



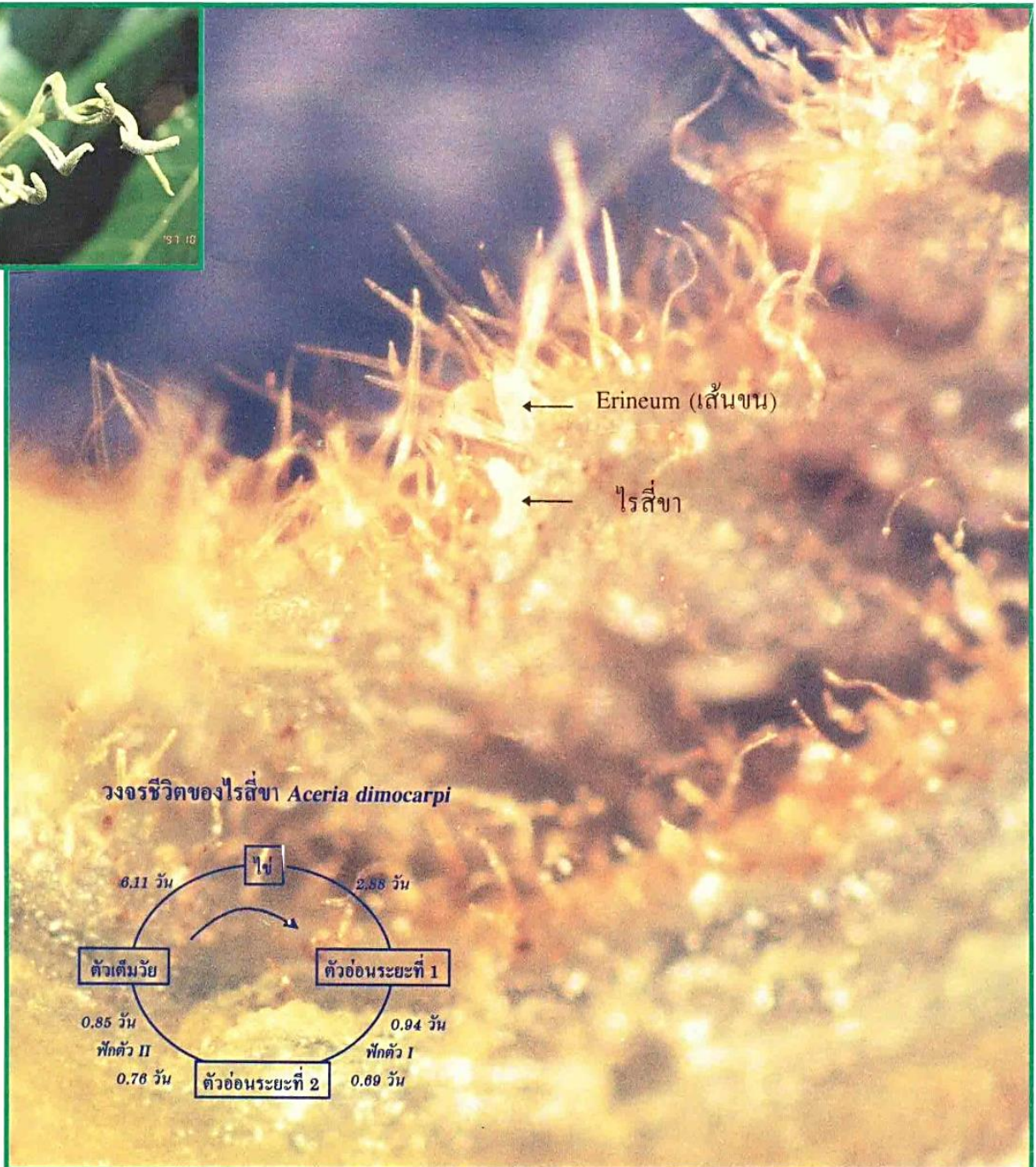
วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 กุมภาพันธ์ 2540

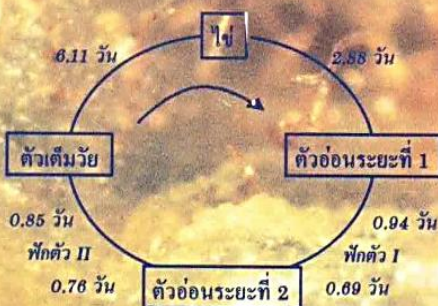
VOLUME 13 NO.1 February 1997



← Erineum (เส้นขน)

← ไรสีขา

วงจรชีวิตของไรสีขา *Aceria dimorpha*



1. อาการใบหงิกจากไร
2. ภาพขยาย Erineum และไรสีขา (ขยาย 40 เท่า)

ISSN 0857-0841

วารสารเกษตร

Journal of Agriculture

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

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

วัตถุประสงค์

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

บรรณาธิการ

พิทยา สรวมศิริ

กองบรรณาธิการ

ผู้ทรงคุณวุฒิและคณาจารย์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ที่ปรึกษา

สง่า สรรพศรี, เชื้อ ว่องส่งสาร, อนันต์ โกเมศ, นคร ณ ลำปาง, ทิม พรหมศิริ.

กำหนดเผยแพร่

เดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายน และตุลาคม ปีละ 3 ฉบับ

แจ้งรับวารสาร

ถึงบรรณาธิการวารสารเกษตร หรือ
คุณวิไลพร ธรรมดา
งานบริการงานวิจัยและพัฒนา
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
เชียงใหม่ 50200

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 ส่งต้นฉบับที่พิมพ์ หน้าเดียวลงบนกระดาษ A4 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล

- 2.2 ต้นฉบับให้รวมถึงบทคัดย่อภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

- 2.3 ระบุคำย่อ (Index word) ของเรื่อง ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

- 2.4 ตาราง : เสนอเป็นภาษาอังกฤษล้วน

- 2.5 ภาพประกอบ : เสนอเป็นภาษาอังกฤษทั้งในภาพและคำอธิบายภาพ ภาพต้องมีขนาด 9.00x13.50 ซม. ภาพเขียนใช้หมึกดำ เขียนบนกระดาษอาร์ตหนาหรือกระดาษเขียนแบบ
- 2.6 กราฟ : จัดทำด้วยโปรแกรม Haward graphik และแนบข้อมูลดิบไปด้วยเพื่อปรับแต่งด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในภายหลัง

- 2.7 เอกสารอ้างอิง : นำด้วยเอกสารภาษาไทยตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ
- 2.7.1 ในเนื้อเรื่อง อ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องในระบบชื่อต้น และปี (พศ.) เช่น พรชัย (2538) รายงานว่า.....หรือ.....(พรชัย, 2538) ในกรณีที่เป็นภาษาอังกฤษ ใช้ระบบนามสกุลและปี (กศ.) เช่น Jones and Smith (1995) ในกรณีที่ผู้แต่งสามคนขึ้นไปให้ใช้ "และคณะ หรือ et al." ต่อท้ายผู้แต่งคนแรกแต่ในบัญชีเอกสารอ้างอิงให้ย่อดีชื่อทั้งหมดทุกคน

- 2.7.2 ในบัญชีเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง : ให้เรียงอักษรตามชื่อ-สกุลของผู้แต่งคนแรก ไม่ต้องใส่เลขที่ เริ่มจากชื่อไทยต่อด้วยชื่ออังกฤษ

1) สำหรับวารสารควรเรียงลำดับดังนี้.-

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

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

2) สำหรับตำราควรเรียงลำดับดังนี้.-

ชื่อผู้แต่ง พ.ศ.(กศ.) ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์, จำนวนหน้า
ตัวอย่าง : เฉลิมพล แซมเพชร. (2527). หลักการเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์ทางวิทยาศาสตร์. ท่าแพการพิมพ์. เชียงใหม่ 123 หน้า

3. การเสนอเรื่องเพื่อตีพิมพ์

ส่งเรื่องพิมพ์ได้ตลอดเวลา

ถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานบริการงานวิจัยและพัฒนา

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจแก้ไขเรื่องที่น่าสนใจเพื่อตีพิมพ์ ในกรณีที่จำเป็นจะขอความเห็นชอบจากผู้เขียนอีกครั้งก่อนตีพิมพ์

พิมพ์ที่ หน่วยพิมพ์ออฟเซต สำนักงานเลขานุการ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 โทร. (053) 944015



ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (2540)

Volume 13 No.1 (1997)

วารสารเกษตร

JOURNAL OF AGRICULTURE

วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ		Contents	
การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของโป๊ยเซียน รุ่งนภา โพธิ์รักษา และ อติสร กระแสชัย	1	GENETIC INHERITANCE OF GROWN OF THORUS (EUPHORBIA SPLENDENS BOJER EX HOOK.F.)	1
การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนางรมสีเทา โดยการผสมพันธุ์ ภัทรภรณ์ อิสระทะ และ วิเชียร ภู่อ่าว	9	IMPROVEMENT OF GRAY OUSTER MUSHROOM [PLEUROTUS OSTREATUS (JACQ. EX. FR.) KUMMER]	9
การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนางรมชนิดฟลอริดา โดยการผสมพันธุ์ ณัฐธยา คำบุญรัตน์ และ วิเชียร ภู่อ่าว	19	IMPROVEMENT OF FLORIDA TYPE OYSTER MUSHROOM [PLEUROTUS OSTREATUS (JACQ. EX. FR.) KUMMER]	19
การพัฒนาวัสดุเพาะและการเปรียบเทียบผลผลิต ของเห็ดนางรมลูกผสม เจนพาง ทิระกันทร และ วิเชียร ภู่อ่าว	29	DEVELOPMENT OF CULTURE MEDIA AND YIELD COMPARISON OF PLEUROTUS MUSHROOM HYBRIDS	29
การเปรียบเทียบพันธุ์ผักกาดเขียวปลี โชคชัย ไชยมงคล มณีฉัตร นิกอร์พันธ์ และ ตระกูล ต้นสุวรรณ	38	VARIETAL TRIAL OF LEAF MUSTARD	38
อิทธิพลของพันธุ์และเส้นกลางใบต่อการสร้างแคลลัส ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในกาแฟอาราบิก้า (Coffea arabica L.) นิตี ไทยสันต	43	EFFECTS OF CULTIVAR AND MIDVEIN ON CALLUS FORMATION OF ARABICA COFFEE (COFFEA ARABICA L.) LEAF CULTURE	43
อิทธิพลของฤดูกาลและดัชนีอุณหภูมิความชื้นต่อการเกิด รกค้างในโคนมลูกผสมขาวดำ อังคณา ผ่องแผ้ว และ อัมพวัน ตฤณนารมย์	52	INFLUENCE OF SEASON AND TEMPERATURE-HUMIDITY INDEX ON PLACENTAL RETENTION IN HOLSTEIN- FRIESIAN GROSSBRED DAIRY CATTLE	52
การเลี้ยงขุนโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนเพศผู้ตอน และไม่ตอนด้วยอาหารข้น 2 ชนิด โชค มิเกล็ด เทอดชัย เวียงศิลป์ นิรันดร์ โพธิ์กานนท์ และ วิสูตร ศรีนุพงษ์มานันท์	58	FEEDLOT FEEDING OF CROSSBRED HOLSTEIN-FRIESIAN STREERS AND BULLS WITH TWO DIFFERENT DIETS	58
การประเมินการสลายตัวของ Soy Pass ในกระเพาะหมัก ของโค เปรียบเทียบกับกากถั่วเหลือง โดยการใช้เทคนิค ถุงไนลอน โชค มิเกล็ด และ Peter Lebzien	66	ESTIMATION OF RUMEN DEGRADABILITY OF SOY PASS IN COMPARISON WITH SOYBEAN MEAL BY USING NYLON BAG (IN SITU) TECHNIQUE	66
การเสริมเอนไซม์ฟอสฟาเตสในอาหารไก่เนื้อ 1. อาหารที่มีกากเมล็ดพืชหรือกากทนต์วัน หรือมีโปรตีน และฟอสฟอรัสระดับต่ำ บุญล้อม ชีวะอิสระกุล สุชน ตั้งทวีพัฒน์ รุ่งนภา ลิ้มเจริญพร และ สุรศักดิ์ ทองหลอม	76	THE SUPPLEMENT OF PHYTASE IN BROILER DIETS 1. DIET CONTAINING RAPESEED MEAL OR SUNFLOWER MEAL OR LOW PROTEIN AND PHOSPHOROUS LEVELS	76
วงจรชีวิตไรสีขา Aceria dimocarpi (Kuang) (Acarina : Eriophyidae) ศัตรูสำคัญของลำไย ประนอม ใจอ้าย และ จริยา วิสิทธิ์พานิช	88	LIFE CYCLE OF FOUR LEGS MITE, ACERIA DIMOCARPI (KUANG) (ACARINA : ERIOPHYIDAE), THE MAJOR PEST OF LONGAN	88

ISSN 0857-0841

บทบรรณาธิการ

การปรับปรุงองค์กรสนับสนุนงานวิจัย

ในยุคภาวะวิกฤติเศรษฐกิจ หรือยุคไอเอ็มเอฟ อย่างปัจจุบัน ใครไม่คิดถึงหรือไม่พูดถึงเรื่อง การปรับปรุงองค์กร อาจจะถูกหาว่าเซซ ทั้งๆ ที่ส่วนใหญ่ที่พูดกัน หรือที่สามารถรับทราบได้จากสื่อต่างๆ มักจะสรุปได้ เพียงคำว่า การปรับแต่งองค์กรควรจะได้นำไปสู่ภาวะ "จืดแต่แจ๋ว" คือ ขนาดเล็กลงแต่มีประสิทธิภาพ เพื่อประหยัดงบประมาณแต่มีผลงานออกมามากนั่นเอง

แนวคิดนี้ ปัจจุบันยังไม่มีใครยืนยันได้ว่าเป็นแนวคิดที่ถูกต้องเสมอไป แต่ส่วนใหญ่ก็พยักหน้าเออออ ไปก่อน เพราะกระแสการปรับเปลี่ยนแบบดังกล่าวแรงเหลือเกิน จนไม่มีใครกล้าต่อต้าน เพราะกลัวจะกลายเป็นคนเซซ หรือเป็นแกะดำของวงการไป คงต้องรอให้เวลาเป็นเครื่องพิสูจน์ บางทีคำสอนของพระพุทธเจ้าในเรื่อง "ทางสายกลาง" อาจเป็นทางออกที่ดีกว่าก็ได้ อย่างไรก็ตามแนวคิดที่อาจจะระบุไว้ตรงนี้ได้เลยก็คือ การปรับแต่งองค์กรแต่ละองค์กรไม่น่าจะมีสูตรสำเร็จที่เหมือนกัน และใช้ได้กับทุกองค์กร ทางที่เหมาะสมคือ องค์กรควรถูกปรับปรุงบนพื้นฐานวัฒนธรรมดั้งเดิมที่องค์กรนั้นๆ มีอยู่ แล้วพยายามปรับไปสู่แนวทางของ Profit oriented organization ซึ่งคำว่า Profit ไม่จำเป็นจะต้องเป็นตัวเงินเสมอไป

การปรับปรุงองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ก็คงจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นองค์กรประเภทผู้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยหรือองค์กรผู้ดำเนินงานวิจัย วิธีการหรือแนวทางปรับปรุงควรเป็นอย่างไร คงจะไม่ใช่ว่าข้อที่จะกล้าเสนอแนะได้ตรงนี้ แต่มีข้อควรพิจารณาที่น่าจะต้องเอ่ยถึง คือ การปรับปรุงองค์กรให้เอื้ออำนวยต่อการพัฒนา "ระบบเครือข่ายวิจัย" แนวทางดังกล่าวจะช่วยแก้ปัญหาที่เราประสบอยู่ตลอดเวลาที่ผ่านมา คือ ความซ้ำซ้อนของงานวิจัย นอกจากนี้ยังน่าจะส่งผลดีในการเปิดโอกาสให้มีการระดมทรัพยากรบุคคล เครื่องมือ ประสิทธิภาพ และงบประมาณมาดำเนินงานวิจัยที่เกิดประโยชน์ได้อย่างแท้จริงอีกด้วย ตรงนี้ความสำเร็จของการปรับปรุงองค์กรน่าจะอยู่ที่การพัฒนาระบบติดต่อสื่อสารทางการวิจัยภายในองค์กรและระหว่างองค์กรให้มีความเข้มแข็งและมีอิสระเสรีอย่างเต็มที่

องค์กรที่ปรับปรุงใหม่ ควรมีโครงสร้างแบบแบน มากกว่าสูงหรือลึก เพื่อให้มีกระบวนการทำงานที่กระชับ สามารถตอบสนองต่อปัจจัยแวดล้อมได้เร็ว สามารถสร้างผลงานได้ในเวลาอันสั้นและสามารถปรับแต่งนโยบายได้ง่าย

นอกจากนี้องค์กรที่ปรับปรุงใหม่ต้องมีระบบประเมินผล ระบบตรวจสอบ และ ระบบการตอบแทนที่เหมาะสมและชัดเจน เพื่อความสัมฤทธิ์ผลในการบริหารการจัดการ

การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของโป๊ยเซียน

Genetic Inheritance of Crown of Thorns

(*Euphorbia splendens* Bojer ex Hook.f.)

รุ่งนภา โพธิ์รักษา^{1/} และอดิศร กระแสชัย^{2/}

Rungnapa Poruksa^{1/} and Adisorn Krasaechai^{2/}

Abstract : The selfed and crossed pollination of 6 varieties of *Euphorbia splendens* ; FS1, FS2, FS3, FS4, FS5 and FS6 were studied. It was found that normal chromosome number (2n) of FS1, FS2, FS3 and FS4 are 40. The selfing of FS1, FS2 and FS4 and crossing between FS1xFS2, FS1xFS4, FS2xFS4 and FS3xFS4 exhibited variation in term of flower size, flower colour, leaf shape and thorn number amongst the progeny. Electrophoresis technique on peroxidase and esterase could be applied to find the relation between parents and the progeny. The combination of low temperature 4-6 °C and low humidity could prolong the pollen viability of *Euphorbia splendens* var. FS5 and FS6 up to 45 days, while only 6 days at 38-40 °C.

บทคัดย่อ : จากการศึกษาการผสมตัวเองและผสมข้ามของโป๊ยเซียน จำนวน 6 พันธุ์คือ FS1, FS2, FS3, FS4, FS5 และ FS6 โดยนำพันธุ์ FS1, FS2, FS3 และ FS4 มาตรวจนับจำนวนโครโมโซม พบว่ามีจำนวนโครโมโซม $2n = 40$ จากการศึกษาการผสมเกสรทั้งหมด 7 กลุ่มผสม คือ การผสมตัวเองของพันธุ์ FS1 FS2 FS4 และการผสมข้ามระหว่าง FS1 x FS2, FS1 x FS4, FS2 x FS4 และ FS3 x FS4 พบว่าลูกผสมที่ได้มีความผันแปรของรูปร่าง ขนาดดอก สีดอก รูปร่างใบและจำนวนหนามที่ต่างไปจากพ่อแม่ และแตกต่างระหว่างลูกภายในกลุ่มผสมหนึ่งๆ พบว่าการใช้เทคนิค

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200

^{2/} รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Haticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University Chiang Mai, 50200 Thailand

^{2/} Associate Professor, Department of Haticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University Chiang Mai, 50200 Thailand

อิเล็กโทรโฟเรซิส เพื่อศึกษาอนไซม์ Peroxidase และ Esterase สามารถบ่งบอกความสัมพันธ์ของพ่อแม่และลูกผสมนั้นได้ การเก็บรักษาละอองเกสร ของพันธุ์ PS5 และ PS6 ที่ความชื้นต่ำ ร่วมกับอุณหภูมิ 4-6 °ซ สามารถเก็บรักษาละอองเกสรได้นาน 45 วัน ในขณะที่ อุณหภูมิ 38-40 °ซ เก็บได้นาน 6 วัน

Index words : ไผ่เขียน, ลักษณะทางพันธุกรรม, พันธุกรรม, การผสมพันธุ์ไผ่เขียน

Crown of Thorns, Genetic Inheritance Genetics, *Euphorbia splendens*, Breeding

คำนำ

ไผ่เขียน (Crown of Thorns, *Euphorbia splendens* Bojer ex Hook.f.) มีถิ่นกำเนิดในเกาะมาดากัสการ์ (มาลากาซี) แอฟริกา ออสเตรเลีย หมู่เกาะคานารีและแถบอเมริกา (อรดี, 2534) ไผ่เขียนมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น เช่น ในกรุงเทพฯ เรียกว่ารับแขก เชียงใหม่เรียกว่าระวีระไว พระเจ้ารอบโลกหรือว่านเข็มพระยาอินทร์ ส่วนแม่ฮ่องสอนเรียกว่านวมเมือง (ไชยาและลาวัลย์, 2534)

พืชในตระกูล Euphorbiaceae โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นไม้พุ่ม พบอยู่หลายประเทศ ในเขตร้อนมีไม่ต่ำกว่า 300 สกุล (Genus) แต่ละสกุลมีราว 6,550 - 7,650 ชนิด ไผ่เขียนจัดอยู่ในสกุล *Euphorbia* ไม้ที่จัดอยู่ในสกุลเดียวกันนี้มีประมาณ 2,000 ชนิด รวมทั้งพวกสลดไค กระบองเพชรบางชนิด ลักษณะสำคัญของพืชสกุลนี้ก็คือ ลำต้นอวบน้ำ มียางสีขาวซึ่งเป็นพิษ หากถูกผิวหนังที่เป็นแผลหรือเข้าตา จะเป็นอันตรายได้ บางชนิดใช้เป็นประโยชน์ทางการแพทย์บางชนิดใช้สกัดน้ำมันบางชนิดมีหนามแหลมคม เป็นพืชที่ทนความแห้งแล้งได้ดี (อรดี, 2534)

ทางด้านสรีรวิทยา ไผ่เขียนจะออกดอกได้เร็วขึ้นเมื่อได้รับวันสั้นติดต่อกัน ในวันยาวจะยับยั้ง การสร้างตาดอกและส่งเสริมการเจริญ

เติบโตทางใบ การแตกกิ่งแขนง และทางความสูง และยังพบว่า การพรางแสงเพื่อให้ความเข้มแสงอยู่ในระดับ 9,200 ลักซ์ มีอิทธิพลทำให้การเจริญเติบโตทางใบของไผ่เขียนได้ผลดีใน ด้านความสูงและจำนวนใบ ส่วนต้นที่ปลูกในสภาพความเข้มแสงสูง ทำให้จำนวนกิ่งแขนง จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนช่อดอกต่อต้นมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ต้นที่ได้รับความเข้มแสงต่ำมาก ไม่มีการเจริญเติบโต ใบร่วง และไม่แทงช่อดอก (รุ่งนภา, 2540)

ทางด้านการปรับปรุงพันธุ์ ไผ่เขียนเป็นพืชที่มีการกระจายพันธุ์ได้ง่ายดังจะเห็นได้จากการเกิดพันธุ์ใหม่ ๆ ขึ้นมามากมาย แต่ข้อมูลทางพันธุกรรมยังมีการศึกษากันน้อยมาก การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ของไผ่เขียน และยังเป็นแนวทางในการศึกษาการปรับปรุงพันธุ์ในพืชอื่นๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

ผสมพันธุ์ไผ่เขียนพันธุ์ FS1, FS2, FS3 FS4, FS5 และ FS6 หลังจากนั้น นำลูกผสมมาปลูกเลี้ยงในวัสดุปลูก คือ ดินร่วน ขุยมะพร้าว เปลือกข้าวและปุ๋ยคอก ในอัตราส่วน 1:1:1:1 ในสภาพโรงเรือนเพาะชำ แล้วนำปลายยอดของพันธุ์ FS1, FS2, FS3 และ FS4 จำนวน 10 ยอด มาศึกษาจำนวนโครโมโซม และนำเนื้อเยื่อส่วนใบ

แก่ของพันธุ์ FS1 กับ FS4 และลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่าง FS1xFS4 มาหาความสัมพันธ์ระหว่างพ่อแม่และลูกผสมโดยใช้เทคนิคทางอิเล็กโทรโฟรีซิส

เก็บรักษาละอองเกสรของโป๊ยเซียนพันธุ์ PS5 และ PS6 ในสภาพอุณหภูมิต่าง ๆ กันคือ 38-40 25-28 13-15 และ 4-6 °C ร่วมกับความชื้นต่ำ สุ่มมาเลี้ยงในอาหารเหลวเลี้ยงละอองเกสรที่ประกอบด้วย Stock mineral solution มีส่วนผสมของ H_3BO_3 0.10 g , $Ca(NO_3)_4 \cdot 4H_2O$ 0.30 g , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, 0.20 g , KNO_3 0.10 g , น้ำ 100 ml และ Culture solution ที่มีส่วนผสมของ Stock mineral solution 1.0 ml, Sucrose 1.0 g , น้ำ 9.0 ml เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์ความงอก

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

การผสมพันธุ์โป๊ยเซียนจำนวน 6 พันธุ์ คือ FS1, FS2, FS3, FS4, FS5 และ FS6 ทั้งผสมตัวเองและผสมข้ามพบว่า FS5 และ FS6 ไม่ติดเมล็ดหรือติดเมล็ดแต่มีจำนวนน้อยมาก ซึ่งการที่โป๊ยเซียนที่ทำการทดลองผสมติดน้อย บางพันธุ์ผสมไม่ติด คาดว่ามีสาเหตุหลายประการ เช่น การงอกของเกสรตัวผู้เมื่ออยู่บนเกสรตัวเมีย ความล้มเหลวของ Zygote ที่จะเจริญขึ้นเป็นต้นอ่อน (Embryo) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความเข้มแสงที่ต่ำซึ่งทำให้ไม่เกิดการผสมเกสรหรือทำให้เปอร์เซ็นต์การผสมเกสรลดลง และอุณหภูมิที่สูงจะทำให้การงอกของ

ละอองเกสรตัวผู้ลดลง หรืออาจทำให้ละอองเกสรตายได้ (สมบุญ, 2538) และต้นกล้าของลูกผสมที่เกิดจากการผสมตัวเองของพันธุ์ FS2 มีอัตราการอยู่รอดต่ำ เกิดจากเมล็ดมีความสมบูรณ์ต่ำ ต้นกล้าไม่แข็งแรง สีเหลืองซีด บางต้นใบเหลืองและเหี่ยวตาย บางต้นหลังจากที่ย้ายกล้าแล้วมีลักษณะหงิกงอไม่สมบูรณ์ และไม่สามารถเจริญเติบโตได้

ส่วนลูกผสมที่เกิดจากคู่ผสมอื่น ๆ พบว่ามีความผันแปรของรูปร่างดอก ใบ และหนาม (ภาพที่ 1) เป็นเพราะพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาเป็นลูกผสมจึงมีอินแบบ Heterozygous ทำให้ลูกผสมมีความแปรปรวนของลักษณะทางพันธุกรรมของพ่อแม่ที่แสดงออกในช่วงของลูกทำให้เกิดการกระจายของสีดอก รูปร่างดอก ใบ และหนาม Boyle and Stimart (1989) รายงานผลที่ได้จากการศึกษาปัจจัยทางชีวเคมีที่กำหนดลักษณะสีดอก (Ray floret) ของบานชื่น ได้แก่ *Zinnia angustifolia*, *Z. elegans* และลูกผสมข้ามชนิดพบความแปรปรวนของสีดอกของ *Z. elegans* เกิดขึ้น เนื่องจากการที่มีหรือไม่มี Carotenoids ใน Chromoplasts และ Anthocyanidins ใน Vacuoles โดยที่ถ้ามี Anthocyanidins, Pelargonidin แต่ไม่มี Carotenoids จะได้ดอกสีชมพู Lavender rose maroon และ Violet ส่วนสีส้ม Scarlet และสีแดงเกิดจากการมี Carotenoids Bowen (1965) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของสีดอกนั้นมีคุณค่าสูงในแง่ของการปรับปรุงพันธุ์และอาจมีประโยชน์ในด้านเพิ่มประสิทธิภาพในการผสมข้าม

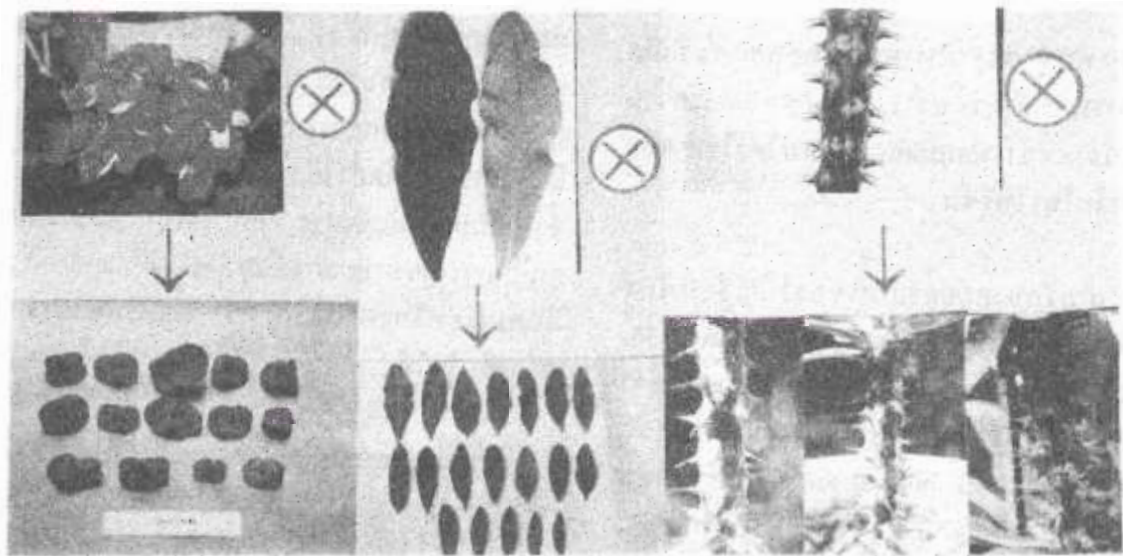


Figure 1 Variation in flower colour, leaf shape and thorn number amongst the progeny of the self fertilization of *Euphorbia splendens* 'FS4.'

2. จำนวนโครโมโซม

จากการตรวจนับจำนวนโครโมโซมจากปลายยอดของไม้เขียนพันธุ์ FS1, FS2, FS3 และ FS4 พบว่าทั้ง 4 พันธุ์ มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน คือ $2n = 40$ (ภาพที่ 2) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาไม่ได้เกิดขึ้นเนื่องจากจำนวนโครโมโซม แต่อาจเกิดจากรูปร่างและขนาดของโครโมโซมที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับงานทดลองของ Rustanius et al. (1991) ที่ได้ศึกษาโครโมโซมของลูกผสมที่มีดอกสีต่างๆ กันจำนวน 5 พันธุ์ ของ *Alstroemeria ligtu* พบว่าลูกผสมทั้งหมดมีจำนวนโครโมโซมร่างกายเป็น $2n = 2x = 16$ และจากการศึกษา Karyotype พบว่า โครโมโซมคู่ที่ 2, 3, 5 และ 8 มี Satellites โดยองค์ประกอบโครโมโซมของลูกผสมของ *A. ligtu* มี Satellites metacentric chromosomes 2 คู่ซึ่งไม่พบใน *Alstroemeria* พันธุ์อื่น ๆ

เนื่องจากโครโมโซมที่ได้จากการทดลองมีขนาดเล็กมากยากต่อการศึกษากaryotype แต่ข้อมูลที่ได้เบื้องต้นจะมีประโยชน์ในการเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษากaryotype ต่อไปในอนาคตทั้งนี้เพราะรูปร่างและขนาดของโครโมโซมช่วยในการจำแนกความแตกต่างของพืชชนิดนั้นได้ โดยเฉพาะการเปรียบเทียบภายในพืชชนิดเดียวกันหรือระหว่างพืชต่างชนิดกัน (ชัยฤกษ์, 2525)

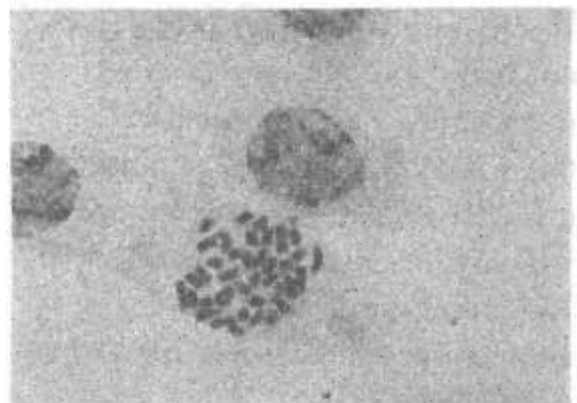


Figure 2 Chromosome of *Euphorbia splendens* 'FS3' ; $2n=40$ (1,000x).

3. ความสัมพันธ์ระหว่างพ่อแม่และลูกผสมโดยใช้เทคนิคทางอิเล็กโทรโฟรีซิส

พันธุ์ไผ่เขียนที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้เป็นพันธุ์ที่มี Genotype เป็น Heterozygous ดังจะเห็นได้จากลูกที่เกิดจากการผสมตัวเองที่มีความแตกต่างจากต้นเดิม เป็นต้นว่า รูปร่างดอก สีดอก จำนวนดอก ลักษณะใบ ลักษณะหนาม จึงน่าสนใจที่ว่า การใช้เทคนิคทางด้านอิเล็กโทรโฟรีซิสนี้ จะสามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างต้นพ่อแม่กับต้นลูกได้หรือไม่ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ สำหรับงานวิจัยในอนาคตต่อไป การทดลองนี้เป็นการศึกษาทางชีวเคมีเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบแผนไอโซไซม์ในไผ่เขียนที่เป็นต้นพ่อกับต้นแม่และลูกผสม เพื่อศึกษาถึงศักยภาพเพื่อใช้หาความสัมพันธ์ของต้นพ่อต้นแม่ และต้นที่ได้จากการผสมดังกล่าว ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ไผ่เขียนพันธุ์ FS1 กับ FS4 และลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่าง FS1xFS4 พบว่าแถบสีในลูกผสมได้จากแถบสีทั้งในต้นพ่อและต้นแม่ แม้ว่าบางต้นจะมีจำนวนแถบมากกว่า บางต้นมีจำนวนแถบน้อยกว่า แต่มีบางแถบสีที่พบทั้งในต้นพ่อต้นแม่และลูกผสมทุกต้น เช่นในการใช้เอนไซม์ Peroxidase (ภาพที่ 3) มีแถบสีที่มีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 0.18 และ 0.45 ส่วนในเอนไซม์ Esterase (ภาพที่ 4) มีแถบสีที่มีค่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 0.60 ที่มีในต้นแม่และต้นลูกทุกต้น แต่ไม่มีในต้นพ่อทำให้พอที่จะทราบว่า ลูกผสมทั้งหมดนี้เป็นลูกผสมที่ได้จากการ

ผสมระหว่าง 2 พันธุ์นี้ เช่นเดียวกับงานทดลองของ Chaparro et al. (1987) ใช้เทคนิคทางไอโซไซม์ในการจำแนกลูกผสมของท้อ (Peach) x อัลมอนด์ (Almond) พันธุ์ Nonpareil และงานทดลองของ Parfitt and Arulsekhar (1985) ใช้เอนไซม์ Glucosephosphate isomerase และ Phosphoglucomutase จำแนกความแตกต่างของลูกผสมข้ามชนิดระหว่างท้อ x พลัม พบว่าลูกผสมทั้ง 2 ชนิด แสดงรูปแบบเอนไซม์ โดยมีแถบสีทั้งจากพลัมและท้อ Mowrey and Werner (1990) พบว่าการใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส ในกรณีลูกผสมของ ท้อ x อัลมอนด์ ทำให้ทราบว่าลูกผสม PI113452 PI113650 และ PI117679 เป็นลูกผสมของ Peach x Almond

จากการศึกษานี้เอนไซม์ Peroxidase และ Esterase แสดงแถบสีในหลายๆ ตำแหน่ง ซึ่งเกี่ยวข้อง กับพันธุกรรมของพืชโดยตรงดังที่ อัญชลี (2536) ได้กล่าวไว้ว่า การแสดงแถบสีในหลายๆ ตำแหน่ง (Polymorphic) ของไอโซไซม์แต่ละชนิดจะเกี่ยวข้องกับจำนวนตำแหน่ง (Locus) และ อัลลีล (Allele) ต่อตำแหน่งและโครงสร้างของเอนไซม์ (Quaternary structure of enzyme)

การศึกษานี้ให้ข้อมูลเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในการเป็นข้อมูลพิจารณาร่วมกับการศึกษาด้านเซลล์วิทยา และสัณฐานวิทยาเพื่อเพิ่มความมั่นใจในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างต้นพ่อต้นแม่และลูกผสม

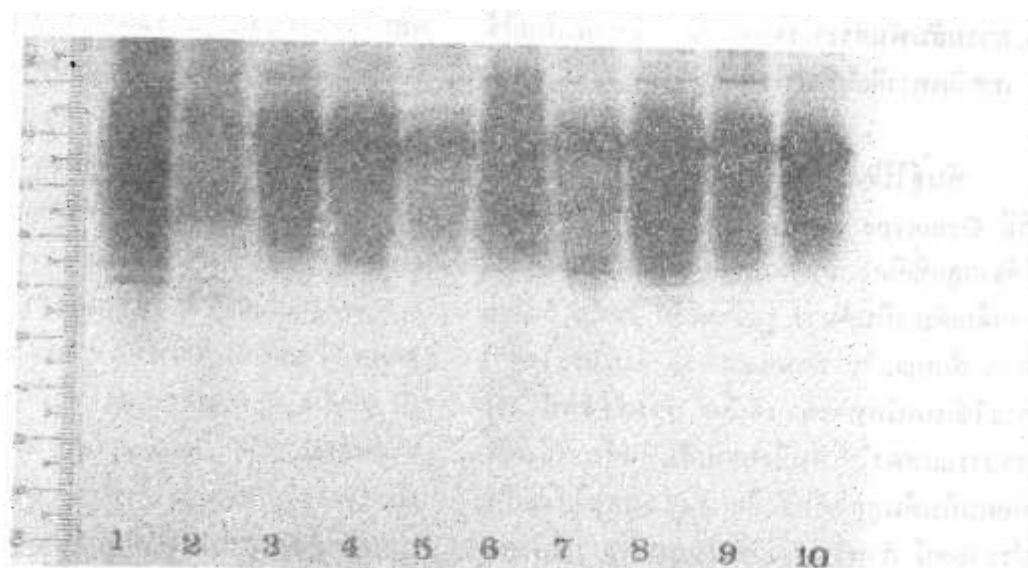


Figure 3 Peroxidase isozyme gel of FS1, FS4, and FS1xFS4 progeny. Lane 1 = FS1; Lane 2 = FS4; and Lane 3-8 = FS1xFS4 progeny.

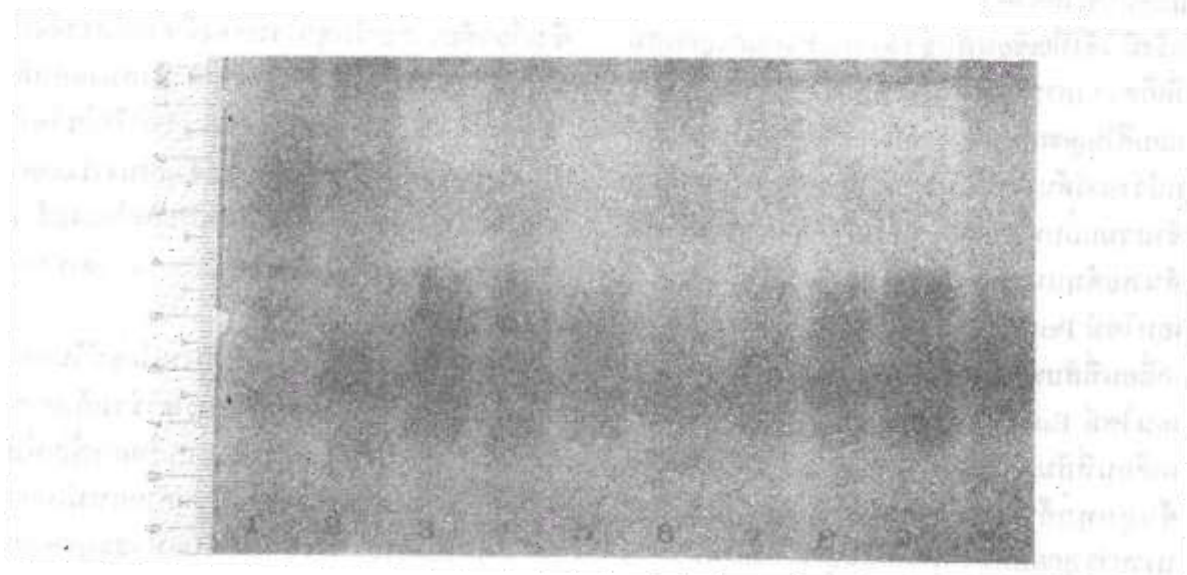


Figure 4 Esterase isozyme gel of FS1, FS4, and FS1xFS4 progeny. Lane 1 = FS1; Lane 2 = FS4; and Lane 3-8 = FS1xFS4 progeny.

4. การเก็บรักษาละอองเกสรของโป๊ยเซียน

จากการเก็บรักษาละอองเกสรของโป๊ยเซียน พันธุ์ PS5 และ PS6 ภายใต้สภาพอุณหภูมิต่าง ๆ กัน คือ 38-40, 25-28, 13-15 และ 4-6 °ซ ร่วมกับสภาพความชื้นต่ำ แล้วนำมาทดสอบความงอกพบว่า ในสภาพอุณหภูมิปกติ (25 - 28 °ซ) และความชื้นต่ำ สามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเกสร ทั้ง 2 พันธุ์ได้โดยเก็บได้นาน 21 วัน ในพันธุ์ PS 5 และ 15 วัน ในพันธุ์ PS6 เมื่อนำมาเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิสูง (38-40 °ซ) และความชื้นต่ำสามารถเก็บได้นานเพียง 6 วัน ซึ่งน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพ อุณหภูมิปกติและความชื้นต่ำ ซึ่งตรงกับรายงานของ Anthony *et al.* (1980) ที่กล่าวว่า อุณหภูมิสูงลดเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรของถั่วแขก (*Phaseolus vulgaris* L.) เมื่อเทียบกับในอุณหภูมิปกติ ส่วนในก้นชาฝรั่ง ที่ 24 °ซ เมื่อเก็บละอองเกสร เป็นเวลา 6 วัน ละอองเกสรยังมีชีวิตอยู่แต่ความมีชีวิตเริ่มลดลงถึง 0 % เมื่อเก็บได้ 9-12 วัน (Antonio and Quiros, 1987) นอกจากนี้ Zolotovich *et al.* (1963) อ้างโดย Visser *et al.* (1977) พบว่าละอองเกสรของ *Rosa damascena* ที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิ 18 °ซ และความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเกสรได้ 50 วัน

การเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำ (13-15 °ซ) และความชื้นต่ำสามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเกสร ในพันธุ์ PS5 ได้นาน 28 วัน และในพันธุ์ PS6 ได้นาน 21 วัน ในขณะที่เดียวกันผลการทดลองเก็บรักษาละอองเกสร ในสภาพห้องเย็น (4-6 °ซ) และความชื้นต่ำ พบว่ารักษาความมีชีวิตของละอองเกสรได้มากกว่า 1 เดือน จากรายงานของ Walyaro

and Van der Vonsen (1977) กล่าวว่า การเก็บรักษาละอองเกสรภายใต้สุญญากาศ และอุณหภูมิ -18 °ซ สามารถรักษาความมีชีวิตของละอองเกสรของกาแฟ (*Coffea arabica* L.) ได้นานมากกว่า 2 ปี Antonio and Quiros (1987) รายงานว่า ละอองเกสรของก้นชาฝรั่ง เก็บที่ -10 °ซ สามารถเก็บได้นานถึง 6 - 9 เดือน โดยที่ความมีชีวิตของละอองเกสรมีเพียงพอที่จะใช้ในการผสมเกสร

จากการทดลองการเก็บรักษาละอองเกสรในสภาพอุณหภูมิทั้ง 4 สภาพ พบว่าเมื่อระยะเวลาของการเก็บรักษามากขึ้นละอองเกสร โป๊ยเซียน ทั้ง 2 พันธุ์ จะมีความมีชีวิตลดลงใกล้เคียงกันตามระยะเวลาของการเก็บรักษา ซึ่งจากการทดลองนี้จะมีประโยชน์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์โป๊ยเซียนต่อไป เนื่องจากเกสรตัวเมียจะไม่พร้อมที่ผสมเมื่อละอองเกสรพร้อมผสม ดังนั้นจึงสามารถเก็บรักษาละอองเกสรที่พร้อมผสมไว้รอจนกว่าเกสรตัวเมียจะพร้อมผสมได้ หรืออาจจะนำละอองเกสรของโป๊ยเซียนพันธุ์ดีจากแหล่งหนึ่งไปผสมกับเกสรตัวเมียของ ดอกโป๊ยเซียนพันธุ์ดีอีกแหล่งหนึ่งได้

เอกสารอ้างอิง

- ชัยฤกษ์ มณีพงษ์. 2525. เซลพันธุศาสตร์. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 205 น.
- ไชยา และถาวรวัธ. 2534. โป๊ยเซียน. ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ. 87 น.
- รุ่งนภา โพธิ์รักษา. 2540. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของโป๊ยเซียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 103 น.

- สมบุญ เดชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 203 น.
- อรดี สหวัชรินทร์. 2534. เทคโนโลยีการผลิตป๊อปปี้เซียน เทคนิคการผลิตไม้ดอกไม้ประดับสมาคมไม้ประดับแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. น. 137-142.
- อัญชลี สามารณ. 2536. การจำแนกพันธุ์ไม้โดยใช้รูปแบบไอโซไซม์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 142 น.
- Anthony, J.H., C.D. Clayberg and I.D. Teare. 1980. Influence of high temperature on pollen grain viability and pollen tube growth in the styles of *Phaseolus vulgaris* L.
- Antonio, V.D. and C.F. Quiros. 1987. Viability of celery pollen after collection and storage. HortScience. 22(3) : 479-481.
- Bowen, H.J.M. 1965. Mutations in Horticultural Chrysanthemum : The Use of Induced Mutation in Plant Breeding. (Sup to Rad. Bot. vol. 5.) Pergamon Press, 832 pp.
- Boyle, T.H. and D.P. Stimart. 1989. Anatomical and biochemical factors determining ray floret color of *Zinnia angustifolia*, *Z. elegans* and their interspecific hybrids. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3) : 499-505.
- Chaparro, J.X., R.E. Durham, G.A. Moore and W.B. Sherman. 1987. Use of isozyme techniques to identify peach x 'Nonpareil' almond hybrids. HortScience. 22(2) : 300-302.
- Mowrey, B.D. and D.J. Werner. 1990. Inheritance of isocitrate dehydrogenase, malate dehydrogenase and shikimate dehydrogenase in peach x almond hybrid. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(2) : 312-319.
- Parfitt, D.E. and S. Arulselear. 1985. Identification of plum x peach hybrids by isoenzyme analysis. HortScience. 20(2) : 246-248.
- Rustanius, P., A. Hang, H.G. Hughes, and T. Tsuchiya. 1991. Chromosome analysis of *Alstroemeria ligtu* hybrids. Hort.Sci. 26(7) : 902-904.
- Visser, T., D.P. de Vries, G. W.H. Welles and J.A.M. Scheurink. 1977. Hybrid tea-rose pollen. I. Germination and storage. Euphytica 26 : 721-728.
- Walyaro, D.J. and H.A.M. vander Vossen. 1997. Pollen longevity and artificial cross-pollination in *Coffea arabica* L. Euphytica 26 : 225-231.

การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนางรมสีเทาโดยการผสมพันธุ์

Improvement of Gray Oyster Mushroom [*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex.fr.) kummer] by Means of Hybridization

ภัทราภรณ์ อิศระทะ¹ และ วิเชียร ภู่อ่วง¹

Putraporn Isaratha¹ and Wichian Pooswang¹

Abstract : Mono-mono crossing between CM5, gray or winter type and hybrid variety, KDCM4(A4), was done for the gray oyster mushroom. Yield of nine selected new hybrid (Q1-Q9) lines with good shape and quality were compared. Six high yield lines Q1 to Q6 were selected to be used in further study. Q1 gave the highest yield. Di - mon mating was done between monokaryons from Q1 and dikaryons from Q1-Q6 and five other parent varieties as KD1, KD2, KDCM2, KDCM3, KDCM4(A4). Again, nine lines with good shape and quality were selected and their yields were compared with the parents varieties of gray CM5 and white or florida (CM1) type oyster mushroom. At room temperature, florida type oyster mushroom gave higher yield than all high yield di-mon hybrid lines. However, these di-mon lines gave the same level of yields as the original gray CM5 mushroom grown in the cool room.

บทคัดย่อ : การผสมแบบโมโน-โมโน(Mono-mono crossing)ระหว่างเห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 กับ พันธุ์ลูกผสม KDCM4(A4) ทำเพื่อปรับปรุงเห็ดนางรมสีเทา คัดได้ลูกผสม 9 สายพันธุ์ที่มีรูปร่างและคุณภาพดีโดยมีการเปรียบเทียบผลผลิตของลูกผสมทั้งเก้า ซึ่งต่อมาคัดเหลือ 6 สายพันธุ์ (Q1-Q6) ที่มีผลผลิตสูงเพื่อใช้ศึกษาต่อไป สายพันธุ์ Q1 ให้ผลผลิตสูงสุด การผสมแบบไดมอน (Di-mon) เป็นการผสมระหว่าง เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (Monokaryon) จาก Q1

¹ ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200

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

กับเส้นใยนิวเคลียส (Dikaryons) จาก Q1-Q6 และพันธุ์พ่อแม่อื่นอีกห้าสายพันธุ์คือ KD1, KD2, KDCM2, KDCM3, KDCM4(A4) คัดลูกผสมได้ 9 สายพันธุ์ที่มีลักษณะและคุณภาพดี จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับผลผลิตกับพันธุ์พ่อแม่ที่เป็นเห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CMS กับเห็ดนางรมสีขาว CM1 หรือชนิดฟลอริดา ที่อุณหภูมิห้อง เห็ดนางรมชนิดฟลอริดา ให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมแบบ Di-mon ของกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ Di-mon เหล่านี้จะให้ผลผลิตระดับเดียวกับสายพันธุ์เริ่มต้นคือ เห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CMS ที่เพาะในห้องเย็น

Index word : การปรับปรุงพันธุ์เห็ด, เห็ดนางรมชนิดสีเทา, การผสมพันธุ์เห็ด

Hybridization, Oyster mushroom, *Pleurotus*, mushroom breeding

คำนำ

เห็ด จัดเป็นอาหารนิยมนับรโศกกันมาก เนื่องจากมีรสชาติดี มีคุณค่าทางอาหารสูง (ปัญญา, 2532) สามารถเจริญได้ดีในฤดูที่ชุ่มชื้น (ดิพร้อม, 2525) การเพาะเห็ดเริ่มแรกให้ผลผลิตต่ำ ต่อมาจึงมีการทดลองในเห็ดกระดุมซึ่งถือเป็นจุดเริ่มในการเพาะเห็ดที่บริโภคได้ (อานนท์, 2523) เห็ดนางรมสีเทาเป็นเห็ดเกิดดอกได้ดีในภาคเหนือเฉพาะฤดูหนาว เกิดดอกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20°ซ ดอกเห็ดมีกลิ่นและรสชาติดีเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคพอใจที่อุณหภูมิสูงดอกเห็ดจะสีขาวซีด คุณภาพเลวลง จนกระทั่งไม่สามารถออกดอกได้ ดังนั้นในฤดูร้อน ถ้าต้องการผลผลิตเห็ดชนิดนี้ต้องเพาะในห้องเย็น ด้วยเหตุนี้การสร้างสายพันธุ์เห็ดทางการค้าให้ทนต่ออุณหภูมิสูงแต่คงคุณภาพดีเอาไว้จึงเป็นสิ่งที่ปรารถนาของนักปรับปรุงพันธุ์ (Eger, 1978)

เห็ดนางรมที่เพาะเลี้ยงกันปัจจุบัน แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

ก. เห็ดนางรมชนิดสีขาว (White, Summer หรือ Florida type) เป็นสายพันธุ์ที่สามารถสร้าง

ดอกเห็ดได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 20°ซ โดยไม่จำเป็นต้องได้รับอุณหภูมิต่ำเสียก่อน ดอกเห็ดมีสีขาว มีขนาดเล็กและบางกว่าชนิดสีเทา ให้ผลผลิตสูงกว่าชนิดสีเทาแต่รสชาติสู้เห็ดชนิดสีเทาไม่ได้

ข. เห็ดนางรมชนิดสีเทา (Gray, Winter type) เป็นสายพันธุ์ที่สามารถสร้างดอกเห็ดได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20°ซ ดอกสีเทา มีขนาดใหญ่ หนากว่าและรสชาติดีกว่าเห็ดชนิดสีขาว

หมวดเห็ดนางรมชนิดสีขาว มีส่วนประกอบของน้ำมากกว่าและมีน้ำหนักแห้งต่ำกว่าหมวดเห็ดชนิดสีเทา (Kalperter, 1974) เห็ดทั้งสองชนิดนี้สามารถผสมกันได้ แสดงว่าเห็ดดังกล่าวนี้จัดเป็นชนิด (Species) เดียวกัน (Eger, 1978) เห็ดนางรมมีระบบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศระบบ Heterothallism รูปแบบ Tetrapolar เป็นการสืบพันธุ์ที่ถูกควบคุมโดยสองปัจจัย คือ A และ B ปัจจัย A ควบคุมการเข้าสู่ของนิวเคลียส และการสร้างข้อยึดระหว่างเซลล์ ส่วนปัจจัย B ควบคุมการเคลื่อนย้ายนิวเคลียสและการเชื่อมของข้อยึดระหว่างเซลล์ (Raper, 1978) ในปี ค.ศ 1968 มีรายงานว่าดอกเห็ดสกุลนี้ประกอบด้วย ปัจจัย A 63 ปัจจัย และปัจจัย

B 190 ปังจ๊ัย เมื่อเกิดการผสมกันแล้วนำไปเลี้ยงต่อ เพื่อให้เกิดดอกเห็ดจะมี 25% ของจำนวนคู่ผสม ทั้งหมดที่เกิดดอกเห็ดที่สมบูรณ์ได้ (Ergenio and Anderson , 1968)

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อปรับปรุงพันธุ์เห็ดนางรมสีเทาให้สามารถทนอุณหภูมิสูงได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการวิจัยที่โรงปฏิบัติงานเห็ดของภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่าง 1 พฤศจิกายน 2538 ถึง 22 กุมภาพันธ์ 2540 ประกอบด้วย 4 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพและคัดเลือกลูกผสมระหว่างเห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 กับลูกผสม KDCM4(A4) โดยรวบรวมสปอร์จากเห็ดทั้ง 2 พันธุ์ จากนั้นจึงคัดเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดทั้งสองชนิดอย่างละ 16 สายเชื้อ แบ่งการเจริญของเส้นใยเป็น 4 กลุ่มตามค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ กลุ่มที่เจริญเร็วมาก เจริญเร็ว เจริญช้า และเจริญช้ามาก ซึ่งสายเชื้อเห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 ใช้รหัส A, B, C, D และเห็ดลูกผสม KDCM4(A4) ใช้รหัส E, F, G, H ตามลำดับแล้วนำมาผสมกันคัดเลือกลูกผสมและนำไปเพาะลงถุงเชื้อ 1 สายพันธุ์ ต่อ 5 ถุง เมื่อเกิดดอกเห็ดแล้วพิจารณาคัดเลือกดอกเห็ดที่มีลักษณะดอกปกติ คุณภาพดี ดอกหนา เนื้อเปราะ 9 สายพันธุ์

การบันทึกผลการทดลอง

1. คุณภาพของดอก ได้แก่ ลักษณะดอกปกติ ความหนา ความเปราะ สีของดอก
2. จำนวนถุงวัสดุเพาะต่อสายพันธุ์ที่ดอกปกติ
3. จำนวนวันที่ออกดอกนับจากต่อเชื้อ (วัน)

การทดลองที่ 2 ทดลองความสามารถในการให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันของเห็ดลูกผสมของสายพันธุ์ที่คัดไว้ 9 สายพันธุ์ จากการทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) 1 หน่วยทดลองเท่ากับ 5 ถุง 6 ซ้ำ เพาะ 2 ฤดูกาลโดยแต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน คือฤดูกาลที่ 1 ตั้งแต่ 30 เมษายน - 21 กรกฎาคม 2539 และฤดูกาลที่ 2 ตั้งแต่ 2 มิถุนายน - 23 สิงหาคม 2539 แล้วคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงจากการเพาะทั้ง 2 ฤดูกาลโดยคัดเลือกเอาอันดับที่ 1 - 6

การบันทึกผลการทดลอง

1. น้ำหนักสดของดอกเห็ด (กรัม)
2. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Statistix version 3.5 ของ NH analytical software โดยการวิเคราะห์ test of AOV assumption analysis of variance ANOVA , CV. และ LSD.

การทดลองที่ 3 การศึกษาคุณภาพและคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 2 (F₂) โดยคัดเลือกสปอร์เดี่ยวของสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดในการทดลองที่ 2 จำนวน 1 สายพันธุ์ โดยเก็บและคัดเลือกเส้นใยจากสปอร์เดี่ยว 20 สายเชื้อ หลักการคัดเลือกเหมือนการ

ทดลองที่ 1 โดยใช้รหัส R, S, T และ U นำมาผสมแบบ Di-mon กับสายพันธุ์เส้นใยนิวเคลียสคู่คือสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดที่ 1-6 ในลูกผสมชั่วที่ 1 โดยใช้รหัส Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6 ตามลำดับ และสายพันธุ์ KD1, KD2, KDCM2, KDCM3 และ KDCM4(A4) จากนั้นคัดเลือกลูกผสมที่ผสมกันได้นำมาเพาะลงถุงซีลื้อย 1 สายพันธุ์ 3 ถุง เมื่อเกิดดอกเห็ดแล้วพิจารณาคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดอกเห็ดมีลักษณะดอกปกติคุณภาพดี ดอกหนา เนื้อเปราะ ไว้ 9 สายพันธุ์

การบันทึกผลการทดลอง

แบบเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างพันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการทดลองที่ 3 กับพ่อแม่ดั้งเดิม คือเห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 และเห็ดนางรมชนิดสีขาว หรือฟลอริดาวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ 1 หน่วยทดลองเท่ากับ 8 ถุง ทำ 6 ซ้ำพบว่าผลผลิตของลูกผสมทั้ง

9 สายพันธุ์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจน คือกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงและให้ผลผลิตต่ำ ไม่สามารถวิเคราะห์ทางสถิติร่วมกันได้ จึงได้แบ่งการวิเคราะห์ทางสถิติออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงกับกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำ

การบันทึกผลการทดลอง

แบบเดียวกับการทดลองที่ 3

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาคุณภาพและการคัดเลือกลูกผสมระหว่างเห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 กับเห็ดลูกผสม KDCM4(A4) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่เกิดจากการผสมระหว่างเห็ดนางรมสีเทากับเห็ดนางรมสีขาว จากจำนวน 256 คู่ผสม มี 107 คู่ที่ตรวจพบข้อยัดระหว่างเซลล์ และเมื่อนำมาเพาะเพื่อทดสอบคุณภาพของดอกในช่วงระหว่าง 3 มีนาคม 2539 ถึง 22 เมษายน 2539 มีเพียง 15 สายพันธุ์ลูกผสมเท่านั้นที่เกิดดอก (คิดเป็น 6% ของคู่ผสมทั้งหมด) และมีเพียง 9 สายพันธุ์ที่มีคุณภาพดี

Table 1 Nine strains F1 hybrid with normal shape and thick fruit bodies, good qualities and other characteristics were selected.

Number	Combinations of CM5 x KDCM4	Incubation days (day)	Fruiting bags (bag / 5 bags)	Characters of fruit bodies
1	B2 x F4	38	5	normal shape, thick and fragile, gray
2	B 3 x F1	40	4	slightly wavy edge, thin and fragile, white
3	C1 x F4	33	3	normal shape, thin, fragile, white
4	C2 x F4	33	3	normal shape, thick, fragile, white
5	C3 x F1	39	3	normal shape, thick, fragile, light gray
6	C3 x G2	37	2	normal shape, thick, fragile, white
7	C4 x F1	44	4	normal shape, thin, fragile, white
8	D2 x F1	44	3	slightly wavy edge, thick and fragile, light gray
9	D3 x G2	43	3	normal shape, thick, fragile, gray

Note : CM5 (A, B, C, D) gray oyster mushroom and KDCM4(A4) (E, F, G, H) hybrid strain

(ตาราง 1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bresinsky et al. (1987) อ้างถึง Hilber(1982) ซึ่งผสมพันธุ์ *P. var. nebrodensis* x *P. var. eryngii* พบว่าสามารถผสมเข้ากันได้ (Compatibility) 6 % Bresinsky et al. (1987) อ้างถึง Cailleux et al. (1981) ซึ่งว่าการที่มีอัตราการเกิดดอกเห็ดต่ำนี้ อาจมีสาเหตุตามที่ว่าถูกผสมข้าม Eco-type ของ *P. eryngii* ที่เป็นเส้นใยนิวเคลียสคู่หนึ่งได้รับการบกพร่องจากความสมบูรณ์ทางการสืบพันธุ์ (Fertility) ตั้งแต่ 40-50% ซึ่งแบ่งสาเหตุได้เป็น ไม่เกิดดอกเห็ด 14-33% หยุดการสร้างครีบ 8-10% ดอกและโครงสร้างของครีบไม่พัฒนา (รบกวนการรวมตัวของนิวเคลียส) 2-10% และนอกจากนี้ เส้นใยนิวเคลียสคู่ที่ไม่สามารถสร้างดอกเห็ดได้ อาจเนื่องมาจากถูกผสมมียีนที่ไม่ทนสภาพอากาศร้อน อันเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของเห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 ซึ่งปกติต้องเพาะในสภาพ

ห้องเย็นจึงจะออกดอกได้ดี จากรายงานของ Eger (1978) ได้ทดลองผสมเห็ด *Pleurotus* ระหว่างเชื้อพันธุ์ ที่ไวต่ออุณหภูมิกับเชื้อพันธุ์ที่ไม่ไวต่ออุณหภูมิ พบว่ายีนที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการเกิดดอกเห็ด *Pleurotus* ไม่ได้ถูกควบคุมโดยยีนเพียงตัวเดียว (Single gene) จากการศึกษานี้เห็น *Coprinus macrorhizus* คาดว่ามีอัลลีล (Allele) อย่างน้อยที่สุด 2 อัลลีลของแต่ละยีนที่เกี่ยวข้องในการไวต่ออุณหภูมิ อัลลีลที่ไวต่ออุณหภูมิสามารถที่รวมกับอัลลีลที่ไม่ไวต่ออุณหภูมิ

Muller (1989) พบว่า ปัจจัยของสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับชีวเคมีของเห็ด การพัฒนาของดอกเห็ด *Pleurotus ostreatus* ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิซึ่งอุณหภูมิจะมีบทบาทต่อการทำงานของเอ็นไซม์ สายพันธุ์ที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิจะไม่สามารถเกิดดอกเห็ด

ที่อุณหภูมิสูงกว่า 20°ซ เพราะที่อุณหภูมิดังกล่าวจะทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ลดลงเอง ซึ่งจะไปรบกวนความสมดุลอันบอบบางระหว่างการสังเคราะห์และการสลายตัวของส่วนประกอบของผนังเซลล์ และสายพันธุ์ที่ทนร้อนสามารถเกิดออกได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 32 - 35°ซ เพราะเอนไซม์โปรติเอส (Protease) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ต้องพึ่งพาโลหะนี้ จะทำให้เอนไซม์ที่อยู่ผนังเซลล์สลายตัวหยุดทำงานไปบางส่วน มีผลทำให้ยังคงเกิดความสมดุลที่อุณหภูมิสูงได้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 40°ซ การควบคุมการสังเคราะห์และการสลายตัวจะล้มเหลว เพราะเอนไซม์โปรติเอสจะหยุดทำงานจากการที่อุณหภูมิสูงเกินไป

เห็ดลูกผสมชั่วที่ 1 (F1) ที่ผ่านการคัดเลือกคุณภาพจำนวน 9 สายพันธุ์ ส่วนใหญ่จะเป็นการผสมโดยใช้กลุ่มของเส้นใยที่มีการเจริญต่างกลุ่มกัน และจากคู่ผสมทั้งหมด 256 คู่ แต่เกิดดอกเห็ดเพียง 15 สายพันธุ์ ส่วนใหญ่เป็นการผสมระหว่างกลุ่มที่เจริญเร็วกับเจริญช้า ดังนั้นจึงสามารถใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาได้ว่าการผสมแบบโมโน-โมโน (mono-mono crossing) ควรนำเส้นใยกลุ่มที่เจริญเร็วกับเจริญช้ามาใช้ในการผสมเพราะทำให้เกิดดอกได้ดีและจากการทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตทำ 2 ฤดูกาล ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

Table 2 Fresh weight yield of 9 (mono x mono) hybrid between gray oyster mushroom (CM5) and hybrid strain of KDCM4 (A4) crop 1 grown in hot summer (during 30 April - 21 July 1996) and crop 2 in rainy season (2 June - 23 August 1996).

Strains	Combination	Rename	Fresh weight yield (g /bag / 52 day)		
			Crop 1	Crop 2	Mean
1	(C3XF1)	Q1	110.70 a	120.90 a	115.80 a
2	(C3XG2)	Q6	56.07 bc	43.90 e	49.98 def
3	(C2XF4)	Q9	38.47 c	42.20 e	40.33 f
4	(C4XF1)	Q2	68.87 b	95.60 ab	82.27 b
5	(C1XF4)	Q7	34.80 c	59.00 cde	46.90 ef
6	(B3XF1)	Q5	49.60 bc	72.87 bcd	61.23 cde
7	(B2xF4)	Q8	40.43 c	48.67 de	44.55 ef
8	(D2xF1)	Q3	71.68 b	84.93 bc	78.31 bc
9	(D3xG2)	Q4	66.63 b	69.37 bcde	68.00 bcd
G.M			59.70	70.82	65.26
C.V.			34.43 %	34.91 %	34.83 %

Note : Confidential limit = 95 %, 6 replication, 5 bags per an experimental unit

สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดในกลุ่มจะเป็น คู่ผสมระหว่างกลุ่มเส้นใยที่มีการเจริญเร็วกับเจริญ ช้า คือ สายพันธุ์ที่ 1 (C3x F1) หรือ Q1 ซึ่งจะสังเกต เห็นว่าลูกผสมระหว่างกลุ่มเส้นใย จะมีความ สามารถในการให้ผลผลิตสูงกว่าลูกผสมที่เกิดจาก การผสมภายในกลุ่ม และความสามารถในการ ให้ผล ผลิตจะไม่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลที่เพาะ หรือความ สามารถในการให้ผลผลิตไม่มี Interac- tion กับฤดูกาลเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตที่ทดสอบ ทั้งสองฤดู คือช่วงฤดูร้อน (30 เม.ย.-21 ก.ค. 2539) และช่วงฤดูฝน (2 มิ.ย.-23 ส.ค. 2539) จะเห็นว่า ผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จาก ช่วงฤดูฝนจะสูงกว่าผลผลิต เฉลี่ยในฤดูร้อน ดังแสดงในตารางที่ 3

Table 3 Comparison of fresh weight yields of 9 selected strains grown during hot summer (30 April - 21 July 1996) and crop 2 in rainy season (2 June - 23 August 1996).

Season	Fresh weight yield (g / bag / 52 days)
Rainy	70.83 a
Hot summer	59.70 b

Note : Confidential limit = 95 %, GM = 65.26, CV = 34.83 %, 6 replication, 5 bags per an experimental unit

จากการผสมแบบไดมอน (Di-mon-mating) เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว 20 สายเชื้อที่ได้จากสายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูงสุด (สายพันธุ์ที่ 1 (C3x F1) หรือ Q1 จากการทดลองที่ 2) กับเส้นใยที่มีนิวเคลียสคู่ 11 สายพันธุ์ได้คู่ผสม 220 คู่ผสม มี 197 คู่ที่ตรวจเจอ ข้อยี่ระหว่างเซลล์และมีเพียง 139 คู่ผสมที่เกิด ดอกเห็ด (คิดเป็น 63% ของคู่ผสมทั้งหมด) ทดสอบคุณภาพในช่วงระหว่าง 1 ธันวาคม 2539

ถึง 28 กุมภาพันธ์ 2540 จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ของ คู่ผสมที่เพาะแล้วสามารถเกิดดอกได้จะมีปริมาณ มากกว่าการผสมในการทดลองที่ 1 ซึ่งมีเพียง 6% ทั้งนี้เนื่องจากสายพันธุ์ที่มีนิวเคลียสคู่ที่นำมาผสม เป็นสายพันธุ์ที่สามารถออกดอกได้นอกห้องเย็น จึงทำให้ลูกผสมที่ได้มีโอกาสได้รับยีนที่ทนต่อสภาพ อากาศร้อนมากกว่าลูกผสมชั่วที่ 1 (การทดลองที่ 1) และสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือก 9 สายพันธุ์ (ตารางที่ 4) จะมีรูปร่างลักษณะ ความหนา เปราะ และสีของดอกแตกต่างกันมีตั้งแต่สีเทาเข้มเหมือน สายพันธุ์เห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 ซึ่งเป็น สายพันธุ์พ่อแม่ สีเทาอ่อน สีเทาออกขาวแต่ไม่มี ดอกสีขาวและครีบดอกบางเหมือนเห็ดนางรมสีขาว ลูกผสมชั่วที่ 2 (F2) ที่เกิดดอกเห็ดจะมาจากการ ผสมระหว่าง Dikaryon กับ Monokaryon จะมี อัตราการเจริญทุกกลุ่มคือ ไม่มีการผสมกับกลุ่มใด ที่ไม่เกิดดอก การทดสอบผลผลิตลูกผสมชั่วที่ 2 ที่ผ่านการคัดเลือกคุณภาพจำนวน 9 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่คือเห็ดนางรมสีเทา พันธุ์ CM5 และเห็ดนางรมสีขาวพันธุ์ CM1 พบว่า เห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 ออกดอกเพียง 2 ถุง จากจำนวนทั้งหมด 48 ถุง จึงไม่ได้้นำเปรียบเทียบ ผลผลิตกับสายพันธุ์อื่น ๆ จากการเปรียบเทียบ ผลผลิต โดยแบ่งสายพันธุ์ออกเป็น 2 กลุ่มสายพันธุ์ คือ กลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและกลุ่มสายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตต่ำ

กลุ่มสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงคือสายพันธุ์ที่ 1 (Q4x S1), 2 (Q1x T1) และ 3 (Q3x S3) ให้ผลผลิต ไม่แตกต่างทางสถิติโดยให้ผลผลิต 110.9, 112.7 และ 119.5 กรัม/ถุง/crop โดยให้ผลผลิตต่ำกว่า เห็ดนางรมสีขาว (CM1) แตกต่างทางสถิติที่ ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งให้ผลผลิต 140.0 กรัม/ ถุง/crop (ตารางที่ 5)

Table 4 Fruit body characteristics of the nine selected hybrids.

Number	Combination	Incubation days (day)	Fruiting bag (bag / 3 bags)	Characters of fruiting bodies
1	KD1 x U1	38	3	big normal shape, thick, fragile, light gray
2	Q2 x T4	37	3	small normal shape, thick, fragile, light gray
3	Q4 x S1	35	3	big normal shape, thick, fragile, dark gray
4	Q1 x U1	36	2	big normal shape, thick, fragile, gray
5	Q1 x T1	35	3	big normal shape, thick, fragile, dark gray
6	Q3 x S3	36	3	big normal shape, thick, fragile, light gray
7	Q6 x S5	39	3	big normal shape, thick, fragile, and sunken head
8	Q6 x R5	38	3	slightly wavy edeg, thick, fragile, small shape
9	Q6 x T3	42	3	big normal shape, thick, fragile, dark gray

Note : R , S , T , U = monokaryons from F1hybrid (C3 x F1) or Q1 which gave the highest yield compared with Q2 ,Q3 , Q4 , Q5 and Q6 which the latters gave less yield than the formers respectively

Table 5 Fresh weight yield group of F2 hybrids.

Strains	Combinations	Fresh weight yield (g / bag / 52 days)
4	white oyster mushroom	140.0 a
8	(Q3xS3)	119.5 b
2	(Q1xT1)	112.7 b
1	(Q4xS1)	110.9 b

Note: Confidential limit = 95 %, GM = 120.8, CV. = 9.84 %, 6 replication, 8 bags per an experimental unit

แต่เมื่อเปรียบกับผลผลิตเห็ดนางรมสีเทา พันธุ์ CMS ที่เพาะในห้องเย็นจากการทดลองของ สุวรรณ (2540) ซึ่งได้ผลผลิต 112.50 กรัม/ถุง/crop ซึ่งเท่ากับสายพันธุ์ที่ 1, 2 และ 3 ซึ่งให้ผลผลิต 110.9, 112.7, 119.5 กรัม/ต่อ/crop ตามลำดับ ในสภาพนอกห้องเย็น ส่วนกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำมี 6 สายพันธุ์ นั้นไม่น่าสนใจ

ลักษณะการให้ผลผลิตในแต่ละสายพันธุ์ ในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงจะเห็นได้ว่าการให้ผลผลิตเป็นชุด โดยสายพันธุ์ที่ 1, 2 และ 3 จะเก็บผลผลิตได้

2 ชุด ส่วนเห็ดนางรมสีขาวเก็บได้ 3 ชุด และการเริ่มให้ผลผลิตจะเร็วกว่าสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำ โดยสายพันธุ์ในกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำการให้ผลผลิตจะกระจายไม่เป็นชุด และต้องใช้เวลานานกว่าที่จะเริ่มให้ผลผลิต ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ที่จะให้ผลผลิตสูงนั้นจะต้องมีลักษณะการให้ผลผลิตเป็นชุดและให้ผลผลิตเร็ว ในการทดลองครั้งต่อไปควรนำลูกผสมสายพันธุ์กลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงนำไปผสมกับเห็ดนางรมสีขาวเพื่อเป็นการเพิ่มยีนที่ให้ผลผลิตสูงซึ่งให้ผลผลิตสูงถึง 199.1 กรัม/ถุง/crop (ณัฐญา, 2539)

สรุปผลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

การทดลองที่ 1

เมื่อนำเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวมาผสมกัน กลุ่มสมที่พบข้อขัดแย้งระหว่างเซลล์และเกิดดอกเห็ดได้ ส่วนใหญ่เป็นการผสมโดยใช้กลุ่มเส้นใยที่เจริญต่างกลุ่มกัน ซึ่งมักเป็นกลุ่มที่เจริญเร็วผสมกับกลุ่มที่เจริญช้า ดังนั้นการคัดเลือกเส้นใยที่จะใช้ในการผสมพันธุ์ควรคัดเอาเฉพาะกลุ่มที่เจริญเร็วกับเจริญช้า

การทดลองที่ 2

การทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตในฤดูกาลที่ต่างกันของเห็ดสายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 (F1) พบว่าสายพันธุ์กับฤดูกาลจะไม่มีปฏิกริยาร่วมต่อกัน (Interaction) สำหรับการให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยแล้ว ในฤดูฝนจะให้ผลผลิตสูงกว่าในฤดูร้อน

การทดลองที่ 3

การผสมพันธุ์แบบ Di-mon-mating ซึ่งเป็นการผสมกลับเพื่อรวมลักษณะทางพันธุกรรมที่ดีของพ่อแม่มาไว้ยังลูกชั่วที่ 2 (F2) พบว่าลูกผสมที่ได้มีคุณภาพดีกว่าลูกผสมชั่วที่ 1 (F1) คือพบแต่สายพันธุ์ที่คุณภาพดี ดอกหนา กรอบ สีของดอกมีตั้งแต่สีเทาเข้มจนกระทั่งถึงสีขาวออกเทา ไม่พบดอกเห็ดที่คุณภาพไม่ดีเหมือนเห็ดนางรมสีขาว

การทดลองที่ 4

การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างลูกผสมชั่วที่ 2 (F2) กับเห็ดนางรมสีขาวและเห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 ซึ่งเป็นพ่อแม่พันธุ์ พบว่าลูกผสมกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูง เช่น สายพันธุ์ที่ 1(Q4xS1), 2(Q1xT1) และ 3(Q3xT3) ยังให้ผลผลิตสู้เห็ดนางรมสีขาวไม่ได้ แต่ผลผลิตสูงกว่าเห็ดนางรมสีเทาพันธุ์ CM5 ที่เพาะในสภาพนอกห้องเย็น

ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2525. การเพาะเห็ดนางรมชนิดในประเทศไทย. โรงพิมพ์มิตรสยาม, กรุงเทพฯ. 138 น.

ัญญา คำบุญรัตน์. 2539. อิทธิพลของอัตราส่วนเชื้อเลี้ยงไม่จำเพาะเชื้อเลี้ยงไม่จำเพาะที่มีต่อผลผลิตเห็ดนางรมสีขาว. สัมมนาบัณฑิตศึกษา ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 15 น.

ปัญญา โพธิ์ศิริรัตน์. 2532. เทคโนโลยีการผลิตเห็ด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี-การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 590 น.

สุวรรณ จันทร์ดา. 2540. การคัดเลือกโมโนคาร์บอนของเห็ดนางรมเพื่อการผสมพันธุ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 77 น.

อานนท์ เอื้อกระกุล. 2530. การเพาะเห็ดฟาง. แสงทวีการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 258 น.

Bresinsky, A., M. Fischer, B.Meixmer and W. Paulus. 1987. Speciation in *Pleurotus*. Mycologia, 79 (2) : 234-245.

Eger, G. 1978. Biology and breeding of *Pleurotus ostreatus*, p.497-517. In S.T.Chang and W.A. Hays (eds). The Biology and Cultivation of Edible Mushroom. Academic Press, New York.

Ergenio, C.P. and N.A. Anderson. 1968. The genetics and cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Mycologia. 60 : 627-634.

Kalberrer, P.P. 1974. The cultivation of *Pleurotus ostreatus* : Experiments to elucidate the influence of different culture conditions on the crop yield. Mushroom ScienceIX (part I) : 653-661.

Muller, J. 1989. Enzymatic regulation of temperature dependent fruit body morphogenesis in *Pleurotus ostreatus*. Mushroom Science XII (part-I) : 139-149.

Raper, J.R. 1978. Sexuality and Breeding, p. 83-117. In S.T. Chang and W.A. Hays (eds). The Biology and Cultivation of Edible Mushroom. Academic Press, New York.

การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนางรมชนิดฟลอริดาโดยการผสมพันธุ์

Improvement of Florida Type Oyster Mushroom

[*Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kummer]

by Means of Hybridization

ณัฏฐยา คำนูณรัตน์¹ และ วิเชียร ภู่อ่าง¹

Nattaya Khamboonratana¹ and Wichian Pooswang¹

Abstract : From the hybridization between Florida type oyster mushroom and hybrid strain of KDCM4 by means of mono - mono crossing, 12 good characters strains were selected. When yield comparison were made both in rainy and winter season, average growth and yield were higher in winter. Highest yield was obtained from 3 (Py2 x A7) strain with 198.2 g / bag. Monokaryotic mycelium of such strain were used to make di - mon crossing with 5 strains of its parents KD1, KD3, KDCM2, KDCM3, KDCM4 and 5 strains of a progeny but with less yield, 1(Py6 x A9), 4 (Py8 x A7), 5 (Py6 x A1), 6 (Py3 x A1), 7 (Py3 x A7) include its own dikaryon 3(Py2 x A7). There were 220 combinations but only 187 combinations had clamp connections.

Only 9 lines of good characters were selected. The characteristics required were light cream to dark cream colour, round fruit body with cap diameter about 3 - 5.5 cm and very fragile. When yield of hybrids and Florida type oyster mushroom were compared, Florida type oyster mushroom yielded of only 134.2 g / bag while 4 strains yielded even higher with 168.2, 144.2, 148.2, 144.1 g / bag respectively.

¹ ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

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

บทคัดย่อ : การผสมพันธุ์แบบ Mono - mono crossing ระหว่างเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และเห็ดลูกผสม KDCM4 คัดลูกผสมที่มีลักษณะดีได้ 12 สายพันธุ์ เมื่อนำลูกผสมทั้งหมด มาเปรียบเทียบผลผลิต ทั้งในฤดูฝน และฤดูหนาว พบว่า ในฤดูหนาว โดยเฉลี่ยจะมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตสูงกว่าในฤดูฝน สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือสายพันธุ์ที่ 3 (Py2 x A7) ให้ผลผลิตเฉลี่ย 195.8 กรัม / ถุง นำเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (Monokaryotic mycelium) ของสายพันธุ์นี้ (Py2 x A7) ไปผสมแบบ Di - mon crossing กับสายพันธุ์ ที่เป็น เกร็ดญาติเดียวกัน 5 สายพันธุ์ คือ KD1, KD3, KDCM2, KDCM3, KDCM4 และลูกผสมที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยรองลงมาอีก 5 สายพันธุ์ คือสายพันธุ์ที่ 1 (Py6 x A9), 4 (Py8 x A7), 5 (Py6 x A1), 6 (Py3 x A1), 7(Py3 x A7) รวมทั้งตัวมันเอง คือสายพันธุ์ที่ 3 (Py2 x A7) ได้ลูกผสมทั้งหมด 220 คู่ผสม แต่พบข้อผิดพลาดระหว่างเซลล์ 187 คู่ผสม คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะดีได้ 9 สายพันธุ์ คือมีสีครีม ถึงครีมเข้ม พอรุ่มดอกกลม เส้นผ่าศูนย์กลางหมวกดอกประมาณ 3 - 5.5 ซม และมีความแปรปรวนข้างมาก เมื่อนำมาเปรียบเทียบผลผลิตกับเห็ดนางรม ดันกำเนิด พบว่าเห็ดนางรมชนิดฟลอริดาให้ผลผลิตเพียง 134.2 กรัม / ถุง ในขณะที่สายพันธุ์ลูกผสมที่ได้ มีจำนวน 4 สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูงกว่า ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยเป็น 168.2, 144.2, 148.2, 144.1 กรัม / ถุง ตามลำดับ

Index words : การปรับปรุงพันธุ์เห็ด, เห็ดนางรม, การผสมพันธุ์เห็ด
Hybridization, Oyster mushroom, *Pleurotus*, Mushroom breeding

คำนำ

เห็ด จัดเป็นอาหารนิยมนำมารับประทาน เนื่องจากเห็ดมีคุณค่าทางอาหารสูง และบางชนิด ยังมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรค ดังนั้นนักวิชาการ และนักวิทยาศาสตร์ จึงหันมาให้ความสนใจ ด้านการเพาะเห็ด และการทำวิจัยทางด้านนี้ อย่างจริงจัง โดยการนำเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ เข้ามาช่วย ในการเพิ่มผลผลิตเห็ดชนิดต่าง ๆ ให้ได้ผลผลิต เพิ่มขึ้น (ปัญญา, 2532) การปรับปรุงพันธุ์เป็น วิทยาศาสตร์แขนงหนึ่ง ในอดีตการปรับปรุงพันธุ์ เห็ด ได้จากการคัดเลือกสายพันธุ์ดี หรือได้จากการ ชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ แต่ในปัจจุบันได้มีการ ปรับปรุงพันธุ์โดยใช้เทคนิค การนำ พันธุกรรม มารวมกันโดยอาศัยความรู้ด้านการควบคุมวงจรชีวิต และรูปแบบของการแสดงเพศ ของเชื้อรา (Chang, 1982) ในเชิงการค้า เห็ดนางรมชนิดฟลอริดาเป็น เห็ดหนึ่งที่มีการปรับปรุงพันธุ์ ไม่เพียงแต่ในแง่

ของผลผลิตเท่านั้น แต่ควรต้องมีการปรับปรุงพันธุ์ ในแง่ของรสชาติ และกลิ่นอีกด้วย (Eger, 1974)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อการปรับปรุงคุณภาพ และผลผลิตของเห็ด นางรมชนิดฟลอริดา
2. เพื่อการศึกษาลักษณะของลูกผสม ที่เกิดขึ้น จากการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ (Strain)

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองที่ โรงปฏิบัติการเห็ด ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2538 ถึง กันยายน 2540 เพื่อปรับปรุงพันธุ์ในเห็ดนางรม ชนิดฟลอริดา โดยผสมกับลูกผสมต่าง ๆ คือ สายพันธุ์ KD1, KD3, KDCM2, KDCM3 และ

KDCM4 แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 การทดลองคือ

การทดลองที่ 1 การคัดเลือกลูกผสมระหว่างเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และเห็ดลูกผสม KDCM4

นำเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และเห็ดลูกผสม KDCM4 มาแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือกลุ่มที่เจริญเร็วมาก, เจริญเร็ว, เจริญช้า และเจริญช้ามาก ผสมเส้นใยของเห็ดทั้งสองแบบพบกันหมด นำลูกผสมที่สามารถผสมได้ไปเพาะให้เกิดดอกเห็ด คัดเลือกลูกผสมที่มีลักษณะดีออกมา 12 สายพันธุ์ โดยจะบันทึกข้อมูลดังนี้

- 1.1 บันทึกลักษณะภายนอกของลูกผสม ได้แก่ สีดอกเห็ด ลักษณะรูปทรง และเส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกเห็ด ความเปราะของหมวกเห็ด โดยความเปราะของดอกเห็ด วัดเป็นระดับคือ 1 หมายถึง ความเปราะน้อย, เหนียวมาก ระดับ 2 คือ ความเปราะค่อนข้างน้อย, ค่อนข้างเหนียว ระดับ 3 คือ ความเปราะปานกลาง ระดับ 4 คือ ความเปราะค่อนข้างมาก, ค่อนข้างกรอบ ระดับ 5 คือ ความเปราะมาก, กรอบมาก

- 1.2 ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด (วัน)

การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบผลผลิตของเห็ดลูกผสมระหว่างเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และเห็ด KDCM4

นำลูกผสมที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาเพาะให้เกิดดอกเห็ดในช่วงฤดูฝน (เดือน ก.ค) และช่วงฤดูหนาว (เดือน พ.ย) วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมในสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Factorial in Randomized Complete Block Design) โดยมี 12 x 2 กรรมวิธี มี 6 ซ้ำ 1 หน่วยการทดลองมี

5 ถุง โดยปัจจัยที่ 1 คือ ลูกผสมทั้ง 12 สายพันธุ์ ปัจจัยที่ 2 คือ ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝน และฤดูหนาว คัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด และสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตรองลงมาอีก 5 สายพันธุ์ โดยบันทึกข้อมูลดังนี้

- 2.1 บันทึกผลผลิตเป็นน้ำหนักสด (กรัม/ ถุง)
- 2.2 บันทึกระยะเวลาในการเจริญเติบโต ของเชื้อเห็ด (วัน)

การทดลองที่ 3 การศึกษาการผสมกลับ (Backcross) แบบ Di - mon crossing ระหว่างเครือญาติของเห็ดนางรมชนิดฟลอริดาที่คัดไว้

แบ่งเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงสุดจากการทดลองที่ 2 มาแบ่งการเจริญเติบโตออกเป็น 4 กลุ่ม คัดเลือกตัวแทนกลุ่มละ 5 สายพันธุ์ มาผสมกับลูกผสม 11 สายพันธุ์ คือ KD1, KD3, KDCM2, KDCM3, KDCM4 และลูกผสมอีก 6 สายพันธุ์ที่ได้จากการทดลองที่ 2 ซึ่งใน 11 สายพันธุ์นั้นจะเป็นเส้นใยที่มีนิวเคลียสคู่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์มี 220 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธี คือลูกผสมที่ได้จากแต่ละคู่ผสม มี 3 ซ้ำ 1 หน่วยการทดลองมี 1 ถุง คัดเลือกลูกผสมที่มีลักษณะดีออกมา 9 สายพันธุ์ เพื่อใช้ในการทดลองที่ 4 ต่อไป โดยจะบันทึกข้อมูลดังนี้

- 3.1 บันทึกผลผลิตเป็นน้ำหนักสด (กรัม /ถุง)
- 3.2 บันทึกลักษณะภายนอกของลูกผสม

การทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างสายพันธุ์ลูกผสมที่คัดไว้ กับเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา

เพาะเห็ดลูกผสม 9 สายพันธุ์ และเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ มี 10 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 ถึง 9

เป็นลูกผสมที่คัดได้จากการทดลองที่ 3 กรรมวิธีที่ 10 เป็นเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา มี 6 ข้ำ 1 หน่วย การทดลองมี 8 คู่ บันทึกข้อมูลดังนี้

- 4.1 บันทึกผลผลิตเป็นน้ำหนักสด (กรัม/คู่)
- 4.2 บันทึกระยะเวลาในการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด (วัน)
- 4.3 บันทึกช่วงเวลาในการให้ผลผลิต

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 (เมษายน - มิถุนายน 2539)

จากการผสมระหว่าง เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา กับเห็ดนางรมลูกผสม KDCM4 ทั้งหมด 256 คู่ผสม พบว่ามีการผสมเข้ากันได้ คือมีข้อขัดระหว่างเซลล์ 233 คู่ และจากการคัดลักษณะที่ต้องการ คือสีดอก ลักษณะของดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอกเห็ด ความหนา บาง และความเปราะของหมวกดอกเห็ด คัดได้ 12 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 1

Table 1 The fruit bodies characteristic of 12 selected oyster mushroom hybrids.

Strains	Combination	Colour	Shape	Diameter	Thickness of fruit bodies	Fragility	Incubation days (day)
1	Py6 x A9	light gray	round	4 - 5	thick	3	37
2	Py2 x A11	gray	round	4 - 5	thick	4	36
3	Py2 x A7	gray	round	4 - 5	thick	4	41
4	Py8 x A7	gray	round	5 - 6	thick	4	55
5	Py6 x A1	white	round	5 - 8	thick	4	35
6	Py6 x A1	white	round	4 - 5	thick	4	46
7	Py3 x A7	cream	round	3 - 4	very thick	5	48
8	Py14 x A11	gray	round	4 - 5	thick	4	53
9	Py13 x A11	cream	round	4 - 5	thick	4	61
10	Py13 x A1	cream	round	3 - 4	thick	4	54
11	Py16 x A11	gray	round	4 - 5	very thick	5	56
12	Py12 x A9	light gray	round	6 - 9	thick	4	50

Note : 5 = more fragility and 3 = less fragility

การทดลองที่ 2 (กรกฎาคม - กันยายน 2539)

จากสายพันธุ์เห็ดทั้ง 12 สายพันธุ์ ที่ได้จากการทดลองที่ 1 เมื่อนำมาเปรียบเทียบผลผลิตทั้งในฤดูฝน (ออกดอกช่วงเดือนกรกฎาคม) และในฤดูหนาว (ออกดอกช่วงเดือนพฤศจิกายน) พบว่าสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือสายพันธุ์ที่ 3 ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 195.8 กรัม / ถุง จึงคัดสายพันธุ์นี้

รวมกับอีก 5 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตรองลงมา คือสายพันธุ์ที่ 7(Py3 x A7), 1 (Py6 x A9), 6 (Py3 x A1), 4 (Py8 x A7), 5 (Py6 x A1) ซึ่งให้ค่าผลผลิตเฉลี่ย 180.2, 169.3, 161.0, 148.7 และ 130.0 กรัม/ถุง ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่า ผลผลิตเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาวจะสูงกว่าในช่วงฤดูฝน ดังแสดงในตารางที่ 3

Table 2 Average yield and incubation days of 12 selected hybrids in rainy (July) and winter (November) season.

Strains	Combinations	Yield (g / bag)			Incubation days (day)	
		Rainy	Winter	Mean	Rainy	Winter
1	Py6 x A9	156.55 a	182.1 ab	169.3 b	43	31
2	Py2 x A11	93.11 cd	109.0 g	101.1 fg	42	31
3	Py2 x A7	186.66 a	204.9 a	195.8 a	38	28
4	Py8 x A7	125.33 b	172.2 bc	148.7 cd	52	32
5	Py6 x A1	118.99 bc	141.0 def	130.0 de	42	31
6	Py3 x A1	171.10 a	150.9 cd	161.0 bc	43	31
7	Py3 x A7	178.88 a	181.6 ab	180.2 ab	42	32
8	Py14 x A11	98.11 bcd	146.2 cde	122.2 e	52	41
9	Py13 x A11	92.21 cd	141.6 def	116.2 ef	48	32
10	Py13 x A1	68.11 de	120.8 efg	94.44 gh	48	33
11	Py16 x A11	41.66 e	114.6 fg	78.11 h	43	34
12	Py12 x A9	-	-	-	-	-
	LSD	30.122	27.677	20.004		
	CV (%)	21.51	15.79	18.14		

Note : 1) Spawn of strain 12 was not used in this comparison because of green mold contamination.

2) Confidential limit = 95 %

Table 3 Average yield of hybrids in rainy and winter season.

Season	Yield (g / bag)
Rainy	121.0 a
Winter	151.4 b

LSD0.05 = 8.5299

การทดลองที่ 3 (มกราคม - เมษายน 2540)

จากการผสมระหว่าง เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว ของเห็ดลูกผสม Py2 x A7 กับเส้นใยนิวเคลียสคู่ของเห็ดลูกผสมอื่น ๆ อีก 11 สายพันธุ์ พบว่าจากคู่ผสมทั้งหมด 220 คู่ผสม พบว่าการผสมเข้าคู่กันได้ คือมีข้อขัดระหว่างเซลล์ 187 คู่ และจากการคัดลักษณะที่ต้องการ คือสีดอก ลักษณะของดอก เส้นผ่าศูนย์กลางดอกเห็ด และความเปราะของหมวกดอกเห็ด คัดได้ 9 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 4

Table 4 The fruit body characteristics of 9 selected hybrids.

Strains	Combinations	Colour	Shape	Diameter	Position of stalk	Fragility
Q1	P6 x F3	dark cream	round	3.0-3.5	base	4
Q2	P9 x F6	cream	round	3.5-4.0	center	4
Q3	P10 x F3	cream	round	3.5-4.0	base	3
Q4	P11 x F1	dark cream	round	3.0-3.5	base	4
Q5	P13 x F7	cream	round	4.0-5.5	center	4
Q6	P14 x KDCM4	dark cream	round	3.5-4.0	center	4
Q7	P14 x F3	dark cream	round	3.5-4.0	base	3
Q8	P16 x F1	dark cream	round	3.5-4.0	center	3
Q9	P17 x F3	cream	round	3.5-4.5	base	3

การทดลองที่ 4 (พฤษภาคม - กรกฎาคม 2540)

จากการเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างพันธุ์ลูกผสมที่คัดไว้ (Q1 - Q9) กับเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา (Q10) พบว่าสายพันธุ์ Q7 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตรองลงมาคือสายพันธุ์ Q1, Q3 และ Q9 ซึ่งให้ค่าเฉลี่ย

ไม่แตกต่างกัน และทั้ง 4 สายพันธุ์นี้ให้ผลผลิตสูงกว่าเห็ดนางรมชนิดฟลอริดาแต่ในสายพันธุ์ Q2, Q4 และ Q8 ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน พบว่าค่าเฉลี่ยผลผลิตจะต่ำกว่าเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดในการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5

Table 5 Average yield (g / bag), incubation days (day) and duration of yielding (day) of 9 selected hybrid lines and their parent florida oyster mushroom (Q10).

Strains	Combinations	Yield (g / bag)	Incubation days (day)	Duration of yielding (day)
Q1	P6 x F3	144.2 b	30	40
Q2	P9 x F6	100.3 d	35	35
Q3	P10 x F3	148.4 b	30	40
Q4	P11 x F1	105.5 d	35	35
Q5	P13 x F7	-	35	35
Q6	P14 x KDCM4	-	-	-
Q7	P14 x F3	168.2 a	30	40
Q8	P16 x F1	105.3 d	36	34
Q9	P17 x F3	144.4 b	31	39
Q10	Py	134.2 c	30	40

Note : 1) Confidential limit = 95 %, GM. = 131.3, CV. = 16.07 %

2) Q5 had an abnormal fruit body, this no statistical analysis was made.

3) Q6 produced no fruit body.

ผลการทดลอง

1. การคัดเลือกลูกผสมระหว่างเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และเห็ดลูกผสม KDCM4

- 1.1 ลูกผสมที่ได้รับการคัดเลือก 12 สายพันธุ์ จะมีลักษณะใกล้เคียงกันคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกเห็ดประมาณ 4-5 ซม. พอร์มดอกค่อนข้างกลม หมวกดอกหนา และมีความเปราะมาก
- 1.2 ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด จนกระทั่งออกดอกจะอยู่ในช่วง 35 - 61 วัน โดยสายพันธุ์ที่ให้ดอกเห็ดเร็วที่สุด คือสายพันธุ์ที่ 5 ได้จากกลุ่มผสม Py6 x A1 ใช้เวลา 35 วัน นับตั้งแต่วันถ่ายเชื้อ และสายพันธุ์ที่ให้ดอกเห็ดช้าที่สุด คือสายพันธุ์ที่ 9

ได้จากกลุ่มผสม Py13 x A11 ใช้เวลา 61 วัน นับตั้งแต่วันถ่ายเชื้อ ส่วนสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือสายพันธุ์ที่ 3 ได้จากกลุ่มผสม Py2 x A7 ใช้เวลา 41 วัน นับตั้งแต่วันถ่ายเชื้อ

2. การเปรียบเทียบผลผลิตในสองฤดูกาลของเห็ดลูกผสมของเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และเห็ด KDCM4 (ในช่วงนี้ ได้มีการปนเปื้อน ในสายพันธุ์ที่ 12 จึงเหลือสายพันธุ์ เพื่อการศึกษาเพียง 11 สายพันธุ์)

- 2.1 ค่าเฉลี่ยผลผลิตของเห็ดลูกผสม 11 สายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทั้ง 2 ฤดูกาล โดยทั้ง 2 ฤดูพบว่า สายพันธุ์ที่ 3 (Py2 x A7) ให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตสูงสุดคือ 195.8 กรัม / ถุง

- 2.2 ฤดูกาลทั้งสองคือ ฤดูฝน และฤดูหนาว มีผลต่อค่าเฉลี่ยผลผลิตของเห็ดลูกผสม 11 สายพันธุ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในช่วงฤดูหนาว ค่าเฉลี่ยผลผลิตของเห็ดลูกผสม 11 สายพันธุ์ จะให้ค่าสูงกว่าในช่วงฤดูฝน
- 2.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด นับตั้งแต่วันถ่ายเชื้อจนกระทั่งออกดอก ของเห็ดลูกผสม 11 สายพันธุ์ ในช่วงฤดูหนาวจะใช้เวลาสั้นกว่าในช่วงฤดูฝน นั่นคือในฤดูหนาว จะสามารถเก็บดอกเห็ดได้เร็วกว่าในฤดูฝน
3. การศึกษาการผสมกลับแบบ Di - mon crossing ระหว่างเครือญาติของเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา
 - 3.1 การนำเส้นใยที่มีนิวเคลียสเดี่ยว 20 สายพันธุ์ไปผสมกับเห็ด 11 สายพันธุ์ ได้คู่ผสมทั้งหมด 220 คู่ผสม สามารถผสมกันได้ 187 คู่ผสม
 - 3.2 ลูกผสมที่ได้รับการคัดเลือก 9 สายพันธุ์ มีลักษณะโดยรวมคือ มีสีครีม ถึงสีครีมเข้ม พอร์มดอกกลม เส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกดอกเห็ด ประมาณ 3-5.5 ซม และมีความเปราะค่อนข้างมาก
4. การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างพันธุ์ลูกผสมที่ตัดไว้ กับเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา
 - 4.1 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ Q7 ได้จากคู่ผสม P14 x F3 ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตคือ 168.2 กรัม / ถุง ในขณะที่เห็ดนางรมชนิดฟลอริดา ให้ค่าเฉลี่ยผลผลิตเป็น 134.2 กรัม/ถุง
 - 4.2 สายพันธุ์ลูกผสมจำนวน 4 สายพันธุ์ คือ Q1, Q3, Q7 และ Q9 ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และมีลูกผสม 3 สายพันธุ์ คือ Q2, Q4 และ

Q8 ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา

วิจารณ์ผลการทดลอง

การคัดเลือกลูกผสมระหว่างเห็ดนางรมชนิดฟลอริดาและ เห็ดลูกผสม KDCM4 พบว่าลูกผสมที่ได้รับการคัดเลือกส่วนใหญ่ จะตัดไว้แต่ลักษณะที่คล้ายคลึงกับเห็ด KDCM4 คือพอร์มดอกจะค่อนข้างกลม หมวกดอกเห็ดหนา มีความเปราะสูง เพื่อหลีกเลี่ยงลักษณะที่ไม่ดีของเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา คือ ดอกเห็ดจะเล็ก หมวกดอกบางและ ค่อนข้างเหนียว การคัดเลือกในลักษณะนี้เป็นการคัดเลือกทางคุณภาพ เราสามารถมองเห็นและแยกลักษณะต่าง ๆ ได้โดยง่ายด้วยสายตา สำหรับลักษณะทางปริมาณ เช่นผลผลิต ซึ่งควบคุมด้วยยีนหลายตัว การคัดเลือกแบบนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำ สภาพแวดล้อมจะมีบทบาทอย่างมากในการแสดงออกของยีน พันธุ์ที่ถูกคัดเลือกเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไป จะเป็นพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ มากที่สุด (กฤษฎา, 2528)

เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของเห็ดลูกผสมระหว่างเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และเห็ด KDCM4 ที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาทดสอบ ทั้งช่วงฤดูฝน และช่วงฤดูหนาว ซึ่งมีอุณหภูมิ และความชื้นในอากาศต่างกัน พบว่าจะมีผลกระทบต่อระยะเวลาในการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด และการให้ผลผลิตของเห็ดลูกผสม ในช่วงฤดูฝน อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26 - 28°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณ 75 - 92% ส่วนในช่วงฤดูหนาว อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 23 - 27°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณ 62 - 90% สอดคล้องกับงานวิจัยของ

Stamets and Chilton (1983) ซึ่งพบว่าอุณหภูมิที่กระตุ้นให้มีการสร้างคุ่มดอกเห็ด ในเห็ดนางรมชนิดสีขาวคือ 22 - 25°C ดังนั้นในช่วงฤดูหนาวดอกเห็ดจึงเกิดได้เร็ว และให้ผลผลิตดีกว่าในช่วงฤดูฝนซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่า เมื่อพิจารณาภายในกลุ่มของเห็ดลูกผสมที่นำมาทดสอบจะพบว่า สายพันธุ์ที่ 3 ซึ่งได้จากคู่ผสม Py2 x A7 ให้ผลผลิตสูงที่สุดในทั้ง 2 ฤดู แสดงว่าสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิต

การศึกษาการผสมกลับ (Backcross) แบบ Di - mon crossing ระหว่างเครือญาติของเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา โดยใช้สายพันธุ์ที่ 3 (Py2 x A7) เป็นเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวผสมกับลูกผสมอีก 11 สายพันธุ์ที่เป็นเส้นใยนิวเคลียสคู่ เมื่อคัดเลือกลูกผสมที่ได้ พบว่าส่วนใหญ่จะได้จากการผสมตัวเองของสายพันธุ์ที่ 3

วิธีการผสมกลับ คือการนำเอาลูกผสมที่ได้รับ ผสมกลับไปหาพ่อแม่ ในแง่ของการปรับปรุงพันธุ์ การผสมกลับจะทำก็ต่อเมื่อต้องการเสริมลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือเพียงไม่กลักษณะเข้าไปในพันธุ์ที่เห็นว่าเป็นอยู่แล้ว เพียงแต่ขาดลักษณะบางอย่างที่ต้องการ (กฤษณา, 2528) ในกรณีสายพันธุ์ที่ 3 อาจเป็นเพราะลักษณะต่างๆ ที่มีการถ่ายทอด และแลกเปลี่ยนกันระหว่างคู่ผสมค่อนข้างจะอยู่ในสภาพที่สมดุลกันแล้วก็ได้ จึงทำให้ลักษณะที่ได้ค่อนข้างคงที่

การเปรียบเทียบผลผลิตระหว่างพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือกไว้กับเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา พบว่ามี 4 สายพันธุ์ จาก 9 สายพันธุ์ ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และทั้ง 4 สายพันธุ์คือสายพันธุ์ที่ 1, 3, 7 และ 9 ต่างก็เป็นลูกผสมที่เกิดจากการผสมตัวเอง ของสายพันธุ์ Py2 x A4 ทั้งสิ้น ส่วนอีก 5 สายพันธุ์ พบว่า 3 สายพันธุ์คือสายพันธุ์ที่ 2, 4 และ 8 ให้ผลผลิตต่ำกว่าเห็ดนางรมชนิดฟลอริดา และเป็นลูกผสมที่เกิดจากการผสมกันระหว่าง สายพันธุ์ที่ 3 กับสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้จากการทดลองที่ 2 สำหรับในสายพันธุ์ที่ 5 ซึ่งให้ลูกผสมที่มีลักษณะผิดปกติคือรีบเห็ดย่น หมวกดอกไม่บาน มีลักษณะเป็นหลอด Zadrazil (1978) รายงานว่า เป็นอาการที่เกิดจากการถ่ายเทอากาศไม่เพียงพอ (มี CO₂ 1-2% โดยปริมาตร) และมีแสงน้อย อาจเป็นไปได้ว่าสายพันธุ์ที่ 5 ไวต่อปริมาณก๊าซ CO₂ ที่เกิดขึ้นในโรงเรือน หรืออาจเกิดจากหัวเชื้อที่ใช้ผลิตปกติก็ได้ ในสายพันธุ์ที่ 6 พบว่าเชื้อราเดินเต็มถุงแต่ไม่เกิดดอกเห็ด ปัญญา (2532) รายงานว่าสาเหตุอาจเกิดจาก หัวเชื้อที่ใช้อ่อนแอ จึงทำให้เส้นใยไม่พัฒนาไปเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ การเลือกหัวเชื้อจึงมีความสำคัญมาก ต้องเลือกหัวเชื้อที่ดีและแข็งแรงเท่านั้น หรืออาจเกิดจากแมลงหัวพวกไซอาริด (Sciarid) โฟริด (Phorid) และซีลิต (Cecid) เข้าทำลายเมื่อเชื้อราเดินเต็มถุง ดอกเห็ดที่ออกมาจะขาด ความสมบูรณ์หรือไม่มีดอกเห็ดเกิดขึ้นเลย (สมาน, 2526)

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2528. ปรับปรุงพันธุ์พืช.
บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.
155 หน้า.

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2532. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด.
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี
การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 590 หน้า.

สมาน ชินเบญจพล. 2523. ทฤษฎีและหลักปฏิบัติในการ
เพาะเห็ดแชมปิญองและเห็ดเป๋าฮื้อ. ภาควิชาส่งเสริม
และเผยแพร่การเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
เชียงใหม่. 144 หน้า.

Chang, S.T. 1982. Sexuality and strain improvement in
edible mushroom. Mushroom Newsletter for the
tropics. 6(1) : 2 - 6.

Eger, G. 1974. Rapid method for breeding *Pleurotus*
ostreatus. Mushroom Science IX (Part I) : 567 -
573.

Stamets, P. and Chilton, J.S. 1983. The Mushroom Cul-
ticator. Agarikon Press, Washington. 195p.

Zadrazil, F. 1978. Cultivation of *Pleurotus*, P. 521 -
554. In S.T. Chang and W.A. Hayes(eds). The
Biology and Cultivation of Edible Mushroom. Aca-
demic Press, New York.

การพัฒนาวัสดุเพาะและการเปรียบเทียบผลผลิต ของเห็ดนางรมลูกผสม

Development of Culture Media and Yield Comparison of *Pleurotus* Mushroom Hybrids

เจนfang ทิระกันทร¹ และ วิเชียร ภู่อ่าง²

Janefang Tirakantorn¹ and Wichian Pooswang²

Abstract : Suitable culture media for growing oyster mushroom hybrid cultivar KDCM-4 was studied. It was found that Pararubber tree and Kapok tree sawdust at the ratio 1:1, 1% lime, 1.5% of $MgSO_4$, 20% rice bran and 74% moisture content of the culture media gave the highest yield. When this mixture of culture media (Formula 1) were compared with another media (Formula 2) of the same ratio of sawdust, 1% lime 0.2% $MgSO_4$, 10% rice bran and 70% of moisture content of the media. It was found that Formula 1 gave higher yield.

Yield potential of 5 *Pleurotus* mushroom hybrids were compared with their parents KD1 from Japan and CM1 stock of the Department of Horticulture CMU. CM1 gave the highest yield followed by KDCM-4. Electrophoretic isozyme assays of esterase, peroxidase and acid phosphatase were conducted on 7 strains on 8.5% polyacrylamide gel. The results indicated that the enzyme pattern of hybrids have the relation with their parents. Most of enzyme bands of the *Pleurotus* mushroom hybrids were similar to *Pleurotus ostreatus* from Japan (KD1)

บทคัดย่อ : การศึกษาวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการเพาะเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ KDCM-4 พบว่าการผสมขี้เลื่อยไม้ยางพารา และไม้ขนุนอัตราส่วน 1:1, ปูนขาว 1%, แมกนีเซียมซัลเฟต 1.5%, รำละเอียด 20% และความชื้นในวัสดุเพาะ 74% ให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อนำส่วนผสมข้างต้น (สูตรที่ 1) มาเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะสูตรที่ 2 โดยมีอัตราส่วนขี้เลื่อยเค็ม, ปูนขาว 1%, แมกนีเซียมซัลเฟต 0.2% , รำละเอียด 10% และความชื้นในวัสดุเพาะ 70% พบว่าวัสดุเพาะสูตรที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุด

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50002

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

การทดสอบผลผลิตเห็ดลูกผสม 5 สายพันธุ์เปรียบเทียบกับแม่พันธุ์นางรมจากญี่ปุ่น (KD1) และแม่พันธุ์นางรมฮังการีของภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (CM1) พบว่า CM1 ให้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาได้แก่ ลูกผสมสายพันธุ์ KDCM-4 เมื่อนำเห็ดทั้ง 7 สายพันธุ์มาวิเคราะห์หารูปแบบไอโซไซม์ Esterase, Peroxidase และ Acid phosphatase โดยใช้ Polyacrylamide gel 8.5% ผลปรากฏว่าไอโซแกรมของเส้นใยเห็ดลูกผสมมีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับไอโซแกรมของเส้นใยพ่อแม่ โดยแถบสีส่วนใหญ่คล้ายกันกับแถบสีของแม่พันธุ์นางรมจากญี่ปุ่น

Index words : เห็ดนางรมฮังการี, ไอโซไซม์, ไอโซแกรม, หน่วยทดลอง

Pleurotus, Electrophoretic isozyme, Esterase, Peroxidase, Acid phosphatase

บทนำ

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้รับลูกผสมเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) จากมหาวิทยาลัยคินกิ ประเทศญี่ปุ่น จำนวน 3 สาย ได้นำมาปรับปรุงพันธุ์ โดยผสมกับสายพันธุ์เห็ดลูกผสมของภาควิชาคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ใหม่ 5 สายพันธุ์ ทั้งห้าสายพันธุ์เกิดจากการคัดแยกสปอร์เดี่ยวของเห็ดนางรมลูกผสม แล้วนำมาผสมกับเห็ดลูกผสมที่ได้จากมหาวิทยาลัยคินกิ ประเทศญี่ปุ่น แต่เนื่องจากยังไม่ทราบศักยภาพในการผลิตและวัสดุเพาะที่เหมาะสม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาศักยภาพของการผลิตและวัสดุเพาะที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสายพันธุ์เห็ดลูกผสมนี้ ในการจำแนกสายพันธุ์เห็ดนับวันจะมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การใช้ลักษณะการแสดงออกภายนอก (Phenotype) ของเห็ดไม่สามารถบ่งบอกถึงความแตกต่างของสายพันธุ์ที่มีความใกล้ชิดกันได้ การใช้เครื่องอิเล็กโตรโฟรีซิสเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผลดีและรวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ ที่ใช้กันในปัจจุบัน สำหรับเชื้อราได้มีการศึกษาไอโซไซม์โดยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสมาในช่วง 1960 และปัจจุบันมีวิธีการศึกษาการผันแปรของไอโซไซม์ในระดับโลกแล้ว เดียวใน *Agaricus brunnescens* และในเชื้อราอื่น (Deniel, 1982) นอกจากนี้การวิเคราะห์ไอโซไซม์ยังใช้เป็นเครื่องช่วยในการจัด

จำแนกเห็ดในกลุ่ม *Agaricus* และ *Polyporus* หรือหาความ แตกต่างภายในชนิด (Intraspecies) ของเห็ดพวก *Agaricus bisporus* และเห็ดฟาง (Zervakis et al. 1994) ดังนั้น การศึกษาไอโซไซม์โดยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส น่าจะเป็นการตรวจสอบความผันแปรของพันธุ์เห็ดลูกผสมได้ดี ซึ่งจะนำมาใช้เป็นประโยชน์ ในการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคตได้

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาและทดสอบวัสดุที่เหมาะสมในการผลิตเห็ดนางรมลูกผสม
2. ทดสอบผลผลิตของสายพันธุ์เห็ดนางรมลูกผสม

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราส่วนของวัสดุเพาะระหว่างขี้เลื่อยของไม้ยางพารา ไม้ฉำฉา และไม้หนุ่นที่มีต่อผลผลิตเห็ดลูกผสมพันธุ์ KDCM-4 และศึกษาขนาดส่วนทดลองที่เหมาะสม

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ มี 6 กรรมวิธี คือ ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราอย่างเดียว ขี้เลื่อยไม้หนุ่นอย่างเดียว อัตราส่วนระหว่างขี้เลื่อยไม้ยางพาราต่อไม้หนุ่น 3:1, 1:1, 1:3 และอัตราส่วน

ระหว่างเชื้อไมยขาวพาราต่อเชื้อไมยดำ 1:1 มี 12 ชั่วโมงหนึ่งหน่วยการทดลองเท่ากับ 6 ถัง การศึกษาขนาดหน่วยทดลองที่เหมาะสม โดยหนึ่งหน่วยการทดลองที่เหมาะสมในการทดลองนี้ จะนำไปใช้ในการทดลองที่ 2-6

การทดลองที่ 2 ศึกษาระดับปูนขาวและแมกนีเซียมซัลเฟตที่เหมาะสมในการผลิตเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ KDCM-4

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ โดยมีปัจจัยต่างๆ ดังนี้ 1) ระดับปูนขาว 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง 2) ระดับแมกนีเซียมซัลเฟต 3 ระดับ คือ 1.5, 3.0 และ 4.5% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง รวม 10 กรรมวิธีที่ไม่ใส่ทั้งปูนขาวและแมกนีเซียมซัลเฟต 12 ชั่วโมงหนึ่งหน่วยการทดลองเท่ากับขนาดหน่วยทดลองที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 ศึกษาระดับรำข้าวที่เหมาะสมในการผลิตเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ KDCM-4

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ รวม 5 กรรมวิธี คือระดับรำข้าว 8, 14, 20, 26 และ 32% ของน้ำหนักแห้ง 12 ชั่วโมงหนึ่งหน่วยการทดลองเท่ากับ ขนาดหน่วยทดลองที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 4 ศึกษาระดับความชื้นที่เหมาะสมในการผลิตเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ KDCM-4

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ รวม 3 กรรมวิธี คือระดับความชื้น 70, 72 และ 74% ของน้ำหนักเชื้อแห้ง 12 ชั่วโมงหนึ่งหน่วยการทดลองเท่ากับ ขนาดหน่วยทดลองที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 5 ทดสอบสูตรวัสดุเพาะที่เหมาะสมในการผลิตเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ KDCM-4

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ รวม 2 กรรมวิธี คือวัสดุเพาะสูตรที่ 1 เป็นการนำผลการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ใช้เป็นวัสดุร่วมกัน และสูตรที่ 2 เป็นวัสดุเพาะที่ใช้เพาะเห็ด KDCM-4 ตั้งแต่เริ่มการทดลอง มี 12 ชั่วโมงหนึ่งหน่วยการทดลองเท่ากับ ขนาดหน่วยทดลองที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 6 ทดสอบผลผลิตสายพันธุ์เห็ดลูกผสมสกุลพลูไรด์สที่คัดไว้ได้ห้าสายพันธุ์เปรียบเทียบกับแม่พันธุ์จากญี่ปุ่น (KD1) และแม่พันธุ์นางรมฮังการีของภาควิชาพืชสวน (CM1)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ รวม 7 กรรมวิธี คือ เห็ด KD1, CM1, KDCM-1, KDCM-2, KDCM-3, KDCM-4 และ KDCM-5 มี 12 ชั่วโมงหนึ่งหน่วยการทดลองเท่ากับขนาดหน่วยทดลองที่เหมาะสมจากผลการทดลองที่ 1

การบันทึกผลในการทดลองที่ 1-6

1. ช่วงเวลาและจำนวนครั้งของการเก็บเกี่ยวผลผลิต
2. ผลผลิตเป็นน้ำหนักสด (กรัมต่อถุง)

การทดลองที่ 7 ศึกษาลักษณะไอโซไซม์ในเส้นใยเห็ด

โดยใช้เชื้อเห็ด 7 สายพันธุ์ที่เก็บไว้ใน Stock culture มาวิเคราะห์ไอโซไซม์ 3 ชนิด คือ Esterase, Peroxidase และ Acid phosphatase รวม 2 ชั่วโมง

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาอัตราส่วนของวัสดุเพาะระหว่าง ขี้เลื่อยไม้ยางพาราและขี้เลื่อยไม้หนุ่นที่มีต่อผลผลิตเห็ดลูกผสมพันธุ์ KDCM-4 พบว่า การใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และขี้เลื่อยไม้หนุ่นในอัตราส่วน 1:1 ให้ผลผลิต สูงสุด ขี้เลื่อยไม้หนุ่นล้วนให้ผลผลิตต่ำสุด (ตาราง ที่ 1) ซึ่งแตกต่างจากผลการทดลองของ สุวรรณิ (2540) รายงานว่า การใช้ขี้เลื่อยไม้ฉำฉา และขี้เลื่อยไม้ยางพาราในอัตราส่วน 1:1, 1:3

และใช้ขี้เลื่อย ไม้ยางพาราเพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตสูง โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ การศึกษาขนาดหน่วย ทดลองที่เหมาะสมพบว่า จำนวนถุงเพิ่มขึ้น ค่า CV จะลดลงอย่างรวดเร็วในระยะแรกและลดลงอย่าง ช้าๆ โดยพบว่าบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ประมาณเพิ่มจำนวนถุงจาก 1 ถุงเป็น 2 ถุง ดังนั้น ขนาดหน่วยทดลองที่เหมาะสมควรมี อย่างต่ำ 2 ถุง แต่ในการทดลองนี้จะพบว่าถุงเพาะเห็ดบางถุงไม่เกิด ดอกเห็ด จึงควรใช้หน่วยทดลอง 3 ถุง ในการทดลองครั้งต่อไป

Table 1 Effect of the ratio of sawdust on yields of strain KDCM-4 oyster mushroom.

Ratio of sawdust	Yield (g/bag/crop)
Pararubber tree sawdust 100 %	75.56 b
Kapok tree sawdust 100 %	22.18 d
Kapok tree sawdust : Pararubber tree sawdust 3:1	52.55 c
Kapok tree sawdust : Pararubber tree sawdust 1:1	107.58 a
Kapok tree sawdust : Pararubber tree sawdust 1:3	64.13 b
Rain tree sawdust : Pararubber tree sawdust 1:1	70.53 b

ผลการศึกษาระดับปูนขาวและแมกนีเซียม-ซัลเฟตที่เหมาะสมในการผลิตเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ KDCM-4 พบว่า ระดับแมกนีเซียมซัลเฟตมีผลทำให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้แมกนีเซียมซัลเฟตระดับ 4.5% ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น (ตารางที่ 2) ในแมกนีเซียมซัลเฟต นอกจากจะมีธาตุแมกนีเซียมแล้วยังมีธาตุกำมะถันเป็นองค์ประกอบด้วย โดยธาตุกำมะถันมีผลส่งเสริมการเจริญของเห็ดด้วย สำหรับผลของระดับ

ปูนขาวที่มีต่อผลผลิตเห็ด พบว่า มี Interaction กันโดยการใช้ระดับปูนขาว 1% ทำให้แมกนีเซียม-ซัลเฟตไม่มีผลต่อผลผลิตเห็ด แต่เมื่อปรับระดับปูนขาวขึ้น ระดับแมกนีเซียมซัลเฟตจะมีผลต่อผลผลิตเห็ดทันที ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดทรัพยากรการผลิตจึงควรใช้ปูนขาวที่ระดับ 1% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้งและใช้แมกนีเซียมซัลเฟตระดับ 1.5% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้งในการทดลองครั้งต่อไป

Table 2 Effect of $MgSO_4$ and lime on yields of strain KDCM-4 oyster mushroom.

$MgSO_4$ Lime	1.5	3.0	4.5	Mean
1.0	68.49	69.94	60.62	66.35 a
2.0	48.08	49.45	64.89	54.14 b
3.0	51.23	44.95	74.74	56.97 b
Mean	55.93 b	54.78 b	66.75 a	

* control 50.77

* No $MgSO_4$ and Lime in the media

จากการศึกษาของระดับรำละเอียด 5 ระดับ คือ 8, 14, 20, 26 และ 32% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง ที่มีต่อผลผลิตเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ KDCM-4 ให้ผลผลิตสูงเมื่อใช้รำละเอียดในระดับ 20% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง ส่วนระดับที่ 8, 14 และ 26% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้งให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) การเพิ่มระดับรำจนถึงระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดจะมีผลทำให้ผลผลิตของเห็ดเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ Visscher (1987) รายงานว่าการเติมรำละเอียดในวัสดุเพาะแก่เห็ด *P. ostreatus* สายพันธุ์ S3001 ในปริมาณ 7.5 และ 15 W/W จะช่วยเพิ่มผลผลิตขึ้นจากไม้ไผ่เลื่อยคือ 41 เป็น 51 และ 61 ก.ก/ตัน ระดับรำที่สูงเกิน 20% ทำให้เส้นใยของเห็ดมีลักษณะจับตัวเป็นก้อนหนืดสีน้ำตาลขุ่น ซึ่งลักษณะผิดปกตินี้จะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง ในการศึกษาของ Tan (1981) ทดลองใช้ระดับ 0, 5, 10, 15 และ 20% ของน้ำหนักวัสดุแห้ง พบว่ารำข้าวมากกว่า 5% มีผลยับยั้งเส้นใยของเห็ด *P. ostreatus* สายพันธุ์สีขาวเช่นเดียวกัน สาเหตุอาจเป็นเพราะปริมาณรำมากเป็นการเพิ่มกรดไขมัน (Fatty acid และ Lipid) โดยการศึกษาของ Song

and cho et al. (1989) รายงานว่า น้ำมันพืช (Vegetable oil) และกรดไขมันกระตุ้นการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด แต่กรดไขมันที่มีมากเกินไปมีผลยับยั้งการเจริญของเส้นใย โดยทำปริมาณกรดไขมันรูปที่มีประโยชน์ เปลี่ยนเป็นรูปที่ไม่มีประโยชน์ไม่สามารถนำมาใช้ในการเจริญเติบโต

จากการศึกษาผลของความชื้นในวัสดุเพาะ ที่มีต่อผลผลิตเห็ดลูกผสมพันธุ์ KDCM-4 ที่ระดับความชื้น 70, 72 และ 74% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง ให้ผลผลิตสูงสุด (ตารางที่ 4) การตอบสนองของการให้ความชื้นจะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง การให้ความชื้นมากกว่า 74% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง อาจมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้นได้ แต่จากการศึกษาของ Gerrits (1959) รายงานไว้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในระยะ Spawn กับผลผลิต (กรัม/น้ำหนักวัสดุเพาะแห้ง, กก) มีแนวโน้มที่จะเป็นเส้นโค้งพาราโบลา ในวัสดุเพาะที่มีความชื้นมากเกินไปเส้นใยสามารถเจริญได้แต่จะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ ซึ่งเส้นใยเห็ดที่กำลังพัฒนาเป็นดอกเห็ด ต้องการออกซิเจนมากขึ้น (Zadrazil, 1974)

Table 3 Effect of rice bran on yields of strain KDCM-4 oyster mushroom.

Rice bran (% of sawdust dryweight)	Yield (g/bag/crop)
8	74.75 b
14	49.81 b
20	95.48 a
26	77.23 b
32	58.27 c

Table 4 Effect of moisture content of the media on yields of strain KDCM-4 oyster mushroom.

Moisture content of the media (% of sawdust dryweight)	Yield (g/bag/crop)
70	24.53 b
72	39.63 b
74	56.45 a

จากการทดลองเพาะเห็ดลูกผสมสายพันธุ์ KDCM-4 ในวัสดุเพาะปลูก 2 สูตร โดยมีขี้เลื่อยไม้ยางพารา และ ไม้ไผ่ ในอัตราส่วน 1:1 เป็นวัสดุหลัก พบว่า สูตรอาหารที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยรำละเอียด 20% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง ปูนขาว 1% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง แมกนีเซียมซัลเฟต 1.5% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง ความชื้น 74% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง ให้ผลผลิตมากกว่าสูตรอาหารที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยรำละเอียด 10% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง ปูนขาว 1% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง แมกนีเซียมซัลเฟต 0.2% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง ความชื้น 70% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง ซึ่งสูตรอาหารที่มีปริมาณรำละเอียดและแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น จะให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยทั้งรำละเอียดและ

แมกนีเซียมซัลเฟตจะเป็นแหล่งแร่ธาตุที่เชื้อราต้องการในการเจริญเติบโต แต่จากผลการทดลองที่ 1 ถึง 4 พบว่า ปริมาณรำละเอียดและแมกนีเซียมซัลเฟตที่มีมากเกินไปจะทำให้ผลผลิตลดลงได้

Table 5 Effect of different media on yields of strain KDCM-4 oyster mushroom.

Media	Yield (g/bag/crop)
Formula 1	103.30 a
Formula 2	71.39 b

Table 6 Yield comparison of different strains grown in the same media.

Strain	Yield (g/bag/crop)
KD1	85.30 cd
CM1	124.70 a
KDCM-1	82.83 cd
KDCM-2	86.08 cd
KDCM-3	71.51 de
KDCM-4	105.90 b
KDCM-5	88.13 c

จากผลการทดสอบผลผลิตสายพันธุ์เห็ดลูกผสมสกุลพลูโรดัสที่คัดไว้ห้าสายพันธุ์ เปรียบเทียบกับแม่พันธุ์เห็ดนางรมสีเทาจากญี่ปุ่น (KD1) และแม่พันธุ์นางรมฮังการีสีขาว (CM1) พบว่า แม่พันธุ์นางรมฮังการีสีขาวให้ผลผลิตสูงสุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Kalberer and Kunsch (1974) รายงานว่าเห็ดนางรมสีขาวให้ผลผลิต

สูงกว่าเห็ดนางรมสีเทา เมื่อพิจารณาลูกผสมทั้งห้า สายพันธุ์ พบว่ามีเพียงลูกผสมพันธุ์ KDCM-4 เท่านั้น ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าแม่พันธุ์นางรมสีเทาจาก ญี่ปุ่น โดยลูกผสม อีก 3 สายพันธุ์ อันได้แก่ KDCM-1, KDCM-2 และ KDCM-5 จะให้ผลผลิตต่ำและไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ KD1 อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยด้านอุณหภูมิซึ่งเกี่ยวข้องกับผลผลิตด้วย โดยเห็ด KDCM-4 ที่ทดลองในฤดูฝนและฤดูหนาวให้ผลผลิตสูงกว่าการทดลองในฤดูร้อน ทั้งนี้เป็นเพราะเห็ดแม่พันธุ์ทั้ง 2 สายพันธุ์มีความต้องการอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยลูกผสมทั้ง 5 สายพันธุ์มีแนวโน้มต้องการอุณหภูมิต่ำในการเกิดดอก จากรายงานของ Resinsky *et al.* (1987) รายงานว่าเมื่อผสมเห็ดนางรมจากญี่ปุ่นที่ต้องการอุณหภูมิ 20°C ในการเกิดดอกกับเห็ดนางรมจากเยอรมันที่ต้องการอุณหภูมิ 11 °C ในการเกิดดอก และส่วนน้อย 25% ที่สามารถเกิดดอกได้ในสภาพอุณหภูมิสูงสุด

จากการศึกษาแบบไอโซไซม์ Esterase, Peroxidase และ Acid phosphatase ของเส้นใยนิวเคลียสคู่ 7 สายพันธุ์ พบว่า คู่ผสมพ่อแม่พันธุ์ (KD1 และ CM1) ให้รูปแบบไอโซไซม์ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน และเมื่อพิจารณารูปแบบไอโซไซม์ของลูกผสม พบว่า ลูกผสมทั้ง 5 สายพันธุ์ให้รูปแบบไอโซไซม์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยแถบสีส่วนใหญ่ที่ปรากฏตรงกันกับแถบสีของสายพันธุ์ KD1 เนื่องจาก Isozyme gene จำนวนมากตั้งอยู่บนโครโมโซม (Rahihan *et al.*, 1987) จึงอาจวิเคราะห์ได้ว่ารูปแบบไอโซไซม์ของลูกผสมมีแนวโน้มได้รับพันธุกรรมที่ถ่ายทอดมาจากโครโมโซมของสายพันธุ์ KD1 มากกว่าสายพันธุ์ CK1 จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบไซโมแกรมทั้ง

3 เอนไซม์ สามารถจำแนกแถบไอโซไซม์ได้ 3 ชนิด คือ ไม่เหมือนในพ่อแม่, บางแถบเหมือนในพ่อหรือแม่ หรือเหมือนในทั้งพ่อและแม่ โดยแถบสีที่ไม่พบในพ่อแม่ก็น่าจะมาจากปฏิกิริยาร่วมในทางบวกของพ่อและแม่ และบางแถบที่พบในพ่อหรือแม่นั้นเกิดจากการแสดงออกของยีนเด่น (Dominant expression) (Molitoris, 1979)

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของแถบไอโซไซม์พบว่าแถบไอโซไซม์ Acid phosphatase และ Peroxidase ไม่มีความเข้มข้นมากนัก ทั้งนี้จะเป็นเพราะตัวอย่างเห็ดที่ใช้มีความเข้มข้นของเอนไซม์ไม่เพียงพอ โดยเมื่อ Load ตัวอย่างเห็ดในปริมาณ 50 ไมโครลิตร จะไม่ปรากฏแถบของเอนไซม์และหากเพิ่มความเข้มข้นในปริมาณที่สูงขึ้นจะปรากฏแถบสี ซึ่งแถบไอโซไซม์ Acid phosphatase และ Peroxidase ที่ปรากฏขึ้นในการทดลองนี้ใช้ปริมาณสารตัวอย่าง 100 และ 130 ไมโครลิตรตามลำดับ สำหรับแถบไอโซไซม์ Esterase ปริมาณสารตัวอย่างเท่ากับ 50 ไมโครลิตรน่าจะเหมาะสมแล้ว นอกจากปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์แล้วยังมีปัจจัยเกี่ยวข้องหลายประการ ซึ่งสภาพความเปิดกรด-ด่าง ก็เป็นปัจจัยหนึ่ง โดย Molitoris (1979) พบว่า หากศึกษาไอโซไซม์ Laccases ของเห็ดนางรมในสภาพ pH 8.9 แล้วนั้น รูปแบบไอโซไซม์ที่ได้ของลูกผสมจะไม่เหมือนพ่อแม่ ซึ่งข้อจำกัดมากมายทั้งด้านสภาพแวดล้อมและสภาพภายในเนื้อเยื่อของเห็ดเองจะมีอิทธิพลต่อการแสดงออก ดังนั้นผลของการตรวจสอบที่ได้จึงอาจมีความแปรปรวนหรือผิดพลาดอยู่บ้างจึงควรนำวิธีการอื่นมาใช้ด้วย เช่น เทคนิคทางด้าน RAPD, RFLPS เป็นต้น

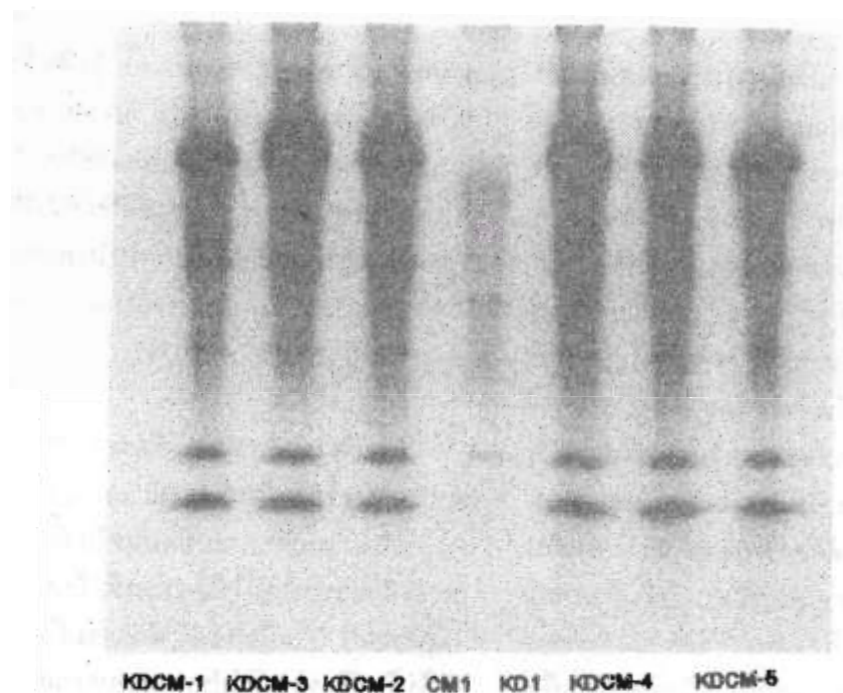


Figure 1 The pattern of esterase isozyme of 7 strains oyster mushroom.

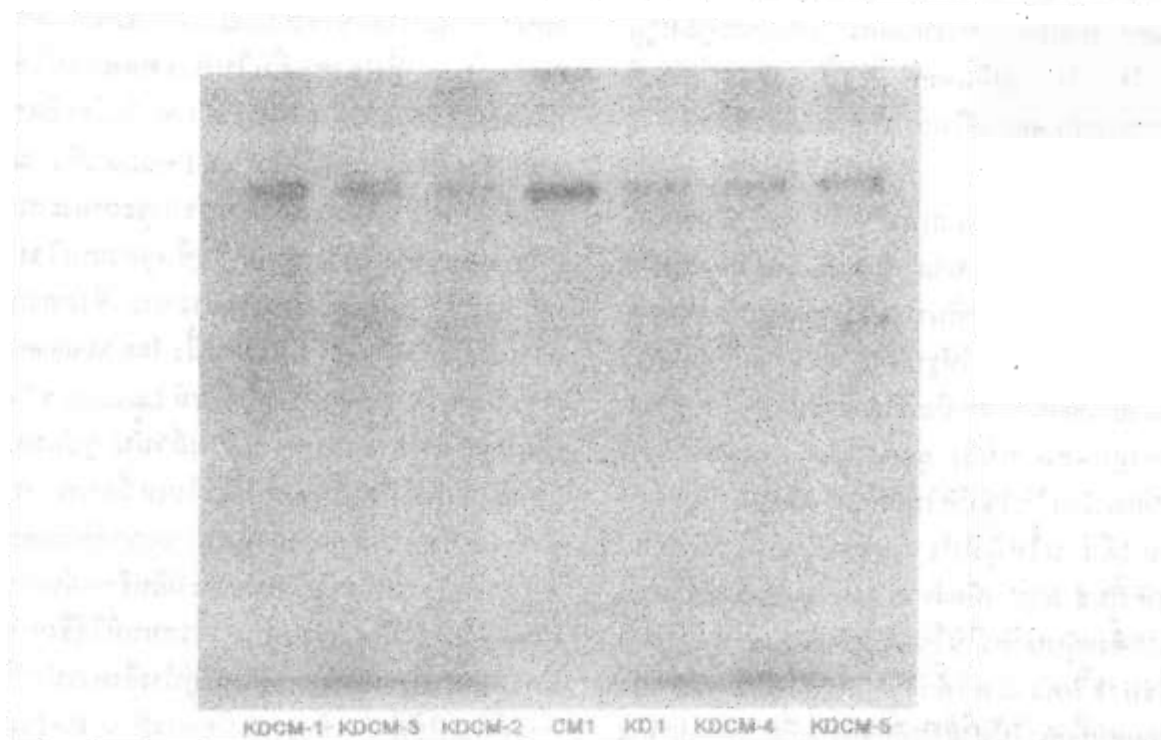
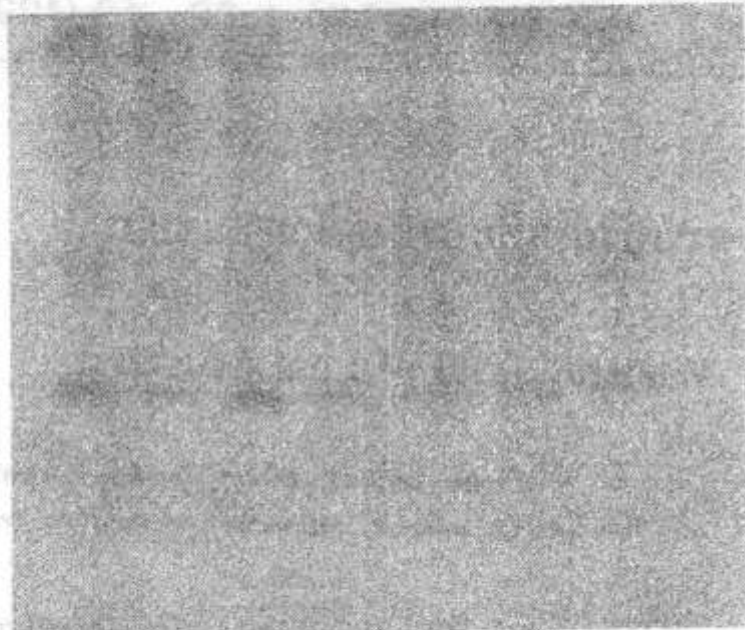


Figure 2 The pattern of peroxidase isozyme of 7 strains oyster mushroom.



KDCM-1 KDCM-3 KDCM-2 CM1 KD1 KDCM-4 KDCM-5

Figure 3 The pattern of acid phosphatase isozyme of 7 strains oyster mushroom.

เอกสารอ้างอิง

- สุวรรณ จันทร์ดา. 2540. การคัดเลือกโมโนคลอนของเห็ดนางรมเพื่อการผสมพันธุ์. วิทยาศาสตร์มหบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวนมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 77 หน้า
- Deniel J.R. and M. Bernie. 1982. Use of isozyme variation to identify genotypic classes of *Agaricus brunnescens*. Mycology Res. 100(6) 717-731.
- Gerrits, J.P.G. 1959. The influence of water in mushroom compost. Mushroom Sci. (4)
- Kalberer, P. and U. Kunsch. 1974. Amino acid composition of the oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). Lebensm-Wiss. U. Technol. 7 : 242-244.
- Molitoris, H.P. 1978. Wood degradation, phenoloxidase and chemotaxonomy of higher fungi. Mushroom Sci. X : 243-236.
- Ranjhan, S., J.C. Glaszmann., D.A.Ramirez and G.S Khush. 1987. Chromosomal location of four isozymes loci by trisomic analysis in rice (*Oryza sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 75 : 541-545.
- Song C.H., K.Y. Cho. 1989. Growth stimulation and lipid synthesis in *Lentinus edodes*. Mycologia. 81(4) : 514-522.
- Tan, K.K. 1981. Cultivation of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, on cotton waste. Mushroom Sci. 6 : 697-703.
- Visscher, H.R. 1987. Supplementation of the substrate for *Pleurotus* species at filling. Mushroom Sci. 7(Part 2) : 229-240.
- Zadrazil F. 1974. The ecology and industrial production of *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus comucopiae*, and *Pleurotus eryngii*. Mushroom Sci. 4(Part 1) : 621-652.
- Zervakis, G. J. Sourdis and B. Constantinos. 1994. Genetic variability and systematics of eleven *Pleurotus* species based on isozyme analysis. Mycology Res. 98(3) : 329-341.

การเปรียบเทียบพันธุ์ผักกาดเขียวปลี

Varietal Trial of Leaf Mustard

โชคชัย ไชยมงคล^{1/} มณีฉัตร นิกอร์พันธุ์^{2/} และตระกูล ต้นสุวรรณ^{1/}
Chokchai Chaimongkol^{1/} Maneechat Nikornpun^{2/} and Tragool Tunsuwan^{1/}

Abstract : Nine varieties of F1 hybrid leaf mustard were tested in winter 1995 at Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. It was found that a few F1 hybrid varieties yielded better than a standard variety. Additionally, horticultural characteristics of these hybrids such as percentage of heading and leaf shape were better than the standard variety. However, head shape of these hybrids was shorter than the standard one. These F1 hybrid were 2R-1 x 64-4, 2M7R-2 x 67, 4-OR2-2 x 25-4-6, 6IIR-3 x 25-4-6 and 15-H x 67.

บทคัดย่อ : การทดลองเปรียบเทียบพันธุ์ลูกผสมผักกาดเขียวปลี จำนวน 9 พันธุ์ ในฤดูหนาว 2538 ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าพันธุ์ลูกผสมหลายพันธุ์ให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าพันธุ์มาตรฐาน และมีลักษณะทางพืชสวน เช่น เปอร์เซ็นต์การห่อหัว กาบใบ ดีกว่าพันธุ์มาตรฐาน แต่มีลักษณะหัวที่สั้นกว่า พันธุ์ลูกผสมดังกล่าวได้แก่ 2R-1 x 64-4, 2M7R-2 x 67, 4-OR2-2 x 25-4-6, 6IIR-3 x 25-4-6 และ 15-H x 67

Index words : ผักกาดเขียวปลี, การปรับปรุงพันธุ์ผัก

Cruciferae, Leaf mustard, Vegetable breeding, F1 hybrid

^{1/} ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่ 50200.

^{2/} Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University,

Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

ผักกาดเขียวปลีเป็นพืชในตระกูล Cruciferae เป็นผักที่นิยมรับประทานใบ และนิยมนำมาดองมากกว่ารับประทานสด ผักกาดเขียวปลีที่ปลูกในประเทศไทยจึงเป็นชนิดห่อหัวเพื่อผลิตป้อนโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปบรรจุกระป๋องจำหน่าย ผู้บริโภคในประเทศ และส่งออกจำหน่ายในตลาดต่างประเทศด้วย (พฤษภ, 2535)

เมล็ดผักกาดเขียวปลีที่เกษตรกรใช้ปลูกส่วนใหญ่เป็นเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศจีน และได้หัวน เป็นพันธุ์ผสมเปิดทั้งหมด ซึ่งพันธุ์เหล่านี้มักจะมีคุณภาพแปรปรวนด้านผลผลิตการห่อหัว ลักษณะหัว และการแทงช่อดอกก่อนกำหนด (Wivutvongvana et al., 1987) โครงการผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก International Development Research Center (IDRC) ประเทศแคนาดา จึงได้ทำการศึกษาพัฒนาเพื่อหาพันธุ์ที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมของภาคเหนือ ควบคู่กับการศึกษาการผลิต เมล็ดพันธุ์ของผักกาดเขียวปลี

เมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวปลีที่นำมาทดสอบครั้งนี้ เป็นเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่ได้จากการผสมข้ามจากสายพันธุ์แท้ โดยโครงการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักได้พัฒนา พันธุ์ลูกผสมจากเมล็ดพันธุ์ในท้องตลาด และเมล็ดพันธุ์จากต่างประเทศ ได้ทดสอบลูกผสมในฤดูหนาว พ.ศ. 2533 ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อเปรียบเทียบผลผลิต ความต้านทานโรคในสภาพธรรมชาติ และลักษณะการห่อหัว

วัตถุประสงค์ในการทดลองครั้งนี้ เพื่อศึกษา

ถึงผลผลิต ลักษณะทางพืชสวน ตลอดจนถึงลักษณะที่เหมาะสมอื่นๆ ของผักกาดเขียวปลีพันธุ์ลูกผสมของโครงการผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 เพื่อเป็นการค้าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงปฏิบัติการ ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเดือนมกราคม 2539 โดยปลูกผักกาดเขียวปลีลูกผสม 9 พันธุ์ ได้แก่ 15-H x 67, 15-H x 2-4, 19-H x 2-4, 19-H x 25-4-6, 611R-3 x 25-4-6, 2M7R-2 x 67, 2R-1 x 64-4, 4-OR2-2 x 2-4, 4-OR2-2 x 25-4-6 และใช้พันธุ์มรดก 47 เป็นพันธุ์มาตรฐาน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ มีรายละเอียดดังนี้

- การเตรียมต้นกล้า เพาะเมล็ด ผักกาดเขียวปลีในกระบะพลาสติก ใช้ดินร่วน ทราย และขี้เถ้าแกลบ อัตรา 2:1:1 เป็นวัสดุเพาะ แยกเพาะกระบะละพันธุ์ๆ ละ 200 เมล็ด หลังเมล็ดงอก อายุ 15 วัน จึงนำมาชำในถุงพลาสติกขนาด 3 x 5 นิ้ว เมื่อต้นกล้าอายุ 30 วัน คัดต้นกล้าที่สมบูรณ์และมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันย้ายลงปลูกในแปลง

- การเตรียมพื้นที่ปลูก ทำแปลงขนาด 2 x 2.5 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร จำนวน 36 แปลง ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยราดาน 3 จี อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ คลุกเคล้าให้เข้ากับดิน ขุดหลุมปลูกระยะ 50 x 40 เซนติเมตร รวมปลูกแปลงละ 24 ต้น

- การปฏิบัติดูแลรักษา ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง คือ ครั้งแรกสูตร 15-15-15 ผสมปุ๋ยคอกกรองฟันท่อน ปลุกคังกล่าวข้างต้น ครั้งที่ 2 สูตร 15-15-15 ผสมกับสูตร 46-0-0 อัตราส่วน 1:1 ใช้อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โรยรอบโคนต้นพร้อมพรวนดิน กลบโคนหลังย้ายปลูก 15 วัน การพรวนดินและกำจัดวัชพืชในแปลง กระทำพร้อมกับการใส่ปุ๋ย ครั้งที่ 2 ให้น้ำโดยใช้บัวรดน้ำตกรด ฉีดพ่นสารเคมี ป้องกันกำจัดโรคและแมลง เช่นเดียวกับการปลูก ผักกาดเขียวปลีโดยทั่วไป

- การบันทึกข้อมูล และประเมินผลใช้ วิธีของ AVRDC ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมด พร้อมกันหลังจากย้ายกล้าปลูก 50 วัน โดยเก็บ ข้อมูลจาก 8 ต้น แถวกลางของแต่ละแปลงย่อย เท่านั้น ได้แก่ น้ำหนักหัวก่อนและหลังตัดแต่ง ความกว้างและความยาวของหัว ความกว้างและความยาวของลำต้น ความสม่ำเสมอของการห่อหัว ความต้านทานโรคเน่า และลักษณะทางพืชสวน อื่นๆ

ผลการทดลอง และวิจารณ์

จากผลการทดลอง (ตารางที่ 1) ปรากฏว่า ด้านผลผลิต ผักกาดเขียวปลีพันธุ์ลูกผสมทั้งหมด ให้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงกว่าพันธุ์มรดก 47 ซึ่งใช้เป็น พันธุ์มาตรฐาน โดยพันธุ์ลูกผสม 15-H x 2-4 ให้ผลผลิตสูงสุด คือ 4,576 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาได้แก่พันธุ์ลูกผสม 4-OR2-2 x 25-4-6 ให้ผลผลิต 4,552 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ ลูกผสมอื่นๆ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์มรดก 47 ให้ผลผลิตต่ำสุด คือ 2,960 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักเฉลี่ยต่อหัวของพันธุ์ลูกผสมและพันธุ์ มาตรฐานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ อยู่ ระหว่าง 613.8 - 774.7 กรัมต่อหัว น้ำหนักหลัง ตัดแต่งเฉลี่ย 343.5 - 609.2 กรัมต่อหัว โดยพันธุ์ ลูกผสม 4-OR2-2 x 25-4-6 ให้น้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด และพันธุ์ลูกผสม 19-4 x 25-4-6 มีน้ำหนักเฉลี่ย ต่ำสุด เปอร์เซนต์การตัดแต่งของหัวอยู่ระหว่าง 21.4 - 50.9 เปอร์เซนต์ พันธุ์ที่มีเปอร์เซนต์การ ตัดแต่งสูง ได้แก่ พันธุ์ลูกผสม 4-OR2-2 x 2-4 และพันธุ์มรดก 47 คือ 50.9 และ 42.6 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ลูกผสม 4-OR2-2 x 25-4-6 มีเปอร์เซนต์การตัดแต่งต่ำสุด คือ 21.4 เปอร์เซนต์

Table 1 Yield and horticultural characteristics of 10 leaf mustard entries in winter.

Entries	Yield (kg/rai)	Head weight (g)		Trimming (%)	Heading eff. ratio ¹⁾
		MHW	NWL		
15-H x 67	3,856	579.9	396.6	36.1	1.46 cd
15-H x 2-4	4,576	740.9	482.3	34.9	1.54 bcd
19-H x 2-4	3,416	589.7	343.5	41.7	1.72 abc
19-H x 25-4-6	3,880	674.3	469.7	30.3	1.43 cd
6IIR-3 x 25-4-6	3,672	593.3	392.6	33.8	1.51 bcd
2M7R-2 x 67	3,944	616.2	387.5	37.1	1.59 bcd
2R-1 x 64-4	3,480	613.8	391.7	36.2	1.57 bcd
4-OR2-2 x 2-4	4,184	744.0	364.9	50.9	2.04 a
4-OR2-2 x 25-4-6	4,552	744.7	609.2	21.4	1.27 d
Morakot 47	2,960	641.8	368.1	42.6	1.74 abc

Note : Column means with different superscripts differ significantly at $P < 0.05$

¹⁾ Heading efficiency ratio = MHW/NWL

MHW = Mean head weight

NWL = Mean nonwrapper leaf weight

คุณภาพด้านอื่นของผักกาดเขียวปลีพันธุ์ลูกผสมจากตารางที่ 1 พบว่า ด้านประสิทธิภาพการห่อหัว พันธุ์ลูกผสม 4-OR2-2 x 2-4 มีอัตราส่วนสูงสุด คือ 2.04 รองลงมาได้แก่ พันธุ์มรดก 47 และพันธุ์ลูกผสม 19-H x 2-4 ซึ่งมีอัตราส่วนเท่ากับ 1.74 และ 1.72 ตามลำดับ ทั้ง 3 พันธุ์ จึงมีจำนวนใบนอกที่ต้องตัดแต่งมากกว่าพันธุ์ลูกผสมอื่นๆ ด้านการห่อหัว (ตารางที่ 2) ผักกาดเขียวปลีพันธุ์ลูกผสมมีเปอร์เซ็นต์การห่อหัวระหว่าง 72.7-98.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์มรดก 47 ที่มีเปอร์เซ็นต์การห่อหัวเท่ากับ 45.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบการแทงช่อดอกขณะเก็บเกี่ยว ในพันธุ์ลูกผสม 2R-1 x 64-4 พันธุ์ลูกผสมอื่นมีการแทงช่อดอกระหว่าง 4.55 - 21.74 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์มรดก 47 มีการแทงช่อดอก 30.0 เปอร์เซ็นต์ รูปร่างของหัวพิจารณาจากอัตรา

ความกว้างและความยาวของหัว ซึ่งพันธุ์มรดก 47 มีอัตราส่วนสูงสุด คือ 1.34 ส่วนพันธุ์ลูกผสมมีอัตราส่วนระหว่าง 1.07-1.21 แสดงว่ามีรูปร่างของหัวสั้นกว่าพันธุ์มรดก 47 อัตราส่วนของลำต้นพิจารณาจากความกว้างและความยาวของลำต้นจากตารางที่ 2 จะเห็นว่าพันธุ์มรดก 47 มีอัตราของลำต้นเท่ากับ 2.39 ซึ่งสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมทุกพันธุ์ ทั้งนี้เนื่องจากพันธุ์ลูกผสมมีลักษณะของหัวกลมกว่าจึงมีแกนที่สั้นและกว้างกว่าพันธุ์มรดก 47 ด้านความต้านทานต่อโรคเน่า ไม่พบต้นพืชที่เป็นโรคเน่าในพันธุ์ลูกผสม 15-H x 2-4, 19-H x 2-4, 2M7R - 2 x 67, 2R-1 x 64-4 และพันธุ์มรดก 47 ส่วนพันธุ์ลูกผสมอื่นมีอัตราการเป็นโรคเน่าระหว่าง 4.17 - 13.64 เปอร์เซ็นต์

Table 2 Horticultural characteristics and disease rating of 10 leaf mustard entries in winter.

Entries	Harvest rate ^{1/} (%)	Number of head bolting	Head		HSI ^{2/}	Stem		SSI ^{3/}	Disease rating soft rot (%)
			length	width		length	width		
15-H x 67	91.3	14.40	10.9	9.4	1.16	5.6	2.5	2.24	4.35
15-H x 2-4	83.3	21.74	11.4	9.6	1.19	4.2	2.6	1.61	0
19-H x 2-4	72.7	18.18	10.1	8.5	1.19	5.2	2.5	2.08	0
19-H x 25-4-6	81.8	4.55	11.4	9.7	1.17	4.9	2.7	1.81	13.64
611R-3 x 25-4-6	83.3	8.33	10.8	9.1	1.19	4.9	2.5	1.96	4.17
2M7R-2 x 67	95.8	12.50	10.8	8.9	1.21	5.8	2.6	2.23	0
2R-1 x 64-4	87.0	0	10.8	9.1	1.19	4.9	2.6	1.88	0
4-OR2-2 x 2-4	91.3	17.39	11.2	9.8	1.14	5.5	2.8	1.96	8.70
4-OR2-2 x 25-4-6	86.4	4.55	11.2	10.5	1.07	5.3	2.9	1.83	9.09
Morakot 47	45.0	30.0	10.9	8.1	1.34	5.5	2.3	2.39	0

^{1/} Harvest rate = (Total hills harvested)/(Total stand) x 100^{2/} HSI = Head shape index = (Head length)/(Head width)^{3/} SSI = Stem shape index = (Stem length)/(Stem width)

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองเปรียบเทียบพันธุ์ลูกผสม ผักกาดเขียวปลีทั้ง 9 พันธุ์ พบว่าด้านผลผลิตพันธุ์ลูกผสมทุกคู่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์มาตรฐาน เมื่อพิจารณาลักษณะทางพืชสวน และคุณสมบัติที่มีผลต่อคุณภาพของผลผลิตสด ได้แก่ การเป็นโรคเน่าและการแทงช่อดอก กลุ่มพันธุ์ลูกผสมที่ควรนำไปทดสอบผลิตเป็นการค้าตามลำดับดังนี้ คือ พันธุ์ลูกผสม 2R-1 x 64-4, 2M7R-2 x 67, 4-OR2 x 25-4-6, 611R-3 x 25-4-6 และ 15H x 67 โดยนำไปทดสอบในแปลงปลูกของเกษตรกรและในฤดูกาลอื่นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- พฤษภรณ์ คงสวัสดิ์. 2535. การทดสอบเปรียบเทียบผลผลิตของผักกาดเขียวปลี (*Brassica juncea*) พันธุ์ที่ผลิตขึ้นเองและพันธุ์การค้าในท้องตลาด. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 41 น.
- AVRDC. 1984. AVRDC Progress Report 1983. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Taiwan, R.O.C. 480 p.
- Basset, M.J. 1986. Breeding Vegetable Crops. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, PP. 584.
- Wivutvongvana, M., P. Lumyong, P. Wivutvongvana and P. Tanee. 1987. Vegetable seed production in Thailand. Annual Report. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.

อิทธิพลของพันธุ์และเส้นกลางใบต่อการสร้างแคลลัส
ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบกาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica* L.)

Effects of Cultivar and Midvein on Callus Formation
of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) Leaf Culture

นิธิ ไทยสันทัด^{1/}

Nithi Thaisantad^{1/}

Abstract : Leaf culture of Catimor arabica coffee was carried out to study effects of cultivars and existence of midvein on production of callus tissue. It was found that among 3 lines studied, C1669-31, Progeny90 and Populacao5; the latest showed highest rate of callus production and amount of callus whether on explants with or without midvein. Explants with midvein produced better result in amount of callus proliferation, except in Progeny90 of which no difference was found. Percentage of callus production was lower in explants with midvein than those without midvein due to higher contamination rate. Somato-embryonic development was failed to succeed. All callus turned brown and finally disintegrated without further development within 15 weeks on SS2 medium.

บทคัดย่อ : เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบที่มีและไม่มีเส้นกลางใบของกาแฟอาราบิก้าพันธุ์คาติมอร์ หมายเลข C1669-31, Progeny90 และ Populacao5 ผลการทดลองพบว่า Populacao5 สร้างแคลลัสได้เป็นปริมาณมากกว่า และจำนวน Explant ที่สร้างแคลลัสสูงกว่าอีก 2 พันธุ์ทั้งกลุ่ม Explant ที่มีและไม่มีเส้นกลางใบ กลุ่ม Explant ที่มี เส้นกลางใบ จะเกิดแคลลัสปริมาณมากกว่าและจำนวน Explant ที่สร้างแคลลัสสูงกว่ากลุ่ม Explant ที่ไม่มีเส้นกลางใบ ยกเว้นในพันธุ์ Progeny90 ซึ่งไม่แสดงความแตกต่างในด้านปริมาณแคลลัสแต่กลุ่ม Explant ที่มีเส้นกลางใบ จะมีอัตราการรอดชีวิตต่ำกว่า เนื่องจากการปนเปื้อนสูง การทดลองนี้ไม่พบการเกิดเป็นต้นใหม่ขึ้น โดยแคลลัสจะเปลี่ยน เป็นสีน้ำตาลและตายไป หลังเพาะเลี้ยงในอาหาร SS2 ได้ 15 สัปดาห์

Index words : กาแฟอาราบิก้า, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, การเพาะเลี้ยงใบ, พันธุ์, เส้นกลางใบ

Arabica coffee, *Coffea arabica* L., Tissue culture, Leaf culture, Cultivar, Mid vein

^{1/} โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Highland Coffee Research and Development Centre, Faculty of Agriculture, Chiangmai University, Chiangmai 50200

คำนำ

ปัจจุบันโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ทำการคัดเลือกและส่งเสริมเผยแพร่พันธุ์กาแฟอราบิก้าที่มีลักษณะดี กล่าวคือ มีต้นเตี้ย ข้อสั้น ผลผลิตสูง ทนแล้ง มีความต้านทานต่อโรคราสนิม และโรคที่สำคัญอื่นๆ และมีคุณภาพในการคั่วดี โดยการเผยแพร่เมล็ดพันธุ์ และต้นกล้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นมา พันธุ์ดังกล่าวได้แก่ พันธุ์คาติมอร์ หมายเลข LC1662, C1669-31, Progeny86, Progeny88, Progeny90, Populacao5 ฯลฯ พันธุ์เหล่านี้ยังต้องมี การพัฒนาปรับปรุงในด้านความสม่ำเสมอของผลผลิต และคุณภาพในการคั่ว (Op de Laak, 1992)

ในการปรับปรุงลักษณะต่างๆ ของกาแฟอราบิก้า นักปรับปรุงพันธุ์พืชต้องทำการผสมกลับไปยังพันธุ์พ่อแม่ (Back crossing) ซึ่งในขบวนการนี้เมื่อได้ลูกผสมชั่วที่ 1 ที่มีลักษณะตามต้องการแล้ว ปัญหาที่พบคือการเพิ่มจำนวนลูกผสมที่มีจำนวนจำกัดเหล่านั้นโดยไม่ทำให้ลักษณะที่สำคัญเปลี่ยนแปลงไป ในขั้นตอนนี้จึงได้มีการนำการ ขยายพันธุ์ โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเข้ามาช่วยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว

การขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้มีการศึกษาและพบว่าสามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสม สามารถเพิ่มจำนวนต้นกาแฟเป็นปริมาณมากๆ ได้โดยที่ไม่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ อันเนื่องจากการกระจายตัว (Segregation) เหมือนการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด สามารถนำไปใช้เก็บรักษา Germplasm เป็นระยะเวลานานถึง 2 ปีโดยไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายอาหาร (Kantha et al., 1981) การ

เพาะเลี้ยงข้อลำต้นให้เกิดหน่อใหม่ แล้วตัดหน่อไปเลี้ยงเป็นลำต้น โดยมีอัตราการเกิดต้นใหม่ได้ 2-5 ต้น/ข้อ (Custer et al., 1980; นิธิ, 2540) หรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออ่อน เช่น เนื้อเยื่อใบ หรือปล้องของกิ่งและลำต้นให้เกิดแคลลัส ซึ่งพัฒนาเป็นเอ็มบริโอและต้นใหม่ได้ต่อไป (Starisky, 1970; Herman and Hass, 1975; Sondahl and Sharp, 1977b) โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงใบจะมีความเหมาะสมมากกว่าวิธีการอื่น เพราะเป็นวิธีที่ใช้วัตถุดิบปริมาณน้อย ไม่ทำให้ต้นกาแฟที่ตัดมาตาย และสามารถเพิ่มจำนวนต้นกาแฟใหม่ได้ปริมาณมาก

การทดลองครั้งนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาความแตกต่างของพันธุ์และลักษณะที่เหมาะสมของเนื้อเยื่อใบที่นำมาเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้ปริมาณแคลลัสและปริมาณต้นใหม่สูงสุด จากผลการทดลองของ Sondahl and Sharp (1977b) พบว่าเนื้อเยื่อแคลลัสเกิดจากเซลล์ชั้นมีโซฟิล โดยพบว่าแคลลัสเกิดหนาแน่น เริ่มจากบริเวณเส้นใบย่อยและเส้นกลางใบ การทดลองนี้จึงได้ศึกษาอิทธิพลของเส้นกลางใบต่อปริมาณการเกิดแคลลัสของกาแฟอราบิก้า โดยทำการทดลอง ณ ห้องทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2538

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้วิธีการของ Sondahl and Sharp (1977a)

นำใบอ่อนจากข้อที่ 2-4 นับจากปลายกิ่งนอนของกาแฟพันธุ์คาติมอร์ หมายเลข C1669-31, Progeny90 และ Populacao5 อายุ 3 ปี ที่ปลูกในเรือนเพาะชำมาล้างด้วยน้ำประปาและ

น้ำยาล้างจาน ใช้สาลิซัดดูเบาๆ เพื่อกำจัดแมลง
 ผื่นละออง และเศษสิ่งสกปรกที่ติดมาให้สะอาด
 นำไปฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยสารละลายคลอรีน 20%
 ผสมสารลดแรงตึงผิว Tween20 0.5 มล.ต่อลิตร
 เป็นเวลา 45 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว
 3 ครั้ง นำไปตัดในสภาพปลอดเชื้อเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม
 ขนาด 7 X 7 มม. โดยไม่นำบริเวณขอบใบมาด้วย
 เพราะแคลลัสจะเกิดได้ดีที่บริเวณแผลที่เกิดจาก
 การตัดเท่านั้น (Sondahl et al., 1983) แบ่ง Explant
 เป็น 2 กลุ่มคือ Explant ที่มีเส้นกลางใบ และ
 Explant ที่ไม่มีเส้นกลางใบนำไปวางโดยให้
 ด้านบน ซึ่งมีสีเขียวเข้มเรียบเป็นมันสัมผัสกับ
 อาหาร อาหารที่ใช้คืออาหาร SSO ประกอบด้วย
 กลีโธแร่ตามวิธีการของ Murashige and Skoog
 (1962) ความเข้มข้นครึ่งส่วน โดยในอาหาร 1 ลิตร
 เติมเคมส์คาร์บอไนต์ L-cysteine HCl 36.7 มก. รูนผง
 (Bacto agar) 10 กรัม pH 5.8 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่
 ความดัน 15 ปอนด์ต่อตร.นิ้ว เทในจานเพตริช
 ขนาด 90 มม. หลังจากวางชิ้นใบแล้วนำไปเก็บ
 ในที่มืด อุณหภูมิ 26°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
 หลังจากนั้นคัดเลือก explant ที่ไม่มีการปนเปื้อน
 ไม่ดำ และมีสีเขียวปกติไปเพาะเลี้ยงต่อในอาหาร
 SS1 ที่มีส่วนประกอบเหมือน SSO โดยมีการ
 คัดแปลง กล่าวคือในอาหาร 1 ลิตร เติมปริมาณ
 KNO₃ เป็น 2 เท่า น้ำตาลซูโครส 40 กรัม และ
 ฮอร์โมน 2 ชนิด คือ Kinetin 1.97 มก. และ NAA
 8 มก. บรรจุขวดแก้วปากกว้างขนาด 60 X 105 มม.
 หลังจากเพาะเลี้ยงไปได้ 8 สัปดาห์ย้ายลงสู่อาหาร
 SS2 ซึ่งมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับ SS1 โดยมิ
 มีการคัดแปลง กล่าวคือในอาหาร 1 ลิตร ปริมาณ
 ซูโครสลดลงเหลือ 20 กรัม Kinetin 0.4 มก. และ
 NAA 0.1 มก.

การบันทึกผลการทดลองทำโดยสังเกต

อิทธิพลของพันธุ์และเส้นกลางใบต่อการสร้างแคลลัส
 ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบกาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica* L.)

ลักษณะและอัตราการเกิดแคลลัสของ Explant
 หลังจากเพาะเลี้ยงในอาหาร SS2 ไปได้นาน 15
 สัปดาห์ อัตราการเกิดแคลลัสคือร้อยละของจำนวน
 Explant ที่สร้างแคลลัสต่อจำนวน Explant ทั้งหมด
 ที่เพาะเลี้ยง และปริมาณแคลลัสที่เกิดใช้วิธีการ
 ให้กะแนด้วยสายตา โดยวัดจากขนาดและ
 ปริมาตรของเนื้อเยื่อแคลลัสที่เกิด ให้กะแนเป็น 4
 ระดับ 1, 2, 3 และ 4

ผลการทดลอง

Explant ของใบจะเกิดการเปลี่ยนแปลง
 หลังเพาะเลี้ยงในอาหารได้ประมาณ 2 สัปดาห์
 โดยสังเกต เห็นที่รอยแผลรอบๆ Explant มีการ
 ขยายตัวขึ้น ทำให้ขอบ Explant มีลักษณะเป็นคลื่น
 ต่อมาจะเห็นกลุ่มเนื้อเยื่อสีเหลืองอ่อนหรือสีขาว
 เกิดขึ้นรอบๆ Explant ประมาณ 4 สัปดาห์จะเห็น
 เป็นแคลลัสชัดเจน โดยเฉพาะที่เส้นกลางใบหรือ
 เส้นใบย่อยจะเห็นได้ชัดเจนกว่าที่ใบธรรมดา เมื่อ
 ถายเนื้อเยื่อไปเพาะเลี้ยงใน อาหาร SS2 หรือเมื่อ
 แคลลัสมีอายุได้ 5 สัปดาห์ จะเห็นการเปลี่ยนแปลง
 อย่างรวดเร็ว คือจะเกิดเนื้อเยื่อแคลลัสเพิ่ม
 ปริมาณขึ้นอย่างมาก ลักษณะแคลลัสเป็นก้อน
 ก้อนข้างเรียบ เพิ่มขนาดขึ้นเป็น 1-3 เท่าของขนาด
 Explant เดิม สีของแคลลัสเป็นสีขาว สีส้ม
 หรือสีน้ำตาลอ่อน บางครั้งมีลักษณะฉ่ำน้ำ Explant
 ที่มีเส้นกลางใบรวมอยู่ด้วย จะเกิดแคลลัสเป็น
 ปริมาณมากกว่า Explant ที่ไม่มีเส้นกลางใบ
 (ภาพที่ 3) การเปลี่ยนแปลงนี้จะถึงจุดสูงสุด
 หลังจากเพาะเลี้ยง ได้นานประมาณ 6 สัปดาห์
 หลังจากนั้นก้อนแคลลัสจะมีขนาดคงที่แต่จะมี
 การเปลี่ยนแปลงสีและลักษณะความแน่นของ
 เนื้อเยื่อ

จำนวน Explant ที่เกิดแคลลัสและปริมาณแคลลัสที่สร้าง แสดงไว้ในตารางที่ 1, ภาพที่ 1 และภาพที่ 2

ในการทดลองนี้ไม่พบการพัฒนาของแคลลัสเกิดเป็นต้นกาแฟใหม่ขึ้น โดยพบว่าหลังจากเพาะเลี้ยง ไปได้ประมาณ 8 สัปดาห์เนื้อเยื่อแคลลัสจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลถึงดำ ฉ่ำน้ำ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่อไป และตายในที่สุด (ภาพที่ 4) โดยเมื่อแคลลัสตายจะสังเกตเห็นเนื้อเยื่อมีลักษณะอ่อนนุ่ม และปลดปล่อยสารสีน้ำตาลออกมา ทำให้อาหารเป็นสีน้ำตาลทั้งหมด

วิจารณ์ผลการทดลอง

อิทธิพลของเส้นกลางใบต่อการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบกาแฟพันธุ์คาติมอร์ หมายเลข C1669-31 และ Populacao5 จะเป็นไปในทางบวก กล่าวคือ Explant ที่มี เส้นกลางใบ

รวมอยู่อย่างน้อย 1 เส้น จะเกิดแคลลัสเป็นปริมาณมากกว่า Explant ที่ไม่มีเส้นกลางใบเป็นไปดังที่คาดไว้ ส่วนในพันธุ์ Progeny90 ไม่แสดงความแตกต่างระหว่าง Explant ที่มีและไม่มีเส้นกลางใบ อย่างไรก็ตาม Explant ที่มีเส้นกลางใบกลับไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เพาะเลี้ยง เพราะจะมีอัตรา Explant ที่รอดชีวิตต่ำ เนื่องจากอัตราการปนเปื้อนสูง (ข้อมูลไม่ได้แสดงไว้ในตาราง) แม้ในระยะแรกๆจะไม่พบการปนเปื้อน แต่เมื่อเพาะเลี้ยงนานขึ้น จะพบเชื้อราเจริญออกมาภายหลัง อาจเป็นเพราะมีเชื้อจุลินทรีย์แอบแฝงอยู่ตามซอกเล็กๆของเส้นกลางใบ และเส้นใบย่อย หรือตามหลุมเล็กๆ ที่โคนเส้นใบย่อยที่เรียกว่า Dormatia ขากแก่การกำจัดด้วยการฟอกฆ่าเชื้อ (Sondahl *et al.*, 1983) เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมขึ้น เช่น ความชื้นเพิ่มขึ้น หรือ เนื้อเยื่อส่วนนั้นมีโอกาสในการสัมผัสอาหาร เชื้อราเหล่านี้จะเจริญออกมาในภายหลังได้ ในขณะที่ Explant ที่ไม่มีเส้นกลางใบจะสามารถฆ่าเชื้อที่ผิวได้สะอาดทั่วถึงมากกว่า

Table 1 Callus production of leaf explants from coffee cultivars: C1669-31, Progeny90 and Populacao5 after 15-week culture on SS2.

Cultivar	Explant without mid vein				Explant with mid vein			
	Total explant	Expl. callus	%	Average callus ^u	Total explant	Expl. callus	%	Average callus ^u
C1669-31	69	16	23.19	2.12	74	13	17.57	3.00
Progeny90	72	33	45.83	2.96	79	17	21.52	2.92
Populacao5	72	50	69.44	3.86	75	43	57.33	3.97

Remark ^u average score of callus production according to direct observation, when

- 1 = callus started to initiate, can be seen in tiny globules around the explant
- 2 = callus produced in thin chain around the explant
- 3 = callus produced in thick chain around the explant
- 4 = callus in mass, 1-3 times of leaf volume

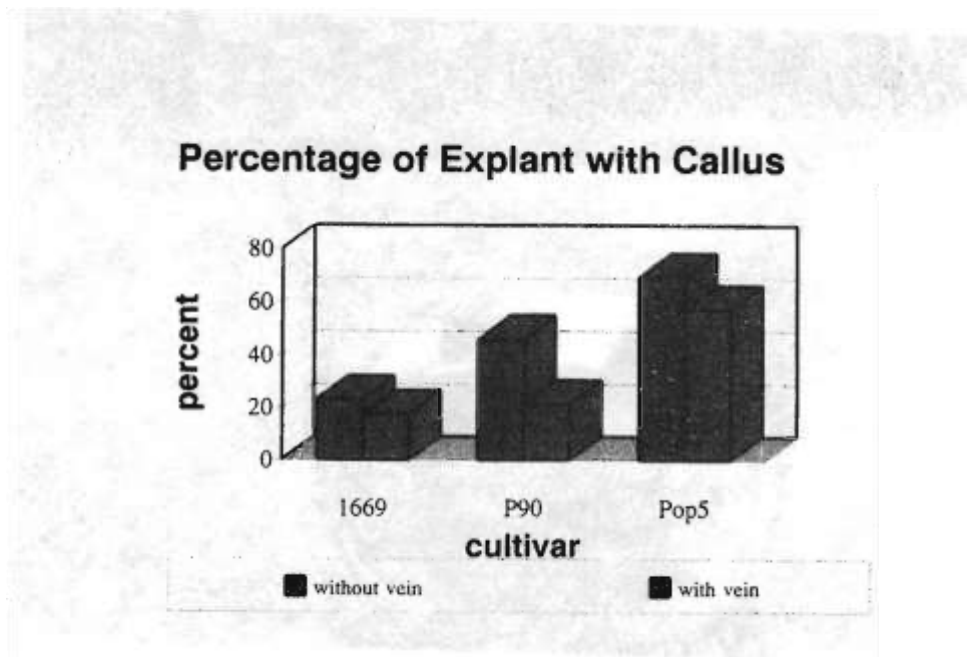


Figure 1 Percentage of coffee leaf explants produced callus after 15 weeks culture on SS2 medium.

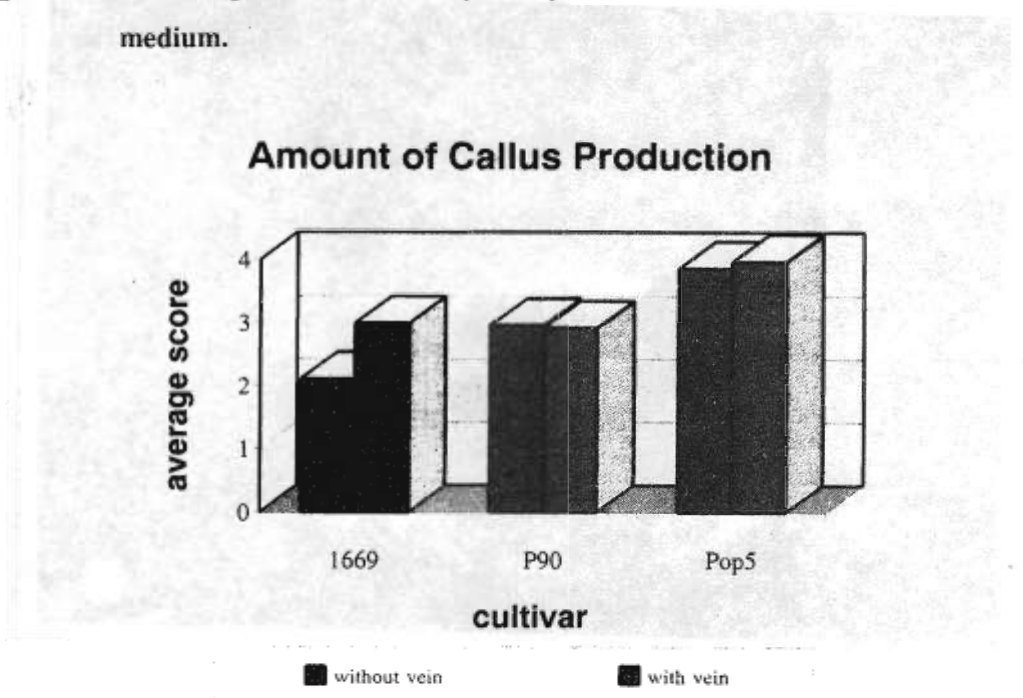


Figure 2 Amount of callus produced on leaf explants after 15 weeks culture on SS2 medium.

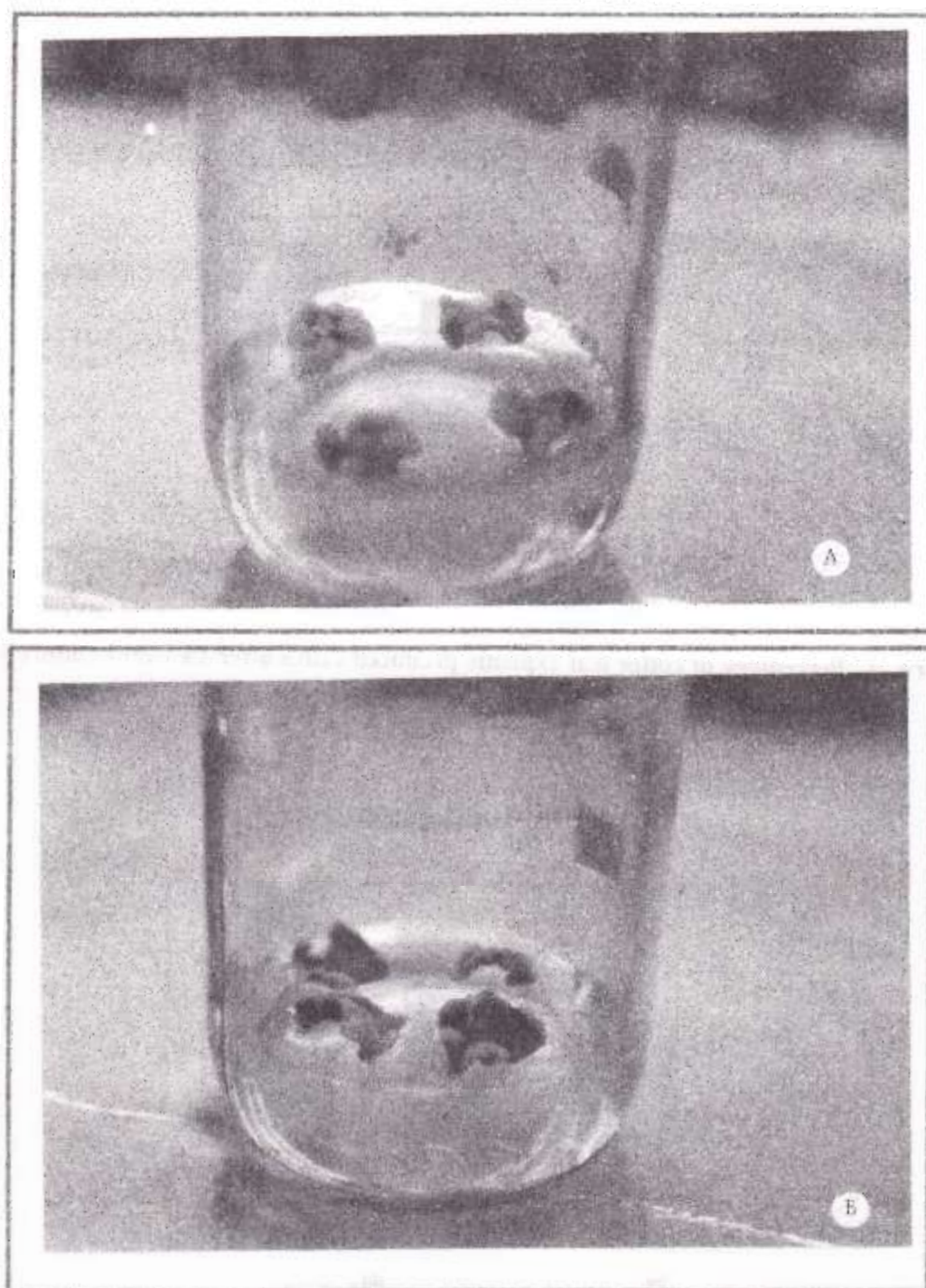


Figure 3 Callus proliferation of coffee leaf explants after 2 weeks culture on SS1 medium, 3A: explants with midvein, 3B: without midvein.

อิทธิพลของพันธุ์และเส้นกลางใบต่อการสร้างแคลลัส
ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบกาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica* L.)

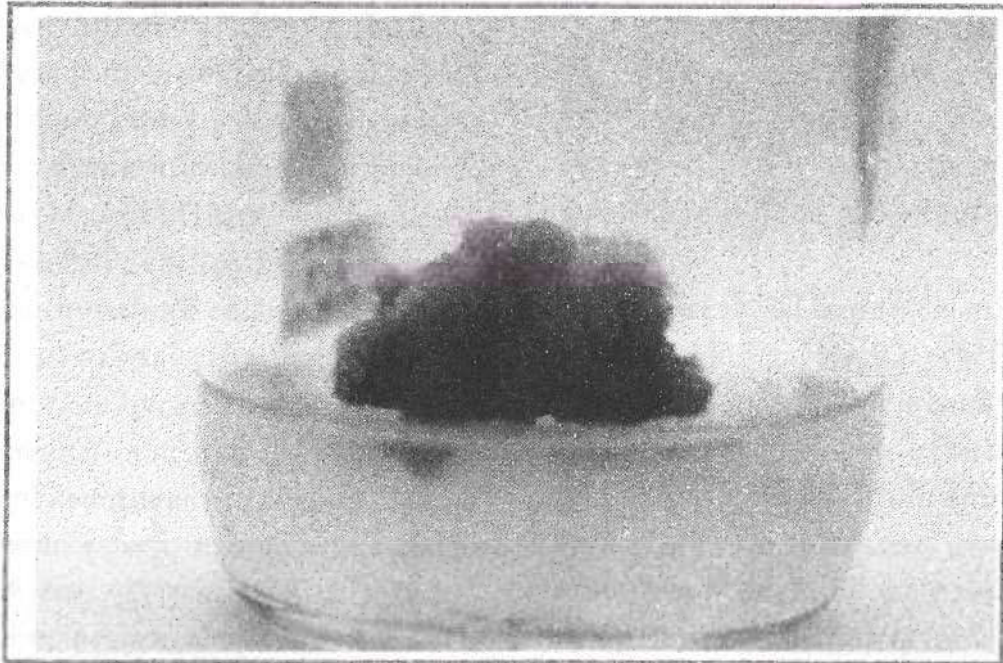


Figure 4 Browning of callus tissue after 15 weeks culture on SS2.

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการเกิดแคลลัสในกาแฟพันธุ์ต่างๆ จะเห็นว่าพันธุ์ Populacao 5 มีปริมาณการเกิดแคลลัสสูงกว่าพันธุ์ C1669-31 และ Progeny 90 ทั้งในกลุ่ม Explant ที่มีและไม่มีเส้นกลางใบ ความแตกต่างนี้คาดว่าเกิดจากลักษณะทางพันธุกรรมของกาแฟเอง ทั้งนี้ ในรายงานของ Sondahl and Sharp (1977b) ก็ได้พบความแตกต่างในการเกิดแคลลัสของเนื้อเยื่อใบในพันธุ์ต่างๆ ของกาแฟอราบิก้าเช่นกัน

ในการทดลองนี้ไม่ได้รวมกาแฟพันธุ์ Caturra ไว้ด้วย เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาเพาะเลี้ยง นำมาจากต้นกล้ากาแฟที่เพาะเก็บไว้ในเรือนเพาะชำเพื่อการส่งเสริมให้เกษตรกร กาแฟพันธุ์นี้ไม่ได้มีการเพาะกล้าเก็บไว้ เนื่องจากเป็นพันธุ์ดั้งเดิมที่ไม่ต้านทานโรคราสนิม แต่จากการทดลองเพาะเลี้ยงข้อลำต้น นิธิ (2540) พบว่ากาแฟพันธุ์ Caturra มีอัตราการเจริญเติบโตในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้อลำต้นค่อนข้างสูง กาแฟพันธุ์ Caturra นี้เป็นพันธุ์รุ่นแม่ของพันธุ์คาติมอร์แทบทุกสายพันธุ์ ซึ่งในทางการปรับปรุงพันธุ์นิยมนำมาผสมกลับเพื่อพัฒนาคุณภาพการดื่มและทรงต้น เมื่อพบว่ากาแฟพันธุ์นี้เจริญเติบโตได้ดีในอาหารสังเคราะห์ จึงสันนิษฐานว่าจะสามารถปรับปรุงลักษณะดังกล่าวนี้ไปพร้อมกันได้ด้วย ซึ่งจะทำให้การนำวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไปใช้เพิ่มจำนวนลูกผสมชั่วที่ 1 ในกรณีเร่งด่วนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การศึกษาครั้งต่อไปจึงจำเป็นต้องรวมพันธุ์ Caturra ไว้ด้วย

Sondahl and Sharp (1977a) ได้พบการพัฒนาเป็น Somatic embryos หลังเพาะเลี้ยงในอาหาร SS1 14 สัปดาห์ และถ่ายลงสู่อาหาร SS2 เป็นเวลา 5 สัปดาห์ การที่แคลลัสไม่มีการพัฒนาเกิดเป็นต้นกาแฟต้นใหม่ขึ้นในการทดลองนี้ทำให้จำเป็นต้องมีการศึกษาปริมาณและชนิดของ Cytokinin และ Auxin ที่เหมาะสมต่อไปการที่แคลลัสมีการเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและสารสีน้ำตาลได้แพร่ลงสู่อาหารจนทำให้สังเกตได้ว่าเมื่อเห็นอาหารเป็นสีน้ำตาล สรุปได้ว่าเนื้อเยื่อแคลลัสได้หมดความมีชีวิตไปแล้ว ลักษณะเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าแคลลัสเกิดการออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลขึ้น อันอาจเกิดมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น ความไม่เหมาะสมของสภาพอุณหภูมิ ชนิดและปริมาณของแสงหรือเกิดการชอกช้ำระหว่างการถ่ายเท เนื้อเยื่อจากอาหารหนึ่งไปอีกอาหารหนึ่ง (Sondahl et al., 1983; Starisky, 1970) ซึ่งการควบคุมปัญหาต่างๆ เหล่านี้ต้องมีการศึกษาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ผู้ดำเนินการวิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- นิธิ ไทยสันทัต. 2540. อิทธิพลของ BA ต่อการขยายพันธุ์ โดยการเพาะเลี้ยงข้อลำต้นของกาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica* L.). วารสารเกษตร 12(3): 270-278
- Custer, J.B.M., G. van Ee and L.C. Buijs. 1980. Clonal propagation on *Coffea arabica* L. by nodal culture. In: Proc. IX International Colloquium of Coffee. Assoc. Scient. Intern. Coffee, London.
- Herman, F.R.P. and G.J. Haas. 1975. Clonal propagation of *Coffea arabica* L. from callus culture. Hort. Sci. 10: 588-589.
- Kartha, K.K., L.A. Mroginski, K. Pahl and N.L. Lueng. 1981. Germplasm preservation of coffee (*Coffea arabica* L.) by *in vitro* culture of shoot apical meristems. Plant Science Letters 22: 301-307.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-497.
- อิทธิพลของพันธุ์และเส้นกลางใบต่อการสร้างแคลลัสในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบกาแฟอาราบิก้า (*Coffea arabica* L.)
- Op de Laak, J. 1992. Arabica Coffee Cultivation and Extension Manual for the Highlands of Northern Thailand. Thanaban Printer, Chiangmai. 128 p.
- Starisky, G. 1970. Embryoid formation in callus cultures of coffee. Acta Bot. Neerl. 19: 509-514.
- Sondahl, S. and W.R. Sharp. 1977a. High frequency induction of somatic embryos in cultured leaf explants of *Coffea arabica* L. Z. Pflanzenphysiol. Bd. 81 : 395-408.
- Sondahl, S. and W.R. Sharp. 1977b. Interactions of cytokinin and auxin growth and embryogenesis in cultured leaf explants of *Coffea*. In: International Conference on Regulation of Developmental Processes of Plants, Halle, p. 180.
- Sondahl, S., T. Nakamura, H.P. Medina-Filho, A. Carvalho, L.C. Fazuoli and W.M. Costa. 1983. Coffee. In: Handbook of Plant Cell Culture, Vol.1 Techniques for Propagation and Breeding, D.A. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato and Y. Yamada (editors). Macmillan Publishing Company, New York. pp. 564-590.

อิทธิพลของฤดูกาลและดัชนีอุณหภูมิความชื้นต่อการเกิดรกค้าง ในโคนมลูกผสมชาวดำ

Influence of Season and Temperature-Humidity Index on Placental Retention in Holstein-Friesian Crossbred Dairy Cattle

อังคณา ผ่องแผ้ว^{1/} และ อัมพวัน ตฤณารมย์^{2/}

Angkana Phongphaew^{1/} and Umpawan Trisanarom^{2/}

Abstract : Placental retention rates of 1,039 Holstein-Friesian crossbred cows with normal calving during year 1983-1995 at Chiang Mai Livestock Research and Breeding Center were analysed. Highest and lowest rates occurred in April and November respectively. Retention rate was not effected by season ($P>0.05$). Relationship between Temperature Humidity Index (THI) and placental retention rate was positive, correlation coefficient was 0.58 and statistical significant.

บทคัดย่อ : โคนมลูกผสมชาวดำที่คลอดปกติในปี พ.ศ. 2526-2538 ของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ จำนวน 1,039 ตัว รกค้าง 106 ตัว โดยมีอัตราการเกิดรกค้างสูงสุด และต่ำสุด อยู่ในเดือนเมษายนและพฤศจิกายน ตามลำดับ ทั้งนี้ ฤดูกาลไม่มีอิทธิพลต่อการเกิดรกค้าง ($P>0.05$) ส่วนดัชนีอุณหภูมิความชื้นมีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดรกค้างในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.58 และมีนัยสำคัญทางสถิติ

Keywords : รกค้าง, ฤดูกาล, ดัชนีอุณหภูมิความชื้น

Placental retention, Season, Temperature-Humidity Index, THI

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

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

^{2/} ศูนย์วิจัยและชันสูตรโรคสัตว์ภาคเหนือ อ.หางดง จ.ลำปาง 52190

Northern Veterinary Research and Diagnostic Center, Hangchat, Lampang. 52190, Thailand

คำนำ

การเลี้ยงโคนมเป็นอาชีพที่มีความมั่นคงและทำรายได้ให้แก่เกษตรกร และถ้าหากแม่โคมีระยะห่างของการคลอดอยู่ในช่วงหนึ่งปี ผลกำไรก็จะยิ่งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น การให้อาหาร และการจัดการที่ถูกต้อง ตลอดจนความสมบูรณ์ของแม่โคเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์

แม่โคที่สามารถคลอดเองตามกำหนด รกไม่ค้ำและมดลูกไม่อักเสบมีโอกาสมงคลิดได้มากกว่าแม่โคที่มีปัญหาดังกล่าว เพราะปัญหารกค้ำมักก่อให้เกิดการอักเสบของมดลูกตามมา ส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย ตามปกติแล้วรกจะเลื่อนหลุดออกเองหลังคลอด 2-4 ชั่วโมง หากรกไม่ถูกขับออกมาภายใน 24 ชั่วโมง ถือว่ารกค้ำ การเกิดรกก้างอาจมีสาเหตุมาจากการแท้ง การคลอดก่อนกำหนด การคลอดยาก มดลูกไม่แข็งแรง รกอักเสบหรือติดเชื้อ สัตว์ป่วยหรือขาดสารอาหารบางชนิด โดยมีสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยร่วมด้วย อัตราการเกิดรกก้างในแม่โคที่คลอดปกติ อาจมีได้ 3-12 เปอร์เซ็นต์ (Fraser et al., 1991)

รกก้าง เป็นปัญหาหนึ่งในการเลี้ยงโคนม ลูกผสมขาวดำที่คลอดปกติของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ ซึ่งเข้าใจว่า ฤดูกาล อุณหภูมิ และความชื้น จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้อง จึงเห็นควรที่จะหาความสัมพันธ์ของสภาวะอากาศ กับการเกิดรกก้างในโคนม เพื่อใช้เป็นแนวทางการป้องกันปัญหาด้านสุขภาพ และใช้แนะนำให้แก่เกษตรกรต่อไป โดยจะใช้ค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นเป็นตัวชี้วัด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของฤดูกาล ต่อการเกิดรกก้างในโคนมลูกผสมขาวดำ
2. เพื่อให้ทราบถึงอิทธิพลของดัชนีอุณหภูมิความชื้นต่อการเกิดรกก้างในโคนมลูกผสมขาวดำ
3. เพื่อหาแนวทางป้องกันการเกิดรกก้างในโคนมอันส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายสัตว์ด้วย

วิธีการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูล

1.1 รวบรวมบันทึก วัน เดือน ปี ของแม่โคนมลูกผสมขาวดำ ที่เลี้ยงในศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ ต. ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ที่คลอดปกติ แต่มีปัญหารกก้างในปี พ.ศ. 2526-2538 ซึ่งมีโคคลอดปกติ 1,039 ตัว แต่รกก้าง 106 ตัว คำนวณหาอัตราการเกิดรกก้างของแต่ละเดือน

1.2 บันทึกอุณหภูมิ และความชื้นสูงสุดในวันที่มีแม่โครกก้าง

1.3 นำข้อมูลในข้อ 1.1 มาจัดแบ่งเป็น 3 ฤดูกาล คือ

ฤดูร้อน : เดือน มีนาคม ถึง มิถุนายน

ฤดูฝน : เดือน กรกฎาคม ถึง ตุลาคม

ฤดูหนาว : เดือน พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์

1.4 นำข้อมูลในข้อ 1.2 มาคำนวณค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้น (Temperature - Humidity Index : THI) จากสูตร

$$THI = db - [(0.55 - 0.55 \text{ R.H.}) (db - 58)]$$

เมื่อ db คือ อุณหภูมิของอากาศวัดจากตู้แห้ง เป็นองศาฟาเรนไฮต์

RH คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ เป็นเปอร์เซ็นต์ หาค่าด้วย 100

(Ingreham et al., 1971)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS/FW ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราการเกิดรกค้างระหว่างฤดูกาล โดยใช้สถิติ Non-parametric วิธี Kruskal-Wallis one way ANOVA (นิภา, 2533)

2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีอุณหภูมิความชื้น (THI) กับอัตราการเกิดรกค้าง โดยใช้สถิติ Non-parametric หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยวิธี The Spearman Rank Correlation Coefficient (ρ)

โดย

- ตัวแปรที่1 เป็นค่า THI ของวันที่เกิดรกค้างของแต่ละเดือนเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526-2538
- ตัวแปรที่2 เป็นอัตราการเกิดรกค้างของแต่ละเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526-2538 (นิภา, 2533)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการศึกษาปัญหารกค้างในโคนมลูกผสมขาวดำของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2526-2538 พบว่าฤดูกาลไม่มีอิทธิพลต่อการเกิดรกค้าง ($P>0.05$) ดังแสดงไว้ใน Table 1 ซึ่งผลตรงกับการวิจัยของ Saini *et al.* (1988) ในอินเดียและ Schering-Torres (1986) ในเม็กซิโก แต่ต่างจาก Agarwal *et al.* (1984) ที่ศึกษาในโคนมลูกผสมและ Rawal and Singh (1991) ที่ศึกษาในกระบือที่เลี้ยงในอินเดีย Scharma *et al.* (1984) ศึกษาในกระบือที่เลี้ยงในเวียดนาม และ Wosu and Anene (1990) ที่ได้ศึกษาในแพะที่เลี้ยงในไนจีเรีย ซึ่งพบว่าปัญหารกค้างในฤดูฝนสูงกว่าฤดูอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หากทว่า Ethington *et al.* (1984) ได้รายงานว่ โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนในแคนาดา มีปัญหารกค้างสูงในฤดูหนาว ตรงข้ามกับโคนมพันธุ์ Finnish Ayrshire ที่มีปัญหานี้ต่ำในฤดูหนาว (Soloniemi *et al.*, 1986) แสดงว่า

Table 1 Comparison of seasonal placental retention rate in the year 1983 - 1995.

	Summer				Rainy				Winter			
	Mar.	April.	May.	June.	July.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.
No. of calving cows	83	73	87	78	82	117	88	105	95	73	69	89
No. of cows with placental retention	7	12	11	9	7	12	12	11	4	6	6	9
Placental retention rate (%)	12.1				10.7				7.7			
THI (average)	91.0				87.0				85.0			

($\chi^2 = 4.3077$, $df = 2$, Significance 0.116)

อิทธิพลของฤดูกาลและดัชนีอุณหภูมิความชื้น
ต่อการเกิดรกค้างในโคนมลูกผสมขาวดำ

โคนมสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่เลี้ยงในภูมิภาค และ ภูมิอากาศ ที่แตกต่างกันมีอัตราการเกิดรกค้างใน ฤดูกาลต่างๆ กัน การวิเคราะห์ทางสถิติจากการ ศึกษาในเชียงใหม่ พบว่า อัตราการเกิดรกค้างใน ฤดูร้อน (12.1%) สูงกว่าฤดูอื่น แต่ไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้หากพิจารณาจากค่าพิสัย

ของดัชนีอุณหภูมิความชื้นของแต่ละฤดูกาล จะเห็น ว่ามีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ฤดู กล่าวคือ พิสัย THI ของฤดูร้อน 89-93 ฤดูฝน 86-88 และฤดูหนาว 83- 88 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 ทำให้อัตราการเกิด รกค้าง ไม่แตกต่างกันมากนัก อุณหภูมิและ ความชื้นของอากาศจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ไม่นำ ให้เกิดรกค้าง

Table 2 Average monthly THI and placental retention rate in the year 1983 - 1995.

Month	THI	Placental retention rate (%)	Correlation Coefficient analysis
March	89	8.4	Spearman ρ 0.58 2-tailed significance 0.048
April	93	16.4	
May	93	12.6	
June	89	11.5	
July	88	8.5	
August	86	10.3	
September	87	13.6	
October	87	10.5	
November	85	4.2	
December	83	8.2	
January	84	8.7	
February	88	10.1	

เมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ของดัชนีอุณหภูมิ ความชื้น (THI) กับอัตราการเกิดรกค้างแล้วพบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ THI กับอัตราการ เกิดรกค้างมีค่าบวกและสัมพันธ์กันในระดับกลาง (0.58) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าค่า ทั้งสองสัมพันธ์ในทางเดียวกัน นั่นคือเมื่อ THI สูงขึ้นอัตราการเกิดรกค้างก็จะเพิ่มขึ้นด้วย Igono *et al.* (1992) ได้พบว่า ที่รัฐออริโซนาตอนกลาง ประเทศสหรัฐอเมริกา โคจะเริ่มอีดอีดเมื่อ THI สูงตั้งแต่ 72 ขึ้นไป โดยค่าวิกฤตต่ำสุดและสูงสุด ของ THI คือ 64 และ 76 ตามลำดับ ส่วนการ

ศึกษานี้พบว่า อัตราการเกิดรกค้างสูงที่สุด เมื่อ THI 93 (16.4%) และต่ำที่สุด ที่ THI 85 (4.2%) แต่ที่ THI ต่ำสุด (83) ยังมีโครกค้างถึง 8.2% จึงยัง ไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่าโคจะเริ่มรู้สึกรีดอีด ที่ THI ระดับใด นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการเกิดรกค้าง สูงที่สุดในเดือน เมษายน และต่ำที่สุด ในเดือน พฤศจิกายน ทั้งนี้ Verma *et al.* (1982) ได้พบว่า ปัญหารกค้างในโคพันธุ์แท้ Haryana และลูกผสม พบมากที่สุดในเดือนกันยายน แต่อากาศร้อน ความชื้นสูง และฝนตกชุกไม่ทำให้เกิดปัญหา ของระบบสืบพันธุ์ ส่วน Schering-Torres (1986)

ได้วิเคราะห์ข้อมูลของโคสาวอ้อมท้องพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน นำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา และแคนาดา ไปเลี้ยงในหุบเขาที่เม็กซิโกจำนวน 1,500 ตัว แล้วพบว่ามียัตราการเกิดรกค้างสูงสุดในเดือน กันยายน-ตุลาคม และต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน-มิถุนายน

เนื่องจากภูมิอากาศของประเทศไทยเป็นแบบร้อนชื้น แม้เชียงใหม่จะมีอากาศเย็นกว่าภาคอื่น ๆ แต่ดัชนีอุณหภูมิความชื้นก็ยังคงสูงจึงจำเป็นต้องปรับปรุงพันธุ์โคนมและปรับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ได้ผลผลิตดีตามต้องการ ทั้งนี้กรมปศุสัตว์ได้ทดสอบแล้วว่าโคที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน 75% เหมาะสมกับการเลี้ยงโดยเกษตรกรทั่วไป และถ้าเกษตรกรสามารถจัดการให้ค่า THI ไม่เกิน 72 ได้ก็จะช่วยลดความเครียดของสัตว์ลง

สรุปผล

1. ฤดูกาลไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดรกค้างในโคนมลูกผสมขาวดำ แต่มีแนวโน้มว่ารกค้างเกิดมากที่สุดในฤดูร้อน โดยเฉพาะเดือนเมษายนเกิดปัญหารกค้างมากที่สุด ส่วนเดือนพฤศจิกายนมีปัญหารกค้างเกิดขึ้นน้อยที่สุด
2. ดัชนีอุณหภูมิความชื้นมีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดรกค้างโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวก 0.58 และมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

- นิภา ศรีไพโรจน์. 2533. สถิติอนพารามตริก. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพมหานคร. 299หน้า.
- Agarwal, S.K., U. Shanker and R.R.Mishra. 1984. Incidence of retained placenta and its effect on fertility in crossbred cattle. *Livestock Advisor*. 9(12) : 49-51.
- Etherington, W.G., S.W. Martin, I.R. Dohoo and W.T.K. Bosu. 1984. Interrelationships between ambient temperature, postpartum reproductive events and reproductive performance in dairy cows : a path analysis. *Proceedings of the 13th World Congress on Diseases of Cattle*, Durban, South Africa, Sep. 17-21, (2) : 787-795.
- Fraser, C.M., J.A.Bergeron, A. Mays, S.E.Aiell, H.E. Amstutz, J. Armour, D.C.Blood, C.L. Chrisman ; F.M. Loew and G.H. Snoeyenbos. 1991. *The Merck Veterinary Manual*, 7th. ed. Merck & Co., Inc., Rahway, N.J., U.S.A. p 698.
- Igono, M.O., G. Bjotvedt and H.T.Sanford-Crane. 1992. Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate. *Int. J.Biometeorol.* 36:2, 77-87.
- Ingraham, R.H., D.D.Gillette and W.D. Wagner. 1971. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *J. of Dairy Sci.* 57(4) : 476-481.
- Rawal, C.V.S. and R. Singh. 1991. Incidence of retention of placenta in buffaloes. *Indian J. Animal Sci.* 61(8) : 841-842.

- Saini, M.S., A.S. Khanna and S.C. Chopra. 1988. Incidence of retention of placenta, its treatment and subsequent fertility on crossbred (Temperate x Zebu) dairy cattle. *Indian J. of Animal Production and Management* 4(2) : 61-65.
- Saloniemi, H., Y. Grohn and J. Syvajarvi. 1986. An epidemiological and genetic study on registered diseases in Finnish Ayrshire cattle. II. Reproductive disorders. *Acta-Veterinaria-Scandinavica*. 27(2) : 196-208.
- Sarma, M.C , N.N. Pathak , R.P. Verina , N.N. Hung , N.V. Cu , N.H. Lien , D.T. An , H.V. Mai and N.V. Vuc. 1984. Epidemiological study on reproductive disorders of Murrah buffaloes bred in Vietnam. *Indian J. Dairy Sci.* 37(2) : 83-85.
- Scherling-Torres, L de J. 1986. Reproductive performance of pregnant Holstein-Friesian heifers imported from the USA and Canada for intensive breeding in the vale of Mexico. *Veterinaria, Mexico*. 17(1) : 71.
- Verma, R.P., S.K. Saxena and R.R. Mishra. 1982. Relationship of ambient temperature, vapour pressure and rainfall to reproductive disorders of dairy cattle. *Indian J. Dairy Sci.* 35(2) : 192-194.
- Wosu, L.O. and B.M. Anene. 1990. Incidence and seasonality of reproductive disease conditions in small ruminants in Nsukka area, Nigeria. *Beitrage-zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinary Medizin*. 28(2) : 185-189.

การเลี้ยงขุนโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนเพศผู้ตอน และไม่ตอนด้วยอาหารชั้น 2 ชนิด

Feedlot Feeding of Crossbred Holstein - Friesian Steers and Bulls with Two Different Diets

โชค มิเกล็ด เทอดชัย เวียรศิลป์ นรินทร์ โพธิกานนท์ และวิสูตร ศิริพงษ์ษานันท์^{1/}

Choke Mikled Therdchai Vearasilp Nirandorn Potikanond and Visut Sirinupongsanan^{1/}

Abstract : Feedlot feeding trial of crossbred Holstein - Friesian cattle with average initial liveweight of 203.1 kg, the animals were divided according to their respective liveweight in to 2 groups. Also in each group of animals comprised of 4 bulls and 3 steers. First group of animals was fed with a ground cassava chip - urea concentrate mixture (Cassavear) and second group was fed with a concentrate mixed with ground cassava chip and EFP "L" (Cassavi "L"). The average final liveweight of each animal was 417.4 kg. The results showed that average daily gain of animal was 0.74 and 0.73 kg ($P>0.05$), respectively and average time spent in feedlot was approximately 10 months ($p>0.05$).

Average daily gain from the bulls was higher than that of the steers ($p<0.05$). The initial cost (the price of animal plus the feed cost) was Baht 9,113.13 per animal. So the benefit from each animal was Baht 2,616.87.

บทคัดย่อ : การทดลองขุนโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนเพศผู้ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 203.1 กิโลกรัม แบ่งกลุ่มตามน้ำหนักออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 7 ตัว และในแต่ละกลุ่มทดลองได้มีการแบ่งออกเป็นโคไม่ตอน (กลุ่มละ 4 ตัว) และโคตอน (กลุ่มละ 3 ตัว) โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารชั้นที่มีส่วนผสมของยูเรีย (Cassavear) และกลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารชั้นที่มีส่วนผสมของกากไย (Cassavi "L") ทำการเลี้ยงขุนจนถึงน้ำหนักประมาณ 400 กิโลกรัม ผลการทดลองพบว่าอัตราการ

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

เจริญเติบโตเฉลี่ยของโคทั้ง 2 กลุ่มเท่ากับ 0.74 และ 0.73 กิโลกรัม ต่อตัวต่อวันตามลำดับ ($P>0.05$) โดยใช้เวลาเลี้ยงขุนนานประมาณ 10 เดือน ($P>0.05$) โดยที่มีน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยตัวละ 417.4 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังพบว่าโคที่ไม่ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าโคที่ตอน ($p<0.05$) ต้นทุนเฉลี่ยเบื้องต้นของการเลี้ยงขุนโคในการทดลองครั้งนี้เท่ากับ 9,113.13 บาทต่อตัว และจะได้ผลตอบแทนเบื้องต้นเฉลี่ย 2,616.87 บาทต่อตัว

คำนำ

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย เริ่มมีการส่งเสริมและพัฒนาอย่างเป็นรูปธรรม และจริงจังจากภาครัฐมากกว่า 30 ปีแล้ว โดยมีการขยายตัวในระยะต้น ๆ เป็นไปอย่างช้า ๆ ในระยะต่อมา โดยเฉพาะช่วงหลังปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นมาได้มีการเร่งรัดและสนับสนุนจาก รัฐบาลให้มีการเลี้ยงโคนมเพื่อเพิ่มผลผลิตน้ำนมและผลิตภัณฑ์เป็นการลดการนำเข้านมและผลิตภัณฑ์นมจากต่างประเทศลงได้ระดับหนึ่ง ซึ่งตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (2530 - 2534) ได้มีข้อกำหนดนโยบายและมาตรการด้านส่งเสริมและสนับสนุนการเลี้ยงโคนมไว้อย่างชัดเจน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2531)

ในปัจจุบันจำนวนโคนมของประเทศไทยมีอยู่ประมาณไม่น้อยกว่า 240,000 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2537) เป็นแม่โครีดนมอยู่ประมาณ 120,000 ตัวจากฟาร์มโคนมทั้งประเทศเกือบ 2 หมื่นฟาร์ม ถ้าดูจากสถิติข้อมูลอันนี้อาจจะพอประเมินออกมาได้ว่าในแต่ละปีจะมีลูกโคนมเพศผู้เกิดมาประมาณ 5 - 6 หมื่นตัว ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเกษตรกรจะขายออกไปจากฟาร์มหลังจากให้กินนมแม่เหลืองแล้ว 5 - 7 วัน ในราคาที่ถูกมากเนื่องจากถ้าเลี้ยงไว้ในฟาร์มก็จะเป็นภาระกับเกษตรกรเองในการเลี้ยงดูต่อไป จากสภาวะปัจจุบันในประเทศไทย

มีแนวโน้มที่จะขาดแคลนเนื้อโคสำหรับบริโภค ต้องมีการนำเข้าโคมีชีวิตจากประเทศเพื่อนบ้านปีหนึ่ง ๆ เป็นจำนวนมากซึ่งไม่สามารถหาข้อมูลตัวเลขที่แน่นอนมายืนยันได้ ด้วยเหตุนี้ถ้าเราได้มีการนำเอาโคนมตัวผู้เหล่านี้มาเลี้ยงเป็นโคเนื้อต่อไป ในลักษณะแบบเดียวกับที่กระทำกันในประเทศแถบทวีปยุโรปทั่ว ๆ ไปก็จะทำให้มีการเพิ่มปริมาณเนื้อโคสำหรับบริโภคที่มีคุณภาพดีอีกแนวทางหนึ่ง แต่การเลี้ยงนั้นจะดำเนินการโดยเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมเอง หรือเกษตรกรผู้เลี้ยงโคขุน ขึ้นอยู่กับสภาพความพร้อมของตัวเกษตรกรเอง

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าถ้าเรานำเอาโคนมเพศผู้มาเลี้ยงขุน โดยให้อาหารหยาบเต็มที่เสริมด้วยอาหารชั้น 4-6 กิโลกรัม สามารถเจริญเติบโตได้วันละถึง 0.8 - 1.0 กิโลกรัม โดยจะใช้ระยะเวลาขุนประมาณ 6 - 10 เดือน เพื่อให้ได้น้ำหนักที่สามารถส่งโรงฆ่าชำแหละประมาณ 400 กิโลกรัม (ธีรเดช, 2534 ; Kanthapanit, 1985) จากรายงานของ Kanthapanit (1985) ยังระบุไว้ด้วยว่าคุณภาพซากของโคนมลูกผสมเพศผู้อยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่น่าพอใจ โดยจะมีเปอร์เซ็นต์ซากเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 53 - 60

ดังนั้นในการเลี้ยงขุนโคนมลูกผสมเพศผู้ในบ้านเราจึงมีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง เพียง

แต่ที่เราอาจจำเป็นต้องหาวิธีการ หรือมาตรการ อย่างใดอย่างหนึ่งให้การเลี้ยงขุนโคนั้น ๆ มีต้นทุน หรือค่าใช้จ่ายต่าง ๆ น้อยที่สุด ซึ่งค่าใช้จ่ายหลัก ในการเลี้ยงขุนโคได้แก่อาหารชั้น ดังนั้นในการ ศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้น ในแง่ของการจัดหา แหล่งวัตถุดิบ ที่จะใช้ผสมเป็นอาหารโคขุน โดยเฉพาะแหล่งของอาหารโปรตีน จากการที่ เทอดชัย และองอาจ (2536) ได้นำเอากากไลซีน ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตกรดอะมิโน สังเคราะห์แอลไลซีน มาผสมเพิ่มโปรตีนของ มันสำปะหลังในอาหารโคขุนลำพูนขุน ทำให้ใช้ ทดแทนข้าวโพดในอาหารผสมได้สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการ เปรียบเทียบแหล่งของอาหารโปรตีน 2 ชนิด คือ การใช้ยูเรียผสมในอาหารโคขุนแบบโดยทั่ว ๆ ไป เปรียบเทียบกับการใช้กากไลซีน โดยใช้วัตถุดิบ หลักคือมันสำปะหลัง นำมาใช้เลี้ยงทดสอบขุนโค ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียนเพศผู้ นอกจากนี้ ได้มีการศึกษาพบว่า การเลี้ยงขุนโคเพศผู้ไม่ตอน จะเจริญเติบโตได้ดีกว่าโคตอน (สวัสดิและคณะ, 2510) เพื่อเป็นการยืนยันการศึกษาดังกล่าว ดังนั้น

ในการศึกษาครั้งนี้นอกจากจะดูถึงชนิดของอาหาร แล้วยังได้มีการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ระหว่างโคที่ตอน และไม่ตอนควบคู่กันไปด้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้คอกสัตว์ทดลองที่ ฟาร์มโคนมไรฟีนนักศึกษาแม่เหิชะ ภาควิชา สัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่ ลักษณะคอกทดลองเป็นคอกเดี่ยวขนาด $1.6 \times 3.2 \times 1.5$ เมตร มีรางอาหารหยาบและ อาหารชั้นแยกกันอยู่หน้าคอก รางน้ำเป็นชนิด อ่างซีเมนต์พร้อมก๊อกน้ำอยู่ด้านหลังคอก 2 ตัว ต่อรางน้ำ 1 ราง โดยมีน้ำให้กินตลอดเวลา

สัตว์ทดลองที่ใช้เป็นโคนมลูกผสมเพศผู้ ที่มีระดับสายเลือดโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ระหว่างร้อยละ 50 - 75 มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 200 กิโลกรัม จำนวน 14 ตัว ทำการสุ่มแบ่งกลุ่ม โคออกเป็น 2 กลุ่ม ตามชนิดอาหารชั้น 2 ชนิด สูตรอาหารชั้นทั้ง 2 ชนิดได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

Table 1 Composition and types of concentrate used in the experiment.

Ingredients	Treatment I		Treatment II	
	DM	As fed	DM	As fed
Cassavear ^{1/}	64	71.69	-	-
Cassavi "L" ^{2/}	-	-	64	71.56
Ground corn	21	23.84	21	23.84
Soybean meal	8	8.92	8	8.92
Molasses	5	7.62	5	7.62
Mixed mineral and salt	2	2.15	2	2.15
Total	100	114.20	100	114.09
CP (Calculated, %)	14.18		14.18	

^{1/} Consists of 61.84 kg DM of cassava meal (69.53 kg as fed) and 2.16 kg of urea, mixed to 12% CP.

^{2/} Consists of 57.09 kg DM of cassava meal (64.19 kg as fed) and 6.91 kg DM (7.37 kg as fed) of EFP "L" mixed to 12% CP.

EFP "L" = Effluent Dry Powder "L" is a by product from L-Lysine Production

การให้อาหารโคทดลอง สำหรับอาหาร
หยาบให้กินเต็มที่ตลอดเวลา โดยชนิดอาหาร
หยาบจะเปลี่ยนไปตามสภาพที่มีอยู่ภายในฟาร์ม
โดยมีหญ้าสด หญ้าเนเปียร์ และต้นข้าวโพด
เป็นหลัก ด้านอาหารข้นจะแบ่งให้วันละ 2 ครั้ง
เช้า - บ่ายโดยให้คิดเป็นปริมาณร้อยละ 1.5 ของ
น้ำหนักตัว การปรับเปลี่ยนปริมาณอาหารข้นที่ให้
จะกระทำทุก 2 สัปดาห์หลังการชั่งน้ำหนักโค
แต่ละครั้ง

ในแต่ละกลุ่มโคทดลองยังมีการแบ่งกลุ่มโค
ออกเป็นอีก 2 กลุ่มคือ โคที่ไม่ตอน (กลุ่มละ 4 ตัว)
และโคที่ถูกตอน (กลุ่มละ 3 ตัว)

ทำการชั่งน้ำหนักโคทดลองทุก ๆ 2 สัปดาห์
ทำการบันทึกปริมาณอาหารข้นที่กินทั้งหมด
งานทดลองนี้ได้กำหนด เป้าหมายไว้ว่าจะนำโค
ออกจากโรงทดลองเมื่อโคมีขนาดและสภาพ
พอเหมาะที่จะส่งโรงฆ่าชำแหละที่น้ำหนัก

ประมาณ 400 กิโลกรัม ข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บไว้จาก
การทดลองครั้งนี้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน
(Analysis of variance) ด้วยวิธีแบบ Completely
Randomized Design in a 2 × 2 Factorial Experi-
ment (Steel and Torrie, 1960)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเพิ่มน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโต

การศึกษาครั้งนี้ใช้โคนมลูกผสมเพศผู้
จำนวน 14 ตัว โดยทยอยนำเข้าสู่การทดลองเมื่อ
น้ำหนักตัวถึงประมาณ 200 กิโลกรัม โดยจะสุ่ม
แยกตามชนิดอาหารทดลอง 2 ตัวรับการทดลอง
ซึ่งในการทดลองครั้งนี้โคทดลองทั้ง 2 กลุ่มมี
น้ำหนักเมื่อเริ่มทดลองเฉลี่ย 203.1 กิโลกรัม
และน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยได้ 417.4
กิโลกรัม รายละเอียดของข้อมูลเปรียบเทียบผลการ
ทดลองระหว่างชนิดอาหาร 2 ชนิดได้แสดงไว้ใน
ตารางที่ 2

การเพิ่มน้ำหนักตัวของโคทดลองทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีน้ำหนักตัวเพิ่มตลอดการทดลองเฉลี่ย 214.5 กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าจากการทดลองของซีเรซ (2534) ซึ่งมีน้ำหนักเพิ่มเพียง 176.3 กิโลกรัม เนื่องจากโคทดลองชุดนี้มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มทดลองน้อยกว่าและมีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงกว่าการทดลองดังกล่าว

ชนิดของอาหารข้นไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของโคนูทั้ง 2 กลุ่ม ($p>0.05$) โดยโค

ทั้ง 2 กลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยวันละ 0.74 และ 0.73 กิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าเราสามารถ ใช้กากไลซีนทดแทนการใช้ยูเรียเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนสำหรับอาหารโคนูได้เป็นอย่างดี อัตราการเจริญเติบโตของโคทดลองชุดนี้ใกล้เคียงกับรายงานของสวส์ดีและคณะ (2512) (0.77 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) และซีเรซ (2534) ที่ใช้หญ้าสดเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคทดลอง (0.83 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) แต่ต่ำกว่ารายงานของซีเรซ (2534) ในการใช้ต้นข้าวโพดฝักอ่อนเป็น แหล่งอาหารหยาบสำหรับโคทดลอง (1.06 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน)

Table 2 Performance of male crossbred Holstein - Friesian cattle fed with 2 types of concentrate.

Items	Treatment I : Cassavear			Treatment II : Cassavi "L"		
	bull	steer	mean	bull	steer	mean
No. of animals	4	3	7	4	3	7
Initial liveweight (kg)	203.3a ±6.4	211.3a ±26.5	206.7a ±16.5	213.8 ±41.1	180.7a ±24.6	199.6a ±36.9
Final liveweight (kg)	392.0a ±26.4	446.0a ±39.9	415.1a ±41.4	426.8a ±67.3	410.3a ±21.5	419.7a ±50.0
Liveweight gain (kg)	188.8a ±23.6	234.7a ±13.8	208.4a ±30.7	213.0a ±93.1	229.7a ±39.5	220.1a ±70.2
Average daily gain (kg)	0.75bc ±0.11	0.72bc ±0.07	0.74a ±0.09	0.81b ±0.06	0.63d ±0.11	0.73a ±0.12
Duration in feedlot (day)	251.8c ±19.8	329.0bc ±42.6	284.9a ±50.0	256.5c ±90.7	366.3b ±33.1	303.6a ±89.0
Concentrate consumption :						
Whole period (kg)	1,047.9a ±119.3	1,580.7a ±244.8	1,276.1a ±328.6	1,190.0a ±487.0	1,539.2a ±256.3	1,339.8a ±418.9
Average per day (kg)	4.17a ±0.38	4.80a ±0.32	4.43a ±0.47	4.62a ±0.47	4.18a ±0.34	4.43a ±0.45
Feed per kg liveweight gain (kg / kg)						
Concentrate	5.67 ±0.38a	6.71 ±0.69a	6.06 ±16.5a	5.69 ±0.59a	6.79 ±1.39a	6.16 ±1.08

a Non significant difference ($p>0.05$)

b, c, d Means within the same row with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$)

2. ระยะเวลาในการเลี้ยงขุน

โคกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 ใช้ระยะเวลาเลี้ยงขุนเฉลี่ย 285 และ 304 วัน ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ถึงแม้ว่าโคทดลองกลุ่มที่กินอาหารชั้นที่มีกากไยสูงเป็นแหล่งอาหารเสริมโปรตีนมีแนวโน้มที่จะใช้เวลานานกว่าในการเลี้ยงขุน ซึ่งอาจจะเป็นเพราะสาเหตุที่กลุ่มโคทดลองชุดนี้มีน้ำหนักเริ่มต้นทดลองค่อนข้างน้อยกว่ากลุ่มแรกอยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ใช้เวลาในการเลี้ยงขุนเฉลี่ยนานถึงประมาณ 10 เดือน ซึ่งนานกว่าจากรายงานของเรื่องศิริ (2534) ถึงประมาณ 3 เดือน สาเหตุส่วนใหญ่อาจจะมาจากตัวโคเองหรือชนิดและปริมาณอาหารชั้นและอาหารหยาบที่ใช้ นอกจากนี้ น้ำหนักเมื่อเริ่มเลี้ยงขุนก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ระยะเวลาที่เลี้ยงขุนแตกต่างกันได้ ซึ่งการที่ต้องใช้ระยะเวลาเลี้ยงขุนนานขึ้นจะมีผลกระทบต่อต้นทุนที่ใช้ในการเลี้ยงขุนเนื่องจากปริมาณอาหารที่ใช้ต้องเพิ่มขึ้นรวมทั้งปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังจะได้กล่าวถึงในตอนต่อไป

3. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มโคที่ไม่คอนและโคคอน

ในการทดลองครั้งนี้ได้ทำการคอนโคทดลองทั้ง 2 กลุ่มชนิดอาหารกลุ่มละ 3 ตัว เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่คอนกลุ่มละ 4 ตัวดังรายละเอียดที่แสดงผลการทดลองไว้ในตารางที่ 2

ผลการทดลองพบว่า กลุ่มโคที่ไม่คอนและโคคอนในอาหารชนิดแรกและโคที่ไม่คอนในอาหารชนิดที่สอง มีอัตราการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับโคคอนในอาหารชนิดที่สอง โดยที่ถ้าไม่คำนึงถึงปัจจัยของชนิดอาหารมาเกี่ยวข้อง จะพบว่าโคที่ไม่คอนมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าโคคอน ($p<0.05$) เป็นการยืนยันผลการทดลองที่เคยรายงานไว้ก่อนแล้ว (สวัสดิและคณะ, 2510) ซึ่งผลอันนี้ทำให้โคที่ไม่คอนใช้ระยะเวลาในการขุนในคอกสั้นกว่าโคคอนอย่างเห็นได้ชัด ($p<0.05$) และยังทำให้การขุนโคกลุ่มที่ไม่คอนมีแนวโน้มที่จะใช้อาหารชั้นในปริมาณรวมทั้งหมคน้อยกว่าโคกลุ่มที่คอนอีกด้วย แต่การคอน หรือไม่คอนโคทดลองครั้งนี้ไม่ได้มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนัก ของโคตลอดการทดลองและปริมาณการกินอาหารชั้นเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน ($p>0.05$) เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ได้กำหนดการสิ้นสุดการ ขุนเมื่อโคทดลองทุกตัวมีน้ำหนักถึงประมาณ 400 กิโลกรัม

4. ต้นทุนและผลตอบแทนจากการขุนโคนมเพศผู้

การคิดต้นทุนและผลตอบแทนจากการขุนโคนมเพศผู้ครั้งนี้ เป็นการคิดประมาณการเพียงคร่าว ๆ เท่านั้น เนื่องจากขาดการบันทึกข้อมูลในบางส่วนไป โดยจะคิดเฉพาะต้นทุนค่าตัวโค และค่าอาหารชั้นเท่านั้น ไม่ได้นำเอาส่วนของค่า อาหารหยาบ ค่าแรงงาน ค่ายารักษาโรค ค่าน้ำและ ไฟฟ้า ค่าเสื่อมราคาของ โรงเรือนและ อุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ มาคิดด้วย

สำหรับการคิดต้นทุน : กำหนดค่าตัวโคเป็นน้ำหนักสัตว์มีชีวิตกิโลกรัมละ 23.00 บาท ค่าอาหารชั้นในดำรับการทดลองที่ 1 3.50 บาท / กิโลกรัม และดำรับการทดลองที่ 2 3.30 บาท / กิโลกรัม และราคาขายโคคิดเป็นน้ำหนักสัตว์มี

ชีวิตกิโลกกรัมละ 28.00 บาท (ราคาขายจริงให้แก่บริษัทเอกชนแห่งหนึ่งที่กำลังดำเนินธุรกิจด้านผลิตภัณฑ์เนื้อในจังหวัดเชียงใหม่)

ต้นทุนการเลี้ยงขุนโคนมเพศผู้ลูกผสม
ราคาขายเฉลี่ยและผลตอบแทน (กำไร) ที่ได้รับ
เบื้องต้น แสดงไว้ในตารางที่ 3

Table 3 Cost, selling price and benefit from feedlot feeding of Holstein-Friesian crossbred cattle fed with 2 types of concentrate.

Items	Treatment I : Cassavear	Treatment II : Cassavi "L"
Cost of experimental diets:		
concentrate ^u	4,466.35 a ±1,150.24	4,421.34 a ±1,382.32
Cost of experimental cattle per animal, @28.0 Bht / kg.	4,754.43 a ±380.19	4,590.14 a ±847.77
Total cost	9,220.78 a ±1,386.15	9,011.48 a ±1,048.60
Cost of concentrate per kg liveweight gain	21.21 a 2.77	20.34 a 3.56
Selling price, per animal @28.0 Bht / kg	11,624.00 a ±1,158.25	11,842.00 a ±1,450.39
Benefit, Bht per animal	2,403.22 a ±497.72	2,830.52 a ±963.16

^u Feed cost ; Treatment I - 3.50 Bath / kg : Treatment II - 3.30 Bath / kg

a Non significant difference (p>0.05)

ในการทดลองครั้งนี้มีต้นทุนเฉลี่ย 9,116.13 บาท ต่อตัว ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของธีรเดช (2534) โดยที่เป็นต้นทุนค่าอาหารชั้นเสียประมาณร้อยละ 48.75 ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับ งานทดลองอื่น ก่อนหน้านี้ (ธีรเดช, 2534) อย่างไรก็ตามเมื่อมีการคำนวณต้นทุนการเลี้ยงขุนโคจริง ๆ แล้ว จะต้องนำค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เช่น ค่าอาหารหยาบ ค่าแรงงาน ค่าเสียโอกาส เป็นต้น มาคิดด้วย โดยที่ต้นทุนส่วนนี้จะสูงถึงประมาณ

ร้อยละ 20 - 25 ของต้นทุนทั้งหมด สำหรับต้นทุนค่าอาหารชั้นที่ใช้ในการเพิ่มน้ำหนักตัวสัตว์ 1 กิโลกรัม นั้นในการทดลองครั้งนี้เฉลี่ยเท่ากับ 20.78 บาท

ถึงแม้ว่าข้อมูลด้านต้นทุนการเลี้ยงขุนจะเป็นตัวเลขประมาณการจากข้อมูลที่บ้านทีกไว้เพียงบางส่วน แต่ราคาขายโคจะเป็นราคาที่ขายได้จริงเนื่องจากหลังจากสิ้นสุดการทดลองแล้วได้มีการ

คิดค่อขายสัตว์ทด ลองให้กับบริษัทเอกชนที่ดำเนินธุรกิจด้านผลิตภัณฑ์เนื้อในเชียงใหม่โดยตรง ราคาขายเฉลี่ยได้จะเท่ากับ 11,733 บาทต่อตัว เมื่อหักต้นทุนค่าอาหารชั้นและค่าตัวสัตว์แล้ว จะได้ผลตอบแทนเบื้องต้น (กำไร) เฉลี่ยเท่ากับ 2,616.97 บาท ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับดูเหมือนว่าจะได้สูงกว่าจากรายงานของธีรเดช (2534) อยู่เล็กน้อย แต่ความเป็นจริงแล้วถ้าหักค่าใช้จ่ายอื่น ๆ แล้ว อาจจะเหลือกำไรแค่เพียงประมาณ 700 - 800 บาทเท่านั้น ทำให้การพิจารณาเลี้ยงขุนโคนมเพศผู้ค่อภายในฟาร์มโคนมเองเป็นไปได้ยาก เพราะผลตอบแทนที่ได้น้อยเกินไป นอกเสียจากว่าจะต้องมีการจัดการที่ดีในการลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ โดยเฉพาะค่าอาหารลงอีก หรือจะต้องเลี้ยงโคในแปลงหญ้าเป็นระยะเวลานานที่สุดและใช้เวลาเลี้ยงขุนในคอกให้สั้นที่สุด ก็จะเป็นการช่วยให้มีผลตอบแทนสูงขึ้น และเนื่องจากยังไม่มีการศึกษาเก็บข้อมูลด้านต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ในช่วงก่อนนำมาเลี้ยงขุนในคอก ดังนั้นเพื่อให้การศึกษาต่อไปสมบูรณ์ยิ่งขึ้นน่าจะได้มีการศึกษาเรื่องนี้ประกอบไปด้วยก็จะเป็นการดี

การเลี้ยงขุนโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนเพศผู้ค่อน
และไม่ค่อนด้วยอาหารชั้น 2 ชนิด

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2537. ประมวลสถิติประจำปี 2537 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 161 หน้า.
- ธีรเดช เรืองศิริ. 2534. การใช้เศษเหลือจากข้าวโพดฝักอ่อนเลี้ยงขุนโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนเพศผู้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 65 หน้า
- เทอดชัย เวียรศิลป์ และองอาจ อินทร์สังข์. (2536). การใช้กากไลซีนเพิ่มโปรตีนของม้นสำปะหลังในอาหารโค. วารสารเกษตร 9 (2) : 162 - 176.
- สวัสดิ์ อาคมางกูร, เสาวคนธ์ โรจนสถิตย์ และ ภาณุเดช สุทธิชัย ฅ. อยุธยา. 2510. ผลการทดลองขุนโคอายุน้อยระยะสั้น. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กรุงเทพฯ. (เอกสารโรเนียว).
- สวัสดิ์ อาคมางกูร, เสาวคนธ์ โรจนสถิตย์ และ ภาณุเดช สุทธิชัย ฅ. อยุธยา. 2512. ผลการทดลองขุนโคเนื้อ. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. กรุงเทพฯ (เอกสารโรเนียว).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2531. นโยบายโคนมและผลิตภัณฑ์นม สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ.
- Kanthapanit, C. 1985. Future prospects of dairy beef production and marketing in Thailand. Int. Seminar on "Dairy and Dairy - Beef Production in Tropical Asia", 4 - 6 December, 1985, Chiang Mai, Thailand.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torri. 1960. Principle and Procedures of Statistics. McGraw - Hill Book Company, Inc., New York. 481 pp.

การประเมินการสลายตัวของ Soy Pass ในกระเพาะหมักของโค เปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองโดยใช้ เทคนิคถุงไนลอน

Estimation of Rumen Degradability of Soy Pass in Comparison with Soybean Meal by Using Nylon Bag (*in situ*) Technique

โชค มิเกลด์^{1/} และ Peter Lebzien^{2/}
Choke Mikled^{1/} and Peter Lebzien^{2/}

Abstract : The estimation of rumen degradability of Soy Pass (SP) in comparison with soybean meal (SBM) and 3 concentrate mixtures (KFA, KFB and KFC) by using Nylon Bag (*in situ*) Technique was conducted with 3 fistulated Holstein Friesian cows. Dry matter (DM) degradation of all tested diets at 2, 4 and 48 h of incubation times was not significant difference ($p>0.05$), but at 8, 16 and 24 h. of incubation times DM degradation of Soy Pass was significant lower ($p<0.05$) than other tested diets. By protein degradation of SP followed the same trend at 16 and 24 h of incubation times ($p<0.05$). The estimated effective protein degradation rate of SP at the outflow rates from 4 percent per h and over was clearly lower than that of SBM.

บทคัดย่อ : การทดลองเพื่อประเมินการสลายตัวของกากถั่วเหลืองอบความร้อน (Soy Pass-SP) เปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองธรรมดา (SBM) และอาหารผสม 3 สูตรที่มีส่วนผสมของกากถั่วเหลืองธรรมดา สูตร A (KFA) Soy Pass สูตร B (KFB) และกากถั่วเหลืองธรรมดาสูตร C (KFC) โดยการใช้เทคนิคถุงไนลอนในโครีดนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนที่เจาะกระเพาะหมักใส่ Rumen Fistula ไว้ 3 ตัว ผลจากการศึกษาพบว่า การสลายตัวของวัตถุแห้ง (DM)

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

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

^{2/} Institute of Animal Nutrition, Federal Agricultural Research Centre, Braunschweig, Germany

ในอาหารทุกชนิดช่วงระยะ 2, 4 และ 48 ชั่วโมงของการหมักไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่ที่ช่วงระยะ 8, 6 และ 24 ชั่วโมง SP มีปริมาณการสลายตัวของวัตถุแห้งต่ำกว่าอาหารชนิดอื่น ๆ ($p<0.05$) ในทำนองเดียวกันปริมาณการสลายตัวของโปรตีนจาก SP ที่ช่วงระยะ 16 และ 24 ชั่วโมงของการหมักจะน้อยกว่าอาหารชนิดอื่น ๆ เช่นเดียวกัน ($p<0.05$) และในขณะเดียวกันจากการประเมินอัตราการสลายตัวของโปรตีนจาก SP ที่อัตราไหลผ่านตั้งแต่ร้อยละ 4 ต่อชั่วโมง ขึ้นไปจะมีอัตราที่ต่ำกว่าของ SBM อย่างเห็นได้ชัด

Index words : กากถั่วเหลือง กากถั่วเหลืองอบความร้อน การสลายตัวของโปรตีน
Soybean meal, Soy Pass, Protein degradability

คำนำ

กากถั่วเหลือง (Soybean meal) เป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญของสัตว์เลี้ยง โดยทั่วไปเกษตรกรหรือโรงงานผลิตอาหารสัตว์จำเป็นต้องใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารผสมเพื่อเพิ่มระดับโปรตีนในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการต่อร่างกายของสัตว์ สำหรับใช้ในการเจริญเติบโต หรือการสร้างผลผลิตต่างๆ ในแง่ของการใช้กากถั่วเหลืองเป็นอาหารเสริมโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้องจำพวกโคนมและโคนอั้น จะต้องพิจารณาถึงสัดส่วน ของโปรตีนที่สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้จริงๆ โดยต้องคำนึงถึงสัดส่วนของโปรตีนที่ไหลผ่านระบบกระเพาะหมัก (Rumen undegradable protein หรือ Bypass protein : UDP) ไปย่อยสลายใช้ประโยชน์ได้ที่บริเวณลำไส้เล็ก (Ørskov and Miller, 1988) ได้มีการศึกษาหาวิธีการที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของโปรตีนจากกากถั่วเหลืองลงหลายวิธีการด้วยกันทั้งวิธีการทางเคมี (Formaldehyde treated soybean meal) (Crooker et. al., 1986) และวิธีการใช้ความร้อนอบ โดยทำให้เกิดขบวนการ Maillard หรือ Browning reaction ซึ่งวิธีการนี้เชื่อกันว่าใช้ได้ผลดีในปัจจุบัน โดยที่พบว่าการสลายตัวของโปรตีนจากกาก

ถั่วเหลืองอบด้วยความร้อนจะสลายตัวได้น้อยในกระเพาะหมัก แต่จะไปสลายตัวได้ดีในลำไส้เล็ก (Satter, 1986) แต่ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ การวิจัยหาปริมาณการย่อยสลายของโปรตีนจากอาหารสัตว์ด้วยสัตว์ทดลองต้องใช้งบประมาณ ค่าใช้จ่ายสูงและเทคนิควิธีการที่ใช้ก็ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน Mehrez and Ørskov (1977) ได้ปรับปรุงวิธีการวิจัยโดยอาศัย Nylon Bag (in situ) Technique มาใช้ในการหาปริมาณการสลายตัวของโปรตีนในกระเพาะหมักสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยสามารถใช้ได้ทั้งกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ และกับพืชอาหารสัตว์ชนิดต่าง ๆ ในการหาอัตราการสลายตัว (Degradation rate) สามารถคำนวณได้จากสมการที่เสนอโดย Ørskov and McDonald (1979)

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

โดยที่ P คือ สัดส่วนที่สลายตัวในเวลา t

a, b และ c เป็นค่าคงที่

ในการศึกษานี้ได้มีการนำเอากากถั่วเหลืองที่ผ่านขบวนการอบด้วยความร้อนมีชื่อทางการค้าว่า Soy Pass (Borregaard Lignotech, Norway) มาทดสอบหาปริมาณการสลายตัวของวัตถุแห้งและโปรตีน โดยอาศัยเทคนิคถุงไนลอน

โดยเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองธรรมดาที่ผลิตมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ทั่ว ๆ ไป นอกจากนี้ยังได้ทดสอบต่อไปว่าถ้าใช้ Soy Pass เป็นส่วนผสมอาหารชั้น สำหรับเลี้ยงโคนมจะมีผลอย่างไรเปรียบเทียบกับอาหารชั้นที่ใช้กากถั่วเหลืองธรรมดาทั่ว ๆ ไปเป็นส่วนผสม

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สัตว์ทดลองและอาหารที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองดำเนินการที่คอกสัตว์ทดลองของ Institute of Animal Nutrition, Federal Agricultural Research Centre, Braunschweig, Germany โดยใช้โคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนจำนวน 3 ตัว ที่กำลังให้นมระหว่าง 20 - 25 กิโลกรัมต่อวัน มีน้ำหนัก อยู่ระหว่าง 566 - 660 กิโลกรัม โคทุกตัวได้ทำการผ่าตัดใส่ Rumen fistula ไว้เพื่อการทดลองต่าง ๆ อยู่แล้ว

อาหารที่ให้โคกินระหว่างการทดลอง ประกอบด้วยหญ้าหมัก 2 ส่วน และอาหารชั้น 1 ส่วน ส่วนผสมของอาหารชั้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 อาหารชั้นที่ให้มีความโปรตีนร้อยละ 20.6 และปริมาณ Net Energy 8.5 MJ NEL ต่อ กิโลกรัม วัตถุแห้ง สำหรับหญ้าหมักมีความโปรตีนหยาบร้อยละ 14.0 และ ปริมาณ Net Energy 5.5 MJ NEL ต่อ กิโลกรัมวัตถุแห้ง (ตัวเลขโดยการคำนวณจากตารางคุณค่าทางอาหาร)

การให้อาหารแก่โคจะพิจารณาจากน้ำหนักตัวและปริมาณน้ำนมที่ให้แต่ละวัน โดยอาหารที่ให้จะมีปริมาณ Net Energy 6.5 MJ NEL ต่อ กิโลกรัมวัตถุแห้ง อาหารที่ให้โคกินแบ่งให้วันละ 2 ครั้ง เท่า ๆ กัน ในช่วงเช้าเวลา 5.30 น. และช่วงบ่ายเวลา 15.30 น. ที่ให้น้ำเป็นแบบด้วยอัตโนมัติ มีน้ำให้โคดื่มตลอดเวลา

อาหารที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย กากถั่วเหลืองธรรมดา (SBM) ที่แยกเอาส่วนเปลือกเมล็ดออกแล้ว กากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน (Soy Pass - SP) อาหารชั้นผสม 3 สูตร ได้แก่ สูตร A (KFA - positive control) สูตร B (KFB - tested component) สูตร C (KFC - negative control) ส่วนผสมของอาหารชั้นทั้ง 3 สูตร ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ตัวอย่างอาหารทุกชนิดผ่านการบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างอาหารผ่านตะแกรงขนาด 3.0 มิลลิเมตร ก่อนที่จะนำไปบรรจุถุง Nylon bag เพื่อทำการทดสอบต่อไป

Table 1 The composition of the milking cow ration.

Ingredients	Percent
Barley	32
Wheat	10
Oat	15
Sugar beet pulp	15
Soybean meal	24
Soybean oil	2
Mineral mixed	2
Total	100

Table 2 Composition of the rations that being used in the experiment by nylon bag technique.

Ingredients	Component A (KFA)	Component B (KFB)	Component C (KFC)
Wheat	26	-	-
Barley	20	-	-
Rye	-	30	30
Tapioca chip	11	24	24
Citrus pulp	10	25	25
Sugar beet pulp	19	10	10
Soybean meal	12	-	9
Soy Pass	-	9	-
Soybean oil	2	2	2
Total	100	100	100
Calculated crude protein, g / kg DM :	152	114	114
NEL, MJ / kg DM :	8.7	8.6	8.7

ถุงไนลอนที่ใช้การทดลองมีขนาด 9.0 x 14.0 เซนติเมตร มีขนาดรู 40 ไมครอน (μm) ทำการเย็บขอบ 2 ชั้น เพื่อป้องกันการรั่วไหลของตัวอย่างอาหาร และเย็บเป็นแนวโค้งบริเวณก้นถุงเพื่อความสะดวกในการนำเอาตัวอย่างอาหารออกจากถุง

วิธีการทดลอง

ทำการชั่งตัวอย่างอาหารที่ใช้ทดลองตัวอย่างละประมาณ 3.0 กรัม (15 มิลลิกรัมต่อพื้นที่ผิวถุง 1 ตารางเซนติเมตร) ใส่ในถุงไนลอน นำถุงตัวอย่างอาหารตัวอย่างละ 2 ถุงผูกมัดรวมกันบนห่วงเหล็ก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร ใช้เชือกไนลอนขนาดยาวประมาณ 40 เซนติเมตร ผูกห่วงเหล็กหย่อนใส่ในกระเพาะหมักของโคทดลอง

ทั้ง 3 ตัว ผ่านทาง Rumen fistula เป็นระยะเวลา 2, 4, 8, 16, 24 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 หลังจากถึงเวลาที่กำหนดให้นำเอาถุงตัวอย่างออกมาจากกระเพาะหมักของโคทดลองล้างด้วยน้ำก็อกระสมดาจนภายนอกถุงสะอาดแล้วนำไปล้างต่อใน Waterbath ที่มีน้ำเย็นไหลผ่านตลอดเวลาและมีเครื่องเขย่าให้ถุงตัวอย่างเคลื่อนไหวตลอดเวลาเป็นระยะเวลา นาน 30 นาที นำถุงตัวอย่างออกมามาก้อย ๆ รีดน้ำที่ค้างอยู่ในถุงด้วยมือเบา ๆ เสร็จแล้วนำไปอบในตู้อบตัวอย่างที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ประมาณ 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปชั่งน้ำหนักต่อไป โดยหักน้ำหนักถุงเปล่าออกเพื่อนำไปคำนวณ

ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งหมดเพื่อหาร้อยละ

ของวัตถุแห้ง (Dry matter - DM) อินทรีย์วัตถุ (Organic matter - OM) และ โปรตีน (Crude protein - CP) โดยวิธี Proximate Analysis (AOAC, 1984)

การคำนวณหาอัตราการสลายตัวของโปรตีนอาศัยวิธีการของ Ørskov and McDonald (1979) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Naway

Table 3 Incubation schedule for tested samples by nylon bag technique.

Period (hr)	Incubation of bags (hrs)	Withdrawal of bags (hrs)
0 ^{1/}	-	-
2	6 : 30	8 : 30
4	6 : 30	10 : 30
8	6 : 30	14 : 30
16	16 : 30	8 : 30 ^{2/}
24	6 : 30	8 : 30 ^{2/}
48	6 : 30	8 : 30 ^{3/}

^{1/} The 0 hr bags were directly washed after weighing the samples

^{2/} Withdraw in the next day

^{3/} Withdraw in the next two days

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 4 แสดงส่วนประกอบทางเคมีของอาหารต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ อาหารที่ใช้ทดสอบทุกชนิดมีร้อยละของวัตถุแห้งและอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกัน สำหรับกากถั่วเหลืองธรรมชาติ (SBM) มีปริมาณโปรตีนสูงกว่ากากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน (SP) เล็กน้อย ในส่วนของอาหารชั้นทั้ง 3 สูตร มีปริมาณโปรตีนหยาบที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการใกล้เคียงกันที่ได้จากการคำนวณสูตรผสมอาหาร (ดูเปรียบเทียบกับตารางที่ 2)

2. การสลายตัวของวัตถุแห้งในกระเพาะหมักของโค

จากการนำเอาตัวอย่างอาหารทั้ง 5 ตัวอย่างบรรจุในถุงไนลอนใส่ในกระเพาะหมักของโคผ่านทาง Rumen fistula ในช่วงระยะเวลา 6 ช่วงด้วยกันนั้น (ตารางที่ 3) ผลปรากฏว่าการสลายตัวของวัตถุแห้งของตัวอย่างอาหารทุกชนิดระหว่าง 2, 4 และ 48 ชั่วโมงไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ในขณะที่ระหว่าง 8, 16 และ 24 ชั่วโมงกากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน (SP) มีปริมาณการสลายตัวของวัตถุแห้งต่ำกว่า ตัวอย่างอาหารชนิดอื่น ๆ ($p<0.05$) (ภาพที่ 1) และจากทุกช่วงระยะเวลาพบว่าปริมาณการสลายตัวของวัตถุแห้งของกากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อนมีแนวโน้มน้อยกว่าของกากถั่วเหลืองธรรมชาติ (SBM) อย่างเห็นได้ชัดเจน โดยที่เมื่อนำเอากากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน

การประเมินการสลายตัวของ Soy Pass ในกระเพาะหมักของโค
เปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองโดยใช้ เทคนิคถุงในลอน

ไปทดแทนกากถั่วเหลืองธรรมดาในสูตรอาหาร
โคนมพบว่าโดยเฉลี่ยมีปริมาณการสลายตัวของวัตถุ

แห้งไม่แตกต่างจากสูตรอาหารอีก 2 สูตรที่มี
ส่วนผสมของกากถั่วเหลืองธรรมดา ($p>0.05$)

Table 4 Chemical composition of test feedstuffs.

Feedstuff	DM (%)	% of dry matter				
		OM	CP	EE	CF	NFE
Soy bean meal (SBM)	89.8	92.7	52.6	1.7	3.6	34.8
Soy Pass (SP)	89.8	92.1	49.6	-	-	-
Concentrates :						
1. KF - A	89.8	95.4	15.6	3.8	8.8	67.2
2. KF - B	89.7	95.0	11.5	3.3	7.9	72.2
3. KF - C	89.7	94.9	11.8	4.4	7.5	71.2

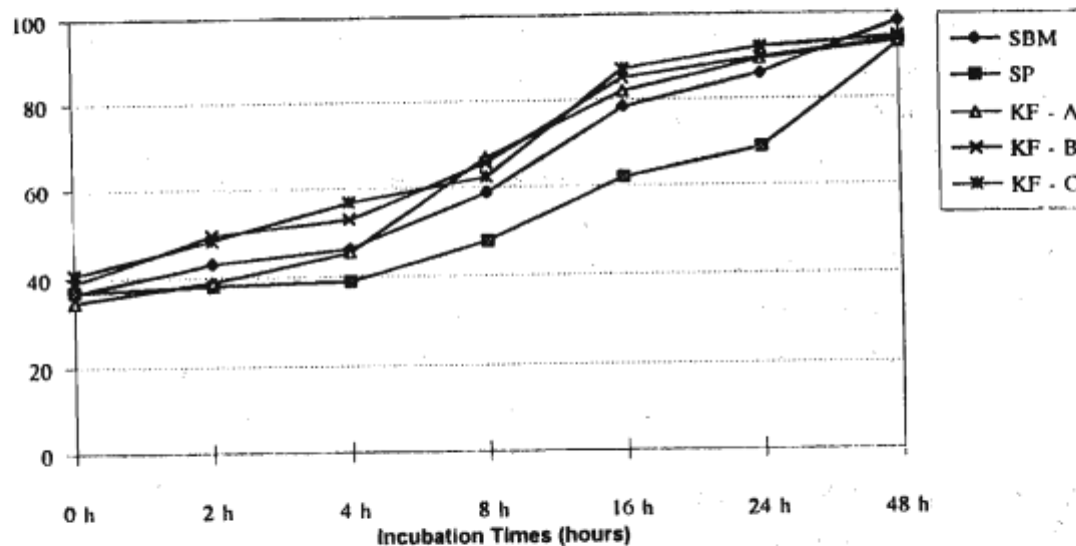


Figure 1 DM degradation of feedstuffs.

3. การสลายตัวของโปรตีนหยาบของตัวอย่าง อาหารในกระเพาะหมักของโค

ปริมาณการสลายตัวของโปรตีนหยาบคิดเป็นร้อยละของวัตถุแห้งของอาหารชนิดต่างๆ ในกระเพาะหมักของโคตามช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2 พบว่าอาหารชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้มีปริมาณการสลายตัวของโปรตีนหยาบในกระเพาะหมักของโคในช่วงระยะ 2, 4 และ 8 ชั่วโมงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่กากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน (SP) มีปริมาณการสลายตัวของโปรตีนหยาบในช่วง 16 และ 24 ชั่วโมง น้อยกว่าอาหารชนิดอื่นอย่างเห็นได้ชัด ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกากถั่วเหลืองธรรมชาติ (SBM) กับกากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน (SP) พบว่าปริมาณการสลายตัวของโปรตีนหยาบในกากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน (SP) มีแนวโน้มที่จะน้อยกว่า SBM ในช่วงระยะแรก และน้อยกว่าอย่างชัดเจนในช่วงระยะ 16 และ 24 ชั่วโมง ($p<0.05$) ในขณะที่ปริมาณการสลายตัวของโปรตีนหยาบของอาหารทุกชนิดในช่วงของ 48 ชั่วโมงไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) และมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 93.9

จากรายงานของบริษัท Borregaard Lignotech พบว่า Soy Pass หรือกากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน (SP) ใช้ระยะเวลาสลายตัวในกระเพาะหมักของโคประมาณ 12 - 16 ชั่วโมง โดยที่ประมาณร้อยละ 60 - 70 ของโปรตีนหยาบไหลผ่านกระเพาะหมักไปยังลำไส้เล็ก เปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองธรรมชาติที่มีอยู่เพียงประมาณ

ร้อยละ 25 - 35 (เอกสารโรเนียว - ข้อมูลไม่ได้พิมพ์เผยแพร่)

Kaufmann and Luepping (1978) ได้รายงานไว้เช่นเดียวกันว่าปริมาณโปรตีนหยาบของกากถั่วเหลืองธรรมชาติที่เหลือจากการสลายตัวในกระเพาะหมักไหลผ่านไปยังลำไส้เล็กเพียงร้อยละ 30 ขณะที่ปริมาณโปรตีนหยาบของกากถั่วเหลืองที่ผ่านขบวนการทางเคมี (ด้วยร้อยละ 0.2 Formaldehyde) เหลือไหลผ่านไปถึงลำไส้เล็กถึงร้อยละ 60

4. อัตราการสลายตัวของโปรตีนหยาบของกากถั่วเหลืองธรรมชาติ (SBM) และกากถั่วเหลืองที่ผ่านขบวนการใช้ความร้อน (SP) ในกระเพาะหมัก

หลังจากการคำนวณปรับค่าอัตราการสลายตัวของ โปรตีนหยาบของกากถั่วเหลืองธรรมชาติ (SBM) และจากกากถั่วเหลืองที่ผ่านขบวนการใช้ความร้อน (SP) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Naway แล้วพบว่าค่าที่ปรับใหม่มีปริมาณใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริงโดยใช้เทคนิคถุงในลอน (ดูจากตารางที่ 5)

ในตารางที่ 6 แสดงค่าอัตราการสลายตัวของโปรตีนหยาบที่ได้จากการประเมิน โดยกำหนดค่าอัตราการไหลผ่าน (Outflow rate) จากกระเพาะหมักที่อัตราต่างๆ กัน ซึ่งจะพบว่าอัตราการสลายตัวของโปรตีนหยาบของ SP จะมีค่าต่ำกว่าของ SBM ที่อัตราการไหลผ่านตั้งแต่ร้อยละ 4 ต่อชั่วโมงเป็นต้นไป

Table 5 Measurements and estimated values of protein disappearance (percent) from nylon bags at different incubation times.

Incubation time (h)	Soy bean meal		Soy Pass	
	Measurements	Estimated values	Measurements	Estimated values
0	15.00	15.89	17.02	16.05
2	29.59	25.49	21.80	18.74
4	33.69	34.00	19.37	21.48
8	43.06	48.22	22.78	27.04
16	68.65	68.12	40.27	38.59
24	81.58	80.37	51.65	50.72
48	98.92	95.42	90.62	90.89

Table 6 Effective protein degradation (%) calculated at different outflow rates (in % per h).

	Fractional outflow rate from the rumen in % per h					
	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
Soybean meal (SBM)	72.2	66.6	62.0	58.2	54.9	52.2
Soy Pass (SP)	72.2	55.6	46.6	40.9	37.0	34.2

ค่าอัตราการสลายตัวของกากถั่วเหลือง
ธรรมชาติ (SBM) ที่อัตราการไหลผ่านต่าง ๆ กัน
มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ *φrskov et al.* (1980)
และ *Madsen and Hvelplund* (1994)

จากตารางที่ 6 ชี้ให้เห็นว่าถ้า SP มีอัตรา
การไหลผ่านกระเพาะหมักสูงขึ้น จะทำให้อัตรา
การสลายตัวของโปรตีนลดลงอย่างเห็นได้ชัด
ดังเช่นที่อัตราการไหลผ่านร้อยละ 4 ต่อชั่วโมง SP
มีอัตราการสลายตัวร้อยละ 55.6 แต่ที่อัตราการ

ไหลผ่านร้อยละ 8 ต่อชั่วโมง ปริมาณการสลายตัว
จะลดลงไปเหลือแค่ร้อยละ 34.2 ซึ่งต่ำกว่าของ
SBM อยู่ถึงร้อยละ 18 ในแง่ของการใช้ประโยชน์
ของโปรตีนแสดงว่าจะมีปริมาณโปรตีนส่วนที่เหลือ
หลุดรอดจากการที่จุลินทรีย์เอาไปใช้ในกระเพาะ
หมักเลยไปยังลำไส้เล็กได้มากขึ้น ซึ่งแสดงว่า
ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากโปรตีนของกาก
ถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน (SP) น่าจะดีกว่า
จากโปรตีนของกากถั่วเหลืองธรรมชาติ (SBM)

จากผลการทดลองครั้งนี้พอจะชี้ให้เห็น

จากผลการทดลองครั้งนี้พอจะชี้ให้เห็นได้ว่าการปรับปรุงคุณภาพของแหล่งโปรตีน ในกรณีนี้เป็นกากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อนน่าจะทำให้การใช้ประโยชน์ของโปรตีนมีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่เนื่องจากข้อผิดพลาดของการทำการทดลองบางส่วน จึงไม่สามารถประเมินออกมาให้เห็นได้ชัดเจนว่า เมื่อนำกากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน

ไปผสมในอาหารชั้นทดแทนกากถั่วเหลืองธรรมดา จะทำให้โปรตีนจากอาหารสูตรนั้นการสลายตัวช้าลงกว่าที่ใช้กากถั่วเหลืองธรรมดาอย่างไรก็ตามจากภาพที่ 2 ก็พอจะแสดงให้เห็นว่าโปรตีนในสูตรอาหารที่มีกากถั่วเหลืองอบด้วยความร้อน (KFB) มีแนวโน้มที่จะสลายตัวน้อยกว่า สูตรอาหารอื่น ๆ

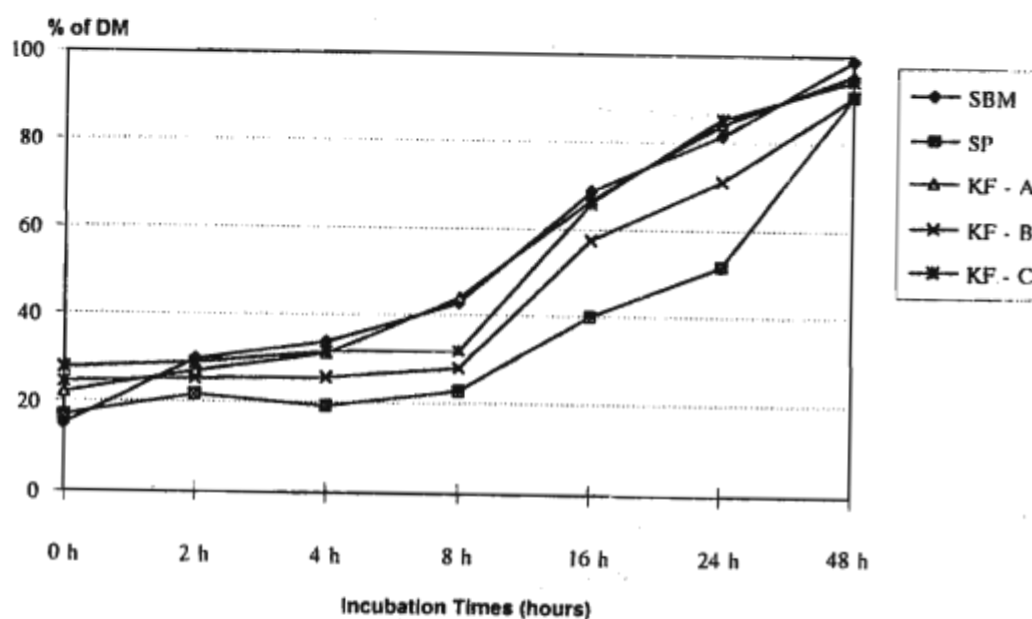


Figure 2 CP degradation of feedstuffs.

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. (13rd edition) Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Crooker, B.A., J.H., Clark, R.D., Shanks and E.E., Hartfield. 1986. Effects of ruminal exposure on the amino acid profile of heated and formaldehyde - treated soybean meal. *J. Dairy Sci.* 69 (10) : 2648 - 2657
- Kaufmann, W. and W., Luepping. 1978. Fortschritte "geschuetzte Protein" - ein Kurzbericht. *Kraftfutter* 10 : 524 - 528.
- Madsen, J. and T., Hvelplund. 1994. Prediction of in situ protein degradability in the rumen. Results of a European ringtest. *Livest. Prod Sci.* 39 : 201 - 212
- การประเมินการสลายตัวของ Soy Pass ในกระเพาะหมักของโคเปรียบเทียบกับกากถั่วเหลืองโดยการใช้ เทคนิคถุงในอน
- Mehrez, A.Z. and E.R. Ørskov. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci., Camb.*, 88 : 645 - 650.
- Ørskov, E.R. and I., McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage *J. Agric. Sci., Camb.*, 92 : 499 - 503.
- Ørskov, E.R. and E.L. Miller, 1988. Protein evaluation in ruminants. In "Feed Science". World Animal Science, B4, ed. E.R. Ørskov., Elsevier Science Publishers B.V., pp 103 - 127
- Ørskov, E.R., I., McDonald and M., Hughes - Jones. 1980. Degradability of protein supplements and utilization of undegraded protein by high - producing dairy cows. In "Recent Advances in Animal Nutrition", eds. W., Haresign and D., Lewis., Butterworths, London, pp 85 - 98
- Satter, L.D. 1986. Protein supply from undegraded dietary protein. *J. Dairy Sci.* 69(10) : 2734 - 2749.

การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อ

1. อาหารที่มีกากเรปซิดหรือกากทานตะวันหรือมีโปรตีน และฟอสฟอรัสระดับต่ำ

The Supplement of Phytase in Broiler Diets

1. Diet Containing Rapeseed Meal or Sunflower Meal or Low Protein and Phosphorous Levels

บุญล้อม ชีวะอิสระกุล¹⁾ สุชน ตั้งทวีพัฒน์¹⁾

รุ่งนภา ลิมเจริญพร²⁾ และ สุรภี ทองหลอม³⁾

Boonlom Cheva-Isarakul¹⁾, Suchon Tangtaweewipat¹⁾

Rungnapa Limchareonporn²⁾ and Surapee Tonglom³⁾

Abstract : The effect of phytase enzyme on broilers' performances fed with rapeseed meal (RSM) or sunflower meal (SFM) diets or diets containing subnormal levels of CP and/or available P (aP) was investigated in 3 experiments.

Phytase at 600 g/ton or 3,000 FTU/kg feed and NSP enzymes at 100 g/ton feed were either supplemented or unsupplemented to broiler diets fed during 2-7 weeks of birds' age. Rape seed meal was substituted to soybean meal (SBM) at 0, 50 and 75% throughout the experiment (Exp. 1). All diets were iso-caloric and iso-nitrogenous. The content of available P (aP) and Ca of all diets was adjusted to the levels recommended by NRC (1994). In Exp. 2, SFM was substituted for SBM at 0, 50 and 100%. The diets were either unsupplemented or supplemented with 120

¹⁾ รองศาสตราจารย์และผู้ช่วยศาสตราจารย์, ²⁾ นักศึกษาปริญญาโท, ³⁾ นักวิชาการ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

¹⁾ Associate and Assistant Professors, ²⁾ M. Sc. student, ³⁾ Technical assistant, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, 50200, Thailand

g/ton or 600 FTU/kg of phytase and 100 g/ton of NSP enzyme. In Exp. 3, phytase enzyme at 600 FTU/kg feed was either supplemented or unsupplemented to the diet containing either normal or subnormal level of CP and/or aP. In the subnormal CP diets, 1.5% CP was reduced during 4-7 weeks of birds age, while the subnormal aP diets contained aP only 50-55% of the control.

The result revealed that BW gain and feed intake significantly decreased with the increased level of RSM while FCR was not affected. It indicated that RSM could be substituted for SBM less than 50%. SFM could substitute for SBM at least 50% without adverse effect on BW gain but significantly increased FCR.

The supplement of phytase and NSP enzymes did not alter the performances of broilers fed either with RSM or SFM or the control diet. The incorporation of phytase at 5 times of the recommended level (3,000 vs 600 FTU/kg feed) had no harmful effect on broilers' performances. However when phytase was supplemented to the subnormal levels of aP particularly when CP level was also low, there was significant improvement on BW gain while feed intake and FCR also tended to be improved. It could be concluded that phytase enzyme can liberate P and/or CP which have been partially bound by phytic acid. The positive effects of phytase enzyme supplement is more obvious in the subnormal level of aP than the normal level of nutrients. Therefore, phytase could be recommended for partially substitute of aP and CP at about 50% and 8% respectively.

บทคัดย่อ : ผลการใช้เอนไซม์ไฟเตสในไก่เนื้อ ได้แบ่งการศึกษากออกเป็น 3 การทดลองคือ ในอาหารที่ใช้กากเรปซิด กากทานตะวัน และอาหารที่มีโปรตีนและ/หรือฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (aP) ระดับต่ำกว่าปกติ

การทดลองที่ 1 ใช้กากเรปซิดแทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 0, 50 และ 75% คงที่ตลอดการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ในสูตรอาหารที่มีโปรตีนและพลังงานเท่ากันทุกกลุ่ม และมีปริมาณของ aP และ แคลเซียม (Ca) ตามระดับที่แนะนำโดย NRC (1994) เสริมและไม่เสริมด้วยไฟเตสระดับ 600 ก/ตัน หรือเท่ากับ 3,000 FTU/kg และ เอนไซม์ NSP 100 ก/ตันอาหาร การทดลองที่ 2 ใช้กากทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองระดับ 0, 50 และ 100% ในอาหารที่เสริมและไม่เสริมด้วยไฟเตส และ เอนไซม์ NSP ระดับ 120 (หรือเท่ากับ 600 FTU/kg) และ 100 ก/ตันอาหาร ตามลำดับ ส่วนการทดลองที่ 3 เสริมไฟเตส (120 ก/ตันอาหาร) และ ไม่เสริมในอาหารที่มีโปรตีนและ/หรือ aP ปกติและต่ำกว่าปกติ โดยจะมีโปรตีนต่ำลง 1.5% ในช่วงไก่อายุ 4-7 สัปดาห์ ส่วน aP ที่ต่ำนั้น มีปริมาณเท่ากับ 50-55% ของสูตรปกติตลอดระยะการทดลอง

ผลจากการศึกษาปรากฏว่า น้ำหนักตัวเพิ่ม และอาหารที่กินลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามการเพิ่มขึ้นของกากเรปซิด ในอาหาร แต่ไม่มีผลเสียต่ออัตราแลกน้ำหนัก (FCR) แสดงให้เห็นว่า กากเรปซิดควรใช้แทนที่กากถั่วเหลืองในระดับต่ำกว่า 50% ส่วนกากทานตะวัน สามารถใช้แทนที่กากถั่วเหลืองได้ที่ 50% โดยไม่มีผลเสียต่อน้ำหนักตัวเพิ่ม แต่มี FCR เพิ่มขึ้น การเสริมไฟเตส 5 เท่า ของระดับที่แนะนำคือ 3000 เปรียบเทียบกับ 600 FTU/kg. อาหาร ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพ การผลิตของไก่เนื้อ ในสูตรอาหารที่มี aP และ CP ระดับปกติ การเสริมไฟเตสและเอนไซม์ NSP ไม่มีส่วนช่วยให้สมรรถภาพการผลิตดีขึ้นไม่ว่าจะใช้หรือไม่ใช้กากเรปซิดและกากทานตะวันในอาหาร อย่างไรก็ตามเมื่อเสริมไฟเตส ในอาหารที่มี aP และ CP ต่ำ มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กินอาหารน้อยลง และ FCR มีแนวโน้มดีขึ้น เป็นการชี้ให้เห็นว่าไฟเตสสามารถปลดปล่อย P และ/หรือ โปรตีน ซึ่งรวมตัวกับกรดไฟติกออกมาใช้ประโยชน์ได้ การนำไฟเตสไปใช้ในอาหารสัตว์ จึงแนะนำให้ใช้เมื่ออาหารนั้นมี aP และ/หรือ CP ต่ำลงกว่าระดับปกติ 50 และ 8% ตามลำดับ

Index words : เอนไซม์, ไฟเตส, ฟอสฟอรัสใช้ประโยชน์ได้ (aP), โปรตีน, ไก่เนื้อ;

Enzyme, Phytase, NSP, aP, Protein, Broiler

คำนำ

เนื่องจากประเทศไทยมีปัญหาเรื่องกากถั่วเหลืองและข้าวโพดมีราคาแพง จึงได้มีผู้พยายามหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดอื่นที่สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานเข้ามาทดแทน วัตถุดิบที่มีศักยภาพได้แก่ กากเรปซิดหรือกากถั่วในลำและกากทานตะวัน เป็นต้น ดังจะเห็นได้จากปริมาณการนำเข้าซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

กากเรปซิดมีจุดอ่อนตรงที่มีสารพิษกลูโคสิโนเลต (Glucosinolate) และเยื่อใยค่อนข้างสูง (Tangtaweewipat and Cheva-Isarakul, 1996) ส่วนกากทานตะวันก็มีเยื่อใยสูง (สุชนและบุญล้อม, 2536) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าทั้งกากเรปซิดและกากทานตะวันมีไฟเตต (Phytate) สูงด้วย คือประมาณ 0.7 และ 0.89% ของวัตถุแห้ง หรือเท่ากับประมาณ 59 และ 77% ของฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) ตามลำดับ (Ravindran, 1996) จากการศึกษาของสุชนและบุญล้อม (2537) และ Tangtaweewipat and Cheva-Isarakul (1996) พบว่ากากเรปซิดสามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารไก่เนื้อและไก่ไข่ได้สูงถึง 50 และ 75% ตามลำดับ ส่วนกากทานตะวันสามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ทั้งหมดในอาหารเป็ดไข่ (สุชนและบุญล้อม, 2536) และทดแทนได้สูงถึง 75% ในอาหารไก่ไข่ (สุชนและบุญล้อม, 2536; ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์) จากการที่วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด สามารถใช้ได้ในระดับสูงในอาหารสัตว์ปีกนี้ อาจเนื่องจากผู้ศึกษาได้พยายามปรับปริมาณโภชนาให้ทัดเทียมกับระดับปกติ โดยการเสริมโภชนาเพื่อชดเชยส่วนที่สัตว์ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ เช่น กรดอะมิโนที่จำเป็น และ Inorganic P จาก DCP เป็นต้น

การศึกษาการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อ

การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อที่มีต่อสมรรถภาพการผลิต ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ใน 2 การทดลองแรกเป็นการเสริมไฟเตสและ เอนไซม์ NSP (Non starch polysaccharidase) ลงในอาหารที่มีไฟเตสระดับสูงคือใช้กากเรปซิดและกากทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองบางส่วนหรือทั้งหมด โดยอาหารทดลองเหล่านี้กำหนดให้มีระดับของ Ca, aP, Lysine และ Methionine ตามที่แนะนำไว้โดย NRC (1994) คุณค่าทางโภชนาการของกากเรปซิดและกากทานตะวันแสดงไว้ในตารางที่ 1 ส่วนการทดลองที่ 3 เป็นการศึกษาถึงผลของการเสริมไฟเตสในอาหารที่มี CP และ aP ต่ำ โดยทำการลดระดับ CP ลงจากกลุ่มควบคุมประมาณ 8% ในระยะ 4 สัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง และลดระดับ aP ลงประมาณ 50% ตลอดระยะการทดลอง ทั้ง 3 การทดลองมีเนื้อหาโดยสรุป ดังนี้

การทดลองที่ 1 : สูตรอาหารที่ใช้กากเรปซิด

ทำการเสริมไฟเตสลงในอาหารที่ใช้กากเรปซิดทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 50 และ 75% ในอาหารไก่เนื้อช่วงอายุ 2-7 สัปดาห์ โดยใช้ลูกไก่เนื้อพันธุ์ฮับบาร์ด (Hubbard) จำนวน 900 ตัว แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 6 ซ้ำ ไม่เสริมและเสริมเอนไซม์ไฟเตส และ NSP ที่ระดับ 600 และ 100 ก/ตัน ตามลำดับ ผลแสดงในตารางที่ 2 พบว่าอัตราการเจริญเติบโต และปริมาณอาหารที่กินลดลงอย่างมีนัยสำคัญตามระดับการใช้กากเรปซิดแทนที่กากถั่วเหลืองทั้งกลุ่มที่เสริมและไม่เสริมเอนไซม์ ผลนี้สอดคล้องกับรายงานของ Nassar

การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อ 1. อาหารที่มีกากเรปซิด
หรือกากทานตะวันหรือมีโปรตีน และฟอสฟอรัสระดับต่ำ

Table 1 Chemical composition (% W/W air dry basis) of rapeseed meal (RSM) and
sunflower meal (SFM) compared to soybean meal (SBM).

	RSM ^{1/}	SFM ^{1/}	SBMZNR, 1994)
Dry matter (DM)	94.5	89.6	89.0
Crude protein (CP)	36.5	34.0	44.0
Ether extract (EE)	0.9	1.0	0.8
Crude fiber (CF)	10.3	27.0	7.3
Ash	8.3	6.0	7.8
Calcium (Ca)	0.93	0.32	0.29
P, total (tP)	1.02	0.75	0.65
P, available (aP)	0.20	0.28	0.27
Metabolizable energy (ME, Mcal/kg)	1.89 ^{2/}	1.85	2.23
<i>Essential amino acids</i>			
Lysine	1.90	1.10	2.93
Methionine	0.66	0.70	0.65
Cystine	0.99	0.55	0.69
Threonine	1.43	1.15	1.81
Tryptophan	0.59	0.38	0.62
Isoleucine	1.30	1.45	2.39
Leucine	2.46	2.25	3.52
Histidine	1.10	0.85	1.15
Phenylalanine	1.54	1.60	2.27
Tyrosine	0.93	0.90	1.28
Valine	1.50	1.70	2.34

1/ Cited after Betagro Co., Ltd data.

2/ Tangtaweewipat and Cheva-Isarakul (1996)

และ Arscott (1986), Sch"ne *et al.* (1993) และ Tangtaweewipat and Cheva-Isarakul (1996) ที่พบว่ากลูโคสิโนเลทในกากเรปซิดทำให้สัตว์กินอาหารได้ลดลง จึงส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตลดลงด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าการที่ต่อมไทรอยด์ขยายใหญ่ แต่มีการจับฮอร์โมนไทรอกซีน (T4) ลดลง เป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของสารพิษกลูโคสิโนเลท ในการทดลองนี้ไม่ได้วัดขนาดตัวไทรอยด์หรือระดับฮอร์โมน แต่จากงานทดลองของ Tangtaweewipat and Cheva-Isarakul (1996)

ที่ใช้กากเรปซิดชุดเดียวกันกับการศึกษาครั้งนี้ พบว่าทำให้ต่อมไทรอยด์ขยายใหญ่ขึ้น Mroz *et al.* (1994) รายงานว่าการใช้กากเรปซิดพันธุ์ที่ปรับปรุงแล้ว ("00" variety) ในอาหารแม่สุกร พบว่าทำให้การย่อยได้ของ P ลดลง และปริมาณ P ในปัสสาวะมีแนวโน้มสูงขึ้น สำหรับ FCR ของทุกกลุ่มในการทดลองนี้พบว่าใกล้เคียงกัน ผลจากการศึกษานี้แสดงว่ากากเรปซิดสามารถใช้แทนที่กากถั่วเหลืองในอาหารไก่เนื้อได้น้อยกว่า 50%

การเสริมเอนไซม์ไฟเตส และ NSP มีผลทำให้ไก่กินอาหารเพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มว่าทำให้อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น โดยไม่มีผลต่อ FCR ซึ่งมีส่วนสอดคล้องกับรายงานของ Broz *et al.* (1994) ที่เสริม Phytase 125-500 PU/kg ในอาหารไก่เนื้อระยะ 0-5 สัปดาห์ ผลทำให้การเจริญเติบโตปริมาณอาหารที่กินได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มว่าทำให้ FCR ดีขึ้น แต่นักวิจัยส่วนใหญ่ เช่น Sch"ner *et al.* (1993) และ Sebastian *et al.* (1996) พบว่าไฟเตสช่วยปรับปรุงการเจริญเติบโตการใช้ประโยชน์ได้ของ P และกระดูกงอก และอื่นๆ เมื่อเสริมลงในอาหารที่มี aP ต่ำ และ/หรือขาดโภชนาอื่นด้วย Jan and Lee (1996) รายงานว่าการเสริมไฟเตส 800 U/kg ในอาหารที่มี P ต่ำ (0.33%) ทำให้น้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กินได้ ความแข็งแรงของกระดูกขา ปริมาณงอก และ P ในกระดูกขาเท่ากับพวกที่ได้รับ aP ระดับสูง (0.45%) ที่ไม่เสริมไฟเตส นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ประเมินว่า ไฟเตสในระดับ 100, 200, 400 และ 800 U/kg อาจใช้ทดแทน aP ในอาหารได้ในระดับ 0.2, 0.34, 0.59 และ 1.14 กก/กก ตามลำดับ

การที่อัตราการเจริญเติบโตและ FCR ของไก่ไม่ดีขึ้นเมื่อเสริมไฟเตส อาจเนื่องมาจากอาหารทดลองมีระดับของโภชนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งระดับ aP, Ca และ CP เพียงพอกับความต้องการของไก่ ตามที่อ้างอิงโดย NRC (1994) นอกจากนี้ยังอาจเนื่องมาจากการกำหนดค่าโภชนาของไก่ของกากเบปซิดที่ประมาณไว้ต่ำกว่าค่าที่แท้จริง จึงทำให้สูตรอาหารถูกปรับให้มีโภชนาสูงกว่าปกติ ซึ่งผลการตอบสนองนี้จะแตกต่างจากการเสริมไฟเตสลงในอาหารที่มี aP ระดับต่ำกว่าปกติ ดังที่รายงานโดย Kwon *et al.* (1995) เป็นต้น

การทดลองที่ 2 : สูตรอาหารที่ใช้กากทานตะวัน

ทำการเสริมไฟเตสในอาหารที่ใช้กากทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลืองครึ่งหนึ่งหรือทั้งหมดในอาหารไก่เนื้อช่วงอายุ 2-7 สัปดาห์ โดยใช้ลูกไก่พันธุ์ฮับบาร์ด จำนวน 900 ตัว แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ซ้ำ ทำการเสริมและไม่เสริมเอนไซม์ไฟเตส และ NSP ที่ระดับ 120 และ 100 กก/ตัน ตามลำดับ ผลแสดงในตารางที่ 2 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตค่อยลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้กากทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองทั้งหมด การใช้แทนที่ที่ระดับ 50% ให้ผลไม่ต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการใช้กากทานตะวัน ปริมาณอาหารที่กินในทุกระดับ ทั้งที่ใช้หรือไม่ใช้กากทานตะวันให้ผลไม่ต่างกัน จึงส่งผลให้ FCR เลวลงเมื่อมีการใช้กากทานตะวันในอาหาร การที่สมรรถภาพการผลิตลดลงนี้ อาจมีผลเนื่องจากเยื่อใยที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อใช้กากทานตะวัน ซึ่งเยื่อใยนี้ก็นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย และยังขัดขวางการย่อยได้ของโภชนาอื่นด้วย นอกจากนี้กากทานตะวันยังมี Threonine, Tryptophan และกรดอะมิโนที่จำเป็นบางชนิดต่ำกว่ากากถั่วเหลือง (NRC, 1994) อย่างไรก็ดีการใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองเพียง 50% ไม่ทำให้การเจริญเติบโตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Rad and Keshaverz (1978) ที่พบว่าไก่เนื้อสามารถใช้กากทานตะวันแทนที่กากถั่วเหลืองได้เพียง 50% ในขณะที่ Dogan and Aghazadeh (1989), Salih and Taha (1989) และ Zafari and Sell (1990) รายงานว่าสามารถใช้กากทานตะวันในอาหารไก่เนื้อได้สูงถึง 28, 40 และ 20% ตามลำดับ โดยไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต แต่ทำให้ FCR สูงขึ้น

การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อ 1. อาหารที่มีกากเรปซิด หรือกากทานตะวันหรือมีโปรตีน และฟอสฟอรัสระดับต่ำ

Table 2 Effect of feeding broilers during 7 weeks with various level of RSM (Exp. 1) and SFM (Exp. 2) diets without or with phytase NSP enzymes.^{1/}

RSM or SFM substitution for SBM (%)		0	50	75	100	Mean
<i>Enzyme supplement^{2/}</i>						
Exp. 1 (RSM)						
Body weight gain (kg)	-	2.07	1.91	1.82	-	1.93
	+	2.07	1.99	1.86	-	1.97
	Mean	2.07a	1.95b	1.84c	-	(0.01)
Feed intake (kg)	-	4.69	4.34	4.22	-	4.42A
	+	4.67	4.50	4.32	-	4.50B
	Mean	4.68a	4.42b	4.27c	-	(0.02)
FCR	-	2.27	2.27	2.32	-	2.29
	+	2.26	2.27	2.32	-	2.28
	Mean	2.27	2.27	2.32	-	(0.01)
Exp. 2 (SFM)						
Body weight gain (kg)	-	1.68	1.69	-	1.61	1.66
	+	1.70	1.71	-	1.60	1.67
	Mean	1.69a	1.70a	-	1.61b	(0.01)
Feed intake (kg)	-	3.95	4.10	-	4.10	4.05
	+	4.03	4.18	-	4.01	4.07
	Mean	3.99	4.14	-	4.06	(0.02)
FCR	-	2.36	2.43	-	2.55	2.44
	+	2.37	2.44	-	2.51	2.44
	Mean	2.37a	2.44b	-	2.53c	(0.01)

a-c, A-B Means within a row or a column, respectively, with different superscripts are significantly different ($P < 0.05$)

Values in parentheses show SEM. No significant interaction was found between dietary level and enzyme supplement.

^{1/} In both experiments, mortality rate was between 0-3.3%

^{2/} Supplemented without (-) or with (+) 3000 FTU/kg phytase or 100 g NSP/ton feed in Exp 1 and 600 FTU phytase/kg plus 100 g NSP/ton feed in Exp 2, respectively.

การเสริมเอนไซม์ไฟเตส และ NSP ไม่มีผลต่อการปรับปรุงสมรรถภาพการผลิต ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากอาหารทุกสูตรถูกปรับให้มีระดับของโภชนาเพียงพอต่อความต้องการของไก่ ตามที่แนะนำโดย NRC (1994) และอาจมีสูงกว่า

ความเป็นจริง เนื่องจากได้ประเมินปริมาณโภชนาที่มีในกากทานตะวันต่ำไป จึงทำให้โภชนาที่ได้จากการย่อยของเอนไซม์ทั้งสองไม่มีประโยชน์ต่อสัตว์ ผลนี้สอดคล้องกับการทดลองที่ 1 ซึ่งใช้กากเรปซิดทดแทนกากถั่วเหลือง

การทดลองที่ 3 : สูตรอาหารที่มี CP/aP ระดับต่ำ

ทำการเสริมไฟเตสในอาหารไก่เนื้อที่มี CP และ/หรือ aP ระดับต่ำกว่าปกติ เปรียบเทียบกับพวกที่ได้รับโภชนาทั้ง 2 ในระดับปกติ เพื่อศึกษาถึงผลของไฟเตสที่ช่วยย่อยพันธะ ทำให้โภชนาที่ถูกจับไว้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง P และ CP ถูกนำมาใช้ประโยชน์ได้

การทดลองได้แบ่งลูกไก่เนื้อพันธุ์ฮับบาร์ด จำนวน 924 ตัว ออกเป็น 7 กลุ่ม ให้กลุ่มควบคุมได้รับอาหารที่มี CP ในระดับปกติ คือ 22,

20 และ 18% ในช่วงไก่อายุ 2-3, 4-6 และ 7 สัปดาห์ และ aP ระดับ 0.45 และ 0.42% ในช่วงไก่อายุ 2-3 และ 4-7 สัปดาห์ ตามลำดับ กลุ่มที่ได้รับ aP ระดับต่ำ (กลุ่ม 4-7) ได้รับ aP ระดับ 0.25 และ 0.21% ในช่วงอายุ 1-3 และ 4-7 สัปดาห์ หรือ คิดเป็น 55 และ 50% ของกลุ่มควบคุม ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ได้รับ CP ระดับต่ำ (กลุ่ม 2, 3, 6, 7) ได้รับ CP ลดลง 1.5% หรือเท่ากับประมาณ 92% ของกลุ่มควบคุม ในช่วงไก่อายุ 4-7 สัปดาห์ ทำการเสริมเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 600 FTU/kg หรือ 120 ก/ตัน ให้กับทุกกลุ่ม ยกเว้นกลุ่มที่มี aP และ CP ระดับปกติ (กลุ่มที่ 1) โดยแผนการทดลอง ทั้ง 3 การทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 3

Table 3 The design of experiment 1, 2 and 3.

RSM or SFM substitution for soybean meal (%)							
Exp. 1							
Rapeseed meal (RSM)	0		50		75		
Phytase + NSP enzyme ^{1/}	-	+	-	+	-	+	
Treatment No.	1	2	3	4	5	6	
Exp. 2							
Sunflower meal (SFM)	0		50		100		
Phytase + NSP enzyme ^{1/}	-	+	-	+	-	+	
Treatment No.	1	2	3	4	5	6	
Exp. 3							
aP level ^{2/}	Normal			Low			
CP level ^{3/}	Normal		Low	Normal		Low	
Phytase enzyme ^{1/}	-	-	+	-	+	-	+
Treatment No.	1	2	3	4	5	6	7

1/ - = without enzyme supplement; + = with enzyme supplement

2/ aP level : Normal = 0.45% during 2nd- 3rd week and 0.42% during 4th- 7th week of birds' age; Low = 0.25% and 0.21% during both periods, respectively.

3/ Normal CP level = 20 and 18% during week 4-6 and 7 of birds' age; low = 1.5% less than the normal level.

ผลปรากฏว่า ไก่พวกที่ได้รับ aP ระดับต่ำ โดยไม่เสริมไฟเตส (กลุ่ม 4 และ 6) มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ และมีแนวโน้มว่ากินอาหารได้น้อยกว่าและมี FCR เลวกว่ากลุ่มอื่น การเสริมไฟเตส ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มว่าจะทำให้ไก่กินอาหารได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกที่ได้รับ aP ต่ำ จุดที่น่าสนใจ คือเมื่อไก่ที่ได้รับ aP ระดับต่ำ แต่ได้รับการเสริมไฟเตส (กลุ่ม 3 และกลุ่ม 7) มีการเพิ่มน้ำหนักตัวดีขึ้นจนทัดเทียมกับกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 4)

เมื่อนำข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ เช่น ระดับโปรตีน ระดับ aP และการเสริมไฟเตส มาพิจารณา โดยไม่รวมข้อมูลจากกลุ่มควบคุม ผลแสดงในตารางที่ 5 พบว่า การเสริมไฟเตสช่วยให้อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และ FCR

การเสริมเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่เนื้อ 1. อาหารที่มีกากปรปชิดหรือกากทานตะวันหรือมีโปรตีน และฟอสฟอรัสระดับต่ำ

ดีขึ้นกว่าพวกที่ไม่เสริม 6.0, 2.7 และ 3.5% ตามลำดับ พวกที่ได้รับ aP ต่ำ มีสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่าพวกที่ได้รับ aP ระดับปกติ 2.9, 2.4 และ 0.5% การเสริมไฟเตส เห็นผลได้ชัดในพวกที่ได้รับ aP ระดับต่ำมากกว่าพวกที่ได้รับ aP ระดับปกติ (8.2 vs 2.4; 4.1 vs 0.5 และ 3.9 vs 2.0% ตามลำดับ) การลดระดับ CP ลงประมาณ 8% ในช่วงอายุ 4-7 สัปดาห์ ไม่มีผลเสียต่อ สมรรถภาพการผลิต ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการลด CP ลงเฉพาะในช่วงท้ายของการเจริญเติบโตนี้ สัตว์สามารถทนต่อการขาดได้ดีกว่าตอนเล็ก อย่างไรก็ตาม การเสริมไฟเตสช่วยให้ สมรรถภาพในการผลิตดีขึ้นไม่ว่าจะมี aP หรือ CP ระดับใด ผลจากการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าการเสริมไฟเตสช่วยให้ P ใช้ ประโยชน์ได้ดีขึ้น

Table 4 Effect of feeding broilers during 6 weeks with various level of CP and aP diets without or with phytase (Exp. 3).

aP level ^{1/} CP level ^{2/}		Normal		Low		Mean of phytase suppl.
	Enzyme supplement ^{3/}	Normal	Low	Normal	Low	
Body weight gain (kg)	-	2.09 a	2.06 a	1.96 b	1.94 b	2.01
	+	-	2.11 a	2.13 a	2.08 a	2.11
	Mean	2.09	2.09	2.05	2.01	(0.01)
	Mean of aP level	2.09		2.03		
Feed intake (kg)	-	4.12 ab	4.12 ab	3.98 ab	3.98 ab	4.04
	+	-	4.14 a	4.11 ab	4.10 ab	4.12
	Mean	4.12	4.13	4.05	4.02	(0.02)
	Mean of aP level	4.13		4.04		
FCR	-	1.97 a	2.00 a	2.03 a	2.03 a	2.01
	+	-	1.96 a	1.93 b	1.97 a	1.95
	Mean	1.97	1.98	1.98	2.00	(0.01)
	Mean of aP level	1.98		1.99		

a-c Means within a row or a column, with different superscripts are significantly different (P < 0.05).

Values in parentheses show SEM.

^{1/} Contained 0.45 and 0.42% aP in the normal groups, and 0.25 and 0.21% aP in the lowgroups during 2nd- 3rd and 4th- 7th week of birds' age, respectively.

^{2/} Normal groups contained 20 and 18% CP, while the other (low groups) was 18.5 and 16.5% CP during 4th- 6th and 7th week of birds' age.

^{3/} Supplemented without (-) or with (+) 600 FTU/kg phytase in the diet.

Table 5 The improvement of performance of 7 week-old broilers fed diets containing normal CP and aP content, enzyme supplement, and normal or low aP with or without enzyme supplement.

	BW		FI		FCR	
	kg	% imp ^{1/}	kg	% imp	kg/kg	% imp
<i>Control (Normal CP & aP)</i>	2.09		4.12		1.97	
<i>Effect of phytase supplement^{2/}</i>						
- without phytase	1.99		4.01		2.02	
- with phytase	2.11	6.0	4.12	2.7	1.96	3.5
<i>Effect of aP level^{2/}</i>						
- normal aP content	2.09		4.13		1.98	
- low aP content	2.03	-2.9	4.03	-2.4	1.99	-0.5
<i>Effect of aP level and phytase supplement^{2/}</i>						
- normal aP level						
- without phytase	2.06		4.12		2.00	
- with phytase	2.11	2.4	4.14	0.5	1.96	2.0
- low aP level						
- without phytase	1.95		3.95		2.03	
- with phytase	2.11	8.2	4.11	4.1	1.95	3.9
<i>Effect of CP level^{2/}</i>						
- normal CP content	2.05		4.05		1.98	
- low CP content	2.05	0	4.07	0.5	1.99	-0.5
<i>Effect of CP level and phytase supplement^{2/}</i>						
- normal CP content and low aP						
- without phytase	1.96		3.98		2.03	
- with phytase	2.13	8.7	4.11	3.3	1.93	4.9
- low CP and normal aP content						
- without phytase	2.06		4.12		2.00	
- with phytase	2.11	2.4	4.14	0.5	1.96	2.0
- low CP and low aP content						
- without phytase	1.94		3.93		2.03	
- with phytase	2.08	7.2	4.10	4.3	1.97	3.0

^{1/} % improvement from the groups without enzyme supplement or sub-normal nutrient level.

^{2/} The control group was not calculated.

สรุป

กากเรปซิดสามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ต่ำกว่า 50% ในขณะที่กากทานตะวันใช้ทดแทนได้อย่างน้อย 50% การใช้กากเรปซิดในระดับสูงขึ้นทำให้ปริมาณอาหารที่กินและการเจริญเติบโตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการใช้กากทานตะวันทดแทนกากถั่วเหลือง 100% ทำให้การเจริญเติบโตและ FCR ค่อยลง

การเสริมเอนไซม์ไฟเตส และ NSP ไม่ได้ช่วยสมรรถภาพการผลิตขึ้น ทั้งในกลุ่มใช้หรือไม่ใช้กากเรปซิดหรือกากทานตะวัน การเสริมไฟเตส 5 เท่าของระดับที่แนะนำคือ 3,000 FTU/kg ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ

ไก่ที่ได้รับอาหารที่มี aP ต่ำลงประมาณ 50% ในสัปดาห์ที่ 2-7 ของการทดลอง มีผลทำให้การเจริญเติบโตต่ำลง มีแนวโน้มว่ากินอาหารได้น้อย และมี FCR ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนการลดระดับโปรตีนลง 8% ในช่วงท้ายของการทดลอง (สัปดาห์ที่ 4-7) ไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพในการผลิต

การเสริมเอนไซม์ไฟเตส 600 FTU/kg หรือ 120 ก/ตันอาหาร ช่วยทำให้อัตราการเจริญเติบโตปริมาณอาหารที่กินได้ และ FCR ดีขึ้นเฉลี่ย 6.0, 2.7 และ 3.5% ตามลำดับ โดยสามารถทำให้กลุ่มที่ได้รับ aP ต่ำมีสมรรถภาพการผลิตทัดเทียมกับกลุ่มควบคุม

ผลจากการศึกษานี้พอสรุปได้ว่า การเสริมไฟเตสในระดับ 600 FTU/kg อาหาร สามารถใช้ทดแทน aP ได้ประมาณ 50% และทดแทน CP ในช่วงท้ายของการเจริญเติบโตได้ 8%

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณบริษัท BASF ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย คุณผ่องพักตร์ เขียวทรวงศ์ ผู้จัดการฝ่ายอาหารสัตว์ บริษัทเบทาโกรภาคเหนือ เกษตรอุตสาหกรรม จำกัด ที่ให้การสนับสนุนด้านวัตถุดิบ (กากเรปซิด และกากทานตะวัน) Dr. A. Troscher, Senior Manager, Technical Service for SE Asia/Oceania and Japan, คุณประชา จิระพรทิพย์ ผู้จัดการฝ่าย, คุณจตุพร อยู่นิยม ผู้จัดการแผนกวิชาการ และคุณอริศศักดิ์ เกลี้ยงประดิษฐ์ นักวิชาการ บริษัท BASF (ประเทศไทย) ที่ได้ช่วยเสนอข้อคิดเห็นและอำนวยความสะดวกในการศึกษาวิจัยทั้งทางตรงและทางอ้อม

เอกสารอ้างอิง

- สุชน ตั้งทวีวัฒน์ และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2536. ผลการใช้เมล็ดหรือกากเมล็ดทานตะวันระดับสูงในอาหารเป็ดไข่. ว.เกษตร 9(2): 130-143.
- สุชน ตั้งทวีวัฒน์ และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2537. การใช้กากเรปซิดเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์ปีก 1.ไก่ไข่. ว. เกษตร, 10(2):136-147.
- Broz, J., P. Oldale, A.H. Perrin-Voltz, G. Rycken, J. Schulze, C.S. Nunes, and C. Dimoes-Nunes, 1994. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chick-

- ens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. *Br. Poultry Sci.*, 35:273-280.
- Dogan, K. and A.M. Aghazadeh, 1989. Research on the use of sunflower and soybean oil meals in broiler rations. *Doga Turkarim ve Omanilik Dergisi*, 13:182-193.
- Jan, D.F. and C.D. Lee. 1996. Effect of supplemental phytase on the availability of phosphorus in corn-soybean meal diets for broiler. *In* : Proc. of 8th AAAP Anim. Sci. Congress. Vol 2, pp 806-807, Tokyo, Japan.
- Kwon, K., I.K. Han, S.W. Kim, I.S. Shin, and K.S. Sohn. 1995. Effects of microbial phytase on performance, nutrient utilization and phosphorus excretion of broiler chicks fed corn-soy diets. *Korean J. Anim. Sci.*, 37(5):539-550.
- Mroz, Z. A.W. Jongloed and P.A. Kemme. 1994. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. *J. Anim. Sci.*, 72:126-132.
- Nassar, A.R. and G.H. Arscott. 1986. Canola meal for broiler and the effect of a dietary supplement of iodinated casein on performance and thyroid status. *Nutr. Rep. Int.*, 34:791-799.
- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 9th ed. National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- Rad, F.H. and K. Keshavarz. 1978. Evaluation of sunflower meal for soybean meal in poultry diets. *Poultry Sci.*, 55:1757-1765.
- Ravindran, V. 1996. Phytase: value in improving phosphorus availability in broiler diets. Paper presented at BASF "Natuphos Day" Seminar, Bangkok, Thailand.
- Salih, F.I.M. and S.H. Taha. 1989. Sunflower seed meal as a protein concentrate in diets for broiler chicks. *Sudan J. Anim. Prod.*, 2:27-37.
- Sch"ne, F., G. Jahreis and G. Richter. 1993. Evaluation of rapeseed meals in broiler chicks: Effect of iodine supply and glucosinolate degradation by myrosinase or copper. *J. Sci. Food Agr.*, 61:245-525.
- Sch"ner, F.J. P.P. Hoppe, G. Schwarz and H. Wiese. 1993. Comparison of microbial phytase and inorganic phosphate in male chickens: The influence on performance data, mineral retention and dietary calcium. *J. Anim. Physiol. and Anim. Nutr.*, 69(5):235-244.
- Sebastian, S., S.P. Touchburn, E.R. Chavez and P.C. Lague. 1996. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. *Poultry Sci.*, 75(6):729-736.
- Tangtaweewipat, S. and B. Cheva-Isarakul. 1996. The use of Rapeseed Meal as a Protein Source in Poultry Diets. Report submitted to Institute for Sci. and Technol. Res. and Dev., Chiang Mai Univ. Chiang Mai, Thailand.
- Zatari, I.M. and J.L. Sell. 1990. Sunflower meal as a component of fat supplemented diets for broiler chickens. *Poultry Sci.*, 69:1503-1507.

วงจรชีวิตไรสีขา *Aceria dimocarpi* (Kuang)
(Acarina : Eriophyidae) ศัตรูสำคัญของลำไย

Life Cycle of Four Legs Mite, *Aceria dimocarpi* (Kuang)
(Acarina : Eriophyidae), the Major Pest of Longan

ประนอม ใจ้าย^{1/} และ จริยา วิสิทธิ์พานิช^{1/}
Pranom Chai-ai^{1/} and Jariya Visithpanich^{1/}

Abstract : Biology of *Aceria dimocarpi* (Kuang) was conducted on 12 days old longan seedlings under laboratory conditions with approximately mean temperature of 25.11°C and 68.08 % relative humidity. There were 4 developmental stages of *A. dimocarpi*; the egg, larval, nymphal, and adult stages, with the average duration means of each stage were 2.88, 0.94 and 0.76 days respectively. The first and second quiescent stages were lasted 0.69 and 0.85 days respectively. The average preoviposition period of the adult female was 2.4 days. The fecundity of each female was 2.7 eggs with a mean of 0.91 egg per day, and fertility rate of 68%. The average life expectancy of individual was 5.2 days. The survival rate observed from larva through adult stage of this mite was 34%.

บทคัดย่อ : การศึกษาวงจรชีวิตของไร *Aceria dimocarpi* (Kuang) บนต้นกล้าลำไยอายุ 12 วัน ในห้องปฏิบัติการ ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.11 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 68.08 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะการเจริญเติบโตของไร *A. dimocarpi* มี 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 2 และตัวเต็มวัย ระยะไข่เฉลี่ย 2.88 วัน ตัวอ่อนระยะที่ 1 เฉลี่ย 0.94 วัน ตัวอ่อนระยะที่ 2 เฉลี่ย 0.76 วัน โดยมีระยะพักตัวครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 เฉลี่ย 0.69 วัน และ 0.85 วัน ตามลำดับ

^{1/} ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200.

^{1/} Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

ระยะก่อนการวางไข่ 2.4 วัน ตัวเมียวางไข่เฉลี่ยวันละ 0.91 ฟอง ตลอดอายุขัยตัวเมีย 1 ตัว วางไข่ได้เฉลี่ย 2.7 ฟอง อัตราการฟักไข่ประมาณ 68 เปอร์เซ็นต์ ตัวเต็มวัยมีอายุขัย 5.2 วัน อัตราการอยู่รอดจากตัวอ่อนระยะที่ 1 จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย 34 เปอร์เซ็นต์

Index words : ใบหงิกของลำไย, ไรสีขา, *Aceria dimocarpi*, Eriophyidae, ชีวประวัติ
Longan leaf curl, Four legs mite, *Aceria dimocarpi*, Eriophyidae, Biology

คำนำ

การปลุกลำไยของเกษตรกรยังประสบกับปัญหาศัตรูพืชหลายชนิด ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียแก่ผลผลิตทั้งในด้านปริมาณ และคุณภาพ อุปสรรคในการผลิตลำไยที่สำคัญ คือ การที่ยอดอ่อนหรือช่อดอกลำไยแตกเป็นพุ่มแจ๊คคล้ายไม้กวาด ใบอ่อนเรียวเล็กหงิกงอ จากการนำช่อใบและช่อดอกจากต้นลำไยพันธุ์คอที่แสดงอาการม้วนหงิกจากสวน 6-8 แห่ง ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนไปตรวจสอบในห้องปฏิบัติการพบว่าสาเหตุอาการผิดปกติเกิดจากรีสีขา (Four legs mite) ซึ่งมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าต้องใช้กล้อง Stereomicroscope ที่มีกำลังขยาย ตั้งแต่ 40 เท่าขึ้นไปตรวจสอบจึงจะเห็น ไรมีลักษณะคล้ายหนอน ลำตัวเรียวยาว สีครีม มีขา 4 ขา เคลื่อนไหวไปมาอยู่บนเส้นขนละเอียด (Erineum) บนใบ ผลจากการดูดกินของไรทำให้ก้านช่อใบแตกพุ่มเป็นกระจุกในระยะแทงช่อดอกพบว่าก้านช่อดอกที่ถูกไรทำลายมีอาการแตกกระจุกเป็นพุ่มไม้กวาด มีข้อปล้องสั้น ช่อดอกที่ถูกไรทำลายจะแห้งร่วง ทำให้ไม่ติดผล (จริยา, 2539) อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับชีวประวัติของไรสีขา ที่ทำให้เกิดอาการใบหงิกบนต้นลำไยชนิดนี้ ยังไม่มีรายงานการศึกษาแต่อย่างใด ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหาข้อมูลพื้นฐานทางด้านชีววิทยาของไรสีขา ในห้องปฏิบัติการที่ควบคุมอุณหภูมิที่เหมาะสม

วัตถุประสงค์

เพื่อทราบวงจรชีวิตของไรสีขา

วิธีการทดลอง

1. การวินิจฉัยชนิดไร

เก็บตัวอย่างช่อใบลำไยที่มีอาการหงิกจากสวนของเกษตรกร จำนวน 20 ช่อ เชื้อไรจากใบลำไยที่หงิก คองในสารละลายที่มีส่วนผสมของ Sorbital และ Alcohol 25 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำช่อใบที่เหลืมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 27.15 องศาเซลเซียส นำช่อลำไยที่แห้งแล้วบรรจุในถุงกระดาษสีน้ำตาล แล้วจัดส่งทั้งช่อที่อบแห้งและตัวอย่างที่ดองไว้ไปวินิจฉัยเพื่อทราบชื่อวิทยาศาสตร์ที่ประเทศโปแลนด์

2. การศึกษาวงจรชีวิตของไรสีขา

2.1 การเลี้ยงขยายปริมาณไรสีขา และการเตรียมต้นกล้าเพื่อเลี้ยงไร

ทำการเพาะต้นกล้าลำไยจากเมล็ดพันธุ์ลำไยเบ๊ยขาวเขียวในกระเบยเพาะ ทั้งไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.15 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 77 เปอร์เซ็นต์ เมื่อดันกล้าออกหลังจากเพาะเมล็ดได้ 12 วัน

มีความสูงเฉลี่ย 6 เซนติเมตร แดกใบอ่อน 2 ใบ จึงถอนต้นกล้าจำนวน 60 ต้น โดยให้ส่วนของราก มีดินห่อหุ้มอยู่พ้นละอองน้ำเป็นฝอยบริเวณราก เพื่อให้ดินมีความชุ่มชื้น จากนั้นจึงนำแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ มาห่อหุ้มส่วนรากจนถึงส่วนกลาง ของต้นกล้าลำไย เพื่อรักษาความชื้นให้ต้นกล้า

วิธีนี้ต้นกล้าลำไยสามารถคงความสดอยู่ได้หลายวัน ตัดใบลำไยออกหมดเหลือแต่ปลายยอดซึ่งเป็นตา ใบ (Apical meristem) (ภาพที่ 1) เพื่อจำกัดพื้นที่ และสะดวกในการตรวจดูไรได้กล้องจุลทรรศน์ ทำการเตรียมต้นกล้าไว้ 3 ชุด ชุดละ 20 ต้น

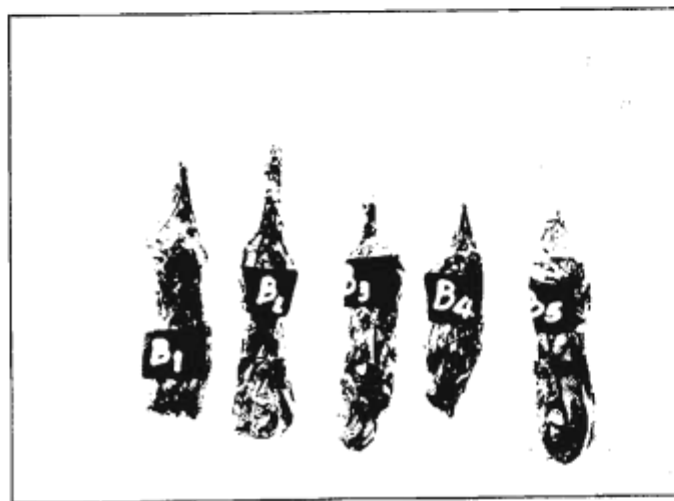


Figure 1 Twelve days old longan seedlings of Biew Kiew cultivar. All young leaves were removed and only apical meristems were left on stems for mite infestation (B1-B4) Seedling on the right was a normal plant (B5).

2.2 การวางไข่และเปอร์เซ็นต์การฟัก

ทำการเขี่ยไรจากใบลำไยที่แสดงอาการหงิก โดยใช้ไม้ไผ่เหลาปลายแหลมติดด้วยขนตามนุษย์ เลือกเขี่ยไรที่มีตัวขนาดใหญ่ในกลุ่มซึ่งคาดว่าจะ เป็นตัวเต็มวัย จำนวน 50 ตัว ลงบนยอดอ่อนของ ต้นกล้าลำไย 1 ต้น ทำทั้งหมด จำนวน 20 ต้น ทั้งไว้

เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ไรวางไข่ ในห้อง ปฏิบัติการที่ควบคุมอุณหภูมิเฉลี่ย 25.11 ± 0.92 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 68.08 ± 3.55 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นจึงเขี่ยไรตัวเต็มวัย ออกจาก ยอดอ่อนจนหมด แล้วทำการตรวจนับจำนวนไข่ ทำการวาดภาพจำนวนและตำแหน่งไข่ดังกล่าว ลงบนสมุดบันทึกเพื่อความสะดวกในการเฝ้าดูการ

ฟักไข่ ซึ่งตรวจนับทุก 2 ชั่วโมง เพื่อหาจำนวนไข่ที่ฟัก และดูความเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโตแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 3 นาทีต่อต้น ฝัสดูจนกระทั่งไข่ฟักเป็นตัวอ่อน (Larva)

2.8 ระยะเจริญเติบโตของตัวอ่อน

ทำการเขียนตัวอ่อนลงบนต้นกล้าต้นใหม่ที่เตรียมไว้ โดยวิธีเดียวกันกับวิธีที่เตรียมให้ไรวางไข่ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จำนวนทั้งหมด 20 ตัว ตัวอ่อนของไรที่เขียนลงบนต้นกล้ามีจำนวน 5 ตัวต่อต้น ฝัสดูการเจริญเติบโตทุก 2 ชั่วโมง จนกระทั่งไรเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย

2.8 ระยะตัวเต็มวัย

เขียนไรตัวเต็มวัยลงบนต้นกล้าต้นใหม่อีกครั้งหนึ่ง ต้นละ 1 ตัว จำนวน 20 ต้น เพื่อศึกษาความสามารถในการวางไข่ของไร และจำนวนอายุขัยของไร ทำการติดตามการวางไข่ของไรทุก 24 ชั่วโมง จนกระทั่งไรตาย

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การวินิจฉัยชนิดไรสีขา

ผลจากการวินิจฉัยตัวอย่างไรโดย Boczek (1997) ปรากฏว่าชื่อ *Aceria dimocarp* (Kuang) ซึ่งยังไม่พบรายงานชื่อไรชนิดนี้มาก่อนแต่อย่างใดในประเทศไทย ไรสีขา *A. dimocarp* อยู่ในวงศ์ Eriophyidae ซึ่งไรในวงศ์นี้หลายชนิดเป็นศัตรูพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่นไรกระเทียม *Aceria tulipae* ทำความเสียหายกระเทียมในแปลงปลูก และโรงเก็บ (จริยา, 2528) ไรก้ามเหยี่ลั่นจี *Aceria litchii* ซึ่งทำลายใบอ่อนลั่นจี ทำให้ใบมีขนาดเล็ก

เป็นคลื่น ได้ใบมีขนละเอียดสีเขียวอ่อนหรือสีน้ำตาลเข้มคล้ายก้ามเหยี่ (Keifer and Knorr, 1978) บางครั้งจึงเรียกว่าไรก้ามเหยี่ลั่นจี เนื่องจากไรในวงศ์ Eriophyidae นี้เป็นไรก่อนข้างจะมีความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาหาร จากการเก็บตัวอย่างไรจากช่อใบและช่อดอกจากต้นลำไยที่แสดงอาการม้วนหงิก มาวินิจฉัยครั้งนี้พบว่าเป็นชนิด *A. dimocarp* ชนิดเดียวที่อาศัยดูดกินอยู่บนช่อใบและช่อดอกที่แสดงอาการหงิก อย่างไรก็ตามจะได้ทำการศึกษาพืชอาหารชนิดอื่นที่ไรชนิดนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ต่อไป

2. การศึกษาวงจรชีวิตของไรสีขา

2.1 การเลี้ยงขยายปริมาณไรสีขา

ไรสามารถเจริญเติบโตขยายปริมาณได้เป็นอย่างดีในสภาพโรงเรือนเพาะชำและทำให้เกิดใบหงิกบนกิ่งตอนลำไยอายุ 2-3 ปี และต้นกล้าลำไยอายุ 1-2 ปี หลังจากปล่อยไรไว้ประมาณ 2-3 เดือน

การใช้ต้นกล้าลำไยจากการเพาะเมล็ด ซึ่งมีอายุประมาณ 12 วัน พบว่าเป็นวิธีการที่ค่อนข้างได้ผลดีสำหรับศึกษาวงจรชีวิตของไรชนิดนี้ โดยที่ไรสามารถวางไข่ได้เป็นจำนวนมาก หลังจากปล่อยตัวเต็มวัยเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเมื่อเขียนบนระยะแรกลงบนต้นกล้าต้นใหม่ หนอนสามารถวางไข่ได้เป็นจำนวนมาก หลังจากปล่อยตัวเต็มวัยเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเมื่อเขียนบนระยะแรกลงบนต้นกล้าต้นใหม่หนอนสามารถเจริญเติบโตจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยได้ ลักษณะนิสัยของไรสีขาชอบอาศัยดูดกินพืชบริเวณยอดเจริญ และเนื้อเยื่ออ่อนที่มีความชุ่มน้ำ และเซลล์ในบริเวณนี้มีคุณค่าทางอาหารสูง (Royalty and Perring, 1996)

จากการศึกษาเลี้ยงไรสีขา *A. dimocarp*

(Kuang) ในสภาพอุณหภูมิเฉลี่ย $\pm$ SD ที่ 25.11 ± 0.92 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 68.08 ± 3.55 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะการเจริญเติบโตมี 4 ระยะด้วยกันคือ ระยะไข่ ตัวอ่อนระยะที่ 1 (ฟักตัวครั้งที่ 1) ตัวอ่อนระยะที่ 2 (ฟักตัวครั้งที่ 2) และระยะตัวเต็มวัย ช่วงการฟักตัวของไร 2 ครั้ง ก่อน เป็นตัวเต็มวัย Sternlicht and Goldenberg (1996) เรียกระยะการฟักตัวครั้งที่ 1 ว่า "nymphochrysalis" และระยะฟักตัวครั้งที่ 2 "imagochrysalis"

2.2 การวางไข่และเปอร์เซ็นต์การฟัก

ระยะไข่ หลังจากที่ใช้ตัวเต็มวัยออกไปจากต้นกล้าลำไยจนหมดแล้ว 24 ชั่วโมง ทำการนับจำนวนไข่บนยอดต้นกล้าแต่ละต้น พบไข่ฟองเดี่ยวๆ อยู่กระจายทั่วบริเวณยอดอ่อน โดยพบไข่มีจำนวนตั้งแต่ 14-16 ฟอง เฉลี่ย 21.25 ฟองต่อยอดอ่อนของต้นกล้าลำไย 1 ต้น รวมจำนวนไข่ทั้งหมด 415 ฟอง ไข่ลักษณะรูปร่างค่อนข้างกลม มีขนาดกว้าง 0.036 ± 0.004 มิลลิเมตร ยาว 0.043 ± 0.004 มิลลิเมตร (ภาพที่ 2) ไข่ที่วางใหม่ๆ มีสีขาวใส และมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีขาวขุ่นขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งฟักออกเป็นตัวอ่อนที่มีความถี่สูงสุดที่ 62 ชั่วโมง (2.58 วัน) จำนวนไข่ที่ฟักทั้งหมด 283 ฟอง (68 เปอร์เซ็นต์)

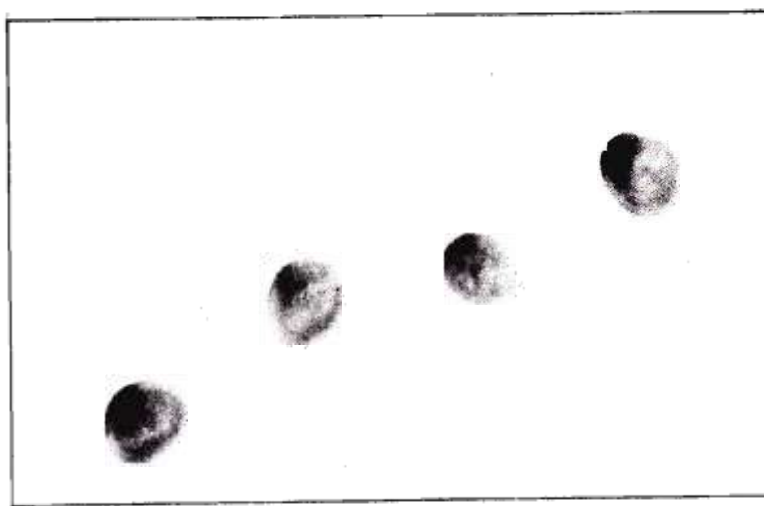


Figure 2 Eggs of *Aceria dimocarpis* (Kuang) with rounded shape and translucent white. 100 X magnification.

2.3 ระยะการเจริญเติบโตของตัวอ่อน

ตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนของไรสีขา ระยะที่ 1 เรียกว่า Larva (Manson and Oldfield, 1996) มีลักษณะลำตัวสีขาวค่อนข้างใส ขนาดลำตัวกว้าง 0.037 มิลลิเมตร ยาว 0.104 มิลลิเมตร (ภาพที่ 3) ตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่ระยะแรกมีการเคลื่อนไหวช้า หลังจากดูดกินพืชแล้ว ขนาดลำตัวจะขยายและยาวขึ้น ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 0.94 ± 0.19 วัน จึงมีการฟักตัวครั้งที่ 1 ช่วงนี้ไรจะหยุดกินอาหารและ

เกาะนิ่งอยู่กับที่ เพื่อเตรียมสร้างผนังลำตัวใหม่ (Quiescent stage) ทำให้สังเกตลักษณะและรูปร่างของไรได้อย่างชัดเจน ผนังลำตัวไรมีลักษณะใส ขนาดลำตัว 0.039 มิลลิเมตร ยาว 0.132 มิลลิเมตร ลำตัวเหี่ยยงตรง และสีของลำตัวจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น (ภาพที่ 4 Q1) จนเจริญเป็นตัวอ่อนระยะที่ 2 ช่วงระยะเวลาที่ฟักตัวเฉลี่ย 0.69 ± 0.12 วัน (ตารางที่ 1)



Figure 3 Worm like shape of larval stage of *Aceria dimocarpi* (Kuang) with tapering at both ends of the body. 100 X magnification.

Table 1 Duration of developmental periods of four legs mite (*Aceria dimocarpi* Kuang) (in days) under laboratory conditions at the temperature of 25.11 ± 0.92 °C and relative humidity of $68.06 \pm 3.585\%$ RH.

Developmental stage	No.of mites observed	No.of days (mean $\pm$ SD)
Egg	283	2.88 ± 0.31
Larva	85	0.94 ± 0.19
Quiescence 1 (nymphochrysalis)	72	0.69 ± 0.12
Nymph	57	0.76 ± 0.19
Quiescence 2 (imagochrysalis)	41	0.85 ± 0.27
Total (egg to adult)	34	6.11 ± 0.86

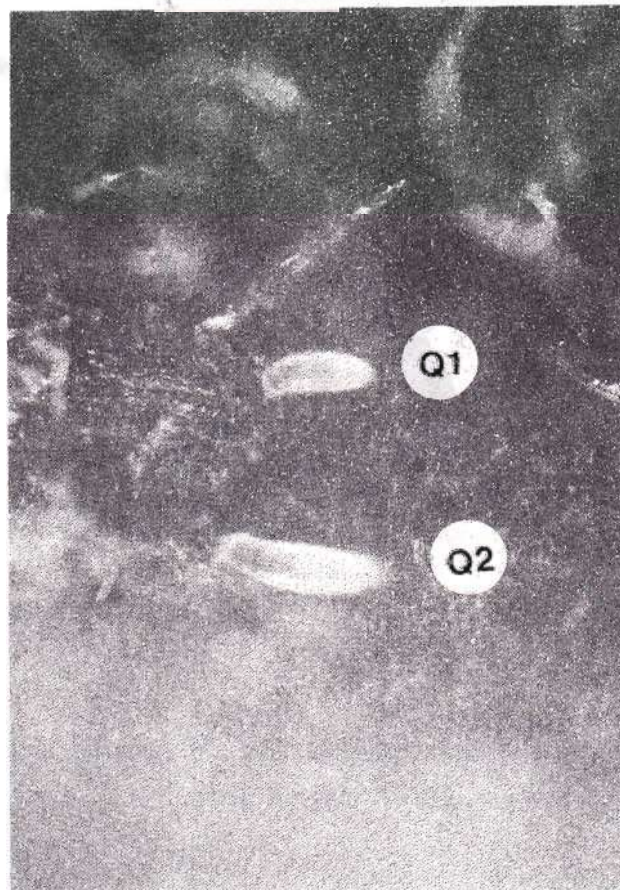


Figure 4 Quiescent stages of *Aceria dimocarpi* (Kuan) consisting of first quiescence (Q1) and second quiescence (Q2). The bodies of both stages were quite straight with translucent white colot. The body of Q2 was bigger than body of Q1. 100 X magnification.

วงจรชีวิตไรสีขา *Aceria dimocarpi* (Kuang)
(Acarina : Eriophyidae) ศัตรูสำคัญของลำไย

ตัวอ่อนระยะที่ 2 ตัวอ่อนของไรสีขา ระยะที่ 2 เรียกว่า Nymph (Manson and Oldfield, 1996) มีลักษณะลำตัวสีขาวขุ่น จนกระทั่งสีเหลืองอ่อน มีลักษณะคล้ายกับตัวเต็มวัย แต่มีขนาดเล็กกว่า มีความกว้าง 0.041 มิลลิเมตร ยาว 0.142 มิลลิเมตร (ภาพที่ 5) ไรจะเริ่มกินอาหารทันทีหลังจากลอกคราบ มีการเคลื่อนไหวคล่องแคล่วและรวดเร็ว ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 0.76 ± 0.19 วัน จึงมีการฟักตัว

ครั้งที่ 2 เพื่อสร้างผนังลำตัว และเปลี่ยนแปลงรูปร่าง การฟักตัวครั้งนี้มีรูปร่างลักษณะคล้ายกับการฟักตัวครั้งที่ 1 แตกต่างกันตรงที่มีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งมีขนาดลำตัวกว้าง 0.047 มิลลิเมตร ยาว 0.152 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4, Q2) ใช้ระยะเวลาฟักตัวเฉลี่ย 0.85 ± 0.27 วัน จึงลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย รวมระยะตั้งแต่ไข่จนกระทั่งเจริญเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลาเฉลี่ย 6.11 วัน (ตารางที่ 2)

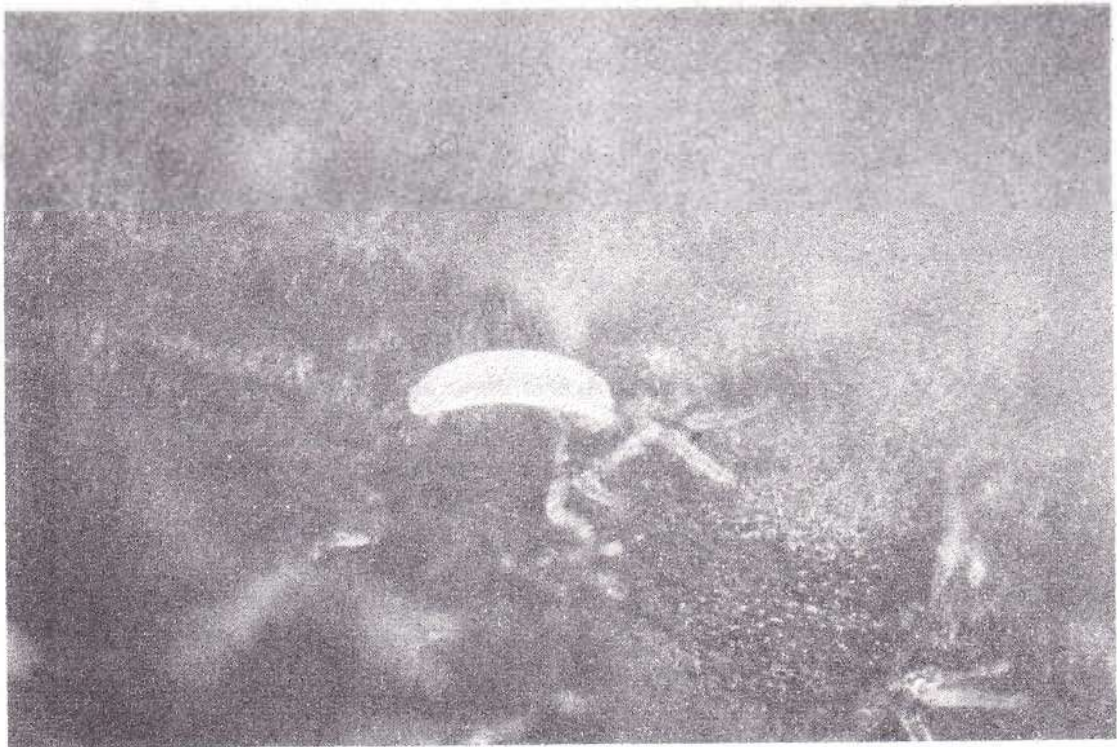


Figure 5 Nymph of *Aceria dimocarpi* (Kuang) with opaque white color.
100 X magnification.

Table 2 Duration in days of *Aceria dimocarpi* (Kuang) in adult stage under laboratory conditions.

	No. of mites observed	Mean $\pm$ SD (day)	Range (day)
Preoviposition period	14	2.43 $\pm$ 0.64	2 - 4
Oviposition period to death	14	2.71 $\pm$ 1.49	1 - 6
Total	14	5.20 $\pm$ 1.25	4 - 8

2.4 ระยะตัวเต็มวัย

ตัวเต็มวัย ไรสีขาตัวเต็มวัยเมื่อออกจากคราบไหมๆ สีของลำตัวเป็นสีขาวขุ่นและสีลำตัวจะเข้มขึ้นเรื่อยๆ บางตัวมีสีเหลือง หรือสีครีม ขนาดลำตัวกว้าง 0.054 มิลลิเมตร ยาว 0.210 มิลลิเมตร (ภาพที่ 6) มีการเคลื่อนไหวคล่องแคล่ว และจะกินอาหารทันทีหลังจากลอกคราบ ช่วงระยะก่อนการ

วางไข่ (Preoviposition period) 2-4 วัน ไรจะวางไข่วันละ 1 ฟอง อยู่ประมาณ 1-5 วัน จนกระทั่งตายส่วนใหญ่แล้วไรจะตายหลังจากหยุดวางไข่ ตัวเต็มวัยมีอายุเฉลี่ย 5.2 ± 1.3 วัน (ตารางที่ 2) จำนวนไข่ที่วางทั้งหมดจากไร 14 ตัว มีจำนวน 34 ฟอง เฉลี่ย 0.9 ฟองต่อวัน (ตารางที่ 3)

Table 3 Number of eggs laid by each *Aceria dimocarpi* (Kuang) female.

	No. of mits observed	
Total no. of eggs laid	14	34
Average no. of eggs laid per day	14	0.91

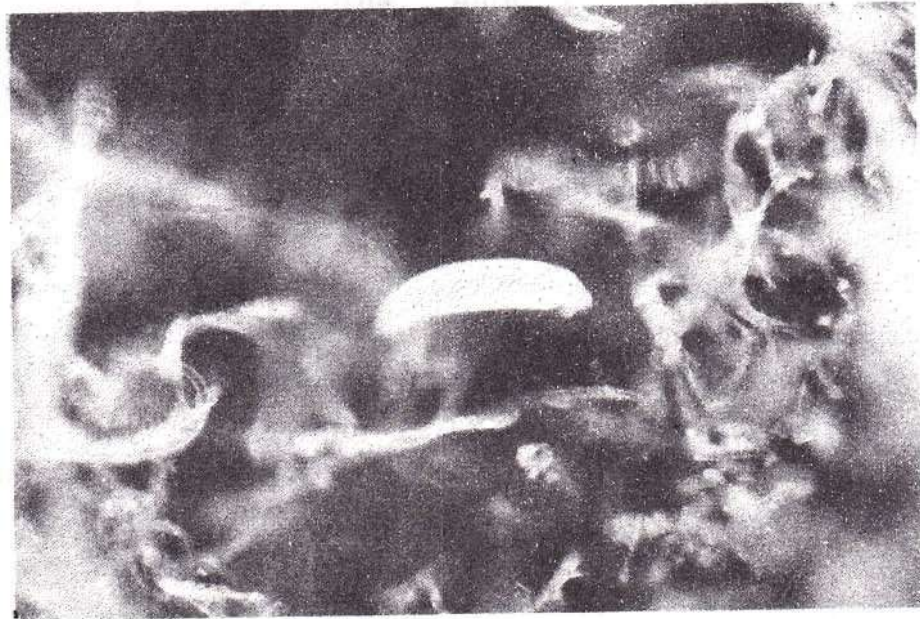


Figure 6 Creamy color of adult *Aceria dimocarpi* (Kuang). 100 X magnification.

การศึกษาวงจรชีวิตของไรสีขา *A. dimocarpi* ยังไม่พบมีรายงานมาก่อนในประเทศไทย จากการเลี้ยงไรชนิดนี้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าไรสามารถเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิตได้เนื่องจากได้เตรียมพืชอาหารที่เหมาะสม และมีสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ซึ่งสภาพอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส Sternlicht (1970) และ Allen et al. (1995) รายงานว่าเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของไรสีขาหลายชนิด

ระยะการเจริญเติบโตของไร *A. dimocarpi* จากไข่จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยและเริ่มวางไข่ (หนึ่งชั่วอายุขัย) ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 8.5 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับไร *Aceria tulipae* Keifer และไร *Aceria sheldoni* Ewing โดยที่ไรทั้งสองชนิดดังกล่าวนี้ครบหนึ่งชั่วอายุขัยที่ 8.5 วัน และ 7 - 10 วัน ตามลำดับเมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เท่ากัน (Sternlicht, 1970 และ Wahba et al., 1985)

การศึกษาค้างนี้ยังไม่สามารถแยกเพศของไรได้ เนื่องจากไรมีขนาดเล็กมาก จึงทำให้ไม่สามารถหาอัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมีย และไม่ได้ศึกษาพฤติกรรมในการผสมพันธุ์ Oldfield et al. (1970) รายงานว่า ไรในวงศ์ Eriophyidae มีพฤติกรรมในการผสมพันธุ์แตกต่างจากไรในวงศ์อื่นๆ โดยที่จะไม่มีการจับคู่ผสมพันธุ์กัน แต่ไรเพศผู้จะวางถุงบรรจุน้ำเชื้อ (Sperm packet) ตามผิวใบ เพื่อให้เพศเมียมาเก็บเอาไปจากการทดลองเชื้อไร *A. dimocarpi* ตัวเต็มวัยลงบนต้นกล้าลำไย ดันละ 1 ตัว จำนวน 20 ต้น ไรวางไข่ 14 ตัว และไม่พบไข่เลยจากไร จำนวน 6 ตัว ซึ่งอาจจะเป็นไรเพศผู้ หลังจากนั้นไม่สามารถตรวจพบไรทั้ง 6 ตัวบนต้นกล้าอีก

ช่วงที่ไรเคลื่อนบนใบพืช ระยะที่เป็นตัวอ่อน

มีระยะเวลาค่อนข้างสั้น เพียง 1 - 2 วัน เท่านั้น ช่วงที่ไรสามารถทำลายพืชได้นานขึ้น คือช่วงที่เป็น ตัวเต็มวัย ซึ่งมีอายุนาน 4 - 8 วัน Westphal (1997) ได้ศึกษาระยะการดูดกินพืชของ *Eriophyes padi* บนใบ *Prunus persica* พบว่าไรดูดกินใบพืชเพียง 10 ชั่วโมง ก็เพียงพอที่จะทำให้เกิดอาการผิดปกติ บนใบพืช โดยทำให้พืชสร้างลมได้ ขณะดูดกินพืช ไร *A. dimocarpi* ก็จะวางไข่วันละ 1 ฟอง การศึกษา ครั้งนี้พบตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่จนกระทั่งตาย โดยเห็นซากไรที่ตายบนใบของต้นกล้า 1 ตัว โดยที่หลังจากหยุดวางไข่ ตัวเมียก็จะตายส่วนไร ตัวอื่นๆ มีการวางไข่วันละ 1 ฟอง บางตัววางไข่ เว้นวัน ไรอีก 13 ตัว หายไปหลังจากวางไข่แล้ว 2 - 4 วัน ซึ่งคาดว่าตายไปทั้งหมด การศึกษาของ Westphal et al. (1990) พบว่าไร *Aceria cladophthius* (Nelepa) วางไข่ได้เฉลี่ยวันละ 0.5-1 ฟอง ตลอดชีวิตสามารถวางไข่ได้ 5 - 100 ฟอง ต่อตัว สำหรับไร *A. dimocarpi* มีการวางไข่เฉลี่ย ต่อวันใกล้เคียงกับ *A. cladophthius* แต่ตลอดชีวิต

มีการวางไข่น้อยกว่า เนื่องจากมีอายุค่อนข้างสั้น จำนวนไรที่เลี้ยงบนใบอาจไม่เหมาะสมสำหรับการขยายพันธุ์ของไร เนื่องจากปล่อยไรลงบน ใบพืชเพียงตัวเดียว ในสภาพธรรมชาติไรอาศัยอยู่ กันหนาแน่นตามขนละเอียด (Erineum) บริเวณ บนใบและใต้ใบพืช ในช่วงต้นของการศึกษาที่เชื้อ ไร จำนวน 50 ตัว ลงบนยอดอ่อนของพืช เพื่อให้ไรวางไข่ พบว่ามีการวางไข่จำนวนมากบน ปลายยอดอ่อน

อัตราการอยู่รอดของตัวอ่อนจนกระทั่งเป็น ตัวเต็มวัยประมาณ 34 เปอร์เซ็นต์ รูปแบบของการ เจริญเติบโตแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งเป็นรูปแบบ อัตราการอยู่รอดของไรที่ทำการทดลองในห้อง ปฏิบัติการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งไม่ถูกรบกวนจาก ศัตรูธรรมชาติและมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังนั้นรูปแบบการเจริญเติบโต จึงเป็นเพียงแต่ แสดงลักษณะพื้นฐานอัตราการอยู่รอดของ *A. dimocarpi*

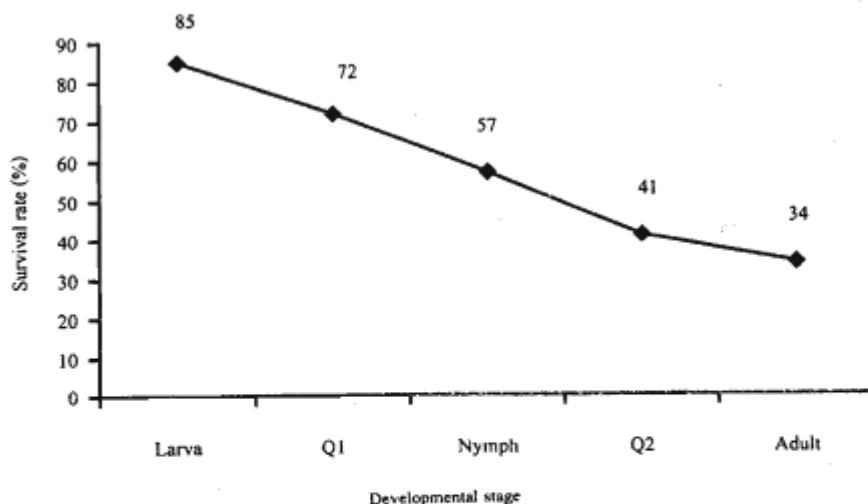


Figure 7 The survival curve of *Aceria dimocarpi* (Kuang) from larva to adult ; Q1, first quiescent stage and Q2, second quiescent stage.

สรุปวงจรชีวิตของไรสีขา

การเจริญเติบโตของไร *A. dimocarp* มี 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ตัวอ่อนระยะที่ 1 ตัวอ่อนระยะที่ 2 และตัวเต็มวัย ระยะไข่เฉลี่ย 2.88 วัน อัตราการฟัก 68 เปอร์เซ็นต์ ตัวอ่อนระยะที่ 1 เฉลี่ย 0.94 วัน ตัวอ่อนระยะที่ 2 เฉลี่ย 0.76 วัน โดยมีระยะพักตัวครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เฉลี่ย 0.69 วัน และ 0.85 วัน ตามลำดับ ระยะก่อนการวางไข่ 2.43 วัน ตัวเมียวางไข่เฉลี่ยวันละ 0.91 ฟอง ตลอดอายุขัยตัวเมีย 1 ตัววางไข่ได้ เฉลี่ย 2.71 ฟอง ตัวเต็มวัยมีอายุขัย 5.20 วัน อัตราการอยู่รอดของตัวอ่อนระยะที่ 1 จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย 34 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ.ดร.ศานิตรัตน์ ฤกษ์มะ ที่ได้กรุณาตรวจทานแก้ไขต้นฉบับขอขอบคุณ คุณมานิตา คงชื่นสิน และคุณวัฒนา จารณศรี กลุ่มงานอนุกรมวิธานและวิจัยไร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ที่ได้กรุณาส่งตัวอย่างไรไปวินิจฉัยชื่อวิทยาศาสตร์ ที่ประเทศโปแลนด์ งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการควบคุมโรค และแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของลำไย และพัฒนาการวินิจฉัยโรค เพื่อผลิตต้นพันธุ์ปราศจากโรค โดยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) คณะผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

จริยา วิสิทธิ์พานิช. 2528. โรคกระเทียม. แม่โจ้เทคโนโลยีการเกษตร. 8(2) : 16 - 19

จริยา วิสิทธิ์พานิช. 2539. ลักษณะความผิดปกติของใบลำไยที่แสดงอาการม้วนหงิกในเขตจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. วารสารเกษตร. 12(3) : 203-218.

Allen, J.C., Yang, and J.L. Knapp. 1995. Temperature effect on development and fecundity of the citrus rust mite (Acari : Eriophyidae). Environ. Entomol. 24(5) : 996-1004.

Boczek, J. 1997. Personal communications. Department of Applied Entomology, Warsaw Agricultural University, Warsaw, Poland.

Keifer, H.H. and L.L. Knorr. 1978. Eriophyid mites of Thailand. Pl. Prot. Tech. Bull. No. 38. Dept. Agr. Bangkok, Thailand. (UNDP/FAO THA 74/019).

Manson, D.C.M. and G.N. Oldfield. 1996. Biology and ecology. p. 173-183. In E.E. Lindquist, M.W. Sabelis and J. Bruin (eds.). Eriophyoid mites their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier Science Publ., Amsterdam.

Oldfield, G.N., R.F. Hobza and N.S. Wilson. 1970. Discovery and characterization of spermatophores in the Eriophyidae (Acari). Ann. Ent. Soc. Am. 63 : 520-526.

Royalty, R.N. and T.M. Perring. 1996. Nature of damage and its assessment. p. 493 - 512 In E.E. Lindquist, M.W. Sabelis, and J. Bruin. (eds.). Eriophyoid Mites their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier Science Publ., Amsterdam.

Sternlicht, M. 1970. Contribution to the biology of the citrus bud mite *Aceria sheldoni* (Ewing) (Acarina : Eriophyidae). Ann. Appl. Biol. 65 : 221-230.

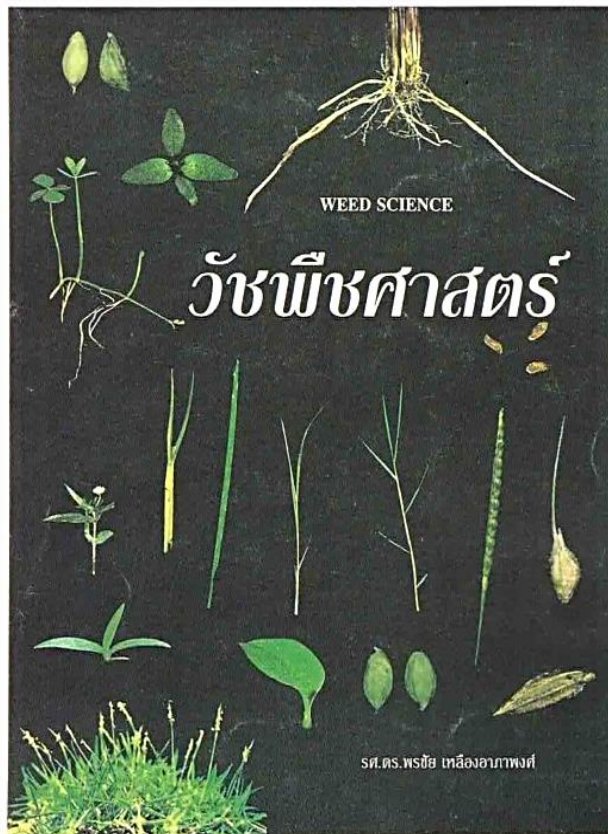
Sternlicht, M. and S. Goldenberg. 1971. Fertilization, sex ratio and post-embryonic stages of the citrus bud mite *Aceria sheldoni* (Ewing) (Acarina, Eriophyidae). Bull. Entomol. Res. 60 : 391-397.

Wahba, M.L., S.A. Doss and A.M.I. Farrage. 1985. Source of reinfestation by *Eriophyes* K. for garlic plant with some biological aspect. Bull. Soc. Entomol. Egypte. 65 : 179 - 182.

Westphal, E. 1977. Sequence of early changes in the leaf epidermis of *Prunus padus* L. under the influence of brief cecidogenic activity of eriophyid mites. Marcellia. 40 : 151-157.



ผู้เขียน



วัชพืชศาสตร์

หนังสือวัชพืชศาสตร์ (WEED SCIENCE) นี้เป็นตำราวิชาการในสาขาวัชพืช ที่จัดได้ว่า สมบูรณ์ที่สุดในประเทศไทย โดยได้บรรจุเนื้อหาในเรื่องของวัชพืชตั้งแต่ชีวจักร การงอก การเจริญเติบโต การขยายพันธุ์ การแพร่กระจาย และสรีรวิทยาของวัชพืช วิธีการจำแนกประเภทและชนิดของวัชพืชในประเทศไทย มีรายละเอียดเกี่ยวกับ ผลเสียหายอันเกิดจากวัชพืช ทั้งในด้านของการแก่งแย่งแข่งขันกับพืชปลูกและผลกระทบทางอ้อม อันได้แก่การเกิดอาลีโลพาที่จากวัชพืช การป้องกันกำจัดวัชพืชด้วยวิธีการต่างๆ ที่ถูกต้อง และที่สำคัญที่สุดก็คือ การใช้สารกำจัดวัชพืชมีเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการใช้สารกำจัดวัชพืช มีเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการใช้สารเคมีอย่างละเอียดตั้งแต่ การจำแนกประเภทและชนิดของสารกำจัดวัชพืช เครื่องมืออุปกรณ์ วิธีการพ่น การคำนวณปริมาณน้ำยาต่อไร่ การคำนวณอัตราการใช้สารกำจัดวัชพืช คุณสมบัติต่างๆของสารกำจัดวัชพืช อันได้แก่การเข้าทำลายกลไกการทำลาย การเคลื่อนย้าย การเลือกทำลาย การถูกย่อยสลายในพืช พฤติกรรมในดิน สารจับใบ ปัจจัยควบคุมประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช อันตรายอันเกิดจากการใช้สารกำจัดวัชพืช และการป้องกัน นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมีทุกชนิดที่ใช้ในประเทศไทย และคำแนะนำในการใช้สารกำจัดวัชพืชในพืชปลูกชนิดต่างๆของประเทศไทย ในตอนท้ายยังได้บรรจุรายชื่อสารกำจัดวัชพืชชนิดต่างๆ ทั้งชื่อสามัญและชื่อการค้าที่จำหน่ายในประเทศไทยทั้งหมดจึงเป็นหนังสือที่เป็นประโยชน์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนสำหรับ นักเรียน นิสิต นักศึกษาในวิชา วัชพืชและการป้องกันกำจัด อีกทั้งยังเหมาะสำหรับ นักวิชาการ นักส่งเสริม พนักงานบริษัท และบุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวัชพืชทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อไป

ราคา 450 บาท

หมายเหตุ : สั่งซื้อได้ที่ รศ.ดร.พรชัย เหลืองอามาพงศ์ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
โทร. (053) 944047 (โดยเพิ่มค่าส่งทางไปรษณีย์อีกเล่มละ 10 บาท)