b	3.3 bc	4.0 b	18.7 b	21.1 b	27.6 b
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	1.3 d	1.3 cd	1.3 c	10.0 d	8.3 cd	8.7 c
Hand weeding	-0 e	0 d	0 d		0 g	0 e	0 d
Non weeding	-11.7 a	13.7 a	12.7 a		52.0 a	72.9 a	86.0 a
C.V.		29.66%	51.86%	22.54%	13.33%	28.06%	22.11%

Annual grass weeds : ELI = *Eleusine indica* (L.)Gaerth.,DIA = *Digitaria adscendense* H.B.K.Henr.,ECO = *Echinochloa colona* (L.)Link.

Table 7 Effect of preemergence herbicides on annual broadleaf weed density and dry weight per 0.25 sq.m. at 30 days after application (Location I).

Herbicide	Rate g al/rai	No./0.25 m ²		g/0.25 m ²	
		AGC	AMS	AGC	AMS
Propisochlor	115.2	3.7 d	4.0 cd	4.5 cd	11.3 c
Propisochlor	172.8	1.3 e	2.3 de	2.7 de	5.2 d
Propisochlor	230.4	1.0 ef	0.7 ef	1.5 de	3.8 de
Propisochlor	285.0	0.7 f	0 f	1.1 de	0 e
Propisochlor	345.6	0.3 f	0 f	0.6 de	0 e
Alachlor	240.0	9.0 b	8.0 b	9.5 b	17.1 b
Oxyfluorfen	47.0	7.3 c	5.0 c	7.4 bc	14.9 bc
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	8.3 bc	8.0 b	8.9 b	15.2 bc
Hand weeding	-	0 f	0 f	0 e	0 e
Non weeding	-	17.1 a	20.0 a	69.6 a	40.9 a
C.V.		14.96%	23.41%	39.45%	20.82%

Annual broableaf weeds : AGC = *Ageratum conyzoides* Linn.,

AMS = *Amaranthus spinosus* Linn.

Table 8 Effect of preemergence herbicides on annual broadleaf weed density and dry weight per 0.25 sq.m. at 30 days after application (Location II).

Herbicide	Rate g al/rai	No./0.25 m ²		g/0.25 m ²	
		AGC	AMS	AGC	AMS
Propisochlor	115.2	3.0 cd	3.0 c	2.8 b-d	2.6 b-d
Propisochlor	172.8	1.0 de	1.3 d	1.4 b-d	2.2 b-d
Propisochlor	230.4	0.7 de	0.7 d	0.9 cd	1.2 cd
Propisochlor	285.0	0 e	0.7 d	0 d	0.5 cd
Propisochlor	345.6	0 e	0.3 d	0 d	0.2 d
Alachlor	240.0	5.7 b	1.3 b	5.3 b	5.4 b
Oxyfluorfen	47.0	3.0 cd	1.0 d	3.5 b-d	0.7 cd
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	4.3 bc	5.0 b	4.6 bc	4.3 bc
Hand weeding	-	0 e	0 d	0 d	0 d
Non weeding	-	18.0 a	21.6 a	21.6 a	17.7 a
C.V.		42.28%	26.35%	61.87%	65.16%

Annual broableaf weeds : AGC = *Ageratum conyzoides* Linn.,

AMS = *Amaranthus spinosus* Linn.

ผลกระทบต่อหอมแดง

ภายหลังการพ่นสารเคมี 7 - 42 วัน ได้ทำการบันทึกที่ระดับความเป็นพิษของสารเคมี ที่มีต่อพืชปลูกหอมแดง ผลการทดลองแสดงใน ตารางที่ 9-10 สาร propisochlor อัตรา 115.2 - 345.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นแบบก่อนงอกจะไม่มีผล ที่ทำให้หอมหัวแดงแสดงอาการเป็นพิษแต่อย่างใด ซึ่งผลการทดลองนี้คล้ายคลึงกับการใช้สาร alachlor และ oxyfluorfen

การให้ผลผลิตของหอมแดงนั้น จะเห็น ได้ว่าจากตารางที่ 9 การใช้สาร propisochlor ในอัตรา 115.2 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ เพื่อควบคุม วัชพืชทั่วไป (วัชพืชใบแคบและใบกว้าง) จะสามารถ ทำให้หอมแดงให้ผลผลิต 1,917 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช 128 % ส่วนการใช้สาร propisochlor ในอัตรา ที่สูงขึ้นจะมี โอกาสทำให้หอมแดงให้ผลผลิตดีขึ้น ทั้งนี้ ก็เนื่องจากว่าการใช้สารเคมีชนิดนี้ในอัตรา ที่สูงขึ้น จะมีประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชได้ดี และยาวนานขึ้น จึงเท่ากับเป็นการลดการแก่งแย่ง แข่งขัน การใช้สาร propisochlor อัตรา 345.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะสามารถทำให้หอมแดง มีผลผลิต 2,719 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าแปลงที่ไม่มี การควบคุมวัชพืช 210 %

การใช้สาร alachlor 240.0 กรัมสารออกฤทธิ์/ ไร่ ทำให้หอมแดงมีผลผลิต 1,815 กิโลกรัม/ไร่ สูงกว่าแปลงที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช 107% การใช้ สาร oxyfluorfen อัตรา 24.00 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ สามารถเพิ่มผลผลิตหอมแดงได้ 119% การใช้สาร propisochlor ผสมกับ oxyfluorfen อัตรา 172.8 + 23.5 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ จะทำให้ หอมแดง มีผลผลิต 2,553 กิโลกรัม/ไร่ สูงกว่าสภาพ ไม่มีการกำจัดวัชพืช 189% จากตารางที่ 9 จะเห็น ได้ว่าการใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชด้วยจอบ 30 และ 45 วันหลังปลูกจะสามารถทำให้หอมแดงมีผลผลิต สูงสุด 2,811 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าสภาพที่ ปลอ่ยให้วัชพืชขึ้น 220 เปอร์เซ็นต์ จากผลการ-ทดลองดังกล่าว พบว่าการใช้สาร propisochlor อัตรา 285.0-345.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ เพื่อควบคุมวัชพืชแบบก่อนงอกจะสามารถทำให้ หอมแดงให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการกำจัดวัชพืช ด้วยจอบ

ในแปลงการทดลองที่ 2 ซึ่งแสดงผลใน ตารางที่ 10 พบว่าผลออกมาเหมือนกับการทดลอง ที่ 1 โดยที่ใช้สาร propisochlor เพื่อควบคุม วัชพืชประเภทต่าง ๆ นั้นจะสามารถเพิ่มผลผลิต หอมแดงได้สูงสุด 381% เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพ ที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช

Table 9 Effect of preemergence herbicides on phytotoxicity and yield of shallot (Location I).

Herbicide	Rate g ai/rai	Phytotoxicity ^{1/} 7 - 42 DAA ^{2/}	Shallot yield	
			kg/rai	% Increased ^{3/}
Propisochlor	115.2	0	1,917 d	128
Propisochlor	172.8	0	2,224 c	153
Propisochlor	230.4	0	2,516 b	187
Propisochlor	285.0	0	2,602 ab	196
Propisochlor	345.6	0	2,716 ab	210
Alachlor	240.0	0	1,815 d	107
Oxyfluorfen	47.0	0	1,818 d	119
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	0	2,553 ab	189
Hand weeding	-	-	2,811 a	220
Non weeding	-	-	878 c	0
C.V.		-	7.11%	-

^{1/} Phytotoxicity : 0 = Normal, 10 = Completely killed.

^{2/} DAA : Days after application.

^{3/} % Increased : Compared to non weeding plot.

Table 10 Effect of preemergence herbicides on phytotoxicity and yield of shallot (Location II).

Herbicide	Rate g ai/rai	Phytotoxicity ^{1/} 7 - 42 DAA ^{2/}	Shallot yield	
			kg/rai	% Increased ^{3/}
Propisochlor	115.2	0	1,729 c	146
Propisochlor	172.8	0	2,020 d	222
Propisochlor	230.4	0	2,550 c	307
Propisochlor	285.0	0	2,882 b	360
Propisochlor	345.6	0	3,013 ab	381
Alachlor	240.0	0	1,616 e	158
Oxyfluorfen	47.0	0	1,677 e	168
Propisochlor + Oxyfluorfen	172.8+ 23.5	0	2,615 c	317
Hand weeding	-	-	3,144 a	401
Non weeding	-	-	627 f	0
C.V.		-	4.54%	-

^{1/} Phytotoxicity : 0 = Normal, 10 = Completely killed.

^{2/} DAA : Days after application.

^{3/} % Increased : Compared to non weeding plot.

สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพการใช้สาร propisochlor พ่นแบบก่อนวัชพืชงอกในหอมแดง ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. การใช้สาร propisochlor อัตราที่สูงกว่า 230.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แบบก่อนงอกจะมีประสิทธิภาพดีเยี่ยมในการควบคุมวัชพืช ฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าพวกหญ้าตีนกา (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.), หญ้าตีนนก (*Digitaria adscendense* H.B.K. Henr.) และ หญ้าหนวดข้าว (*Echinochloa colona* (L.) Link.) และวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้าง พวกสาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides* Linn.) และ ผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus* Linn.)
2. การใช้สาร propisochlor อัตรา 115.2-345.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แบบก่อนงอก ไม่มีผลทำให้หอมแดงแสดงอาการเป็นพิษแต่อย่างใด
3. การใช้สาร propisochlor อัตรา 115.2-345.6 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ แบบก่อนวัชพืชงอก จะสามารถทำให้หอมแดงมีผลผลิตสูงขึ้น 128-381% เทียบกับสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ตลอดอายุปลูก

เอกสารอ้างอิง

- กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช. 2538. คำแนะนำการควบคุมวัชพืช. กลุ่มงานวัชพืช กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร. 144 หน้า.
- พรชัย เหลืองอาภาวงศ์. 2540. วัชพืชศาสตร์ (weed science). สำนักพิมพ์ร่วมเขียว. วี.บี.บุ๊คเซ็นเตอร์ กรุงเทพฯ. 585 หน้า.

ผลของวิธีการจัดการวัชพืชแบบต่างๆ ต่อการให้ผลผลิตข้าวโพด

Effect of Certain Weed Managements on Yield of Corn (*Zea mays*)

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์^{1/}Pornchai Lueang-a-pamong^{1/}

Abstract : Field experiment was conducted at Faculty of Agriculture, Chiang Mai University during July - October 1997. The objective of this study was to assess the efficiency of certain weed control methods on yield of corn (var. Suwan#3). The method of hand weeding 1 time at 15 days after planting could increase yield of corn 29.0% when compared to non weeding plot. The following of hand weeding at 30 days after planting gave higher yield 63.0%. However the following of hand weeding at 45 days after planting could increase yeild 75.8%. The application of preemergence herbicide propisochlor (2-chloro-N-(isopropoxy methyl-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-acetamide) 172.8 g ai/rai provided 37.1% higher yield of corn. The application of propisochlor and following with hand weeding at 45 days after planting was able to increase yield 57.2%. The application of propisochlor as preemergence herbicide and following with non-selective postemergence herbicide paraquat (1, 1/-dimethyl-4,4/-bipyridinium ion) 110.4 g ai/rai at 45 days after planting could increase yield up to 45.9%. The application of paraquat alone 1 time at 45 days after planting for postemergence weed control showed higher yield of corn 28.8%. It was also found that the non weeding plot gave yield of corn only 327.83 kg/rai.

^{1/} ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200^{1/} Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chaing Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : ทำการทดลองในแปลงทดลองคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2540 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชแบบต่างๆ ที่มีต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพด(พันธุ์สุวรรณ 3) พบว่าการกำจัดวัชพืชด้วยมือ 1 ครั้งที่ 15 วันหลังปลูก จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ถึง 29.0% โดยที่การกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้นอีก 1 ครั้งที่ 30 วัน จะให้ผลผลิตสูงขึ้น 63.0% และการกำจัดวัชพืชเพิ่มอีก 1 ครั้งที่ 45 วันหลังปลูก จะสามารถให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 75.8% เปรียบเทียบกับสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบก่อนงอก propisochlor (2-chloro-N-(isopropoxy methyl-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-acetamide) อัตรา 172.8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ครั้งเดียวจะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ 37.1% โดยที่ถ้าหากมีการใช้แรงงานคนกำจัดวัชพืชอีกครั้งที่ 45 วันหลังปลูกจะเพิ่มผลผลิตได้ 57.2% ส่วนการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทสัมผัสตาย paraquat (1, 1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium ion) อัตรา 110.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ พ่นภายหลังการใช้สาร propisochlor 45 วัน จะให้ผลผลิตเพิ่ม 45.9% โดยที่การใช้สาร paraquat อย่างเดียวพ่นภายหลังการปลูกข้าวโพด 45 วันจะเพิ่มผลผลิตได้ 28.8% การทดลองนี้ยังพบว่าการปล่อยให้วัชพืชขึ้นแข่งแย่งแข่งขันตลอดอายุปลูกข้าวโพดนั้นจะทำให้ผลผลิตข้าวโพดลดลงเหลือเพียง 327.83 กิโลกรัม/ไร่เท่านั้น

Key words : weed management, corn, propisochlor, paraquat

บทนำ

การเพาะปลูกข้าวโพดให้ได้ผลผลิตสูงนั้น จำเป็นต้องมีการกำจัดวัชพืชอย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ผลผลิตของข้าวโพดจะเสียหายมากเพียงใด ขึ้นอยู่กับปริมาณของวัชพืชในแปลง (Vangessel *et al.*, 1995) ซึ่งวัชพืชอาจทำ ความเสียหายแก่ข้าวโพดโดยลดผลผลิตได้ถึง 20-40% (สำนักงานวิจัยและพัฒนาเกษตร เขตที่ 5, 2539) วัชพืชร้ายแรง ที่ทำความเสียหายแก่การปลูก และการผลิตข้าวโพดมีทั้งประเภทใบแคบตระกูลหญ้า และวัชพืชใบกว้าง การจัดการวัชพืชในไร่ข้าวโพด มีหลายแบบการใช้แรงงานคนตากด้วยจอบ อาจมีความจำเป็นต้องปฏิบัติอย่างน้อย 1-2 ครั้ง เมื่อข้าวโพดมีอายุ 15-20 วัน และ 30-40 วัน แต่ในทางปฏิบัติ การใช้แรงงานคนตากด้วยจอบ มีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่นในเรื่องของการที่ต้องใช้แรงงานมาก และปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ซึ่งอาจมีความจำเป็นต้องใช้ 6-8 คน/ไร่ (สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5, 2539)

การใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นวิธีการหนึ่งที่น่านำมาทดแทนการใช้แรงงานในการจัดการวัชพืชในไร่ข้าวโพดได้ สารเคมีที่ใช้มีตามรายงานพบว่า ได้แก่สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก(preemergence herbicide) เช่น atrazine, alachlor, metolachlor และ simazine (กรมวิชาการเกษตร, 2531; พรชัย, 2540; ไพฑูรย์และคณะ, 2529; สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537; สำนักวิจัยและพัฒนาเกษตรเขตที่ 5, 2539) โดยที่การใช้สารเคมีดังกล่าวนี้มีปัญหาหลายอย่าง โดยเฉพาะเรื่องของพิษตกค้างของสารเคมีในดิน ที่อาจมีผลต่อพืชปลูกในฤดูถัดไปได้

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการวัชพืชแบบผสมผสานที่จะช่วยทำให้ลดปัญหาการแก่งแย่งแข่งขันของวัชพืชและการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองในแปลงวิจัยของภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2540 ใช้ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 3 ปลูกด้วยระยะปลูก 50x75 ซม. ขนาดแปลงย่อย 3x8 ตร.ม. วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธีต่างๆ คือ การถากด้วยจอบ 1 ครั้ง ที่ 15 วันหลังปลูก, การถากด้วยจอบ 2 ครั้ง ที่ 15 และ 30 วันหลังปลูก, การถากด้วยจอบ 3 ครั้ง ที่ 15, 30 และ 45 วัน, การพ่นด้วยสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก propisochlor อัตรา 172.8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่, การพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก propisochlor อัตรา 172.8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ตามด้วยการใช้จอบถาก 1 ครั้งที่ 45 วันหลังปลูก, การพ่นด้วยสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก propisochlor อัตรา 172.8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ตามด้วย การพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก paraquat อัตรา 110.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ที่ 45 วันหลังปลูก, การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก paraquat อัตรา 110.4 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ที่ 45 วันหลังปลูก เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชตลอดอายุปลูก

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้แก่สาร propisochlor ชื่อเคมี 2-chloro-N-(isopropoxy methyl-N-(2-ethyl-6-methylphenyl)-acetamide ชื่อสารเคมีผลิตภัณฑ์ Proponit สาร paraquat ชื่อเคมี 1, 1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium ion ชื่อสารเคมีผลิตภัณฑ์ Gramoxone ซึ่งการพ่นสารเคมีตามกรรมวิธีต่าง ๆ พ่นด้วยถังพ่นแบบสะพายหลัง ที่มีหัวพ่นแบบ impact ในการพ่นแบบ

ประเภทก่อนงอก ใช้หัวพ่นแบบ cone ในการพ่นแบบประเภทหลังงอก โดยใช้ปริมาณน้ำ (spray volume) 80 ลิตร/ไร่เท่ากัน เก็บข้อมูลปริมาณวัชพืชประเภทใบแคบวงศ์หญ้าและใบกว้างและการให้ผลผลิตข้าวโพด แล้วทำการเปรียบเทียบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 5%

ผลการทดลองและวิจารณ์

ในสภาพแปลงของการทดลองนี้ ได้สำรวจเบื้องต้น พบว่ามีวัชพืชที่ขึ้นแก่แย่งแข่งขันหลัก (major weeds) ดังนี้คือ วัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าได้แก่ หญ้าตีนนก (*Digitaria adscendens* H.B.K.Henr.) หญ้าตีนนก (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.), หญ้าตีนนก (*Echinochloa colona* (L.) Link.) และหญ้าปากควย (*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv.) ส่วนวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้างได้แก่ โทงเทง (*Physalis minima* L.) ผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus* Linn.) ผักโขม (*Amaranthus viridis* Linn.) ผักเสี้ยนผี (*Cleome viscosa* Linn.) และ สาบเร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides* Linn.)

ปริมาณวัชพืช

ภายหลังการปลูกข้าวโพด 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน ทำการบันทึกปริมาณวัชพืชในเนื้อที่ 0.25 ตร.ม. เพื่อดูการแย่งแข่งขันของวัชพืชต่อข้าวโพดในระยะแรก ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1 พบว่าการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนถากด้วยจอบ 15 วันหลังปลูกจะลดปริมาณวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าลงได้เมื่อบันทึกผลการทดลองตั้งแต่ 21 วันหลังปลูกเป็นต้นไป ซึ่งการเพิ่มจำนวนครั้งการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนก็จะสามารถลดปริมาณวัชพืชดังกล่าวลงได้

ตามลำดับ การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก propisochlor อัตรา 172.8 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ครั้งเดียว จะสามารถลดปริมาณวัชพืชฤดูเดียว ประเภทใบแคบวงศ์หญ้าลงได้อย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ 14-42 วันหลังปลูก จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าการไม่มีการกำจัดวัชพืชนั้น จะทำให้ปริมาณวัชพืชที่ขึ้นแก่แย่งแข่งขันกับข้าวโพด มีจำนวนมากตลอดเวลาดังแต่ 14-42 วันหลังปลูก

จากตารางที่ 2 ซึ่งแสดงปริมาณวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้างเมื่อ 14-42 วันหลังปลูก พบว่า การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน (ถากด้วย จอบ) ที่ 15 วันหลังปลูกจะลดปริมาณวัชพืชลง ได้อย่างมากเมื่อบันทึกผลการทดลองหลังจากวันที่ 21 ไปแล้ว โดยที่การเพิ่มจำนวนครั้งของการกำจัด เมื่อ 30 วันหลังปลูกจะสามารถลดปริมาณวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้างลงได้อีกจำนวนหนึ่ง การใช้สาร propisochlor พันแบบก่อนงอก จะสามารถลดปริมาณวัชพืชลงได้อย่างมีนัยสำคัญ ตั้งแต่ 14-42 วันหลังปลูก

Table 1 Effect of weed managements on grass weed density in corn.

Weed management	No.weed/0.25m ²				
	14DAP	21DAP	28DAP	35DAP	42DAP
Hand weeding 15 DAP	136.0 a	8.7 b	22.6 c	39.7 c	50.0 b
Hand weeding 15, 30 DAP	145.3 a	11.0 b	31.3 b	15.0 de	23.3 c
Hand weeding 15, 30, 45 DAP	137.3 a	10.0 b	33.0 b	10.3 c	15.7 c
Propisochlor	4.3 b	6.3 b	8.0 d	17.0 de	25.3 c
Propisochlor + Hand weeding 45 DAP	3.0 b	4.7 b	4.7 d	16.7 de	25.0 c
Propisochlor + Paraquat 45 DAP	3.3 b	6.0 b	6.0 d	19.0 d	25.7 c
Paraquat 45 DAP	141.7 a	147.3 a	140.0 a	147.0 b	141.7 a
Non weeding	154.7 a	151.7 a	151.3 a	155.0 a	150.7 a
C.V.	11.41%	11.49%	14.15%	8.13%	9.41%

DAP : Days after planting

Annual grass weeds : *Digitaria adscendens* H.B.K. Henr., *Eleusine indica* (L.)Gaerth.,

Echinochloa colona (L.)Link., *Dactyloctenium aegyptium* (L.)P.Beauv.

Table 2 Effect of weed managements on annual broadleaf weed density in corn.

Weed management	No.weed/0.25m ²				
	14DAP	21DAP	28DAP	35DAP	42DAP
Hand weeding 15 DAP	21.7 b	10.0 bc	22.7 b	28.0 c	43.0 b
Hand weeding 15, 30 DAP	26.7 b	14.7 b	21.3 b	14.0 e	25.3 cd
Hand weeding 15, 30, 45 DAP	23.7 b	17.0 b	33.0 b	13.0 e	21.7 d
Propisochlor	1.7 c	4.3 c	8.0 c	14.0 e	24.7 cd
Propisochlor + Hand weeding 45 DAP	0.7 c	2.3 c	4.7 c	14.7 de	24.0 cd
Propisochlor + Paraquat 45 DAP	1.7 c	3.0 c	6.0 c	17.7 d	32.3 c
Paraquat 45 DAP	65.0 a	66.7 a	70.0 a	67.7 b	67.0 a
Non weeding	63.0 a	67.7 a	75.3 a	74.0 a	76.7 a
C.V.	10.04%	11.91%	14.15%	6.89%	9.03%

DAP : Days after planting.

Annual broadleaf weeds : *Physalis minima* L., *Amaranthus spinosus* Linn., *Amaranthus viridis* Linn.,
Cleome viscosa Linn., *Ageratum conyzoides* Linn.

น้ำหนักแห้งวัชพืช

ภายหลังการปลูกข้าวโพด 30 วัน ทำการเก็บเกี่ยวตัวอย่างวัชพืชในแปลงทดลองแต่ละกรรมวิธีแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณ(น้ำหนักแห้ง)/0.25 ตร.ม. ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3 การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนถากด้วยจอบ 1 ครั้งเมื่อข้าวโพดมีอายุ 15 วันจะสามารถลดปริมาณวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าและวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้างลงได้ 85.87% และ 84.27% ตามลำดับ เมื่อเก็บตัวอย่างวัชพืชที่ 30 วันหลังปลูก การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก propisochlor จะสามารถลดปริมาณวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบแคบวงศ์หญ้าและวัชพืชฤดูเดียวประเภทใบกว้าง 99.11% และ 95.78% ตามลำดับ

การให้ผลผลิตของข้าวโพด

เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวโพดแล้วคำนวณหาผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต ผลการทดลอง

แสดงในตารางที่ 4 การจัดการวัชพืชแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้แรงงานคนถากด้วยจอบหรือใช้สารเคมีไม่มีผลต่อขนาดเมล็ด ซึ่งจากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าการกรรมวิธีต่าง ๆ นั้นไม่มีผลทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวโพดแตกต่างกันเลย การปล่อยให้วัชพืชขึ้นแก่แย่งแข่งขันตลอดอายุปลูกก็ไม่มีผลทำให้ขนาดของเมล็ดข้าวโพดลดลง แต่เมื่อพิจารณาถึงจำนวนเมล็ด/ฝัก จะเห็นได้ว่าการปล่อยให้วัชพืชขึ้นแก่แย่งแข่งขัน (non weeding) จะมีผลต่อจำนวนเมล็ด/ฝักอย่างมาก โดยที่จำนวนเมล็ด/ฝักของข้าวโพดจะต่ำมาก นั่นคือการมีขนาดของฝักเล็กลง การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน 1, 2 หรือ 3 ครั้งนั้นจะทำให้จำนวนเมล็ด/ฝักของข้าวโพดสูงกว่าแปลงที่ปล่อยให้วัชพืชขึ้นแก่แย่งแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่การกำจัดวัชพืชมากกว่า 1 ครั้งทำให้ข้าวโพดมีจำนวนเมล็ด/ฝักสูงกว่าการกำจัดเพียงครั้งเดียวอย่างมีนัยสำคัญ การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภท

ก่อนงอก propisochlor อย่างเดียวทำให้ข้าวโพดมีจำนวนเมล็ด/ฝักใกล้เคียงกับการใช้แรงงานคนถากด้วยจอบ 1 ครั้ง แต่การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก propisochlor แล้วตามด้วยการกำจัดด้วยแรงงานคนถากด้วยจอบอีก 1 ครั้งที่ 45 วันหลังปลูกจะทำให้ข้าวโพดมีจำนวนเมล็ด/ฝักสูงขึ้น ในขณะที่ถ้าหากแทนที่จะใช้แรงงานคนถากด้วยจอบ แต่มีการใช้สาร paraquat ฟ่นที่ 45 วันหลังปลูก จะมีผลทำให้ข้าวโพดมีจำนวนเมล็ด/ฝักเพิ่มจากกรรมวิธีที่มีการใช้ propisochlor อย่างเดียวเล็กน้อย

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า หากปล่อยให้วัชพืชขึ้นแ่งแย่งแข่งขัน 45 วันแล้วจึงมีการใช้สาร paraquat ฟ่นเพื่อกำจัดวัชพืชทั่วไปนั้น จะทำให้ข้าวโพดมีจำนวนเมล็ดเพียง 314.99 เมล็ด/ฝักเท่านั้น

เมื่อพิจารณาถึงการให้ผลผลิตข้าวโพดพบว่า การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน 1 ครั้งที่ 15 วัน จะทำให้ข้าวโพดมีผลผลิต 422.89 กิโลกรัม/ไร่ และสูงกว่าสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชตลอดอายุปลูก 29.0% ซึ่งเมื่อมีการกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้นอีก 1 ครั้งที่ 45 วัน จะทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 63.0% ซึ่งสูงกว่าการกำจัดวัชพืชครั้งเดียว 34.0% การเพิ่มจำนวนครั้งการกำจัดวัชพืช 1 ครั้งเป็น 3 ครั้ง (15, 30, 45 วัน) จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพด 75.8% ซึ่งสูงกว่าการกำจัด 2 ครั้ง 12.8% จากตารางที่ 4 นี้จะเห็นได้ว่าการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนนั้น อาจทำการกำจัดเพียง 2 ครั้งที่ 15 และ 30 วันก็เพียงพอสำหรับการผลิตข้าวโพด ซึ่งการกำจัดครั้งที่ 3 จะเป็นการเพิ่มแรงงานและต้นทุนการผลิต

การจัดการวัชพืชด้วยสารเคมีประเภทก่อนงอก propisochlor นั้นจะสามารถทำให้ข้าวโพดมีผลผลิต 449.57 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช 37.1% ผลผลิตดังกล่าวนี้ อย่างไรก็ตามในกรรมวิธีที่มีการใช้สาร propisochlor ตามด้วยการใช้แรงงานคนถากด้วยจอบอีก 1 ครั้งที่ 45 วันจะทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตสูงขึ้นอีกโดยจะให้ผลผลิตสูงกว่าสภาพที่มีการใช้สาร propisochlor ครั้งเดียว 19.9% การใช้สาร paraquat ฟ่นที่ 45 วัน หลังจากการใช้สาร propisochlor ลงไป ทำให้ข้าวโพด มีผลผลิตสูงขึ้น 45.9% เทียบกับสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช ซึ่งเพิ่มสูงกว่าสภาพที่มีการใช้สาร propisochlor ครั้งเดียว 8.8% ในกรรมวิธีที่มีการใช้สาร propisochlor แบบก่อนงอกลงไปนั้นจะเห็นได้ว่า ในทางปฏิบัติอาจมีความจำเป็นต้องใช้แรงงานคนถากอีก 1 ครั้งที่ 45 วันหลังปลูก

การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก ฟ่นครั้งเดียวตลอดอายุการเพาะปลูกข้าวโพดนั้น จะเห็นได้ว่าการใช้สาร paraquat ที่ 45 วันหลังปลูก เพื่อลดปริมาณวัชพืชลง จะให้ผลผลิตข้าวโพดเพียง 422.31 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าการปล่อยให้วัชพืชขึ้นแ่งแย่งแข่งขันตลอดอายุ 28.8% ในทางปฏิบัติอาจมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีดังกล่าวเร็วขึ้น ทั้งนี้ก็เพื่อเป็นการลดการแ่งแย่งแข่งขันของวัชพืชนั้นในระยะแรก ๆ หลังข้าวโพดงอก อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าการใช้สาร paraquat ครั้งเดียว จะให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใช้แรงงานคนถากด้วยจอบ 1 ครั้งที่ 15 วันหลังปลูก

Table 3 Effect of weed managements on weed dry weight at 30 days after planting.

Weed management	Grass weed		Broadleaf weed	
	g/0.25m ²	%Reduced ^{1/}	g/0.25m ²	%Reduced
Hand weeding 15 DAP	15.86 bc	85.87	4.58 b	84.27
Hand weeding 15, 30 DAP	14.59 b	87.00	4.64 b	84.06
Hand weeding 15, 30, 45 DAP	13.56 b	87.92	4.15 b	85.74
Propisochlor	2.08 c	99.11	1.23 c	95.78
Propisochlor + Hand weeding 45 DAP	1.30 c	98.15	8.86 c	97.05
Propisochlor + Paraquat 45 DAP	1.49 c	98.67	0.65 c	97.77
Paraquat 45 DAP	109.97 a	2.01	27.65 a	5.01
Non weeding	112.23 a	0	29.11 a	0
C.V.	20.14%	-	13.12%	-

^{1/}%Reduced : Compared to non weeding plot.

DAP : Days after planting.

Annual grass weeds : *Digitaria adscendens* H.B.K. Henr., *Eleusine indica* (L.) Gaerth., *Echinochloa colona* (L.)Link.,
Dactyloctenium aegyptium (L.)P.Beauv..

Annual broadleaf weeds : *Physalis minima* L., *Amaranthus spinosus* Linn., *Amaranthus viridis* Linn.,*Cleome viscosa* Linn.,
Ageratum conyzoides Linn.

Table 4 Effect of weed managements on yield and yield component of corn.

Weed management	100Seed wt. (g)	Seeds/ear	Yield	
			kg/rai	%Increased ^{1/}
Hand weeding 15 DAP	30.51 ns	360.24 c	422.98 e	29.0
Hand weeding 15, 30 DAP	30.32	467.54 a	534.37 ab	63.0
Hand weeding 15, 30, 45 DAP	32.42	468.03 a	576.18 a	75.8
Propisochlor	33.30	366.69 bc	449.57 de	37.1
Propisochlor + Hand weeding 45 DAP	30.30	439.65 ab	515.27 bc	57.2
Propisochlor + Paraquat 45 DAP	33.37	376.68 bc	478.15 cd	45.9
Paraquat 45 DAP	33.27	314.99 cd	422.31 e	28.8
Non weeding	28.45	270.87 d	327.83 f	0
C.V.	8.73%	11.39%	15.17%	-

^{1/}%Increased : Compared to non weeding plot.

DAP : Days after planting.

สรุป

เอกสารอ้างอิง

- การศึกษากิจกรรมวิธีการจัดการวัชพืชแบบต่างๆ ทั้งแบบใช้แรงงานคนและใช้สารเคมีที่มีผลต่อผลผลิตข้าวโพด สรุปผลการทดลองดังนี้
1. การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนตากด้วยจอบ 1 ครั้งที่ 15 วัน หรือการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทหลังออก paraquat ที่ 45 วันจะทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตสูงขึ้น 29.0% และ 28.8% ตามลำดับ
 2. การกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนตากด้วยจอบ 2 ครั้งที่ 15 และ 30 วันสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดให้สูงขึ้น 63.0% โดยที่การกำจัดวัชพืชครั้งที่ 3 ที่ 45 วันอาจไม่มีความจำเป็น
 3. การใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก propisochlor ครั้งเดียว จะเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ 37.1% โดยที่ถ้าหากมีการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนตากด้วยจอบอีก 1 ครั้ง หลังจากการพ่นสาร propisochlor 45 วัน จะทำให้ผลผลิตสูงขึ้นอีก 19.9% ในขณะที่กรรมวิธีที่มีการพ่นสาร paraquat อีก 1 ครั้งที่ 45 วันหลังการพ่นสาร propisochlor จะทำให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้สาร propisochlor ครั้งเดียว 8.8% เท่านั้น
 4. การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังออก paraquat พ่นครั้งเดียวเมื่อข้าวโพดอายุ 45 วัน จะสามารถเพิ่มผลผลิตได้เพียง 28.8% เทียบกับสภาพที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชตลอดอายุปลูก

- กรมวิชาการเกษตร. 2531. รายงานการวิจัยประจำปี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 137 หน้า.
- พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540. วัชพืชศาสตร์. สำนักพิมพ์รวีเจิว. วิ.บี.บุ๊คเซ็นเตอร์ กรุงเทพฯ. 585 หน้า.
- ไพฑูรย์ กิตติพงษ์, ไชยยศ สุพัฒนกุล และ ชุมน ชัยมานิต. 2539. อิทธิพลของ metolachlor ต่อผลผลิตของการปลูกพืชเหลื่อมฤดูระหว่างข้าวโพดและถั่วลิสง. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย. กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2):433-439.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2537. เอกสารวิชาการการปลูกพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 287 หน้า.
- สำนักวิจัยและพัฒนาเกษตร เขตที่ 5. 2539. การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในภาคกลาง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 53 หน้า.
- Vangessel, M.J. ; E.E. Schweizer ; K.A. Garrett and P. Westra. 1995. Influence of weed density and distribution on corn (*Zea mays*) yield. Weed Sci. 43:215-218.

การศึกษาศักยภาพของพืชคลุมดินที่ปลูกร่วมกาแฟอราบิก้า

Study on Cover Crop Potential in Arabica Coffee

นริศ ยิ้มแย้ม¹ วราพงษ์ บุญมา² และ ชวลิต กอสัมพันธ์²

Narit Yimyam¹ Varapong Boonma² and Chawalit Korsamphan²

Abstract : Effect of cover crop species on plant growth and soil condition were studied on red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.), black bean (*Vigna unguiculata*), lab lab bean (*Phaseolus lima*) and *Centrosema pubescens* Benth. All cover crops were grown in plantation of arabica coffee mixed with perennial fruit trees at Chiang Mai. The result showed that ; after 2 years experimental period, coffee with black bean performed maximum growth i.e. height increment, no. of primary branches and canopy diameter which was better than coffee - lab lab bean plot . They were significantly higher than control in which pure standing of coffee was used without ground coverage. Concerning physiological effect : lab lab bean resulted in maximum chlorophyll and nitrogen content of coffee leaves. However, average leaf area of coffee in coffee - black bean was the highest and significantly different from control.

Considering growth of cover crop ; black bean shows maximum ratio of fresh and dry weight per unit area. Soil structure in plots with cover crops had better performance in erosion prevention and soil moisture content comparing with plot in absence of coverage. Although soil organic matter content showed tendency to increase but the difference was statistically insignificant.

¹ โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

¹ Highland Coffee Research and Development Centre, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

² สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรมเกษตรที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

² Highland Agricultural Research and Training Station , Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : การศึกษาศักยภาพของพืชคลุมดินที่ปลูกร่วมกาแฟอาราบิก้า ในระยะ 2 ปีแรก ได้แก่ ถั่วแดงหลวง ถั่วพุ่มคำ ถั่วแปบ และถั่วลาย พบว่าวิธีการปลูกโดยใช้ถั่วพุ่มคำ เป็นพืชคลุมดิน จะทำให้ดินกาแฟมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ทั้งด้านการเพิ่มขึ้นของความสูง กิ่งแขนงที่ 1 และเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่ม รองลงมาได้แก่ การปลูกถั่วแปบเป็นพืชคลุมดิน และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการปลูกดินกาแฟอย่างเดียว โดยไม่มีการปลูกพืชคลุมดิน ในส่วนของการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยา พบว่า ดินกาแฟที่ใช้ถั่วแปบเป็นพืชคลุมดิน จะให้ปริมาณของคลอโรฟิลล์และปริมาณไนโตรเจนในใบของกาแฟสูงที่สุด ส่วนพื้นที่ใบต่อต้นของกาแฟนั้น การปลูกถั่วพุ่มคำเป็นพืชคลุมดินจะให้สูงที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดินกาแฟที่ปลูก โดยไม่มีการปลูกพืชคลุมดิน

ด้านการเจริญเติบโตของพืชคลุมดิน พบว่า วิธีการที่ปลูก โดยใช้ถั่วพุ่มคำเป็นพืชคลุมดิน จะให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ปลูกมากที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวิธีการที่ปลูกดินกาแฟ โดยไม่มีการปลูกพืชคลุมดิน

สำหรับในด้านการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างของดินนั้นพบว่า วิธีการปลูกกาแฟโดยใช้ถั่วต่าง ๆ เป็นพืชคลุมดิน จะป้องกันการพังทลายของหน้าดิน และการรักษาความชื้นของดินดีขึ้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากวิธีการปลูกดินกาแฟอย่างเดียวโดยไม่มีการปลูกพืชคลุมดิน ส่วนปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินเฉลี่ย ถึงแม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ก็มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีการใช้พืชคลุมดินในระยะเวลาที่ยาวนาน

คำนำ

กาแฟอาราบิก้าเป็นไม้ยืนต้นที่มีถิ่นกำเนิดจากป่าธรรมชาติของเทือกเขาในประเทศเอธิโอเปีย ต่อมาได้มีการนำกาแฟไปปลูกเพื่อบริโภคยังแหล่งต่าง ๆ ในแต่ละประเทศ เช่น บราซิล เคนยา กลุ่มลาตินอเมริกา อินโดนีเซีย รวมทั้งประเทศไทยด้วย และเนื่องจากการปลูกเป็นเวลานานทำให้วิธีการปลูกในแหล่งต่าง ๆ แตกต่างกันไป สำหรับประเทศไทยจากการสังเกตจะพบได้ว่าระบบการปลูกนั้นแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบการปลูกกาแฟอาราบิก้ากลางแจ้ง (Coffee dominant system) และระบบการปลูกกาแฟภายใต้ไม้ป่า (Coffee-based agroforestry system) ซึ่งจากทั้งสองระบบการปลูกนี้ จะเห็นได้ว่าการปลูกกาแฟกลางแจ้งจะมีปัญหาเกี่ยวกับการ

จัดการบางอย่างเช่น การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมาก ปัญหาด้านวัชพืช และนอกจากนี้ยังเกิดปัญหาการพังทลายของดิน (soil erosion) ในสภาพการปลูกบริเวณพื้นที่ลาดชันด้วย ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะเป็นต้นเหตุทำให้เกษตรกรต้องสูญเสียแรงงาน และต้นทุนในการจัดการเพิ่มขึ้น สำหรับการแก้ไขวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ ก็คือการใช้พืชคลุมดิน (cover crops)

การคลุมโคน (mulching) เป็นวิธีการหนึ่งของการควบคุมวัชพืช นอกจากนั้นแล้วการคลุมโคนยังช่วยรักษาระดับความชื้นของดินให้สม่ำเสมอ ป้องกันการพังทลายของดิน และยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืชด้วย ส่วนวิธีการคลุมโคนนั้น ได้แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ 1. การคลุมโคนโดยใช้วัสดุจากภายนอก นำเข้ามาใช้ (imported

mulch) 2. การคลุมโคนโดยใช้วัสดุที่ตายแล้วจากภายในพื้นที่ (dead mulch) และ 3. การคลุมโคนโดยใช้วัสดุที่ยังมีชีวิตอยู่ (living mulch)

พืชคลุมดิน (cover crops) ที่นำมาใช้ในลักษณะ สิ่งปกคลุมดินที่มีชีวิต ด้วยการปลูกร่วมกับพืชเศรษฐกิจ นอกจากจะช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินแล้วยังช่วยควบคุมวัชพืชและลดการกัดกร่อนของหน้าดินอีกด้วย ทำให้ผลผลิตของพืชปลูกมากขึ้น และดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงขึ้นอีกด้วย พืชตระกูลถั่วคลุมดินเหล่านี้ควรมีลักษณะต่างๆ ที่สำคัญเช่น ปกคลุมดินอย่างรวดเร็วและหนาแน่นอยู่เบื้องล่าง ทนต่อร่มเงา ทนแล้ง และคลุมดินอย่างถาวร (Parr et al., 1990)

วิฑูรและคณะ (2527) กล่าวว่า เนื่องจากพื้นที่สูงส่วนใหญ่เป็นเขตเกษตรน้ำฝน พืชตระกูลถั่วที่ปลูกคลุมดินจึงต้องเป็นชนิดที่สามารถทนแล้งได้ดี เช่น ถั่วสไตโล และถั่วไซราโตร (Siratro : *Macroptilium atropurpureum*) ในขณะที่สุจิตต์และคณะ (2526) ทำการทดลองพบว่า การคลุมดินของถั่วลายถั่วเพอราเรียและถั่วคาโรโปโกเนียมไม่แตกต่างกันในฤดูฝน แต่ถั่วลายคลุมดินได้ดีในช่วงฤดูแล้ง (ธันวาคม - เมษายน) ปรากฏว่า คลุมดินได้ประมาณ 10 - 20% ตลอดปีขณะที่ถั่วเพอราเรียและคาโรโปโกเนียมแห้งตายและมีปัญหาเล็กน้อยเกี่ยวกับขึ้นพืชนต้นไม้อื่นต้นโดยเฉพาะเพอราเรีย ถั่วลายเป็นพืชก้ำปีลักษณะเถาเลื้อยขึ้นได้ดีในดินทุกภาคของไทย อุณหภูมิเหมาะสมอยู่ระหว่าง 12.8 - 25.6 องศาเซลเซียส (สายันท์, 2522)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าควรจะได้มีการศึกษาถึงชนิดของพืชคลุมดินที่เหมาะสม สำหรับการปลูกกาแฟระบบกลางแจ้งเพื่อจะได้นำไปแก้ไขปัญหาดังกล่าวต่อไป

วิธีการทดลอง

พืชที่ใช้

ก. กาแฟอาราบิก้า ใช้ต้นกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาติมอร์ (*Coffea arabica* var *catimor*) ที่มีอายุ 12 เดือน ระยะปลูก 2 x 2 เมตร ในแปลงที่มีการปลูกร่วมกับต้นลิ้นจี่ซึ่งมีระยะปลูก 10x10 เมตร ในพื้นที่ที่มีความลาดชันประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

ข. พืชคลุมดิน ได้แก่ ถั่วแปเปี (*Phaseolus lima*) ถั่วแดงหลวง (*Phaseolus vulgaris* L.) ถั่วพุ่มดำ (*Vigna unguiculata*) และถั่วลาย (*Centrosema pubescens* Benth)

การวางแผนการศึกษาวิจัยเป็นแบบ Randomized Complete Block Design มี 4 ซ้ำ (ซ้ำละ 5 ต้น) 8 กรรมวิธีดังนี้

1. กาแฟอย่างเดียว
2. กาแฟ + ถั่วแดงหลวง
3. กาแฟ + ถั่วแปเปี
4. กาแฟ + ถั่วพุ่มดำ
5. กาแฟ + ถั่วลาย
6. กาแฟ + ถั่วลาย + ถั่วแดงหลวง
7. กาแฟ + ถั่วลาย + ถั่วแปเปี
8. กาแฟ + ถั่วลาย + ถั่วพุ่มดำ

การบันทึกข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ
 - 1.1 ความสูงของต้นกาแฟ
 - 1.2 จำนวนกิ่งแขนงที่ 1
 - 1.3 เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม
2. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของต้นกาแฟ
 - 2.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมภายในใบ
 - 2.2 ปริมาณไนโตรเจนในใบ
 - 2.3 ปริมาณพื้นที่ใบต่อต้น
3. การเจริญเติบโตของพืชคลุมดิน
 - 3.1 น้ำหนักสดของพืชคลุมดิน
 - 3.2 น้ำหนักแห้งของพืชคลุมดิน
4. การเปลี่ยนแปลงลักษณะของดิน
 - 4.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน
 - 4.2 การสูญเสียหน้าดิน
 - 4.3 ปริมาณความชื้นของดิน

สถานที่และระยะเวลาในการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย สถานีวิจัยและศูนย์ฝึกอบรม

เกษตรที่สูงหนองหอย อ.แม่ริม

จ.เชียงใหม่

ระยะเวลาในการทดลอง พ.ศ. 2537 - 2541

ผลการทดลอง

1. การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

1.1 ความสูงของต้นกาแฟที่เพิ่มขึ้น

หลังจากทำการทดลองได้ 3 ปี พบว่า กรรมวิธีที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วพุ่มดำจะให้ความสูงที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 67.17 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วแปบิ, ร่วมกับถั่วลายและถั่วแปบิ, ร่วมกับถั่วลายและถั่วแดง, ร่วมกับถั่วลายและถั่วพุ่มดำ และที่ร่วมกับถั่วลาย แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความสูงของต้นกาแฟที่ปลูกร่วมกับถั่วแดง และที่ปลูกอย่างเดียว (ตารางที่ 1)

1.2 กิ่งแขนงที่ 1 ของต้นกาแฟ

หลังจากทำการทดลองได้ 3 ปี นำค่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ต่อต้นมาทำการวิเคราะห์ พบว่า กรรมวิธีการปลูกกาแฟร่วมกับถั่วพุ่มดำจะให้จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ต่อต้นสูงที่สุดคือ 32.3 กิ่ง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีการปลูกอื่น ๆ ยกเว้นการปลูกกาแฟร่วมกับถั่วแปบิ โดยกรรมวิธีการปลูกกาแฟอย่างเดียวจะให้จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ต่อต้นต่ำสุดคือ 19.3 กิ่ง (ตารางที่ 1)

1.3 เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของต้นกาแฟ

เมื่อทำการทดลองได้ 3 ปี พบว่า กรรมวิธีการปลูกกาแฟร่วมกับถั่วพุ่มดำ จะให้เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของต้นกาแฟสูงที่สุด คือ 91.97 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีการปลูกกาแฟอย่างเดียว (ตารางที่ 1) โดยกรรมวิธีการปลูกกาแฟอย่างเดียวจะให้อัตราการเพิ่มของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ 56.25 เซนติเมตร

Table 1 Effect of cover crop on height increase ,number of primary branch and canopy diameter of coffee tree after 3 years of experiment.

Treatment	Height(cm)	Primary branch(no)	Canopydiameter(cm)
coffee	45.83 b	19.28 d	56.25 c
coffee+kidney bean	46.10 b	23.07 cd	63.80 bc
coffee+lab lab bean	61.70 a	29.27 ab	88.05 a
coffee+vigna bean	67.17 a	32.33 a	91.97 a
coffee+centrosema	57.28 a	25.07 bc	77.30 ab
coffee+centrosema+kidney bean	60.80 a	24.17 c	75.88 abc
coffee+centrosema+lab lab bean	61.40 a	26.00 bc	83.88 a
coffee+centrosema+vigna bean	58.13 a	25.63 bc	80.15 b
LSD _{0.05}	10.051	4.74	20.64
C.V. (%)	38.36	37.38	36.09

2. ผลทางสรีรวิทยาของต้นกาแฟ

2.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมภายในใบ

จากการนำเอาใบกาแฟของแต่ละกรรมวิธีมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์รวมหลังจากทำการทดลองได้ 3 ปี พบว่า ใบกาแฟที่ได้จากกรรมวิธีที่ปลูกร่วมกับถั่วแปเปี จะให้ปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุดถึง 84.63 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ปลูกกาแฟอย่างเดียวและที่ปลูกร่วมกับถั่วแดง ในขณะที่กรรมวิธีการปลูกกาแฟอย่างเดียว จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยที่สุด คือ 45.53 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตารางที่ 2)

2.2 ปริมาณไนโตรเจนในใบ

พบว่า การปลูกกาแฟร่วมกับถั่วแปเปี ซึ่งเป็นพืชคลุมดินจะให้ปริมาณไนโตรเจนในใบกาแฟสูงที่สุดถึง 2.14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยวิธีการปลูกกาแฟร่วมกับถั่วลาย และถั่วพุ่มดำกับการปลูก กาแฟร่วมกับถั่วพุ่มดำอย่างเดียว จะมีปริมาณไนโตรเจนรองลงมาตามลำดับ ในขณะที่การปลูกกาแฟเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณของไนโตรเจนในใบต่ำที่สุดคือ 1.71 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากทุก ๆ กรรมวิธี (ตารางที่ 2)

Table 2 Total nitrogen concentration and total chlorophyll content in coffee leaf from various cultural practices.

Treatment	Total nitrogen concentration (%)	Total chlorophyll content (g.cm ⁻¹)
coffee	1.71c	43.53c
coffee+kidney bean	1.86d	56.33bc
coffee+lab lab bean	2.14a	84.63a
coffee+vigna bean	1.97bc	72.97b
coffee+centrosema	1.85d	70.76ab
coffee+centrosema+kidney bean	1.94bcd	69.83abc
coffee+centrosema+lab lab bean	1.90cd	67.83abc
coffee+centrosema+vigna bean	2.02b	61.22abc
LSD _{0.05}	0.089	24.42
C.V. (%)	20.96	30.53

2.3 ปริมาณพื้นที่ใบต่อต้น

ปริมาณพื้นที่ใบต่อต้นของกาแฟนั้น

ในช่วงแรก (ก.ค.2539) พบว่า การปลูกกาแฟร่วมกับถั่วเป็ยจะให้ปริมาณพื้นที่ใบต่อต้นสูงที่สุด (คือ 12,500 ตารางเซนติเมตรต่อต้น) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนในช่วงที่สอง (ก.ค. 2540) การปลูกกาแฟร่วมกับถั่วพุ่มคำจะให้ปริมาณพื้นที่ใบต่อต้นสูงที่สุดคือ 32,500 ตารางเซนติเมตร ต่อต้น แตกต่างอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 ครั้งมาเฉลี่ยกัน พบว่าการปลูกกาแฟร่วมกับถั่วเป็ยจะให้จำนวนพื้นที่ใบต่อต้นสูงที่สุดคือ 21,100 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ซึ่งจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ๆ ยกเว้นการปลูกกาแฟร่วมกับถั่วพุ่มคำ ในขณะที่การปลูกกาแฟอย่างเดี่ยวจะให้ค่าของจำนวนพื้นที่ใบต่อต้นต่ำที่สุด คือ 7,564 ตารางเซนติเมตร ต่อต้น (ตารางที่ 3)

ผลผลิตและคุณภาพของท้อในต่างพื้นที่

Yield and Quality of Peach under Different Locations

สมศักดิ์ ใจรักปรากฏ^๑ และบันทวน วาฤทธิ์^๒

Somsak Jairukprangput¹ and Bantoone Warrit²

Abstract : The studies were carried out in order to find out the yield and quality of peach under 3 different locations i.e. Royal Angkhang Agriculture Station, Inthanon Station, Mae Boon Luang Development Center. Four peach cultivars i.e. Earligrande, Flordabelle, Flordasun and native peach Angkhang Red were used during October 1995 to June 1996. The results showed that at the Royal Angkhang Agriculture Station the most suitable cultivar was Earligrande, due to high yield (9.66 kg/tree) and good taste (TSS:TA 21.14). The second cultivar was Flordabelle, due to high yield (10.94 kg/tree) but poor taste (TSS:TA 11.06). While the Flordasun cultivar was not suitable, because of low yield (5.91 kg/tree) and poor taste (TSS:TA 8.60).

At the Inthanon Station, the most suitable cultivar was Earligrande, due to high yield (9.94 kg/tree), large fruit size (105.67 g/fruit) and good taste (TSS:TA 20.86). The second cultivar was Flordasun, due to high yield (13.43 kg/tree), moderately good taste (TSS:TA 15.67), but small fruit size (82.44 g/fruit). The Flordabelle cultivar was not suitable, because of low yield (6.18 kg/tree) and poor taste (TSS:TA 12.59) although it produced large fruit size (170.21 g/fruit).

At the Mae Boon Luang Development Center, only Earligrande was suitable because of the highest yield (10.15 kg/tree), large fruit size (95.09 g/fruit) and moderately good taste (TSS:TA 14.86), Flordabelle and Flordasun were not suitable because of low yield (4.80 and 5.94 kg/tree) and poor taste (TSS:TA 12.24 and 12.84).

^๑ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

^๒ Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ : ได้มีการศึกษาปริมาณผลผลิตและคุณภาพของท้อ 3 พันธุ์คือ พันธุ์เอลิแกรนด์ ฟลอยดาเบลล์ และฟลอยดาชัน โดยมีท้อพื้นเมืองพันธุ์อ่างช้างแดงเป็นตัวเปรียบเทียบ ภายใต้การปลูกในพื้นที่ต่างกัน 3 แห่ง ได้แก่ สถานีเกษตรหลวงอ่างช้าง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ป๋นหลวง ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2539 จากการวิเคราะห์ผลผลิตและคุณภาพโดยละเอียดแล้ว ผลปรากฏว่า ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของท้อที่ปลูกในแต่ละพื้นที่นั้นแตกต่างกัน ที่สถานีอ่างช้างสมควรปลูกท้อพันธุ์เอลิแกรนด์มากที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตสูง (9.66 ก.ก./ต้น) และท้อมีรสชาติดี (TSS:TA 21.14) รองลงมาคือพันธุ์ฟลอยดาเบลล์ เนื่องจากมีปริมาณผลผลิตสูง (10.94 ก.ก./ต้น) แต่มีข้อเสียคือ รสชาติไม่ดี (TSS:TA 11.06) ส่วนพันธุ์ฟลอยดาชันนั้น ไม่สมควรปลูก เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตต่ำ (5.91 ก.ก./ต้น) และรสชาติไม่ดี (TSS:TA 8.60)

ที่ศูนย์อินทนนท์สมควรปลูกท้อพันธุ์เอลิแกรนด์เช่นกัน เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตค่อนข้างสูง (9.94 ก.ก./ต้น) มีน้ำหนักผลค่อนข้างมาก (105.67 กรัมต่อผล) และรสชาติดี (TSS:TA 20.86) รองลงมาคือฟลอยดาชัน เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตสูง (13.43 ก.ก./ต้น) รสชาติค่อนข้างดี (TSS:TA 15.67) แต่มีข้อเสียคือน้ำหนักผลน้อย (82.44 กรัมต่อผล) ส่วนพันธุ์ฟลอยดาเบลล์นั้น ไม่สมควรปลูก เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตต่ำ (6.18 ก.ก./ต้น) และรสชาติไม่ดี (TSS:TA 12.59) ถึงแม้จะมีน้ำหนักผลสูง (170.21 กรัมต่อผล)

ที่ศูนย์แม่ป๋นหลวงสมควรปลูกพันธุ์เอลิแกรนด์เท่านั้น เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ (10.15 ก.ก./ต้น) น้ำหนักผลค่อนข้างมาก (95.09 กรัมต่อผล) และรสชาติค่อนข้างดี (TSS:TA 14.86) ส่วนพันธุ์ฟลอยดาเบลล์ และพันธุ์ฟลอยดาชันนั้น ไม่สมควรปลูก เนื่องจากให้ปริมาณผลผลิตต่ำ (4.80 และ 5.94 ก.ก./ต้น ตามลำดับ) และรสชาติของท้อไม่ดี (TSS:TA 12.24 และ 12.84 ตามลำดับ)

Keyword : ท้อ, ผลผลิต, คุณภาพ peach, yield, quality

บทนำ

ประเทศไทยมีการปลูกท้อมาเป็นเวลานานแล้ว แต่ไม่ทราบประวัติความเป็นมาที่แน่ชัด (นรินทร์ชัย, 2536) สำหรับท้อพันธุ์ดีเริ่มนำเข้ามาทดลองปลูกอย่างจริงจังหลังจากที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้โปรดฯตั้งโครงการหลวงขึ้นในปี พ.ศ. 2512 (โครงการหลวง, 2538) และพบว่าท้อที่นำเข้ามาทดลองปลูกบางพันธุ์สามารถให้ผลผลิตและคุณภาพเป็นที่น่าพอใจ เช่น ฟลอยดาชัน ฟลอยดาเบลล์ เอลิแกรนด์ ฟลอยดาเร็ด ฯ จากนั้นจึงได้ส่งเสริมให้เกษตรกรบนที่สูงในเขตพื้นที่โครงการหลวงในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และ

แม่ฮ่องสอนปลูกท้อพันธุ์ดีเหล่านี้ (อมรและคณะ, 2532) ซึ่งสามารถให้ผลผลิต และคุณภาพเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง แต่ไม่มีผู้ใดมีเอกสารตีพิมพ์ และยืนยันได้ว่าพื้นที่ที่มีความแตกต่างเรื่องสภาพฟ้าอากาศ ความสูงจากระดับน้ำทะเล และสภาพดินนั้นเหมาะสมต่อการปลูกท้อพันธุ์ใด การให้ผลผลิต และคุณภาพในแต่ละพื้นที่แต่ละพันธุ์แตกต่างกันหรือไม่ ข้อมูลทั้งหมดนี้จำเป็นอย่างยิ่งต่อการผลิต เพื่อให้สามารถเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตท้อ ดังนั้นผู้เขียนจึงศึกษาผลผลิต และคุณภาพของท้อพันธุ์ที่มีศักยภาพในสภาพที่ปลูกในต่างพื้นที่ที่มีการส่งเสริมปลูกอยู่แล้ว

อุปกรณ์และวิธีการ

ได้มีการศึกษาผลผลิตและคุณภาพของท้อในพื้นที่ 3 แห่ง ได้แก่ สถานีอ่างขาง ศูนย์อินทนนท์ และศูนย์แม่ป๋นหลวง กับท้อพันธุ์ดี 3 พันธุ์ ได้แก่ เออลิแกรนด์ ฟลอคดาเบลล์ และฟลอคดาชัน โดยมีท้อพื้นเมืองพันธุ์อ่างขางแดงเป็นตัวเปรียบเทียบ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2538 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2539 ในการทดลองนี้จะทำ 10 ซ้ำ โดยมีต้นท้อที่มีอายุระหว่าง 3 ถึง 5 ปี และมีขนาดของทรงพุ่มใกล้เคียงกันจำนวน 1 ต้น เป็น 1 หน่วยการทดลอง ข้อมูลที่ต้องการบันทึกมีดังต่อไปนี้

1. ปริมาณผลผลิตและส่วนประกอบของผลผลิต ได้แก่ ปริมาณผลผลิตต่อต้น น้ำหนักผล และจำนวนผลต่อต้น

2. ตัวแปรที่มีต่อส่วนประกอบของผลผลิต ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ เปอร์เซ็นต์การติดผล และระยะเวลาการเจริญเติบโตของผล

3. คุณภาพของผล ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ความแน่นเนื้อ และสีแดงบนผิวผล

4. ปัจจัยที่เป็นสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ-ความชื้น ซึ่งจะใช้อุณหภูมิความชื้นที่บันทึกโดยแต่ละสถานีย่อยของโครงการหลวง ราชอาณาจักร ในคืน และการดูแลรักษา ซึ่งให้เป็นไปตามโปรแกรมปกติของแต่ละสถานีย่อยของโครงการหลวง

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลผลิตและคุณภาพของท้อในพื้นที่ 3 แห่ง ได้แก่ สถานีอ่างขาง ศูนย์อินทนนท์ และศูนย์แม่ป๋นหลวง กับท้อพันธุ์ดี 3 พันธุ์ ได้แก่ เออลิแกรนด์ ฟลอคดาเบลล์ และฟลอคดาชัน โดยมีท้อพื้นเมืองพันธุ์อ่างขางแดงเป็นตัวเปรียบเทียบ ได้ผลการทดลองในตารางที่ 1

1. ปริมาณผลผลิตและส่วนประกอบของ

ผลผลิต

ในการศึกษาพบว่า ที่สถานีอ่างขาง ท้อพันธุ์ฟลอคดาเบลล์ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 10.94 ก.ก./ต้น และที่ศูนย์อินทนนท์ ท้อพันธุ์ฟลอคดาชันให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 13.47 ก.ก./ต้น สำหรับที่ศูนย์แม่ป๋นหลวง ท้อพันธุ์เออลิแกรนด์ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 10.15 ก.ก./ต้น (ตารางที่ 1) โดยตัวแปรสำคัญที่ทำให้ผลผลิตของท้อในแต่ละพื้นที่แต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน ได้แก่ น้ำหนักผล และจำนวนผลต่อต้น โดยพบว่าพันธุ์ท้อใดที่มีตัวแปรทั้ง 2 สูงแล้วจะให้ผลผลิตสูง และตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งมีความเด่นมากอาจจะให้ผลผลิตสูงหรือต่ำก็ได้ ในทางตรงกันข้าม ถ้าท้อพันธุ์ใดมีตัวแปรทั้ง 2 ต่ำจะให้ผลผลิตน้อย เช่น ท้อพันธุ์ฟลอคดาชันที่ศูนย์อินทนนท์มีน้ำหนักผลค่อนข้างมาก เฉลี่ย 82.4 กรัม/ผล และมีจำนวนผลต่อต้นมาก เฉลี่ย 167.4 ผล/ต้น ดังนั้นท้อพันธุ์ฟลอคดาชันในพื้นที่ดังกล่าวจึงให้ผลผลิตสูง เฉลี่ย 13.43 ก.ก./ต้น (ตารางที่ 1) โดยปัจจัยที่มีผลต่อตัวแปรทั้ง 2 มีดังต่อไปนี้

Table 1 Yield, yield components and quality of peaches in Royal Angkhang Agricultural Station, Inthanon Station and Mae Boon Luang Development Center.

Locations Peach Cultivars	Angkhang			Inthanon			Mae Boon Luang		
	EG ¹	FB ²	FS ³	EG	FB	FS	EG	FB	FS
Yield (kg/tree)	9.7 b	10.9 ab	5.9 c	9.9 b	6.2 c	13.4 a	10.8 ab	4.8 c	5.9 c
Fruit weight (g)	73.9 e	86.6 de	77.4 e	105.6 c	170.2 a	82.4 de	95.1 cd	130.4 b	80.0 de
No. of fruit (fruit/tree)	130.4 b	128.8 b	77.7 d	76.5 d	36.3 e	167.4 a	118.9 bc	36.8 e	74.0 d
Fruit set (%)	62.9 b	15.9 e	82.0 a	29.1 d	22.3 de	48.5 c	58.6 bc	47.1 c	56.3 bc
Leaf chlorophyll (mg/g)	0.32 d	0.26 d	0.30 d	0.91 bc	1.00 bc	1.73 a	0.87 c	0.85 c	1.05 b
Fruit age (day)	91.3 cd	121.8 b	85.6 ef	89.0 cd	132.3 a	94.7 c	68.9 g	121.4 b	83.8 f
Skin color (%)	77.5 abc	66.2 de	80.2 ab	85.8 a	56.7 ef	72.6 bc	58.0 ef	71.1 bc	51.7 f
Firmness (kg/cm ³)	0.65 cd	3.97 a	2.25 b	0.30 d	4.35 a	0.30 d	2.07 bc	2.30 b	2.05 bc
TSS (° brix)	10.1 cd	10.1 cd	11.2 b	10.6 c	11.1 b	12.9 a	10.7 c	9.1 d	12.5 ab
TA (%)	0.51 e	0.93 bed	1.39 a	0.51 e	1.07 b	0.82 cd	0.76 d	0.79 cd	1.00 b
TSS:TA	21.1 a	11.1 cd	8.6 d	20.9 a	12.5 bed	15.7 c	14.9 bc	12.2 bed	12.9 bc

Means within a row followed by different letter differ significantly at P<0.05

¹Earligrande, ²Flordabelle and ³Flordasun

1.1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักผล

จากการศึกษาพบว่า ท້อพันธุ์ฟลอดา-เบลล์ในทุกพื้นที่ปลูก ให้น้ำหนักผลสูงที่สุด โดยที่สถานีอ่างขางมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 86.6 กรัม/ผล ศูนย์อินทนนท์มีน้ำหนักผล 170 กรัม/ผล และที่ศูนย์แม่ป๋นหลวงมีน้ำหนักผล 130 กรัม/ผล (ตารางที่ 1) โดยปัจจัยที่ทำให้มีน้ำหนักผลแตกต่างกัน ได้แก่ พันธุ์ท้อ โดยแต่ละพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนักผลแตกต่างกัน (Rouse, 1989) การปลิดผล เพราะการปลิดผลจะไปลดการแข่งขันระหว่างผล (Johnson and Rusmussen, 1990; Johnson and Handley, 1984) โปแตสเซียม โดยน้ำหนักผลของท้อจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณโปแตสเซียมในใบ (Childers, 1983) การตัดแต่งกิ่ง เพราะการตัดแต่งกิ่งจะไปลดจำนวนผลต่อต้นของท้อ (นิรันดร์, 2534) ระยะเวลาเจริญเติบโตของผล โดยท้อที่มีระยะเวลา เจริญ-

เติบโตของผลที่ยาวนานมีน้ำหนักผลมากกว่า ท้อที่มีระยะเวลาเจริญเติบโตของผลที่สั้น (Champbell, 1995) และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ เพราะมีบทบาทต่อการสังเคราะห์แสง (สมบุญ, 2538) ถ้าพื้นที่ปลูกพื้นที่ใดมีปัจจัยส่งเสริม น้ำหนักผล ในทางบวกหลายปัจจัย และปัจจัยดังกล่าวมีค่าสูงเด่น น้ำหนักผลของท้อในพื้นที่นั้น จะมีมากเช่น ที่ศูนย์อินทนนท์มีการเว้นระยะห่างระหว่างผลจากการปลิดผลสูงสุด 20 ซม. ในดินมีปริมาณโปแตสเซียมสูง เฉลี่ย 341.7 สดล. มีการตัดแต่งกิ่งในฤดูพักตัวมาก นอกจากนี้ยังมีการตัดแต่งกิ่งในฤดูร้อน ท้อที่มีระยะเวลาพัฒนาการของผลยาวนาน เฉลี่ย 106.5 วัน และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูง เฉลี่ย 1.2368 มก./ก. มีแนวโน้มว่าท้อมีน้ำหนักผลสูงที่สุด เฉลี่ย 112.1 กรัม/ผล (ตารางที่ 2)

Table 2 Effect on fruit weight of thinning, potassium, pruning, fruit age and leaf chlorophyll content.

Factor affecting fruit weight	Fruit weight by cultivars (g)	Thinning length (cm.)	Soil potassium (ppm)	Pruning		Fruit age (day)	Leaf chlorophyll (mg/g)	Fruit weight (g)
				Dormancy	Summer			
Angkhang	EG ^{1/} = 89.8 b	12	178.5	**	-	99.56 a	0.2909 c	79.30 b
Inthanon	FB ^{2/} = 122.6 a	20	341.7	***	*	106.51 a	1.2368 a	112.1 a
Mae Boon Luang	FS ^{3/} = 79.9 b	16	219.3	**	-	82.06 b	0.9365 b	106.8 a

Means within a column followed by different letter differ significantly at $P < 0.05$.

^{1/}Earligrande, ^{2/}Flordabelle and ^{3/}Flordasun

1.2. ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนผลต่อต้น

ที่สถานีอ่างขาง และศูนย์แม่ขุนหลวง ท้อพันธุ์เออลิแกรนด์มีจำนวนผลต่อต้นมากที่สุด เฉลี่ย 129 และ 130 ผล/ต้น ตามลำดับ ส่วนที่ศูนย์อินทนนท์ท้อพันธุ์ฟลอดาซันมีจำนวนผลต่อต้นมากที่สุด เฉลี่ย 167.4 ผล/ต้น (ตารางที่ 1) โดยตัวแปรสำคัญที่ทำให้จำนวนผลต่อต้นของท้อในแต่ละพื้นที่แต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน ได้แก่ จำนวนชั่วโมงความเย็นของพื้นที่ โดยพบว่าจำนวนชั่วโมงความเย็นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนผลต่อต้น เช่น ที่สถานีอ่างขางมีจำนวนชั่วโมงความเย็นมากกว่า 660 ชั่วโมง ท้อมีจำนวน

ผลเฉลี่ย 112.1 ผล/ต้น ส่วนที่ศูนย์แม่ขุนหลวงมีจำนวนชั่วโมงความเย็น 103 ชั่วโมง ท้อมีจำนวนผล 76.6 ผล/ต้น (ตารางที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากท้อเป็นพืชที่ต้องการความเย็นเพื่อให้ดาดอกพ้นจากสภาพการพักตัว (Faust, 1989; Westwood, 1978) หลังจากนั้นดอกจะบานและมีการติดผล ถ้าพื้นที่มีจำนวน ชั่วโมงความเย็นน้อยกว่าความต้องการ ชั่วโมงความเย็นของท้อ หรือท้อได้รับชั่วโมงความเย็นไม่เพียงพอจะมีผลทำให้ดาดอกของท้อตาย ดอกร่วง กลีบดอกสั้น และดอกไม้สมบูรณ์ ซึ่งจะส่งผลต่อการติดผล ทำให้จำนวนผลต่อต้นน้อย (Salunkhe and Kadam, 1995)

Locations	Chilling hours	Number of fruit/tree
Royal Angkhang Agriculture Station	>660	112.1 a
Inthanon Station	284	109.8 a
Mae Boon Luang Development Center	103	76.6 b

Means within a column followed by different letter differ significantly at $P < 0.05$

2. คุณภาพของท้อ

คุณภาพของผลผลิตประกอบด้วยลักษณะภายนอกที่มองเห็นลักษณะเนื้อ รสชาติ คุณค่าทางอาหาร และความปลอดภัย (Kader, 1992) การศึกษาคุณภาพของผลผลิตได้ดังนี้

2.1. คุณภาพภายนอกที่มองเห็น

การศึกษาคูณภาพภายนอกที่มองเห็นประกอบด้วยน้ำหนักผล (ข้อ 1.1.) และสีแดงบนผิวผล เพราะเป็นส่วนประกอบสำคัญของคุณภาพที่ใช้คัดคุณภาพมาตรฐานของผลผลิตจากการศึกษาพบว่า ที่สถานีอ่างขางท้อพันธุ์เออลิแกรนด์ และฟลอคซาชันมีสีแดงบนผิวผลไม่แตกต่างกันเฉลี่ย 77.47 และ 80.15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับแต่มีมากกว่าท้อพันธุ์ฟลอคซาเบลล์เฉลี่ย 66.2 เปอร์เซ็นต์ ณ ศูนย์อินทนนท์ ท้อพันธุ์เออลิแกรนด์มีสีแดงบนผิวผลมากที่สุดเฉลี่ย 80.8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ศูนย์แม่ป๋นหลวง ท้อพันธุ์ฟลอคซาเบลล์มีสีแดงบนผิวผลมากที่สุดเฉลี่ย 71.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ถึงแม้ว่าท้อในแต่ละพื้นที่แต่ละพันธุ์จะมีสีแดงบนผิวผลแตกต่างกันออกไปแต่ท้อในทุกพื้นที่ทุกพันธุ์มีค่าเฉลี่ยของสีแดงบนผิวผลมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เป็นเพราะสีแดงบนผิวผลเป็นลักษณะเด่นของท้อในกลุ่มต้องการความเย็นน้อย (Campbell *et al.*, 1995)

2.2. ลักษณะเนื้อ

ลักษณะเนื้อของผลที่ศึกษาจะศึกษาเฉพาะความแน่นเนื้อจากการศึกษาพบว่าที่สถานีอ่างขาง และศูนย์อินทนนท์ ท้อพันธุ์ฟลอคซาเบลล์มีความแน่นเนื้อมากที่สุดเฉลี่ย 3.97 และ 4.35 ก.ก./ชม.³ ส่วนที่ศูนย์แม่ป๋นหลวงท้อแต่ละพันธุ์มีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) โดยตัวแปรสำคัญที่ทำให้ผลท้อมีความแน่นเนื้อแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ของท้อ และขบวนการสุกของผล(คณย์, 2534)แต่อย่างไรก็ตามได้พยายามเก็บเกี่ยวผลท้อในแต่ละพื้นที่ให้มีการสุกใกล้เคียงกันมาศึกษา โดยการใช้สีพื้นของผลมาเป็นดัชนีในการเก็บเกี่ยว (Kader, 1992)

2.3. รสชาติ

รสชาติผลผลิตของท้อที่ศึกษาประกอบด้วย TSS, TA และ TSS:TA

ก. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS)

จากการศึกษาพบว่า ท้อพันธุ์ฟลอคซาชัน ในทุกพื้นที่ปลูกมี TSS มากที่สุดโดยที่สถานีอ่างขางมี 11.2 องศาบริกซ์ ศูนย์อินทนนท์มี 12.9 องศาบริกซ์ และที่ศูนย์แม่ป๋นหลวงมี 12.5 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 1) โดยตัวแปรสำคัญที่ทำให้ TSS ของท้อในแต่ละ

พื้นที่แต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ประกอบด้วยปริมาณโปแตสเซียมในดิน เพราะโปแตสเซียมมีบทบาทต่อการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต และการขนย้ายน้ำตาลไปสู่ผล (Teskey and Shoemaker, 1978) ปริมาณน้ำฝน ถ้ามีฝนตกในปริมาณมาก ในช่วงระยะที่ 3 ของการเจริญเติบโตของผลมีผลทำให้ปริมาณ TSS ลดลง 1.5 องศาบริกซ์ เนื่องจากในช่วงดังกล่าว TSS เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Champbell *et al.*, 1995) แสง โดยที่ TSS จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกระจายตัวของแสงในทรงพุ่ม โดยผลท้อที่อยู่ส่วนบนของทรงพุ่มมี TSS มากกว่าผลที่อยู่ส่วนล่างของทรงพุ่ม (George *et al.*, 1996; Rom, 1990) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ เนื่องจากคลอโรฟิลล์มีบทบาทในการสังเคราะห์-

แสง (สมบุญ, 2538) นอกจากนี้อัตราการสังเคราะห์แสง ยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ (Pavel and Dejong, 1993) และการตัดแต่งกิ่ง เพราะไปลดการใช้อาหารที่ปลายยอด ทำให้อาหารที่สังเคราะห์ได้ไปสู่ผลมากขึ้น (Rowe and Johnson, 1992) โดยพื้นที่ใดก็ตามที่มีปัจจัยส่งเสริม TSS ในทางบวก และปัจจัยนั้นมีลักษณะเด่นชัด ท้อในพื้นที่นั้นจะมี TSS สูง เช่นที่ศูนย์ฯอินทนนท์ที่มีปริมาณโปแตสเซียมในดินสูงสุด เฉลี่ย 341.7 สดล. มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงสุดเฉลี่ย 1.2368 มก./ก. และมีการตัดแต่งกิ่งในฤดูร้อน ท้อมี TSS สูงกว่าพื้นที่อื่นๆ เฉลี่ย 11.59 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 4)

Table 4 Change of environments, chlorophyll content and total soluble solid in fruit of peach grown on different locations.

Location	Rainfall (mm)	Light (hours)	Leaf chlorophyll (mg/g)	Soil potassium (ppm)	TSS
Angkhang	90	7.2	0.2909 c	178.5	10.49 b
Inthanon	80	7.9	1.2368 a	341.7	11.59 a
Mae Boon Luang	74	7.8	0.9365 b	219.3	10.45 b

Means within a column followed by different letter differ significantly at $P < 0.05$.

ข. ปริมาณกรดที่โตเตรไทด์ (TA)

กรดมาลิกเป็นกรดที่มีปริมาณมากที่สุด ในห้อย ดังนั้นจึงได้ใช้มาเป็นตัวแทนในการหา TA จากการศึกษาพบว่า ที่สถานีอ่างขาง และ ศูนย์แม่ป๋นหลวง ห้อยพันธุ์ฟลอคาชันมี TA มากที่สุด เฉลี่ย 1.39 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนที่ศูนย์อินทนนท์ ห้อยพันธุ์ฟลอคาชันมี TA มากที่สุด เฉลี่ย 1.07 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) โดย TA ที่หาได้นี้จะนำไปศึกษา ร่วมกับ TSS เพื่อหา TSS:TA

ค. อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่โตเตรไทด์ (TSS:TA)

ที่สถานีอ่างขาง และศูนย์อินทนนท์ ห้อยพันธุ์เอลิแกรนด์มี TSS:TA สูงที่สุด เฉลี่ย 21.14 และ 20.86 ตามลำดับ ส่วนที่ศูนย์แม่ป๋นหลวงมี TSS:TA ไม่แตกต่างกัน อัตราส่วนดังกล่าวจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับสัดส่วนระหว่าง TSS และ TA เช่น ห้อยพันธุ์ฟลอคาชันในทุกพื้นที่มี TSS สูง ในขณะที่เดียวกันก็มี TA สูงด้วย จึงทำให้ TSS:TA มีค่าต่ำ ในทางตรงกันข้าม ห้อยพันธุ์เอลิแกรนด์ในทุกพื้นที่มี TSS ไม่สูงมากนัก แต่มีปริมาณ TA ต่ำ ดังนั้นจึงทำให้มี TSS:TA สูง (ตารางที่ 1)

3. การเลือกพันธุ์ห้อยเพื่อการผลิต

ได้มีการจัดมาตรฐานการผลิต โดยการนำค่าเฉลี่ยของตัวแปรที่สำคัญในการผลิตมาเป็นมาตรฐาน ได้แก่ ปริมาณผลผลิต น้ำหนักผล และ TSS:TA น่าจะเพียงพอแล้ว (ตารางที่ 5) เนื่องจาก

ผลผลิตเป็นตัวแปรสำคัญสุดในการผลิตว่าจะคุ้มค่าต่อการผลิตหรือไม่ น้ำหนักผลนั้นจะเป็นตัวที่นำมาใช้คัดเกรดมาตรฐานของห้อย (Kader, 1992) และ TSS:TA เป็นตัวแทนของรสชาติ ส่วนตัวแปรอื่นๆไม่จำเป็นต้องนำมาเป็นมาตรฐานในการผลิตก็ได้ เช่นสีแดงบนผิวผล เพราะในห้อยกลุ่มต้องการความเย็นน้อยมีสีแดงบนผิวผลสวยงามเป็นลักษณะเด่น (Champbell *et al.*, 1995) ความแน่นเนื้อ ซึ่งจะแปรผันตามการสุกของผล (คณัย, 2534) ซึ่งถ้าต้องการห้อยที่มีความแน่นเนื้อมากขึ้นสามารถทำได้โดยการเก็บห้อยให้สุกน้อยลงเมื่อได้มาตรฐานแล้วจึงนำไปเปรียบเทียบกับตัวแปรต่างๆที่วัดได้ในตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบสามารถกล่าวได้ว่า สถานีอ่างขางสมควรปลูกห้อยพันธุ์เอลิแกรนด์มากที่สุด เนื่องจากให้ผลผลิตสูง (9.66 ก.ก./ต้น) และห้อยมีรสชาติดี (TSS:TA=21.14) สำหรับพันธุ์ฟลอคาชันสมควรปลูกรองลงมา เนื่องจากให้ผลผลิตสูง (10.94 ก.ก./ต้น) ที่ศูนย์อินทนนท์สมควรปลูกห้อยพันธุ์เอลิแกรนด์มากที่สุด เนื่องจากให้ผลผลิตสูง (9.94 ก.ก./ต้น) มีน้ำหนักผลมาก (105.67 กรัม/ผล) และห้อยมีรสชาติดี (TSS:TA=20.86) สำหรับห้อยพันธุ์ฟลอคาชันสมควรที่จะปลูกรองลงมา เนื่องจากให้ผลผลิตสูง (13.43 ก.ก./ต้น) ส่วนที่ศูนย์แม่ป๋นหลวงสมควรปลูกห้อยพันธุ์เอลิแกรนด์เท่านั้น เนื่องจากให้ผลผลิตสูง (10.15 ก.ก./ต้น) และมีน้ำหนักผลค่อนข้างมาก (95.09 กรัม/ผล) ส่วนพันธุ์ฟลอคาชันไม่สมควรปลูก เนื่องจากมีปริมาณผลผลิตต่ำ

Table 5 The standard of peaches for production.

Factors for production	Standard scale
Yield (kg/tree)	8.99
Fruit weight (g)	97.64
TSS:TA	14.42

สรุปผลการทดลอง

การเลือกพันธุ์ท้อเพื่อการผลิต สามารถศึกษาได้จากผลผลิต น้ำหนักผล และ TSS:TA ก็เพียงพอแล้ว จากการเลือกพันธุ์ท้อเพื่อการผลิตสามารถสรุปได้ว่า ณ สถานีต่างๆ สมควรผลิตท้อพันธุ์เอลิแกรนด์มากที่สุด รองลงมาเป็นพันธุ์ฟลอดาเบลล์ เช่นเดียวกันนี้ที่ศูนย์ฯ อินทนนท์ สมควรผลิตพันธุ์เอลิแกรนด์มากที่สุด รองลงมาเป็นพันธุ์ฟลอดาชัน ส่วนที่ศูนย์ฯ แม่ป๋นหลวง สมควรผลิตพันธุ์เอลิแกรนด์เท่านั้น สาเหตุที่ทำให้แต่ละพื้นที่สามารถเลือกปลูกพันธุ์ท้อที่แตกต่างกัน เนื่องจากท้อแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตและคุณภาพที่แตกต่างกัน โดยตัวแปรสำคัญที่ทำให้ผลผลิตของท้อแตกต่างกันได้แก่ น้ำหนักผล และจำนวนผลต่อต้น ส่วนตัวแปรที่ทำให้คุณภาพแตกต่างกันได้แก่ ไปดเคสเชียมในดิน แสงปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบ และแคลเซียมในดิน

เอกสารอ้างอิง

- โครงการหลวง, มูลนิธิ. 2538. มูลนิธิโครงการหลวง. บริษัทวิสุทธิพัฒนาจำกัด, กรุงเทพฯ. 38น.
- คณีย์ บุญยเกียรติ. 2534. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยว ผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 214 น.
- นรินทร์ชัย พัฒนพงศา. 2536. คู่มือการปลูกไม้ผล เขตหนาวที่สำคัญ 5 ชนิด : บ๊วย ท้อ พลัม สาลี่ และพลับ. ภาควิชาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 85น.
- นิรันดร์ จันทวงศ์. 2524. ระยะเวลาการตัดแต่งกิ่งที่มีอิทธิพลต่อลักษณะบางประการของท้อ (*Prunus persica*) พันธุ์ฟลอดาเบลล์ และพันธุ์ฟลอดาชัน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 110 น
- สมบูรณ์ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 203 น.
- อมร นราราชานนท์, สุรพล จารุพงศ์ และพสุห์ แก้วคูณ. 2532. ไม้ผลสำหรับที่สูง. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพฯ. 17 น.
- Campbell, J.A., A.P.George and R.J.Nissen. 1995. An overview of the Australian low-chill stone fruit industry. *Acta Horticulturae* 409:47-66.
- Childers, N.F. 1983. *Modern Fruit Science : Orchard and Small Fruit Culture*. Horticultural Publications, Florida. 583 p.
- Faust,M. 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. John Wiley and Sons, Inc., Vancouver. 338p.
- George, A.P., S. Hicke, T. Rusmussen and P. Ludders. 1996. Early shading reduce fruit yield and late shading reduces quality in low-chill peach (*Prunus persica* L. Batsch) in subtropical Australia. *Hort. Abstr.* 66 (11):1165(9286).

- Johnson, R.S. and A. Handley. 1989. Thinning response of early, mid and late season peaches. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 114(6):852-855.
- Johnson R.S. and T. Rumussen. 1990. Peaches thinning optimisation model. Acta Horticulturae 276: 274-255.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, California. 296p.
- Pavel, E.W. and T.M. Dejong. 1993. Estimating the photosynthetic concentration of developing peach (*Prunus persica*) fruit to their growth and maintenance carbohydrate requirement. Hort. Abstr. 65(5) : 258(3784).
- Rom, C.R. 1990. Light distribution and photosynthesis of apple tree canopies. Acta Horticulturae 279: 283-290.
- Rouse, R.E. 1989. Peach and nectarine for Texas's subtropical lower Rio Grande Valley. Fruit Var. J. 43(2):52-57.
- Rowe, R.N. and R. Johnson. 1992. The interaction between fruit number, fruit size and the yield and the size of Fantasia nectarine. Acta Horticulturae 315:171-176.
- Salunkha, D.K. and S.S. Kadam. 1995. Handbook of Fruit Science and Technology. Marcel Dekker, Inc., New York. 611p.
- Teskey, B.J.E. and J.S. Shoemaker. 1978. Temperate Fruit Production. The AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut. 409 p.
- Westwood, M.N. 1978. Temperate-Zone Pomology. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 404p

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสำหรับการเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง- โรดไอแลนด์แดงด้วยอาหารและระยะเวลาในการเลี้ยงต่างกัน

Economic Returns of Raising Crossbred Native-Rhode Island Red Under Different Diets and Durations

อำนวย เลี้ยวรากุล^๑ อรอนงค์ พิมพ์คำไหล^๒ และศิริพันธ์ โมราอบ^๓
Amnuay Leotaragul^๑ Onanong Pimcomelai^๒ and Siripun Morathop^๓

Abstract : The number of 640 crossbred Native-Rhode Island Red chicks were used for this twenty weeks study. On the first 4 weeks all chicks were fed with complete layer diet (CP 19%). At 4 weeks, the chicks were randomized into 4 treatments with 4 replications based on a completely randomized design. The chicks were fed *ad libitum* with 4 different diets : complete broiler diet (CP 19%, T1); complete layer diets (CP 19%, T2); complete broiler diet : rice bran = 50:50 (T3) and rice bran : corn = 50:50 (T4). The results indicated that body weight at 8 weeks of T1 and T2 were higher ($P<0.01$) than T3, and T3 was better than T4. Body weights of 12 and 16 weeks at T1 were the highest, followed by T2, T3 and T4, respectively. Weight of chickens from T1 and T2 at 20 weeks of age were not different ($P>0.05$) but both of them were higher than that from T3 and T4. Daily gains of chickens from 0-8, 0-12 and 0-16 weeks were higher in T1, T2, T3 and T4, respectively.

^๑ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ 50120
Chiang Mai Livestock Research and Breeding Center, Chiang Mai 50120, Thailand.

^๒ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดลำปาง อ.เมือง จ.ลำปาง 52100
Lampang Provincial Livestock Development Office, Lampang 52100, Thailand.

^๓ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ 10400
Animal Breeding Division, Department of Livestock Development, Bangkok 10400, Thailand.

There was a trend that chickens fed with higher levels of protein and good nutrient balance diets had better feed intake and feed efficiency. Mortality rate of T1, T2 and T3 were not significantly different but T4 was higher than T1 ($P>0.05$). Selling the live crossbred chickens fed with complete layer diet at 12 weeks of age gave the highest profit (10.49 Baht/chicken), followed by those fed with complete broiler diet mixed with rice bran (50:50) and sell at 12 and 16 weeks (8.14 and 7.12 Baht/chicken), respectively.

บทคัดย่อ : ไก่ลูกผสมพื้นเมืองโรดไอแลนด์แดง จำนวน 640 ตัว ในช่วงอายุแรกเกิด ถึง 4 สัปดาห์ถูกเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่ไข่ (โปรตีน 19%) หลังจากนั้นสุ่มลูกไก่เข้าออกทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยกลุ่มที่ 1 ให้อาหารสำเร็จรูปไก่เนื้ออายุเกิน 3-7 สัปดาห์ (โปรตีน 19%) กลุ่มที่ 2 ให้อาหารสำเร็จรูปไก่ไข่ตามอายุของไก่ (โปรตีน 13-19%) กลุ่มที่ 3 ให้อาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ: รำละเอียด = 50:50 และกลุ่มที่ 4 ให้รำละเอียด: ข้าวโพดบด = 50:50 ผลการทดลองปรากฏว่า ไก่กลุ่มที่ 1 และ 2 มีน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 8 สัปดาห์สูงกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) และน้ำหนักตัวของไก่กลุ่มที่ 3 สูงกว่า ($P<0.01$) กลุ่มที่ 4 สำหรับ น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 12 และ 16 สัปดาห์ พบว่าไก่กลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักตัวสูงสุด รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 20 สัปดาห์ พบว่าไก่กลุ่มที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่สูงกว่ากลุ่มที่ 3 และ 4 ($P<0.01$) ในช่วงอายุ 0-8, 0-12 และ 0-16 สัปดาห์ ไก่ลูกผสมฯ มีอัตราการเจริญเติบโตเรียงจากมากไปน้อย คือ กลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

ส่วนปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงกว่า และมีความสมดุลของโภชนา มีแนวโน้มในการกินอาหารและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่า อัตราการตายของกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ไกลุ่มที่ 1 มีอัตราการตายต่ำกว่าไกลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง ด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่ไข่ตามอายุของไก่ (กลุ่มที่ 2) และ จำหน่ายเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ จะให้กำไรสูงสุด (10.49 บาท) รองลงมาได้แก่ การเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อผสมรำละเอียด และจำหน่ายเมื่ออายุ 12 และ 16 สัปดาห์ ซึ่งจะให้กำไรตัวละ 8.14 และ 7.21 บาท ตามลำดับ

Index words : ไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดง, ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ, อาหารสัตว์ปีก, ระยะเวลาเลี้ยงไก่
Crossbred Native-Rhode Island Red, economic returns, livestock diets, livestock raising duration

บทนำ

ปัจจุบันไก่ลูกผสมพื้นเมือง เป็นที่นิยมเลี้ยงกันมากในกลุ่มของเกษตรกร จนเป้าหมายการผลิตของกรมปศุสัตว์ ประจำปี 2540 จำนวนกว่าล้านตัวก็ยังไม่เพียงพอับความต้องการ เนื่องจาก ไก่ลูกผสมพื้นเมืองมีลักษณะภายนอกคล้ายกับไก่พื้นเมือง สามารถกินอาหารคุณภาพต่ำได้เช่นเดียวกับไก่พื้นเมือง แต่มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการไข่สูงกว่าการผลิตไก่

ลูกผสมพื้นเมืองจะใช้พ่อพันธุ์ไก่พื้นเมืองผสมกับแม่พันธุ์ไก่ไข่ที่มีขนาดใหญ่ เช่น ไก่โรดไอแลนด์แดง, บาร์พลีมัทรอค เป็นต้น ไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดงเป็นพันธุ์หลักพันธุ์หนึ่ง ที่กรมปศุสัตว์ผลิตลูกไก่เพื่อจำหน่ายให้แก่เกษตรกร สามารถเลี้ยงขุน ขายได้ตั้งแต่อายุ 2 เดือนขึ้นไป ซึ่งจะมีน้ำหนัก 450-980 กรัม (เพ็ญสวัสดิ์, 2528; บัญญัติ และคณะ, 2526) แต่ส่วนใหญ่จะจำหน่ายเมื่ออายุ 3-4 เดือน โดยไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดง จะมี

น้ำหนักเมื่ออายุ 3 และ 4 เดือนเท่ากับ 1,088 และ 1,751 กรัม/ตัว ตามลำดับ (อุดมศรี และคณะ, 2540ก) สำหรับระดับโปรตีนในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดง ในสภาพขังคอก ควรจะเท่ากับ 18 และ 14% ในช่วงอายุ 2-6 และ 6-14 สัปดาห์ ตามลำดับ (เพ็ญสวัสดิ์, 2528) แต่เนื่องจากการเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดง เกือบทั้งหมดผู้เลี้ยงเป็นเกษตรกรรายย่อย การผสมอาหารเองเพื่อใช้เลี้ยงไก่เป็นไปได้ยาก อาหารที่เกษตรกรใช้เลี้ยงไก่ได้แก่ อาหารสำเร็จรูป, อาหารสำเร็จรูปผสมกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่หาได้ในชนบท เช่น รำ, ปลายข้าว, ข้าวโพด หรือให้กินอาหาร เฉพาะวัตถุดิบอาหารสัตว์

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดง ด้วยอาหารที่หาได้ทั่วไปในท้องตลาด หรือสามารถผสมเองแบบง่ายๆ และหาระยะเวลาในการเลี้ยง ที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ไก่ลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์พื้นเมืองผสมกับแม่พันธุ์โรดไอแลนด์แดง จำนวน 640 ตัว ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ ให้อาหารสำเร็จรูปไก่ไข่ อายุแรกเกิด - 6 สัปดาห์ ระดับโปรตีน 19% เมื่อลูกไก่อายุ 4 สัปดาห์ สุ่มเข้าคอกทดลอง แบ่งลูกไก่ออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 40 ตัว วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design คอกทดลองมีขนาด 3 x 5 เมตร พื้นคอกปูด้วยแกลบหนาประมาณ 5 เซนติเมตร ไม่มีการเปลี่ยนวัสดุรองพื้นคอกตลอดการทดลอง ไก่ทดลองแต่ละ

กลุ่มจะได้รับอาหารทดลองดังนี้ :

- กลุ่มที่ 1 (T1) ให้อาหารสำเร็จรูปไก่เนื้ออายุเกิน 3-7 สัปดาห์ ระดับโปรตีน 19%
- กลุ่มที่ 2 (T2) ให้อาหารสำเร็จรูปไก่ไข่ 3 ระยะ คือ อายุ 4-6 สัปดาห์ โปรตีน 19% อายุ 6-12 สัปดาห์ โปรตีน 15% และอายุ 12-20 สัปดาห์ โปรตีน 13%
- กลุ่มที่ 3 (T3) ให้อาหารสำเร็จรูปไก่เนื้ออายุเกิน 3-7 สัปดาห์ : รำละเอียด = 50 : 50 ซึ่งจะมีระดับโปรตีน 15.5% (โดยการคำนวณ)
- กลุ่มที่ 4 (T4) ให้รำละเอียด : ข้าวโพดบด = 50 : 50 ซึ่งจะมีระดับโปรตีน 10% (โดยการคำนวณ) สำหรับกลุ่มนี้จะมีลานดินข้างนอกคอกขนาด 3x4 เมตร ติดหลอดนีออน 20 วัตต์ 1 หลอด สำหรับเปิดส่องแสงให้เป็นอาหารของไก่ในเวลากลางคืน มีการตัดหญ้าสดให้กินสัปดาห์ละ 4 วัน

ลูกไก่แต่ละกลุ่มจะได้รับอาหารและน้ำแบบเดิมที่ตลอดช่วงการทดลอง เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ บันทึกข้อมูลต่างๆ ทุก 4 สัปดาห์ ได้แก่ น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่ให้ ปริมาณอาหารที่เหลือ และจำนวนไก่ตาย

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ Analysis of Variance เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่ม โดย วิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SAS (1990)

สถานที่และระยะเวลาที่ทำการทดลอง
โรงเรียนหน่วยสัตวปีก ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2540 - เมษายน 2541

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมรรถภาพการผลิต

จากการศึกษาการเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดง ด้วยอาหารชนิดต่างๆ พบว่า มีน้ำหนักตัว, อัตราการเจริญเติบโต, ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

1.1 น้ำหนักตัวที่อายุแรกเกิดถึง 20 สัปดาห์
ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่า น้ำหนักตัวไก่เมื่ออายุแรกเกิดและ 4 สัปดาห์เฉลี่ยเท่ากับ 32.25 และ 266.50 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 8, 12, 16 และ 20 สัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) โดยเมื่ออายุ 8 สัปดาห์ ไก่ที่ได้รับอาหารไก่เนื้อ มีน้ำหนักตัวสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับไก่ที่ได้รับอาหารไก่ไข่และไก่ทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักตัวสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารไก่เนื้อผสมรำ และไก่ที่ได้รับอาหารรำผสมข้าวโพดซึ่งมีน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 8 สัปดาห์ต่ำที่สุด สำหรับน้ำหนักเมื่ออายุ 12 และ 16 สัปดาห์ ให้ผลเช่นเดียวกัน คือ ไก่ที่ได้รับอาหารไก่เนื้อ จะมีน้ำหนักตัวสูงสุด รองลงมาได้แก่ไก่ที่ได้รับอาหารไก่ไข่, อาหารไก่เนื้อผสมรำ และอาหารรำผสมข้าวโพด ตามลำดับ สอดคล้องกับที่ Jackson และคณะ (1981); Jenkins และ คณะ (1982) รายงานว่าการให้อาหารที่มีโปรตีนต่ำในไก่เป็นเวลานาน จะมีผลทำให้การเจริญเติบโตถึงน้ำหนักส่งตลาดช้าลง แม้ว่าอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อผสมรำละเอียด จะมีโปรตีนจากการคำนวณถึง 15.5% แต่ก็จะมีปัญหาเรื่องความสมดุลของโภชนาในอาหารผสม ส่วนน้ำหนักเมื่ออายุ 20 สัปดาห์พบว่าอาหารไก่เนื้อและอาหารไก่ไข่ให้

น้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน (แต่ก็สูงกว่าอาหารไก่เนื้อผสมรำ และอาหารรำผสมข้าวโพด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) เนื่องจากในช่วงอายุ 15-20 สัปดาห์ความต้องการโปรตีนของไก่ทั่วไป เท่ากับ 12% (NRC, 1977) การให้อาหารไก่ไข่ ซึ่งมีโปรตีนในช่วงอายุนี้ 13% จึงพอดีกับความต้องการของไก่

น้ำหนักตัวของไก่ที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อและอาหารไก่ไข่ มีน้ำหนักมากกว่าที่อุดมศรี และคณะ (2540ข) รายงานว่า การเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดง ในสภาพขังคอกให้อาหารสำเร็จรูป พบว่าน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ เท่ากับ 1,089 กรัม นอกจากนี้ น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ของไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารไก่เนื้อผสมรำ ก็สูงกว่าที่จินตนาและคณะ (2529) ที่ทดลองให้อาหารไก่ไข่รุ่นผสมกับข้าวเปลือกบดแก่ไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดง พบว่า มีน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 14 สัปดาห์ เท่ากับ 1,243 กรัม ซึ่งสาเหตุส่วนหนึ่งอาจเนื่องจากพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมืองที่ใช้ผสมพันธุ์ในการทดลองครั้งนี้มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนัก 3.0-4.0 กิโลกรัม ส่วนไก่ที่ได้รับอาหารรำผสมข้าวโพด ตัดหญ้าให้กินสัปดาห์ละ 4 วัน และเปิดไฟนีออนล่อแมลงในเวลากลางคืน พบว่า มีน้ำหนักตัวต่ำกว่ารายงานของอำนาจ (2530) ที่ทดลองเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดงในฤดูฝน โดยปล่อยเลี้ยงไว้ในแปลงหญ้าผสมถั่ว มีหลอดไฟนีออนต่ำ (แบลคไลท์) สำหรับล่อแมลงให้ไก่กิน พบว่าน้ำหนักตัวเมื่อ อายุ 12 สัปดาห์ เท่ากับ 948 กรัม เนื่องจาก การทดลองครั้งนี้ดำเนินการในช่วงฤดูแล้ง ลานที่ปล่อยไก่ไม่มีหญ้าขึ้น และหลอดไฟที่ใช้ล่อแมลงเป็นหลอดนีออนธรรมดา ประกอบกับฤดูแล้งแมลงมีน้อย ทำให้ ปริมาณแมลงที่จะมาเป็นแหล่งโปรตีนของไก่มี น้อยกว่ามาก

1.2 อัตราการเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตให้ผลเช่นเดียวกันกับน้ำหนักตัวไก่ คือ ในช่วงอายุ 0-8, 0-12, 0-16 สัปดาห์ไก่มีการเจริญเติบโตเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ไก่ที่รับอาหารไก่เนื้อ, อาหารไก่ไข่, อาหารไก่เนื้อผสมรำ และอาหารรำผสมข้าวโพดตามลำดับ แสดงว่าในช่วงอายุเหล่านี้การให้อาหารที่มีระดับโปรตีนสูงกว่าและมีสมดุลของโภชนาจะช่วยให้ไก่มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่า

1.3 ปริมาณอาหารที่กิน

สำหรับการกินอาหารในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ของไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดงพบว่า ไก่กินอาหารไก่เนื้อ, ไก่ไข่ และไก่เนื้อผสมรำมีปริมาณ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่สูงกว่า การกินอาหารรำผสมข้าวโพด ($P < 0.01$) ส่วนปริมาณอาหารที่กินในช่วงอายุ 0-12, 0-16 และ 0-20 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันระหว่างการกินอาหารไก่เนื้อและไก่ไข่ แต่การกินอาหารทั้งสองชนิดของไก่มากกว่าอาหารไก่เนื้อผสมรำและการกินอาหารไก่เนื้อผสมรำจะมากกว่าอาหารรำผสมข้าวโพดเนื่องจากรำละเอียดมีไขมันเป็นส่วนประกอบในระดับค่อนข้างสูงมาก เมื่อเก็บรักษาไว้ 30-40 วัน จะเริ่มเกิดกลิ่นเหม็นหืน จับกันเป็นก้อน ไม่นำกินทำให้ไก่กินอาหารน้อยลง นอกจากนี้ Nort (1984) รายงานว่าการให้อาหารที่มีระดับโปรตีน 9, 12, 16

และ 20% ในช่วงอายุ 5-20 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณการกินอาหารใกล้เคียงกัน ยกเว้นอาหารที่มีโปรตีน 9% มีปริมาณการกินน้อยกว่า ส่วนศรีสุกุล และอาวุธ (2539) ได้ทดลองให้ไก่ลูกผสมพื้นเมืองกินอาหารที่ได้รับการผสมครบสูตรที่มีโปรตีนแตกต่างกัน มีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน ในทุกช่วงอายุแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

1.4 ประสิทธิภาพการใช้อาหาร

ประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ลูกผสมพื้นเมือง ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์เฉลี่ยเท่ากับ 2.44 และประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารไก่เนื้อและไก่ไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับ ศรีสุกุล และอาวุธ (2539) รายงานว่าไก่ลูกผสมพื้นเมืองที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน 20 และ 18 กับ 16 และ 14% ในช่วงอายุ 6-12 และ 12-20 สัปดาห์มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารรำผสมข้าวโพดน้อยกว่าไก่อีกสามกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่ที่ได้รับอาหารไก่เนื้อ, ไก่ไข่, ไก่เนื้อผสมรำ และรำผสมข้าวโพด ในช่วงอายุ 0-12 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงอายุที่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด มีค่าเท่ากับ 2.91, 3.02, 3.30 และ 4.74 ตามลำดับ

Table 1 **Body weight, daily gain, daily feed intake and feed efficiency of crossbred Native-Rhode Island Red chickens.**

Traits	Diets ^U			
	T1	T2	T3	T4
Body weight at (g)				
birth	32.25			
4 wk	266.50			
8 wk	813.61 a	797.14 a	728.25 b	393.84 c
12 wk	1470.14 a	1395.70 b	1207.22 c	585.75 d
16 wk	1894.82 a	1786.18 b	1606.32 c	830.82 d
20 wk	2251.88 a	2256.85 a	1977.89 b	1184.01 c
Daily gain (g)				
0 to 4 wk	8.37			
0 to 8 wk	13.95 a	13.66 a	12.43 b	6.46 c
0 to 12 wk	17.12 a	16.23 b	13.99 c	6.59 d
0 to 16 wk	16.63 a	15.66 b	14.06 c	7.13 d
0 to 20 wk	15.85 a	15.89 a	13.90 b	8.22 c
Daily feed intake (g)				
0 to 4 wk	20.40			
0 to 8 wk	38.52 a	38.05 a	36.35 a	26.50 b
0 to 12 wk	49.66 a	79.03 ab	45.99 b	31.19 c
0 to 16 wk	59.32 a	59.66 a	53.69 b	35.99 c
0 to 20 wk	67.19 a	65.58 a	59.06 b	43.55 c
Feed efficiency				
0 to 4 wk	2.44			
0 to 8 wk	2.77 b	2.79 b	2.92 b	4.10 a
0 to 12 wk	2.91 c	3.02 bc	3.30 b	4.74 a
0 to 16 wk	3.57 b	3.81 b	3.83 b	5.06 a
0 to 20 wk	4.23 b	4.13 b	4.25 b	5.30 a

a, b, c, d Means within a row with no common superscript are significantly different ($P < 0.01$)

^U T1 = Broiler diet,

T3 = Broiler diet : Rice bran = 50 : 50,

T2 = Layer diet,

T4 = Rice bran : Corn = 50 : 50

2. อัตราการตาย

จากการทดลองพบว่า อัตราการตายของไก่ลูกผสมพื้นเมือง ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ เท่ากับ 0.74% และอัตราการตายในช่วง 4-8, 4-12, และ 4-20 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารไก่เนื้อ, ไก่ไข่ และไก่เนื้อผสมรำ แต่ไก่ที่ได้รับอาหารไก่เนื้อมีอัตราการตายต่ำกว่า ($P < 0.01$) ไก่ที่ได้รับอาหารรำผสมข้าวโพด (ตารางที่ 2) โดยในช่วงอายุ 4-20 สัปดาห์ ไก่ที่ได้รับอาหารไก่เนื้อ, ไก่ไข่, ไก่เนื้อผสมรำ และรำผสมข้าวโพด มีอัตราการตายสะสม 0.72, 2.86, 2.94 และ 3.85% ตามลำดับ

สอดคล้องกับที่ Olomu and Offiong (1983) รายงานว่าอัตราการตายของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารโปรตีนต่ำ จะสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีนสูง ในทำนองเดียวกันกับรายงานของเพ็ญสวัสดิ์ (2528) ที่ทดลองในไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์แดง พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนในระดับต่ำมีแนวโน้มจะมีอัตราการรอดต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับโปรตีนในระดับสูงกว่า การวิจัยครั้งนี้มีอัตราการตายอยู่ในเกณฑ์ปกติทั่วไป ซึ่ง Ensminger (1992) รายงานว่าช่วงอายุ 3 สัปดาห์แรกไก่จะมีอัตราการตายประมาณ 2% หลังจากอายุ 3 สัปดาห์ จะมีอัตราการตายประมาณ 1% ต่อเดือน

Table 2 Mortality rate of crossbred Native - Rhode Island Red chickens (%).

Mortality rate	Diets ^U			
	T1	T2	T3	T4
0 to 4 wk	0.74			
4 to 8 wk	0.00 b	0.00 b	1.43 ab	2.11 a
4 to 12 wk	0.00 b	0.72 ab	2.15 ab	2.94 a
4 to 16 wk	0.00 b	0.72 ab	2.15 ab	2.94 a
4 to 20 wk	0.72 b	2.86 ab	2.94 ab	3.85 a

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

^U T1 = Broiler diet,

T3 = Broiler diet : Rice bran = 50 : 50,

T2 = Layer diet,

T4 = Rice bran : Corn = 50 : 50

3. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง-โรดไอแลนด์ด้วยอาหาร และระยะเวลาในการเลี้ยงต่างๆ กันจะให้ผลตอบแทน ดังสรุปไว้ในตารางที่ 3

3.1 การเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ

พบว่าเมื่อเลี้ยงไก่ด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้ออายุเกิน 3-7 สัปดาห์ ซึ่งมีโปรตีนประมาณ 19% จะให้กำไรสูงสุดเมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์ โดยจะได้กำไรเมื่อหักค่าใช้จ่ายต่างๆ แล้ว เท่ากับ

7.03 บาท/ตัว รองลงมาได้แก่ การเลี้ยงและจำหน่าย
เมื่ออายุ 8 สัปดาห์ (1.19 บาท) ส่วนการเลี้ยง และ
จำหน่ายเมื่ออายุ 16 และ 20 สัปดาห์ จะขาดทุน
ตัวละ 2.56 และ 18.40 บาท/ตัว ตามลำดับ

3.2 การเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่ไข่

การเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่ไข่ ซึ่ง
จะมีระดับโปรตีนในอาหาร 13-19% ตามอายุของ
ไก่ จะให้ผลกำไรทุกอายุของการเลี้ยง โดยจะมี
กำไรสูงสุดเมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์ และการ
จำหน่ายเมื่ออายุ 8, 12, 16 และ 20 สัปดาห์ จะให้
กำไรตัวละ 3.02, 10.49, 4.05 และ 2.33 บาท
ตามลำดับ

3.3 การเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ ผสมรำละเอียด

การให้อาหารสำเร็จรูปไก่เนื้ออายุเกิน
3-7 สัปดาห์ ผสมกับรำละเอียดในอัตราส่วน 50:50
จะได้ผลกำไรเช่นเดียวกับการให้อาหารสำเร็จรูป
ไก่เนื้อ และไก่ไข่ คือ จะให้ผลตอบแทนสูงสุด
เมื่ออายุ 12 สัปดาห์ (8.14 บาท/ตัว) ส่วนการเลี้ยง
และจำหน่ายเมื่ออายุ 8, 16 และ 20 สัปดาห์ จะให้
กำไรตัวละ 2.93, 7.21 และ 4.24 บาท/ตัว ตามลำดับ

3.4 การเลี้ยงด้วยรำละเอียดผสมข้าวโพดบด

พบว่า การให้ไก่กินอาหารที่มีเฉพาะ
วัตถุดิบ คือ รำละเอียดผสมกับข้าวโพดบด
ในอัตราส่วน 50:50 จะทำให้การเลี้ยงขาดทุน
ไม่ว่าจะจำหน่ายเมื่ออายุ 8, 12, 16 และ 20 สัปดาห์
ซึ่งจะขาดทุนตัวละ 5.56, 5.14, 3.74 และ 1.33
ตามลำดับ

จะเห็นว่าสูตรอาหารทั้ง 4 ชนิด
ที่ให้ไก่กินและระยะเวลาการเลี้ยงเพื่อจำหน่ายนั้น
การเลี้ยงไก่ด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ, ไก่ไข่
และไก่เนื้อผสมรำละเอียด สามารถจำหน่ายได้
ตั้งแต่อายุ 8 สัปดาห์ขึ้นไป โดยตลาดต้องการไก่
ขนาดนี้เพื่อนำไปทำเป็นไก่ย่าง, ไก่อบฟาง, ไก่หนึ่ง
ซึ่งต้องการไก่ลูกผสม ที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 1
กิโลกรัม ส่วนการเลี้ยงที่ให้ผลตอบแทนเป็น
กำไรสูงสุดคือเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่ไข่และ
เลี้ยงนาน 12 สัปดาห์ รองลงมา ได้แก่ การเลี้ยง
ด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อผสมกับรำละเอียดและ
จำหน่ายเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ ฉะนั้นการเลี้ยงไก่
ลูกผสมพื้นเมืองควรเลี้ยงและจำหน่ายเมื่ออายุ 12
สัปดาห์ ซึ่งเร็วกว่าการเลี้ยงไก่พื้นเมืองที่ อำนวย
และคณะ (2540) ได้เลี้ยงในสภาพขังคอกให้กิน
อาหารสำเร็จรูปไก่ไข่ พบว่า ไก่พื้นเมือง ควร
จำหน่ายที่อายุ 16 สัปดาห์ จะให้กำไรสูงสุด โดย
น้ำหนักตัวของไก่พื้นเมืองที่อายุ 16 สัปดาห์ เท่ากับ
1,361.91 กรัม/ตัว ใกล้เคียงกับไก่ลูกผสมพื้นเมือง
ที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่ไข่ และอาหาร
สำเร็จรูปไก่ไข่ผสมรำละเอียดมีน้ำหนักเมื่ออายุ 12
สัปดาห์ ประมาณ 1,200-1,400 กรัม แสดงว่าทั้งไก่
พื้นเมืองและไก่ลูกผสมพื้นเมืองจะให้ผลตอบแทน
เป็นกำไรสูงสุด เมื่อจำหน่ายที่น้ำหนักประมาณ
1,200-1,400 กรัม ซึ่งจะเป็นขนาดที่ตลาดต้องการ
สำหรับนำไปทำเป็นไก่ย่าง หรือต้มยำไก่แต่ถ้าหาก
ตลาดต้องการไก่ขนาดใหญ่ ไก่สำหรับลาบ หรือ
คุนยาจีน คือ 1.5 กิโลกรัมขึ้นไป จะเป็นไก่ลูกผสม
พื้นเมืองอายุประมาณ 16 สัปดาห์ การเลี้ยงที่จะทำ
ให้ได้กำไรสูงสุด ต้องเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูป
ไก่เนื้อผสมกับรำละเอียด

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสำหรับการเลี้ยงไก่ถูกผสมพันธุ์เมือง-โรดไอแลนด์แดง
ด้วยอาหารและระยะเวลาในการเลี้ยงต่างๆ กัน

Table 3 Economic returns of raising crossbred Native - Rhode Island Red chickens under different diets and durations.

Cost item (Baht/Bird)	Broiler diet				Layer diet				Broiler diet : Rice bran				Rice bran : Corn			
	8 wk	12 wk	16 wk	20 wk	8 wk	12 wk	16 wk	20 wk	8 wk	12 wk	16 wk	20 wk	8 wk	12 wk	16 wk	20 wk
Variable Costs																
Day-old chick	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Feed 0-4 wk ^{1/}	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90
Feed after 4 wk ^{2/}	17.85	40.53	69.36	99.47	15.28	33.72	56.86	78.96	12.27	27.58	45.60	64.50	5.59	12.55	21.19	33.84
Labor	0.68	1.32	1.96	2.60	0.68	1.32	1.96	2.60	0.68	1.32	1.96	2.60	0.68	1.32	1.69	2.60
Vaccines	0.42	0.67	0.74	0.74	0.42	0.67	0.74	0.74	0.42	0.67	0.74	0.74	0.42	0.67	0.74	0.74
Electricity	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.36	0.59	0.71	0.74
Equipment	0.11	0.16	0.22	0.28	0.11	0.16	0.22	0.28	0.11	0.16	0.22	0.28	0.11	0.16	0.22	0.28
Fixed Costs																
Land and housing	0.22	0.31	0.41	0.51	0.22	0.31	0.41	0.51	0.22	0.31	0.41	0.51	0.22	0.31	0.41	0.51
Total costs	35.42	59.13	87.83	119.74	32.85	52.32	76.33	99.23	29.84	46.18	65.07	84.77	23.28	31.50	41.13	54.61
Sale value of live bird ^{3/}	36.61	66.16	85.27	101.34	35.87	62.81	80.38	101.56	32.77	54.32	72.28	89.01	17.72	26.36	37.39	53.28
Profit/Loss	1.19	7.03	-2.56	-18.40	3.02	10.49	4.05	2.33	2.93	8.14	7.21	4.24	-5.56	-5.14	-3.74	-1.33

1/ 2/ 3/ Cost at December, 1997

Broiler feed for 3-7 wk = 11.26 Baht/kg, Layer feed for 0-6, 6-12, 12-20 wk. = 10.33, 9.27, 9.03 Baht/kg, Corn = 6.75 Baht/kg, Rice bran = 5.50 Baht/kg.

Live crossbred chicken = 45 Baht/kg

สรุป

ผลการเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมืองโรคโอดแลนด์แดง ด้วยอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งหาได้ทั่วไปในท้องตลาดหรือสามารถผสมเองแบบง่ายๆ มีดังนี้

1. ไก่ลูกผสมพื้นเมือง ที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ และไก่ไข่ มีน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 8 สัปดาห์ สูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อผสมรำละเอียด และไก่ที่ได้รับอาหารไก่เนื้อผสมรำละเอียดจะให้น้ำหนักตัวสูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารรำละเอียดผสมข้าวโพด สำหรับน้ำหนักเมื่ออายุ 12 และ 16 สัปดาห์ ไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ มีน้ำหนักตัวสูงสุด รองลงมาได้แก่ ไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปไก่ไข่, อาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อผสมรำละเอียด และอาหารรำละเอียดผสมข้าวโพด ส่วนน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 20 สัปดาห์ พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ และไก่ไข่ มีน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อผสมรำละเอียด และอาหารรำละเอียดผสมข้าวโพด

2. อัตราการเจริญเติบโตของไก่ลูกผสมพื้นเมือง ให้ผลเช่นเดียวกับน้ำหนักตัว คือ ในช่วงอายุ 0-8, 0-12 และ 0-16 สัปดาห์ ไก่ลูกผสมพื้นเมืองมีการเจริญเติบโตเร็วกว่ามากไปน้อยเมื่อได้รับอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ, ไก่ไข่, ไก่เนื้อผสมรำละเอียด และรำละเอียดผสมข้าวโพด ตามลำดับ

3. ปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่จากการกินอาหารต่างชนิดกัน มีความแตกต่างกัน โดยไก่ที่ได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงกว่าและมีความสมดุลของโภชนาการมีแนวโน้มการกินอาหาร และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่า

4. ไก่ลูกผสมพื้นเมือง ที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ, ไก่ไข่ และไก่เนื้อผสมรำละเอียด มีอัตราการตายไม่แตกต่างกัน และอัตราการตายของไก่ที่ได้รับอาหารรำละเอียดผสมข้าวโพด สูงกว่าอัตราการตายของไก่ที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อ

5. การเลี้ยงไก่ลูกผสมพื้นเมือง ด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่ไข่ และจำหน่ายเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ จะให้กำไรสูงสุด (10.49 บาท) รองลงมาได้แก่ การเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อผสมรำละเอียด และจำหน่ายเมื่ออายุ 12 และ 16 สัปดาห์ ซึ่งจะให้กำไรตัวละ 8.14 และ 7.21 บาท ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ไก่แม่พันธุ์โรคโอดแลนด์แดง ที่ใช้ผสมพันธุ์ควรใช้ไก่ที่มีขนาดใหญ่ ได้มาตรฐานตามพันธุ์ของไก่โรคฯ ซึ่งเป็นไก่กึ่งไข่กึ่งเนื้อ เพื่อให้ได้ลูกไก่ที่มีน้ำหนักตัวสูง หนาอกไม่แหลม ส่วนพ่อพันธุ์พื้นเมืองที่ใช้ควรมีย่านน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 3 กก. และมีสีตาหรือเขียวเพื่อให้ลูกผสมที่ได้เกือบทั้งหมดมีสีดำคล้ายไก่พื้นเมือง
2. การให้อาหารสำเร็จรูปผสมกับวัตถุดิบ อาจจะใช้อาหารสำเร็จรูปไก่ไข่แทนอาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อได้ จะทำให้ลดต้นทุนค่าอาหารลงได้อีกเนื่องจากมีระดับโปรตีนเท่ากัน(19%) แต่มีราคาถูกกว่าถึง 0.93 บาท/กก.

เอกสารอ้างอิง

- จินตนา อินทรมงคล, สมพล คนชม และศิริวัฒน์
อินทรมงคล. 2539. ผลของการใช้ข้าวเปลือกบด
ระดับต่างๆ ในไก่ลูกผสมพื้นเมืองxโรดฯ ที่เลี้ยง
ขังคอก. ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการ
ปศุสัตว์, ครั้งที่ 5 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์, กรุงเทพฯ น. 267-274.
- บัญญัติ เหล่าไพบูลย์, อัมพน ห่อนาค และทวีสุข
แสนทวีสุข. 2526. การศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง
การเลี้ยงไก่กระทง ไก่ชน และลูกผสม ในแง่
ของการผลิตเนื้อ. รายงานการประชุมสัมมนา
การเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : ไก่พื้นเมือง.
ครั้งที่ 1. สำนักงานเกษตรภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ท่าพระ ขอนแก่น. น. 29-40.
- เพ็ญสวัสดิ์ มายะเวส. 2528. ระดับโปรตีนที่เหมาะสม
ในการเลี้ยงไก่ลูกผสมระหว่างไก่พื้นเมืองกับ
โรดไอแลนด์แดง. ปรินูญานิพนธ์มหาบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ศรีสุกุล วรจันทร์ และอาวธ ดันโว. 2539. การศึกษา
การตอบสนองต่อระดับโปรตีน และพลังงานใน
ไก่ลูกผสมสามสายเลือดพันธุ์สุวรรณ 6. การประชุม
ทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่
34. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. น. 110-
118.
- อุดมศรี อินทรโชติ, ทวี ออบอุ่น และสุรพล เสี่ยงแจ้ว.
2540ก. อายุและขนาดที่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่
ลูกผสมพื้นเมืองที่เหมาะสมสำหรับบริโภคใน
ครัวเรือน. รายงานผลงานวิจัย งานค้นคว้าและวิจัย
การผลิตสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2539. กรมปศุสัตว์
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
น. 298-319
- อุดมศรี อินทรโชติ, รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ และกัลยา
บุญญานวัฒน์. 2540ข. การเจริญเติบโตและคุณภาพ
ซากของไก่ลูกผสมพื้นเมือง. รายงานผลงานวิจัย
งานค้นคว้าและวิจัยการผลิตสัตว์ประจำปี พ.ศ.
2539. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,
กรุงเทพฯ. น. 320-330.
- อำนวย เลี้ยวธารากุล. 2530. การเลี้ยงไก่พื้นเมืองxโรดฯ
ด้วยอาหารชนิดต่างๆ. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ
สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์มหาสารคาม กรมปศุสัตว์
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, มหาสารคาม. 7 น.
- อำนวย เลี้ยวธารากุล, พชรินทร์ สนธิไพโรจน์
และศิริพันธ์ โมราถบ. 2540. การผสมและคัดเลือก
พันธุ์ไก่เนื้อพื้นเมืองสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์มหา-
สารคาม II. สมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมือง
ที่เลี้ยงในสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์. การประชุมทาง
วิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. น. 55-63.
- Ensminger, M.E. 1992. Poultry Science. 3rd edit. Interstate
Publishers, Inc. Danville, Illinois.
- Jackson, S.E., J.D. Summers and S. Leeson. 1981. Effect
of dietary energy, protein levels and hyperthermia
on performance, body composition and production
costs of broiler chickens. Poult. Sci. 60:1674.
- Jenkins, J.L., T.L. Lewin and C.O. Brils. 1982. Effects
of two dietary protein levels on quantitative traits
in growing dual purpose chickens. Poult. Sci.,
61:1382.
- North, M.O. 1984. Commercial Chicken Production
Manual. 3rd edit. AVI Publishing Company, Inc.
Westport, Connecticut.
- NRC. 1977. Nutrient Requirement of Domestic Animals.
No. 1 Nutrient Requirement of Poultry. National
Academy of Science. National Research Council,
Washington, DC.
- SAS. 1990. SAS User's Gride. Statistics. SAS Inst. Inc.,
Cary, NC.

การปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสม
พื้นเมือง x โฮลสไตน์หลังคลอดถูกโดยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน
แบบแอคทีฟต่อต้านฮอร์โมนเพศทดสอบโรน

Improvement Postpartum Reproductive Efficiency of
Crossbred Native x Holstein Dairy Cows through
Active Immunization against Testosterone

เพทาย พงษ์เพียรจันทร์¹ อุดม ช่างสุพรรณ² พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์³ และ ชาตรี ทองอินทร์⁴
Petai Pongpiachan¹ Udom Changsuphan² Puntipa Pongpiachan³ and Chatree Tong-Inn⁴

Abstract : The objective of this study was to immunize crossbred dairy cows from small holder village farms against Testosterone to improve efficiency of postpartum reproduction. Immunogen was Testosterone-3-(O-Carboxymethyl)Oxime-Human Serum Albumin (T4-HSA). Experimental animals were from village farms in Mae Rim, Sun Sai and Sun Kumpaeng district of Chiang Mai province and Ban-Ti district of Lumphun province. Most cows were slow to conceive after artificial insemination. Experimental design was Completely Randomized Design (CRD) with regiment : control and actively immunized against Testosterone (Anti-T4). The cows were immunized two times with 1 month apart. Milk samples were collected twice weekly and terminated until 135 days postimmunization. Body condition score (BCS) between 1 to 5 were also recorded at the time of immunization. The results of this study

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200.

² Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

³ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200.

⁴ Chiangmai Artificial Insemination Research Center, Chiang Mai 50200, Thailand.

were that : cows from within control and Anti-T4 had area under postpartum progesterone concentration 6.2 ± 1.3 and 8.2 ± 1.1 units; body condition score 3.3 ± 0.1 and 2.9 ± 0.1 ($P < .05$); pregnancy rate 63.6 and 77.8 % ($P < .05$), respectively. These study demonstrated that immunization against Testosterone can be use for improvement reproductive efficiency of dairy cows under farm condition, especially with slow to conceive cows in small holder village farms.

บทคัดย่อ : การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ให้กับโคนมของเกษตรกรรายย่อยเขตจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูนเพื่อกระตุ้นให้แม่โคนมมีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ หลังคลอดลูกดีขึ้น แอนติเจน (Antigen) ต่อฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนคือ Testosterone-3-(O-Carboxymethyl)Oxime-Human Serum Albumin (T4-HSA) สัตว์ทดลองเป็นโคนมของเกษตรกรรายย่อยในจังหวัดเชียงใหม่จากอำเภอ : แม่ริม, สันทราย และสันกำแพง และจังหวัดลำพูนเป็นโคจากอำเภอบ้านธิ โคส่วนใหญ่มีปัญหาการสืบพันธุ์ ผสมติดช้า แผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีกลุ่มการทดลองเป็น : กลุ่มควบคุม และกลุ่มกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Anti-T4) การกระตุ้นทำ 2 ครั้งห่างกัน 1 เดือน ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมจากแม่โค 2 ครั้ง/สัปดาห์และหยุดเก็บเมื่อเวลาผ่านไป 135 วันหลังการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ทำการวัดปริมาณฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนโดยวิธีเรดิโออิมมูโนแอสเซซ (radioimmunoassay, RIA) นอกจากนั้นมีการวัดความสมบูรณ์ของร่างกายโดยให้คะแนนจาก 1 ถึง 5 ผลการทดลองพบว่า : กลุ่มควบคุม และ Anti-T4 มีค่าพื้นที่ใต้กราฟความเข้มข้นฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนหลังคลอดเป็น 6.2 ± 1.3 และ 8.2 ± 1.1 หน่วย ตามลำดับ ความสมบูรณ์ของร่างกายมีค่า 3.3 ± 0.1 และ 2.9 ± 0.1 ($P < .05$) ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การตั้งท้อง 63.6 และ 77.8 เปอร์เซ็นต์ ($P < .05$) ตามลำดับ โดยสรุปการวิจัยครั้งนี้ได้แสดงว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมในสภาพการเลี้ยงดูของเกษตรกรได้ โดยเฉพาะโคนมของกลุ่มเกษตรกรรายย่อยในหมู่บ้าน

Index words : การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน, แอคทีฟ, เทสโทสเตอโรน, โปรเจสเตอโรน, โคนม, immunization, active, Testosterone, Progesterone, dairy cow

คำนำ

ในการผลิตโคนม ระยะเวลาระหว่างวันที่แม่โคคลอดลูกกับวันที่เริ่มทำงานอีกครั้ง และการกลับมีรอบการเป็นสัด (oestrous cycle) ใหม่ หลังคลอดถือว่าเป็นค่าชี้ถึงประสิทธิภาพการผลิตลูกของแม่โคในแต่ละปี ในฟาร์มโคนมขนาดเล็ก ในจังหวัดเชียงใหม่โดยเฉลี่ยแล้วแม่โคนมหลังคลอด อยู่ในสภาพไม่มีรอบการ

เป็นสัด (anoestrous) ประมาณ 20.5 เปอร์เซ็นต์ (Apichartsrungeon and Pongpiachan, 1990) ถือได้ว่าเป็นปัญหาอย่างหนึ่งในระบบการสืบพันธุ์ของโคนม สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากการควบคุมของระบบเอ็นโดไครน์ (Endocrine system) กล่าวคือต่อมใต้สมอง (Hypophysis) ผลิตโปรตีนฮอร์โมนอะดรีโนคอร์ติโคโทรปิกฮอร์โมน (Adrenocorticotrophic hormone, ACTH) ไปควบคุมการทำงานของต่อมหมวกไต (Adrenal

gland) ให้ผลิตและหลั่งฮอร์โมนคอร์ติคอยด์ (Corticoid hormones) (Zarrow *et al.*, 1964) เรียกกลไกการควบคุมแบบนี้ว่า Hypophyseal-adrenal axis กลไกนี้ทำงานเมื่อสัตว์ได้รับความเครียด เช่น การขาดอาหาร, การอยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงเกินไป ฮอร์โมนคอร์ติคอยด์ที่เพิ่มขึ้น จะไปกดการทำงานของระบบการสืบพันธุ์ของโค หลักฐานยืนยันคืองานของ Stoebel and Moberg (1979) ที่พบว่าในการกระตุ้นให้โคเป็นสัดพร้อมกัน (oestrus synchronization) ถ้าให้ฮอร์โมน ACTH ด้วยจะลดการหลั่งลูทีนไนซิงฮอร์โมน (Luteinizing hormone, LH) ในระยะที่เรียกว่า LH Surge, ลดอัตราการตกไข่ (ovulation rate) และลดช่วงเวลาในการแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดให้สั้นลง แสดงว่าฮอร์โมนคอร์ติคอยด์อาจมีฤทธิ์กดการทำงานของระบบสืบพันธุ์ได้ด้วยการควบคุมผ่านไฮโปธาลามัส (Hypothalamus) ไปมีผลต่อการทำงานของต่อมใต้สมอง และรังไข่ตามลำดับ เรียกกลไกนี้ว่า Hypothalamo-pituitary-gonadal and adrenal feedback control (Nieschlag *et al.*, 1974) ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) เป็นสเตียรอยด์ฮอร์โมน (Steroid hormone) เช่นเดียวกับมีหลักฐานการทดลองในแกะเพศผู้ (Schanbacher and Ford, 1977) พบว่า เทสโทสเตอโรนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ยับยั้งการหลั่ง ฮอร์โมน LH และฟอลลิเคิล สเตอิมิวเลตทิง ฮอร์โมน (Follicle stimulating hormone, FSH) ดังนั้นการควบคุมระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนอาจช่วยกระตุ้นการทำงานของ LH และ FSH ทำให้การทำงานของระบบสืบพันธุ์ของโคดีขึ้น Nieschlag *et al.* (1974) ได้เสนอแนวทางในการลดปริมาณสเตียรอยด์ฮอร์โมนในเลือด โดยการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน (active immunization) ขึ้นมาต่อต้าน

ต่อมาได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้เพื่อกระตุ้นการทำงานของรังไข่ในสัตว์เลี้ยงชนิดต่างๆ ดังรายงานดังต่อไปนี้ : การกระตุ้น การสร้างภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนต่อการทำงานของอวัยวะกระด้าย (Nieschlag *et al.*, 1973) ต่อการทำงานของรังไข่ หนูพุก (Rat) (Hillier *et al.*, 1974; Bourtourault *et al.*, 1991) กระด้าย (Armstrong *et al.*, 1978) ในแกะ (Cox *et al.*, 1982); Rhind *et al.*, 1985) ในกระบือ (Kamonpatana *et al.*, 1985). และในโค (D' Occhio *et al.*, 1987; Lermite *et al.*, 1991; Lermite *et al.*, 1993)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์หลังคลอดของโคนมลูกผสมพื้นเมือง x โฮลสไตน์ จากฟาร์มขนาดเล็กในหมู่บ้านรอบๆ จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน โดยการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบแอคทีฟด้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง

โคนมลูกผสมพื้นเมือง x โฮลสไตน์ จากฟาร์มเกษตรกรรายย่อย จังหวัดเชียงใหม่ เขตอำเภอแม่ริม, อำเภอสันทราย และอำเภอสันกำแพง และจังหวัดลำพูน อำเภอบ้านธิ รวมทั้งสิ้นจำนวน 45 ตัว แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 16 ตัว และกลุ่มกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อเทสโทสเตอโรนอีก 29 ตัว โคทดลองจากเกษตรกรรายย่อยทั้งหมดเป็นโคที่มีปัญหาการสืบพันธุ์ หรือผสมติดช้ากว่าโคอื่นๆ ในฝูง ทั้งนี้เกษตรกรไม่ยินยอมให้ทำการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนในโคปรกติ ยกเว้นในโคที่มีปัญหาการสืบพันธุ์ดังกล่าวแล้ว และเนื่องจากเป็น

โคที่มีปัญหาการสืบพันธุ์ เมื่อเวลาผ่านไป
ระยะหนึ่ง เกษตรกรมักจะขายโคเหล่านั้น
ทำให้ข้อมูลเป็นจำนวนมากได้สูญหายไป

การเตรียมแอนติเจนต่อฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน
ตามวิธีที่รายงานโดย อภิชาติ และคณะ (2542)

การกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบแอคทีฟ อิมมิวไนเซชัน
(active immunization)

การกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อเทสโทสเตอโรน
ทำ 2 ครั้งห่างกัน 4 สัปดาห์ ครั้งแรก ทำการไฮโม-
จิในระหว่าง Complete Freund's Adjuvant
(Sigma, F5881, CFA) 0.5 มล. และ T4-HSA 2
มก. ใน 500 ไมโครลิตร phosphate buffered saline
(PBS) โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนังบริเวณ หัวไหล่
การฉีดครั้งที่สองเตรียมโดยการไฮโมจิใน
ระหว่าง mineral oil (Sigma, 400-5) 0.5 มล. กับ T4-
HSA 1 มก. และซาโปนิน (saponin from quillaja
bark, Sigma, S7900) อีก 1 มก. ใน 500 ไมโครลิตร
PBS โดยการฉีดเข้าใต้ผิวหนัง บริเวณหัวไหล่
เช่นเดียวกัน

แผนการทดลอง, การเก็บตัวอย่าง, การให้คะแนน
ความสมบูรณ์ของร่างกาย และการวิเคราะห์ผล

การวางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่ม
สมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD)
แบ่งโคเป็น 2 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มควบคุม
ที่ได้รับการฉีด PBS ที่ไฮโมจิในซ้กับ CFA หรือ
mineral oil ที่ผสมกับซาโปนิน, กลุ่มการทดลอง
ได้รับการฉีด T4-HSA ที่ไฮโมจิในซ้กับ CFA หรือ
mineral oil ที่ผสมกับซาโปนิน การจัดสัตว์เข้า
สู่กลุ่มการทดลองทำโดยการสุ่มแบบสมบูรณ์
ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนมจากโคทดลองทุกตัว

ในหมู่บ้าน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยทั่วไปเป็นทุกวัน
อังคารและพฤหัสบดี เก็บตัวอย่างน้ำนมด้วย
หลอดโพลีโพรไพลีน (polypropylene, Treff Lab,
Switzerland) ขนาด 1.5 มล. ที่มีสารโปแตสเซียม
ไดโครเมต (potassium dichromate) 15 มก./หลอด
เพื่อป้องกันการเติบโตของจุลินทรีย์ จากนั้น
เก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อรอการ
วิเคราะห์หาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนโดยวิธี
เรดิโออิมมูโนโนแอสเซ (radioimmunoassay, RIA)
นำค่าผลการวิเคราะห์ไปคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟ
ต่อวันของค่าความเข้มข้นฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน
โดยโปรแกรมออโตแคด (AutoCAD) จากวันที่
กระตุ้นภูมิคุ้มกันไปจนถึงวันที่ 135 หลังจากนั้น
เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตฮอร์โมน
ของคอร์ปัสลูเทียม (Corpus luteum) เปอร์เซ็นต์
การตั้งท้อง (Pregnancy rate, %) เป็นอีกค่าหนึ่ง
ที่ใช้วัดผลของการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

การตรวจการตั้งท้องวัดจากค่าความ
เข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ในตัวอย่าง
น้ำนมที่ทำการเก็บในวันที่ 24 หลังการผสมเทียม
เกณฑ์การทำนายสภาพการตั้งท้องคือที่ความ
เข้มข้น < 3 , $3-7$ และ > 7 นาโนกรัม/น้ำนม 1 มล.
ถือว่าไม่ท้อง, สงสัยว่าท้อง และตั้งท้องตามลำดับ
การวัด ความแตกต่างใช้วิธี Chi-square (Steel and
Torrie, 1962) การให้คะแนนความสมบูรณ์ของ
ร่างกาย (body condition score, BCS) ให้คะแนน 1
ถึง 5 คะแนนตามมาตรฐานที่ตั้งโดย Wildman *et al.*
(1982)

การวัดปริมาณโปรเจสเตอโรนจากน้ำนม โดยวิธี
เรดิโออิมมูโนโนแอสเซ : ตามวิธีที่รายงานโดย
มณีวรรณ และคณะ (2531); และ เพทาย และทัศนีย์
(2533)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการกระตุ้นแบบแอคทีฟ (active immunization) : ผลต่อพื้นที่ใต้เคิร์ฟ โปรเจสเตอร์โรน (ภาพที่ 1)

ในน้ำนมหลังการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน โคกลุ่มควบคุม และกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อ T4-HSA มีค่า 6.2 ± 1.3 และ 8.2 ± 1.1 นาโนกรัม.มล⁻¹.วัน⁻¹, ตามลำดับ ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญ ($P > .05$) แต่ได้แสดงให้เห็นว่าในแต่ละวัน กลุ่มที่ถูกกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอร์โรน ที่คอร์ปัสลูเทียม มีการผลิตโปรเจสเตอร์โรน ออกมามากกว่าโคกลุ่มควบคุม

พื้นที่ใต้กราฟความเข้มข้นของฮอร์โมนเป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้เป็นตัวแทนวัดปริมาณการหลั่งฮอร์โมนในช่วงเวลา หนึ่งได้ (Dobson, 1987) จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบแอคทีฟต่อเทสโทสเตอร์โรนมีแนวโน้มให้ค่าพื้นที่ใต้กราฟความเข้มข้นของฮอร์โมนโปรเจสเตอร์โรนสูงกว่ากลุ่มอื่น โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีค่าคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 2) แสดงว่าการมีแอนติบอดีต่อเทสโทสเตอร์โรนทำให้รังไข่มีการทำงานมากกว่า

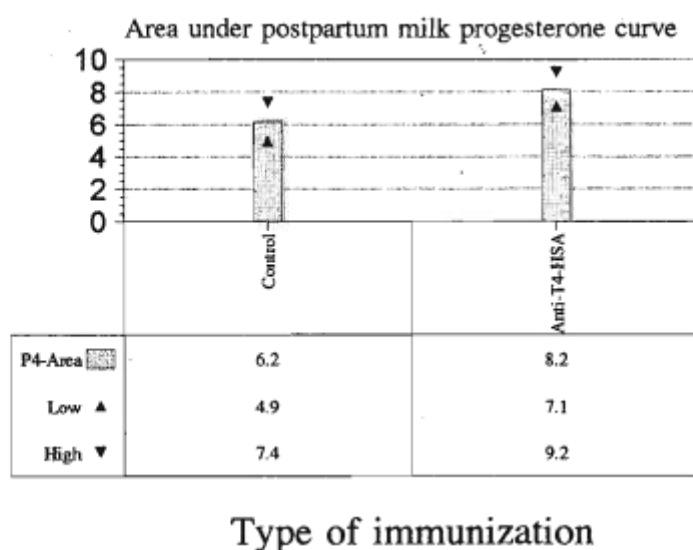
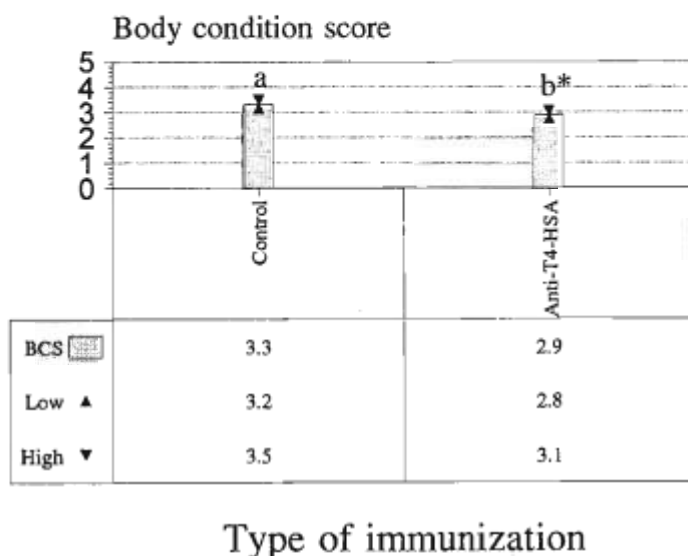


Figure 1 Area under postpartum milk progesterone curve of cows from control and actively immunized against testosterone groups.



*bars with different letters are different ($P < .05$)

Figure 2 Body condition score of cows from control and actively immunized against testosterone groups.

ผลต่ออัตราการตั้งท้องของแม่โค (ภาพที่ 3)

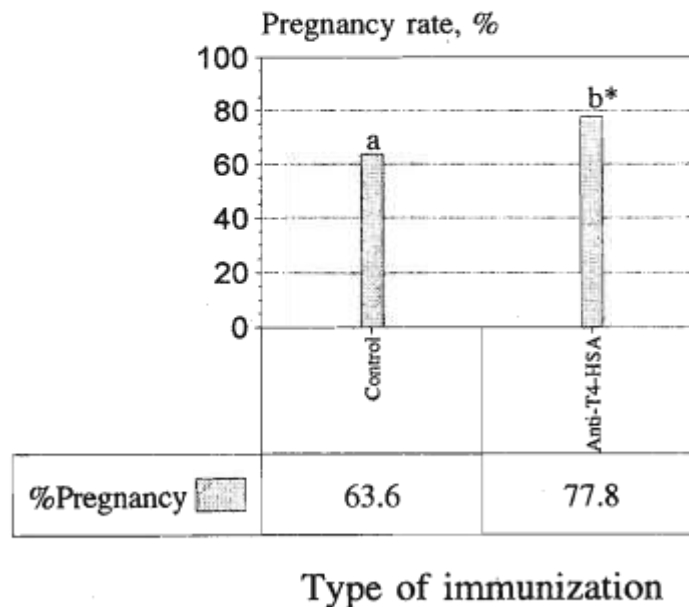
โคในกลุ่มควบคุม และ T4-HSA มีค่าอัตราการตั้งท้องเป็น 63.6 และ 77.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความแตกต่างนี้มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < .05$) ผลการทดลองครั้งนี้ยืนยันข้อเสนอของ Nieschlag *et al.* (1974) ในการใช้เทคนิคทางภูมิคุ้มกันวิทยากระตุ้นการผลิตแอนติบอดีต่อสะเดียรอยด์ฮอร์โมน สามารถลดปริมาณของสะเดียรอยด์ฮอร์โมนที่ร่างกายผลิตขึ้นมาได้ Nieschlag *et al.* (1974) ได้แสดงให้เห็นว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบแอคทีฟคือ Testosterone-3-Bovine Serum Albumin (T-3-BSA) ในกระด้ายเพศผู้ทำให้ขนาดของอวัยวะโตขึ้น, ความเข้มข้นของเทสโทสเตอโรนในซีรัมเพิ่มขึ้น, ระดับ FSH และ LH ในซีรัมเพิ่มขึ้น สำหรับผลในเพศผู้ เมื่อ

เปรียบเทียบการทดลองในสัตว์เลี้ยงต่างชนิดกัน พบว่ามีความแปรปรวนระหว่างชนิด สัตว์อยู่บ้าง กล่าวคือการทดลองกับสุกรเพศผู้ Thompson *et al.* (1985) กลับพบว่าเมื่อใช้ แอนติเจนเป็น Testosterone-3-Equine Serum Albumin (T-3-ESA) ทำให้ระดับ LH และ FSH ในซีรัมพ่อสุกรลดลง ถึงแม้ว่าจะไม่ทำให้การ พัฒนาของระบบสืบพันธุ์ เปลี่ยนไปก็ตาม ส่วนการทดลองกับพ่อโค (Walker *et al.*, 1984) ได้ผลคล้ายกับที่พบในกระด้าย กล่าวคือเมื่อใช้ แอนติเจน เป็น Testosterone-17-Human Serum Albumin (T-17-HSA) ขนาดของอวัยวะโตขึ้น มีการผลิตสเปิร์ม เพิ่มขึ้น มากกว่ากลุ่ม ควบคุมถึง 35 เปอร์เซ็นต์ และระดับฮอร์โมน LH และ FSH ก็สูงขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่างานของ Thompson *et al.* (1985) ใช้โปรตีน

จากมาเป็นตัวเชื่อมกับอนุพันธุ์เทสโทสเตอโรน ซึ่งแตกต่างจากงานอื่นๆ ข้อมูลที่ได้ข้างถึง แม้ว่าจะเป็นงานทดลองกับสัตว์เพศผู้ แต่ในแง่ กลไกการตอบสนองต่อแอนติบอดีด้าน เทสโทสเตอโรน น่าจะใกล้เคียงกันกับเพศเมีย สำหรับการทดลองกับเพศเมีย Hiller *et al.* (1974) ได้ทดลองกับหนูทุก ใช้แอนติเจนชนิด T-3-BSA พบว่าทำให้ระดับ FSH ในพลาสมาเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อระดับ LH ในแคะ เพศเมีย Martensz and Scaramuzzi (1979) ใช้แอนติเจนเป็น T-3-BSA ทำให้ระดับโปรเจสเตอโรนลดลง และแคะ ส่วนใหญ่ชักการเป็นสัด แต่งานของ Cox *et al.* (1982) ได้ผลตรงกันข้ามเมื่อใช้ T-3-HSA เป็นแอนติเจน ไม่มีผลในการยับยั้งการเป็นสัด แต่อย่างใด นอกจากนั้นยังทำให้อัตราการตกไข่ (ovulation rate) และจำนวนลูกที่เกิดเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ การทดลองกับกระบือปลัก เพศเมียที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ Kamonpatana *et al.* (1985) ได้ใช้ T-3-HSA เป็นแอนติเจนพบว่า รังไข่ของกระบือมีการทำงานเพิ่มขึ้นโดยการผลิต โปรเจสเตอโรนเพิ่มขึ้น หมายถึงมีรอบการเป็นสัด (Oestrous cycle) ใหม่ๆเกิดขึ้นภายหลังการ ตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันแบบแอกทีฟต่อเทสโทสเตอโรน ส่วนการทดลอง กับโคเพศเมีย Price *et al.* (1987) ใช้แอนติเจนเป็น Testosterone-3-

Ovalbumin กับโคเนื้อเพศเมีย พบว่ากระเปาะไข่ มีการขยายตัวมาก (cystic structure) มีการตกไข่ หลายฟอง ขนาดของคอร์ปัสลูเทียมโตขึ้น ความเข้มข้นของโปรเจสเตอโรนสูงมาก และมีจำนวนคลื่นของ LH มากพอๆกับโคที่ถูกตัด รังไข่ ปรกติแล้วโคที่ถูกตัดรังไข่จะมีการขับ FSH และ LH มากทั้งนี้เนื่องจากไม่มีฮอร์โมนจากรังไข่ ไปยับยั้งการทำงานของไฮโปธาลามัส และต่อม ได้สมอง Price *et al.* (1987) ได้วิจารณ์ไว้ว่า ผลของ แอนติบอดีต่อเทสโทสเตอโรน ในการกระตุ้น การทำงานของรังไข่ อาจเกิดขึ้นโดยอ้อมจากการ มีปฏิกิริยาข้าม ในการจับกับอีสตราไดออกด และโปรเจสเตอโรนที่ร่างกายผลิตขึ้นมา ทำให้ มีการหลั่ง LH และ FSH เพิ่มขึ้น อีกเหตุผล หนึ่งคือเทสโทสเตอโรน โดยตัวมันเองถ้ามีการ ทำงานของเอนไซม์อะโรมาเตส (Aromatase) จะสามารถเปลี่ยนเป็นอีสตราไดออกดได้ เมื่อระดับ เทสโทสเตอโรนลดลง เนื่องจากถูกจับกับ แอนติบอดี ย่อมทำให้อีสตราไดออกดลดลงด้วย และสุดท้ายเทสโทสเตอโรนมีฤทธิ์กระตุ้นให้ รังไข่เกิดการหลั่งฮอร์โมน อินฮิบิน (Inhibin) และอินฮิบินมีฤทธิ์ยับยั้งการหลั่ง FSH ในโคและ แคะ ดังนั้นการลดระดับเทสโทสเตอโรน จึงมีผล ทางอ้อมในการลดระดับอินฮิบิน ทำให้การหลั่ง FSH เพิ่มขึ้น

การปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมถูกผสม พันธุ์เมือง x โสธสไตน์
หลังคลอดลูกโดยกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบแอคทีฟต่อฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน



*bars with different letters are different ($P < .05$)

Figure 3 Pregnancy rate of cows from control and actively immunized against testosterone groups.

โดยสรุป การทดลองครั้งนี้พบว่า การกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบแอคทีฟต่อเทสโทสเตอโรนกับโคนมในสภาพความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำจากฟาร์มเกษตรกรรายย่อยในระดับหมู่บ้านสามารถทำได้และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมได้เป็นอย่างดีโดยไม่เป็นอันตรายแต่อย่างใด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- มณีวรรณ กมลพัฒนะ , กิตติยา ศรีศักดิ์วัฒนะและ โสภณ สรรเพชญ. 2531. การตรวจห้องโคนมระบบบริการและผลงาน. ใน : บทบาทการ ตรวจห้องโคนมจากน้ำนม. หน้า 73-126. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เพทาย พงษ์เพ็ชรจันทร์ และทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร. 2533. การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมโดยวิธีเรดิโออิมมูโนโนแอสเซ. วารสารเกษตร 6(1) : 21-40.
- อภิชาติ รัตนวันิช, เพทาย พงษ์เพ็ชรจันทร์, พันทิพา พงษ์เพ็ชรจันทร์, ชาตรี ทองอินทร์ และวิชาญ สุขประเสริฐ. 2542. ผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟด้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ต่อการ

- ทำงานของรังไข่หลังคลอดของแม่โคนมลูกผสม
พื้นเมือง x โฮลสไตน์. วารสารเกษตร 14(2) : 189-198.
- Apichartsrungkoon, T. and P. Pongpiachan . 1990. Use of milk progesterone profile, for the study of fertility in the postpartum period of dairy cow. *J. Agriculture* 6(3):219-225.
- Armstrong, R.W., J. Gauldie and E.V. Younglai . 1978. Effects of active immunization of female rabbits against testosterone. *J. Endocr.* 79:339-347.
- Bourtourault, M., V. Shacoori, J. Guerin, B. Saiag and B. Rault. 1991. *Research Communications in Chemical Pathology and Pharmacology* 72(3) : 273-284.
- Cox, R.I., P.A. Wilson, R.J. Scaramuzzi, R.M. Hoskinson, J.M. George and B.M. Bindon. 1982. The active immunization of sheep against oestrone, androstenedione or testosterone to increase twinning. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 14 : 511-514.
- Dobson, H. 1987. Effect of transport stress on luteinizing hormone released by GnRH in dairy cows. *Acta Endocrinologica (Copenh.)* 115 : 63-66.
- D' Occhio, M.J., D.R. Gifford, R.M. Hoskinson, T. Weatherly, P.F. Flavel, R.E. Mattner and B.P. Setchell. 1987. Reproductive hormone secretion and testicular growth in bull calves immunized against testosterone and oestradiol-17 β . *J. Reprod. Fertil.* 79(2):315-324.
- Hillier, S.G., G.V. Groom, A.R. Boyns and E.H.D. Cameron. 1974. Development of polycystic ovaries in rats actively immunized against T-3-BSA. *Nature* 250:433-434.
- Kamonpatana, M., V. Timsard, C. Pansin and R.I. Cox, 1985. Steroid immunization in the swamp buffalo : Potential for subfertility recovery. *Buffalo J.* 1 : 53-60.
- Lermite, V., J. Thimonier, R. Dufour and M. Terqui. 1991. Effect of the increase of steroid binding plasma levels after passive immunization against testosterone on the control of luteinizing hormone (LH) secretion in ovariectomized underfed dairy heifers. *Reprod. Nutr. Dev.* 31(5):541-549.
- Lermite, V., L. Delaby, J. Thimonier, R. Dufour and N. Terqui. 1993. Effect of passive immunization against testosterone on reproductive hormone secretion and ovarian function in dairy cows and pubertal beef heifers. *Theriogenology* 39(2) : 507-526.
- Martensz, N.D. and R.J. Scaramuzzi. 1979. Plasma concentration of luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone and progesterone during the breeding season in ewes immunized against androstenedione or testosterone. *J. Endocr.* 81 : 249-259.
- Nieschlag, E., K. Usadel, U. Schwedes, H.K. Kley, K. Schoffling and H.L. Kruskemper. 1973. Alteration in the testicular morphology and function in rabbits following active immunization with testosterone. *Endocrinology* 92:1142-1147.
- Nieschlag, E., H.K. Usadel, H.K. Kley, U. Schwedes, K. Schoffling and H.L. Kruskemper. 1974. A new approach for investigating hypothalamo-pituitary-gonadal and adrenal feedback control mechanism : Active immunization with steroids. *Acta Endocrinol.* 76:556-569.
- Price, C.A., B.A. Morris and R. Webb. 1987. Reproductive and endocrine effects of active immunization against testosterone conjugate in the heifer. *J. Reprod. Fert.* 81:149-160.
- Rhind, S.M., R.G. Gunn, B.A. Morris, J. Clayton, I.D. Leslie and G. Gittus. 1985. Effect of passive immunization against testosterone on the reproductive performance of Scottish Blackface ewes in different levels of body condition at mating. *Anim. Prod.* 41:97-102.

- Schanbacher, B.D. and J.J. Ford. 1977. Gonadotropin secretion in cryptorchid and castrate rams and the acute effects of exogenous steroid treatment. *Endocrinology* 100:387-393.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1962. *Principle and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
- Stoebel, D.P. and G.P. Moberg. 1979. Effect of ACTH and cortisol on estrus behavior and the luteinizing hormone surge in the cow. *Fed. Proc.* 38:1254.
- Thompson, Jr., D.L., L.L. Southern, St. R.L. George, L.S. Johns and Jr. F. Garza. 1985. Active immunization of prepubertal boars against testosterone : Testicular and endocrine responses at 14 months of age. *J. Anim. Sci.* 61(6) : 1498-1504.
- Walker, M.P., Jr. D.L. Thompson, R.A. Godke and P.G. Honey. 1984. Active immunization of prepubertal bulls against testosterone : Seminal and testicular characteristics after puberty. *Theriogenology* 22:269-278.
- Wildman, E.E., G.M. Jones, P.E. Wagner, R.L. Boman H.F. Troutt and H.F. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.* 65:495-501.
- Zarrow, M.X., J.M. Yochim, J.L. McCarthy and R.C. Sanborn. 1964. *Experimental Endocrinology : A Textbook of Basic Techniques*. Academic Press, New York.

ผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน
ต่อการทำงานของรังไข่หลังคลอด
ของแม่โคนมลูกผสม พันธุ์พื้นเมือง x โฮลสไตน์

**Effect of Passive Immunization Against Testosterone on
Postpartum Ovarian Activity
in Crossbred Native x Holstein Dairy Cows**

อภิชาติ รัตนวนิช^๑ เพทาย พงษ์เพียรจันทร์^๒ วิภาณ สุขประเสริฐ^๓
พันทิพา พงษ์เพียรจันทร์^๒ และชาตรี ทองอินทร์^๒
Apichart Ratanavanich¹ Petai Pongpiachan² Vichan Sookprasert³
Puntipa Pongpiachan² and Chatree Tong-Inn²

Abstract : The objective of this study was to passively immunize against testosterone in crossbred Native x Holstein dairy cows on postpartum ovarian activity. Immunogen was prepared by conjugation between Testosterone-3-(O-Carboxymethyl)Oxime and Human Serum Albumin (HSA) to be Testosterone-3-(O-Carboxymethyl)Oxime-HSA (T4-HSA). Experimental animals were derived from three groups. First, crossbred Native x New Zealand White rabbits were used for assessing immunogenicity of the conjugate before administering to calves. Second, calves from Huay Hong Khrai Royal Development Study Center were employed for producing antibodies against testosterone for passively

^๑ สำนักงานปศุสัตว์เขต 5 กรมปศุสัตว์ เชียงใหม่ 50300.

Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Chiang Mai 50200, Thailand.

^๒ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200.

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

^๓ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดลำพูน อ.เมือง จ.ลำพูน 51000

Lumphun livestock Development Office, Lumphun 51000, Thailand.

ผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ต่อการทำงานของรังไข่หลังคลอดของแม่โคนมลูกผสม พันธุ์เมือง x โฮลสไตน์

immunization in cows. Third, were crossbred Native x Holstein dairy cows within the same study center. T4-HSA, which was detected the ability to stimulate antibody production in the rabbits radioimmunoassay (RIA) technique, was used for immunization to the calves. Positive plasma from the calves that showed antibody titer by RIA were collected for passively immunization to the cows. Experimental design was completely randomized design (CRD) with regiment : control and passively immunization against T4-HSA. The cows were immunized by subcutaneous injection of plasma from intact crossbred milking cows or from the calves which had positive anti-testosterone antibody. The results of this study were that : the rabbits did react to the T4-HSA and showed ability to produce antibodies that were capable to bind with tritiated testosterone at activities of 1,000 to 3,000 cpm and the calves showed the percentage of binding to the tritiated testosterone at 20-62 % throughout 10 weeks of experimental period whilst the control group made only 3-11 %. Cows passively immunized by the calves' antibodies performed normal reproductive cycle and all exhibited pregnancy. These study demonstrated that passively immunization against testosterone trend to improve reproductive performance of the crossbred dairy cows.

บทคัดย่อ : การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟ (passive immunization) ต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ต่อการทำงานของรังไข่หลังคลอดในโคนมลูกผสมพันธุ์เมือง x โฮลสไตน์. สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน (immunogen) เตรียมจากการเชื่อมระหว่าง โมเลกุลของ Testosterone-3-(O-Carboxymethyl)Oxime กับ Human Serum Albumin (HSA) เป็น Testosterone-3-(O-Carboxymethyl)Oxime-HSA (T4-HSA) สัตว์ทดลองกลุ่มแรกเป็นกระต่ายลูกผสมพันธุ์เมือง x นิวซีแลนด์ขาวสำหรับทดสอบฤทธิ์สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันที่เตรียมขึ้นใช้เองในการกระตุ้นการผลิตแอนติบอดีในร่างกายสัตว์ เป็นการทดสอบเบื้องต้นก่อนนำไปทดลองกับลูกโค การทดสอบผลการกระตุ้นใช้เทคนิคเรดิโออิมมูโนแอสเซ (Radioimmunoassay, RIA) กลุ่มที่สองเป็นลูกโคนมจาก ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อผลิตแอนติบอดี สำหรับนำไปกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟให้กับแม่โคนมลูกผสม กลุ่มที่สามเป็นแม่โคนมลูกผสมที่อยู่ในศูนย์นี้เช่นเดียวกัน. แผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีกลุ่มการทดลองเป็น : กลุ่มควบคุมและกลุ่มกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต่อต้าน T4-HSA. ผลการทดลองพบว่า T4-HSA สามารถกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีต้านเทสโทสเตอโรนได้ทั้งในกระต่ายและลูกโค กล่าวคือ กระต่ายสามารถสร้างแอนติบอดีวัดเป็นความสามารถในการเกาะกับเทสโทสเตอโรนที่ติดรังสีได้ 1,000 ถึง 3,000 cpm ตลอดระยะเวลาการทดลอง 10 สัปดาห์ ในลูกโคสามารถผลิตแอนติบอดีวัดเป็น %Binding กับเทสโทสเตอโรนที่ติดรังสีได้ 20-62 เปอร์เซ็นต์ขณะที่กลุ่มควบคุมจับได้เพียง 3-11 เปอร์เซ็นต์ การกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต่อ T4-HSA พบว่าแม่โคนมทั้งหมดมีรอบการสืบพันธุ์เป็นปกติและทุกตัวตั้งท้อง โดยสรุปการวิจัยครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต่อต้านฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนมีแนวโน้มสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมได้.

Index words : การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน, พาสซีฟ, เทสโทสเตอโรน, โปรเจสเตอโรน, โคนม, immunization, passive, Testosterone, Progesterone, dairy cow

คำนำ

ในการผลิตโคนม ระยะเวลาระหว่างวันที่แม่โคคลอดลูกกับวันที่รังไข่เริ่มทำงานอีกครั้งและการกลับมีรอบการเป็นสัด (oestrouscycle) ใหม่หลังคลอดถือว่าเป็นค่าชี้ถึงประสิทธิภาพการผลิตลูกของแม่โคในแต่ละปี ในฟาร์มโคนมขนาดเล็กในจังหวัดเชียงใหม่ โดยเฉลี่ยแล้วแม่โคนมหลังคลอด อยู่ในสภาพไม่มีรอบการเป็นสัด (anoestrous) ประมาณ 20.5 เปอร์เซ็นต์ (Apichartsrungeon and Pongpiachan, 1990) ถือได้ว่าเป็นปัญหาอย่างหนึ่ง ในระบบการสืบพันธุ์ของโคนม สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากการควบคุมของระบบเอ็นโดไครน์ (Endocrine system) กล่าวคือต่อมใต้สมอง (Hypophysis) ผลิตโปรตีนฮอร์โมนชื่ออะดรีโนคอร์ติโคโทรปิก ฮอร์โมน (Adrenocorticotrophic hormone, ACTH) ไปควบคุมการทำงานของต่อมหมวกไต (Adrenal gland) ให้ผลิตและหลั่งฮอร์โมนคอร์ติคอยด์ (Corticoid hormones) (Zarrow *et al.*, 1964) เรียกกลไกการควบคุมแบบนี้ว่า Hypophyseal-adrenal axis. กลไกนี้ทำงานเมื่อสัตว์ได้รับความเครียด เช่น การขาดอาหาร, การอยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงเกินไป ฮอร์โมนคอร์ติคอยด์ที่เพิ่มขึ้นจะไปกีดการทำงานของระบบการสืบพันธุ์ของโค หลักฐานยืนยันคืองานของ Stoebel and Moberg (1979) ที่พบว่าในการกระตุ้นให้โคเป็นสัดพร้อมกัน (oestrus synchronization) ถ้าให้ฮอร์โมน ACTH ด้วยจะลดการหลั่ง ลูทีนไนซิง ฮอร์โมน (Luteinizing hormone, LH) ในระยะที่เรียกว่า LH Surge, ลดอัตราการตกไข่ (ovulation rate) และลดช่วงเวลาในการแสดงพฤติกรรมการเป็นสัดให้สั้นลง แสดงว่าฮอร์โมนคอร์ติคอยด์อาจมีฤทธิ์กีดการทำงานของระบบสืบพันธุ์ได้ด้วยการควบคุม

ผ่านไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) ไปมีผลต่อการทำงานของต่อมใต้สมอง และรังไข่ตามลำดับ เรียกกลไกนี้ว่า Hypothalamo-pituitary-gonadal and adrenal feedback control (Nieschlag *et al.*, 1974) สฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) เป็น สเตียรอยด์ฮอร์โมน (Steroid hormone) เช่นเดียวกัน มีหลักฐานการทดลองในแกะเพศผู้ (Schanbacher and Ford, 1977) พบว่า เทสโทสเตอโรนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน LH และฟอลลิเคิล-สเตอโรนเลทิง ฮอร์โมน (Follicle stimulating hormone, FSH) ดังนั้นการควบคุมระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน อาจช่วยเพิ่มการทำงานของ LH และ FSH ทำให้การทำงานของระบบสืบพันธุ์ของโคดีขึ้น

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะวัดผลของการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต่อฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์หลังคลอดของโคนมลูกผสมพื้นเมือง x ไฮลสไดน์

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลอง

กระต่ายลูกผสมพื้นเมือง x นิวซีแลนด์ขาว (New Zealand White) จากหมวดสัตว์ทดลอง ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เพศผู้ 3 ตัว (เบอร์ N85, N34, และ N104) สำหรับการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อเทสโทสเตอโรน

โคนมลูกผสมพื้นเมือง x ไฮลสไดน์ ฟรีเซียน อายุ 6-12 เดือน จากศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ประกอบด้วย 2 กลุ่ม : กลุ่มควบคุม 5 ตัวมีเพศผู้ 2 ตัว (เบอร์ 243, 251) และเพศเมีย 3 ตัว (เบอร์ 216, 237, และ 241) และกลุ่มทดลองที่จะถูกกระตุ้นการผลิตแอนติบอดีต่อเทสโทสเตอโรน [Testosterone-3-(o-carboxymethyl)oxime-human serum albumin, T4-HSA] มี 5 ตัวเพศผู้ 2 ตัว (เบอร์ 248, 254) และเพศเมีย 3 ตัว (เบอร์ 235, 240, และ 250)

แม่โคนมูกผสมพื้นเมือง x ไฮลสไดน์ สำหรับการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟจำนวน 5 ตัวประกอบด้วยกลุ่มควบคุม 2 ตัว (เบอร์ 001 และ 109) และกลุ่มที่ถูกฉีดแอนติบอดีต่อ T4-HSA ที่ผลิตได้จากลูกวัว จำนวน 3 ตัว (เบอร์ 015, 175 และ Q2).

การเตรียมแอนติเจนต่อฮอร์โมนเพศต่อสตรีโรน ตามวิธีของ Erlanger *et al.*, (1957) โดยย่อดังนี้ ละลาย 200 มก. Testosterone, 200 มก. (O-Carboxymethyl) Hydroxylamide hydrochloride, 740 มก. Potassium acetate ใน 80 มล. 75 % 2-Propanol (Merk) จากนั้น reflux ที่อุณหภูมิ 100-110°ซ (ภาพที่ 1), นาน 3 ชม. ต่อมาเติม 500 มล. 3% NaHCO₃ แล้วสะกัดด้วย 500 มล. Ethyl acetate 2 ครั้ง จากนั้นระเหยชั้น Ethyl acetate ด้วยกาซไนโตรเจน ที่ 37°ซ แล้วตกผลึกด้วย Acetone ได้ Testosterone-3-(O-Carboxymethyl) Oxime จากนั้นนำไปเชื่อม กับ Human Serum Albumin ดังนี้ : ละลาย 100 มก. Testosterone-3-(O-Carboxymethyl)Oxime ใน 9 มล. Dimethyl formamide (Sigma D-4254) ค่อยมาเติมสารละลายที่มี 100 มก. 1-Ethyl-3-(3-dimethyl aminopropyl)-carbodiimide (Sigma H-4633) ในน้ำ 10 มล. ปั่นให้เข้ากันนาน 20 นาทีแล้วเติม 200 มก. Human

Serum Albumin fraction V (Sigma A-1653) ในน้ำ 10 มล. Phosphate buffered saline (PBS) pH 7.8 ปั่นที่ 4°ซ, นาน 3 วัน ต่อมาย้ายสารละลายลงใน dialyze tubing ขนาดที่ยอมให้สารที่มีน้ำหนักโมเลกุล 12,000-14,000 ผ่าน ขนาดรู 20 µm, flat width 25 มม. (Membrane Filtration Product, Inc., USA; Part#1215-25) ใน 0.05M NaHCO₃ ที่ 4°ซ, นาน 1 วัน dialyze ต่อในน้ำกลั่นที่ 4°ซ, นาน 5 วัน ปั่นแยกตะกอน และส่วนของเหลวที่ 50,000 rpm ด้วย Microcentrifuge (Model Micro CENTRIFUGETTE 4214 A.L.C. International, S.r.l., Italy) แล้ว lyophilize ให้แห้งได้ Testosterone-3-(O-Carboxymethyl)Oxime-Human Serum Albumin หรือ T4-HSA สำหรับเป็น แอนติเจนกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันต่อฮอร์โมนเพศต่อสตรีโรนต่อไป

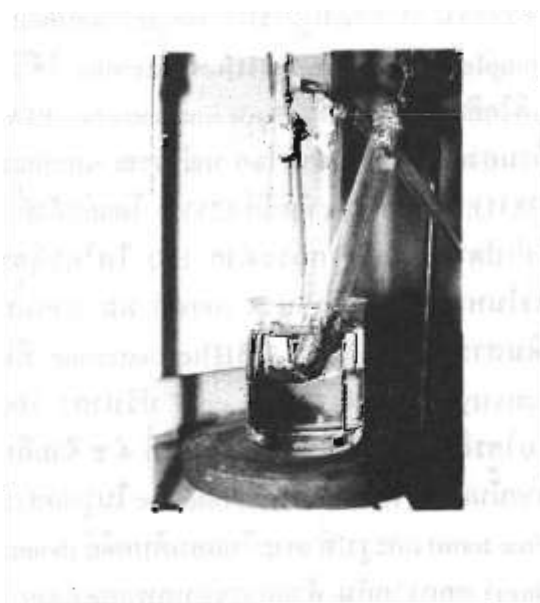


Figure 1 Depicted reflux of steroid with succinic anhydride and pyridin.

การกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบแอคทีฟ (active Immunization)

ในกระต่าย การกระตุ้นการผลิตแอนติบอดีต่อทดสอบเตอร์โรนโดยใช้แอนติเจนชนิด T4-HSA 500 ไมโครกรัมโดยละลายในสารละลาย PBS 200 ไมโครลิตร และ Complete Freund's Adjuvant (Sigma, F5881, CFA) 200 ไมโครลิตร แล้วผสมส่วนน้ำและน้ำมันให้เข้ากันในรูปโฮโมจีไนซ์ (homogenized) ด้วยการฉีดไขว้ครั้งผ่านท่อสามทาง (3-way stopcock, Nipro Medical Industries Ltd., Japan) กลับไปกลับมา 50-60 ครั้ง (ภาพที่ 2) ฉีดเข้าใต้ผิวหนังทุกๆ 2 สัปดาห์จนครบ 10 สัปดาห์ ระหว่างนั้นทำการเก็บเลือดจากใบหูประมาณ 5 มล. โดยเก็บในหลอดทดลองที่มีสารละลาย 0.5 M Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA, Fluka, 03620) 100 ไมโครลิตรปั่นเลือดที่ 2700 รอบต่อนาที เพื่อเก็บส่วนพลาสมาสำหรับวิเคราะห์ แอนติบอดีไคเตอร์ (Antibody titer) ต่อฮอร์โมนทดสอบเตอร์โรน การวัดปฏิกิริยา antigen-antibody complex กับ [1,2,6,7-3H]testosterone ใช้วิธีเรดิโออิมมูโนโนแอสเซ (Radioimmunoassay, RIA) ทำนองเดียวกับรายงานโดย มณีวรรณ และคณะ (2531); เพทาย และทัศนีย์ (2533) โดยย่อดังนี้ : ไปเปิดพลาสมาจากกระต่าย 100 ไมโครลิตรลงในหลอดทดลองขนาด 100x11 มม. จากนั้นเติมสารละลาย [1,2,6,7-3H]testosterone ที่มี activity ประมาณ 7,000 cpm ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ที่ 4°ซ ข้ามคืน จากนั้นแยก [1,2,6,7-3H]testosterone ในรูปอิสระ (free form) และรูปที่ เกาะกับแอนติบอดี (bound form) ออกจากกัน ด้วยการจุ่มหลอดทดลองในอ่างน้ำแข็งเติมสารละลายกัมมันตคาร์บอน (Dextran sodium sulfate 0.0625 ก., charcoal 0.625

ก. และน้ำกลั่น 100 มล.) 200 ไมโครลิตร ทิ้งไว้ 20 นาที บรรจุหลอดลงตะกร้าใส่หลอดแก้ว นำเข้าเครื่องปั่นแยกที่ปรับอุณหภูมิไว้ที่ 4°ซ ปั่นที่ความเร็ว 3000 รอบ/นาที นาน 15 นาที จากนั้นแยกส่วนของเหลวลงในขวดที่ใช้สำหรับวัดพลังงานของรังสี เติมสารละลายซินทิลเลเตอร์ (ประกอบด้วย : *p*-terphenyl, Sigma T1250, 3 ก.; 2,2-*p*-phenylene-bis-(5-phenyloxazole), Merk 7249, 0.1 ก. ใน toluene, Merk 8325, 1 ล.) ขวดละ 1 มล. ทิ้งไว้ในที่มืดข้ามคืน จากนั้นวัดรังสีด้วยเครื่องวัดรังสีเบต้า (1209 RACKBETA) ค่าที่วัดได้เป็น activity ของ [1,2,6,7-3H] testosterone ที่มีความจำเพาะเจาะจงในการจับกับ แอนติบอดีจากพลาสมาของกระต่าย จากนั้น นำมาคำนวณค่า %binding จากสูตร :

$$\%binding = \frac{\text{bound activity (cpm)} \times 100}{\text{total activity (cpm)}}$$



Figure 2 A tree-way stopcock connected with 2 syringes for homogenization the mixture of antigen and Complete Freund's Adjuvant.

ในลูกโค การกระตุ้นครั้งแรก โคแต่ละตัวได้รับส่วนผสมของ T4-HSA 2 มิลลิกรัมละลายในสารละลาย PBS 500 ไมโครลิตร และ CFA 500 ไมโครลิตรแล้ว homogenized ให้เข้ากัน จากนั้นฉีดเข้าใต้ผิวหนังบริเวณข้างหัวไหล่ การกระตุ้นครั้งต่อมา โคแต่ละตัวได้รับส่วนผสมของ T4-HSA 1 มิลลิกรัมละลายใน PBS 500 ไมโครลิตร และ CFA 500 ไมโครลิตร แล้วโฮโมจิไนซ์ ให้เข้ากันฉีดเข้าใต้ผิวหนังเช่นเดียวกัน ระหว่างสัปดาห์ที่ 0 ถึง 6 ทำการกระตุ้นทุกๆ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการกระตุ้นทุกๆ 4 สัปดาห์ ทุกครั้งที่กระตุ้นภูมิคุ้มกัน ทำการเก็บเลือดครั้งละ 2 มล. เพื่อตรวจค่าการเกาะระหว่างแอนติบอดีกับ [1,2,6,7-³H] Testosterone เช่นเดียวกับที่ทำในกระด่าย ถ้าพบว่ามีการเกาะติดมากกว่า 2,000 cpm ครั้งต่อไปจะเก็บเลือดโคตัวนั้น 200 มล.

การกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟ (passive immunization) ในโคนมพื้นเมือง x โฮลสไตน์ จากการรวบรวมพลาสมาของลูกโคที่มีแอนติบอดีต่อต้าน T4-HSA ปริมาตร 515 มล. นำไปทำให้แห้งในสภาพแช่แข็งและแรงดันต่ำ (lyophilization) จากนั้นแบ่งแอนติบอดีออกเป็น 3 ส่วน แล้วละลายใหม่ด้วย PBS ส่วนละ 50 มล. นำไปฉีดเข้าใต้ผิวหนังให้กับแม่โค 3 ตัว ส่วนแม่โคกลุ่มควบคุม 2 ตัวได้รับพลาสมาที่เตรียมจากพลาสมาของวัวนมปกติ เตรียมจากพลาสมา 342 มล. ทำให้แห้งเช่นเดียวกันกับวิธีการข้างบน แล้วเติม PBS 100 มล. แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วนฉีดเข้าใต้ผิวหนัง

แผนการทดลอง และการเก็บตัวอย่าง

การวางแผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งแม่โคนมลูกผสมเป็น 2 กลุ่มประกอบด้วยกลุ่มควบคุมที่ได้รับการฉีดพลาสมาของวัวนมปกติ และกลุ่มทดลองได้รับแอนติบอดีจากลูกโค การจัดสัตว์เข้าสู่กลุ่มการทดลองทำโดยการสุ่มแบบสมบูรณ์ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำนม 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยทั่วไปเป็นทุกวันอังคารและพฤหัสบดี ด้วยหลอดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene, Treff Lab, Switzerland) ขนาด 1.5 มล. ที่มีสารโปแตสเซียม ไดโครเมต (Potassium dichromate) 15 มก./หลอด เพื่อป้องกันการเติบโตของจุลินทรีย์ จากนั้นเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อรอการวิเคราะห์หาระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน โดยวิธีเรดิโออิมมูโนแอสเซซต่อไป

การวัดปริมาณโปรเจสเตอโรนจากน้ำนม โดยวิธีเรดิโออิมมูโนแอสเซซ

ตามวิธีที่รายงานโดย มณีวรรณ และคณะ (2531); เพทาย และทัศนีย์ (2533)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวัดผลการเกาะติดของ Testosterone กับ Human Serum Albumin

คำนวณอัตราส่วนระหว่าง Testosterone กับ Human Serum Albumin ได้เท่ากับ 2.8:1 วิธีการคำนวณตามรายงานของ Erlanger *et al.* (1957), Dobson (1983) และศุภมิตร (2539) รายละเอียดการคำนวณแสดงในตารางที่ 1

Table 1 Attachment of testosterone derivatives to Human Serum Albumin.

	T-3-HSA ^{1/}
Steroid-HSA, O.D.	0.5668
HSA, O.D.	0.0641
Difference	0.5027
Molar extinction of steroid-HSA conjugate	15360
Molecular weight of steroids	361.5
Molecular weight of HSA	70000
Concentration of Steroid-HSA, mole	3.27×10^{-45}
Concentration of Steroid-HSA, g/l	0.011831
Concentration of Steroid-HSA, g/l (weighing)	0.1625
Concentration of Steroid-HSA, mg/l (calculation)	11.83112
Concentration of HSA, mg/l	825
Concentration of HSA, mole	1.16×10^{-45}
Ratio of Steroid-HSA : HSA (calculation)	2.817312

^{1/} Testosterone-3(O-carboxymethyl)-Oxime-Human serum albumin

ผลการกระตุ้นการสร้างแอนติบอดีต่อ เทสโทสเตอโรน

ในกระต่าย การตอบสนองต่อ T4-HSA ของกระต่ายเบอร์ N104, N34 และ N85 หลังการกระตุ้น 2, 4, 6, 8, และ 10 สัปดาห์ วัดค่าการจับ [1,2,6,7-3H]testosterone ของแอนติบอดีได้ 1000-3000, 1200-3000, 2400-3500, 2800-3200 และ 2200-3400 cpm, ตามลำดับ (ภาพที่ 3) ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานของ Witting *et al.* (1979), Younglai and Armstrong (1981) และ Versiere *et al.* (1984)

โดยเฉพาะ ผลงานของ Younglai and Armstrong (1981) ได้ชี้ให้เห็นว่าภายหลังการเกิดแอนติบอดีต่อเทสโทสเตอโรน หลังจากกระตุ้นด้วยเมียได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้ มีการผลิตฮอร์โมน LH เพิ่มขึ้น และคอร์ปัส ลูเทียม (Corpus luteum) มีการผลิตฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนมากกว่ากลุ่มควบคุม เป็นหลักฐานแสดงว่าแอนติบอดีต่อเทสโทสเตอโรนในกระต่ายมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มการหลั่ง LH จากต่อมใต้สมองทำให้คอร์ปัส ลูเทียมมีการตอบสนองในการทำงานเพิ่มขึ้น

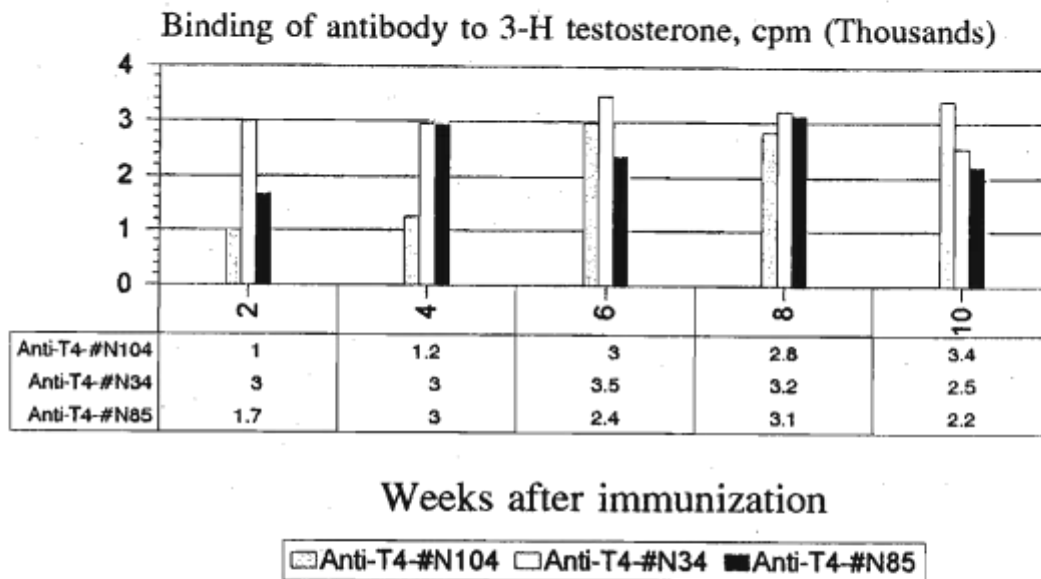


Figure 3 Measurement of antigen-antibody complex reaction between rabbit antibody to T4-HSA and tritiated testosterone.

ในลูกโค ลูกโคที่ถูกกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันต่อ T4-HSA (ภาพที่ 4) ให้แอนติบอดีเมื่อ 0, 2, 4, 6, และ 12 สัปดาห์ ที่สามารถจับกับ [1,2,6,7-3H]testosterone ได้ 4-5, 20-61, 43-62, 50-57 และ 30-46%, ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ให้ค่า 4-6, 4-6, 3-4, 4-11 และ

4-5 % ตามลำดับ เป็นการยืนยันผลที่เกิดขึ้นกับกระต่าย ข้อมูลนี้ได้ชี้ให้เห็นแนวทางว่าในการทดสอบฤทธิ์ของแอนติเจนที่จะเกิดขึ้นกับตัวสัตว์ (*In vivo*) ขนาดใหญ่ เช่น โค สามารถทดสอบกับกระต่ายก่อนได้จะเป็นการประหยัดทั้งเวลาและทรัพยากร

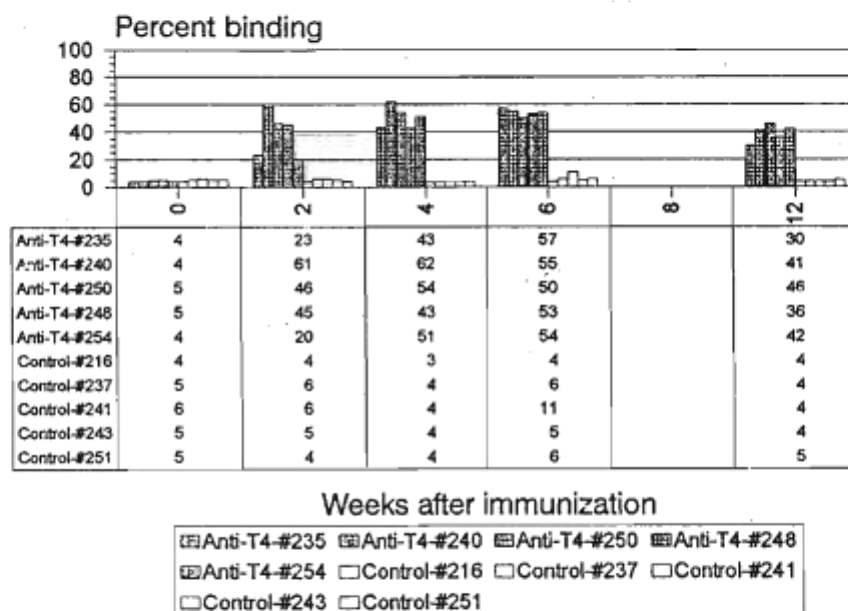


Figure 4 Measurement of antigen-antibody complex reaction between calve antibody to T4-HSA and tritiated testosterone.

ผลการกระตุ้นแบบพาสซีฟในแม่โค จากภาพที่ 5 แม่โคกลุ่มควบคุมเบอร์ 001 มีรอบการเป็นสัดชนิดรอบสั้น (11 วัน) ก่อนการทดลอง และรอบที่สองมีรอบการเป็นสัดประมาณ 22 วัน โคตัวที่สองเบอร์ 109 มีรอบการเป็นสัด 21, 21, และ 13 วัน หลังจากนั้นแม่โคเข้าสู่สภาพการตั้งท้อง ส่วนแม่โค กลุ่มถูกกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เบอร์ 015 ภายหลังการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน 1 รอบการเป็นสัดแม่โคเข้าสู่สภาพการตั้งท้องในทันที เช่นเดียวกับแม่โคเบอร์ 175 ส่วนแม่โคเบอร์ Q2 หลังจากการกระตุ้นมีรอบการเป็นสัดเกิดขึ้น 3 รอบมีความยาวรอบ 22, 16 และ 16 วันตามลำดับ แม่โคตั้งท้องในรอบที่ 4 ถึงแม่จะมีจำนวนสัตว์ทดลองน้อยเนื่องจากข้อจำกัดในการทดลองแต่

3/3 ของโคที่ได้รับภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต่อ เทสโทสเตอโรนมีรอบการเป็นสัดปกติ และเข้าสู่สภาพการตั้งท้องได้ทั้งหมด

ผลในทางบวกนี้ มีคำอธิบายจากงานทดลองของ Lermite *et al.* (1991) ที่ได้ให้ภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต่อเทสโทสเตอโรนกับแม่โคนมพันธุ์ Friesian x Holstein ที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำ พบว่าทำให้จำนวนคลื่นของ LH (pulsatile number) เพิ่มขึ้น และในทำนองเดียวกัน Lermite *et al.* (1993) พบว่าแม่โคนมที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำเมื่อได้รับภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟต่อเทสโทสเตอโรนทำให้จำนวนคลื่นของ LH เพิ่มขึ้น จำนวนกระเปาะไข่ (Follicle)

ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 10 มม. เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ Lermite *et al.* (1991) ได้เปรียบเทียบกับงานทดลองของ D' Occhio *et al.* (1988) ที่ทำการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อสเดียรอยด์ฮอร์โมนชนิดโปรเจสโตเจน (Progestogen), เอสโตรเจน (Estrogen), และแอนโดรเจน (Androgen) โดยทดลองกับโคเพศเมียพบว่า ทำให้ระดับ LH เพิ่มขึ้น แสดงว่าการตอบสนองต่อแอนติบอดีที่เกิดขึ้นไม่ได้เป็นแบบจำเพาะเจาะจง เพราะเกิดจากการกระตุ้นจากสเดียรอยด์ต่างชนิดกัน และเป็นแอนติบอดีแบบ โพลีคลอนอล (Polyclonal antibody) งานของ Lermite *et al.* (1991) ได้ให้อีสตราไดออล (Estradiol-17 β)

แก่โคที่ได้รับอาหารพลังงานต่ำ พบว่าทำให้ค่าความเข้มข้นที่แนวกลางของเส้นกราฟ (baseline), ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย และจำนวนคลื่นของ LH ลดลง แสดงว่าอีสโตรเจนเป็นสเดียรอยด์ฮอร์โมนที่มีบทบาทสำคัญในการกวดการทำงานของไฮโปทาลามัส และต่อมาได้สมองทำให้การหลั่ง LH ลดลง ดังนั้น Lermite *et al.* (1991) จึงอธิบายกลไกการทำงานของแอนติบอดีต่อเทสโทสเตอโรน ในการ กระตุ้นการหลั่ง LH ว่าเป็นปฏิกิริยาข้าม (cross reaction) ของแอนติบอดีที่เกิดขึ้นจากการกระตุ้นของสเดียรอยด์แอนติเจนต่างชนิดกัน แต่มีความสามารถจับกับอีสตราไดออลในเลือดได้เหมือนกัน เป็นผลทางอ้อมให้มีการหลั่ง LH เพิ่มขึ้น

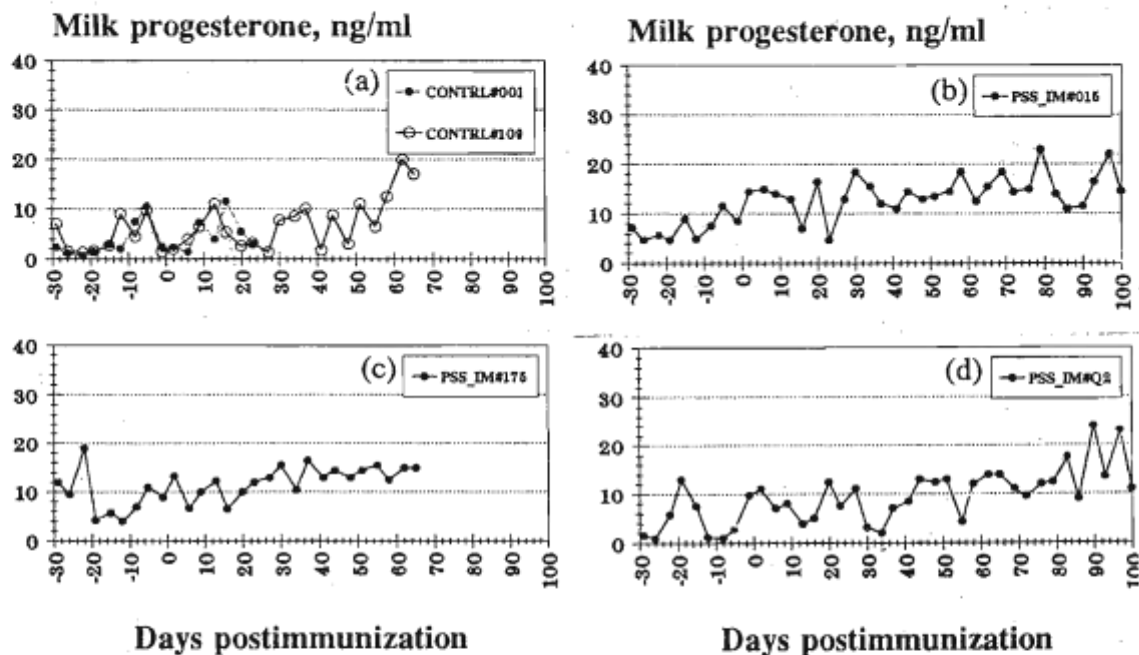


Figure 5 Effect of administration of calve antibody to T4-HSA on postpartum ovarian activity of Native x Holstein cows : (a) control group; (b), (c) and (d) were passively immunized cows.

โดยสรุปการทดลองครั้งนี้พบว่าการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟ โดยระบบผลิตแอนติบอดี ต่อเทสโทสเตอร์โรนจากลูกโคแล้วนำไปกระตุ้นให้แม่โคสามารถทำได้ และถ้ามีระบบการผลิตแอนติบอดี ได้มากพอควรทำการทดลองในฝูง ที่ใหญ่ขึ้นเพื่อวัดความคุ้มทางเศรษฐกิจต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

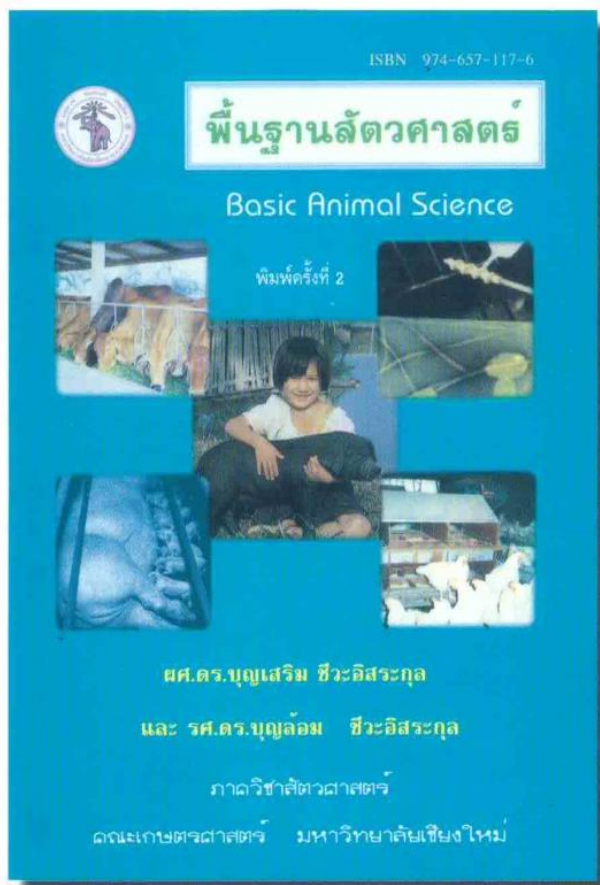
ขอขอบคุณ คุณอนุตล สรวิสูตร ผู้อำนวยการศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สัตว์ทดลองของศูนย์ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- มณีวรรณ กมลพัฒนะ, กิตติยา ศรีศักดิ์วัฒนะ และ โสภณ สรรเพชญ. 2531. การตรวจห้องโคนมระบบบริการและผลงาน. ใน : บทบาทการตรวจห้องโคนมจากน้ำนม. หน้า 73-126. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เพทาย พงษ์เพ็ญจันทร์ และ ทศนีย์ อภิชาติสร้างกูร. 2533. การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมโดยวิธีเรดิโออิมมูโนโนเอสเซ. วารสารเกษตร 6(1):21-40.
- ศุภมิตร เมฆฉาย. 2539. ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคและสุกร ภายหลังการกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อฮอร์โมนเทสโทสเตอร์โรน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Apichartsrungkoon, T. and P. Pongpiachan. 1990. Use of milk progesterone profile, for the study of fertility in the postpartum period of dairy cow. J. Agriculture 6(3):219-225.
- Dobson, H. 1983. A Radioimmunoassay Laboratory Handbook. Liverpool University Press, Liverpool.
- D' Occhio, M.J., D.R. Gifford, R.M. Hoskinson, T. Weatherly and B.P. Setchell. 1988. Gonadotrophin secretion and ovarian responses in prepubertal heifers actively immunized against androstenedione and oestradiol-17 β . J. Reprod. Fertil. 83:159-168.
- Erlanger, B.F., F. Borek, S.M. Beiser and S. Leiberman. 1957. Steroid-protein conjugates. I. Preparation and characterization of conjugates of bovine serum albumin with testosterone and with cortisone. J. Biol. Chem. 228:713-727.
- Lermite, V., J. Thimonier, R. Dufour and M. Terqui. 1991. Effect of the increase of steroid binding plasma levels after passive immunization against testosterone on the control of luteinizing hormone (LH) secretion in ovariectomized underfed dairy heifers. Reprod. Nutr. Dev. 31(5):541-549.
- Lermite, V., L. Delaby, J. Thimonier, R. Dufour and N. Terqui. 1993. Effect of passive immunization against testosterone on reproductive hormone secretion and ovarian function in dairy cows and pubertal beef heifers. Theriogenology 39(2) : 507-526.
- Nieschlag, E., H.K. Usadel, H.K. Kley, U. Schwedes, K. Schoffling and H.L. Kruskemper. 1974. A new approach for investigating hypothalamo-pituitary-gonadal and adrenal feedback control mechanism : Active immunization with steroids. Acta Endocrinol. 76:556-569.

ผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแบบพาสซีฟด้วยฮอร์โมนเพศทดสอบต่อโรน ต่อการทำงาน
ของรังไข่หลังคลอดของแม่โคนมลูกผสม พันธุ์เมือง x ไฮแลนด์

- Stoebel, D.P. and G.P. Moberg. 1979. Effect of ACTH and cortisol on estrus behavior and the luteinizing hormone surge in the cow. Fed. Proc. 38:1254.
- Versiere, G., M. Berger, Ch. Jean-Faucher, M. de Turchheim and Cl. Jean. 1984. Pituitary and gonadal function in pubertal and adult male rabbits with psuedohermaphrodisism secondary to immunization of mothers against testosterone. Acta Endocrinologica 107:550-555.
- Witing, Ch. E.J., E.J. Wickings and E. Nieschlag. 1979. Incidence of immune complex nephritis following active immunization with a testosterone-3-BSA conjugate or BSA alone. Acta Endocrinologica 90:562 - 567.
- Younglai, E.V. and B.W. Armstrong. 1981. Peripheral concentration of gonadotropins and progestins during pregnancy in rabbits after active immunization against testosterone. Fertility and Sterility 36(2) : 232-237.
- Zarrow, M.X., J.M. Yochim, J.L. McCarthy and R.C. Sanborn. 1964. Experimental Endocrinology : A Textbook of Basic Techniques. Academic Press, New York.



พื้นฐานสัตวศาสตร์

เนื้อหาสาระของหนังสือเล่มนี้ว่าด้วยความรู้พื้นฐานด้านสัตวศาสตร์ โดยเน้นเรื่องบทบาทและความสำคัญของการเลี้ยงสัตว์ การผลิตปศุสัตว์ในประเทศและประเทศเพื่อนบ้าน อาหารและความต้องการอาหาร ระบบย่อยอาหารของสัตว์ การเจริญเติบโตและพัฒนาการ การสืบพันธุ์ การผสมเทียมและการย้ายฝากตัวอ่อน การให้นมและผลิตภัณฑ์นม พันธุศาสตร์และการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ การควบคุมและป้องกันโรคสัตว์ และสภาพแวดล้อมและการปรับตัวของสัตว์ หนังสือเล่มนี้มุ่งหวังให้เป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาสัตวศาสตร์ทุกระดับ รวมทั้งนักวิชาการและนักวิจัยในการใช้ทบทวนความรู้ อีกทั้งยังสามารถเอื้อประโยชน์ต่อผู้สนใจทั่วไปในการนำไปประยุกต์ใช้ทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ

ราคา 120 บาท
(รวมค่าส่ง)

186 หน้า ขนาด 8 หน้ายก

หมายเหตุ : สั่งซื้อได้ที่ รองศาสตราจารย์ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
ธนาณัติ ปณ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โทร. (053) 944069-73 โทรสาร. (053) 944078 e-mail : agibchvs@chiangmai.ac.th