# วารสารเกษตร
## JOURNAL OF AGRICULTURE
วารสารวิชาการของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

**ปีที่ 25 ฉบับที่ 3 ตุลาคม 2552**





ISSN 0857-0841

# คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

**เรื่องที่ตีพิมพ์**

บทความวิจัย บทความปริทัศน์ หรือบทความวิชาการ

**การเตรียมต้นฉบับ**

1. **ภาษา** เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2. **การพิมพ์** พิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษขนาด A4 ด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์โปรแกรมไมโคร-ซอฟเวิร์ด ตัวอักษร Cordia new ขนาด 14 ตัวอักษรต่อนิ้ว ความยาวไม่ควรเกิน 10 หน้า (รวมบทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)

3. **การเรียงลำดับเนื้อหา**

3.1 **ชื่อเรื่อง** (Title) ควรสั้น ชัดเจน และต้องสื่อเป้าหมายหลักของการศึกษาวิจัย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.2 **ชื่อผู้เขียนและที่อยู่** เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.3 **บทคัดย่อ** (Abstract) ควรเป็นเนื้อหาที่สั้น ชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยรวมเหตุผลในการศึกษาวิจัย อุปกรณ์ วิธีการ ตลอดจนผลการศึกษาและสรุปด้วย ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ควรเกิน 200 คำ และให้ระบุคำสำคัญ (keywords) ไว้ท้ายบทคัดย่อแต่ละภาษาด้วย (บทความปริทัศน์อาจไม่ต้องมีบทคัดย่อ)

3.4 **คำนำ** (Introduction) แสดงความเป็นมาและเหตุผลที่นำไปสู่การศึกษาวิจัย อาจรวมการตรวจเอกสาร (Review of Literature) และวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยไว้ด้วย

3.5 **อุปกรณ์และวิธีการ** (Materials and Methods) ให้บอกรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนวิธีและแบบจำลองการศึกษาวิจัยที่ชัดเจน และสมบูรณ์

3.6 **ผลการศึกษาหรือผลการทดลอง** (Results) ให้บรรยายผลการศึกษาวิจัย พร้อมเสนอข้อมูลในรูปแบบ ตารางหรือภาพประกอบได้ โดยตารางหรือภาพ ให้จัดทำเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด

3.7 **วิจารณ์** (Discussion) ควรเชื่อมโยงกับผลการศึกษาว่าสอดคล้องกับสมมุติฐานหรือแตกต่างไปจากผลงานวิจัยที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่อย่างไรและด้วยเหตุใด โดยมีพื้นฐานการอ้างอิงที่เชื่อถือได้ วิจารณ์อาจนำไปรวมกับผลการศึกษาเป็นผลการศึกษาและวิจารณ์ (Results and Discussion)

3.8 **สรุป** (Conclusion) ควรสรุปผลที่ได้รับจากการศึกษาวิจัย ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ หรือระบุอุปสรรคและแผนงานวิจัยที่จะดำเนินการต่อไป

4. **กิตติกรรมประกาศ หรือ คำขอบคุณ** (Acknowledgement)

อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือในงานวิจัย แต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมงานวิจัย

5. **เอกสารอ้างอิง** (References)

5.1 **ในเนื้อเรื่อง** ไม่ควรอ้างอิงถึงเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้องหรือห่างไกล ระบบที่ใช้อ้างอิงคือ ระบบชื่อ และปี (Name-and-year System) ในเอกสารภาษาไทย ให้ใช้ชื่อตัวและปี พ.ศ. เช่น สมชาย (2545) รายงานว่า…หรือ…(สมชาย, 2545) หากมีผู้เขียน 2 คน ให้ใช้เป็น สมชาย และสมหญิง (2547) รายงานว่า…หรือ…(สมชาย และสมหญิง, 2547) และถ้ามีผู้เขียนตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป ให้ใช้ชื่อคนแรกแล้วตามด้วยคำว่า และคณะ เช่น สมชาย และคณะ (2546) รายงานว่า…หรือ…(สมชาย และคณะ, 2546) ในกรณีเอกสารเป็นภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อสกุลและปี ค.ศ. เช่น Johny (2003)…หรือ…(Johny, 2003) ถ้าผู้เขียนมี 2 คน ให้ใช้ เป็น Johny and Walker (2004) …หรือ…(Johny and Walker, 2004) หากมีมากกว่า 3 คน ให้ใช้เป็น Johny *et al.* (2005)…หรือ…(Johny *et al.*, 2005) สำหรับในบัญชีเอกสารอ้างอิง ให้ใส่ชื่อผู้เขียนทุกคน ห้ามใช้คำว่า และคณะ หรือ *et al.*

5.2 **ในบัญชีเอกสารอ้างอิง** ให้เรียงลำดับเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ โดยเรียงตามลำดับอักษรในแต่ละภาษา ตามรูปแบบการเขียนมีดังนี้

1) วารสาร (Journals)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร (เขียนเต็มหรือย่อก็ได้) ปีที่(ฉบับที่): เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด.

วันทนา มุทิตา และ ณัฐา ควรประเสริฐ. 2547. เซลล์พันธุศาสตร์และการถ่ายทอดสีดอกของฟิวเชีย. วารสารเกษตร 20(1): 10-18.

Barcenas, N.M., T.R. Unruh and L.G. Neven. 2005. DNA diagnostics to identify internal feeders (Lepidoptera: Tortricidae) of pome fruits of quarantine importance. J. Econ. Entomol. 98(2): 299-306.

2) หนังสือ และตำรา (Books & Textbooks)

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

จริยา วิสิทธิ์พานิช ชาตรี สิทธิกุล และ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง. 2545. โรคและแมลงศัตรูลำไย ลิ้นจี่ และมะม่วง. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่. 308 หน้า.

Gullan, P.J. and P.S. Cranston. 2005. The Insects: An Outline of Entomology. 3rd ed. Blackwell Publishing, Malden. 505 pp.

3) เรื่องย่อยในตำราหรือหนังสือที่มีผู้เขียนแยกเรื่องกันเขียน และมีบรรณาธิการ

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องย่อย. หน้า เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าที่สิ้นสุด. *ใน*: ชื่อบรรณาธิการ, (บก.) ชื่อหนังสือ. สำนักพิมพ์, เมืองที่พิมพ์.

ดำรง เวชกิจ และ สมบูรณ์ ทองสกุล. 2535. เทคนิคการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. หน้า 22-42. *ใน*: สุวัฒน์ รวยอารีย์ (บก.). แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไอเดียสแควร์, กรุงเทพฯ.

Kubo, T. 2003. Molecular analysis of the honeybee sociality. pp. 3-20. *In*: T. Kikuchi, N. Azuma and S. Higashi (eds.). Gene, Behaviors and Evolution of Social Insects. Hokkaido University Press, Sapporo.

4) วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. ระดับวิทยานิพนธ์. สถาบันการศึกษา. เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

อภินันท์ มณีพงษ์. 2547. ผลของการใช้โอโซนต่อคุณภาพและสารพิษตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวส้มพันธุ์สายน้ำผึ้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 100 หน้า.

5) เอกสารวิชาการอื่น ๆ

ชื่อผู้เขียน หรือหน่วยงาน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือ. ประเภทของเอกสาร. สถาบันหรือหน่วยงานที่จัดพิมพ์, เมืองที่พิมพ์. จำนวนหน้าทั้งหมด.

ทวีศักดิ์ ชโยภาส. 2544. แมลงศัตรูปาล์มน้ำมันในประเทศไทย. เอกสารวิชาการ. กองกีฏและ สัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 126 หน้า.

6) สื่ออิเล็คทรอนิคส์

ชื่อผู้เขียน. ปีที่พิมพ์. ชื่อเรื่อง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: ชื่อ Website (วันเดือนปีที่สืบค้นข้อมูล).

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. การปลูกผักแบบไม่ใช้ดิน (ไฮโดรโปนิกส์). (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doae.go.th/proster/nondin/htm (21 เมษายน 2548).

Linardakis, D.K. and B.I. Manois. 2005. Hydroponic culture of strawberries in perlite. (Online). Available: http://www.schundler.com/strawberries.htm (April 21, 2005).

**การส่งเรื่องเพื่อตีพิมพ์**

ให้ส่งต้นฉบับ 1 ชุด พร้อมแผ่นบันทึกข้อมูล โดยส่งถึง บรรณาธิการวารสารเกษตร งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

# วารสารเกษตร
# JOURNAL OF AGRICULTURE

| | | | |
|---|---|---|---|
| ผู้จัดพิมพ์ | คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ | Publisher | Faculty of Agriculture, Chiang Mai University |
| กำหนดการพิมพ์ | วารสารราย 4 เดือน (3 ฉบับ/ปี) | Publication | Tri-annually |
| วัตถุประสงค์ | เพื่อเผยแพร่วิทยาการด้านการเกษตร และสาขาที่เกี่ยวข้อง | Objective | To disseminate academic knowledge in agriculture and related fields |
| ที่ปรึกษา | คณบดีคณะเกษตรศาสตร์<br>รองคณบดีฝ่ายวิจัยและวิเทศสัมพันธ์ | Consultants | Dean, Faculty of Agriculture<br>Associate Dean for Research and International Relations Affairs |
| บรรณาธิการ | รศ. ศุภศักดิ์ ลิมปิติ | Editor | Supasark Limpiti, Assoc. Prof. |
| รองบรรณาธิการ | รศ. ดร. ไสว บูรณพานิชพันธุ์ | Vice Editor | Sawai Buranapanichpan, Ph.D., Assoc. Prof. |
| กองบรรณาธิการ | รศ. ไพฑูรย์ รอดวินิจ | Editorial Board | Paitoon Rodvinij, Assoc. Prof. |
| ฝ่ายวิชาการ | รศ. ดร. บุญล้อม ชีวะอิสระกุล | (Academic) | Boonlom Cheva-Isarakul, Dr. Agr, Assoc. Prof. |
| | รศ. ดร. สมบัติ ศรีชูวงศ์ | | Sombat Srichuwong, Ph.D., Assoc. Prof. |
| | รศ. วราภา คุณาพร | | Warapa Kunaporn, Assoc. Prof. |
| | รศ. ดร. ธวัชชัย รัตน์ชเลศ | | Tavatchai Radanachaless, Dr. Agr., Assoc. Prof. |
| | ศ.ดร. จรัญ จันทลักขณา | | Charan Chantalakhana, Ph.D., Prof. |
| | ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์ | | Metha Wanapat, Ph.D., Prof. |
| | ศ.ดร.อังศุมาลย์ จันทราปัตย์ | | Angsumarn Chandrapatya, Ph.D., Prof. |
| กองบรรณาธิการ | นางสาววิไลพร ธรรมตา | Editorial Board | Vilaiporn Thammata |
| ฝ่ายการจัดการ | นางสาวธิดารัตน์ ดีวงศ์สาย | (Management) | Thidarat Deewongsai |
| | นางสาวนพวรรณ นุบุญมา | | Noppawan Nuboonma |
| | นางชโรชีนีย์ ชัยมินทร์ | | Charochinee Chaimin |
| | นายกานต์ คงบรรทัด | | Karn Khongbanthat |
| สำนักงานและการติดต่อ | กองบรรณาธิการวารสารเกษตร<br>งานวิจัยและวิเทศสัมพันธ์<br>คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200<br>โทร. 0 5394 4089-92 ต่อ 11<br>โทรสาร 0 5394 4666<br>E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th | Office and Inquiries | Editorial Board, Journal of Agriculture, Research and International Relations, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand<br>Tel: 0 5394 4089-92<br>Fax: 0 5394 4666<br>E-mail: agjournal@chiangmai.ac.th |
| การบอกรับเป็นสมาชิก | บอกรับเป็นสมาชิกได้จากใบบอกรับเป็นสมาชิกท้ายเล่ม หรือติดต่อกองบรรณาธิการโดยตรง | Membership | Apply through the membership form as attached herewith or contact directly to the Editorial Board |

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจและแก้ไขบทความที่เสนอเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารเกษตร

The Editorial Board claims a right to review and correct all articles submitted for publishing

พิมพ์ที่โรงพิมพ์: สมศักดิ์การพิมพ์ 47/3 ถนนแก้วนวรัฐ ต.วัดเกต อ.เมือง จ.เชียงใหม่ โทร. 053-242164, 089-4333989

# บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับ ท่านสมาชิกวารสารและผู้อ่านทุกท่าน

วารสารฉบับนี้ของเรา เป็นฉบับที่ 3 ซึ่งเป็นฉบับสุดท้ายของปีที่ 25 บทความที่นำลงในวารสารเล่มสุดท้ายของปีนี้มีจำนวนถึง 14 เรื่อง มากกว่าปรกติไปเกือบ 50% เป็นการทำตามนโยบายของวารสาร ที่ต้องการให้บทความของนักวิจัยได้รับการตีพิมพ์เร็วขึ้น

กองบรรณาธิการได้พยายามคัดสรรและตรวจแก้เรื่องที่จะตีพิมพ์อย่างเต็มกำลัง หลายบทความถูกส่งกลับไปกลับมาระหว่างกองบรรณาธิการกับผู้เขียน เพื่อช่วยกันปรับแก้ให้เนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการหรือลดความคลุมเครือบางประเด็นลง กระบวนการนี้ค่อนข้างกินเวลามาก ดังนั้นหากนักวิจัยเจ้าของบทความและนักวิจัยร่วม ช่วยกันดูแลบทความก่อนส่งอย่างพิถีพิถัน ก็จะช่วยให้กระบวนการนี้ใช้เวลาน้อยลง โดยเฉพาะบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ถ้าได้ให้ผู้รู้ช่วยตรวจสอบก่อนส่งมาก็จะลดงานของกองบรรณาธิการลงได้มาก

ในสภาวะที่เศรษฐกิจกำลังฝืดเคือง รัฐบาลได้พยายามอัดฉีดงบกระตุ้นเศรษฐกิจเข้าไปในระบบหนึ่งในงบนี้ เป็นงบสนับสนุนการวิจัยในมหาวิทยาลัย เพื่อสร้างศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ โดยงบนี้มีระยะเวลาต่อเนื่อง 3 ปี ใช้งบประมาณราว 1.2 หมื่นล้านบาท ดังนั้นในระยะเวลา 1-3 ปีข้างหน้า เราหวังว่าคงมีบทความวิจัยมาสู่วารสารเพิ่มขึ้น นอกเหนือจากบทความวิจัยที่มาจากผลงานวิทยานิพนธ์นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ซึ่งมีสัดส่วนสูงที่สุดในปัจจุบัน

พบกันใหม่ฉบับหน้า สวัสดีครับ

ศุภศักดิ์ ลิมปิติ
บรรณาธิการวารสารเกษตร

# การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 4. ผลของอายุกิ่งต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่ง

# Use of Nutrient Balance for Improving Fruit Yield and Quality of Tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng: IV. Effect of Twig Age on Nutrient Concentration in Twig

*ภาวินี จันทร์วิจิตร[1/] ธวัชชัย รัตน์ชเลศ[1/] และ นันทรัตน์ ศุภกำเนิด[2/]*

*Pavinee Chanvichit[1/], Tavatchai Radanachaless[1/] and Nantarat Supakamnerd[2/]*

**Abstract:** The experiment aimed to study the effect of twig age on twig nutrient concentration of tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Sainampueng in order to establish the appropriate twig index for assessing plant nutrient status. Twigs at 50, 100 and 200 days of age were sampled from the farmer's orchard in Fang district of Chiang Mai province. Treatments were arranged in completely randomized design. Subsequently, the concentrations of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn and B of sampled twigs were analyzed. The results indicated that concentrations of N, P, Ca, Mg, Fe, Mn and Cu were increased from twigs with age but they were decreased from twigs at 200 days. The concentrations of K and Zn were decreased from twigs with age. B was opposite. The twig should not be sampled and used as index to assess the nutrient status in the plant since there was high variation of all nutrient concentrations in twigs.

**Keywords:** Twig age, nutrient concentration, tangerine cv. Sainampueng

---

[1/]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ต. รอบเวียง อ. เมือง จ. เชียงราย 57000

[1/]Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[2/]Chiang Rai Horticulture Research Center, Chiang Rai 57000, Thailand

**บทคัดย่อ:** การทดลองมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งส้มสายน้ำผึ้งอายุต่าง ๆ กัน เพื่อที่จะหากิ่งที่เหมาะสมสำหรับใช้ประเมินสถานะธาตุอาหารในพืช โดยสุ่มเก็บตัวอย่างกิ่งอายุ 50, 100 และ 200 วัน จากสวนของเกษตรกร อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอนในกิ่งที่เก็บมา ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และทองแดงเพิ่มขึ้นเมื่ออายุกิ่งมากขึ้น แล้วกลับลดลงเมื่อกิ่งมีอายุ 200 วัน ส่วนความเข้มข้นของโพแทสเซียม และสังกะสีในกิ่งจะมีความเข้มข้นลดลงเมื่ออายุกิ่งมากขึ้น แต่ความเข้มข้นของโบรอนในกิ่งมีลักษณะตรงกันข้าม ดังนั้นจึงไม่ควรใช้กิ่งเป็นตัวแทนสำหรับการเก็บตัวอย่างพืช เนื่องจากความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง

**คำสำคัญ:** อายุกิ่ง ความเข้มข้นของธาตุอาหาร ส้มสายน้ำผึ้ง

## คำนำ

ธาตุอาหารได้มีการสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช ก็เพื่อใช้เป็นแหล่งของอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของยอดใหม่ การออกดอก และการเจริญเติบโตของผล (นันทรัตน์, 2544; อรุณศิริ และคณะ, 2546) ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชจะบอกถึงสภาวะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารได้ดีกว่าการวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว โดยอาศัยข้อมูลระดับธาตุอาหารที่มีอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช (ยุทธนา และคณะ, 2545) กรณีการศึกษาข้อมูลด้านการกระจายของธาตุอาหารในลิ้นจี่เชิงปริมาณ โดย Golomb and Goldschmidt (1987) นั้น ได้ให้ข้อเสนอว่าการนำพืชทั้งต้นมาวิเคราะห์ทั้งปริมาณและความเข้มข้นของธาตุต่าง ๆ ในแต่ละส่วน น่าจะเป็นวิธีการที่ให้ข้อมูลได้อย่างชัดเจน ต่อมา Menzel *et al.* (1992a) ได้ทดลองขุดต้นลิ้นจี่ในระยะแทงช่อดอก เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน คลอรีน แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอน พบว่าใบสะสมธาตุอาหารไว้ประมาณร้อยละ 50 ส่วนกิ่งใหญ่และกิ่งเล็กมีอยู่ร้อยละ 8 และ 16 ตามลำดับ แม้ว่าลิ้นจี่จะสะสมธาตุอาหารไว้ยังแต่ละส่วนในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน แต่ปรากฏว่าความเข้มข้นของเกือบทุกธาตุในกิ่งเล็กมีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความเข้มข้นของธาตุเหล่านั้นในใบ แต่ไม่มีสหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในใบกับลำต้นและราก นอกจากนี้ Menzel *et al.* (1992b) ยังรายงานต่อว่าใบของลิ้นจี่ซึ่งมีน้ำหนักแห้ง 28 % ของทั้งหมดสะสมธาตุอาหารไว้ถึง 40 – 80 % ส่วนก้าน กิ่งเล็ก และกิ่งขนาดกลางสะสมไว้เพียง 5 – 15, 15 – 20 และ 5 – 10 % ของธาตุอาหารทั้งหมดตามลำดับ ส่วน Reuter and Robinson (1986) ระบุว่า พืชมีความต้องการธาตุอาหารแต่ละชนิดในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตของพืช ในขณะที่ ยุทธนา และคณะ (2545) ชี้ว่าข้อมูลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืชสามารถแสดงผลของการจัดการธาตุอาหารได้ ดังนั้นหากมีการศึกษาสภาวะความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งส้มสายน้ำผึ้งอายุต่าง ๆ กัน เพื่อที่จะหากิ่งที่เหมาะสมสำหรับใช้ประเมินสถานะธาตุอาหารในพืชแล้ว อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งนอกเหนือจากการใช้ตัวอย่างใบเป็นตัวประเมินธาตุอาหารในต้นพืชได้ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นธาตุอาหารในกิ่งของส้มสายน้ำผึ้งที่มีอายุต่างกัน เพื่อใช้ประเมินหาส่วนที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหารต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดสอบเป็นส้มสายน้ำผึ้งที่ให้ผลแล้ว อายุ 5 ปี ในสวนของเกษตรกร ต. แม่สูนน้อย อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบรูณ์ (Completely Randomized Design) มี 3 กรรมวิธี คือ กิ่งอายุ 50 (เก็บกิ่งเมื่อวันที่ 27 มีนาคม 2548, ซึ่งไม่มีการติดผล), 100 (เก็บกิ่งเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2548, ซึ่งไม่มีการติดผล) และ 200 วัน (เก็บกิ่งเมื่อวันที่

24 สิงหาคม 2548, ซึ่งเริ่มมีการติดผลอ่อน) จำนวน 5 ซ้ำ ให้ 1 ต้นแทน 1 ซ้ำ โดยให้มีทุกกรรมวิธีอยู่ในต้นเดียวกัน เก็บกิ่งรอบทรงพุ่มจากต้นที่คัดเลือกไว้ประมาณ 10 กิ่ง ล้างและเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน บดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโบรอนในใบส้ม รวม 10 ธาตุ โดยอ้างอิงวิธีของศรีสม (2547) นำผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารมาหาความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยวิธี LSD ระยะเวลาการศึกษาอยู่ระหว่างวันที่ 21 เมษายน 2548 - 30 เมษายน 2549

## ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหารในกิ่งที่ไม่ติดผลอายุ 50, 100 และ 200 วัน พบว่า ความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่งส้มมีความผันแปรมากน้อยแตกต่างกัน กล่าวคือ ความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเมื่ออายุกิ่งมากขึ้น แล้วลดลงเมื่อกิ่งมีอายุ 200 วัน (ตารางที่ 1) เช่นเดียวกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และทองแดง ส่วนความเข้มข้นของโพแทสเซียมและสังกะสีในกิ่งมีค่าลดลงเมื่อกิ่งมีอายุมากขึ้น แต่ความเข้มข้นของโบรอนในกิ่งมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะตรงกันข้าม กล่าวคือความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเมื่อกิ่งมีอายุมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นในแต่ละอายุกิ่ง พบว่า กิ่งอายุ 100 วันจัดเป็นเนื้อเยื่อกัมมันต์ (active tissues) ซึ่งกำลังจะมีการแตกยอดใหม่ ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารส่วนใหญ่มีมากกว่าในกิ่งอายุ 50 และ 200 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในลิ้นจี่ของนันทรัตน์ (2545) ที่พบว่ากิ่งแขนงขนาดเล็กมีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงกว่ากิ่งขนาดใหญ่ และการที่ความเข้มข้นของธาตุอาหารส่วนใหญ่ลดลงในกิ่งอายุ 200 วัน ที่มีผลอ่อนติดอยู่ ทั้งนี้เนื่องจากมี 2 ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในกิ่ง คือ อิทธิพลของอายุ และการดึงธาตุอาหารจากกิ่งไปพัฒนาผล ซึ่งไม้ผลเมื่อมีการพัฒนาผลออกมา ส่วนของผลอ่อนจะเป็นที่รับ (sink) ธาตุอาหารที่สำคัญ (Menzel *et al.*, 1988) จึงเกิดการดึงธาตุอาหารจากส่วนของใบ (ภาวินี และคณะ, 2551ข) และกิ่งที่ติดผลไปด้วย ทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารส่วนใหญ่มีความเข้มข้นลดลง

จากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณธาตุอาหารในกิ่งมีการแปรปรวนค่อนข้างสูง และมีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารในใบ (Chang *et al.*, 1992; ภาวินี และคณะ, 2551ก) และการตัดกิ่งมานั้นเป็นการตัดเอาส่วนที่มีโอกาสจะติดผลออกมา ซึ่งทำให้สูญเสียผลผลิตไป ซึ่งต่างจากใบที่มีปริมาณมาก และไม่กระทบต่อปริมาณผลผลิต ดังนั้นในการใช้กิ่งเป็นชิ้นส่วนในการเก็บตัวอย่างพืชนั้นจึงไม่เหมาะสม

Table 1 Nutrient concentration in twig of tangerine cv. Sainampueng at different ages.

| Twig age | Concentration of macronutrient element (%)[1/] | | | | | Concentration of micronutrient element (ppm)[1/] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (days) | N | P | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Zn | Cu | B |
| 50 | 0.30 c | 0.16 b | 2.34 a | 0.91 c | 0.09 b | 38.23 c | 7.85 c | 28.46 a | 17.50 c | 23.50 c |
| 100 | 0.52 a | 0.19 a | 1.98 b | 2.42 a | 0.19 a | 81.18 a | 17.93 a | 23.14 b | 55.40 a | 25.76 b |
| 200 | 0.41 b | 0.15 b | 1.85 c | 1.68 b | 0.07 c | 45.53 b | 12.01 b | 21.11 b | 26.51 b | 28.14 a |
| $LSD_{0.05}$ | 0.09 | 0.01 | 0.12 | 0.19 | 0.02 | 5.01 | 1.27 | 2.36 | 1.94 | 1.60 |
| % CV | 5.37 | 3.01 | 4.17 | 8.38 | 11.26 | 6.61 | 7.34 | 7.06 | 4.26 | 4.50 |
| Adequate concentration | | | | | | | | | | |
| Taiwan[2/] | 2.9-3.1 | 0.12-0.18 | 1.4-1.7 | 2.5-4.5 | 0.26-0.5 | 60-120 | 25-200 | 25-100 | 5-16 | 25-150 |

[1/]Means followed by different letter within columns are significantly different at the 5 % level by $LSD_{0.05}$

[2/]source: Chang *et al.* (1992)

## สรุป

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในกิ่งอายุ 50 (ที่ไม่ติดผล), 100 (ที่ไม่ติดผล) และ 200 วัน (ที่ติดผลอ่อน) พบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเมื่ออายุกิ่งมากขึ้น แล้วลดลงเมื่อกิ่งมีอายุ 200 วัน เช่นเดียวกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และทองแดง ส่วนความเข้มข้นของโพแทสเซียมและสังกะสีในกิ่งจะมีความเข้มข้นลดลงเมื่อกิ่งมีอายุมากขึ้น แต่ความเข้มข้นของโบรอนในกิ่งมีลักษณะตรงกันข้าม กล่าวคือความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้นเมื่อกิ่งมีอายุมากขึ้น ดังนั้นจึงไม่แนะนำให้ใช้กิ่งเป็นส่วนสำหรับการเก็บตัวอย่างพืช

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณศรียน ทาราช เจ้าของสวนส้มศรียน ที่เอื้อเฟื้อส้มสายน้ำผึ้งที่ใช้ทดลอง พร้อมช่วยเหลือดูแลให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่ผู้ทดลองเป็นอย่างดียิ่ง

## เอกสารอ้างอิง

ภาวินี จันทร์วิจิตร ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และนันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2551ก. การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิต และคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 2. การประเมินตำแหน่งใบส้มที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างพืชเพื่อวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. วารสารเกษตร 24(2): 117-124.

ภาวินี จันทร์วิจิตร ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และนันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2551ข. การใช้ความสมดุลธาตุอาหารเพื่อปรับปรุงผลผลิต และคุณภาพของส้มสายน้ำผึ้ง: 3. ผลของพัฒนาการของผลต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบส้มสายน้ำผึ้ง. วารสารเกษตร 25(2): 109-114.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2544. ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นลิ้นจี่. วารสารวิชาการเกษตร 19(2): 106-113.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2545. การประเมินความต้องการ และระดับธาตุอาหารของลิ้นจี่โดยการวิเคราะห์พืช. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย, เชียงราย. 68 หน้า.

ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิติ ศรีตนทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2545. การแก้ไขปัญหาต้นโทรมของลำไย: ความสัมพันธ์ระหว่างระดับธาตุอาหารในดินและต้นลำไยกับการแสดงอาการต้นโทรม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 146 หน้า.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2547. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 141 หน้า.

อรุณศิริ กำลัง ยงยุทธ โอสถสภา วิสุทธิ์ วีรสาร และจันทร์จรัส วีรสาร. 2546. การวิเคราะห์ใบเพื่อกำหนดแนวทางในการประเมินระดับธาตุอาหารและการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมสำหรับลิ้นจี่ที่ปลูกในเขตภาคกลางของประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ. 203 หน้า.

Chang, S.S., W.T. Huang, S. Lian and W.L. Wu. 1992. Research on soil testing and leaf diagnosis as guides to fertilization recommendation for citrus orchards in Taiwan. pp. 167-195. *In*: Annual Research Reports on Soils and Fertilizers No. 81. Provincial Department of Agriculture and Forestry, Taipei, Taiwan R.O.C.

Golomb, A. and E.E. Goldschmidt. 1987. Mineral nutrient balance and impairment of the nitrate reducing system in alternate bearing "Wilking" mandarin trees. Journal of the American Society for Horticultural Science 112: 397-401.

Menzel, C., M.L. Carseldine and D.R. Simpson. 1988. The effect of fruiting status on nutrient composition of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) during the flowering and

fruiting season. Journal of Horticultural Science 63: 547-556.

Menzel, C., G.F. Haydon and D.R. Simpson. 1992a. Mineral nutrient reserves in bearing litchi trees (*Litchi chinensis* Sonn.). Journal of Horticultural Science 67(2): 149-160.

Menzel, C., M.L. Carseldine, G.F. Haydon and D.R. Simpson. 1992b. A review of existing and proposed new leaf nutrient standards for lychee. Scientia Horticulturae 49: 33-53.

Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant Analysis: An Interpretation Manual. Inkata Press, Melbourne. 218 pp.

# ผลของการควั่นกิ่งและไฮโดรเจนไซยานาไมด์ต่อการแตกตาของกีวีฟรุตพันธุ์ Bruno (*Actinidia deliciosa* C. F. Liang *et.* A. R. Ferguson)

# Effects of Girdling and Hydrogen Cyanamide on Bud Break of Kiwifruit cv. Bruno (*Actinidia deliciosa* C. F. Liang *et.* A. R. Ferguson)

*ธีรวุธ ปัทมาศ[1/] และ สุรินทร์ นิลสำราญจิต[1/]*
*Teerawut Pattamas[1/] and Surin Nilsamranchit[1/]*

**Abstract:** A study on cane girdling of kiwifruit cv. Bruno was conducted. The one-year-old cane with 8 buds per cane were chosen to permit uniform for each treatment in the same vine during the onset of dormancy on year 2007 and 2008. Dose of 4% hydrogen cyanamide was sprayed to run off before dormancy had broken, while the another experiment compared girdling without hydrogen cyanamide spraying. These experiments were investigated on Randomized Complete Block Design at Inthanon Royal Agricultural Station and Angkhang Royal Agricultural Station, consisted of 5 girdling treatments contorl, girdling at proximal end of one-year-old cane, girdling on two-year-old cane, girdling on proximal and distal end of one-year-old cane, and six internode girdling. The results showed that all of girdling treatments with spraying hydrogen cyanamide increased percent bud break from those with girdling only. The internode girdling means affected increasing the bud break significantly difference. Bud emerged from bud position on cane from the distal end and decreased gradually at the proximal end. Whereas the experiment designed on the healthy vines stimulated emergence of bud on the proximal end. The period of bud breaking was not differed from the various positions of bud on those canes.

**Keywords:** Girdling, hydrogen cyanamide, bud break, kiwifruit

---

[1/]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200
[1/]Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**บทคัดย่อ:** การศึกษาการควั่นกิ่งกีวีฟรุตพันธุ์ Bruno จากกิ่งอายุหนึ่งปีที่มีขนาดสม่ำเสมอจำนวน 8 ตาต่อกิ่งในระยะก่อนพักตัวในปี พ.ศ. 2550 และ 2551 โดยใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ฉีดพ่นที่ตาร่วมด้วยในช่วงก่อนระยะพ้นการพักตัวของตา และการทดลองการควั่นกิ่งโดยไม่ฉีดพ่นสาร ทำการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์และสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง โดยวางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี คือ การไม่ควั่นกิ่ง การควั่นกิ่งที่โคนกิ่ง การควั่นกิ่งปีที่แล้ว การควั่นกิ่งเป็นช่วง และการควั่นกิ่งทุกตา พบว่าการควั่นกิ่งทุกวิธีร่วมกับการใช้สารฉีดพ่น สามารถเพิ่มจำนวนตาให้เจริญต่อกิ่งที่ศึกษาได้มากกว่าการควั่นกิ่งเพียงอย่างเดียว ในขณะที่กรรมวิธีการควั่นกิ่งทุกตาช่วยกระตุ้นให้ตาเจริญได้มีจำนวนมากขึ้นแตกต่างจากวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาตำแหน่งตาที่มีการเจริญพบมากจากตาในบริเวณปลายกิ่งและเกิดได้น้อยลงในตำแหน่งถัดมาทางโคนกิ่งแต่ในต้นที่มีความแข็งแรงมีผลต่อการแตกตาบริเวณโคนกิ่งเจริญได้มากขึ้น การเจริญของตาที่เจริญจากแต่ละตำแหน่งนั้นใช้ระยะเวลาในการพัฒนาไม่แตกต่างกันมากนัก

**คำสำคัญ:** การควั่นกิ่ง ไฮโดรเจนไซยานาไมด์ การแตกตา กีวีฟรุต

## คำนำ

กีวีฟรุต (*Actinidia deliciosa* C. F. Liang *et.* A. R. Ferguson) จัดเป็นไม้ผลเขตหนาวที่มีการผลัดใบ ลักษณะเป็นไม้เลื้อยยืนต้นอายุหลายปี ลักษณะของใบและดอกแตกต่างกันไปตามชนิดและพันธุ์ ลักษณะทั่วไปของกีวีฟรุต ใบเป็นใบเดี่ยว รูปไข่หรือรูปหัวใจมีสีเขียวเข้ม มีขนสีแดงน้ำตาลปกคลุม ใบมีการเรียงตัวแบบสลับและมีก้านใบยาว ลักษณะของตาเป็นแบบตาผสมที่มีกิ่งและใบที่เจริญออกมาพร้อมกับดอกบริเวณซอกใบ (leaf axil) เมื่อยอดเจริญยืดยาวจะพบดอกพัฒนาขึ้นมาพร้อมกับใบ โดยตาจะพ้นจากการพักตัวได้ประมาณเดือนมีนาคมและเจริญเป็นยอดใหม่ออกมาพร้อมกับการออกดอกติดผลและเก็บเกี่ยวได้ประมาณเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน (สุรินทร์, 2543) ถึงแม้ว่ากีวีฟรุตที่ปลูกตามพื้นที่สูงของประเทศไทยสามารถออกดอกติดผลได้โดยมีการออกดอกพร้อมกับกิ่งใหม่ที่เจริญขึ้นมา แต่ในการผลิตยังมีปัญหาเกี่ยวกับการพ้นการพักตัวของตาในฤดูหนาวเนื่องจากจำนวนชั่วโมงความหนาวเย็นไม่เพียงพอในบางพื้นที่ จึงทำให้ต้นกีวีฟรุตมีจำนวนตาที่เจริญได้น้อย วิธีการใดก็ตามที่สามารถกระตุ้นการเจริญของตาเป็นกิ่งใหม่มากขึ้นและเกิดดอกติดผลได้ในกิ่งนั้น จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มปริมาณผลผลิตให้มากขึ้นได้

ในปัจจุบันได้มีการใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์มาฉีดพ่นให้กับตาบนกิ่งกีวีฟรุตเพื่อช่วยกระตุ้นให้พ้นจากการพักตัวได้ดีขึ้น (Subhadrabandhu and Rakngan, 1999) ถึงแม้วิธีการใช้สารเคมีมาใช้ในระยะก่อนออกดอกเพื่อช่วยให้ตาพ้นการพักตัวได้แล้ว แต่ยังจัดเป็นสารที่อันตรายและมีราคาแพง การควั่นกิ่งนั้นเป็นวิธีปฏิบัติอย่างหนึ่งที่ช่วยให้มีการสะสมอาหารในกิ่งและยังเป็นการช่วยให้ต้นมีการออกดอกได้ในไม้ผลยืนต้นหลายชนิด ซึ่งศารทูล (2546) ได้ทดลองควั่นกิ่งลิ้นจี่ในพันธุ์ฮงฮวยสามารถลดปริมาณช่อใบที่เจริญขึ้นมาใหม่ ส่งผลให้ยอดลิ้นจี่นั้นออกดอกมากขึ้น ช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลได้ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ศึกษาวิธีบังคับให้ตากีวีฟรุตพ้นการพักตัวได้มากขึ้นโดยวิธีการควั่นกิ่งก่อนระยะพ้นการพักตัวในฤดูหนาว เพื่อลดการใช้สารเคมีและต้นทุนในการผลิตให้น้อยลง

## อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกกิ่งกีวีฟรุตพันธุ์ Bruno อายุหนึ่งปีที่มีขนาดสม่ำเสมอในระยะก่อนการพักตัว เมื่อต้นเริ่มเข้าสู่ระยะพักตัวประมาณปลายเดือนพฤศจิกายนแล้วจึงควั่นกิ่งโดยใช้มีดควั่นกิ่งลอกเปลือกไม้ก่อนระยะที่ต้นทิ้งใบหมดทั้งต้น เพื่อให้อาหารจากใบสะสมอยู่ในกิ่งที่ควั่นไว้ จากนั้นจึงตัดแต่งกิ่งที่ใช้ศึกษาให้มี 8 ตาต่อกิ่ง วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วยวิธีการควั่นกิ่ง 5 กรรมวิธี (ภาพที่ 1) มีจำนวน 4 ซ้ำ คือ 1) ไม่ควั่นกิ่ง (ชุดควบคุม) 2) การควั่นกิ่งที่มีอายุสองปี

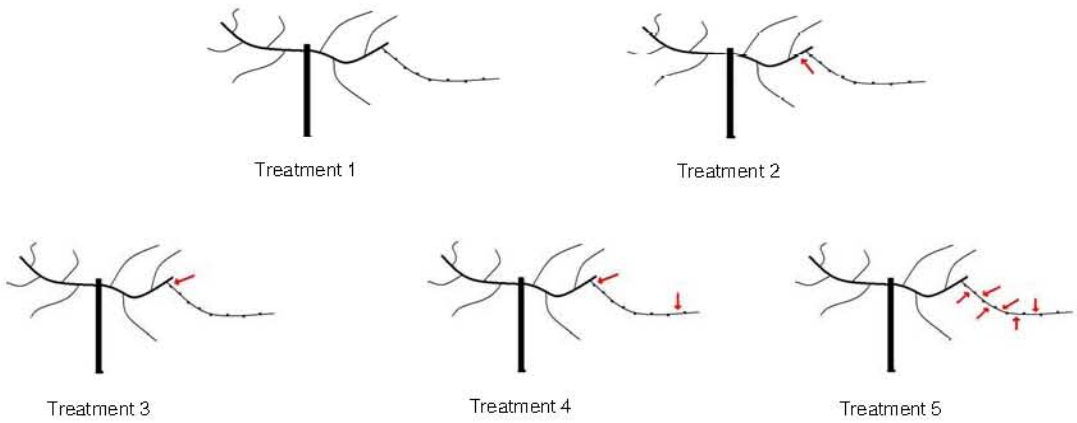



**Figure 1** Girdling positions of 5 treatments; treatment 1 = contorl, treatment 2 = girdling on two-year-old cane, treatment 3 = girdling on proximal end of one-year-old cane, treatment 4 = girdling on proximal and distal end of one-year-old cane, and treatment 5 = girdling on six internode.

ที่ติดกับโคนกิ่งอายุหนึ่งปี 3) การควั่นกิ่งอายุหนึ่งปีที่โคนกิ่ง 4) การควั่นกิ่งอายุหนึ่งปีที่โคนและปลายกิ่ง และ 5) การควั่นกิ่งอายุหนึ่งปี 6 รอยควั่นนับจากโคนกิ่ง ในการทดลองนี้แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือการทดลองที่ 1 ควั่นกิ่งโดยไม่ใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ฉีดพ่นที่ตาบนกิ่ง และการทดลองที่ 2 ควั่นกิ่งร่วมกับฉีดพ่นสารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์บริเวณตาบนกิ่งที่ศึกษาในเดือนมกราคมก่อนพ้นการพักตัว โดยศึกษากับต้นกีวีฟรุตที่ปลูกในสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,200 เมตร เป็นเวลา 2 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 และ 2551 โดยเลือกต้นทดลองคนละชุดกันในแต่ละปี เริ่มบันทึกผลของระยะเวลาการแตกตาตั้งแต่วันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 และ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามลำดับจากวันที่ได้ฉีดพ่นสาร วางแผนการทดลองและวิธีการปฏิบัติอื่น ๆ ทำเช่นเดียวกันทั้งสองปี นอกจากนั้นในปี พ.ศ. 2551 ได้ทดลองกับต้นที่ปลูกในสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ระดับความสูง 1,400 เมตร ด้วยวิธีการปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองข้างต้นและเริ่มนับระยะเวลาของการแตกตาใน วันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 หลังจากการฉีดพ่นสารบันทึกข้อมูลการทดลองได้แก่ จำนวนตาที่เจริญบนกิ่งอายุหนึ่งปีที่ควั่นไว้ ตำแหน่งตาที่มีการเจริญบนกิ่งและระยะเวลาที่ตาเจริญได้ภายหลังการพ่นสาร นำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ของแต่ละการทดลอง

## ผลการทดลอง

ในการศึกษาการควั่นกิ่งที่มีผลต่อการแตกตาของกีวีฟรุตพันธุ์ Bruno ที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ เป็นเวลาสองปีระหว่างปี พ.ศ. 2550 และ 2551 (ตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่าในกรรมวิธีที่ 5 การควั่นกิ่งทุกข้อบนกิ่งอายุหนึ่งปีนั้นทำให้มีจำนวนตาที่เจริญได้มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 36.10 และ 49.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ค่าที่แตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญจากชุดควบคุมที่ไม่ได้ควั่นกิ่ง ที่มีค่าเท่ากับ 13.35 และ 25.65 เปอร์เซ็นต์ และทุกวิธีของการควั่นกิ่งมีแนวโน้มที่ให้ค่าเฉลี่ยของตาที่เจริญได้มากกว่าชุดควบคุมด้วย ถึงแม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งในปีที่สองของการทดลองนั้นต้นที่ใช้มีสภาพต้นที่ได้รับการดูแลอย่างดีมีสภาพต้นสมบูรณ์ จึงมีการเจริญของตาภายหลังการพักตัวได้มากกว่าการ ทดลองในปีแรก ให้ผลเช่นเดียวกับการทดลองที่สถานีเกษตรหลวง

Table 1 Effects of 5 patterns of girdling means and hydrogen cyanamide on bud break of kiwifruit vine during year 2007 and 2008 at Inthanon and Angkhang Royal Agricultural Stations.

| Treatment | % Bud break | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inthanon 2007 | | Inthanon 2008 | | Angkhang 2008 | |
| | Non-spray | Spray | Non-spray | Spray | Non-spray | Spray |
| Treatment 1 | 13.35 [bc] | 36.06 [y] | 25.65 [b] | 36.98 [y] | 20.94 [b] | 48.45 [y] |
| Treatment 2 | 12.08 [c] | 50.00 [x] | 33.78 [b] | 53.66 [x] | 52.14 [a] | 53.82 [xy] |
| Treatment 3 | 17.96 [bc] | 52.70 [wx] | 32.77 [b] | 50.00 [xy] | 44.72 [a] | 52.86 [xy] |
| Treatment 4 | 18.87 [b] | 64.14 [w] | 34.37 [ab] | 64.31 [wx] | 54.16 [a] | 67.00 [x] |
| Treatment 5 | 36.10 [a] | 65.57 [w] | 49.65 [a] | 75.91 [w] | 53.41 [a] | 85.08 [w] |

Means within the same column followed by similar letter are not significantly different at the 5% level by LSD.

อ่างขางใน ปี พ.ศ. 2551 นั้น พบว่าการควั่นกิ่งทุกกรรมวิธีสามารถกระตุ้นการแตกตาได้เพิ่มมากขึ้นอย่างน้อยสองเท่าจากวิธีการไม่ควั่นกิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2)

จากการทดลองควั่นกิ่งร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์กับตาบนกิ่งในระยะก่อนการแตกตานั้น ในตารางที่ 1 พบว่า การใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ สามารถกระตุ้นการเจริญของตาได้ดีกว่าการไม่ใช้สารในทุกกรรมวิธีของการควั่นกิ่ง เมื่อเปรียบเทียบจำนวนตาที่แตกออกมากับผลการ ทดลองข้างต้นที่ไม่ใช้สาร การควั่นกิ่งร่วมกับการใช้ไฮโดรเจนไซยานาไมด์จึงเพิ่มจำนวนตาที่เจริญได้มากขึ้น โดยเฉพาะการควั่นกิ่งตามกรรมวิธีที่ 5 ที่มีการควั่นกิ่งทุกข้อ ทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกตาบนกิ่งมีค่ามากที่สุดและให้ผลในทำนองเดียวกับการทดลองแรกด้วยเช่นกัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของตาที่เจริญเท่ากับ 75.91 และ 65.57 เปอร์เซ็นต์ของการศึกษาในปี พ.ศ. 2551 และ 2550 ตามลำดับในการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ สำหรับการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางนั้นกิ่งที่ควั่นตามกรรมวิธีที่ 5 และฉีดพ่นสารมีการแตกตาได้มากถึง 85.08 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการควั่นกิ่งในกรรมวิธีที่ 5 นี้จึงช่วยเพิ่มจำนวนตาได้มากเกือบสองเท่าจากชุดควบคุมในการทดลองที่ศึกษาในครั้งนี้ทั้งหมด จากการทดลองนี้ยังพบว่าการควั่นกิ่งทุกกรรมวิธีช่วยเพิ่มจำนวนตาที่แตกออกมาได้มากกว่าการไม่ควั่นกิ่งเลย (ภาพที่ 3)

ในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกกิ่งอายุหนึ่งปีที่มีจำนวนตา 8 ตาต่อกิ่งแล้ว ศึกษาตำแหน่งของตาบนกิ่งที่เจริญออกมาได้จากอิทธิพลของการควั่นกิ่ง ดังแสดงในภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าการศึกษาในปี พ.ศ. 2550 ที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์นั้น ตาที่อยู่ตำแหน่งปลายกิ่ง (ตำแหน่งที่ 1) ของชุดควบคุมมีการเจริญของตาได้ดีที่สุด ซึ่งมีการแตกตาได้ทุกกิ่งที่ศึกษาและในตำแหน่งตาที่ 2 บนกิ่งที่ศึกษามีการแตกตาได้ 14 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตาในตำแหน่งอื่น ๆ ไม่มีการเจริญได้เลย แต่จากผลการทดลองในปี พ.ศ. 2551 นั้น (ภาพที่ 4) มีตำแหน่งตาที่อยู่ถัดเข้าไปมีการเจริญของตาในตำแหน่งอื่น ๆ ได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเป็นต้นที่มีสภาพความแข็งแรงสมบูรณ์ ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกับต้นที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ภาพที่ 5) ดังนั้นในสภาพต้นที่มีความสมบูรณ์นั้น การควั่นกิ่งจึงเป็นวิธีที่ช่วยให้มีการเจริญของตาในตำแหน่งอื่น ๆ บนกิ่งได้มากขึ้น จากการเปรียบเทียบผลการทดลองนี้ในการควั่นกิ่งทุกข้อตามกรรมวิธีที่ 5 พบว่าตำแหน่งตาที่เจริญได้มีการเจริญของตาที่อยู่ในตำแหน่งโคนกิ่งได้มากขึ้น จึงทำให้วิธีการนี้มีเปอร์เซ็นต์การแตกตาได้มากกว่าวิธีการอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการทดลองที่มีการควั่นกิ่งร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ 4 เปอร์เซ็นต์ให้กับกิ่งที่ศึกษาด้วยในการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์นั้นจะเห็นได้ว่า การปฏิบัติทั้งสองวิธีสามารถช่วยสำหรับการทดลองที่มีการควั่นกิ่งร่วมกับการฉีดพ่น

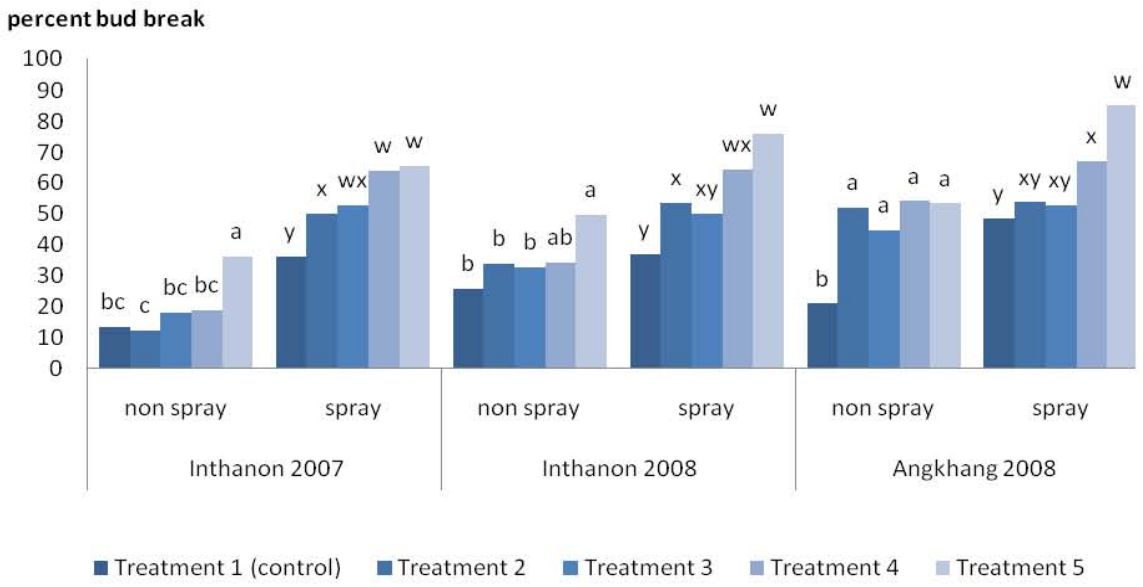



Figure 2 Percent bud break on canes of kiwifruit were compared between 6 experiments at Inthanon and Angkhang Royal Agricultural stations during year 2007-2008.

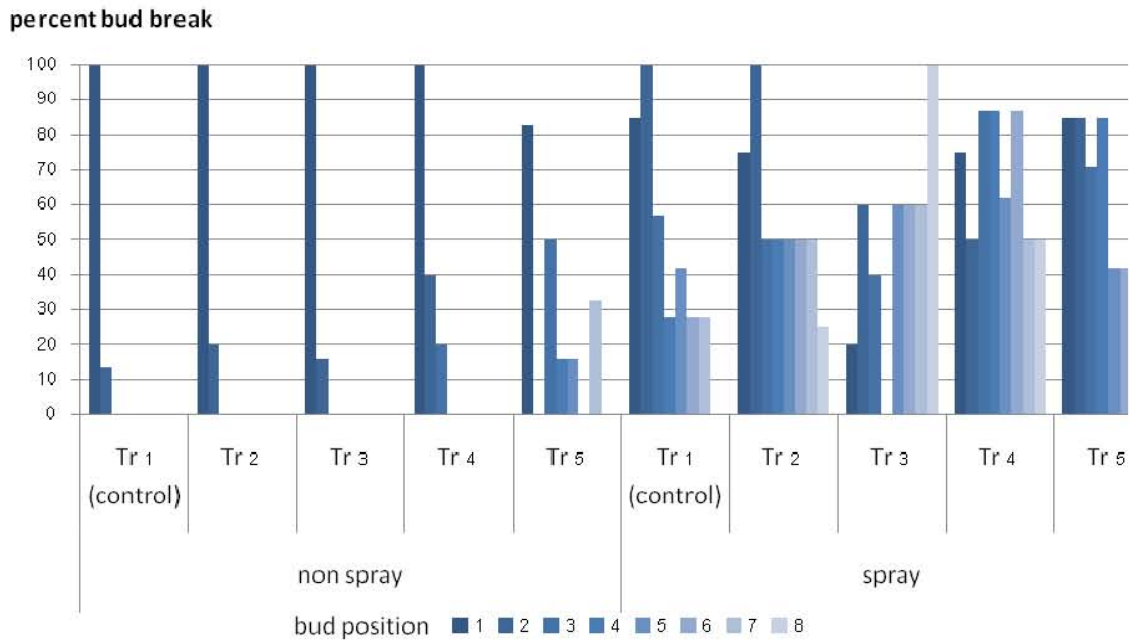



Figure 3 Percent bud break of bud positions from distal (1) to proximal end (8) on canes was studied on the experiments at Inthanon Royal Agricultural Station in 2007.

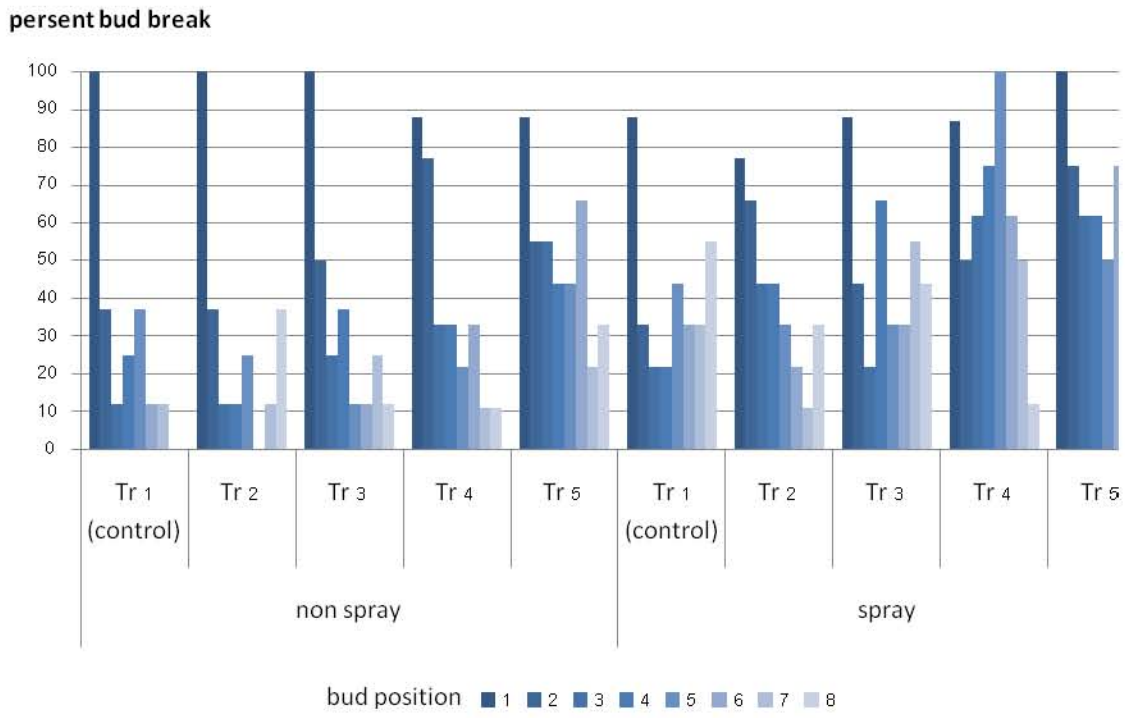



Figure 4 Percent bud break of bud positions from distal (1) to proximal end (8) on canes was studied on the experiments at Inthanon Royal Agricultural Station in 2008.

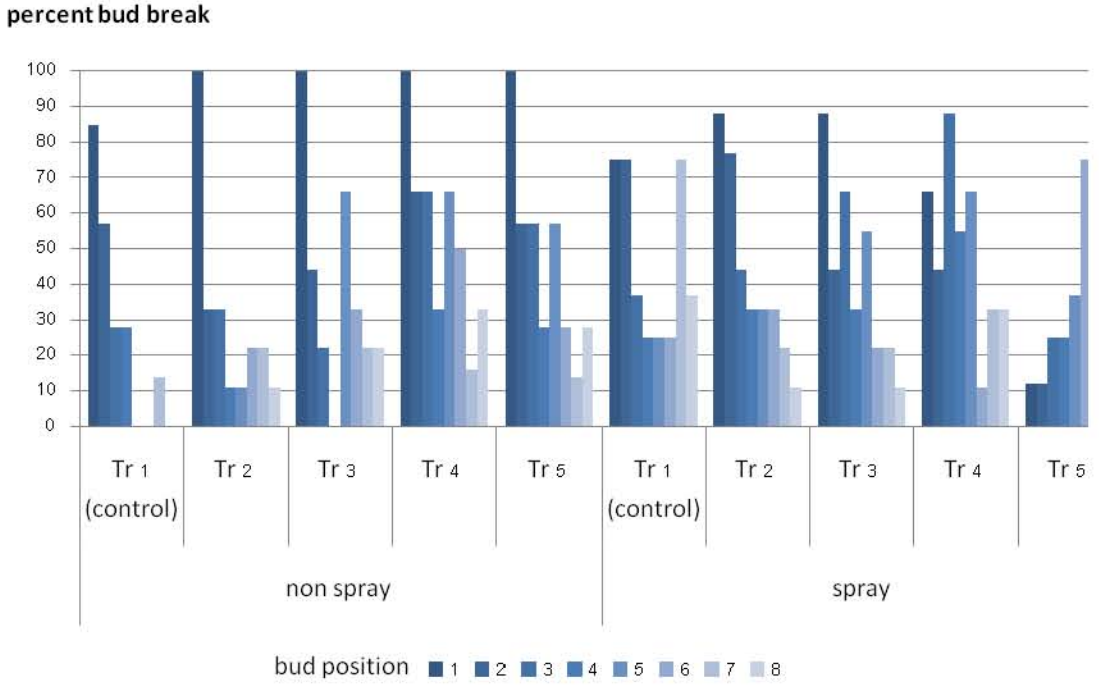



Figure 5 Percent bud break of bud positions from distal (1) to proximal end (8) on canes was studied on the experiments at Angkhang Royal Agricultural Station in 2008.

สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ 4 เปอร์เซ็นต์ให้กับกิ่งที่ศึกษาด้วยในการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์นั้นจะเห็นได้ว่า การปฏิบัติทั้งสองวิธีสามารถช่วยส่งเสริมให้ตามีการเจริญในตำแหน่งอื่น ๆ บนกิ่งได้มากขึ้น โดยเฉพาะเปอร์เซ็นต์การแตกตาในกรรมวิธีที่ 5 ของตาในตำแหน่งที่อยู่ถัดจากปลายกิ่งเข้าไปยังโคนกิ่ง (ตำแหน่งที่ 8) มีการเจริญของตาได้มากขึ้น ดังแสดงค่าของตำแหน่งตาที่ 8 อยู่ระหว่าง 42-75 เปอร์เซ็นต์ของกิ่งที่ศึกษาในครั้งนี้ สำหรับการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางและอินทนนท์ ในปี พ.ศ. 2551 นั้นมีการเจริญของตาในทุกตำแหน่งบนกิ่งจากปลายมายังโคนกิ่งได้พอสมควร เนื่องจากต้นมีสภาพความแข็งแรงดี ถึงแม้จะมีการใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ หรือไม่ใช้สารฉีดพ่นให้กับกิ่งก็ตาม แต่อย่างไรก็ตามกิ่งที่ไม่ได้ควั่นกิ่งเลยและไม่ใช้สารนั้นมีการแตกตาในตำแหน่งของตาบริเวณโคนกิ่งได้ไม่มากนัก

นอกจากนั้นได้ศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญของตาในตำแหน่งตาบนกิ่งที่ศึกษาดังในตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2550 นั้น (ภาพที่ 6) ใช้เวลาในการแตกตาประมาณ 19-62 วันภายหลังการควั่นกิ่ง แต่การควั่นกิ่งร่วมกับการใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ฉีดพ่นเพื่อกระตุ้นก่อนการแตกตา ช่วยให้ตาเจริญได้เร็วขึ้นซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 15-35 วันเท่านั้น ในปี พ.ศ. 2551 ได้ศึกษากรรมวิธีเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 7) พบว่าการควั่นกิ่งเพียงอย่างเดียวใช้ระยะเวลาการเจริญของตาในแต่ละตำแหน่งนั้นนานมากขึ้น แต่การใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ช่วยกระตุ้นการเจริญของตาให้เร็วขึ้นอย่างชัดเจนในทุกการทดลอง เมื่อพิจารณาระยะเวลาที่ตาแตกออกมาจากการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่าระยะที่แตกตาในแต่ละตำแหน่งไม่มีความแตกต่างกันมากนัก โดยเฉพาะตำแหน่งตาปลายกิ่ง (ตำแหน่งที่ 1) นั้นมีการเจริญได้พร้อมกับตาในตำแหน่งอื่นด้วย ในการศึกษาของทั้งสองแหล่งที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์และสถานีเกษตรหลวงอ่างขางให้ผลในทำนองเดียวกัน (ภาพที่ 8) จะเห็นได้ว่าในตำแหน่งลอยควั่นของทุกกรรมวิธีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นบริเวณเหนือรอยควั่นอย่างชัดเจนดังภาพที่ 9

## วิจารณ์

การศึกษาการควั่นกิ่งในระยะก่อนพักตัวที่มีผลต่อการแตกตาของกีวีฟรุต เพื่อช่วยให้กิ่งมีการเจริญของตาในครั้งนี้ ใช้วิธีการควั่นกิ่งแบบต่าง ๆ กันบนกิ่งอายุหนึ่งปีเปรียบเทียบกับการไม่ควั่นกิ่ง ทำการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,200 เมตร ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2551 เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์การแตกตา ตำแหน่งการเจริญของตาบนกิ่งและระยะเวลาที่ใช้ในการแตกตาบนกิ่ง ผลจากการศึกษาทั้งสองปีให้ผลในทำนองเดียวกันพบว่าการควั่นกิ่งที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นวิธีการช่วยให้มีการเจริญของตาบนกิ่งได้มากกว่าการไม่ควั่นกิ่ง ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่อาจเพิ่มผลผลิตบนกิ่งที่เจริญออกมา วิธีการควั่นกิ่งทุกข้อสามารถกระตุ้นการเจริญของตาได้มากที่สุด ทั้งนี้เพราะการสะสมอาหารที่เพิ่มขึ้นในกิ่งมาจากการควั่นกิ่งทำให้มีการเจริญของตาที่เพิ่มขึ้นได้ โดยการขัดขวางการลำเลียงอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงไปสู่ส่วนอื่น ๆ ของพืช จึงมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตอยู่บริเวณเหนือรอยควั่น (Mataa *et al.*,1998) ทำให้กิ่งมีการขยายตัวออกบริเวณรอยควั่นได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 9)

ในปีที่สองของการศึกษาได้วางแผนการทดลองเช่นเดียวกันโดยทดลองเปรียบเทียบกับสองพื้นที่ปลูกของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,200 เมตร และสถานีเกษตรหลวงอ่างขางที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,400 เมตร ใช้ต้นที่มีสภาพความสมบูรณ์กว่าในปีแรกที่ศึกษา สภาพต้นได้รับการดูแลรักษาดี จึงน่าจะมีอาหารในต้นมาช่วยให้มีการเจริญของตาได้ดีขึ้น ทำให้มีจำนวนตาที่เจริญเพิ่มมากในกิ่งที่ศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองในปีแรกที่มีตาในตำแหน่งที่อยู่ปลายกิ่งมีการเจริญได้มากแต่น้อยลงในตำแหน่งถัดเข้ามาทางโคนกิ่ง ซึ่งเปอร์เซ็นต์การแตกตาที่อยู่บริเวณโคนกิ่งมีค่าน้อยลง เนื่องจากได้รับอิทธิพลของตาปลายกิ่งมาควบคุมการแตกตาโดยผลิตฮอร์โมนออกซินมายับยั้งการเจริญของตาข้างอยู่ได้ (Wareing and Phillips, 1981) จึงทำให้การเจริญของตาบริเวณโคนกิ่งมีเปอร์เซ็นต์การแตกตา

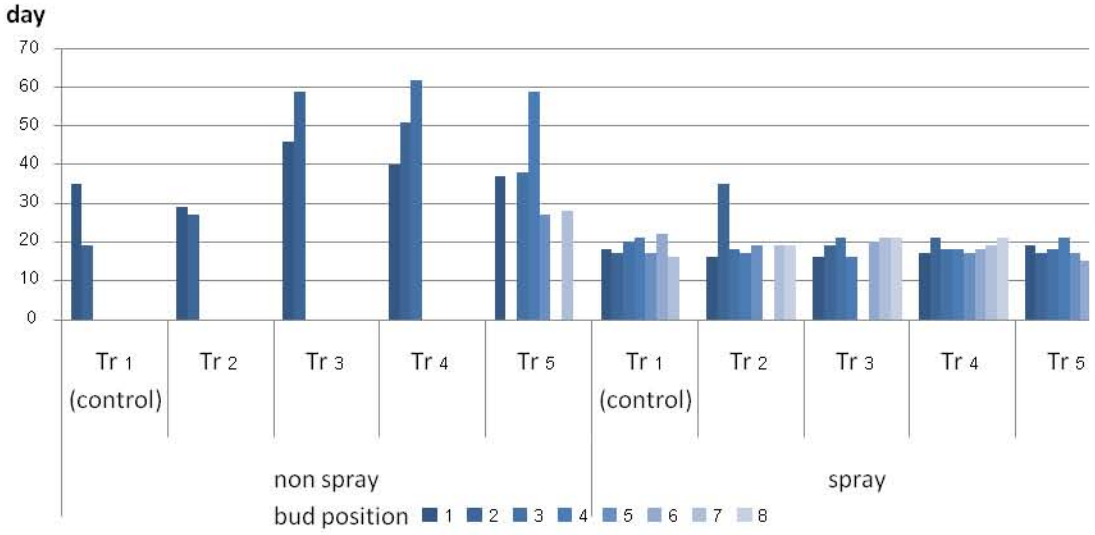



Figure 6 Time period of bud break after sprayed hydrogen cyanamide on bud positions from distal (1) to proximal end (8) at Inthanon Royal Agricultural Station in 2007.

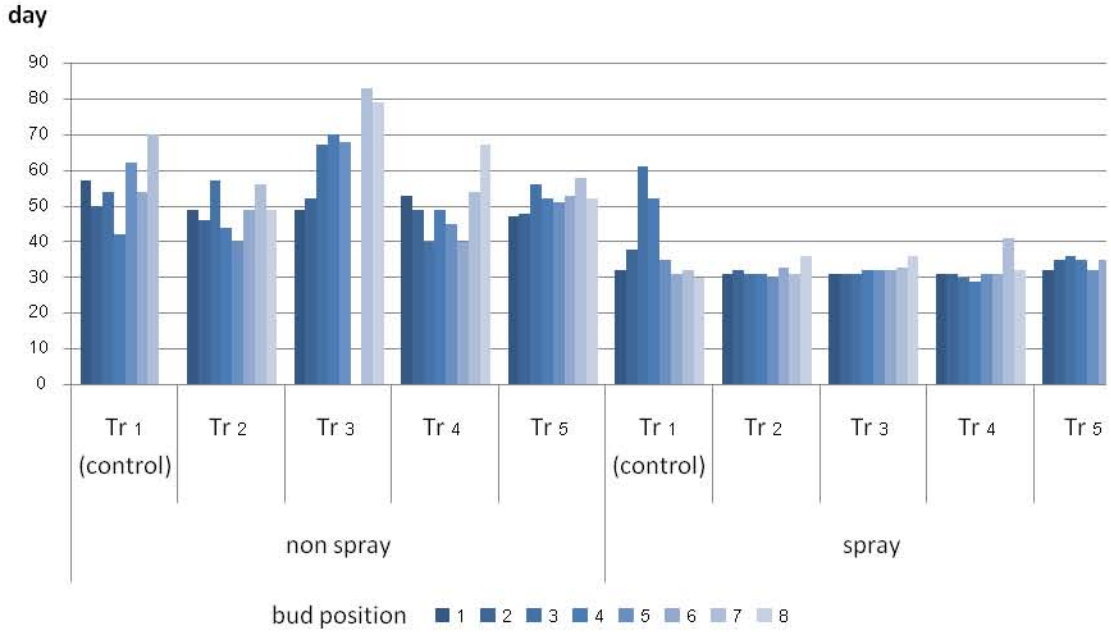



Figure 7 Time period of bud break after sprayed hydrogen cyanamide on bud positions from distal (1) to proximal end (8) at Inthanon Royal Agricultural Station in 2008.

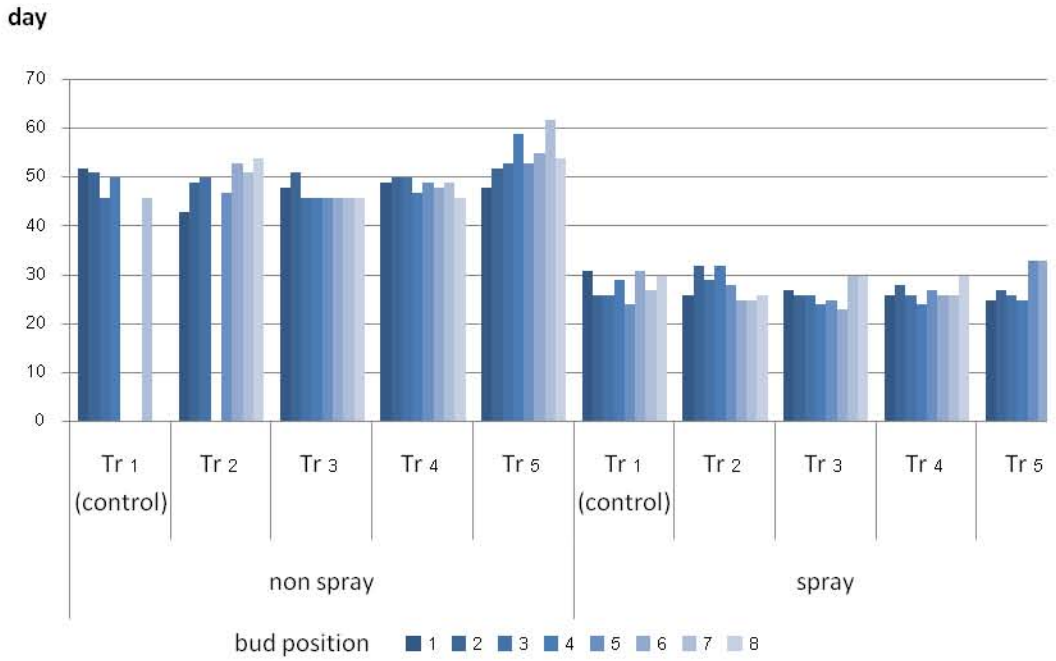



Figure 8 Time period of bud break after sprayed hydrogen cyanamide on bud positions from distal (1) to proximal end (8) at Angkhang Royal Agricultural Station in 2008.


Figure 9 Changes of canes were girdled at the different positions of canes in this experiment.

ได้น้อยกว่า การควั่นกิ่งจะช่วยขัดขวางการลำเลียงออกซิน ทำให้ตาที่อยู่ถัดลงมาสามารถแตกตาได้ดี แต่เมื่อต้นมีสภาพความสมบูรณ์ มีอาหารสะสมในต้นหรือกิ่งมากขึ้น ส่งผลถึงการเจริญของตาบนกิ่งได้มากตามไปด้วย ตำแหน่งของตาบริเวณโคนกิ่งสามารถเจริญได้ดีกว่าต้นที่มีอาหารสะสมน้อยกว่า ดังนั้นการบำรุงต้นให้สมบูรณ์จึงเป็นวิธีการที่ทำให้ตาพ้นการพักตัวได้ดีขึ้น กิ่งที่เจริญมาพร้อมกับดอกช่วยให้ผลผลิตสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาระยะเวลาที่ตาในตำแหน่งต่าง ๆ บนกิ่งใช้ในการแตกตาหลังการฉีดพ่นสารนั้น ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ในรายงานของ Subhadrabandhu and Rakngan (1999) ศึกษาไว้ว่า การใช้ไฮโดรเจนไซยานาไมด์ที่ 5 เปอร์เซ็นต์ กับกิ่งกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน พบว่าสามารถทำให้ตาพ้นการพักตัวได้เท่ากับ 66.70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองนี้ โดยฉีดสารละลายไฮโดรเจน-ไซยานาไมด์ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ให้กับกิ่งที่ไม่ได้รับการควั่น ทำให้ตาสามารถพ้นการพักตัวได้ 48.45 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อทำการควั่นกิ่งร่วมกับการใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ชักนำให้ตาพ้นการพักตัวได้มากขึ้นเป็น 85.08 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า การควั่นกิ่งร่วมด้วยจะช่วยทำลายการพักตัวของตาได้ดีกว่าการใช้สารเพียงอย่างเดียว

## สรุป

ผลการศึกษาการควั่นกิ่งของกีวีฟรุตพันธุ์ Bruno ที่สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ระหว่างปี พ.ศ. 2550-2551 พบว่าการควั่นกิ่งสามารถชักนำให้ตาพ้นการพักตัวบนกิ่งที่ศึกษาได้และมีจำนวนตาที่เจริญมากกว่ากิ่งที่ไม่ได้รับการควั่นกิ่งเลย วิธีการควั่นกิ่งทุกวิธีทำให้มีตำแหน่งของตาที่เจริญเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การควั่นกิ่งทุกข้อทำให้ตาพ้นการพักตัวได้มากที่สุด ซึ่งในปี พ.ศ. 2551 ได้ทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางด้วยให้ผลเช่นเดียวกับการทดลองข้างต้น การใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ฉีดพ่นร่วมกับการควั่นกิ่งช่วยส่งเสริมการเจริญของตาให้มีจำนวนตาต่อกิ่งมากขึ้น การศึกษาตำแหน่งของตาที่เจริญจากกิ่งที่ไม่ควั่นกิ่งนั้นมีเฉพาะตาบริเวณปลายกิ่งที่สามารถพ้นการพักตัวได้ดีกว่าตาบริเวณโคนกิ่ง ขณะที่การควั่นกิ่งและการใช้สารละลายไฮโดรเจนไซยานาไมด์ฉีดพ่นสามารถกระตุ้นการแตกตาในตำแหน่งต่าง ๆ บนกิ่งได้ดีขึ้นและต้นที่มีสภาพสมบรูณ์นั้นส่งผลต่อการแตกตาบนกิ่งมากขึ้นด้วย ระยะเวลาที่ ตาเจริญขึ้นมาในตำแหน่งต่าง ๆ บนกิ่งหลังจากการใช้สารไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนการวิจัยและอำนวยความสะดวกในงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

ศารทูล สมาศิลป์. 2546. ผลของการใช้สารสกัดชีวภาพร่วมกับการควั่นกิ่งต่อการออกดอกและการติดผลของลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 29 หน้า.

สุรินทร์ นิลสำราญจิต. 2543. ไม้ผลเขตหนาว. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 176 หน้า.

Mataa, M., S. Tominaga and I. Kozaki. 1998. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). Scientia Horticulturae 73: 203-211.

Subhadrabandhu, S. and J. Rakngan. 1999. Effect of hydrogen cyanamide and time of application on bud breaking and fruit quality of kiwifruit cv. Bruno in Thailand. Thai J. Agric. Sci. 32: 161-170.

Wareing, P. F. and I. D. J. Phillips. 1981. Growth and Differentiation in Plants. Pergamon Press, Oxford. 343 pp.

# การศึกษาลักษณะทางสัณฐานของมะม่วงเขียวมรกตสายต้นคัด

# Morphological Characterization of Selected Clones of Mango cv. Kiew Morakot

*ทาริกา สุทธสม[1/] วีณัน บัณฑิตย์[1/] และ ธวัชชัย รัตน์ชเลศ[1/]*

*Tarika Suttasom[1/], Weenun Bundithya[1/] and Tavatchai Radanachaless[1/]*

**Abstract:** Morphological studies of mango cv. Kiew Morakot based on quantitative and qualitative characteristics revealed that there was a variation among selected clones. The appropriate characteristics for identification of Kiew Morakot clones were fully-mature peel color, weight groups, and width to thickness ratio of the fruit. The studies were carried out in 2005-2006. Morphological characterization of 20 mango accessions based on the three combined characters was inconsistent during the two years, as being divided into 5 individuals and 6 groups in 2005, and 1 individual and 5 groups in 2006.

**Keywords:** Morphology, mango cv. Kiew Morakot

**บทคัดย่อ:** การศึกษาทางสัณฐานวิทยาที่เป็นลักษณะทางปริมาณและคุณภาพของมะม่วงเขียวมรกต พบลักษณะที่มีความแปรปรวนในสายต้นคัด ลักษณะทางสัณฐานที่เหมาะสมสำหรับการจำแนกมะม่วงเขียวมรกตสายต้นคัด ได้แก่ สีเปลือกผลดิบแก่จัด พิจารณาร่วมกับกลุ่มน้ำหนักผลและสัดส่วนความกว้างต่อความหนาผล การศึกษาในปี พ.ศ. 2548-2549 เพื่อจำแนกมะม่วงเขียวมรกต 20 สายต้น โดยใช้ลักษณะสัณฐาน 3 ลักษณะร่วมกัน ให้ผลแตกต่างกัน คือ สามารถแยกเป็น 5 สายต้น 6 กลุ่ม ในปี พ.ศ. 2548 และ 1 สายต้น 5 กลุ่ม ในปี พ.ศ. 2549

**คำสำคัญ:** สัณฐานวิทยา มะม่วงเขียวมรกต

---

[1/]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

## คำนำ

มะม่วง เป็นพืชเก่าแก่ชนิดหนึ่งที่มีการปลูกเป็นอาหาร มะม่วงที่เป็นพันธุ์ของไทยแท้ มีมากกว่า 170 พันธุ์ (วิจิตร, 2536) มะม่วงเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยมีการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศ และเพื่อการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ปัจจุบันสามารถบังคับให้มะม่วงออกดอกติดผลได้ในช่วงเวลาที่ต้องการ วิธีที่นิยมในขณะนี้คือ การใช้สารพาโคลบิวทราโซล (กรมวิชาการเกษตร, 2550) อย่างไรก็ตามในยุคที่คนหันมาสนใจสุขภาพกันมากขึ้น การผลิตโดยใช้พันธุ์ที่ให้ผลล่าฤดูจนถึงนอกฤดูตามธรรมชาติจึงเป็นอีกทางเลือกที่น่าสนใจ

มะม่วงเขียวมรกต ชื่อวิทยาศาสตร์ *Mangifera indica* L. cv. Kiew Morakot (กรมวิชาการเกษตร, 2547) เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการกลายมาจากพันธุ์แก้วและพันธุ์สามปี เป็นมะม่วงบ้านชนิดหนึ่งมีการปลูกมากในเขตอำเภอบ้านโฮ่ง จ. ลำพูน เนื่องจากเป็นพันธุ์หนักเก็บเกี่ยวตามธรรมชาติได้ในเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม นอกจากนั้นยังมีลักษณะที่ดี คือ ให้ผลดก น้ำหนักดี ทนโรค-แมลงศัตรูพืช ผลสดมีเนื้อแน่นกรอบเหมาะแก่การแปรรูป และสามารถรับประทานสุกได้ โดยผลสุกมีกลิ่นหอม รสหวาน เนื้อละเอียด สีเหลืองเข้ม ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวแล้วสามารถอยู่ได้นานเป็นเดือนโดยไม่เหี่ยวเฉา (กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกต อ. บ้านโฮ่ง, 2547; สุรินทร์, 2549) มะม่วงเขียวมรกตเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตล่าฤดูตามธรรมชาติ โดยออกดอกช่วงระยะเวลาเดียวกับมะม่วงพันธุ์อื่น คือช่วงเดือนมกราคม แต่จะมีระยะสุกแก่ช้ากว่าซึ่งเป็นช่วงที่มะม่วงในท้องตลาดมีน้อย ทำให้ขายได้ราคาดี (แม่โจ้ 54, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าการผลิตมะม่วงเพื่อบริโภคสดให้มีมูลค่าสูงควรเป็นมะม่วงล่าฤดูที่มีเป้าหมายการเก็บเกี่ยวช้ากว่าฤดูการเก็บเกี่ยวมะม่วงปกติ เป็นผลให้ราคาที่สวนเพิ่มสูงขึ้นไปเป็นลำดับ (ธวัชชัย และคณะ, 2545)

เครื่องหมายทางสัณฐานวิทยาเป็นเครื่องหมายที่ใช้เปรียบเทียบลักษณะภายนอกที่มองเห็นได้ทันที เครื่องหมายพันธุกรรมชนิดนี้มีความต้องการมากในวงการปรับปรุงพันธุ์พืช (อรรัตน์, 2548) เพราะเป็นเครื่องหมายที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ผลผลิตสูง หรือต้านทานโรคและแมลงศัตรูพืช สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกได้ และมีข้อดีคือ สามารถมองเห็นได้จากภายนอก จึงเป็นวิธีการที่นิยมใช้เพื่อจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานในการจัดกลุ่มมะม่วงเขียวมรกตสายต้นคัดเป็นฐานพันธุกรรมมะม่วงเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาพันธุ์ รวมทั้งช่วยเพิ่มความชัดเจนในการคัดเลือกมะม่วงสายต้นที่ดีของท้องถิ่นตลอดจนสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเปรียบเทียบข้อแตกต่างกับมะม่วงพันธุ์อื่นต่อไปได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

### ตัวอย่างพืช

มะม่วงเขียวมรกต สายต้นคัดอายุ 7-10 ปี จำนวน 20 สายต้น (KM1-KM20) ได้รับความอนุเคราะห์จากเกษตรกรอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน โดยมะม่วงทั้ง 20 สายต้น มีการตัดแต่งกิ่งหลังเก็บเกี่ยวและได้รับการดูแลต่างกัน เนื่องจากไม่ได้อยู่ในสวนเดียวกันทุกต้น ทำการเก็บข้อมูล 2 ครั้ง ระหว่าง กรกฎาคม 2548 ถึง สิงหาคม 2549

### การศึกษาลักษณะทางสัณฐาน

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ลักษณะต้น ลักษณะใบ ลักษณะช่อดอกและดอก ลักษณะผล และลักษณะเมล็ดรวมผนังผลชั้นใน (กะลา) ตามวิธีการของปฐมา (2543)

## ผลการศึกษา

### การศึกษาลักษณะทางสัณฐาน

การศึกษาลักษณะทางสัณฐานของมะม่วงเขียวมรกต 20 สายต้น พบลักษณะการเจริญเติบโตหลังการตัดแต่งกิ่ง คือ ลำต้นประธานแข็งแรงตั้งตรงขึ้น ความสูงเฉลี่ย 3.56 เมตร ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 4.05 เมตร รูปทรงต้นมีลักษณะเดียว คือ ทรงต้นกลม มุมกิ่งแคบ เปลือกลำต้นเรียบ มีร่องแตกของเปลือกถี่และตื้น

สีน้ำตาล ตำแหน่งช่อดอกอยู่ที่ยอดและปลายกิ่ง สำหรับลักษณะทางสัณฐานอื่น ๆ คือ ลักษณะใบ สัดส่วนของจำนวนดอกสมบูรณ์เพศและดอกเพศผู้ ลักษณะผล และลักษณะเมล็ดแสดงในตารางที่ 1

มะม่วงเขียวมรกตเริ่มออกดอกช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม มีอายุการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 152 วัน หลังดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ และเกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนกันยายน โดยพบลักษณะทางปริมาณของผลดิบแก่จัดและผลสุกแสดงในตารางที่ 2 ลักษณะทางคุณภาพของผลดิบแก่จัดและผลสุกแสดงในตารางที่ 3

**การจำแนกกลุ่มด้วยลักษณะทางสัณฐาน**

การจำแนกสายต้นมะม่วงเขียวมรกตด้วยลักษณะทางสัณฐานพบว่ามีเพียง 1 ลักษณะที่ไม่มีความแปรปรวนภายในสายต้น แต่มีความแปรปรวนระหว่างสายต้นคือสีเปลือกของผลดิบแก่จัด โดยการสังเกตสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสีเปลือกของผลระยะผิวสีเขียวเข้มและสีเขียวอ่อน พิจารณาร่วมกับกลุ่มน้ำหนักผล (มากกว่า 333 กรัม, 251-333 กรัม,167-250 กรัม และ น้อยกว่า 167 กรัม) และอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาผล (น้อยกว่า 1.15 และ มากกว่า 1.5) ทำให้มีรูปร่างกลมและแบน ตามลำดับ พบว่าสามารถจำแนกมะม่วงเขียวมรกตได้ในปี พ.ศ. 2548 และ พ.ศ. 2549 ต่างกัน คือ พ.ศ. 2548 สามารถจำแนกมะม่วงเขียวมรกตได้จำนวน 5 สายต้น และ 6 กลุ่ม (ภาพที่ 1) ส่วน พ.ศ. 2549 สามารถจำแนกมะม่วงเขียวมรกตได้จำนวน 1 สายต้น และ 5 กลุ่ม (ภาพที่ 2) โดยในปี พ.ศ. 2549 ไม่มีข้อมูล 4 สายต้น ได้แก่ KM3, KM4, KM11 และ KM12 เนื่องจากต้นไม่ออกดอก

## วิจารณ์

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานของมะม่วงเขียวมรกตแต่ละสายต้น โดยการสังเกต และวัดค่า พบลักษณะที่มีความแปรปรวนและไม่มีความแปรปรวนระหว่างสายต้น และความแปรปรวนภายในสายต้น กล่าวคือ ในลักษณะหนึ่ง ๆ พบว่ามีค่าที่แตกต่างกันมากหรือมีหลายรูปแบบ

ลักษณะทางคุณภาพที่ไม่มีความแปรปรวนภายในและระหว่างสายต้น (พบลักษณะเดียว) ได้แก่ มุมกิ่ง เปลือกลำต้น รูปทรงใบ รูปร่างผล และ โพรงที่ขั้วผล ส่วนลักษณะทางคุณภาพที่พบความแปรปรวนภายในสายต้น ได้แก่ รูปทรงช่อดอก การติดของขั้วผล ไหล่ผลด้านหลัง ไหล่ผลด้านอก จะงอยผล ฐานผล และส่วนเว้าผล สำหรับลักษณะทางปริมาณที่พบว่าสายต้นส่วนใหญ่มีความแปรปรวนภายในสายต้นค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับความแปรปรวนระหว่างสายต้น เช่น ความเหนียวขั้วผล ค่า TSS ในผลดิบและผลสุก ค่า TA ในผลดิบและผลสุก ซึ่งถือเป็นลักษณะเฉพาะที่ชัดเจนของแต่ละสายต้น ส่วนลักษณะทางปริมาณที่มีค่าความแปรปรวนภายในสายต้นค่อนข้างสูง เช่น ค่าความสว่างของสี ค่าความเข้มของสี และค่าองศาของสีเปลือกผลสุก ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละสายต้น

สำหรับลักษณะอื่น ๆ ที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการนำมาใช้ในการจำแนกสายต้นมะม่วงเขียวมรกตสายต้นคัดในครั้งนี้ ได้แก่ ลักษณะทรงพุ่มต้น ความสูงและความกว้างทรงพุ่มของต้น เนื่องจากมีการตัดแต่งกิ่งหลังการเก็บเกี่ยวทุกปี ทำให้ลักษณะของต้นไม่เป็นไปตามธรรมชาติ

Table 1 Leaf, flower, fruit and seed characteristics of selected clones of mango cv. Kiew Morakot.

| Characteristic | Description |
|---|---|
| Leaf shape | elliptical |
| Perfect flower and staminate flower ratio | 1:4.9 |
| Fruit type | drupe |
| Stone type | endocarp |

Table 2 Fruit quantitative characteristics of selected clones of mango cv. Kiew Morakot.

| Characteristic | | | Quantity |
|---|---|---|---|
| Fruit weight (g) | | | 267.32 |
| Fruit weight grouping | | | |
| > 333 g | | | 12.50 % |
| 251-333 g | | | 68.75 % |
| 167-250 g | | | 31.25 % |
| Breadth of the fruit (cm) | | | 7.07 |
| Length of the fruit (cm) | | | 10.87 |
| Thickness of the fruit (cm) | | | 6.25 |
| Stickiness of peduncle (kg) | | | 4.18 |
| Skin color of mature fruit | L* | shoulder | 25.70 |
| | | middle | 26.00 |
| | | bottom | 25.88 |
| | hue angle | shoulder | 99.28 |
| | | middle | 104.20 |
| | | bottom | 105.64 |
| | chroma | shoulder | 13.6 |
| | | middle | 15.4 |
| | | bottom | 15.3 |
| Skin color of ripe fruit | L* | shoulder | 27.7 |
| | | middle | 27.9 |
| | | bottom | 28.1 |
| | hue angle | shoulder | 95.8 |
| | | middle | 98.7 |
| | | bottom | 99.3 |
| | chroma | shoulder | 17.9 |
| | | middle | 19.4 |
| | | bottom | 19.3 |
| Flesh color of mature fruit | L* | | 66.7 |
| | hue angle | | 83.5 |
| | chroma | | 28.9 |

Table 2 Continued.

| Characteristic | | Quantity |
|---|---|---|
| Flesh color of ripe fruit | L* | 47.8 |
| | hue angle | 78.26 |
| | chroma | 41.98 |
| Flesh firmness of mature fruit ($kg/cm^2$) | | 8.85 |
| Flesh firmness of ripe fruit ($kg/cm^2$) | | 0.34 |
| TSS of mature fruit (°Brix) | | 8.79 |
| TSS of ripe fruit (°Brix) | | 19.67 |
| Flesh weight (g) | | 185.48 |
| Flesh recovery (%) | | 69.98 |
| Skin weight (g) | | 40.02 |
| pH of mature fruit | | 4.01 |
| pH of ripe fruit | | 4.14 |
| TA of mature fruit (% by weight) | | 5.50 |
| TA of ripe fruit (% by weight) | | 4.12 |
| Stone weight (g) | | 30.68 |
| Length of the stone (cm) | | 9.79 |
| Breadth of the stone (cm) | | 4.01 |
| Thickness of the stone (cm) | | 2.10 |

Table 3 Fruit qualitative characteristics of selected clones of mango cv. Kiew Morakot.

| Characteristic | Description |
|---|---|
| Fruit shape | avoid oblong |
| Fruit characteristics | rounded |
| | flattened |
| Stalk attachment | level |
| | level and elevated |
| Shape of dorsal shoulder | slight curve |
| | slope down |
| | slope down and slight curve |
| | slight curve and level |
| | slope down, slight curve and level |
| Shape of ventral shoulder | curve upwards |
| | slope down |
| | curve upwards and slope down |
| Beak | absent |
| | a point |
| | two points |
| | absent and a point |
| | a point and two points |
| | a point, two points and prominent |
| Shape of fruit base | extended |
| | rounded oblique |
| | tapered rounded |
| | tapered and extended |
| | rounded and rounded oblique |
| | rounded oblique and tapered+rounded |
| | extended and rounded oblique |
| | extended and tapered+rounded |
| | slope down and level |
| | tapered+rounded and necked+rounded |
| Sinus | shallow |
| | absent and shallow |
| | shallow and deep |
| Pedicel cavity | absent |

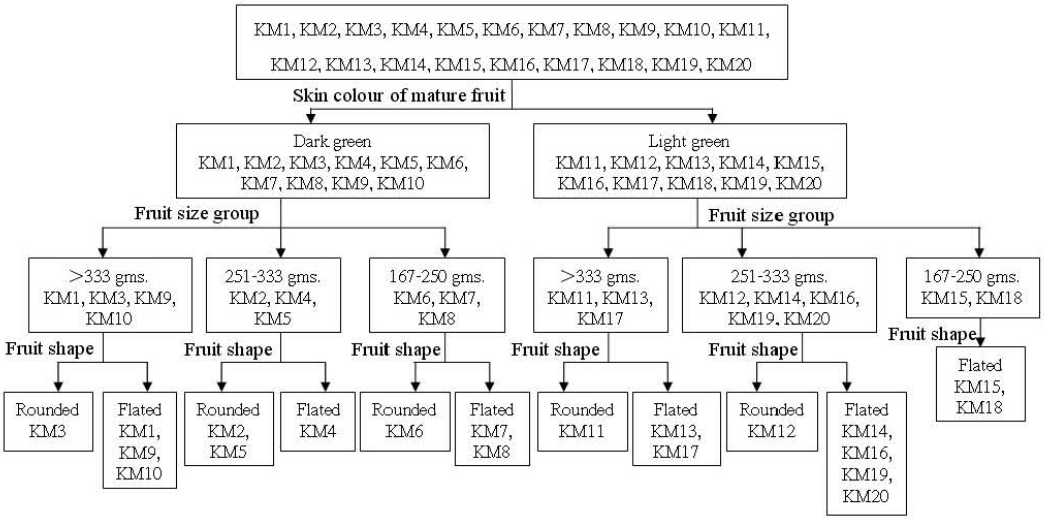



Figure 1 Morphological relationship of selected clones of mango cv. Kiew Morakot in 2005.

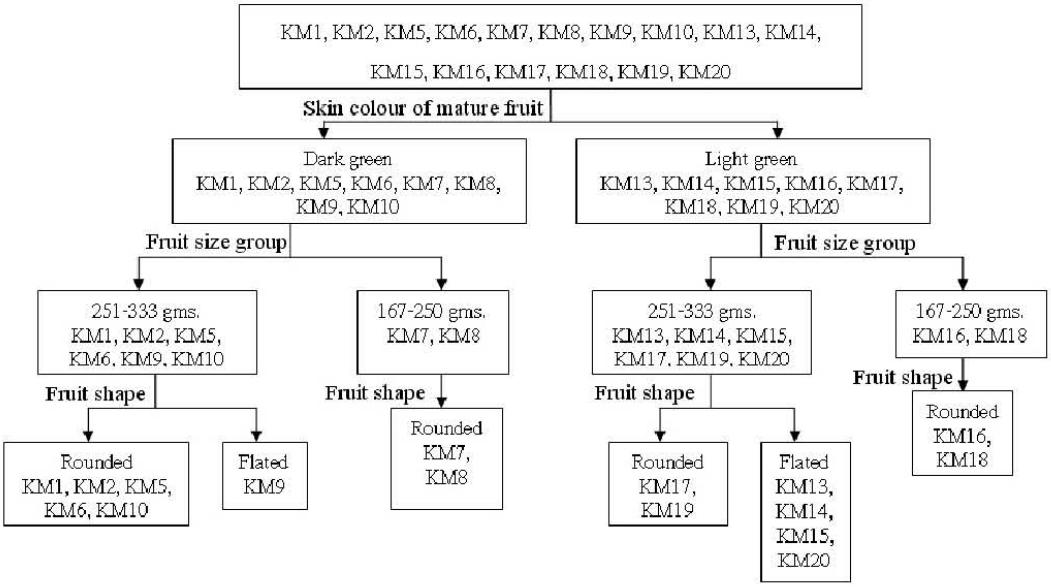



Figure 2 Morphological relationship of selected clones of mango cv. Kiew Morakot in 2006.

ในการจำแนกสายต้นโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานที่ไม่มีความแปรปรวนในสายต้น แต่มีความแปรปรวนระหว่างสายต้น พบว่าลักษณะที่เหมาะสมและเลือกใช้เพื่อการจำแนกมะม่วงเขียวมรกตสายต้นคัดคือ สีเปลือกของผลดิบระยะแก่จัด ซึ่งสามารถจัดได้โดยการสังเกตเป็น 2 กลุ่ม คือ สีเปลือกของผลสีเขียวเข้มและสีเขียวอ่อน อย่างไรก็ตามเมื่อนำตัวอย่างผลมาวัดค่าของสีด้วยเครื่อง chroma meter พบว่า มีความแปรปรวนภายในสายต้นสูง นอกจากนั้นแล้วสีเปลือกของผลยังขึ้นอยู่กับตำแหน่งของผลในทรงพุ่มด้วย แต่การใช้ลักษณะทางสัณฐานเพียงลักษณะเดียวในการจำแนกสายต้นนั้น อาจทำให้การจัดจำแนกได้ข้อมูลที่เป็นการจัดกลุ่มที่กว้างเกินไป จึงได้นำกลุ่มน้ำหนักผลและลักษณะผล ซึ่งเป็นอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาผลมาพิจารณาร่วม เนื่องจาก สมมติฐานแรกที่กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกต อ. บ้านโฮ่ง จ. ลำพูน (ธวัชชัย, ติดต่อส่วนตัว) พิจารณาเห็นถึงความแตกต่างของมะม่วงเขียวมรกตที่ปลูกในบางต้นที่ต่างจากต้นอื่น คือ สีเปลือกของผลมีสีเขียวเข้ม หรือเขียวอ่อน ผลมีขนาดใหญ่หรือเล็ก ผลมีลักษณะกลมหรือแบน แต่ลักษณะผลกลมหรือแบนไม่มีสิ่งที่ใช้เป็นบรรทัดฐานในการระบุลักษณะ จึงได้นำอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาผลที่บ่งบอกถึงลักษณะรูปหน้าตัดผลตามขวางของมะม่วงมาเป็นดัชนีชี้ความแตกต่างของลักษณะดังกล่าว โดยกำหนดค่าอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาผลคือ หากมากกว่า 1.15 ขึ้นไปคือผลแบน และน้อยกว่า 1.15 คือผลกลม (ทาริกา, 2550)

จากการใช้ลักษณะทางสัณฐานจำแนกสายต้นมะม่วงเขียวมรกต พบว่าลักษณะสีเปลือกผลดิบแก่จัดสามารถแบ่งกลุ่มมะม่วงเขียวมรกตจำนวน 20 สายต้นออกได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มน้ำหนักผลสามารถแบ่งกลุ่มมะม่วงเขียวมรกตออกได้เป็น 3 กลุ่ม และสัดส่วนความกว้างต่อความหนาผลสามารถแบ่งกลุ่มมะม่วงเขียวมรกตออกได้เป็น 2 กลุ่มเช่นกัน แต่เมื่อใช้ลักษณะทางสัณฐานทั้ง 3 มาประกอบกันในการแบ่งกลุ่มมะม่วงเขียวมรกต พบว่า สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 สายต้น และ 6 กลุ่ม ในปี พ.ศ. 2548 และ 1 สายต้น กับ 5 กลุ่ม ในปี พ.ศ. 2549 เนื่องจากมีอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยมาก สังเกตได้จากความแตกต่างของข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่บันทึกได้ทั้งสองปีให้ผลแตกต่างกัน

ลักษณะเด่นของมะม่วงเขียวมรกต คือ ผลสามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่เหี่ยวเฉาและเนื้อไม่ฟ่าม ความแน่นเนื้อของผลแก่จัดมีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับมะม่วงพันธุ์อื่น โดยมีเฉลี่ย 8.85 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับมะม่วงแก้วที่พบว่ามีความแน่นเนื้อโดยเฉลี่ย 3.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ปฐมา, 2543) ซึ่งลักษณะเนื้อแน่น กรอบ ไม่เละ เป็นลักษณะดีที่โรงงานแปรรูปมะม่วงต้องการ (ธวัชชัย และคณะ, 2546) ส่วนผลสุกพบว่ามีค่าความแน่นเนื้อสูง (0.34 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร) รวมทั้งมีรสหวาน (19.67 องศาบริกซ์) จึงเหมาะแก่การบริโภคสดและแปรรูปเป็นมะม่วงหั่นชิ้นเพราะเนื้อไม่เละ สอดคล้องกับข้อมูลของนิลปัทม์ (2538)

นอกจากนี้ยังพบว่ามะม่วงเขียวมรกตมีความเหนียวขั้วผลเฉลี่ย 4.18 กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าเมื่อเทียบกับมะม่วงแก้วที่มีค่าดังกล่าวเพียง 3.4 กิโลกรัม (ปฐมา, 2543) ประกอบกับมะม่วงเขียวมรกตที่เก็บข้อมูลได้ไม่ปรากฏโพรงที่ขั้วผลจึงน่าจะทำให้มะม่วงเขียวมรกตสามารถแขวนผลบนต้นได้นานเมื่อแก่เต็มที่ และไม่ร่วงหล่นง่ายเมื่อมีฝนตกหรือลมแรง จึงช่วยลดความเสียหายที่เกิดกับผลผลิตได้ นอกจากนี้ ผลอ่อนและใบของมะม่วงพันธุ์นี้ยังมีกลิ่นฉุน จึงไม่ค่อยมีแมลงศัตรูพืชมารบกวนใบและผิวของมะม่วง

ช่วงระยะของการติดดอกของมะม่วงเขียวมรกตใกล้เคียงกับมะม่วงพันธุ์อื่นคือ ช่วงเดือน ธันวาคมถึงมกราคม และทำการเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนกันยายน สอดคล้องกับเสกสรร (2543) ที่อ้างโดยยิ่งศักดิ์ (2545) ว่า มะม่วงพันธุ์เขียวมรกตเป็นมะม่วงที่ออกดอกติดผลประมาณเดือนธันวาคมถึงมกราคม และเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม ซึ่งจัดเป็นมะม่วงล่าฤดู ทำให้ผลผลิตขายได้ราคาดี ด้วยลักษณะเด่นทางสัณฐานหลายประการของมะม่วงเขียวมรกต จึงมีความเหมาะสมสำหรับการส่งเสริมการปลูกเพื่อผลิตมะม่วงล่าฤดูของเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนบน

## สรุป

มะม่วงเขียวมรกตสายต้นคัดทั้ง 20 สายต้น ที่เก็บข้อมูลจากสวนของเกษตรกรในเขตอำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน ในปี พ.ศ. 2548-2549 มีลักษณะที่โดดเด่นประจำพันธุ์คือ ผลมีน้ำหนักสูง ส่วนมากอยู่ในกลุ่ม 3-4 ผลต่อกิโลกรัม มีความเหนียวของก้านขั้วผล 4.18 กิโลกรัม ไม่มีโพรงที่ขั้วผล จะงอยผลมักมี 1 จุด ความแน่นเนื้อไม่รวมเปลือกของผลในระยะแก่จัดและผลสุกคือ 8.85 และ 0.34 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลแก่จัดและผลสุกคือ 8.79 และ 19.67 องศาบริกซ์ ตามลำดับ ผลแก่จัดมีสีเปลือกของผลทั้งส่วนขั้วผล กลางผล และปลายผลเป็นสีเขียวอ่อนถึงเขียว มีค่าความสว่างของสีและค่าความเข้มสีปานกลาง ส่วนปลายผลมีค่าความสว่างของสีน้อยกว่าส่วนอื่นเล็กน้อยและค่าความเข้มสีมากกว่าส่วนอื่นเล็กน้อย และเป็นไปในทำนองเดียวกันกับผลเมื่อบ่มให้สุกแล้ว สีเนื้อผลแก่จัดมีสีเหลืองอ่อนมีความเข้มสีสูง ในขณะที่สีเนื้อของผลสุกมีสีเหลืองอมส้มมีความเข้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับผลแก่จัด และมีค่าความสว่างของสีสูงขึ้น มีส่วนที่กินได้ 69.98 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรด-เบสของผลแก่ คือ 4.01 และเมื่อสุกมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 4.14 ปริมาณกรดทั้งหมดของเนื้อผลแก่จัด 5.50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และลดลงเมื่อบ่มให้สุก คือ 4.12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก มีอายุการเก็บเกี่ยว 152 วัน มีน้ำหนักของเมล็ดรวมกะลาเฉลี่ย 30.68 กรัม มีขนาดของกะลาในด้านความยาว ความกว้าง และความหนา เป็น 9.79, 4.01 และ 2.10 เซนติเมตร ตามลำดับ

การจำแนกมะม่วงเขียวมรกตโดยใช้ลักษณะทางสัณฐาน พ.ศ. 2548 สามารถจำแนกได้จำนวน 5 สายต้น ได้แก่ KM 3, 4, 6, 11 และ 12 และอีก 6 กลุ่ม พ.ศ. 2549 สามารถจำแนกมะม่วงเขียวมรกตได้จำนวน 1 สายต้น ได้แก่ KM 9 และอีก 5 กลุ่ม ซึ่งมะม่วงเขียวมรกตที่จัดกลุ่มได้โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในปี พ.ศ. 2548 และ พ.ศ. 2549 ให้ผลต่างกัน

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ และโครงการศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. เขียวมรกต. หน้า 44. *ใน*: ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช: มะม่วง. เล่ม 2. เอกสารวิชาการลำดับที่ 10/2545. ฝ่ายคุ้มครองพันธุ์พืช กองคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2550. ฐานความรู้ด้านพืช: มะม่วง. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://ayutthaya.doae.go.th/uthai/knowledge/mangonokruadoo.htm (15 สิงหาคม 2550).

กลุ่มผู้ปลูกมะม่วงเขียวมรกต อ. บ้านโฮ่ง. 2547. ประวัติที่มาของมะม่วงเขียวมรกต. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การผลิตมะม่วงเขียวมรกตแบบ GAP 16 กุมภาพันธ์ 2549. ลำพูน. 3 หน้า.

ทาริกา สุทธสม. 2550. สัณฐานวิทยาและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของมะม่วงเขียวมรกตสายต้นคัด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 179 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์. 2546. มะม่วงแก้วไม้ผลเพื่อความหวังและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 199 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์ และ ปฐมา เดชะ. 2545. มะม่วงแก้วสำหรับที่ดอนอาศัยน้ำฝน. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 140 หน้า.

นิลปัทม์. 2538. มะม่วงเขียวมรกต "บ้านโฮ่ง 65" ทางเลือกใหม่ของชาวสวนภาคเหนือ. รายงานชาวสวน 2(3): 69-71.

ปฐมา เดชะ. 2543. ความแปรผันลักษณะทางสัณฐานและไอโซไซม์ และคุณสมบัติการแปรรูปของมะม่วงแก้วสายต้นคัด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 169 หน้า.

แม่โจ้ 54. 2546. "เขียวมรกต" มะม่วงพันธุ์เด่นของบ้านโฮ่ง พันธุ์ใหม่ที่น่าจับตามอง. วารสารรักษ์เกษตร 23(2): 31-33.

ยิ่งศักดิ์ ยอดยัง. 2545. ปัญหาและศักยภาพการผลิตมะม่วงพันธุ์เขียวมรกตและพันธุ์โชคอนันต์เพื่อการค้าของฟาร์มขนาดเล็กในจังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.100 หน้า.

วิจิตร วังใน. 2536. พันธุ์มะม่วง. หน้า 1-17. *ใน*: การทำสวนมะม่วง. โครงการคู่มือประกอบอาชีพสำหรับประชาชน. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สุรินทร์ นิลสำราญจิต. 2549. มะม่วงเขียวมรกต: คลินิกเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.clinictech.most.go.th (18 สิงหาคม 2549).

อรรัตน์ มงคลพร. 2548. เครื่องหมายโมเลกุลเพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 95 หน้า.

# การตรวจสอบความแปรปรวนทางพันธุกรรมของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบอ่อนของปาล์มน้ำมัน

# Genetic Variation Analysis of Oil Palm Plantlet from Young Leaf Tissue Culture

*ธนวดี พรหมจันทร์[1/] อาสลัน หิเล[1/] และ สมปอง เตชะโต[1/]*

*Thanawadee Promchan[1/], Aslan Hiae[1/] and Sompong Te-chato[1/]*

**Abstract:** Detection of genetic variation in oil palm plantlets cultured from young leaf tissue by isozyme technique revealed that esterase-based system gave the best result. The ratio to leaf tissues and extraction buffer at 1:5 was proved to give the best resolution of enzyme patterns. The esterase-based system gave 5 clearly uniform bands of the regenerants. The RAPD technique using OPAB-09 and OPAB-01 also gave uniformity and monomorphism of DNA patterns. The technique could be used to detect both *in intro* and *ex vitro* plantlet variation. In conclusion, propagation of oil palm ortet through culturing of young leaf gave uniformity of plantlets.

**Keywords:** Oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq., analysis of variant, RAPD, isozyme

**บทคัดย่อ:** การตรวจสอบความแปรปรวนของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) ที่ชักนำจากการเพาะเลี้ยงในหลอดทดลอง โดยใช้เทคนิคไอโซไซม์ พบว่า อัตราส่วนของชิ้นส่วนพืชต่อบัฟเฟอร์สกัดที่เหมาะสมสำหรับสกัดเอนไซม์จากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันคือ 1:5 ระบบเอนไซม์เอสเทอเรส เป็นระบบเอนไซม์ที่เหมาะสมที่สุดในการทดสอบความสม่ำเสมอของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยสามารถย้อมติดสีเอนไซม์ชัดเจนและได้แถบเอนไซม์สูงสุด 5 แถบ รูปแบบของไอโซไซม์ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนการตรวจสอบด้วยเทคนิค RAPD โดยใช้ไพรเมอร์ OPAB-09 และ OPAB-01 ให้ความสม่ำเสมอของแถบดีเอ็นเอสูง ซึ่งแถบที่ได้มีลักษณะเป็น monomorphism จึงสามารถใช้ในการตรวจสอบความแปรปรวนของต้นกล้าทั้งในและนอกหลอดทดลอง ดังนั้น การขยายพันธุ์ปาล์มน้ำมันด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงใบอ่อนจากต้นที่ให้ผลผลิตดี สามารถผลิตต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีความสม่ำเสมอสูง

**คำสำคัญ:** ปาล์มน้ำมัน *Elaeis guineensis* Jacq. ตรวจสอบความแปรปรวน อาร์เอพีดี ไอโซไซม์

---

[1/]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

[1/]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand

## คำนำ

ปาล์มน้ำมันที่เพาะปลูกในปัจจุบันเป็นแบบเทเนอรา ซึ่งเป็นลูกผสมเฮเทอโรไซกัสที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างดูรากับพิสิเฟอราเท่านั้น จึงไม่สามารถเก็บเมล็ดใต้ต้นไปขยายพันธุ์ได้ (เปรมปรี, 2549) การซื้อต้นพันธุ์จากต่างประเทศ หรือการลักลอบนำเข้าเมล็ดพันธุ์ในรูปแบบของเมล็ดงอกมีความเสี่ยงสูงมาก เนื่องจากความผิดพลาดในการผลิตเมล็ดพันธุ์หรือการปลอมปนโดยตั้งใจ นอกจากนี้ยังเสี่ยงต่อโรค แมลงที่อาจติดมากับเมล็ดหรือต้นกล้า ทำให้ต้องสูญเสียเงินตราในการซื้อพันธุ์ปาล์มเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีราคาค่อนข้างสูง (สุจินต์ และคณะ, 2530) ดังนั้นการเพาะเลี้ยงใบอ่อนของปาล์มน้ำมันต้นโตที่ให้ผลผลิตสูง จึงเป็นแนวทางสำคัญในการผลิตต้นปาล์มน้ำมันพันธุ์ดี ในประเทศมาเลเซียมีรายงานการนำต้นพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงใบอ่อนมาปลูกทดสอบมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1987 โดยงานส่วนใหญ่ดำเนินการโดยหน่วยงานของเอกชนได้แก่ นิคมพัฒนาที่ดินสร้างตนเอง และบริษัทอะโกรคอม ในกรณีของบริษัทอะโกรคอมได้ร่วมมือกับกลุ่มผู้ปลูกปาล์มน้ำมันปลูกปาล์มน้ำมันมากกว่า 100 โคลนในพื้นที่กว่า 9,000 ไร่ในหลายสภาพแวดล้อมและหลายสภาพปลูกทั่วประเทศมาเลเซีย ซึ่งพบการกลายพันธุ์เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ (Khaw and Ng, 1999) ซึ่งลักษณะการกลายพันธุ์ดังกล่าวไม่สามารถที่จะดูจากลักษณะภายนอกที่ปรากฏ (phenotype) ได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องนำเทคนิคทางด้านโปรตีนและการใช้เครื่องหมายโมเลกุลมาใช้ในการตรวจสอบความแปรปรวนของต้นที่ได้เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องทางพันธุกรรมของต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อสร้างความมั่นให้กับเกษตรที่จะนำไปปลูกต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การชักนำการเกิดเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส

ใช้ใบอ่อนปาล์มน้ำมันต้นโตที่ให้ผลผลิตดีอายุ 10 ปี จากสถานีวิจัยเทพา อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา แช่ในแอลกอฮอล์ 70% พร้อมเขย่าเป็นเวลา 1 นาที ฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอรอกซ์เข้มข้น 20% ร่วมกับทวีน-20 2-3 หยดต่อสารฟอกฆ่าเชื้อ 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 20 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ตัดแบ่งใบอ่อนปาล์มน้ำมันในสภาพปลอดเชื้อ แล้วนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ภายใต้ภายใต้การให้แสงความเข้ม 1,300 ลักซ์ อุณหภูมิ 26± 4 องศาเซลเซียส โดยย้ายเลี้ยงทุก ๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 3-4 เดือน

### การชักนำพืชต้นใหม่จากการเพาะเลี้ยงเอ็มบริโอจีนิคแคลลัส

นำเอ็มบริโอจีนิคแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติมไดแคมบาความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ ผงวุ้น 0.75 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่างของอาหารเท่ากับ 5.7 มาชักนำให้ เกิดการพัฒนาของโซมาติกเอ็มบริโอ ในระยะต่าง ๆ เป็นเวลา 3-4 เดือน หลังจากนั้นคัดเลือกระยะสร้างจาวไปชักนำโซมาติกเอ็มบริโอชุดที่สอง(secondary somatic embryo, SSE) ในอาหารสูตรชักนำ SSE (MS ที่สูตรเดิมแต่เปลี่ยนมาใช้น้ำตาลซอร์บิทอลความเข้มข้น 0.2 โมลาร์) เป็นเวลา 4 เดือนก่อนนำไปชักนำการงอกเป็นต้นกล้าในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นเวลา 1-2 เดือน ย้ายต้นกล้าที่มีรากสมบูรณ์นำไปอนุบาลในโรงเรือนพรางแสง

### การอนุบาลต้นกล้าลงปลูก

นำต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่มีรากเพียง 1-2 ราก มาล้างวุ้นที่ติดมากับรากให้สะอาดเพื่อป้องกันรากเน่า หลังจากนั้นย้ายไปปลูกในวัสดุปลูกครอบต้นกล้าด้วยขวดใสขนาด 8 ออนซ์ หรือพลาสติกใส เป็นเวลา 1 เดือน โดยหลังจากครอบต้นกล้าเป็นเวลา 2 สัปดาห์แล้วให้นำวัสดุครอบออก

### การตรวจสอบความแปรปรวนทางพันธุกรรม

**การตรวจสอบความแปรปรวนโดยใช้เทคนิคไอโซไซม์** สุ่มตัวอย่างใบ (ใบที่ 1 และ 2 นับจากยอด) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน (ระบบเอนไซม์ละ 30 ต้น คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นที่ชักนำได้) มาบดให้ละเอียดภายในโกร่งเย็น เติมบัฟเฟอร์สำหรับสกัดเอนไซม์ (Extraction buffer) ดัดแปลงตามวิธีการของ ธัญญาพร

(2547) ในปริมาณต่าง ๆ คือ 5, 10 และ 30 เท่า ของน้ำหนักใบ จากนั้นจึงดูดของเหลวที่ได้จากการสกัดข้างต้นเทใส่หลอดไมโครเซนติฟิวจ์ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร แล้วนำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นดูดส่วนใส (supernatant) ที่อยู่ส่วนบนมาใส่หลอดไมโครเซนติฟิวจ์หลอดใหม่ที่สะอาด นำส่วนใสข้างต้นมาแยกเอนไซม์ผ่านตัวกลางที่เป็นวุ้นอะคริลาไมด์ 30% electrode บัฟเฟอร์ ชนิดไม่ต่อเนื่อง (discontinuous) ภายใต้กระแสไฟฟ้าคงที่ 100 โวลต์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำแผ่นเจลมาย้อมสีเอนไซม์ 8 ระบบ คือ เอสเทอเรส (EST) เปอร์ออกซิเดส (PER) แอซิดฟอสฟาเทส (ACP) แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนส (ADH) ฟอสโฟกลูโคไอโซเมอเรส (PGI) ฟอสโฟกลูโคมิวเทส (PGM) มาเลทดีไฮโดรจีเนส (MDH) และซิกิเมทดีไฮโดรจีเนส (shDH) โดยการย้อมสีเอนไซม์ทำในสภาพมืด ภายใต้สภาพเขย่าบนเครื่องเขย่า 80 รอบต่อนาที รอจนเห็นแถบเอนไซม์ชัดเจนหรือแถบสีคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงจึงนำมาล้างด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง ตรวจสอบรูปแบบของ zymogram เปรียบเทียบกันระหว่างต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จากนั้นเลือกระบบเอนไซม์ที่เหมาะสมที่สุดจากการศึกษาข้างต้นมาตรวจสอบความแปรปรวนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในหลอดทดลองจำนวน 50 ต้น และต้นกล้านอกหลอดทดลองจำนวน 8 ต้น เปรียบเทียบความแตกต่างของ zymogram ของต้นกล้าแต่ละต้น

**การตรวจสอบความแปรปรวนโดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี**

**การสกัดดีเอ็นเอ** สุ่มตัวอย่างใบ (ใบที่ 1 และ 2 นับจากยอด) ของต้นกล้าปาล์มน้ำมันจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำนวน 10-20 ต้น (คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นที่ชักนำได้) มาสกัดดีเอ็นเอโดยดัดแปลงวิธีการของ Doyle and Doyle (1990) ดังนี้ คือ เติม polyvinyl pyrollidone ขนาดโมเลกุล 40,000 ปริมาณ 10 มิลลิกรัม ใช้ใบประมาณ 200 มิลลิกรัมน้ำหนักสด ตัดใส่ในโกร่ง เทไนโตรเจนเหลว บดให้ละเอียด ตักใส่หลอดไมโครเซนติฟิวจ์ ที่บรรจุ CTAB บัฟเฟอร์ (พอลีไวนิลไพโรลิโดน 40 โซเดียมคลอไรด์ กรดเอธิลินไดอะมินเทตราอะซิติค 0.5 โมลาร์ ความเป็นกรดด่าง 8.0 เฮกซะเดคิลไตรเมธิลแอมโมเนียมโบรไมด์ 2 เปอร์เซ็นต์) ร่วมกับ β-mercapto ethanol เข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 700 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที กลับไปมาทุก 10 นาที เติมคลอโรฟอร์ม 800 ไมโครลิตร กลับหลอดไปมาเบา ๆ ปั่นเหวี่ยงใช้ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ได้สารละลายที่แยกชั้นใสส่วนบน ดูดสารละลายเฉพาะส่วนใสใส่หลอดแอฟเพนดอร์ฟใหม่ เติมไอโซโพรพานอล 750 ไมโครลิตร กลับหลอดไปมาเพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ หรือวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงอีกครั้งที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที เทส่วนใสทิ้ง ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วยเอธานอล ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ที่ผ่านการแช่เย็นจำนวน 3 ครั้ง ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นละลายตะกอนดีเอ็นเอด้วย TE บัฟเฟอร์ 70 ไมโครลิตร [10 mM Tris-HCl pH 8.0, 1 mM EDTA] ที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาดีเอ็นเอที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้

**วิธีการตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอ** ตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้ด้วยการเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน (Promega) โดยการทำ อิเล็กโตรโฟรีซิสบนอะกาโรส (LE Agarose; Promega, USA) เข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ แรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 โวลต์ ในสารละลาย TAE บัฟเฟอร์ เป็นเวลา 20 นาที ย้อมแถบดีเอ็นเอที่ได้ด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ (10μg/μl) แล้วนำไปตรวจสอบภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลต 260 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Gel documentation

**การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ** ตามวิธีการของสายชล (2547) โดยการทำพีซีอาร์ (Polymerase chain reaction; PCR) จากปริมาตรรวม 25 ไมโครลิตร มีองค์ประกอบดังนี้ คือ ดีเอ็นเอแม่พิมพ์ 60 นาโนกรัม ไพรเมอร์เข้มข้น 0.3 ไมโครโมลาร์ (ไพรเมอร์ ได้แก่ OPB-08, OPR-11, OPT-06, 0PT-19, 0PAB-01, OPAB-09 และ OPAB-14) 10X บัฟเฟอร์ปริมาณ 2.5 ไมโครลิตร แมกนีเซียมคลอไรด์ 2.5 มิลลิโมลาร์ ดีออกซีนิวคลีโอไทด์มิกซ์ (dNTPs mix) เข้มข้น 2.5 มิลลิโมลาร์ เอนไซม์ *Taq* polymerase 1.5 ยูนิต ตั้งอุณหภูมิเป็น 3 ระดับ คือ อุณหภูมิเริ่มต้นใช้

อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ในขั้นตอนการจับคู่ระหว่างไพรเมอร์กับดีเอ็นเอเป้าหมายใช้อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที และขั้นตอนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เวลา 2 นาที จำนวนทั้งสิ้น 39 รอบ ตามด้วยอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที 37 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที และ 72 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาทีอีก 1 รอบ

**การตรวจสอบรูปแบบดีเอ็นเอ** นำดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณแล้วมาแยกแถบ โดยเทคนิค Agarose gel electrophoresis ใช้ agarose ความเข้มข้น 1.5 % ในสารละลาย TBE buffer นาน 40 นาที แรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 โวลต์ ย้อมแถบ DNA ด้วย Ethidium bromide (EtBr) ความเข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นำแผ่นเจลส่องดูภายใต้แสง UV บันทึกภาพ เปรียบเทียบแถบ ดีเอ็นเอที่ปรากฏ

## ผลการศึกษา

**การตรวจสอบความแปรปรวนโดยใช้เทคนิคไอโซไซม์**

จากการนำใบของปาล์มน้ำมันในหลอดทดลองอายุ 6 เดือนหลังชักนำการงอก มาสกัดเอนไซม์ด้วย Extraction buffer ในสัดส่วนต่าง ๆ แล้วตรวจสอบความแปรปรวนโดยเทคนิคไอโซไซม์ 8 ระบบ พบว่า ตัวอย่างพืชต่อ Extraction buffer ในสัดส่วน 1 : 5 ให้รูปแบบของ Zymogram และความชัดเจนของแถบเอนไซม์ดีที่สุด การเจือจางตัวอย่างด้วย Extraction buffer สูงกว่านี้ (1:10) ไม่สามารถตรวจสอบรูปแบบของ Zymogram ได้ โดยเฉพาะระบบ ADH PGI PGM MDH และ shDH (ตารางที่ 1) แม้ว่าสัดส่วนของตัวอย่างพืชต่อ Extraction buffer 1 : 5 ย้อมให้รูปแบบ Zymogram จากทุกระบบที่ตรวจสอบ แต่คงมีเพียง 3 ระบบเท่านั้นที่มีความชัดเจน คือ ACP (ภาพที่ 1A) PER (ภาพที่ 1B) และ EST (ภาพที่ 1C) และสามารถใช้ตรวจสอบความแปรปรวนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ โดยระบบ EST ให้รูปแบบ (แถบ) เอนไซม์ 2 โซน ให้จำนวนแถบเอนไซม์มากที่สุดทั้งหมด 5 แถบ โดยโซนที่ 1 (EST1) มีแถบเอนไซม์ 2 แถบ และโซนที่ 2 (EST2) มีแถบเอนไซม์ 3 แถบ (ตารางที่ 1 ; ภาพที่ 1 C) จึงเป็นระบบเอนไซม์ที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจสอบความแปรปรวนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในหลอดทดลอง

**การตรวจสอบความแปรปรวนโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล RAPD**

จากการใช้ไพรเมอร์ทั้งหมด 7 ไพรเมอร์ พบว่ามีเพียงไพรเมอร์ OPAB-09 ที่ให้แถบดีเอ็นเอได้ชัดเจนที่สุด รองลงมาคือ 0PAB-01 สามารถที่จะนำมาใช้ประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรมต้นกล้าที่พัฒนาจาก SSE ได้ ในกรณีไพรเมอร์ OPB-08, OPR-11, OPT-06, 0PT-19 และ OPAB-14 ไม่สามารถ amplify จากทุกตัวอย่าง จึงไม่นำมาใช้ตรวจสอบความแปรปรวนทางพันธุกรรม (ตารางที่ 2)

การใช้เครื่องหมายโมเลกุล RAPD พบว่าไพรเมอร์ที่ให้ความสม่ำเสมอของดีเอ็นเอมากที่สุด คือ OPAB-09 รองลงมา คือ OPAB-01 และ OPT-06 ส่วนไพรเมอร์ที่ไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ คือ OPT-19 และไม่พบความแปรปรวนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (ภาพที่ 2 และ 3)

## วิจารณ์

การใช้เทคนิคไอโซไซม์เพื่อการตรวจสอบความแปรปรวนของต้นกล้าปาล์มน้ำที่ได้จากการเพาะเลี้ยงใบอ่อนครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เทคนิคไอโซไซม์มาใช้ในการตรวจสอบความแปรปรวนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในหลอดทดลองเท่านั้น Werner (1992) อ้างโดย อรอุมา (2550) รายงานว่าพืชแต่ละชนิดมีความจำเพาะต่อระบบเอนไซม์ในแต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังนั้นในเบื้องต้นได้ศึกษาระบบเอนไซม์รวมทั้งสิ้น 8 ระบบ อย่างไรก็ตาม มีระบบเอนไซม์เพียง 3 ระบบเท่านั้นที่สามารถย้อมติดสีได้ชัดเจนได้แก่ แอซิดฟอสฟาเทส เปอร์ออกซิเดส และเอสเตอเรส ระบบเอนไซม์ 3 ระบบดังกล่าวให้จำนวนแถบเอนไซม์ที่แตกต่างกัน โดยระบบเอสเทอเรสสามารถย้อมติดสีเอนไซม์ได้ชัดเจนสูงสุด 5 แถบ ดังนั้นจึงเป็นระบบเอนไซม์ที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจสอบความแปรปรวนของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงใบอ่อน ธัญญาพร (2547) ศึกษาระบบเอนไซม์ต่าง ๆ

Table 1 Effects of the ratio of leaf and extraction buffer and enzyme system on zymogram patterns for evaluation of somaclonal variation in oil palm tissue culture.

| Enzyme system | Leaf sample:extraction Buffer | Zymogram patterns | No. of band appear | Staining quality |
|---|---|---|---|---|
| EST | 1:5 | 2 | 5 | +++ |
| ACP | | 2 | 4 | +++ |
| PER | | 1 | 1 | +++ |
| ADH | | - | - | - |
| PGI | | 1 | 1 | + |
| PGM | | 1 | 1 | + |
| MDH | | 1 | 1 | + |
| shDH | | 1 | 1 | + |
| EST | 1:10 | 2 | 5 | ++ |
| ACP | | 2 | 4 | ++ |
| PER | | 1 | 1 | +++ |
| ADH | | Nd | Nd | Nd |
| PGI | | Nd | Nd | Nd |
| PGM | | Nd | Nd | Nd |
| MDH | | Nd | Nd | Nd |
| shDH | | Nd | Nd | Nd |
| EST | 1:30 | 1 | 3 | + |
| ACP | | 1 | 2 | - |
| PER | | 1 | 1 | +++ |
| ADH | | Nd | Nd | Nd |
| PGI | | Nd | Nd | Nd |
| PGM | | Nd | Nd | Nd |
| MDH | | Nd | Nd | Nd |
| shDH | | Nd | Nd | Nd |

PER: Peroxidase EST: esterase ACP: acid phosphatase
MDH: malate dehydrogenase PGI: phosphoglucoisomerase PGM: phosphoglucomutase
ADH: Alcohol dehydrogenase ShDH: shikimate dehydrogenase
+++ : Good staining ++: Moderate staining + : Poor staining - :Cann't stain Nd : Not detect

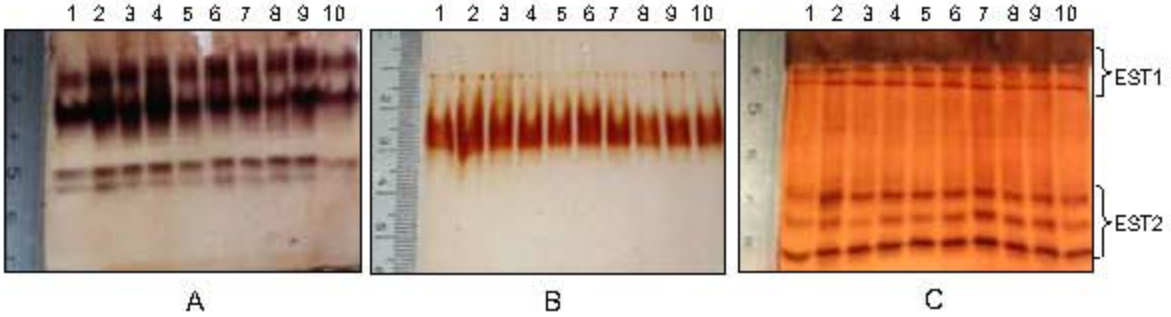



Figure 1 Zymogram patterns of young leaves of oil palm somaclone (lane 1-9) through somatic embryogenesis. (A) ACP: acid phosphates, (B) PER: peroxidase and (C) EST: esterase

Table 2 RAPD primers used for evaluation of somaclonal variation of oil palm seedlings derived from somatic embryogenesis on MS medium supplemented with 3% sucrose, 1 mg/l dicamba, 200 mg/l ascorbic acid and 0.75% agar.

| Primers | Sequence 5' → 3' | Amplification |
|---|---|---|
| OPAB-09 | GGGCGACTAC | + + + + |
| OPAB-01 | CCGTCGGTAG | + + + - |
| OPT-06 | CAAGGGCAGA | + + - - |
| OPR-11 | GTAGCCGTCT | + + - - |
| OPAB-14 | AAGTGCGACC | + - - - |
| OPB-08 | GTCCACACGG | + - - - |
| OPA-19 | GTCCGTATGG | - - - - |

+ + + + Good amplification

+ + + - Fair amplification

+ + - - Moderate amplification

+ - - - Poor amplification

- - - - No amplification

เพื่อใช้ในการตรวจสอบความแปรปรวนของหน่อวัวในหลอดทดลอง พบว่า ระบบเอนไซม์เอสเทอเรสเป็นระบบเอนไซม์ที่เหมาะสมในการตรวจสอบความแปรปรวนของหน่อวัวในหลอดทดลอง โดยให้การติดสีและการกระจายตัวของแถบเอนไซม์ดีที่สุด สามารถใช้ระบบเอนไซม์ดังกล่าวตรวจสอบความแปรปรวนของต้นกล้าปาล์มน้ำมันในหลอดทดลอง (6 เดือน และ 1 ปี หลังจากงอก) และต้นกล้าที่อนุบาลเป็นเวลา 6 เดือน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) สำหรับชิ้นส่วนใบนอกหลอดทดลองนั้น แม้สามารถย้อมติดสีได้ก็ตาม แต่ไม่เหมาะสมมากนัก เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกในสภาวะนอกหลอดทดลองมากกว่าทำให้แถบเอนไซม์ที่ได้มีลักษณะ

ปั้นแยกความแตกต่างของแถบเอนไซม์ได้ไม่ชัดเจน (ไม่ได้แสดงข้อมูล) นอกจากนี้ใบจากนอกหลอดทดลองมีความแข็งและมีเส้นใยมากกว่าใบในหลอดทดลองมาก ทำให้สกัดเอนไซม์ยาก อย่างไรก็ตามสามารถแก้ไขได้โดยใช้ไนโตรเจนเหลวบดตัวอย่างพืชก่อนนำไปสกัดเอนไซม์ (วิไลวรรณ และอมรรัตน์, 2533) เหตุผลที่เลือกชิ้นส่วนใบ (ใบที่ 1 และ 2) เป็นแหล่งของชิ้นส่วนพืชที่นำมาตรวจสอบความแปรปรวนเนื่องจาก ชิ้นส่วนดังกล่าวถือเป็นตัวแทนของต้นกล้าแต่ละต้นอย่างแท้จริง และต้นกล้าไม่เกิดความเสียหาย สามารถติดตามผลการเปลี่ยนแปลงจนถึงระยะการให้ผลผลิตได้สัดส่วนของบัฟเฟอร์สกัดต่อชิ้นส่วนพืชเป็นปัจจัยหลักต่อความชัดเจนในการตรวจสอบ นอกจากนี้ พบว่า น้ำหนักใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันนั้นถือว่าน้อยมาก ดังนั้นควรใช้อัตราส่วนของตัวอย่างใบกับบัฟเฟอร์อย่างเหมาะสม อัตราส่วนของชิ้นส่วนใบต่อบัฟเฟอร์ที่เหมาะสมที่สุดคือ 1:5 หากใช้อัตราส่วนของบัฟเฟอร์สกัดที่น้อยกว่านี้ ส่งผลให้ไม่สามารถเก็บของเหลวที่สกัดได้เลย เนื่องจากใบของปาล์มน้ำมันมีปริมาณน้ำในใบน้อย ในทางตรงกันข้ามหากใช้อัตราส่วนตัวอย่างพืชและบัฟเฟอร์สกัดที่สูงกว่า 1:5 ส่งผลให้เอนไซม์ที่สกัดได้เจือจางลงทำให้การติดสีของเอนไซม์น้อยแม้จะใช้ระบบที่เหมาะสมก็ตาม ส่วนการตรวจสอบด้วยเทคนิค RAPD พบว่า ไม่พบความแปรปรวนของต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่ Rival *et al.* (1998) ได้ใช้เครื่องหมาย RAPD เพื่อตรวจสอบ somaclonal variants ในปาล์มน้ำมันลักษณะเป็นแมนเทิ้ลเพื่อความมั่นใจก่อนนำไปปลูก ซึ่งจากการศึกษา พบว่า ต้นแม่และต้นลูกที่ได้จากกระบวนการชักนำโซมาติกเอ็มบริโอ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน โดย Toruan-Mathius *et al.* (2001) ได้ทำการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างต้นปกติกับต้นที่มีความผิดปกติ ของปาล์มน้ำมันที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า ไพรเมอร์ OPC-07, OPC-09, OPW-19 และ SC10-19 สามารถแยกความแตกต่างระหว่างต้นจาก 16 สายพันธุ์ได้ 0.47-0.96% โดยเฉพาะโคลน MK176 มีการตอบสนองคงที่ ในขณะที่ไม่มีรูปแบบดีเอ็นเอที่มีความจำเพาะต่อการตรวจสอบลักษณะความผิดปกติได้

## สรุป

อัตราส่วนของชิ้นส่วนพืชต่อบัฟเฟอร์สกัดที่เหมาะสมสำหรับสกัดเอนไซม์จากใบของต้นกล้าปาล์มน้ำมันคือ 1:5 ระบบเอนไซม์เอสเทอเรส เป็นระบบเอนไซม์ที่เหมาะสมที่สุดในการทดสอบความแปรปรวนของต้นกล้าปาล์มน้ำมัน โดยสามารถย้อมติดสีเอนไซม์ชัดเจน และแถบเอนไซม์สูงสุด 5 แถบ รูปแบบของไอโซไซม์ดังกล่าวนี้มีความสม่ำเสมอ ไม่มีความแปรปรวนของต้นกล้าทั้งในและนอกหลอดทดลอง สำหรับการตรวจสอบโดยการใช้เทคนิคอาร์เอพีดี จากต้นที่ผ่านการชักนำพืชต้นใหม่ด้วยวิธีการเดียวกัน ไม่พบความแปรปรวนทางพันธุกรรม

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับเงินสนับสนุนบางส่วนจาก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และสถานวิจัยพืชกรรมปาล์มน้ำมัน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

## เอกสารอ้างอิง

เปรมปรี ณ สงขลา. 2549. ผู้ยิ่งใหญ่แห่งปาล์มน้ำมัน. ว. เคหการเกษตร 11: 76-98.

ธัญญาพร สุสานนท์. 2547. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในหน้าวัว (*Anthurium* spp.). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 57 หน้า.

วิไลวรรณ โชติเกียรติ และอมรรัตน์ พงศ์ดารา. 2533. การศึกษาโปรตีนและไอโซไซม์ในสารสกัดปาล์มน้ำมันพันธุ์เทเนรา. ว.สงขลานครินทร์ 12(1): 21-28.

สายชล จันมาก. 2547. การศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมของแหล่งเชื้อพันธุ์ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) โดยเทคนิคอาร์เอพีดี

(Random Amplified Polymorphic DNA). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 72 หน้า.

สุจินต์ จินายน ประเสริฐ ชิตพงศ์ พรชัย เหลืองอาภาพงศ์ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์ และสมปอง เตชะโต. 2530. ภาวะ ปัญหา และแนวทางแก้ไขการขาดแคลนต้นกล้าปาล์มน้ำมันพันธุ์ดีในประเทศไทย. ว.สงขลานครินทร์ 9(1): 105-110.

อรอุมา บุญมี. 2550. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว้า [*Musa* (ABB group)] และความแปรปรวนทางพันธุกรรม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 49 หน้า.

Doyle, J.J. and J.L. Doyle. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12: 13 – 15.

Khaw, C.H. and S.K. Ng. 1999. Agrocom's proven tissue culture technology for oil palm. Paper presented at the Special Meeting on Potential of the Oil Palm Industry and Clonal Tissue Cultured Oil Palm Development in South Thailand. 6 November 1999, Meritime Hotel, Krabi, Thailand. 10 pp.

Rival, A., L. Bertrand, T. Beulé, M.C. Combes, P. Trouslot and P. Lashermes. 1998. Suitability of RAPD analysis for the detection of somaclonal variants in oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) Plant Breeding 117(1): 73-76.

Toruan-Mathius, N., S. I. I. Bangun. and Maria-Bintang. 2001. Analysis abnormalities of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) from tissue culture by random amplified polymorphic DNA (RAPD). Menara Perkebunan 69(2): 58-70.

# การปรับปรุงพันธุ์ต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลือง ของมะเขือเทศ

# Varietal Improvement of Tomato for Tomato Yellow Leaf Curl Virus Resistance

*กัลยาณี ชัยชนะ[1/] ประสาทพร สมิตะมาน[2/] และ มณีฉัตร นิกรพันธุ์[1/]*

*Kanlayanee Chaichana[1/], Prasartporn Smitamana[2/] and Maneechat Nikronpun[1/]*

**Abstract:** Improvement of tomato for resistance to tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) was carried out by using a pedigree and backcrossing methods and crossing between resistant parent H-24 with susceptible parents CT-1 and CT-2. The virus was transmitted by viruliferous whiteflies and virus infection was detected by sandwich ELISA. In $F_2$ generation showed moderately level of resistance with scores ranging from 1.58 - 3.21. Segregation of disease resistance was observed among the population. The $F_2$ populations (scoring 1 or 2) showed absorbance ranging from 0.247 - 0.2565 which were not statistically different from H24 and showed lower virus titer. However, they were significantly different from CT-1,CT-2 and susceptible control. The absorbance of inbred were 0.3851 1.3825 and 1.5820, respectively. The disease severity and virus titer in infected plants of $F_2$ populations showed positive correlation. From this breeding experiment, 6 lines selected from $F_2$CT-1xH-24 and 5 lines selected from $F_2$ CT-2xH-24 showing TYLCV resistance with the score of 1 were obtained.

**Keywords:** Tomato, TYLCV

[1/]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[2/]ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[2/]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**บทคัดย่อ:** การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศให้ต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลือง (Tomato Yellow Leaf Curl Virus; TYLCV) โดยใช้วิธีผสมผสานระหว่างการจดบันทึกประวัติ และการผสมกลับระหว่างพันธุ์เอช 24 ซึ่งต้านทานต่อไวรัสใบหงิกเหลืองผสมกับพันธุ์อ่อนแอคือ พันธุ์ซีที 1 และพันธุ์ซีที 2 โดยถ่ายทอดเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาวและใช้วิธี sandwich ELISA ในการตรวจวินิจฉัยโรค ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 ($F_2$) พบว่า ให้ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคระดับปานกลางอยู่ระหว่าง 1.58-3.21 และยังมีการกระจายตัวของความต้านทานโรคอยู่ในลูกผสม ชั่วที่ 2 ระดับคะแนน 1 และ 2 มีปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบน้อย ให้ค่าการดูดกลืนแสงอยู่ระหว่าง 0.247-0.2565 ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติจากพันธุ์เอช 24 แต่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์ซีที 1 พันธุ์ซีที 2 และพันธุ์ควบคุม ซึ่งมีปริมาณไวรัสที่ตรวจพบมาก มีค่าการดูดกลืนแสง คือ 0.3851 1.3825 และ 1.5820 ตามลำดับ การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรงของอาการโรคกับปริมาณเชื้อไวรัสที่พบในต้นพืช พบว่า ความรุนแรงของอาการโรคมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบในต้นพืช ผลการศึกษา สามารถคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ที่ทนทานต่อไวรัสใบหงิกเหลืองระดับคะแนน 1 ดังนี้ พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ของซีที1xเอช 24 จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ของซีที2xเอช24 จำนวน 5 สายพันธุ์

**คำสำคัญ:** มะเขือเทศ ไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศ

## บทนำ

ไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศจัดเป็นกลุ่ม geminivirus อยู่ในวงศ์ Geminiviridae สกุล Begomovirus สามารถถ่ายทอดโดยแมลงหวี่ขาว (*Bemisia tabaci* (Gennadius) (Czosnek and Laterrot, 1997) โรคไวรัสใบหงิกเหลืองสร้างความเสียหายอย่างมากให้กับการปลูกมะเขือเทศ โรคชนิดนี้พบการแพร่ระบาดทั่วไปทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน รวมทั้งประเทศไทยด้วย พบว่าถ้ามะเขือเทศถูกแมลงหวี่ขาวที่มีเชื้อไวรัสใบหงิกเหลืองเข้าทำลายอาจทำให้ผลผลิตมะเขือเทศลดลงมากหรือสูญเสียถึง 100% โดยเฉพาะถ้าเชื้อเข้าทำลายในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (Moriones, 2000) ลักษณะอาการของโรคโดยทั่วไปที่พบคือ อาการใบหงิกเหลืองและขอบใบม้วน ผิวใบไม่เรียบ ใบอ่อนที่แตกใหม่จะมีขนาดเล็กลงและหงิกงอ ต้นแคระแกร็น และชะงักการเจริญเติบโต ดอกเป็นหมันและร่วง ส่งผลทำให้ผลผลิตลดลง (อรวรรณ, 2544) การควบคุมโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศมีหลายวิธี เช่น การใช้สารเคมีควบคุมแมลงพาหะ การปลูกพืชหมุนเวียน และการใช้พันธุ์ต้านทานโรค (Nakhla *et al.*, 1994) วิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ การใช้สายพันธุ์ทนทานหรือต้านทาน (Kasrawi *et al.*, 1988) Lapidot and Friedmann (2002) กล่าวว่า วิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุด เพื่อลดความเสียหายเนื่องจากเชื้อเจมิไนไวรัส คือ การปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานต่อไวรัส โดยใช้การปรับปรุงพันธุ์แบบดั้งเดิม (conventional breeding) และหรือการใช้พันธุวิศวกรรม (genetic engineering) การตรวจวินิจฉัยโรคที่มีประสิทธิภาพเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานต่อไวรัส (อรประไพ และคณะ, 2544) ดังนั้น งานทดลองครั้งนี้ จึงเป็นงานที่ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศให้ต้านทานต่อไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศ โดยคัดเลือกความต้านทานด้วยเทคนิคการปลูกเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาว (whiteflies-transmitted inoculation) และตรวจสอบการติดเชื้อด้วยวิธี sandwich ELISA ซึ่งคาดหวังว่าจะได้พันธุ์มะเขือเทศที่ต้านทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศ เพื่อใช้เป็นสายพันธุ์ตั้งต้นในการสร้างลูกผสมที่ต้านทานต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

การปรับปรุงพันธุ์ โดยใช้วิธีผสมผสานระหว่างการจดบันทึกประวัติ (pedigree method) ร่วมกับการผสมกลับ (backcrossing) ระหว่างพันธุ์ต้านทานคือพันธุ์เอช 24 (H-24) ใช้เป็นสายพันธุ์พ่อ มียีนต้านทาน *Ty-2* ตั้งอยู่บนโครโมโซมที่ 11 มีลักษณะความต้านทานเป็น

แบบยีนข่ม (dominant gene) (Hanson *et al.*, 2000) ซึ่งได้รับการถ่ายทอดความต้านทานมาจากมะเขือเทศสายพันธุ์ป่า *L. hirsutum* f. *glabatum* accession B6013 (Kalloo and Banerjee, 1990) โดยผสมเข้ากับสายพันธุ์แม่ คือ พันธุ์ซีที 1 (CT1) และพันธุ์ซีที 2 (CT2) ที่อ่อนแอต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง และคัดเลือกความต้านทานโรคด้วยวิธีการปลูกเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาว โดยคัดเลือกลูกผสมเฉพาะต้นที่มีความต้านทานระดับคะแนน 1 ให้ผสมกลับเข้าไปยังสายพันธุ์แม่ทำการผสมกลับ 2 ครั้ง เพื่อถ่ายทอดลักษณะทางพืชสวนจากสายพันธุ์แม่มายังลูกผสม จากนั้นให้ผสมตัวเองเพื่อผลิตลูกผสมชั่วที่ 2 ($F_2$) (ภาพที่ 1) นำลูกผสมชั่วที่ 2 ($F_2$) มาคัดเลือกความต้านทานโรคด้วยเทคนิคการปลูกเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาว และตรวจวินิจฉัยโรคโดยใช้วิธี sandwich ELISA (อรประไพ และคณะ, 2544) โดยนำมะเขือเทศลูกผสมชั่วที่ 2 จำนวน 10 สายพันธุ์ ประกอบด้วย ลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที1xเอช24 และลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที2xเอช24 ระดับคะแนน 1 อย่างละ 5 สายพันธุ์ (line) เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อ (H24) พันธุ์แม่ (CT1 และ CT 2) และพันธุ์ควบคุม ซีแอลเอ็น 2026ดี (CLN 2026D ) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (randomized complete block design : RCBD) 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 ตัวอย่าง รวม 45 ตัวอย่างต่อสายพันธุ์

การปลูกเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาว โดยนำมะเขือเทศทั้ง 14 สายพันธุ์ มาเพาะกล้าในโรงเรือนตาข่ายกันแมลงขนาดช่อง 40 ช่องต่อมิลลิเมตร เพาะกล้าในกระถางขนาด 2 นิ้ว ใช้วัสดุพีทมอส (peat moss) การปลูกเชื้อไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศในสายพันธุ์ทดสอบ โดยนำแมลงหวี่ขาวที่ปลอดเชื้อไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศที่เลี้ยงไว้บนต้นมันเทศในโรงเรือนเลี้ยงแมลง ย้ายมาไว้บนต้นมะเขือเทศที่ติดเชื้อไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศ เพื่อให้ดูดกินน้ำเลี้ยงจากต้นเป็นโรค ปล่อยให้ดูดกินน้ำเลี้ยงในกรงตาข่ายเลี้ยงแมลงหวี่ขาวนาน 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นย้ายแมลงมาไว้บนต้นกล้ามะเขือเทศสายพันธุ์ทดสอบ อายุ 14 วัน หลังหยอดเมล็ด โดยใช้แมลงหวี่ขาวจำนวน 10-15 ตัวต่อต้น ปล่อยให้ดูดกินน้ำเลี้ยงนาน 8 ชั่วโมง จากนั้นจึงพ่นสารฆ่าแมลง ได้แก่ อะบาเม็กติน และเมโทมิล เก็บรักษาต้นกล้ามะเขือเทศไว้ 3 สัปดาห์ จึงประเมินผลความรุนแรงของการเกิดโรค โดยแบ่งการให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ (ภาพที่ 2) ดังนี้ (Pico *et al.*, 1998)

0 = ไม่แสดงอาการ

1 = แสดงอาการเล็กน้อย (ขอบใบเหลืองและม้วนเล็กน้อย)

2 = แสดงอาการปานกลาง (ขอบใบและระหว่างเส้นใบเหลืองเล็กน้อย ใบม้วนปานกลาง)

3 = แสดงอาการรุนแรง (ขอบใบและระหว่างเส้นใบเหลืองมาก ใบม้วน)

4 = แสดงอาการรุนแรงมาก (ขอบใบและระหว่างเส้นใบเหลืองมาก ใบม้วนมาก ใบมีขนาดเล็กลงแคระแกร็น)

จากนั้นคัดเลือกพันธุ์ที่ผ่านการปลูกเชื้อแล้วมาปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ในสภาพแปลงทดสอบ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (randomized complete block design : RCBD) 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัวอย่าง รวม 30 ตัวอย่างต่อสายพันธุ์ ประกอบด้วย พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ทั้ง 2 กลุ่ม คือ พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที 1 x เอช 24 ระดับคะแนน 1 (ภาพที่ 3) และระดับคะแนน 2 พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที 2 x เอช 24 ระดับคะแนน 1 (ภาพที่ 4) และระดับคะแนน 2 พันธุ์เอช 24 (ภาพที่ 5) พันธุ์แม่ (ซีที 1 และซีที 2) และพันธุ์ควบคุม (ภาพที่ 6) โดยเปรียบเทียบการติดผลและการพัฒนาอาการของโรค

การตรวจวินิจฉัยโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศ โดยใช้เทคนิค sandwich ELISA (อรประไพ และคณะ, 2544 ) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (randomized complete block design : RCBD) มีหน่วยทดลองคือ พันธุ์พืช 8 สายพันธุ์ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ซ้ำ ๆ ละ 5 ตัวอย่าง โดยคัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 2 ทั้ง 2 กลุ่ม คือ พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที 1 x เอช 24 ระดับคะแนน 1 และ 2 พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที 2 x เอช 24 ระดับคะแนน 1 และ 2 พันธุ์พ่อแม่ และพันธุ์ควบคุม ซึ่งผ่านการปลูกเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาวแล้ว มาตรวจวินิจฉัยโรคเปรียบเทียบกับมะเขือเทศปกติที่ไม่ได้รับการปลูกเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาว โดยตรวจสอบและวินิจฉัยโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศด้วยวิธี sandwich ELISA โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 405 นาโนเมตร

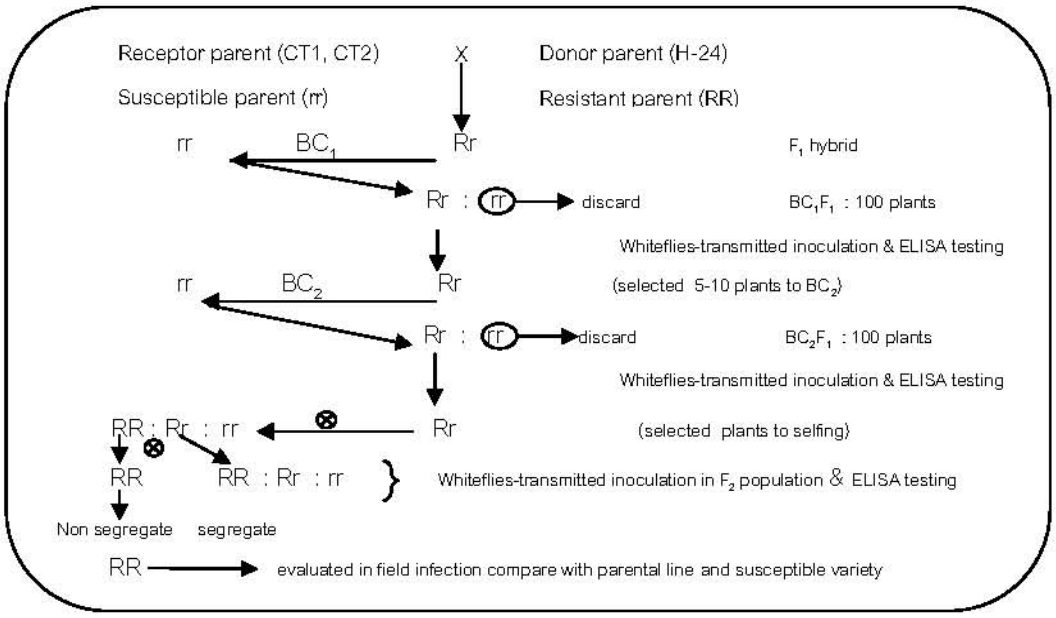



Figure 1 Diagram of tomato breeding for tomato yellow leaf curl virus resistance

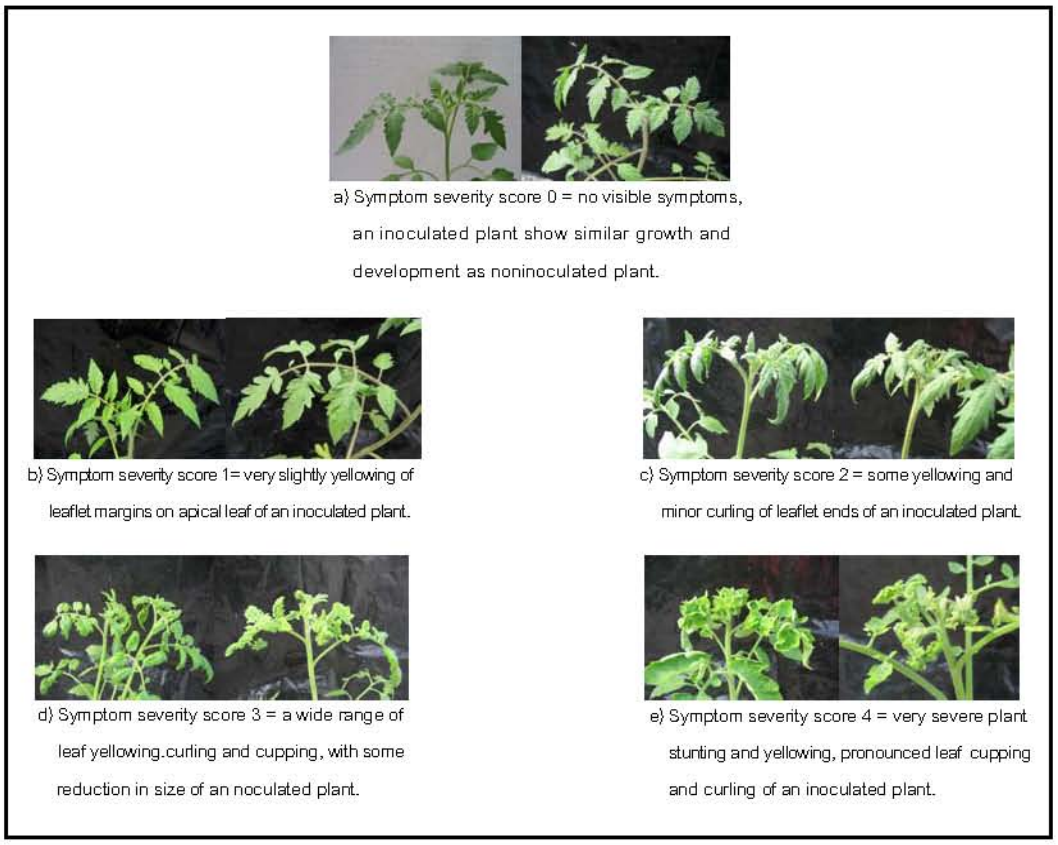



Figure 2 Symptom severity scores 0 to 4 of tomato yellow leaf curl virus in tomato

Figure 3 $F_2$ CT1xH24 score 1 at 39 days post inoculation.

Figure 4 $F_2$ CT2xH24 score 1 at 39 days post inoculation.

Figure 5 H24 score 1 at 39 days post inoculation.

Figure 6 CLN 2026D score 4 at 39 days post inoculation.

## ผลการทดลอง

ความรุนแรงของการเกิดโรคของมะเขือเทศพันธุ์ที่ทดสอบมีระดับความรุนแรง 1.09-3.40 (ตารางที่ 1) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์เอช 24 มีระดับความรุนแรงของโรคต่ำสุดคือ 1.09 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกพันธุ์ ส่วนลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที1xเอช24 ทั้ง 5 สายพันธุ์ คือ ซีที1xเอช24-1-12, ซีที1xเอช24-1-24, ซีที1xเอช24-2-15, ซีที1xเอช24-2-20 และ ซีที1xเอช24-3-20 มีระดับความรุนแรง 2.50, 2.13, 2.42, 1.93 และ 2.23 ตามลำดับ พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที2xเอช24 3 สายพันธุ์ คือ ซีที2xเอช24-2-6, ซีที1xเอช24-3-1 และ ซีที1 x เอช24-3-4 มีระดับความรุนแรงของโรค 1.62, 2.28 และ 1.58 ตามลำดับ ทั้งหมดมีระดับความรุนแรงของอาการโรคแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ซีที 1, พันธุ์ซีที 2 และพันธุ์ควบคุมซีแอลเอ็น2026ดี ซึ่งมีระดับความรุนแรงของโรค 3.11, 3.11 และ 3.40 ตามลำดับ ส่วนลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที2xเอช24-1-9 และซีที2xเอช24-1-12 มีระดับความรุนแรงของอาการโรค 2.89 และ 3.21 ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ พันธุ์แม่ทั้ง 2 สายพันธุ์ ส่วนพันธุ์ควบคุมซีแอลเอ็น 2026ดี มีระดับความรุนแรงของอาการโรคแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกสายพันธุ์ ยกเว้นลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที2xเอช24-1-9 ไม่มีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์ซีแอลเอ็น 2026ดี

ค่าการดูดกลืนแสงที่ 405 นาโนเมตร (ตารางที่ 2) พบว่า มะเขือเทศที่ทดสอบให้ค่าการดูดกลืนแสง 0.2399-1.5820 มะเขือเทศพันธุ์ เอช24 ระดับคะแนน 1 มีค่าการดูดกลืนแสง 0.2399 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับมะเขือเทศปกติ พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ซีที1xเอช24 ระดับคะแนน 1 และ 2 และพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ซีที2xเอช24 ระดับคะแนน 1 และ 2 ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสง 0.2410, 0.2549, 0.2565, 0.2549 และ 0.2565 ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าการดูดกลืนแสงไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับพันธุ์ซีที 1 ระดับคะแนน 3 พันธุ์ซีที 2 ระดับคะแนน 4 และพันธุ์ควบคุม ระดับคะแนน 4 มีค่าการดูดกลืนแสง 0.3851, 1.3825 และ1.5820 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับค่าการดูดกลืนแสงของพันธุ์ซีที 1 ระดับคะแนน 3 พันธุ์ซีที 2 ระดับคะแนน 4 และพันธุ์ควบคุม ระดับคะแนน 4 ทั้ง 3 พันธุ์ มีค่าการดูดกลืนแสง

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (coefficient of correlation) ระหว่างระดับความรุนแรงของอาการโรคกับปริมาณเชื้อที่ตรวจพบในต้นมะเขือเทศ โดยสังเกตจากค่าการดูดกลืนแสงที่ 405 นาโนเมตร ในมะเขือเทศพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 พบว่า ให้ค่าเท่ากับ 0.85 แสดงว่าระดับความรุนแรงของอาการโรคมีความสัมพันธ์ทางบวก (positive correlation) กับปริมาณเชื้อที่พบในต้นมะเขือเทศ แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ที่มีระดับความรุนแรงของอาการโรคต่ำ มีปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบต่ำด้วย

จากการปลูกเปรียบเทียบพันธุ์มะเขือเทศลูกผสมชั่วที่ 2 ระดับคะแนน 1 และ 2 ทั้ง 2 กลุ่ม เทียบกับพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์ควบคุม ซึ่งผ่านการปลูกเชื้อไวรัสใบหงิกเหลือง พบว่า ทุกสายพันธุ์มีการพัฒนาอาการโรคเพิ่มขึ้น แต่พันธ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ระดับคะแนน 1 ทั้ง 2 กลุ่ม สามารถให้ผลผลิตได้ ในขณะที่พันธุ์เอช 24 การติดผลต่ำ ส่วนพันธุ์แม่และพันธุ์ควบคุมไม่สามารถให้ผลผลิตได้เลย จึงได้คัดเลือกลูกผสมชั่วที่ 2 ที่แสดงความทนทานต่อโรคไวรัสใบหงิกเหลือง ระดับคะแนน 1 ดังนี้ คือ พันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที1 x เอช 24 จำนวน 6 สายพันธุ์ และพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ของ ซีที2 x เอช24 จำนวน 5 สายพันธุ์ ซึ่งสายพันธุ์เหล่านี้ สามารถให้ผลผลิตได้ รวมถึงมีลักษณะผลผลิตทางพืชสวนที่ดีด้วย โดยให้ผลิตลูกผสมชั่วที่ 3 ($F_3$) เพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ที่ทนทานต่อไวรัสใบหงิกเหลืองต่อไป

Table 1 Disease scores on tomato plants in $F_2$ populations CT1 CT2 H24 and CLN 2026D by whitefly -transmitted inoculation.

| line | symptom severity[1/] [21 days post inoculation] |
|---|---|
| $F_2$ CT1xH24-1-12 | 2.50 [e] |
| $F_2$ CT1xH24-1-24 | 2.13 [cd] |
| $F_2$ CT1xH24-2-15 | 2.42 [e] |
| $F_2$ CT1xH24-2-20 | 1.93 [c] |
| $F_2$ CT1xH24-3-4 | 2.23 [de] |
| $F_2$ CT2xH24-1-9 | 2.89 [f] |
| $F_2$ CT2xH24-1-12 | 3.21 [gh] |
| $F_2$ CT2xH24-2-6 | 1.62 [b] |
| $F_2$ CT2xH24-3-1 | 2.28 [de] |
| $F_2$ CT2xH24-3-4 | 1.58 [b] |
| CT 1 | 3.11 [fg] |
| CT 2 | 3.11 [fg] |
| H 24 | 1.09 [a] |
| CLN 2026D | 3.40 [h] |
| F-test | * |
| $LSD_{.05}$ | 0.27 |
| % CV | 2.57 |

[1/]The means in the same column followed by different letter were significantly different at $P \leq 0.05$ by LSD.

Table 2 Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) detection by using sandwich ELISA on tomato plants in $F_2$ populations CT1 CT2 H24 and CLN 2026D.

| line | Absorbance at 405 nm [1/] 21 days post inoculation |
|---|---|
| $F_2$ CT1xH24 scored 1 | 0.2549 [a] |
| $F_2$ CT1xH24 scored 2 | 0.2565 [a] |
| $F_2$ CT2xH24 scored 1 | 0.2501 [a] |
| $F_2$ CT2xH24 scored 2 | 0.2472 [a] |
| CT 1 scored 3 | 0.3851 [b] |
| CT 2 scored 4 | 1.3825 [c] |
| H24 scored 1 | 0.2399 [a] |
| CLN 2026D scored 4 | 1.5820 [d] |
| Healthy plant | 0.2416 [a] |
| F-test [2/] | * |
| $LSD_{.05}$ | 0.1045 |
| % CV | 7.0981 |

[1/]The mean in the same column followed by different letters were significant difference at $P \leq 0.05$ by LSD

## วิจารณ์

การศึกษาการคัดเลือกความต้านทานโรคโดยใช้เทคนิคการปลูกเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาว ในลูกผสมชั่วที่ 2 ($F_2$) เปรียบเทียบกับพันธุ์ต้านทานเอช 24 พันธุ์ซีที 1 พันธุ์ซีที 2 และพันธุ์ควบคุมซีแอลเอ็น 2026ดี พบว่า ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 มีการกระจายตัวของความต้านทานโรค ซึ่งในลูกผสมชั่วที่ 2 นี้ ให้ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของอาการโรค อยู่ในระดับปานกลางระหว่าง 1.58-3.21 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เอช 24 และส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์ซีที 1 พันธุ์ซีที 2 และพันธุ์ควบคุม เป็นไปในทางเดียวกันกับงานทดลองของ Vidavsky and Czosnek (1998) ประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 มีการกระจายตัวของความต้านทานโรคเช่นกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ต้านทาน กลุ่มที่ทนทาน และกลุ่มที่อ่อนแอ และในประชากรลูกผสมชั่วที่ 4 มีความคงตัวของลักษณะความต้านทานและทนทานโรค ซึ่งพบว่าลักษณะที่ต้านทานถูกควบคุมด้วยยีนด้อย 2-3 ยีน เป็นแบบยีนผลบวก ส่วนลักษณะทนทานถูกควบคุมด้วยยีนข่มหลัก

ดังนั้น จึงคัดเลือกต้นที่ต้านทานระดับคะแนน 1 และ 2 นำไปตรวจวินิจฉัยโรค โดยใช้วิธี sandwich ELISA เพื่อสนับสนุนความต้านทานที่เกิดขึ้นของลูกผสมชั่วที่ 2 ระดับคะแนน 1 และ 2 เปรียบเทียบกับพันธุ์เอช 24 ระดับคะแนน 1 พันธุ์ซีที 1 ระดับคะแนน 3 พันธุ์ซีที 2 ระดับคะแนน 4 และพันธุ์ควบคุม ระดับคะแนน 4 พบ ว่า เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 405 นาโนเมตร ประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 ให้ค่าการดูดกลืนแสงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์เอช 24 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับพันธุ์แม่ทั้งสองและพันธุ์ควบคุม แสดงให้เห็นว่าในต้นพืชที่แสดงความรุนแรงของอาการโรคระดับคะแนน 1 และ 2 มีปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบน้อย ส่วนในต้นพืชที่แสดงความรุนแรงของอาการโรค ระดับคะแนน 3 และ 4 มีปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบมาก จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรงของอาการโรคกับปริมาณเชื้อไวรัสที่พบในต้นพืชของลูกผสมชั่วที่ 2 พบว่า ความรุนแรงของอาการโรคมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบในต้นพืช ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Rubio *et al.* (2003)

พบว่า ความรุนแรงของอาการโรคมีสหสัมพันธ์ในแง่บวกกับปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบในต้นพืช โดยตรวจสอบเชื้อไวรัสด้วยเทคนิค tissue-printing hybridization และเทคนิคนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการประเมินความทนทานในช่วงแรกได้ ในทำนองเดียวกัน Lapidot *et al.* (2001) ศึกษาอัตราการถ่ายทอดโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศโดยแมลงหวี่ขาว พบว่า อัตราการถ่ายทอดเชื้อไวรัสมีสหสัมพันธ์ทางลบกับระดับความต้านทาน พืชที่มีระดับความต้านทานสูงมีอัตราการถ่ายทอดเชื้อต่ำ และการสะสมของดีเอ็นเอไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศในพืชที่ต้านทานมีปริมาณต่ำกว่าพืชที่อ่อนแอด้วย เช่นเดียวกับงานทดลองของ Lapidot *et al.* (1997) เปรียบเทียบความต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลืองของมะเขือเทศระหว่างสายพันธุ์การค้าและสายพันธุ์แท้ พบว่า ระดับความต้าน ทานไวรัสมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับการสะสมดีเอ็นเอไวรัสเช่นกัน โดยตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอไวรัสด้วยวิธี dot blot hybridization พบว่า พันธุ์ TY 172 และ TY 197 มีระดับความต้านทานโรคสูงที่สุดและมีปริมาณดีเอ็นเอไวรัสที่ระดับต่ำสุดด้วย

งานทดลองครั้งนี้สนับสนุนสายพันธุ์เอช 24 ว่าสามารถใช้เป็นสายพันธุ์ถ่ายทอดยีนต้านทานได้ ซึ่งได้รับการถ่ายทอดความต้านทานมาจาก *L. hirsutum* f. *glabatum* accession B6013 (Kalloo and Banerjee, 1990) Hanson *et al.* (2000) พบว่า มีตำแหน่งยีนต้านทานโรคไวรัสใบหงิกเหลืองตั้งอยู่บนโครโมโซมที่ 11 ระหว่าง TG 36 ถึง TG 393 มีระยะห่าง 14.6 เซนติมอร์แกน โดยใช้การปรับปรุงพันธุ์แบบผสมผสานระหว่างการจดบันทึกประวัติร่วมกับการผสมกลับ และคัดเลือกความต้านทานโดยใช้การปลูกเชื้อด้วยแมลงหวี่ขาวร่วมกับการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกความต้านทานโรคได้

## สรุป

ประชากรพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ยังมีการกระจายตัวของความต้านทานโรค ให้ค่าเฉลี่ยระดับความรุนแรงของโรคอยู่ระดับปานกลางระหว่าง 1.58-3.21 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์เอช 24 แต่ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าพันธุ์ซีที 1 พันธุ์ซีที 2 และพันธุ์ซีแอลเอ็น 2026ดี ประชากรพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ระดับคะแนน 1 และ 2 เปรียบเทียบกับพันธุ์พ่อแม่และพันธุ์ควบคุม พบว่า มีปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบในต้นพืชน้อย ซึ่งให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ 405 นาโนเมตร ไม่แตกต่างจากพันธุ์เอช 24 แต่แตกต่างจากพันธุ์แม่ทั้งสองและพันธุ์ควบคุม ซึ่งมีปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบมาก เมื่อวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรงของอาการโรคกับปริมาณเชื้อไวรัสที่ตรวจพบในต้นพืช พบว่า ระดับความรุนแรงของอาการโรคที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณเชื้อไวรัส และสามารถคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 2 ระดับคะแนน 1 จำนวน 10 สายพันธุ์ ที่สามารถให้ผลผลิตได้ และมีลักษณะทางพืชสวนที่ดี ให้ผลิตลูกผสมชั่วที่ 3 เพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ที่ทนทานต่อไวรัสใบหงิกเหลืองต่อไป

## เอกสารอ้างอิง


อรประไพ คชนันท์ นุชนาถ วารินทร์ ชาญณรงค์ ศรีภิบาล รัชนี. ฮงประยูร และสุพัฒน์ อรรถธรรม. 2544. การผลิตโมโนโคนอลแอนติบอดีต่อโปรตีนห่อหุ้มอนุภาคไวรัสใบหงิกเหลืองมะเขือเทศและไวรัสในกลุ่ม. หน่วยปฏิบัติการพันธุวิศวกรรมด้านพืช ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 13 หน้า.

อรวรรณ ชัชวาลการพาณิชย์. 2544. เจมิไนไวรัสที่เข้าทำลายพืช. หน่วยปฏิบัติการพันธุวิศวกรรมด้านพืช ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ และภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 6 หน้า.

Czosnek, H. and H. Laterrot. 1997. A world wild survey of tomato yellow leaf curl viruses. Arch. Virol 142: 1391-1406.

Hanson, P. M., D. Bernacchi, S. K. Green, S. D. Tanksley, V. Muniyappa, A. S. Padmaja, H.

M. Chen, G. Kuo, D. Fang and J. T. Chen. 2000. Mapping a wild tomato introgression associated with tomato yellow leaf curl virus resistance in a cultivated tomato line. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(1): 15-20.

Kalloo, G. and M. K. Banerjee. 1990. Transfer of tomato leaf curl virus resistance from *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to *L. esculentum*. Plant Breeding 105: 156-159.

Kasrawi, M.A., M.A. Suwwan and A. Mansour. 1988. Sources of resistance to tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in *Lycopersicon* species. Euphytica 37: 61-64.

Lapidot, M., M. Friedmann, O. Lachman, A. Yehezkel, S. Nahon, S. Cohen and M. Pilowsky. 1997. Comparison of resistance level to tomato yellow leaf curl virus among commercial cultivars and breeding lines. Plant diseases 81: 1425-1428.

Lapidot, M., M. Friedmann, M. Pilowsky, R. Ben-Joseph and S. Cohen. 2001. Effect of host plant resistance to tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) on virus acquisition and transmission by its whitefly vector. Phytopathology 91: 1209-1213.

Lapidot, M. and M. Friedmann. 2000. Breeding for resistance to whitefly-transmitted geminiviruses. Annuals of Applied Biology 140(2): 109-127.

Moriones, E. 2000. TYLCV datasheet. EWSN, Norwich.

Nakhla, M. K., D. P. Maxwell, R. T. Martinez, M. G. Carvaeho and R. L. Gilbertson. 1994. Widespread occurrence of the eastern Mediterranean strain of tomato yellow leaf curl geminivirus in tomatoes in the Dominican Republic. Plant Disease 78: 926.

Picó, B. M, J. Díez and F. Nuez. 1998. Evaluation of whitefly-mediated inoculation techniques to screen *Lycopersicon esculentum* and wild relatives for resistance to tomato yellow leaf curl virus. Euphytica 101: 259-271.

Rubio, L., J.R. Herrero, J. Sarrió, P. Moreno and J. Guerri. 2003. A new approach to evaluate relative resistance and tolerance of tomato cultivars to begomoviruses causing the tomato yellow leaf curl disease in Spain. Plant Pathology 52: 763-769.

Vidavsky, F. and H. Czosnek. 1998. Tomato breeding lines immune and tolerant to tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) issued from *Lycopersicon hirsutum*. Phytopathology 88: 910-914.

# ประสิทธิผลของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองในระยะต้นอ่อน

# Efficacy of Antagonistic Fungi *Trichoderma* spp. in Controlling Soybean Seedling Anthracnose

*เกศิณี แก้วมาลา*[1/] *และ สมบัติ ศรีชูวงศ์*[1/]

*Kesinee Kaeomala*[1/] *and Sombat Srichuwong*[1/]

**Abstract:** The antagonistic fungi, *Trichoderma* spp. were isolated from soybean seeds cultivars CM 60, SJ 5, MJ 9518-2 and MJ 9520-21 by blotter method. Four isolates of *Trichoderma* spp. were obtained from soybean cultivars CM 60, SJ 5 and MJ 9520-21. These *Trichoderma* spp. were tested for antagonistic activities using dual culture method against *Colletotrichum truncatum* which caused anthracnose disease of soybean. All isolates of *Trichoderma* spp. had shown high percentage of growth inhibition. On the slide dual culture technique, *Trichoderma* spp. showed mycoparasitic characters by coiling around and penetrating into *C. truncatum* hyphae. The efficacies of the four isolates of *Trichoderma* spp. and captan fungicide in controlling anthracnose on soybean seedlings cultivar CM 60 were examined under the greenhouse condition. The results showed that all isolates of *Trichoderma* spp. and captan had reduced the anthracnose infection on the tested soybean seedlings. In contrast, captan statistically gave more effectiveness in controlling of anthracnose on soybean seedlings than all isolates of *Trichoderma* spp..

**Keywords:** Soybean, anthracnose, *Colletotrichum truncatum*, *Trichoderma* spp., biocontrol

---

[1/]ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**บทคัดย่อ:** จากการตรวจหาเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 4 พันธุ์ได้แก่ ชม.60, สจ. 5, MJ 9518-2 และ MJ 9520-21 โดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้นสามารถแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ได้ 4 ไอโซเลท จากพันธุ์ ชม. 60, สจ. 5 และ MJ 9520-21 เมื่อนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. มาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* สาเหตุโรคแอนแทรคโนสโดยวิธี dual culture พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 4 ไอโซเลท ให้เปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูง และเมื่อนำมาศึกษากลไกการเป็นปฏิปักษ์โดยวิธี slide dual culture พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. แสดงการเป็นปรสิตโดยการพันรัดและแทงเส้นใยเข้าไปภายในเส้นใยของเชื้อรา *C. truncatum* เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลท และสารเคมี captan ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสในระยะต้นอ่อนของถั่วเหลืองพันธุ์ ชม. 60 ในสภาพโรงเรือนพบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทุกไอโซเลท และสารเคมี captan ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสในต้นอ่อนของถั่วเหลืองได้โดยสารเคมี captan นั้นให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทุกไอโซเลท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**คำสำคัญ:** ถั่วเหลือง โรคแอนแทรคโนส *Colletotrichum truncatum Trichoderma* spp. การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี

## คำนำ

โรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองทำความเสียหายอย่างรุนแรงให้กับการผลิตถั่วเหลืองในเขตร้อน (tropical region) โดยเฉพาะบริเวณที่มีอากาศร้อนชื้น โรคแอนแทรคโนสอาจทำให้พืชตายหรือถ้าไม่ตายก็ทำให้คุณภาพของเมล็ดและผลผลิตลดลง ในประเทศสหรัฐอเมริกามีรายงานความเสียหายของผลผลิตไว้ประมาณ 20% ในพื้นที่เพาะปลูกของประเทศอินเดียและบราซิลเสียหายมากถึง 100% ส่วนประเทศไทยเสียหายระหว่าง 30-50 % (ชาตรี, 2539) โรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองมีสาเหตุจากเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* (Schw.) เป็นโรคที่สำคัญทางเศรษฐกิจพบระบาดมากในฤดูฝนที่มีความชื้นสูง นอกจากนั้นเมล็ดที่เป็นโรคยังเป็นแหล่ง inoculum ที่สำคัญโดยเป็น primary inoculum (Neergaard *et al.*, 1999) และสามารถตรวจพบเชื้อสาเหตุของโรคบนส่วนต่าง ๆ ของถั่วเหลืองได้ทุกระยะการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะเมล็ดตรวจพบเชื้อโรคอาศัยอยู่ภายในชั้นของเปลือกเมล็ด (Schneider *et al.*, 1974) ซึ่งเป็นผลให้เกิดอาการ โรคเน่าคอดินในระยะก่อนและหลังงอกของเมล็ด แต่การปรากฏอาการของโรคขึ้นอยู่กับอายุพืชและพันธุ์ (มณฑาและคณะ, 2546)

ปัจจุบันเกษตรกรในประเทศไทยนิยมใช้สารเคมีเพื่อควบคุมศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ต่างประเทศมีแนวโน้มของการใช้สารเคมีควบคุมโรคพืชและศัตรูพืชลดลง และแสวงหาวิธีการควบคุมโดยไม่ต้องใช้สารเคมีหรือใช้ให้น้อยลง การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีโดยอาศัยสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์เพื่อควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชนับเป็นวิธีการหนึ่งที่นักโรคพืชให้ความสนใจเป็นอย่างมาก (จิระเดช, 2546) ส่วนการใช้เชื้อราที่เป็นจุลินทรีย์ต่อต้าน (fungal antagonists) ที่จัดว่ามีประสิทธิ์ภาพในการใช้คลุกเมล็ด เพื่อควบคุมเชื้อโรคพืชโดยชีววิธี ได้แก่ *Chaetomium, Penicillium* และ *Trichoderma* (เกษม, 2532)

การวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากเมล็ดถั่วเหลืองมาใช้การควบคุมโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองตลอดจนผลกระทบต่อความงอกและความแข็งแรงของต้นอ่อนเพื่อใช้ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ชม.60, สจ.5, MJ 9518-2 และ MJ 9520-21 มาตรวจหาเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดโดยวิธีการเพาะบนกระดาษชื้น (blotter method) เป็นเวลา 7 วัน แล้วทำการแยกเชื้อรา *C. truncatum* และ *Trichoderma* sp. แต่ละชนิดไว้เป็น stock culture เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

**2. การคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *C. truncatum* สาเหตุโรคแอนแทรคโนส**

2.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. truncatum*

นำเชื้อรา *Trichoderma* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลทที่แยกได้จากเมล็ดถั่วเหลืองมาทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเป็นปฏิปักษ์ต่อ เชื้อรา *C. truncatum* โดยทดสอบด้วยวิธี dual culture บนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) ทำการทดลอง 5 ซ้ำ บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 21 วัน บันทึกผล และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญ (Percent Inhibition of Radial Growth; PIRG)

$$PIRG = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100$$

โดย R1 = ความยาวรัศมีของโคโลนีของเชื้อรา *C. truncatum* ในจานชุดควบคุม

R2 = ความยาวรัศมีของโคโลนีของเชื้อรา *C. truncatum* ในจานชุดทดสอบ

2.2 ศึกษาปฏิกิริยาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ต่อเชื้อรา *C. truncatum* ด้วยวิธี slide dual culture

ทำ slide dual culture โดยวางเชื้อรา *C. truncatum* และ *Trichoderma* sp. แต่ละไอโซเลทตรงกันข้ามกันบนชิ้นอาหาร PDA สี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 5 × 5 มิลลิเมตร ที่วางกลางแผ่นสไลด์ ปิดด้วย cover glass และให้ความชื้น เมื่อเชื้อรา *Trichoderma* spp. เจริญปกคลุมเชื้อรา *C. truncatum* จึงนำมาศึกษาปฏิกิริยาการยับยั้งภายใต้กล้องจุลทรรศน์

**3. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองพันธุ์ ชม. 60 ในระยะต้นอ่อนในโรงเรือนเปรียบเทียบกับสารเคมีคลุกเมล็ด**

นำเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ ชม. 60 มาทำการฆ่าเชื้อที่ผิวเมล็ด แล้วแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรกเป็นชุดควบคุมไม่ปลูกเชื้อ ส่วนที่ 2 เป็นชุดที่คลุกสาร captan อัตรา 3 กรัม/เมล็ด 1 กิโลกรัม ส่วน ที่ 3 เป็นชุดที่ปลูกเชื้อโดยนำเมล็ดแช่ใน spore suspension ($10^6$ spores/ml) ของเชื้อรา *C. truncatum* เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำมาผึ่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นแบ่งเมล็ดส่วนดังกล่าวเป็น 2 ส่วนโดยอีกส่วนนำไปคลุกสาร captan และส่วนที่ 4 เป็นชุดที่ปลูกเชื้อรา *C. truncatum* ร่วมกับ spore suspension ของ *Trichoderma* sp. แต่ละไอโซเลท ($10^6$ spores/ml) ทำการทดลองกรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ปลูกเชื้อ)

กรรมวิธีที่ 2 ชุดควบคุมปลูกเชื้อรา *C. truncatum* อย่างเดียว

กรรมวิธีที่ 3 ชุดควบคุมคลุกสารcaptanอย่างเดียว

กรรมวิธีที่ 4 ปลูกเชื้อรา *C. truncatum* ร่วมกับเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท 1

กรรมวิธีที่ 5 ปลูกเชื้อรา *C. truncatum* ร่วมกับเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท 2

กรรมวิธีที่ 6 ปลูกเชื้อรา *C. truncatum* ร่วมกับเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท 3

กรรมวิธีที่ 7 ปลูกเชื้อรา *C. truncatum* ร่วมกับเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท 4

กรรมวิธีที่ 8 ปลูกเชื้อรา *C. truncatum* ร่วมกับการคลุกสาร captan

นำเมล็ดทั้งหมดที่เตรียมไว้มาปลูกในถาดหลุมที่มี 104 หลุม/ถาด หลังจากนั้น 14 วันจึงทำการประเมินผลประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. ต่อการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองโดยวัดเปอร์เซ็นต์ความงอกและการเกิดโรคและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. การตรวจหาชนิดและปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง**

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของเชื้อราบนเมล็ดถั่วเหลืองทั้ง 4 พันธุ์ พบเชื้อราทั้งหมด 14 genera 17 species ได้แก่ *Alternaria* sp., *Aspergillus flavus*, *A. glaucus*, *A. niger*, *A. terreus*, *Cercospora* sp.,

*Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *C. truncatum*, *Corynespora* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Macrophomina phaseolina*, *Myrothecium* sp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* sp. และ *Trichoderma* spp. (4 ไอโซเลท) และสามารถแยกเชื้อรา *Trichoderma* sp. ได้ 4 ไอโซเลท จากเมล็ดถั่วเหลือง 3 พันธุ์ คือพันธุ์ ชม. 60, สจ. 5 และ MJ 9520-21 โดยเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลทที่ 1 แยกได้จากพันธุ์ ชม. 60 ไอโซเลทที่ 2 แยกได้จากพันธุ์ สจ. 5 และไอโซเลทที่ 3 และ 4 แยกได้จากพันธุ์ MJ 9520-21

**2. การคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อรา *C. truncatum* สาเหตุโรคแอนแทรคโนส**

2.1 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. truncatum*

เชื้อรา *Trichoderma* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลท ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. truncatum* ได้ดีมาก (ตารางที่ 1) โดยเชื้อรา*Trichoderma* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลท จะเจริญทับเชื้อรา *C. truncatum* ซึ่งเป็นกลไกของเชื้อรา *Trichoderma* sp. ในการเป็นปรสิต และการแข่งขันในเรื่องอาหารและพื้นที่ (Harman, 2006) และเมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. truncatum* พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลท มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. truncatum* สูงมากกว่า 75% (เกษม, 2532) (ภาพที่ 1) และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95%

2.2 ศึกษาปฏิกิริยาการยับยั้งของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเจริญต่อเชื้อรา *C. truncatum* ด้วยวิธี slide dual culture

เชื้อรา *Trichoderma* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลท แสดงการเป็นปรสิตต่อเชื้อรา *C. truncatum* โดยพบว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท 1 แทงเส้นใยเข้าไปเจริญอยู่ภายในเส้นใยของเชื้อรา *C. truncatum* (ภาพที่ 2) ส่วนเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท 2 พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. สามารถพันรัดเส้นใยของเชื้อรา *C. truncatum* (ภาพที่ 3) ร่วมอีกด้วย ซึ่งตรงกับรายงานของ Elad *et al.* (1980); จิระเดช และวรรณวิไล (2542) และ วีระศักดิ์ (2544) ที่กล่าวว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp.บางสายพันธุ์เป็นปฏิปักษ์โดยตรงต่อเชื้อโรคพืชโดยการสร้างเส้นใยเข้ามาใกล้เส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืช แล้วจึงทำการพันรัดรอบ ๆ เส้นใยของเชื้อสาเหตุและส่งเอนไซม์ β-1,3-glucanase และ chitinase เพื่อย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อสาเหตุแล้วแทงส่วนของเส้นใยเข้าไปภายในเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืชทำให้เส้นใยตาย ส่วนเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท 3 และ 4 สามารถแทงเส้นใยเข้าไปเจริญอยู่ภายในเส้นใยของเชื้อรา *C. truncatum* (ภาพที่ 4 และ 5)

Table 1 Comparison on effectiveness of *Trichoderma* spp. in inhibiting growth of *Colletotrichum truncatum* in dual culture for 21 days.

| *Trichoderma* spp. | Growth inhibition (%)[1/] |
|---|---|
| *Trichoderma* sp. isolate 1 | 79.46 a[2/] |
| *Trichoderma* sp. isolate 2 | 79.14 a |
| *Trichoderma* sp. isolate 3 | 78.98 a |
| *Trichoderma* sp. isolate 4 | 79.41 a |
| LSD (P = 0.05) | 3.10 |
| CV (%) | 2.93 |

[1/]Each value is a mean of 5 replications of 5 plates

[2/]Means in column followed by the same letter are not significantly different at P = 0.05 according to LSD

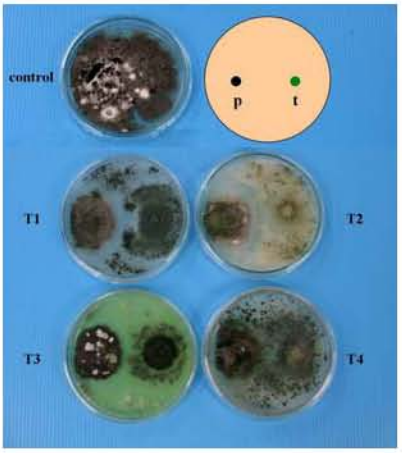



Figure 1 Control and dual culture of *Trichoderma* spp. against *Colletotrichum truncatum* for 21 days.

Control – Radial growth of *C. truncatum*,
T – test dual culture : p – *C. truncatum*, t – *Trichoderma* sp.
T1 – dual culture of *Trichoderma* sp. isolate 1
T2 – dual culture of *Trichoderma* sp. isolate 2
T3 – dual culture of *Trichoderma* sp. isolate 3
T4 – dual culture of *Trichoderma* sp. isolate 4

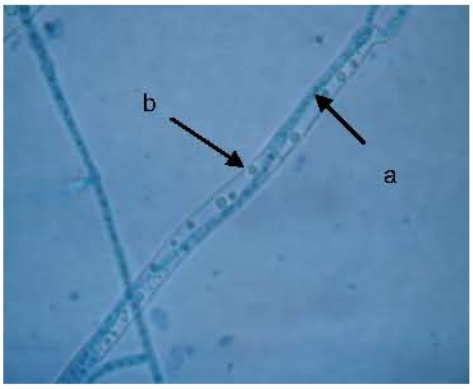



Figure 2 Parasitism of *Trichoderma* sp. Isolate 1 on hypha of *Colletotrichum truncatum*, hypha of *Trichoderma* sp. isolate 1 (a) penetrated into *C. truncatum* hypha (b)

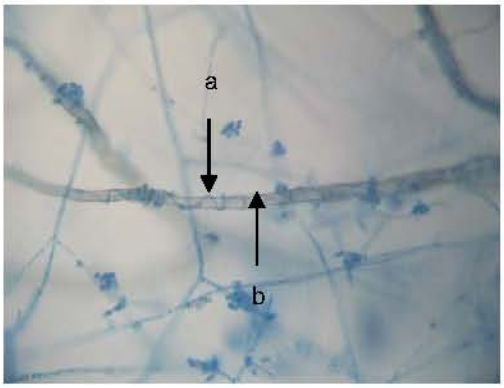



Figure 3 Mycoparasitic coiling of *Trichoderma* sp. isolate 2 (a) around *Colletotrichum truncatum* hypha (b)

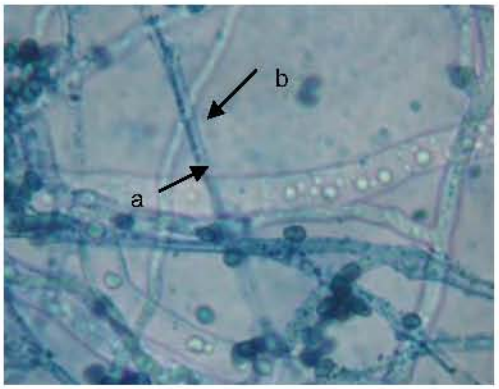



Figure 4 Hypha of *Trichoderma* sp. isolate 3 (a) penetrated into *Colletotrichum truncatum* hypha (b)

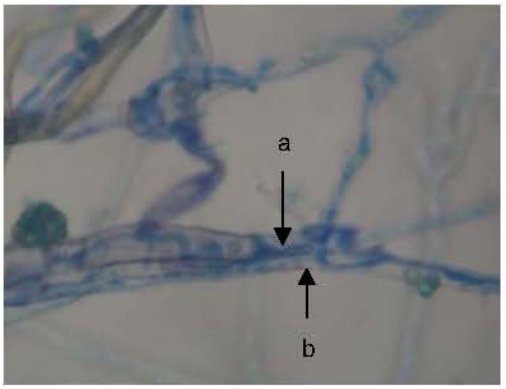



Figure 5 Hypha of *Trichoderma* sp. isolate 4 (a) penetrated into *Colletotrichum truncatum* hypha (b)

3. **การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองพันธุ์ ชม. 60 ในระยะต้นอ่อนในโรงเรือนเปรียบเทียบกับสารเคมีคลุกเมล็ด**

ในถั่วเหลืองพันธุ์ ชม. 60 กรรมวิธีที่ปลูกเชื้อรา *C. truncatum* ร่วมกับ *Trichoderma* sp. แต่ละไอโซเลทให้เปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ปลูกด้วยเชื้อรา *C. truncatum* เพียงอย่างเดียว ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำที่สุดคือ 65.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค และเปอร์เซ็นต์การตายหลังงอก พบว่า กรรมวิธีที่คลุกสาร captan และชุดควบคุม มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคและการตายหลังงอกเป็น 0.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อรา *C. truncatum* ร่วมกับ *Trichoderma* sp. แต่ละไอโซเลท นั้นสามารถลดการเกิดโรค และการตายหลังงอกได้เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ปลูกด้วยเชื้อรา *C. truncatum* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% (ตารางที่ 2)

## สรุป

ในการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. truncatum* โดยเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากเมล็ดถั่วเหลือง พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลท มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *C. truncatum* สูงมาก และการทดสอบประสิทธิ ภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลืองพันธุ์ ชม. 60 ในระยะต้นอ่อนในโรงเรือนเปรียบเทียบกับสารเคมี captan พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* sp. ทั้ง 4 ไอโซเลท ช่วยลดเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคแอนแทรคโนสได้ แต่กรรมวิธีที่ใช้สารเคมี captan นั้นให้ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคสูงกว่าการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนในการทำวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา สำหรับนักศึกษานอกสาขาวิชาเอกประจำปี 2551 และทุนสนับสนับเพื่อการทำวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของบัณฑิตวิทยาลัยปี 2551 ในครั้งนี้ด้วย

Table 2 Efficacy of *Trichoderma* spp. for control of *Colletotrichum truncatum* on soybean seedlings cultivar CM. 60 under greenhouse condition

| Treatment | Seed germination[1/] (%) | Disease incidence[2/] (%) | Post-emergence damping-off[2/] (%) |
|---|---|---|---|
| Control | 96.50 a[3/] | 0.00 c | 0.00 c |
| Captan | 91.00 ab | 0.00 c | 0.00 c |
| *C. truncatum* | 65.75 d | 42.75 a | 9.25 a |
| *C. truncatum* + captan | 87.50 b | 2.25 c | 2.00 bc |
| *C. truncatum* + *Trichoderma* sp. isolate1 | 80.25 c | 15.50 b | 3.75 b |
| *C. truncatum* + *Trichoderma* sp. isolate 2 | 79.50 c | 16.75 b | 4.00 b |
| *C. truncatum* + *Trichoderma* sp. isolate 3 | 75.50 c | 15.25 b | 4.25 b |
| *C. truncatum* + *Trichoderma* sp. isolate 4 | 79.50 c | 14.25 b | 4.25 b |
| LSD (P = 0.01) | 6.10 | 11.42 | 2.45 |
| CV (%) | 3.77 | 43.29 | 36.12 |

[1/]Each value is a mean of 4 replications of 400 seeds

[2/]Each value is a mean of 4 replications of 400 seedlings

[3/]Means in column followed by the same letter are not significantly different at P = 0.01 according to LSD

## เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง. 2532. การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี. คณะเทคโนโลยีการ เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 326 หน้า.

จิระเดช แจ่มสว่าง. 2546. การควบคุมโรคพืชและแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. โครงการเกษตรกู้ชาติ โครงการถ่ายทอดการใช้เทคโนโลยี ชีวภาพและชีวภัณฑ์ในการจัดการศัตรูพืชเพื่อทดแทนสารเคมีสังเคราะห์. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตร ศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 194 หน้า.

จิระเดช แจ่มสว่าง และวรรณวิไล อินทนู. 2542. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมโรคพืช. โครงการเกษตรกู้ชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 90 หน้า.

ชาตรี สิทธิกุล. 2539. โรคของพืชไร่. ภาควิชา โรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 248 หน้า.

มณฑา นันทพันธ์ ปรีชา สุรินทร์ และสมยศ วิลัยสัตย์. 2546. การประเมินความต้าน ทานของถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่าง ๆ ต่อเชื้อรา *Colletotrichum truncatum* Schw. หน้า 430-437. *ใน*: รายงานผลการวิจัยประจำปี 2543 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ สถาบันพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์. 2544. การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี. หน้า 41-63. *ใน*: โรคพืช มข. ปริทรรศน์. ภาควิชาโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

Elad, Y., I. Chet and J. Katan. 1980. *Trichoderma harzianum*: a biocontrol agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 70: 119-121.

Harman, G. E. 2006. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. Phytopathology 96: 190-194.

Neergaard, E. de., C. Tornøe and A. M. Nørskov. 1999. *Colletotrichum truncatum* in soybean: studies of seed infection. Seed Science and Technology 27: 911-921.

Schneider, R. W., O. D. Dhingra, J. F., Nicholson and J. B. Sinclair. 1974. *Colletotrichum truncatum* borne within to seedcoat of soybean. Phytopathology 64: 154-155.

# การควบคุมโรคเน่าดำของถั่วเขียวผิวดำ พันธุ์พิษณุโลก 2 โดยใช้เชื้อราปฏิปักษ์

# Controlling Charcoal Rot of Black Gram Seed cv. Phitsanulok 2 by Antagonistic Fungi

***อังคณา กันทาจันทร์[1/] และ สมบัติ ศรีชูวงศ์[1/]***

*Ungkana Kuntajun[1/] and Sombat Srichuwong[1/]*

**Abstract:** Blotter method was used to detect *Macrophmina phaseolina*, the causal agent of charcoal rot disease, on black gram seed cv. Phitsanulok 2. Only 23.75 % of seeds were contaminated with the fungus. The study on antagonistic effects of *Trichoderma harzianum* I103, *T. harzianum*, *T. virens* IG10 and *T. virens* IG2 on growth inhibition of *M. phaseolina* were carried out using dual culture method. It was indicated that *T. harzianum* I103 had given the best result. Antagonistic mechanisms of the tested fungi were also examined by slide dual culture technique. All four fungi showed the parasitic characters by coiling around and penetrated into the hyphae of *M. phaseolina*. The hyphae of *M. phaseolina* then became lysis and subsequently collapsed. Among them *T. harzianum* I103 had the abilities to decrease pre-emergence damping off, post-emergence damping-off and abnormal seedlings and to increase seedlings emergence, shoot length, root length, fresh weight and dry weight.

**Keywords:** Black gram, charcoal rot disease, *Macrophomina phaseolina*, antagonistic fungi, biocontrol

**บทคัดย่อ:** จากการตรวจหาเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* สาเหตุโรคเน่าดำ จากเมล็ดถั่วเขียวผิวดำพันธุ์พิษณุโลก 2 โดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น พบเชื้อรา *M. phaseolina* ร้อยละ 23.75 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราปฏิปักษ์ 4 ชนิด ได้แก่ *Trichoderma harzianum* I103, *T. harzianum*, *T. virens* IG10 และ *T. virens* IG2 ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. phaseolina* โดยวิธี dual culture พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* I103 ให้ผลดีที่สุด ในการศึกษากลไกในการเข้าทำลาย โดยวิธี slide dual culture พบว่าเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 4 ชนิด แสดงการเป็นปรสิตด้วยการพันรอบเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรค และแทงเส้นใยเข้าภายในเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรค ทำให้เส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคสลายตัว และแฟบลง และเมื่อนำเชื้อราทั้ง 4 ชนิด ไปทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเชื้อรา พบว่า *T. harzianum* I103 สามารถลดการตายก่อนงอก การตายหลังงอก ต้นอ่อนผิดปกติ และช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอก ความยาวลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ได้ดีที่สุด

**คำสำคัญ:** ถั่วเขียวผิวดำ โรคเน่าดำ *Macrophomina phaseolina* เชื้อราปฏิปักษ์ การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี

---

[1/]ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

## คำนำ

โรคเน่าดำ (charcoal rot) ของถั่วเขียวผิวดำ (black gram) เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* พบระบาดทำความเสียหายกับถั่วเขียวผิวดำทุกระยะการเจริญเติบโต ทำให้ต้นถั่วแสดงอาการรากเน่า และโคนเน่า เชื้อราสามารถอาศัยอยู่ในดินได้เป็นเวลานาน เมื่อปลูกถั่วเขียวอาจทำให้ต้นอ่อนถั่วเขียวเป็นโรคเน่าระดับดิน นอกจากนี้เชื้อรายังสามารถติดไปกับเมล็ด เมื่อนำไปเพาะเป็นถั่วงอกทำให้ส่วนรากสกปรก ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการส่งออกเมล็ดถั่วเขียวผิวดำ (เชาวนาถ และคณะ, 2548) ดังนั้นการหาแนวทางแก้ปัญหาของโรคนี้จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนซึ่งได้มีการศึกษาถึงแนวทางป้องกันกำจัดโรคหลายวิธี เช่น การคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีก่อนปลูก (เชาวนาถ และคณะ, 2548) ในปัจจุบันได้มีการสนับสนุนเกี่ยวกับการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีมาใช้เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีลง โดยมีการใช้จุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุ เช่น การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาควบคุมโรคเน่าระดับดินของพืชต่าง ๆ และโรครากเน่าโคนเน่าของทุเรียนและส้ม เป็นต้น (จิระเดช และคณะ, 2546)

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการนำเอาเชื้อราปฏิปักษ์มาใช้ควบคุมเชื้อรา *Macrophomina phaseolina* สาเหตุโรคเน่าดำของถั่วเขียวผิวดำพันธุ์พิษณุโลก 2 ตลอดจนผลกระทบต่อความงอก และความแข็งแรงของต้นอ่อนเพื่อใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมโรคทดแทนการใช้สารเคมี

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การตรวจหาเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดถั่วเขียวผิวดำพันธุ์พิษณุโลก 2

นำเมล็ดถั่วเขียวผิวดำพันธุ์พิษณุโลก 2 มาตรวจหาปริมาณของเชื้อรา *M. phaseolina* และเชื้อราอื่น ๆ ที่ติดมากับเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเพาะบนกระดาษชื้น (blotter method) ตามมาตรฐานสากลของ ISTA (1999) โดยเพาะเมล็ดจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (เฉลี่ยเวลากลางวัน 28 องศาเซลเซียส กลางคืน 25 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำมาตรวจหาชนิด และปริมาณของเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดภายใต้กล้อง Stereo microscope เชื้อรา *M. phaseolina* ที่พบบนเมล็ด ทำการแยกให้บริสุทธิ์ เก็บเป็น stock culture เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

### 2. การทดสอบเบื้องต้นในการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อราปฏิปักษ์ ต่อเชื้อรา *M. phaseolina*

#### 2.1 การศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. phaseolina* บนอาหาร Potato dextrose agar (PDA) โดยวิธี dual culture

นำเชื้อรา *M. phaseolina* มาทำการศึกษาการยับยั้งการเจริญกับเชื้อราปฏิปักษ์ (antagonistic fungi) ที่ได้จากฝ่ายอารักขาพืช มูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ซึ่งมี 4 ชนิดดังนี้

*Trichoderma harzianum* isolate 103 (I103)

*Trichoderma harzianum*

*Trichoderma virens* isolate G10 (IG10)

*Trichoderma virens* isolate G2 (IG2)

วางแผนการทดลองแบบCRD (Completely Randomized Design) โดยทำกรรมวิธีละ 7 ซ้ำ บันทึกการเจริญของเชื้อราสาเหตุโดยวัดขนาดความยาวรัศมีโคโลนีของเชื้อรา *M. phaseolina* ในด้านที่เจริญเข้าหาเชื้อราปฏิปักษ์ และวัดขนาดความยาวรัศมีโคโลนีของเชื้อรา *M. phaseolina* จากชุดควบคุมนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งรัศมีการเจริญ (Percent Inhibition of Radial Growth: PIRG) ของเชื้อสาเหตุจากสูตร

$$PIRG = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100$$

โดย $R_1$ คือ รัศมีการเจริญของเชื้อราสาเหตุในจานชุดควบคุม

$R_2$ คือ รัศมีการเจริญของเชื้อราสาเหตุด้านที่เจริญไปทางเชื้อราทดสอบ

**2.2 ศึกษาการยับยั้งการเจริญและการเข้าทำลายของเชื้อรา *M. phaseolina* โดยเชื้อราปฏิปักษ์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์**

ทดสอบโดยวิธี slide dual culture โดยนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่อบฆ่าเชื้อรองด้วยกระดาษกรอง และวางยางรัดบนกระดาษกรอง และวางแผ่นสไลด์สะอาดบนยางรัด นำชิ้นวุ้นอาหาร PDA ที่ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 5×5 มิลลิเมตร วางกลางแผ่นสไลด์ที่เตรียมไว้ ใช้เข็มเขี่ยแตะเชื้อรา *M. phaseolina* และTrichoderma spp. แต่ละชนิดตรงกันข้ามกันบนชิ้นอาหาร PDA ที่เตรียมไว้ เมื่อเชื้อราปฏิปักษ์เจริญคลุมเชื้อรา *M. phaseolina* แล้วนำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ตรวจดูลักษณะเส้นใยของเชื้อราปฏิปักษ์ในการยับยั้งและการเข้าทำลายเชื้อราสาเหตุโรค

**3. การศึกษาผลของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อการเข้าทำลายเมล็ด ความงอกของเมล็ดและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในระยะต้นอ่อนของถั่วเขียวผิวดำ**

นำเชื้อราปฏิปักษ์ 4 ชนิดมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณบนอาหาร PDA จากนั้นนำมาทำ spore suspension ให้ได้ความเข้มข้น $10^6$สปอร์ต่อมิลลิลิตร นำเมล็ดถั่วเขียวผิวดำพันธุ์พิษณุโลก 2 ที่ฆ่าเชื้อที่ผิวแล้วมาแช่ลงใน spore suspension ของเชื้อราปฏิปักษ์แต่ละชนิด นาน 1 ชั่วโมง ผึ่งเมล็ดให้แห้งจากนั้นนำเมล็ดไปปลูกในถาดหลุมขนาด 104 หลุมซึ่งบรรจุดินที่ผสม inoculum ของเชื้อรา *M. phaseolina* โดยแต่ละกรรมวิธีแบ่งเป็น 4 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยในแต่ละกรรมวิธีมีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม หรือ control (ไม่ปลูกเชื้อ)

กรรมวิธีที่ 2 ชุดปลูกเชื้อสาเหตุ (*M. phaseolina*)

กรรมวิธีที่ 3 ชุดปลูกเชื้อสาเหตุ (*M. phaseolina*) + *T. harzianum* I103

กรรมวิธีที่ 4 ชุดปลูกเชื้อสาเหตุ (*M. phaseolina*) + *T. harzianum*

กรรมวิธีที่ 5 ชุดปลูกเชื้อสาเหตุ (*M. phaseolina*) + *T. virens* IG10

กรรมวิธีที่ 6 ชุดปลูกเชื้อสาเหตุ (*M. phaseolina*) + *T. virens* IG2

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. การตรวจหาเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดถั่วเขียวผิวดำพันธุ์พิษณุโลก 2**

จากการตรวจหาเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดถั่วเขียวผิวดำพันธุ์พิษณุโลก 2 พบเชื้อราทั้งหมด 8 ชนิด โดยพบเชื้อรา *M. phaseolina* 23.75 % และพบเชื้อรา อื่น ๆ ได้แก่ *Alternaria* sp. (5.00%), *Aspergillus niger* (2.25%), *Cladosporium* sp. (1.00 %), *Curvularia* sp. (26.25 %), *Colletotrichum* sp. (1.00%), *Fusarium* sp. (0.25%) และ *Myrothecium* sp. (0.75 %) (ตารางที่ 1) จากเชื้อราที่พบนี้ *M. phaseolina* เป็นเชื้อราสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดโรคเน่าดำในถั่วเขียวผิวดำ และสามารถติดมากับเมล็ดถั่วเขียวผิวดำได้เสมอ (Rahman, 2001)

Table 1 Percentage of fungi associated with seeds of black gram cv. Phitsanulok 2.

| Fungi | Percentage[1/] |
|---|---|
| *Alternaria* sp. | 5.00 |
| *Aspergillus niger* | 2.25 |
| *Cladosporium* sp. | 1.00 |
| *Curvularia* sp. | 26.25 |
| *Colletotrichum* sp. | 1.00 |
| *Fusarium* sp. | 0.25 |
| *Macrophomina phaseolina* | 23.75 |
| *Myrothecium* sp. | 0.75 |

[1/]Each value is a mean of 4 replications of 400 seeds.

**2. การทดสอบเบื้องต้นในการเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ต่อเชื้อรา *M. phaseolina***

**2.1 การศึกษาการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. phaseolina* บนอาหาร PDA โดยวิธี Dual culture**

จากการทดสอบเลี้ยงเชื้อรา *M. phaseolina* บนอาหาร PDA พร้อมกับเชื้อราปฏิปักษ์ 4 ชนิดพบว่าเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. phaseolina* สูง (เกษม, 2532) เมื่อเปรียบเทียบผลทางสถิติ พบว่าเชื้อรา *Trichoderma harzianum* I103 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. phaseolina* ได้ดีที่สุดโดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 69.59% ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเชื้อราปฏิปักษ์ชนิดอื่น (ตารางที่ 2) และจากการสังเกตลักษณะการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. phaseolina* โดยเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 4 ชนิด พบว่าทำให้เส้นใยของเชื้อรา *M. phaseolina* ที่เจริญเข้าหาเชื้อราปฏิปักษ์หยุดการเจริญขอบโคโลนีเป็นเส้นตรง เมื่อผ่านไปประมาณ 7 วัน เส้นใยของเชื้อราปฏิปักษ์จะปกคลุมเส้นใยของเชื้อรา *M. phaseolina* (ภาพที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวาริน และคณะ (2550) ที่รายงานว่าเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์กลาย 2 สายพันธุ์ (T-35-co4 และT-35-co5) สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Phytophthora palmivora* บนอาหาร PDA ได้สูง 82.20 และ 80.50% ตามลำดับ และยังมีประสิทธิภาพสูงในการคลุมทับเส้นใยของเชื้อราสาเหตุด้วย

**2.2 การยับยั้งการเจริญและการเข้าทำลายของเชื้อรา *M. phaseolina* โดยเชื้อราปฏิปักษ์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์**

เส้นใยของเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 4 ชนิด แสดงการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *M. phaseolina* โดยพบว่าเชื้อรา *T. harzianum* สร้างเส้นใยแทงเข้าไปในเส้นใยของเชื้อรา *M. phaseolina* ทำให้เส้นใยของเชื้อรา *M. phaseolina* เหี่ยวแฟบลง (ภาพที่ 2A) ส่วนเชื้อรา *T. harzianum* I103, *T. virens* IG10 และ *T. virens* IG2 เส้นใยของเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 3 ชนิดสามารถพันรอบเส้นใยของเชื้อรา *M. phaseolina* จากนั้นเส้นใยของเชื้อราเจริญเข้าไปภายในเส้นใยของเชื้อรา *M. phaseolina* (ภาพที่ 2B, C และ D) ซึ่งตรงกับรายงานของ Hadar *et al.* (1979) และ Elad *et al.* (1983) ที่กล่าวว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. เป็น Antagonistic fungi ที่มีประสิทธิภาพสูงในการเข้าทำลายเชื้อราสาเหตุโรคพืช โดยมีคุณสมบัติในการเป็นปรสิตด้วยการเจริญเข้าหาเส้นใยของเชื้อรา *Rhizoctonia solani* และ *Sclerotium rolfsii* แล้วสัมผัสและพันรัดเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรค จากนั้นจะปลดปล่อยเอนไซม์มาย่อยผนังเซลล์ของเชื้อราสาเหตุได้แก่ β-(1-3)-gluconase และ chitinase แล้วแทงเส้นใยเข้าสู่ภายในเส้นใยของเชื้อสาเหตุโรคจนเกิดการเหี่ยวสลาย (lysis) และตายไปในที่สุด

Table 2 Comparison of effectiveness of *Trichoderma* spp. in inhibiting the growth of *Macrophomina phaseolina* in dual culture test.

| Antagonistic fungi | Growth inhibition[1/] (%) |
|---|---|
| *Trichoderma harzianum* I103 | 69.59 a[2/] |
| *Trichoderma harzianum* | 67.96 b |
| *Trichoderma virens* IG10 | 67.54 b |
| *Trichoderma virens* IG2 | 65.27 c |
| $LSD_{(P=0.01)}$ | 1.37 |
| CV (%) | 1.36 |

[1/]Each value is a mean of 7 replications

[2/]Means in column followed by the different letter are significantly different at P=0.01 according to LSD


Figure 1 Effectiveness comparison of *Trichoderma* spp. in inhibiting the growth of *Macrophomina phaseolina* in dual culture test. P= *M. Phaseolina*, T= *Trichoderma* sp.

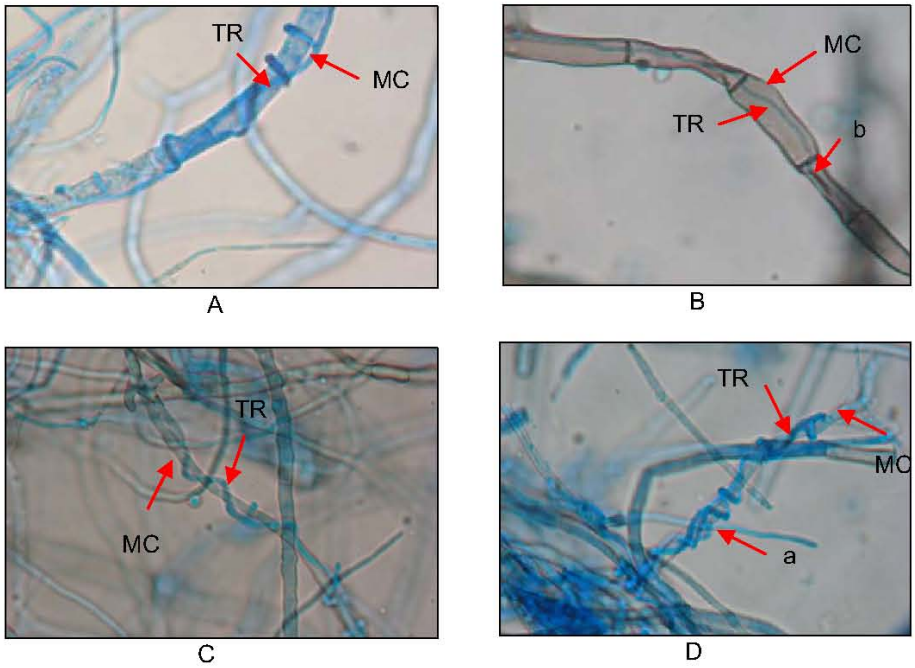



Figure 2 Mycoparasitism of *Macrophomina phaseolina* by *Trichoderma harzianum* I103 (A) *T. harzianum* (B) *T. virens* IG10 (C) and *T. virens* IG2 (D) was exhibited by coiling around the hyphae of *M. phaseolina* (a) and penetrating into the pathogen hyphae causing collapse (b).
TR= *Trichoderma* sp., MC= *M. phaseolina*

### 3. ผลของเชื้อราปฏิปักษ์ต่อการเข้าทำลายเมล็ด ความงอกของเมล็ดและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคในระยะต้นอ่อนของถั่วเขียวผิวดำ

จากการทดลอง พบว่า กรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อรา *T. harzianum* I103 มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความงอกโผล่พ้นดินให้แก่ต้นอ่อนถั่วเขียวผิวดำได้ดีที่สุด รองลงมา คือ *T. harzianum, T. virens* IG10 และ *T. virens* IG2 โดยมีความงอกของเมล็ด 93.00, 92.75, 91.00 และ 89.50% ตามลำดับ ซึ่งเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 4 ชนิดให้ผลไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (ตารางที่ 3) สำหรับการตายก่อนงอกและหลังงอก กรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อราปฏิปักษ์ทั้ง 4 ชนิดมีประสิทธิภาพช่วยลดเปอร์เซ็นต์การตายก่อนงอกและหลังงอกได้ดีไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) ส่วนต้นอ่อนผิดปกติ กรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อรา *T. harzianum* I103 มีประสิทธิภาพช่วยลดเปอร์เซ็นต์ต้นอ่อนผิดปกติได้ดีที่สุด รองลงมา คือ *T. harzianum* และ *T. virens* IG10 โดยมีเปอร์เซ็นต์ต้นอ่อนผิดปกติ 13.00, 14.25 และ 14.50% ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อรา *T. virens* IG2 มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ต้นอ่อนผิดปกติ 22.00% โดยให้ผลไม่แตกต่างกับชุดปลูกเชื้อสาเหตุเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 3) สำหรับความยาวลำต้น กรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อรา *T. harzianum* I103 และ *T. harzianum* มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความยาวลำต้นมากที่สุด คือ 22.87 และ 22.08 เซนติเมตร. ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่น ๆ ยกเว้นกรรมวิธีที่ปลูกเชื้อสาเหตุเพียงอย่างเดียว โดยมีความยาวลำต้นน้อยที่สุด คือ 15.60 เซนติเมตร. (ตารางที่ 4) ส่วนความยาวราก พบว่ากรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อรา *T. harzianum* I103 มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มความยาวรากมากที่สุด คือ 22.20 เซนติเมตร. ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% กับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตารางที่ 4) จากการวัดผลโดยชั่งน้ำหนักสดของต้นอ่อนถั่วเขียว พบว่ากรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อรา *T. harzianum* I103, *T. harzianum* , *T. virens* IG10 ให้น้ำหนักสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.55, 27.32 และ 26.80 กรัม ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 99% กับกรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อรา *T. virens* IG2, ชุดควบคุมไม่ปลูกเชื้อ และชุดปลูกเชื้อสาเหตุเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีน้ำหนักสดเท่ากับ 25.55, 24.08 และ 18.96 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ส่วน

Table 3 Effect of *Trichoderma* spp. on seedling emergence, pre-emergence damping-off, post-emergence damping-off and abnormal seedlings of black gram by soil inoculation with *Macrophomina phaseolina*.

| Treatment | Seedling emergence[1/] (%) | Pre-emergence damping-off[1/] (%) | Post-emergence damping-off[1/] (%) | Abnormal seedling (%) |
|---|---|---|---|---|
| Control (uninoculated) | 97.00 a[2/] | 3.00 b | 0.50 d | 1.50 d |
| Inoculated+*M. phaseolina* | 53.75 b | 46.25 a | 11.75 a | 27.50 a |
| Inoculated+*T. harzianum* I103 | 93.00 a | 7.00 b | 3.25 cd | 13.00 c |
| Inoculated+*T. harzianum* | 92.75 a | 9.00 b | 5.00 bc | 14.25 bc |
| Inoculated+*T. virens* IG10 | 91.00 a | 8.00 b | 5.50 bc | 14.50 bc |
| Inoculated+*T. virens* IG2 | 89.50 a | 10.50 b | 7.50 b | 22.00 ab |
| LSD $_{(P=0.01)}$ | 7.89 | 7.61 | 3.34 | 8.36 |
| CV (%) | 4.50 | 26.79 | 29.40 | 26.57 |

[1/]Each value is a mean of 25 seedlings

[2/]Means in same column followed by the same letter are not significantly different at P=0.01 according to LSD

Table 4 Effect of *Trichoderma* spp. on shoot length, root length, fresh weight and dry weight of black gram by soil inoculation with *Macrophomina phaseolina*.

| Treatment | Shoot lenght[1/] (cm) | Root length[1/] (cm) | Fresh weight (g) | Dry weight[1/] (g) |
|---|---|---|---|---|
| Control (uninoculated) | 19.02 ab[2/] | 15.48 d | 25.55 b | 2.82 c |
| Inoculated+*M. phaseolina* | 15.60 b | 13.25 e | 18.96 c | 2.42 d |
| Inoculated+*T. harzianum* I103 | 22.87 a | 22.20 a | 27.55 a | 3.40 a |
| Inoculated+*T. harzianum* | 22.08 a | 19.96 b | 27.32 a | 3.30 ab |
| Inoculated+*T. virens* IG10 | 20.59 a | 18.42 c | 26.80 a | 3.22 b |
| Inoculated+*T. virens* IG2 | 19.57 a | 15.94 d | 24.08 b | 3.18 b |
| LSD $_{(P=0.01)}$ | 5.04 | 1.26 | 0.81 | 0.18 |
| CV (%) | 12.41 | 3.51 | 1.58 | 2.98 |

[1/]Each value is a mean of 25 seedlings

[2/]Means in same column followed by the same letter are not significantly different at P=0.01 according to LSD

น้ำหนักแห้งกรรมวิธีที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อรา *T. harzianum* I103 ให้น้ำหนักมากที่สุดคือ 3.40 กรัม รองลงมาคือ *T. harzianum* ซึ่งมีน้ำหนักแห้ง 3.20 กรัม โดยทั้งสองกรรมวิธีให้ผลไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Harman *et al.* (2004) ที่กล่าวว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีความสามารถในการชักนำให้พืชต้านทานโรค โดยเชื้อราสามารถกระตุ้นการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคพืชได้ และตรงกับรายงานของ Chang *et al.* (1986) ที่กล่าวว่าการใช้เชื้อรา *Trichoderma* sp. สามารถช่วยส่งเสริมให้เมล็ดพืชชนิดต่าง ๆ งอกได้เร็วขึ้นและจำนวนเมล็ดที่งอกมีมากขึ้น

## สรุป

ตรวจหาเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดถั่วเขียวผิวดำพันธุ์พิษณุโลก 2 พบเชื้อรา *M. phaseolina.* ซึ่งเป็นเชื้อราสาเหตุโรคที่สำคัญ (23.75%) ในการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M.phaseolina.* พบว่าเชื้อรา *T. harzianum* I103 สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุได้ดีที่สุด คือ 69.59% และพบว่าเส้นใยของเชื้อรา *T. harzianum* I103 เข้าทำลายเชื้อราสาเหตุโรคโดยการพันรอบเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคแล้วเจริญแทงเข้าไปภายในเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคทำให้เชื้อราสาเหตุโรคสลายตัวและแฟบลง นอกจากนี้เชื้อรา *T. harzianum* I103 ยังช่วยลดการตายก่อนงอก การตายหลังงอก ต้นอ่อนผิดปกติ และช่วยเพิ่มความงอกโผล่พ้นดิน ความยาวลำต้น ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งได้ดีอีกด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณสถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวที่สนับสนุนทุนอุดหนุนในการทำวิทยานิพนธ์และขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มอบทุนสนับสนุนการทำวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาของปีงบประมาณ ปี 2551 ในครั้งนี้ด้วย

## เอกสารอ้างอิง

เกษม สร้อยทอง. 2532. คู่มือปฏิบัติการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี. คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 104 หน้า.

จิระเดช แจ่มสว่าง วรรณวิไล อินทนู ถวัลย์ คุ้มช้างและวาริน อินทนา. 2546. การควบคุมโรคเน่าระดับดินของมะเขือเทศที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* โดยใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* ชนิดสดคลุกเมล็ดและใส่วัสดุเพาะกล้า. หน้า 349-360. *ใน*: รายงานการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 6 หนึ่งทศวรรษแห่งการอารักขาพืชในประเทศไทย. 24-27 พฤศจิกายน 2546. โรงแรมโซฟิเทลราชาออคิด, ขอนแก่น.

เชาวนาถ พฤทธิเทพ สุวิมล ถนอมทรัพย์ สุมนา งามผ่องใส และอารดา มาสริ. 2548. การควบคุมโรคเน่าดำในถั่วเขียวผิวดำพันธุ์ ต่าง ๆ. หน้า 189-198. *ใน*: รายงานผลการวิจัยปี 2548 ข้าวโพดฝักสด ถั่วเขียว และพืชไร่ในเขตชลประทาน ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท, ชัยนาท.

วาริน อินทนา มนตรี อิสรไกรศีล ศุภลักษณ์ เศรษฐสกุล ประคอง เย็นจิตต์ และทักษิณ สุวรรณโน. 2550. ประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มา ฮาซิเอนั่ม สายพันธุ์กลายในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยและการลดปริมาณเชื้อราไฟทอพทอร่า พาล์มมิโวร่าในสวนทุเรียน. ว. กำแพงแสน 5(3): 1-9.

Chang, Y.C., Y.C. Chang, R. Baker, O. Klifeld and I. Chet, 1986. Increased growth of plant in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. Plant Disease 70: 145-148.

Elad, Y., I. Chet, P. Boyle and Y. Henis, 1983. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* - scanning electron microscopy and fluorescence microscopy. Phytopathology 73: 85-88.

Hadar, Y., I. Chet and Y. Henis. 1979. Biological control of *Rhizoctonia solani* damping-off with wheat bran culture of *Trichoderma harzianum*. Phytophathology 69: 64-68.

Harman, G.E., C.R. Howell, A. Viterbo, I. Chet and M. Lorito. 2004. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiology 2: 43-55.

International Seed Testing Association. (ISTA) 1999. International Rules for Seed Testing. Seed Sciences and Technology 27, Supplement. 333 pp.

Rahman, M.S. 2001. Seed-borne *Macrophomina phaseolina* in mung-bean (*Vigna radiata*) and black gram (*Vigna mungo*): effects on seed qualities and its control. Ph.D. Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. 226 pp.

# ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีต่อหนอนใยผักในเขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

# Efficiency of Certain Insecticides on Diamondback Moth in Lower Northern Thailand

*คณิตา ทองเจริญ[1/] วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ[1/*] ไสว บูรณพานิชพันธุ์[2/] และ จิราพร ตยุติวุฒิกุล[2/]*

*Kanita Thongcharoen[1/], Weerathep Pongprasert[1/*], Sawai Buranapanichpan[2/] and Jiraporn Tayutivutikul[2/]*

Abstract: Diamondback moth, *Plutella xylostella* L., is one of the most important pests of cruciferous crops worldwide. Farmers need to apply many high toxic insecticides continuously. After used for a period of time, the efficiency of many insecticides was reduced rapidly; however, its level was varied among vegetable growing areas. In addition, many new insecticides with high efficiency to control this insect and safe to environment have been continueously luanched into the market and little information of their efficiciency on this insect is available. Therefore, study on efficiency of certain insecticides on *P. xylostella* in lower northern Thailand was carried out in order to compare the effect of 15 commonly used insecticides: abamectin, chlorfenapyr, spinosad, indoxacarb, fipronil, prothiofos, profenofos, deltamethrin, lambda cyhalothrin, cypermethrin, chlorfluazuron, esfenvalerate, emamectin benzoate, diafenthiuron and *Bacillus thuringiensis* on *P. xylostella* collected from cabbage fields located in Tak , Nakhorn Sawan, Phitsanulok, Petchabun, Uttaradit, and two referent sites from Nontaburi and Chiang Mai. Insecticidal bioassays using topical application and leaf dipping methods were performed on *P. xylostella* based on completely randomized design with 4 replications. Results showed that the effect of the 15 insecticides on *P. xylostella* was significantly different among locations, insecticidal intake routes, and kinds of insecticides but they gave the same tendency of change. The low efficency of insecticided was found in the insects collected from Phitsanulok and Nontaburi and the most effective application methods were leaf dipping. Diafenthiuron, indoxacarb, fipronil, spinosad, prothiofos and *Bacillus thuringiensis* had high efficiency in controlling *P. xylostella* from these areas.

Keywords: efficiency of insecticides, diamondback moth, *Plutella xylostella*, lower northern Thailand

---

[1/]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000

[2/]ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

[2/]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[*]Corresponding author: Tel. 08-1917-9347, Fax. 0-5526-1986, E-mail address: weerathepp@yahoo.com

**บทคัดย่อ:** หนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) เป็นศัตรูที่สำคัญที่สุดของพืชวงศ์กะหล่ำทั่วโลก และเกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงที่มีความรุนแรงในการกำจัดอย่างต่อเนื่อง สารฆ่าแมลงหลายชนิดมีประสิทธิภาพลดลงอย่างรวดเร็วภายหลังจากใช้ในการควบคุมหนอนใยผักช่วงระยะเวลาหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงมีระดับแตกต่างไปตามพื้นที่แหล่งเพาะปลูกผัก ประกอบกับในปัจจุบันได้มีสารฆ่าแมลงชนิดใหม่หลายชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมหนอนใยผักและปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อมวางจำหน่ายในท้องตลาดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งข้อมูลของประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักของสารเหล่านี้มีน้อยมาก ดังนั้นจึงได้ดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีต่อหนอนใยผัก เขตภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทยขึ้น โดยมุ่งเน้นการศึกษาผลของสารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ 15 ชนิด คือ อะบาเม็กติน, คลอร์ฟีนาเพอร์, สปินโนแซด, อินด๊อกซาคาร์บ, ฟิโปรนิล, โพรไทโอฟอส, โพรฟีโนฟอส, เดลทาเมทริน, แลมบ์ดาไซฮาโลทริน, ไซเพอร์เมทริน, คลอร์ฟลูอาซูรอน, เอสเฟนวาลีเรต, อีมาเม็กติน เบนโซเอต, ไดอะเฟนไทยูรอน และ เชื้อแบคทีเรีย บาซิลลัส ทรูริงเยนซิส ทดสอบกับหนอนใยผัก จากพื้นที่ปลูกผักวงศ์กะหล่ำในเขตจังหวัดตาก, นครสวรรค์, พิษณุโลก, เพชรบูรณ์ และอุตรดิตถ์ โดยมีจังหวัดนนทบุรี และเชียงใหม่ เป็นแหล่งเปรียบเทียบ โดยแบ่งเป็นการทดสอบกับหนอนใยผัก 2 วิธีคือ วิธีหยดสารฆ่าแมลงลงบนตัวแมลง และ วิธีการจุ่มใบพืช บนแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มีจำนวน 4 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงทั้ง 15 ชนิด ที่มีต่อหนอนใยผัก มีความแตกต่างไปตามแหล่งพื้นที่อาศัย ช่องทางการได้รับสาร และชนิดของสารฆ่าแมลง ในลักษณะที่สอดคล้องกันอย่างมาก ประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักจาก จังหวัดพิษณุโลก และนนทบุรี ของสารฆ่าแมลงที่ศึกษามีระดับต่ำมาก วิธีการหรือช่องทางการได้รับสาร ที่มีผลรุนแรงต่อหนอนใยผักมากที่สุดคือ วิธีการจุ่มใบพืช และสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมหนอนใยผัก คือ ไดอะเฟนไทยูรอน อินด๊อกซาคาร์บ ฟิโปรนิล สปินโนแซด โพรไทโอฟอส และ เชื้อแบคทีเรีย บาซิลลัส ทรูริงเยนซิส

**คำสำคัญ:** ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง หนอนใยผัก ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย

## บทนำ

หนอนใยผัก (diamondback moth) *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) จัดเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของพืชวงศ์กะหล่ำทั่วโลก (Hill, 1975) ในพื้นที่แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่า หนอนใยผักสามารถทำความเสียหายให้แก่ผลผลิตได้ถึง 90 % (Verkerk and Wright, 1996) เนื่องจากในการปลูกพืชผักนั้น คุณภาพของผลผลิตเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการกำหนดราคา โดยพืชผักที่มีราคาดีเป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภคนั้นต้องสวย มีสภาพสด และที่สำคัญต้องไม่มีรอยทำลายโดยแมลง ซึ่งเป็นแรงกดดันให้เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงเป็นหลักในการควบคุมศัตรูผัก เพราะให้ผลการควบคุมรวดเร็ว ชัดเจน สะดวก และใช้แรงงานน้อย (วีรเทพ, 2550) ในแต่ละปี ทั่วโลกมีค่าใช้จ่ายในการควบคุมหนอนใยผักคิดเป็นมูลค่าประมาณ หนึ่งพันล้านเหรียญสหรัฐ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นค่าสารเคมี (Talekar, 1992) และเป็นที่ยอมรับว่าการใช้สารฆ่าแมลงในการกำจัดหนอนใยผักมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี (Kibata, 1996; Liu and Sparks, 1999) ผลของการใช้สารฆ่าแมลงอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ ทำให้หนอนใยผักพัฒนาตัวเองสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้ทุกกลุ่ม (Furlong and Wright, 1994; Perez *et al.*, 2000; Zhao *et al.*, 2002) และผลกระทบข้างเคียงที่สร้างปัญหามากต่อความสมดุลธรรมชาติคือ สารฆ่าแมลงเป็นตัวการสำคัญในการทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติที่ทำหน้าที่ควบคุมศัตรูพืชนั้น ๆ (Greathead, 1995) และพิษตกค้างในสภาพธรรมชาติที่มีผลต่อเนื่องในระบบนิเวศ รวมทั้งพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรที่มีผลกระทบทั้งเกษตรกร และผู้บริโภค (Hayes and Laws, 1991)

ปัจจุบันสารฆ่าแมลงที่จำหน่ายในตลาดนั้นมีมากมายหลากหลายชนิด และหลายประเภท ซึ่งนอกจาก

สารฆ่าแมลงที่นิยมโดยทั่วไปแล้ว สารฆ่าแมลงชนิดใหม่ ๆ ที่ได้รับการพัฒนาให้มีฤทธิ์เฉพาะ (selective insecticide) ต่อแมลงมากขึ้นและปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม มีเพิ่มขึ้นมากมายด้วยเช่นกัน การเลือกสรรสารฆ่าแมลงที่ถูกต้อง มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชและปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม กลายเป็นประเด็นสำคัญมากของเกษตรกรและเป็นส่วนสำคัญมากในการบริหารศัตรูพืช (Rabb, 1970; Saito *et al.*, 1991; Greathead, 1995) ข้อมูลประสิทธิภาพในการควบคุมของสารฆ่าแมลงเหล่านั้นต้องมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาผลของสารฆ่าแมลงที่มีต่อหนอนใยผักทั้งจากการสัมผัสโดยตรง และการกินเข้าไป เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการเลือกใช้สารฆ่าแมลงสำหรับการจัดการศัตรูพืชวงศ์กะหล่ำในเขตจังหวัดภาคเหนือตอนล่างได้อย่างเหมาะสม

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมตัวอย่างแมลงเพื่อใช้ในการทดสอบ

ทำการเก็บตัวอย่างหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูกผักวงศ์กะหล่ำที่สำคัญในจังหวัดพิษณุโลก, ตาก, นครสวรรค์, เพชรบูรณ์, อุตรดิตถ์, นนทบุรี และเชียงใหม่ นำหนอนใยผักที่ได้จากแต่ละพื้นที่มาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ โดยทำการเพาะเลี้ยงในกระป๋องพลาสติก ขนาด 15 x 21 x 7 เซนติเมตร อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 ± 10 เปอร์เซ็นต์ ความยาวช่วงแสง 16L: 8D ให้ใบผักคะน้าปลอดสารเคมีที่เพาะปลูกเองเป็นอาหารแก่ตัวหนอน เมื่อเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย แยกออกใส่กระป๋องพลาสติกใหม่ให้น้ำผสมน้ำผึ้ง 10 % เป็นอาหาร และใส่ใบผักคะน้าลงในกระป๋องเพื่อให้ผีเสื้อวางไข่ ใช้หนอนใยผักวัยที่ 3 และวัยที่ 4 ในการทดสอบสารฆ่าแมลง

### การเตรียมสารฆ่าแมลง

สารฆ่าแมลงที่ใช้ป้องกันกำจัดหนอนใยผักประกอบด้วยสารทั้งหมดจำนวน 15 ชนิด โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจความนิยมในการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกร (วีรเทพ, 2545, 2550) และคำแนะนำของกองกีฏและสัตววิทยา (2547) (ตารางที่ 1) และใช้อัตราสูงสุดตามคำแนะนำเป็นเกณฑ์ในการทดสอบ โดยมีน้ำเปล่าเป็นสารควบคุม

### การประเมินระดับความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองใช้หนอนใยผักจำนวน 10 ตัว วิธีการประเมินผลใช้วิธีหยดสารฆ่าแมลงลงบนตัวแมลง (topical application method) และ วิธีการจุ่มใบพืช (leaf dipping method) กับหนอนวัยที่ 3 และ 4

**วิธีหยดสารฆ่าแมลงลงบนตัวแมลง** เตรียมสารฆ่าแมลงในน้ำกลั่น ในอัตราความเข้มข้นสูงสุดที่ระบุตามฉลากของผลิตภัณฑ์ ใช้ micro pipet ดูดสารฆ่าแมลงปริมาณ 0.5 ไมโครลิตร หยดลงบนส้นหลังของตัวหนอนใยผักวัยที่ 4 จำนวน 10 ตัวที่เพาะเลี้ยงใน petri dish จำนวนตัวละ 1 หยด จนครบทั้ง 10 ตัวแล้วปิดฝา petri dish ทำการบันทึกผลโดยบันทึกจำนวนหนอนที่รอดชีวิต ที่เวลา 1 ชั่วโมง, 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน

**วิธีการจุ่มใบพืช** เตรียมสารฆ่าแมลงในน้ำกลั่นในอัตราความเข้มข้นสูงสุดที่ระบุตามฉลากของผลิตภัณฑ์ ล้างใบผักคะน้าปลอดสารพิษให้สะอาด เช็ดให้แห้งแล้วจุ่มใบผักคะน้าลงในสารฆ่าแมลงที่ใช้ทดสอบ เป็นเวลา 10 วินาที โดยใช้ใบผักคะน้า 1 ใบต่อ 1 หน่วยทดลอง นำใบผักคะน้าที่จุ่มสารฆ่าแมลงแล้ว ไปผึ่งลมให้แห้งโดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที นำใบผักคะน้าใส่ลงในกระป๋องพลาสติกขนาด 10 x 10 x 6 เซนติเมตร กระป๋องละ 1 ใบ จากนั้นใส่หนอนใยผักวัยที่ 3 จำนวน 10 ตัว ลงในแต่ละกระป๋อง ทำการบันทึกผลโดยบันทึกจำนวนหนอนที่รอดชีวิต ที่เวลา 1 ชั่วโมง, 1, 2, 3, 4 และ 5 วัน

### วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลการรอดชีวิตของแมลงในระยะเวลาต่าง ๆ และจากพื้นที่ต่าง ๆ โดย analysis of variance (ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ในการควบคุมหนอนใยผักในระดับต่าง ๆ โดย Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

Table 1 The list of selected insecticides for determination of their efficiency on diamondback moth, *Plutella xylostella*.

| Common name | Commercial name | % a.i. and formulation | Application rate (ml or g / 20 l of water) |
|---|---|---|---|
| abamectin | Vertimec® | 1.8% EC | 60 |
| emamectin benzoate | Proclam® | 1.92% EC | 15 |
| spinosad | Success 120 SC® | 12% SC | 20 |
| chlorfenapyr | Rampage® | 10% SC | 40 |
| indoxacarb | Ammate® | 15% SC | 15 |
| fipronil | Ascend | 5% SC | 40 |
| prothiofos | Tokuthion | 50% EC | 40 |
| profenofos | Supercron | 50% EC | 40 |
| deltamethrin | Decis 3® | 3% EC | 20 |
| lambda cyhalothrin | Karate 2.5 EC® | 2.5% EC | 30 |
| cypermethrin | Oktane 10® | 10% EC | 38 |
| esfenvalerate | Sumi-alfa® | 5% EC | 30 |
| chlorfluazuron | Atabron® | 5% EC | 40 |
| diafenthiuron | Pegasus 250 SC® | 25% SC | 60 |
| *Bacillus thuringiensis* (Bt) | Xentari® | WDG | 80 |

ที่มา: กองกีฏและสัตววิทยา (2547)

## ผลการทดลอง

### ทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่มีต่อหนอนใยผักในพื้นที่ต่าง ๆ โดยวิธีการหยดสารลงบนตัวแมลง

สารฆ่าแมลงที่ทดสอบมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูกผักของจังหวัดพิษณุโลกและนครสวรรค์ได้น้อยมากใกล้เคียงกับผลที่เกิดขึ้นกับตัวอย่างหนอนใยผักจากจังหวัดนนทบุรี ในขณะที่ ประสิทธิภาพของสารทุกชนิดที่ทดสอบยังคงให้ผลในการควบคุมหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูกผักของจังหวัดอุตรดิตถ์และตากได้ดีมากใกล้เคียงกับตัวอย่างจากเชียงใหม่ ยกเว้นเชื้อ Bt ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำในการควบคุมหนอนใยผักด้วยวิธีการสัมผัสสาร (ภาพที่ 1)

สารฆ่าแมลงมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักได้ดีในระยะ 1 - 3 วัน หลังการให้สาร และประสิทธิภาพของสารหลายชนิดลดลงอย่างชัดเจนในระยะตั้งแต่ 3 วัน ขึ้นไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทดสอบกับหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูกผักจังหวัดนครสวรรค์ และพิษณุโลก ส่วนผลการทดสอบกับหนอนใยผักจากพื้นที่อื่น ๆ ของภาคเหนือตอนล่าง นั้น ประสิทธิภาพของสารมีแนวโน้มลดลงอย่างช้า ๆ

ในระยะ 1 ชั่วโมง หลังการให้สารอินด๊อกซาคาร์บมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมหนอนใยผักในทุกพื้นที่ในภาคเหนือตอนล่าง ตามด้วยสาร ฟิโปรนิล, โพรไทโอฟอส, โพรฟีโนฟอส และไดอะเฟนไทยูรอน ซึ่งประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผักแสดงผลในระยะ 1 วัน หลังจากได้รับสาร ส่วนสารอะบาเม็กติน, สปินโนแซด,

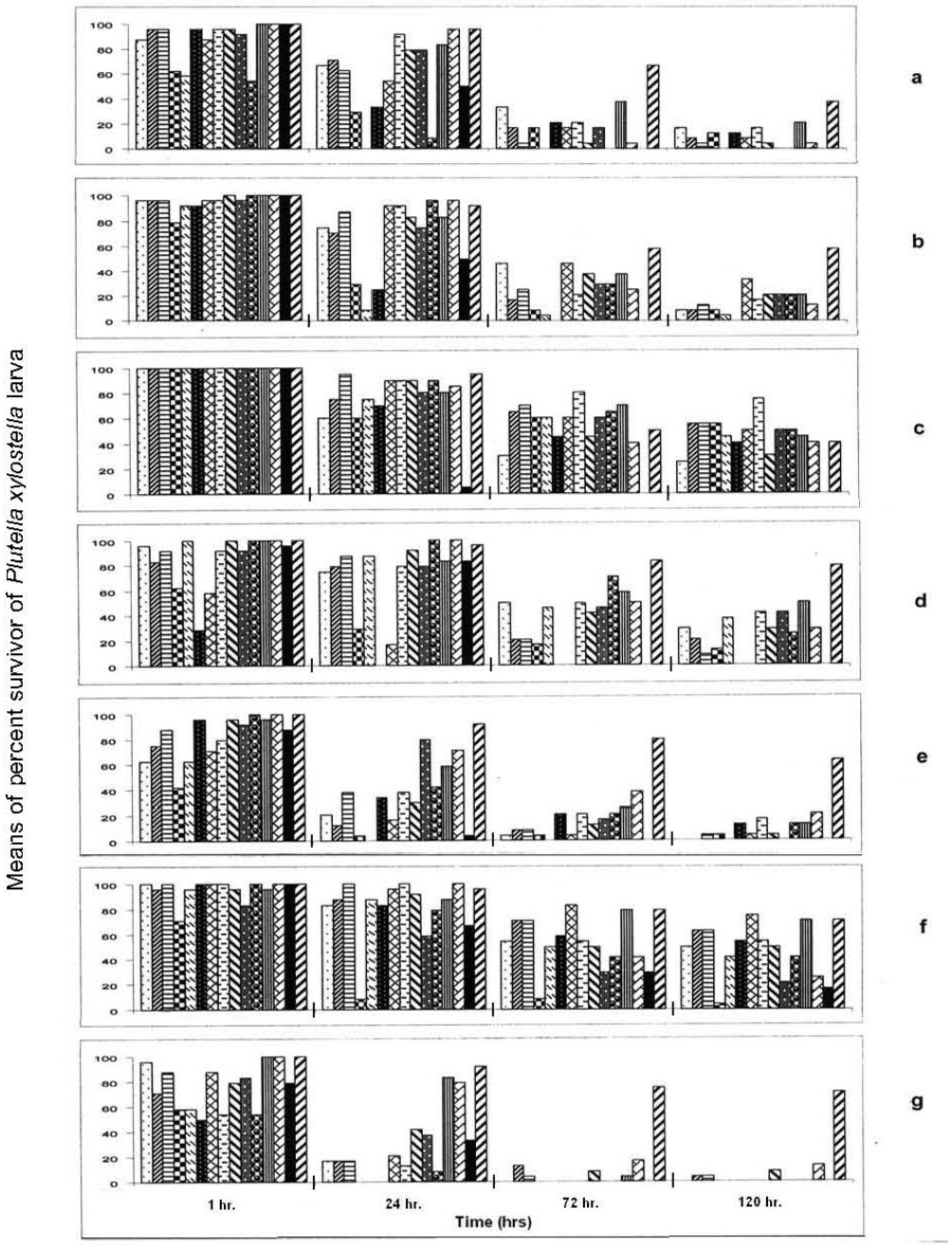



Figure 1 Shows percent survivor of *Plutella xylostella* larva collected from vegetable growing areas after application of insecticides by topical dipping method: a = Tak, b = Nakhon Sawan, c = Phitsanulok, d = Phetchabun, e = Uttaradit, f = Nontaburi and g = Chiang Mai; = abamectin, = chlorfenapyr, = spinosad, = indoxacarb, = fipronil, = prothiofos, = profenofos, = deltamethrin, = lambda cyhalothrin, = cypermethrin, = chlorfluazuron, = esfenvalerate, = emamectin benzoate, = diafenthiuron and = Bt

โพรไทโอฟอส, โพรฟีโนฟอส, เดลทาเมทริน, แลมบ์ดาไซฮาโลทริน, เอสเฟนวาลีเรต และคลอร์ฟลูอาซูรอน นั้นยังมีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผักได้ในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ตาก และเพชรบูรณ์แต่ต้องใช้เวลา 1 วันขึ้นไป

**ทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่มีต่อหนอนใยผักในพื้นที่ต่าง ๆ โดยวิธีการจุ่มใบพืช**

สารฆ่าแมลงแสดงผลการควบคุมหนอนใยผักในพื้นที่ต่าง ๆ ของภาคเหนือตอนล่างในทิศทางทำนองเดียวกับการทดสอบโดยวิธีการสัมผัสสารแต่ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมสูงกว่า (ภาพที่ 2)

สารฆ่าแมลงที่ทดสอบมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักได้ดีในทุกพื้นที่ปลูกผักของภาคเหนือตอนล่าง ยกเว้นจากพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก สารที่ให้ผลในการควบคุมได้ดีในทุกพื้นที่และออกฤทธิ์ได้ภายใน 1 วัน ประกอบด้วย อินด๊อกซาคาร์บ, ฟิโปรนิล, อีมาเม็กติน เบนโซเอต, สปินโนแซด, และไดอะเฟนไทยูรอน อย่างไรก็ตามภายหลัง 1 วัน สารอะบาเม็กติน, คลอร์ฟีนาเพอร์, อินด๊อกซาคาร์บ และโพรไทโอฟอส นั้นมีประสิทธิภาพลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนสารที่เป็นชีวภัณฑ์ คือ Bt มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักวัย 3 ได้ดีที่สุดในทุกพื้นที่แต่ต้องใช้เวลาประมาณ 3 วันขึ้นไป สารทุกชนิดให้ผลดีในการควบคุมหนอนใยผักในพื้นที่ของจังหวัดอุตรดิตถ์ สารฟิโปรนิลเป็นสารที่ใช้ควบคุมหนอนใยผักจากจังหวัดตากได้ดีมาก

## วิจารณ์

ประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการควบคุมหนอนใยผักจากแหล่งพื้นที่เพาะปลูกผักต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือตอนล่างทั้งโดยแบบสัมผัสตัวตาย และแบบกินตาย มีความแตกต่างไปตามแหล่งพื้นที่ปลูก ชนิดและกลุ่มของสาร รวมทั้งลักษณะการเข้าทำลายของสาร

โดยทั่ว ๆ ไป ในพื้นที่ที่มีการปลูกผักซ้ำ ๆ และมีประวัติการใช้สารต่อเนื่องยาวนาน สารฆ่าแมลงที่ใช้นั้นมักมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนได้ลดน้อยลง (Cameron and Walker, 1998) ทั้งนี้เพราะการใช้สารฆ่าแมลงในลักษณะต่อเนื่องเป็นกลไกที่เร่งกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติให้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยการกระทำของมนุษย์และเป็นการคัดเลือกอย่างมีทิศทาง (Shelton *et al.*, 2000) คือหนอนใยผักที่รอดชีวิตมักมีระดับความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้หลากหลายกลุ่มและหลายชนิดในระดับที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Furlong and Wright, 1994) ทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการควบคุมแมลงลดลง เช่น กรณีของหนอนใยผักในพื้นที่ปลูกผักของจังหวัดพิษณุโลก และนครสวรรค์ ซึ่งได้ผ่านกลไกการคัดเลือกดังกล่าว ทำให้แมลงมีแนวโน้มต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้สูงขึ้น จึงทำให้ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงมีระดับต่ำมากใกล้เคียงกับหนอนใยผักจากพื้นที่เปรียบเทียบของจังหวัดนนทบุรีซึ่งมีระดับความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ และสารฆ่าแมลงส่วนใหญ่ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดไม่สามารถควบคุมหนอนใยผักได้อย่างมีประสิทธิภาพ (พรรณเพ็ญ และคณะ, 2543) ส่วนพื้นที่ปลูกผักใหม่ เช่น พื้นที่ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ตาก และอุตรดิตถ์ นั้น พบว่าประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงส่วนใหญ่ยังคงอยู่ในระดับสูงมากและลดหลั่นไปตามระยะเวลาการปลูกผักของแต่ละพื้นที่ โดยพื้นที่ปลูกผักของเกษตรกรในจังหวัดอุตรดิตถ์นั้นเป็นพื้นที่ใหม่ที่สุดซึ่งเกษตรกรเริ่มเปลี่ยนจากการปลูกข้าวไม่นาน และการปลูกผักเป็นลักษณะของการปลูกหมุนเวียนกับพืชอื่น ๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง และยาสูบ (วีรเทพ, 2550) ทำให้สารฆ่าแมลงเกือบทุกชนิดสามารถใช้ได้ผลดีในการควบคุม เช่นเดียวกับตัวอย่างหนอนใยผักของพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

ลักษณะการเข้าทำลายของสารมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมหนอนใยผักมาก (Ware and Whitacre, 2004) สารที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมหนอนใยผักทั้งโดยวิธีสัมผัสและการกินสารมากที่สุดคือ ไดอะเฟนไทยูรอน มีพิษรุนแรงกับหนอนจากทุกจังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง สารนี้ออกฤทธิ์ควบคุมการเจริญเติบโตของแมลงในลักษณะเช่นเดียวกับ คลอร์ฟีนาเพอร์ และคลอร์ฟลูอาซูรอน แต่สารชนิดนี้ให้ผลการควบคุมหนอนใยผักที่สูงกว่ามาก โดยมีผลต่อกระบวนการสร้างสารไคติน ทำให้ตัวอ่อน และดักแด้ ไม่สามรถลอกคราบได้ สารกลุ่มนี้ออกฤทธิ์ได้ดีเมื่อแมลงได้รับสารโดยการกินมากกว่าการสัมผัส (Ware and Whitacre, 2004)แต่ในกรณีของหนอนใยผักนั้นพบว่า

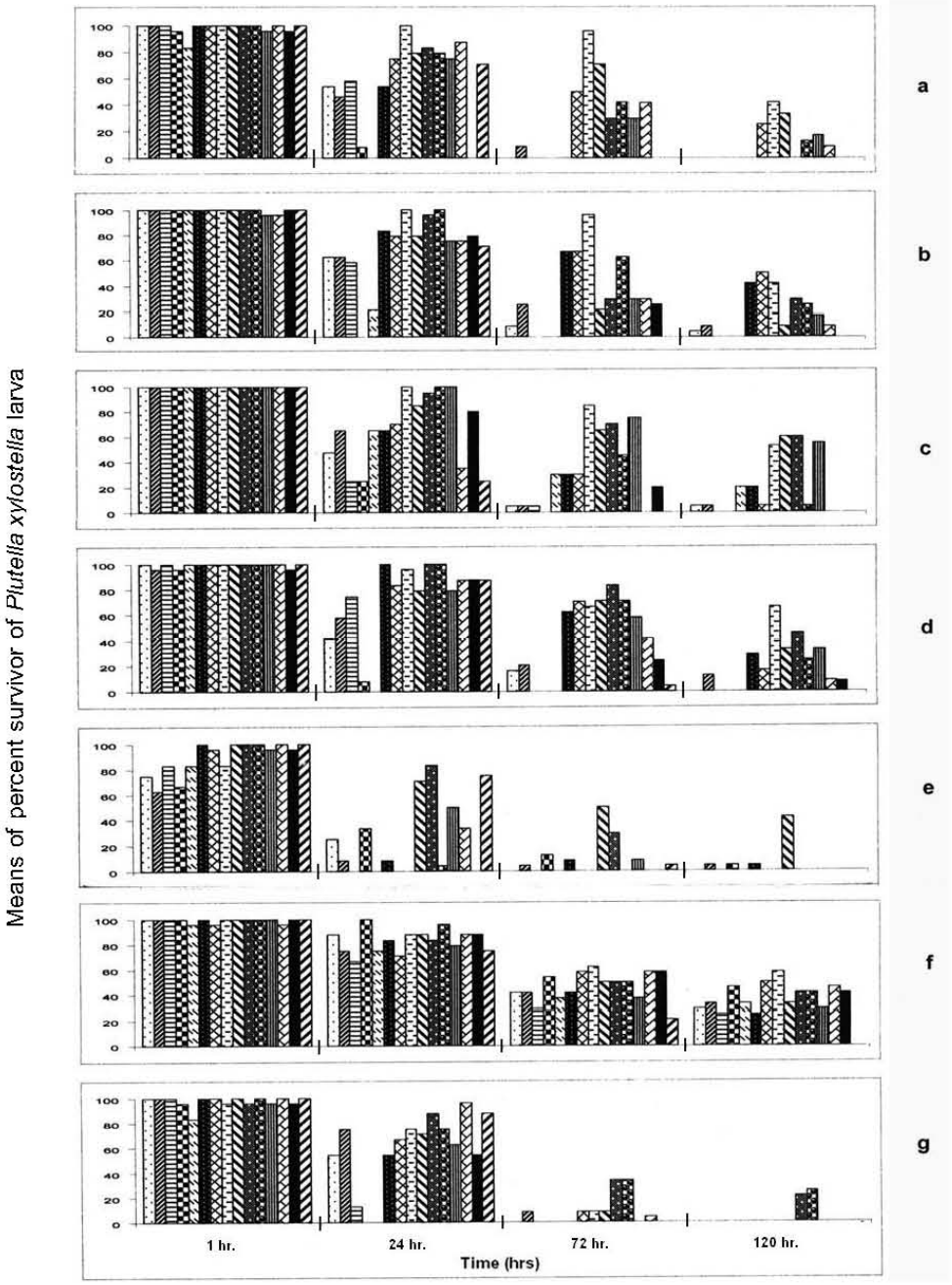



Figure 2 Shows percent survivor of *Plutella xylostella* larva collected from vegetable growing areas after application of insecticides by leaf dipping method: a = Tak, b = Nakhon Sawan, c = Phitsanulok, d = Phetchabun, e = Uttaradit, f = Nontaburi and g = Chiang Mai; = abamectin, = chlorfenapyr, = spinosad, = indoxacarb, = fipronil, = prothiofos, = profenofos, = deltamethrin, = lambda cyhalothrin, = cypermethrin, = chlorfluazuron, = esfenvalerate, = emamectin benzoate, = diafenthiuron and = Bt

สารให้ผลดีในทางสัมผัสมากว่าการกินสาร โดยประสิทธิภาพของสารโดยการสัมผัสสาร ครอบคลุมหนอนจากทุกแหล่งในภาคเหนือตอนล่าง แต่โดยวิธีกินสารนั้นให้ผลดีเฉพาะในพื้นที่ปลูกผักของจังหวัดตาก และอุตรดิตถ์เท่านั้น

สารอื่น ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมหนอนใยผักทั้งโดยวิธีสัมผัสและการกินสารแต่ต้องใช้ระยะเวลาแสดงผล 1 วันขึ้นไปคือ อินด๊อกซาคาร์บ และฟิโปรนิล โดยสารอินด๊อกซาคาร์บ เป็นสารชนิดใหม่ที่เพิ่งนำเข้ามาใช้ในประเทศไทย และยังไม่มีรายงานการสร้างความต้านทานของหนอนใยผักในประเทศไทย สารออกฤทธิ์แบบกินตาย และถูกตัวตาย มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงได้หลายชนิด รวมทั้งหนอนใยผัก (Zhao *et al.*, 2002; Liu *et al.*, 2003) อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบพบว่าการกินสารให้ประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผักได้ดีกว่าการสัมผัสสาร และประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักจากจังหวัดนนทบุรีมีแนวโน้มลดลงมากเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบประสิทธิภาพโดย Zhao *et al.* (2002) ส่วนสารฟิโปรนิล มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงได้หลายชนิด (Ware and Whitacre, 2004) รวมทั้งหนอนใยผัก (วินัย และณัฐวัฒน์, 2538; พรรณเพ็ญ และคณะ, 2543; Ishaaya *et al.*, 1995; Zhang *et al.*, 2001) ซึ่งสามารถควบคุมหนอนใยผักได้ดีในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ยกเว้นในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก

สารคลอร์ฟีนาเพอร์, อะบาเม็กติน, สปินโนแซด และอีมาเม็กติน เบนโซเอต เป็นสารฆ่าแมลงที่มีการออกฤทธิ์แบบกินตาย และถูกตัวตาย (วินัย และณัฐวัฒน์, 2538; Black *et al.*, 1994; Zhang *et al.*, 2001; Zhao *et al.*, 2002) สารเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักในภาคเหนือตอนล่างได้ในระดับปานกลางโดยวิธีสัมผัส และมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเล็กน้อยโดยการกินสาร แต่อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนใยผักมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ ยกเว้นสารสปินโนแซด ที่ยังคงใช้ได้ดีในพื้นที่ปลูกผักอำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี เมื่อเปรียบบเทียบกับรายงานการวิจัยของ Kao and Cheng (2001) และ พรรณเพ็ญ และคณะ (2543)

เชื้อ Bt เป็นเชื้อที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ พบได้ในดิน ในพืช และในสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ มีรูปร่างเป็นแท่งสามารถสร้างสปอร์ ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต ปัจจุบันมีการใช้แบคทีเรียชนิดนี้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง เนื่องจากไม่มีพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ มีพิษเฉพาะเจาะจงกับแมลงหลายชนิดในอันดับต่าง ๆ (Glare and O'Callaghan, 2000) ออกฤทธิ์แบบกินตาย ดังนั้นการแสดงผลจึงต้องใช้เวลา 2 - 3 วัน (Shelton *et al.*, 2000; Ishaaya *et al.*, 1995; Yu and Nguyen, 1996; Wright *et al.*, 1997; Monnerat *et al.*, 2001; Mohan and Gujar, 2003) สอดคล้องกับผลการทดสอบครั้งนี้ คือ เชื้อ Bt ไม่มีพิษกับหนอนจากทุกจังหวัดโดยวิธีสัมผัสสาร แต่มีพิษรุนแรงโดยการกินสารและหนอนตายภายในเวลา 2 – 5 วัน

สารโพรไทโอฟอส และโพรฟีโนฟอส เป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่มีฤทธิ์ในการฆ่าหนอนใยผัก (วินัย และณัฐวัฒน์, 2538) ได้ดีในปัจจุบัน แม้ว่าหนอนใยผักสามารถสร้างความต้านทานต่อสารชนิดนี้ได้แล้ว (วินัย และอนันต์, 2532; Lee *et al.*, 1993; Baek *et al.*, 2005) แต่การศึกษาครั้งนี้พบว่าสารสามารถควบคุมหนอนได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ระดับความต้านทานของหนอนไม่รุนแรงมาก เช่น นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ ตาก และอุตรดิตถ์ และการกินสารให้ผลดีกว่าการสัมผัสสาร

สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ต่าง ๆ ได้แก่ เดลทาเมทริน, แลมบ์ดาไซฮาโลทริน, ไซเพอร์เมทริน และเอสเฟนวาลีเรต ซึ่งสามารถฆ่าแมลงได้หลายชนิดอย่างรวดเร็ว (knock down effect) และมีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ แต่มีความเป็นพิษสูงต่อปลาและผึ้ง ตกค้างในพืชสั้น และมีพิษต่อแมลงสูง (Ware and Whitacre, 2004) อย่างไรก็ตาม หากใช้สารเหล่านี้ในปริมาณมากและต่อเนื่อง สารสามารถกระตุ้นให้หนอนใยผักสร้างความต้านทานได้อย่างรวดเร็ว (Goudegnon *et al.*, 2000) สารในกลุ่มนี้ควบคุมหนอนใยผักจากจังหวัดตาก และอุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกผักใหม่ได้เท่านั้น และให้ผลการควบคุมระดับต่ำมากในพื้นที่ปลูกผักเก่าและหรือพื้นที่ที่มีประวัติการใช้สารในกลุ่มนี้มาก่อน (Yu and Nguyen, 1996; Mohan and Gujar, 2003; Liu *et al.*, 2003) เช่น นครสวรรค์ พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ ส่วนการทดสอบด้วยการกินสารให้ผลในทำนองเดียวกัน

## สรุป

หนอนใยผัก เป็นศัตรูที่สำคัญที่สุดของพืชวงศ์กะหล่ำทั่วโลกและเกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารฆ่าแมลงที่มีความรุนแรงในการกำจัด ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ 15 ชนิด ในการควบคุมกับหนอนใยผักจากพื้นที่ปลูกผักวงศ์กะหล่ำในเขตภาคเหนือตอนล่าง นนทบุรี และเชียงใหม่ ทั้งการสัมผัสสารและกินสาร มีความแตกต่างไปตามลักษณะของพื้นที่ปลูกผัก ประวัติการใช้สาร และชนิดของสาร โดยสารที่ให้ผลในการควบคุมดีที่สุดในทุกพื้นที่คือ ไดอะเฟนไทยูรอน อินด๊อกซาคาร์บ ฟิโปรนิล สปินโนแซด โพรไทโอฟอส และ เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส ทรูริงเยนซิส อย่างไรก็ตามสารชนิดอื่น ๆ สามารถใช้ได้ผลดีเช่นกันในพื้นที่ปลูกผักใหม่ เช่น จังหวัดตาก และอุตรดิตถ์

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้จัดสรรงบประมาณให้สำหรับการดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำให้การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จตามเป้าประสงค์

## เอกสารอ้างอิง

กองกีฏและสัตววิทยา. 2547. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2547. เอกสารวิชาการ. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 284 น.

พรรณเพ็ญ ชโยภาส ปิยรัตน์ เขียนมีสุข ทวีศักดิ์ ชโยภาส และจิราภรณ์ ทองพันธ์. 2543. การศึกษาระดับความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงต่อหนอนใยผัก. หน้า 45-51. *ใน*: รายงานผลการค้รคว้าและวิจัยปี 2543. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม, กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย และณัฐวัฒน์ แย้มยิ้ม. 2538. การศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผักในคะน้า. *ใน*: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2538. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผัก ไม้ดอกและไม้ประดับ, กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วินัย รัชตปกรณ์ชัย และอนันต์ วัฒนธัญกรรม. 2532. การศึกษาระดับความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงบางชนิดต่อหนอนใยผัก. หน้า 102-114. *ใน*: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัย ปี 2532. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2545. ทิศทางการวิจัยเพื่อควบคุมหนอนใยผักในประเทศไทย. วารสารเกษตรนเรศวร 6(1): 81-98.

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ. 2550. การศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูผักของเกษตรกรในเขต ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. วารสารเกษตรนเรศวร 10(2): 73-89.

Baek, J. H., J. I. Kim, D. W. Lee, B. K. Chung T. Miyata and S. H. Lee. 2005. Identification and characterization of *ace1*-type acetylcholinesterase likely associated with organophosphate resistance in *Plutella xylostella*. Pesticide Biochemistry and Physiology 81: 164–175.

Black, B.C., R.M. Hollingworth, K.I. Ahammadsahip, C.D. Kukel and S. Donovan. 1994. Insecticidal action and mitochondrial uncoupling activity of AC-303, 630 and related homogenated pyrroles. Pesticide Biochemistry and Physiology 50: 115-128.

Cameron, P. J. and G. P. Walker. 1998. Warning: diamondback moth resistant to pesticides. Commercial Grower 53: 12-13.

Furlong, M. J. and D. J. Wright. 1994. Examination of stability of resistance and cross-resistance patterns to acylurea insect growth regulators in field populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, from Malaysia. Pesticide Science 42: 315–326.

Glare, T. R. and M. O'Callaghan. 2000. *Bacillus thuringiensis*: Biology, Ecology and Safety. John Wiley & Sons, Chichester. 350 pp.

Goudegnon, A. E., A. A. Kirk, B. Schiffers and D. Bordat. 2000. Comparative effects of deltamethrin and neem kernel solution treatments on diamondback moth and *Cotesia plutellae* (Hym., Braconidae) parasitoid populations in Cotonou peri-urban area in Benin. Journal of Applied Entomology 124: 141-144.

Greathead, D. J. 1995. Natural enemies in combination with pestticides for integrated pest management. pp. 183-197. *In*: R. Reuveni (ed.). Novel Approaches to Integrated Pest Management. CRC Press, Boca Raton.

Hayes, W. J. and E. R. Laws, Jr. 1991. Handbook of Pesticide Toxicology. Academic Press, San Diego. 1576 pp.

Hill, D.S. 1975. Agricultural Insect Pests of the Tropics and Their Control. Cambridge University Press, Cambridge. 516 pp.

Ishaaya, I., S. Yablonski and A. R. Horowitz. 1995. Comparative toxicity of two ecdysteroid agonists, RH-2485 and RH-5992, on susceptible and pyrethroid-resistant strains of the Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis*. Phytoparasitica 23: 139–145.

Kao, C. H. and E. Y. Cheng. 2001. Insecticide resistance in *Plutella xylostella* L. XI. Resistance to newly introduced insecticides in Taiwan. Journal of Agricultural Research of China 50: 80-89.

Kibata, G. N. 1996. The diamondback moth: A problem pest of Brassica crops in Kenya. pp. 47–53. *In*: A. Sivapragasam, W.H. Loke, H. A. Kadir and G.S. Lim (eds.). The Management of Diamondback Moth and other Crucifer Pests. Proceedings of the Third International Workshop, Kuala Lumpur, Malaysia.

Lee, S. C., Y. S. Cho and D. I. Kim. 1993. Comparative study of toxicological methods and field resistance to insecticides in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Korean Journal of Applied Entomology 32: 323–329.

Liu, T. X. and A. N. Sparks, Jr. 1999. Efficacies of some selected insecticides on cabbage looper and diamondback moth on cabbage in south Texas. Subtropical Plant Science 51: 54-58.

Liu, T. X., W. D. Hutchison W. Chen and E. C. Burkness. 2003. Comparative susceptibilities of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and cabbage looper (Lepidoptera: Noctuidae) from Minnesota and south Texas to lambda-cyhalothrin and indoxacarb. Journal of Economic Entomology 96(4): 1230-1236.

Mohan, M. and G. T. Gujar. 2003. Local variation in susceptibility of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) to insecticides and role of detoxification enzymes. Crop Protection 22: 495–504.

Monnerat, R. G., D. Bordat, M. C. Branco and F.H. Franca. 2001. Effect of *Bacillus thuringiensis* Berliner and chemical

insecticides on *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) and its parasitoids. Review of Agricultural Entomology 89(10): 1181.

Perez, C. J., P. Alvarado, C. Narvaez, F. Miranda, L. Hernandez, H. Vanegas, A. Hruska and A.M. Shelton. 2000. Assessment of insecticide resistance in five insect pests attacking field and vegetable crops in Nicaragua. Journal of Economic Entomology 93: 1779–1787.

Rabb, R. L. 1970. Introduction to the conference. pp. 1-5. *In*: R. L Rabb and F. E. Guthrie (ed.). Concepts of Pest Management. North Carolina State University Press, Raleigh.

Saito, T., T. Miyata and P. Keinmeesuke. 1991. Selective toxicities of insecticides between insect pests and natural enemies. pp. 131-136. *In*: E. Hodgson, R.M. Roe and N. Motoyama (eds.). Reviews in Pesticide Toxicology1: Pesticides and the Future: Toxicological Studies of Risks and Benefits. North Carolina State University, Raleigh.

Shelton, A. M., F. V. Sances, J. Hawley, J. D. Tang, M. Boune, D. Jungers, H. L. Collins and J. Farias. 2000. Assessment of insecticide resistance after the outbreak of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in California in 1997. Journal of Economic Entomology 93: 931-936.

Talekar, N. S. (ed.). 1992. Dimondback Moth and Other Crucifer Pest. Proceedings of the Second International Workshop. 10 - 14 December 1990. Asian Vegetable Resarch and Development Center. Tainan, Taiwan.

Verkerk, R. H. J. and D.J. Wright. 1996. Multitrophic interactions and management of the diamondback moth: a review. Bulletin of Entomology Research 86: 05-216.

Wright, D. J., M. Iqbal, F. Granero and J. Ferre. 1997. A change in a single midgut receptor in the diamondback moth (*Plutella xylostella*) is only in part responsible for field resistance to *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* and *B. thuringiensis* subsp. *aizawai*. Applied and Environmental Microbiology 63: 1814-1819.

Ware, G. W. and D. M. Whitacre. 2004. The Pesticide Book. 6th ed. Meister Media Worldwide, Willoughby. 488 pp.

Yu, S. J., and S. N. Nguyen. 1996. Insecticide susceptibility and detoxification enzyme activities in permethrin-selected diamondback moths. Pesticide Biochemistry and Physiology 56: 69–77.

Zhang, X. Y., H. Jie, Y.C. Yu and X. Yi. 2001. Monitoring on resistance of diamondback moth to abamectin and field control experiments in Yunnan, China. Review of Agricultural Entomology 90(5): 635-636.

Zhao, J. Z., Y. X. Li, H. L. Collins, L. Gusukuma-Minuto, R. F. L. Mau, G. D. Thompson and A.M. Shelton. 2002. Monitoring and characterization of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad. Journal of Economic Entomology 95: 430–436.

# ผลกระทบของสารฆ่าแมลงบางชนิดต่อดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani

# Impact of Certain Insecticides on Pupa of Egg Parasitoid, *Trichogramma confusum* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

*เกียรติศักดิ์ เกิดสุข[1/] วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ[1/*] ไสว บูรณพานิชพันธุ์[2/] และ จิราพร ตยุติวุฒิกุล[2/]*

*Kiattisak Kerdsuk[1/], Weerathep Pongprasert[1/*], Sawai Buranapanichpan[2/] and Jiraporn Tayutivutikul[2/]*

**Abstract:** Egg parasitoid *Trichogramma confusum* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) is an important natural enemy, commonly used to control sugarcane stemborers worldwide. Occasionally, insecticides have to be applied to reduce sugarcane insect pests especially when the outbreak occurred. However, the available information of insecticides that are high efficiency to control sugarcane insect pests but are safe to this egg parasitoid is very insufficient. Therefore, the impact of 8 common insecticides: deltamethrin, lambda cyhalothrin, cypermethrin, chlorpyrifos, carbosulfan, carbaryl, fenobucarb and fipronil on pupa of egg parasitoid, *T. confusum*, was studied in order to find the insecticides that are efficient to control the sugarcane insect pest and safe to this outstanding parasitoid. The study was conducted at the National Biological Control Research Center (NBCRC), lower northern regional office based on completely randomized design with 5 replications and 100 insect pupa in each experimental unit. The insecticides were applied by direct spraying and dipping methods. The quality and efficiency of *T. confusum* survivors were determined. Results from both application methods showed that most of pyrethroid insecticides affected *T. confusum* pupa less than the others. Deltamethrin was the least toxic in this group, followed by cypermethrin and lambda-cyhalothrin, respectively. Chlorpyrifos and carbaryl were significantly high toxicity.

**Keywords:** Egg parasitoid, *Trichogramma confusum*, sugarcane stemborer, insecticide

---

[1/]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000

[2/]ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

[2/]Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[*]Corresponding author: Tel.0-1917-9347, Fax. 0-5526-1986, E-mail address: weerathepp@yahoo.com

**บทคัดย่อ:** แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani เป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่สำคัญที่นิยมใช้ในการควบคุมหนอนกออ้อยจนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป บ่อยครั้งที่การใช้สารฆ่าแมลงเพื่อลดประชากรของแมลงศัตรูอ้อยยังคงมีความจำเป็นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อแมลงเกิดการระบาดขึ้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเกี่ยวกับสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูอ้อยและปลอดภัยต่อแมลงเบียนนั้นยังมีน้อยมาก ดังนั้นจึงได้มีการดำเนินการศึกษาผลกระทบของสารฆ่าแมลงบางชนิดต่อดักแด้แตนเบียนไข่ *T. confusum* ขึ้น เพื่อค้นหาสารฆ่าแมลงที่เหมาะสมในการควบคุมหนอนกออ้อยและมีความปลอดภัยต่อแตนเบียนไข่ *T. confusum* การศึกษาดำเนินการที่ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 5 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองใช้ดักแด้แตนเบียนจำนวน 100 ตัว ใช้สารฆ่าแมลงจำนวน 8 ชนิด คือ deltamethrin, lambda cyhalothrin, cypermethrin, chlorpyrifos, carbosulfan, carbaryl, fenobucarb และ fipronil ใช้วิธีการทดสอบ 2 วิธี คือ วิธีการพ่นสารโดยตรง และวิธีจุ่มดักแด้ลงในสาร จากนั้นทำการเปรียบเทียบคุณภาพและประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ที่รอดชีวิต ผลการศึกษาพบว่าสารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์ มีผลกระทบต่อแตนเบียนไข่ *T. confusum* น้อยกว่าสารฆ่าแมลงชนิดอื่น ๆ โดยสารที่มีผลกระทบน้อยที่สุดคือ deltamethrin ตามด้วย cypermethrin และ lambda-cyhalothrin ในขณะที่สาร chlorpyrifos และ carbaryl มีพิษสูงมาก

**คำสำคัญ:** แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* หนอนกออ้อย สารฆ่าแมลง

## บทนำ

แตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* Viggiani (Hymenoptera: Trichogrammatidae) จัดเป็นแมลงศัตรูธรรมชาติที่มีความสำคัญมากต่อการควบคุมหนอนกออ้อย (กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่, 2544; Hassan, 1993) สำหรับประเทศไทยนั้นแตนเบียนไข่ชนิดนี้สามารถลดการเข้าทำลายของหนอนกออ้อยได้สูงถึงร้อยละ 85 (รัตนา และคณะ, 2538; ชูชาติ และคณะ, 2546) การปลดปล่อยแตนเบียนนิยมปลดปล่อยแตนเบียนในระยะดักแด้ ซึ่งยังคงอาศัยอยู่ภายในไข่ของแมลงอาศัย เนื่องจากง่าย และสะดวกในการบริหารจัดการ (วีรเทพ และคณะ, 2551) โดยใช้แผ่นไข่ของแมลงอาศัยที่มีดักแด้ของแตนเบียนวางกระจายในแปลงอ้อย ให้มีอัตราการปลดปล่อยในระดับ 25,000 ตัวต่อไร่ การปลดปล่อยกระทำทุก ๆ 15 วัน

อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ปลูกอ้อยบางส่วน แม้ว่ามีการปลดปล่อยแตนเบียนไข่อย่างต่อเนื่อง แต่กลับพบว่ายังคงมีการระบาดของหนอนกออ้อยอยู่บ่อยครั้ง ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องมีการพ่นสารฆ่าแมลง เพื่อช่วยลดการระบาดของหนอนกออ้อยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าในภาวะปัจจุบันการควบคุมหนอนกออ้อยให้ได้ผล และมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องใช้วิธีการผสมผสานระหว่างการควบคุมอย่างน้อยสองวิธีการร่วมกัน เพื่อลดการระบาดของหนอนกออ้อย ประกอบกับสารฆ่าแมลงในปัจจุบันมีความหลากหลายมาก หลายชนิดมีความจำเพาะในการเข้าทำลาย บางชนิดมีความปลอดภัยต่อศัตรูธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งข้อมูลชนิดของสารฆ่าแมลงที่มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ ในการควบคุมหนอนกออ้อยได้ดี และเป็นสารที่มีอันตรายหรือมีผลกระทบต่อแตนเบียนที่ได้รับการปลดปล่อยน้อยที่สุด นั้นมีอย่างจำกัดมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แตนเบียนในระยะดักแด้ซึ่งเป็นระยะที่นิยมใช้ในการปลดปล่อย โดยมีรูปแบบการปลดปล่อยเป็นระบบเปิด แต่แม้ว่าแตนเบียนยังอยู่ภายในไข่ของแมลงอาศัยซึ่งสามารถป้องกันอันตรายจากสารฆ่าแมลงได้ระดับหนึ่ง แต่สารฆ่าแมลงหลายชนิดสามารถซึมผ่านผนังไข่ของแมลงอาศัยและมีผลต่อดักแด้แตนเบียนได้เช่นกัน

จากสภาพปัญหาการควบคุมหนอนกออ้อยที่เกิดขึ้นข้างต้น จึงได้ดำเนินการวิจัย ผลกระทบสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีผลต่อประสิทธิภาพของดักแด้แตนเบียนไข่ *T. confusum* เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมตัวอย่างแมลงเพื่อใช้ในการทดสอบ

ดำเนินการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณแตนเบียนไข่ *T. confusum* ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์บริหารศัตรูพืชพิษณุโลก กรมส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ โดยใช้ไข่ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* Stain. เป็นแมลงอาศัย นำไข่ผีเสื้อข้าวสารผ่านแสงยูวีขนาด 30 วัตต์ นาน 10 -15 นาที เพื่อไม่ให้ไข่ฟักเป็นตัวหนอน นำแผ่นไข่ดังกล่าวใส่ในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาด 17 x 24 x 5 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้แตนเบียนไข่เบียนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในอัตราส่วนเพศเมีย 1 ตัว/ไข่ผีเสื้อข้าวสาร 20 ฟอง จากนั้นจึงตัดแผ่นไข่ที่ถูกแตนเบียนไข่เบียนแล้ว ให้มีขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร (ประมาณ 100 ฟองต่อแผ่นไข่ 1 แผ่น) ตรวจเช็คการเจริญเติบโตของแตนเบียนไข่ด้วยการผ่าตัดไข่ผีเสื้อข้าวสารทุก ๆ วัน หลังจากแตนเบียนไข่เริ่มเบียน เพื่อให้ได้ระยะที่เป็นดักแด้อย่างสมบูรณ์สำหรับการทดสอบ

### การเตรียมสารฆ่าแมลง

สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบ เลือกจากคำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2547 กลุ่มวิจัยกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร สารฆ่าแมลง 8 ชนิด ส่วนความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงในการทดสอบใช้อัตราสูงสุดตามคำแนะนำของฉลากผลิตภัณฑ์ และ ใช้น้ำกลั่นเป็นสิ่งควบคุม (ตารางที่ 1)

### การประเมินผลกระทบของสารฆ่าแมลงต่อดักแด้แตนเบียนไข่ *T. confusum*

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design จำนวน 5 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองใช้แผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร ซึ่งถูกแตนเบียนไข่ *T. confusum* เบียนจำนวน 100 ฟอง และอยู่ในระยะดักแด้ (ตรวจเช็คโดยการผ่าตัดไข่ผีเสื้อข้าวสาร) วิธีการประเมินผลใช้ วิธีการจุ่มดักแด้แตนเบียน (dipping method) และวิธีการพ่นสารฆ่าแมลงโดยตรง (direct spraying method)

### การทดสอบด้วยวิธีการจุ่มดักแด้แตนเบียน

สุ่มเลือกแผ่นไข่ผีเสื้อข้าวสารขนาด 0.5x0.5 เซนติเมตร ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งถูกแตนเบียนไข่ *T. confusum* เบียนจำนวน 100 ฟอง และอยู่ในระยะดักแด้ จุ่มลงในสารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ตามอัตราที่กำหนด เป็นเวลา 1 - 2 วินาที ผึ่งให้แห้งนำไปใส่ไว้ในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำการตรวจนับจำนวนแตนเบียนไข่ที่ฟักออกจากดักแด้ ทุก ๆ วัน เป็นระยะเวลา 7 วัน โดยบันทึกข้อมูล จำนวนแตนเบียนไข่ตัวเต็มวัยที่ฟัก

Table 1 The list of selected insecticides for determining their impacts on pupa of egg parasite, *Trichogramma confusum*

| Common name | Commercial name | % a.i. and formulation | Application rate (ml or gm / 20 l of water) |
|---|---|---|---|
| Deltamethrin | Decis 3® | 3% EC | 15-20 |
| lambda cyhalothrin | Karate 2.5 EC® | 2.5% EC | 20-30 |
| Cypermethrin | Oktane 10® | 10% EC | 23-38 |
| chlorpyrifos | (Chorazon®) | 40% EC | 20-30 |
| carbosulfan | (Always®) | 20% EC | 20-40 |
| carbaryl | (Sevin 85 WP®) | 85% WP | 40-60 |
| fenobucarb | (Pigger®) | 50% EC | 40-80 |
| fipronil | (Ascend®) | 5% SC | 40-80 |

ออกมาทั้งหมด จำนวนตัวเต็มวัยที่ผิดปกติ ความสามารถในการเคลื่อนที่ ทดสอบประสิทธิภาพการเบียน และอัตราการฟักเป็นตัวเต็มวัยของลูกรุ่น $F_1$ ซึ่งการทดลองนี้พัฒนามาจากวิธีการของ Dutton and Bigler (1995) และ Andrea and Eduardo (2004)

**การทดสอบด้วยวิธีการพ่นสารฆ่าแมลงโดยตรง**

ดำเนินการเหมือนการทดสอบโดยวิธีจุ่มดักแด้ แต่แตกต่างเฉพาะการให้สารกับดักแด้ ในกรณีนี้ใช้วิธีนำแผ่นไข่ดังกล่าวข้างต้นวางบนกระดาษกรอง แล้วพ่นสารฆ่าแมลงลงบนแผ่นไข่ด้วยเครื่องพ่นสารแบบแรงดันลม โดยให้แผ่นไข่ทุกแผ่นได้รับปริมาณสารเท่ากัน

**การวิเคราะห์ผล**

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

## ผลการทดลอง

อัตราการฟักออกจากดักแด้ของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ด้วยวิธีการจุ่มดักแด้แตนเบียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 0.00-81.29 โดยแผ่นไข่ที่จุ่มสาร deltamethrin มีอัตราการฟักสูงสุด และสาร chlorpyrifos มีผลทำให้แตนเบียนไข่ไม่ฟักออกจากดักแด้ (ภาพที่ 1a) ในขณะที่ วิธีการพ่นสารฆ่าแมลงโดยตรง พบอัตราการฟักออกจากดักแด้ของแตนเบียนไข่ *T. confusum* มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 4.94-86.52 โดยแผ่นไข่ที่พ่นสาร lambda-cyhalothrin, deltamethrin, cypermethrin, fipronil และ carbosulfan มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 86.52, 81.46, 79.79, 77.56, และ 76.59 ตามลำดับ ซึ่งเป็นอัตราการฟักของแตนเบียนในระดับปกติ ส่วนสาร chlorpyrifos พบอัตราการฟักออกจากดักแด้ต่ำสุดคือ ร้อยละ 4.94 (ภาพที่ 1b)

ความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียนไข่ *T. confusum* หลังการจุ่มดักแด้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 17.21-98.57 ซึ่งสาร carbaryl พบความผิดปกติของตัวเต็มวัยแตนเบียนที่ฟักออกมามากที่สุด คือร้อยละ 98.57 ส่วนสาร deltamethrin และ cypermethrin พบน้อยที่สุด (ภาพที่ 2a) ในขณะที่ การพ่นสารฆ่าแมลงลงบนดักแด้นั้น ค่าเฉลี่ยตัวเต็มวัยมีความผิดปกติ พบในช่วงร้อยละ 14.00-68.33 โดยสาร chlorpyrifos พบตัวเต็มวัยแตนเบียนมีความผิดปกติมากที่สุด คือร้อยละ 68.33 ส่วนสาร deltamethrin, cypermethrin และ lambda–cyhalothrin พบตัวเต็มวัยมีความผิดปกติจำนวนน้อยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 14.00, 19.85 และ 18.23 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกับสภาพปกติ (ภาพที่ 2b)

การทดสอบความสามารถในการเคลื่อนที่เข้าหาแสงของแตนเบียนไข่ *T. confusum* นั้น ทั้งกรณีการจุ่มดักแด้และ พ่นสารฆ่าแมลงโดยตรง ให้ผลในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 1.00-75.00 และ 2.00-83.00 ตามลำดับ แตนเบียนตัวเต็มวัยที่รอดจากสาร deltamethrin สามารถเคลื่อนที่เข้าหาแสงได้สูงสุดทั้ง 2 กรณี และ แตนเบียนที่รอดจากการจุ่มสาร carbosulfan และ carbaryl มีสามารถเคลื่อนที่เข้าหาแสงได้ต่ำสุด ส่วนกรณีการพ่นสารนั้นสาร chlorpyrifos และ carbaryl แตนเบียนสามารถเคลื่อนที่เข้าหาแสงได้ต่ำสุด (ภาพที่ 3a, 3b)

ประสิทธิภาพการเบียนของแตนเบียนไข่ *T. confusum* ที่รอดจากการได้รับสารฆ่าแมลงทั้ง 2 วิธี มีค่าเฉลี่ยการเบียนไข่ผีเสื้อข้าวสารในลักษณะทิศทางเดียวกัน คืออยู่ในช่วง 0.00-25.00 และ 0.00-22.60 ฟองต่อแตนเบียนเพศเมีย 1 ตัวตามลำดับ โดยแตนเบียนที่รอดจากสาร deltamethrin มีค่าเฉลี่ยการเบียนสูงสุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยการเบียนของแตนเบียนปกติ แตนเบียนที่รอดจากการจุ่มดักแด้ในสาร carbosulfan และ carbaryl และพ่นสาร chlorpyrifos และcarbaryl โดยตรง นั้นสามารถเบียนไข่ผีเสื้อข้าวสารได้ต่ำมาก (ภาพที่ 4a และ 4b)

อัตราการฟักออกจากดักแด้ของลูกรุ่น F1 ของแตนเบียนไข่ *T. confusum* หลังจากได้รับสารฆ่าแมลงทั้ง 2 วิธี มีค่าเฉลี่ยในลักษณะทิศทางเดียวกัน โดยแตนเบียนที่รอดจากสาร deltamethrin มีค่าเฉลี่ยอัตราการฟักออกจากดักแด้รุ่น F1 สูงสุด ง 2 วิธี ซึ่งไม่มีความแตกต่างกับ

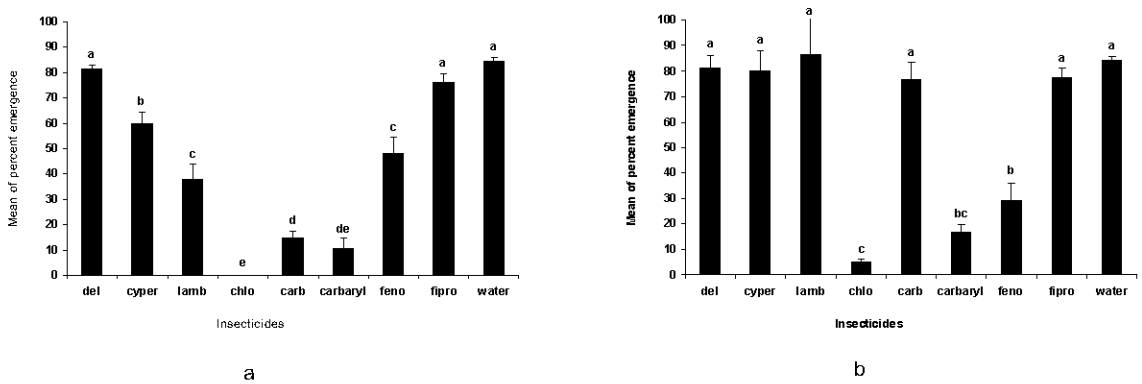



Figure 1 the means of percent emergence of *Trichogramma confusum* adults after application of insecticides by a) dipping b) direct spray The mean values with the same script are not significantly different (P-value ≥ 0.05): del = deltamethrin, cyper = cypermethrin, lamb = lambda-cyhalothrin, chlo = chlorpyrifos, carb = carbosulfan, carbaryl = carbaryl, feno = fenobucarb, fipro = fipronil

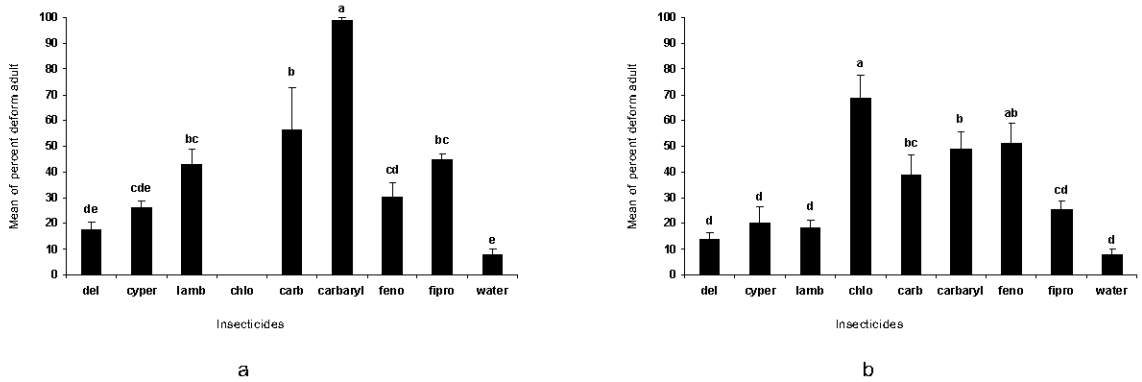
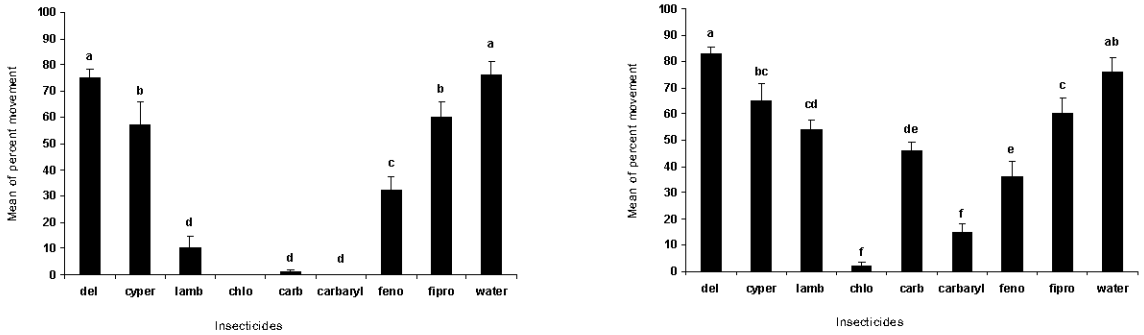



Figure 2 the means of percent deform adult of *Trichogramma confusum* after application of insecticides by a) dipping b) direct spray The mean values with the same script are not significantly different (P-value ≥ 0.05): del = deltamethrin, cyper = cypermethrin, lamb = lambda-cyhalothrin, chlo = chlorpyrifos, carb = carbosulfan, carbaryl = carbaryl, feno = fenobucarb, fipro = fipronil

ค่าเฉลี่ยการเบียนของแตนเบียนปกติ แตนเบียนที่รอดจากการจุ่มดักแด้ในสาร carbosulfan และ carbaryl และพ่นสาร chlorpyrifos และ carbaryl โดยตรง มีอัตราการฟักออกจากดักแด้รุ่น $F_1$ ในระดับต่ำสุด (ภาพที่ 5a และ 5b)

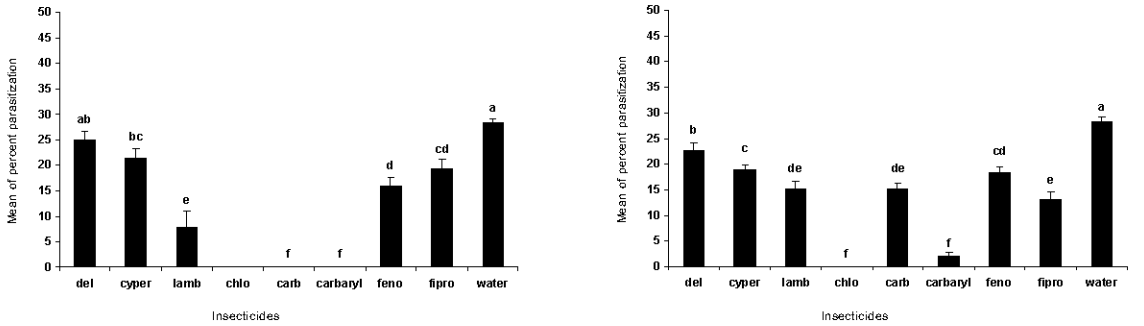
## วิจารณ์

การศึกษาผลกระทบของสารฆ่าแมลงกำจัดศัตรูอ้อยจำนวน 8 ชนิด ที่มีต่อแตนเบียนไข่ *Trichogramma confusum* ในระยะดักแด้ พบว่า การทดสอบในระยะ




a b

Figure 3 the means of percent movement of *Trichogramma confusum* adults after application of insecticides by a) dipping b) direct spray The mean values with the same script are not significantly different (P-value ≥ 0.05): del = deltamethrin, cyper = cypermethrin, lamb = lambda-cyhalothrin, chlo = chlorpyrifos, carb = carbosulfan, carbaryl = carbaryl, feno = fenobucarb, fipro = fipronil




a b

Figure 4 the means of percent parasitization of *Trichogramma confusum* adults after application of insecticides by a) dipping b) direct spray The mean values with the same script are not significantly different (P-value ≥ 0.05): del = deltamethrin, cyper = cypermethrin, lamb = lambda-cyhalothrin, chlo = chlorpyrifos, carb = carbosulfan, carbaryl = carbaryl, feno = fenobucarb, fipro = fipronil

ดักแด้ด้วยวิธีการจุ่ม (dipping) สาร deltamethrin มีอันตรายต่อแตนเบียนไข่น้อยที่สุด โดยมีผลทำให้อัตราการฟักออกจากดักแด้ลดลงเพียงเล็กน้อย และในส่วนของความผิดปกติของตัวเต็มวัย ความสามารถในการเคลื่อนที่ ประสิทธิภาพการเบียน และอัตราการฟักของลูกรุ่น F1 นั้นไม่มีความแตกต่างกับการจุ่มในน้ำกลั่น สารฆ่าแมลงที่มีอันตรายต่อแตนเบียนไข่ในระดับรองลงมา คือ cypermethrin และ lambda-cyhalothrin ตามลำดับ ซึ่งสารทั้งสองชนิดเป็นสารฆ่าแมลงที่อยู่ในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์เช่นเดียวกับ deltamethrin ผลการทดสอบในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Amanda and Brad (2002) ซึ่งพบว่าสารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์มีความเป็นพิษน้อยต่อดักแด้แตนเบียนไข่ *T. pretiosum* โดยเฉพาะอย่างยิ่ง deltamethrin

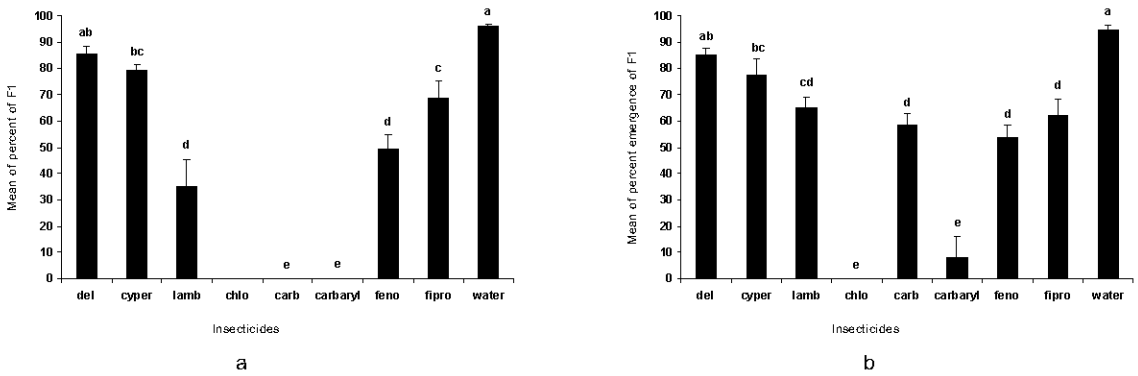



Figure 5 the means of percent emergence of *Trichogramma confusum* F1 adults after application of insecticides by a) dipping b) direct spray The mean values with the same script are not significantly different (P-value ≥ 0.05): del = deltamethrin, cyper = cypermethrin, lamb = lambda-cyhalothrin, chlo = chlorpyrifos, carb = carbosulfan, carbaryl = carbaryl, feno = fenobucarb, fipro = fipronil

ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีอันตรายต่อแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในระดับปานกลาง คือ fipronil ซึ่งมีผลต่ออัตราการฟักออกจากดักแด้เพียงเล็กน้อย แต่กลับมีผลทำให้แตนเบียนไข่ที่ฟักออกมามีความผิดปกติสูงถึงร้อยละ 50 สารฆ่าแมลงที่มีอันตรายต่อแตนเบียนไข่ในระดับสูง คือ สารฆ่าแมลงในกลุ่มคาร์บาเมต คือ สาร carbosulfan, carbaryl และ fenobucarb ซึ่งมีผลกระทบต่ออัตราการฟักออกจากดักแด้สูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาร carbaryl ที่มีผลทำให้แตนเบียนไข่ที่ฟักออกมามีความผิดปกติสูงถึงร้อยละ 98 เนื่องจากสารชนิดนี้เป็นสารที่มีพิษสูงมากกับแมลงในอันดับ Hymenoptera ซึ่งรวมถึงแตนเบียนไข่ *T. confusum* ด้วย โดยกลไกการเกิดพิษกับแมลงมีลักษณะแบบเดียวกัน (Rehman *et al.*, 1999) นอกจากนี้ สาร carbosulfan และ carbaryl ยังมีผลทำให้ความสามารถในการเคลื่อนที่ และประสิทธิภาพการเบียนลดลงอย่างมาก โดยพบว่าแตนเบียนไข่ที่ฟักออกมาหลังการจุ่มสารทั้งสองชนิดไม่สามารถเบียนไข่ผีเสื้อข้าวสารได้

ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีอันตรายต่อแตนเบียนไข่ *T. confusum* สูงที่สุด คือ chlorpyrifos ซึ่งเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต เนื่องจากการสัมผัสสารในระยะดักแด้มีผลทำให้แตนเบียนไข่ไม่สามารถฟักเป็นตัวเต็มวัยได้เลย โดยผลกระทบของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตที่เกิดขึ้นนี้สามารถเกิดขึ้นได้ในแตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ชนิดอื่น ๆ ด้วย เช่น *T. exiguum* (Suh *et al.*, 2000) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสารฆ่าแมลงแต่ละกลุ่มมีผลกระทบต่อแตนเบียนไข่ในลักษณะที่แตกต่างกัน แต่สารทุกชนิดกลับมีผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนเพศของแตนเบียนไข่ (Suh *et al.*, 2000; Amanda and Brad, 2002; Hewa-Kapuge *et al.*, 2003)

ในส่วนของการทดสอบด้วยวิธีการพ่นสารฆ่าแมลงลงบนดักแด้แตนเบียนไข่โดยตรง มีแนวโน้มเช่นเดียวกับการทดสอบด้วยวิธีการจุ่ม แต่สารฆ่าแมลงมีผลกระทบต่อแตนเบียนน้อยกว่า โดยสารฆ่าแมลงที่มีอันตรายน้อยต่อแตนเบียนไข่ในระยะดักแด้ คือ สารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ โดย deltamethrin เป็นสารที่มีอันตรายน้อยที่สุด รองลงมาได้แก่ cypermethrin และ lambda-cyhalothrin ตามลำดับ ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีอันตรายต่อแตนเบียนไข่สูงสุด คือ chlorpyrifos แม้ว่าแตนเบียนไข่บางส่วนที่ได้รับสารสามารถฟักออกจากดักแด้ได้ แต่ก็มีผลทำให้ความสามารถในการเคลื่อนที่ลดลงอย่างมาก และแตนเบียนไข่ที่ฟักออกมาไม่สามารถเบียนไข่ผีเสื้อข้าวสารได้ ซึ่งประสิทธิภาพที่ลดลงนี้เป็นดัชนีชี้วัดถึงความสำเร็จในการใช้แตนเบียนไข่ *Trichogramma* spp. ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ (Consoli *et al.*, 1998)

## สรุป

แตนเบียนไข่ *T. confusum* เป็นแตนเบียนลงทำลายไข่ของหนอนกออ้อยหลายชนิด และให้ผลการควบคุมในระดับดีมากจนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ในปัจจุบันการปลดปล่อยแตนเบียนไข่ซึ่งมักอยู่ในระยะดักแด้ ยังไม่ประสบความสำเร็จในการควบคุมหนอนกออ้อยในหลายพื้นที่ เนื่องจากได้รับผลกระทบจากการใช้สารฆ่าแมลง เพื่อแก้ไขปัญหาการควบคุมหนอนกออ้อยที่เกิดขึ้น จึงได้ศึกษาถึงผลกระทบของสารฆ่าแมลงบางชนิดที่มีต่อดักแด้แตนเบียน โดยทดสอบ และเปรียบเทียบผลของสารฆ่าแมลงกำจัดศัตรูอ้อย จำนวน 8 ชนิด กับแตนเบียนไข่ *T. confusum* ในระยะดักแด้ ภายในห้องปฏิบัติการ พบว่า สารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ มีอันตรายน้อยต่อแตนเบียนไข่ในระยะดักแด้ โดยสาร deltamethrin มีอันตรายน้อยที่สุด รองลงมา คือ cypermethrin และ lambda-cyhalothrin ตามลำดับ ส่วนสารฆ่าแมลงที่มีอันตรายสูงต่อแตนเบียนไข่ *T. confusum* คือ chlorpyrifos และ carbaryl ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงในกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต และคาร์บาเมต ตามลำดับ

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้จัดสรรงบประมาณให้สำหรับการดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคเหนือตอนล่าง ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ และศูนย์บริหารศัตรูพืชพิษณุโลก กรมส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์แตนเบียนไข่ *T. confusum* ทำให้การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จตามเป้าประสงค์

## เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่. 2544. แมลงศัตรูอ้อยโรงงาน อ้อยเคี้ยว อ้อยคั้นน้ำ และการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กองกีฏและสัตววิทยา. 2547. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2547. เอกสารวิชาการ. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 284 หน้า.

ชูชาติ หมวกละมัย, วิน เขียวหมู, บรรลุ เอี่ยมศรี และแสวง ปัญญาธีรกุล. 2546. แนวทางการใช้แตนเบียนไข่ตริโคแกรมมา (*Trichogramma* sp.) เพื่อควบคุมหนอนกออ้อย: กรณีศึกษา ตำบลทับยายเชียง อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

รัตนา นชะพงษ์, สถิตย์ ปฐมรัตน์ และ พิมลพร นันทะ. 2538. อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บดักแด้แตนเบียนไข่ *Trichogramma* sp. เพื่อชะลอการฟัก. วารสารกีฏและสัตววิทยา 17(4): 228-234.

วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บูรณพานิชพันธุ์ จิราพร ตยุติ วุฒิกุล และเกียรติศักดิ์ เกิดสุข. 2551. ผลของการเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิต่ำต่อประสิทธิภาพของแตนเบียนไข่ *Trichogramma cofusum* Viggiani ในการควบคุมหนอนกออ้อย. วารสารเกษตร 24(1): 1-12.

Amanda, C. and S. Brad. 2002. Evaluating the toxicity of insecticides on immature and adult *Trichogramma pretiosum*. *In*: Proceedings of the 11th Cotton Conference. Australia: Australian Cotton Growers Research Association, Brisbane, Australia.

Consoli, F. L., J. R. Parra and S. A. Hassan. 1998. Side effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym: Trichogrammatidae) a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). J. Appl. Entomol. 122: 43-47.

Dutton, A. and F. Bigler. 1995. Flight activity assessment of the egg parasitoid *Trichogramma brassicae* (Hym: Trichogrammatidae) in laboratory and field conditions. Entomophaga 40: 223-233.

Hassan, S. A. 1993. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control lepidopterous pests: achievements and outlook. Pestic. Sci. 37: 387-391.

Hewa-Kapuge, S., S. McDougall and A. A. Hoffmann. 2003. Effects of methoxyfenozide, indoxicarb, and other insecticides on the beneficial egg parasitoid *Trichogramma* nr. *brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatdae) under laboratory and field conditions. J. Econ. Entomol. 96: 1083-1090.

Rehman, S. U., H. W. Browning, H. N. Nigg and J. M. Harrison. 1999. Residual effects of carbaryl and dicofol on *Aphytis holoxanthus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae). Biological Control 16: 252-257.

Suh, C.P.-C., D. B. Orr and J. W. Van Duyn. 2000. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatdae) preimaginal development and adult survival. J. Econ. Entomol. 93: 577-583.

Tezze, A. A. and E. N. Botto. 2004. Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatdae). Biological Control 30: 11-16.

# การจัดการความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรในภูมินิเวศน์นาลุ่มโดยเกษตรกรในจังหวัดพะเยา

# Managing of Agrobiodiversity in Lowland Rice Ecosystems of Farmers in Phayao Province

*บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล[1/] พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ[1/] และ ช่อผกา ม่วงสุข[1/]*
*Budsara Limnirankul[1/], Phrek Gypmantasiri[1/] and Chorpaka Muangsuk[1/]*

**Abstract:** Agrobiodiversity is the basic resource for sustaining farmers' livelihoods. One approach of studying sustainability of agricultural systems is to understand farmers' management of agrobiodiversity in farmland, home gardens, and forest land, which provide bioresources for supporting households' access to food and income. This paper presents results of the study on farmers' management of agrobiodiversity in rice-based ecosystems in Phayao province. Three ecosystems with different production intensities were selected, namely organic rice system in rainfed lowland, integrated farming with pond system in rainfed lowland, and intensive lowland rice ecosystem serviced by communal irrigation system. Farmers managed agrobiodiversity to fulfill their needs for food security and income stability through commercial farming practice. Farmers independently managed agrobiodiversity for commercial production, but in certain circumstances, they organized as groups and partners with private sectors, local traders or farmer leaders for market access and entry. Management at community level was more pronounced in the case of managing forest resources when members of community participated in setting up rules and regulations that worked in practice. Farming livelihoods were then related to flow and combine utilization of bioresources between farmlands, homegardens, and forest ecosystems.

**Keywords:** Agrobiodiversity, farming livelihoods, lowland rice ecosystems

---

[1/]ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200.

[1/]Multiple Cropping Center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand.

**บทคัดย่อ:** ความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรเป็นทรัพยากรพื้นฐานค้ำจุนการดำรงชีพของเกษตรกร แนวทางหนึ่งของการศึกษาความยั่งยืนของระบบเกษตร คือ การทำความเข้าใจกับการจัดการความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรของเกษตรกรในไร่นา สวนรอบบ้าน และพื้นที่ป่า ซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรชีวภาพที่สนับสนุนการเข้าถึงอาหารและรายได้ของครัวเรือน บทความนี้ได้เสนอผลการศึกษาการจัดการความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรของเกษตรกรในภูมินิเวศน์ซึ่งมีข้าวเป็นพืชหลักในจังหวัดพะเยา โดยคัดเลือก 3 ภูมินิเวศน์ที่มีความเข้มข้นของระบบการผลิตแตกต่างกัน ได้แก่ ระบบข้าวอินทรีย์ในนาลุ่มน้ำฝน ระบบเกษตรผสมผสานที่มีสระน้ำในนาลุ่มน้ำฝน และระบบเกษตรเข้มข้นในนาลุ่มชลประทานราษฎร์ เกษตรกรได้มีการจัดการความหลากหลายชีวภาพเพื่อสนองต่อความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือนและจัดการเชิงพาณิชย์เพื่อรายได้ ในระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ครัวเรือนมีการจัดการอิสระในขณะเดียวกันบางระบบมีการรวมกลุ่มเป็นภาคีกับภาคเอกชน หรือ เกษตรกรผู้นำ เพื่อเชื่อมโยงและเข้าถึงตลาด การจัดการระดับชุมชนจะเด่นชัดในกรณีที่เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรพื้นที่ป่าซึ่งสมาชิกในชุมชนมีส่วนร่วมในการกำหนดกติกาที่นำไปปฏิบัติได้จริง วิถีชีวิตของครัวเรือนเกษตรกรจึงมีความสัมพันธ์กับการไหลของทรัพยากรชีวภาพในภูมินิเวศน์ป่า ไร่นา และสวนรอบบ้าน

**คำสำคัญ:** ความหลากหลายชีวภาพทางเกษตร การดำรงชีพทางเกษตร ระบบนิเวศน์ข้าวนาลุ่ม

## บทนำ

ความหลากหลายชีวภาพทางเกษตร ประกอบด้วย ความหลากหลายชีวภาพที่มีการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตในระบบเกษตร ได้แก่ ชนิด และความหลากหลายของพันธุ์พืช สัตว์ จุลชีพ ทั้งในระดับพันธุกรรม ชนิด และระบบนิเวศน์ ซึ่งร่วมกันค้ำจุนโครงสร้างและกระบวนการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศเกษตร เพื่อทำหน้าที่บริการด้านต่างๆ อย่างสมบูรณ์ (Jarvis *et al.*, 2007) เกษตรกรเป็นผู้จัดการใช้ประโยชน์ความหลากหลายชีวภาพ ซึ่งหลายชนิดไม่สามารถสืบพันธุ์ขยายได้หากไม่มีการจัดการที่ดีและเหมาะสม รูปแบบการจัดการมีระดับความเข้มข้นและหลากหลายแตกต่างกันตั้งแต่การปลูกพืชชนิดเดียวเชิงพาณิชย์ในพื้นที่เดียวกันหลายไร่จนกระทั่งระบบผสมผสานแบบวนเกษตร หรือ เกษตรทฤษฎีใหม่ประกอบด้วยพืชองค์ประกอบพร้อมสัตว์เลี้ยงเศรษฐกิจและไม้ยืนต้นประเภทต่าง ๆ ภายในพื้นที่เดียวกัน การเกษตรที่ใช้ปัจจัยการผลิตตั้งแต่น้อยจนถึงเข้มข้นล้วนมีผลต่อความมั่งคั่งของความหลากหลายชีวภาพในพื้นที่ ซึ่งรูปแบบการจัดการและการอนุรักษ์ควรพิจารณาพืชดั้งเดิมหรือพืชท้องถิ่น (Van der Meer and Perfecto, 2006) แต่การอนุรักษ์เพียงอย่างเดียวโดยไม่คำนึงถึงบทบาทหน้าที่และความเป็นประโยชน์ของความหลากหลายชีวภาพต่อความมั่นคงของครัวเรือนก็ยากที่จะนำไปปฏิบัติได้ (บุศรา และคณะ, 2547; Fisher *et al.*, 2006) ดังนั้นสิ่งที่ท้าทายคือการเพิ่มความหลากหลายชีวภาพเข้าไปในระบบและเพิ่มผลผลิตมวลรวมทางเกษตร ซึ่งหลายองค์กรมีความเชื่อว่าจะทำให้ระบบเกษตรมีความยืดหยุ่นและปรับตัวได้ดีในภาวะวิกฤต ดังนั้นระบบการผลิตจำเป็นต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ความหลากหลายชีวภาพทั้งในระดับฟาร์มและภูมินิเวศน์ (CIP-UPWARD, 2003)

จังหวัดพะเยาเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญ และมีพื้นที่ปลูกข้าวมากเป็นลำดับสองรองจากจังหวัดเชียงรายในภาคเหนือตอนบน ภูมินิเวศน์นาข้าวของจังหวัดพะเยามีลักษณะทางภายภาพและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำแตกต่างกัน ประกอบด้วยพื้นที่นาชลประทาน (ร้อยละ 65) และนาน้ำฝน (ร้อยละ 35) ทำให้ความเข้มข้นของการใช้ความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรเพื่อยังชีพและรายได้มีคุณสมบัติเฉพาะถิ่น ซึ่งเกี่ยวพันกับภูมินิเวศน์ สังคมและวัฒนธรรมชุมชนพร้อมทั้งโอกาสและสิ่งคุกคามจากภายนอก บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมวลความเข้าใจกับการจัดการความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรของเกษตรกรในภูมินิเวศน์ที่มีข้าวเป็นพืชหลักในจังหวัดพะเยา โดยมีคำถามหลักของงานวิจัยว่า ความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรมีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิตของเกษตรกรและนำไปสู่ความมั่นคงทางอาหารและรายได้อย่างไร ภายใต้การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบ

ทางเศรษฐกิจสังคมและการเมืองจากทั้งภายในและภายนอก เกษตรกรรายย่อยปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงเพื่อลดความเสี่ยงและรักษาสภาพความเป็นอยู่ให้เสถียรอย่างไรในระบบภูมินิเวศน์ที่แตกต่างกัน

## วิธีการศึกษา

กระบวนการศึกษาเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชน การดำเนินงานร่วมด้วยการประชุมกับผู้แทนชุมชนของทุกตำบลในจังหวัดพะเยาเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์โครงการและผลที่คาดว่าจะได้รับ ในขณะเดียวกันเพื่อศึกษาระดับความเข้าใจและความสนใจของชุมชนต่อประเด็นความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรในระบบการผลิต งานวิจัยนี้ทำการศึกษาระดับหมู่บ้านโดยคัดเลือกชุมชนปลูกข้าวนาลุ่มเป็นพืชหลัก 3 หมู่บ้านในจังหวัดพะเยาและมีรูปแบบการจัดการความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรที่ระดับครัวเรือนและชุมชนแตกต่างกัน ได้แก่ 1) บ้านศรีจอมแจ้ง ตำบลหงส์หิน อำเภอจุน เป็นพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ 2) บ้านสร้อยศรี ตำบลจุน อำเภอจุน เป็นพื้นที่นาลุ่มน้ำฝนแต่เกษตรกรได้ลงทุนขุดสระในฟาร์มเก็บกักน้ำเพื่อการเกษตร จำนวนเกษตรกรที่จะลงทุนการจัดการทรัพยากรน้ำในไร่นามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ และ 3) บ้านปัว ตำบลฝายกวาง อำเภอเชียงคำ เป็นพื้นที่นาลุ่มรับน้ำจากชลประทานราษฎร์ มีดัชนีการปลูกพืชสูงสุดแห่งหนึ่งของจังหวัดพะเยา เกษตรกรใช้พื้นที่นาลุ่มปลูกพืชตลอดปี วิธีการศึกษาประกอบด้วย 1) การวิจัยเชิงคุณภาพ ประกอบด้วยการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (participant observation) โดยการเข้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเข้าไปสังเกตพฤติกรรมในขณะร่วมกิจกรรมและเข้าไปอยู่ร่วมกับชุมชนเพื่อเข้าใจความคิดของกลุ่มเป้าหมาย (Patton,1990; Schwartz and Jacobs, 1979; อมรา, 2537) รวมถึงการสำรวจสภาพนิเวศน์ และลักษณะกายภาพ ชีวภาพร่วมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยกลุ่มเกษตรกรผู้รู้เป็นผู้จำแนกลักษณะรูปแบบการจัดการและการนำใช้ประโยชน์ระดับครัวเรือน และชุมชน 2) การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) ช่วยสะท้อนให้เห็นสภาพของปัญหาที่แท้จริงในบริบทหรือสภาพแวดล้อมของปัญหาที่กำลังศึกษา (นันทิยา และณรงค์, 2547; Whyte, 1984; Horne and Stür, 2003) เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก (อมรา, 2537) เช่น การใช้เวทีการประชุมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการสนทนากลุ่มย่อย (focus group discussion) เพื่อรวบรวมองค์ความรู้ในการจัดการ และลักษณะทางกายภาพในพื้นที่ต่อการใช้ประโยชน์ของครัวเรือน และ 3) การสัมภาษณ์ครัวเรือน เช่น การบันทึกข้อมูลรายครัวเรือนร่วมกับเกษตรกรโดยเข้าร่วมสำรวจการจัดการและการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น

## ผลการศึกษา

การศึกษาร่วมกับชุมชนพบว่า ถึงแม้เกษตรกรปลูกข้าวเป็นพืชหลักแต่วิถีชีวิตผูกพันกับการใช้ประโยชน์ความหลากหลายชีวภาพในภูมินิเวศน์ต่าง ๆ เช่น พื้นที่ป่า นาลุ่ม (นาลุ่มน้ำท่วม) สระน้ำในไร่นา และสวนรอบบ้าน เพื่อความมั่นคงทางอาหารพร้อมทั้งพัฒนาอาชีพและสร้างรายได้จากพืชต่าง ๆ นอกเหนือจากข้าว ดังนั้น การวิเคราะห์ความหลากหลายชีวภาพที่มีผลต่อวิถีชีวิตของครัวเรือนเกษตรกรจำเป็นต้องขยายมิติในการศึกษาไปสู่ระดับภูมิทัศน์ทางเกษตร (agricultural landscape) ซึ่งเกษตรกรได้อาศัยทรัพยากรชีวภาพในการดำรงชีพทั้งที่มีการวางแผนการปลูก และไม่ได้วางแผนการปลูกแต่ใช้ประโยชน์โดยตรงจากธรรมชาติ ผลการศึกษาประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) ระบบการผลิตและลักษณะพื้นที่ 2) รูปแบบการจัดการและบทบาทความหลากหลายชีวภาพต่อวิถีชีวิตชุมชน และ 3) ระดับการจัดการความหลากหลายชีวภาพ

### ระบบการผลิตและลักษณะพื้นที่

**ระบบข้าวอินทรีย์ในนาลุ่มน้ำฝนบ้านศรีจอมแจ้ง** บ้านศรีจอมแจ้งมีลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มมีแม่น้ำอิงไหลผ่าน ประกอบด้วยครัวเรือนทั้งหมด 105 ครัวเรือน ประชากรรวม 354 คน ประชากรร้อยละ 93 ประกอบอาชีพเกษตรกรรมโดยมีข้าวเป็นระบบการผลิตหลัก เกษตรกรร้อยละ 70 มีที่ดินทำกินเป็นของตนเอง พื้นที่ถือครองเฉลี่ยครัวเรือนละ 15 ไร่ เกษตรกรร้อยละ 20 ไม่มีที่ดินทำกิน และอีกร้อยละ 10 เช่าที่ดินเพิ่มเติมในพื้นที่

ใกล้เคียง เช่น บ้านจำไคร้ บ้านเกี๋ยง บ้านสักลอ บ้านปางมดแดง เป็นต้น สัดส่วนของการใช้ที่ดินสำหรับเกษตรกรรม ภาพที่ 1a พื้นที่ปลูกข้าวนาปี โดยส่วนใหญ่ปลูกข้าวเหนียว (ร้อยละ 71) และ ข้าวเจ้า (ร้อยละ 24) ไม้ผล (ร้อยละ 3) พืชไร่และพืชผัก (ร้อยละ 2) บ้านศรีจอมแจ้งเป็นตัวอย่างของเกษตรกรในพื้นที่นาลุ่มน้ำฝนที่ต้องการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับการผลิตข้าวพร้อมทั้งลดและเลิกการใช้สารเคมีทุกชนิดในระบบการผลิต และได้พัฒนาเป็นกลุ่มผลิตข้าวอินทรีย์ศรีจอมแจ้งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา จนในที่สุดได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์จาก IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movement) ทำการผลิตข้าวอินทรีย์ส่งบริษัทนครหลวงค้าข้าวไทย พื้นที่ผลิตข้าวอินทรีย์อยู่บริเวณลุ่มน้ำอิงทำให้พื้นที่บางส่วนมีน้ำท่วมขังร่วม 2 เดือน ลักษณะเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ เกษตรกรปลูกข้าวนาหว่านข้าวหอมมะลิ 105 ต้นฤดูในเดือนพฤษภาคมเพื่อให้ต้นข้าวสูงหนีภาวะน้ำท่วม นอกจากนี้เกษตรกรได้ลงทุนขุดสระส่วนหนึ่งเพื่อดักปลาที่มากับน้ำ และใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อเสริมให้กับต้นข้าวในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง หรือใช้ปลูกพืชอายุสั้นบริเวณใกล้สระน้ำ ข้าวอินทรีย์ ปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ ในสระน้ำตลอดจนพืชผักธรรมชาติในบริเวณทุ่งลอที่ได้ปรับเปลี่ยนมาเป็นพื้นที่ปลูกข้าวอินทรีย์ได้กลายเป็นแหล่งอาหารปลอดภัยของชุมชน หลังเสร็จสิ้นการทำนาเกษตรกรที่ไม่มีสวนไม้ผลจะเป็นแรงงานอพยพรับจ้างทำงานนอกพื้นที่ บางรายรับจ้างเลี้ยงวัวในหมู่บ้าน และได้อาศัยพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะในฤดูฝนและฤดูแล้งหลังจากปริมาณพืชอาหารธรรมชาติในพื้นที่นาหลังการเก็บเกี่ยวลดลง

**ระบบเกษตรผสมผสานที่มีสระน้ำในนาลุ่มน้ำฝนบ้านสร้อยศรี** บ้านสร้อยศรีประกอบด้วยครัวเรือนจำนวน 144 ครัวเรือน มีประชากรทั้งสิ้น 459 คน ประชากรร้อยละ 80 ประกอบอาชีพเกษตรกรรมและมีที่ดินทำกินเป็นของตนเองโดยมีที่ดินทำกินมากกว่า 10 ไร่ต่อครัวเรือน และมีแรงงานภาคเกษตรเฉลี่ย 2 คนต่อครัวเรือน ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของครัวเรือนเกษตรกรขนาดเล็กในปัจจุบัน สมาชิกหนุ่มสาวเคลื่อนย้ายอพยพแรงงานสู่เมืองทำให้แรงงานเกษตรในครัวเรือนไม่เพียงพอการทำนาหว่านจึงจะได้ขยายผลอย่างรวดเร็วในจังหวัดพะเยาในปัจจุบัน ลักษณะพื้นที่บ้านสร้อยศรีเป็นที่ราบลุ่มและที่ราบเชิงเขาอาศัยน้ำฝนในการผลิตเป็นหลัก โดยมีการใช้ที่ดินสำหรับปลูกข้าวเหนียว (ร้อยละ 64) ไม้พืชไร่ (ร้อยละ 28) ไม้ผลและผัก (ร้อยละ 7 และ 1) (ภาพที่ 1b) รูปแบบการใช้ที่ดินมีความแตกต่างตามสภาพนิเวศน์ พื้นที่ปลูกข้าวเป็นพื้นที่ต่อเนื่องจากที่ดอนและที่ราบเชิงเขาติดต่อกันกับพื้นที่นาลุ่มคิดเป็นร้อยละ 80 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด จำแนกออกได้เป็น 3 ระบบย่อยบนฐานของความสามารถเข้าถึงแหล่งน้ำของเกษตรกร ได้แก่ 1) *นาน้ำฝาย* (ร้อยละ 20) รับน้ำจากโครงการชลประทานราษฎร์ขนาดเล็กสามารถทำการผลิตพืชได้ต่อเนื่องตลอดทั้งปี มักประสบปัญหาน้ำหลากช่วงต้นฤดูฝนแต่ไม่ทำให้ผลผลิตเสียหาย 2) *นาน้ำฝนมีสระน้ำ* (ร้อยละ 50) เกษตรกรมีการลงทุนขุดสระน้ำในไร่นาเพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำสำรองช่วงตกกล้าต้นฤดูและปลูกพืชเศรษฐกิจหลังนาได้เป็นช่วงเวลาสั้น ๆ 3) *นาน้ำฝนไม่มีสระน้ำ* (ร้อยละ 30) เกษตรกรปลูกข้าวนาปีเพียงครั้งเดียวตามด้วยพืชเศรษฐกิจอายุสั้นและใช้น้ำน้อย เช่น หอมแดง กระเทียม ผักกาดกวางตุ้ง เป็นต้น การใช้ที่ดินบริเวณที่ราบเชิงเขาต่อเนื่องกับที่ดอนพบการผลิตไม้ผลผสมพืชไร่พืชผัก (ลำไย-ฟักทอง, ลำไย-ถั่วดำ, พืชผักตระกูลแตง) และยางพาราผสมพืชไร่ (ฟักทอง เผือก) สภาพพื้นที่มีความได้เปรียบเนื่องจากมีแหล่งน้ำใต้ดินดี เกษตรกรจึงมีการขุดสระน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดินเป็นแหล่งน้ำเสริมสนับสนุนการผลิตพืชฤดูแล้ง และใช้เลี้ยงปลาเป็นอาหารและสร้างรายได้ให้กับครัวเรือน ความหลากหลายของการผลิตจึงถูกกำหนดด้วยความสมบูรณ์ของแหล่งน้ำและโอกาสในการพัฒนาแหล่งน้ำในไร่นาของเกษตรกรด้วยตนเอง

**ระบบเกษตรเข้มข้นนาลุ่มชลประทานบ้านปัว** บ้านปัวประกอบด้วยครัวเรือนทั้งหมด 95 ครัวเรือน ร้อยละ 90 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม สภาพพื้นที่เป็นที่ราบระหว่างภูเขา พื้นที่เกษตรแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ บริเวณหลังเขาและด้านหน้าเขา บริเวณหลังเขาเป็นพื้นที่ขาดแคลนน้ำ เกษตรกรพัฒนาเป็นสวนไม้ผล (ลำไย) และใช้พื้นที่บริเวณทุ่งหญ้าสำหรับเลี้ยงวัวแบบปล่อย บริเวณด้านหน้าเขามีลำน้ำแวนและลำน้ำยวนไหลผ่าน ชุมชนได้ร่วมกันพัฒนาแหล่งน้ำด้วยการสร้างเหมืองฝาย

และชลประทานเหมืองฝายบนลำน้ำลาวปลูกพืชตลอดปี ทำให้บ้านปัวเป็นแหล่งเกษตรแบบประณีตที่มีดัชนีการปลูกพืช (cropping intensity index) สูงกว่าหมู่บ้านอื่นในตำบลฝายกวาง ระบบการปลูกพืชดั้งเดิมของบ้านปัว ได้แก่ ข้าว-ยาสูบ จนกระทั่งถูกทดแทนด้วยพืชไร่พาณิชย์หลายชนิด เช่น กระเทียม หอมแดง ถั่วลิสง มันฝรั่ง ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เมื่อสิบปีที่ผ่านมา ซึ่งมีสัดส่วนในการใช้พื้นที่ดินสำหรับที่นาร้อยละ 50 สำหรับปลูกข้าวเหนียว ร้อยละ 25 ใช้ในการปลูกพืชไร่พาณิชย์ และ ร้อยละ 13 พื้นที่สำหรับไม้ผล และอื่น ๆ เช่น ผัก ร้อยละ 12 (ภาพที่ 1c) ระบบการผลิตแบบมีสัญญาผูกพันระหว่างภาคีประเภทต่าง ๆ (เกษตรกร-บริษัทเอกชน, เกษตรกร-เกษตรกรผู้นำ-บริษัทเอกชน) ได้ทำให้ระบบเกษตรพัฒนาไปสู่เกษตรเชิงพาณิชย์ที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพ ปริมาณผลผลิตที่แน่นอน และราคาพืชผลที่เกษตรกรยอมรับได้ เกษตรกรจึงคุ้นเคยกับพืชพาณิชย์ที่มีตลาดแน่นอนและยอมรับกับความผันแปรของราคา ภาวะการพึ่งพาระหว่างเกษตรกรผู้นำและเกษตรกรในบ้านปัวด้านการผลิตและการตลาดมีส่วนทำให้ระบบเกษตรในพื้นที่มีความเข้มข้นและฟื้นฟูเศรษฐกิจของครัวเรือนบนฐานของการเกษตร ในขณะที่ชุมชนยังคงพึ่งพิงความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ป่าเป็นแหล่งอาหารธรรมชาติ

**รูปแบบการจัดการและบทบาทของความหลากหลายชีวภาพต่อวิถีชีวิตของชุมชน**

การใช้ประโยชน์ความหลากหลายชีวภาพโดยตรงในระบบการผลิตทางเกษตรและการดำรงชีพของเกษตรกรได้มีการจัดการที่ระดับครัวเรือน กลุ่มเกษตรกร และชุมชน โดยมีรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่หลากหลายและการกระจายตัวเชิงเวลาในระบบนิเวศน์ต่าง ๆ ครัวเรือนเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาได้พึ่งพิงความหลากหลายชีวภาพที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อความมั่นคงทางอาหารและรายได้ โดยกระจายตัวไปในถิ่นอาศัย หรือระบบนิเวศน์ย่อยดังนี้ 1) พื้นที่เกษตร 2) สวนรอบบ้าน 3) ป่า 4) แหล่งน้ำธรรมชาติ (หนอง บึง สระ) และ 5) แม่น้ำ

**ความหลากหลายชีวภาพในพื้นที่เกษตร (ที่นา-ที่สวน) และการใช้ประโยชน์** ความหลากหลายที่มีอยู่ในพื้นที่เกษตรได้ตอบสนองต่อการบริโภคในครัวเรือนเป็นหลัก และสร้างรายได้เสริมให้กับครัวเรือนที่ไม่มีการอพยพไปใช้แรงงานต่างพื้นที่ให้มีรายได้หมุนเวียนตลอดทั้งปี การกระจายความหลากหลายชีวภาพทั้งพืชและสัตว์ในพื้นที่นาลุ่ม และบริเวณพื้นที่รอบสระน้ำ ซึ่งรายละเอียดดังนี้

**การใช้ประโยชน์จากอาหารธรรมชาติในพื้นที่นาลุ่ม** การใช้ประโยชน์จากพืชอาหารและสัตว์ตามธรรมชาติ เพื่อเป็นอาหารพบทั่วไปในพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 หมู่บ้าน ซึ่งเป็นการประโยชน์ในเฉพาะฤดูทำนาช่วงเดือน

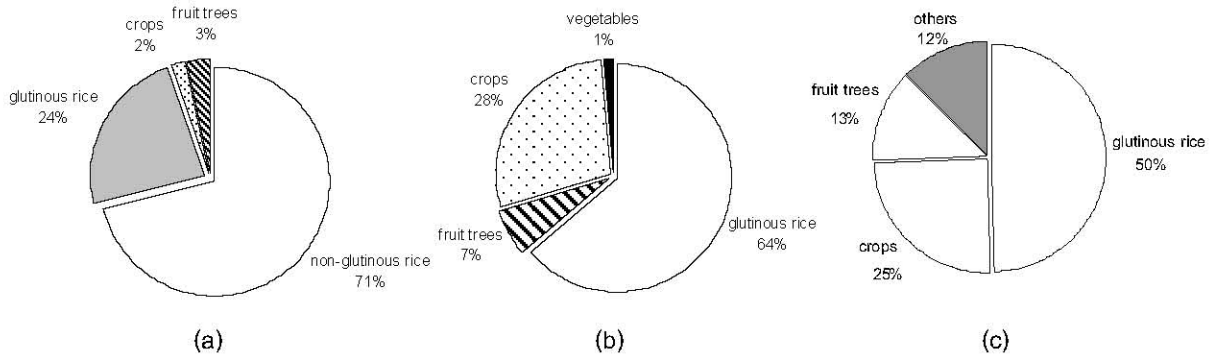



Figure 1 Percentage of land use for crop production in three studied villages; a) Ban Sri Chomchaeng b) Ban Soi Sri and c) Ban Pua.

สิงหาคม-กันยายน กรณีตัวอย่างบ้านปัวพบการใช้ประโยชน์ของพืชอาหารธรรมชาติจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ผักแว่น (*Marsilea crenata* Presl.) ผักจุมปา ผักบุ้งนา (*Ipomoea aquatica*) และพบสัตว์ที่ใช้เป็นอาหารประจำจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ ลูกอ๊อด กบ ตัวอ่อนแมลงปอ ปู ปลาหมอ ปลาดุก ปลาซิว กระจายตัวตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงกันยายน การสัมภาษณ์ผู้รู้พบว่าในเดือนกรกฎาคม 2550 มีพืชพรรณธรรมชาติที่นำมาใช้ประโยชน์ได้จำนวน 43 ชนิด จำแนกเป็น พืชอาหาร พืชสมุนไพร พืชอาหารสัตว์ ในสัดส่วนร้อยละ 37, 13 และ 50 ตามลำดับ และพบสัตว์อีก 4 ชนิดที่สามารถนำมาเป็นอาหารได้ ได้แก่ ปลาดุก ปลาสลิด หอย แมงดา เป็นต้น

**การใช้ประโยชน์จากการขุดสระน้ำในไร่นา** การเพิ่มประสิทธิภาพที่ดินโดยการขุดสระน้ำในนาข้าวพบในบ้านศรีจอมแจ้งและบ้านสร้อยศรี ได้ส่งผลต่อชนิดปริมาณความหลากหลายของพืชและสัตว์ที่พบแตกต่างกัน เกษตรกรบ้านศรีจอมแจ้งใช้ประโยชน์จากพื้นที่นาเพื่อปลูกข้าวอินทรีย์เพียงครั้งเดียวต่อปี และพบการขุดสระน้ำในพื้นที่นามากกว่า 50 จุดในพื้นที่ 1,200 ไร่ พื้นที่นาบางแห่งประสบภาวะน้ำอิงเอ่อล้นเข้าท่วมช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน เกษตรกรจึงใช้ประโยชน์จากสระน้ำเป็นบ่อดักปลาธรรมชาติ และสามารถขายช่วงเดือนมกราคมหลังเก็บเกี่ยวข้าวสร้างรายได้ให้กับครัวเรือนประมาณ 10,000-30,000 บาท ต่อสระ (ขนาดสระตั้งแต่ 0.5-1 ไร่) เกษตรกรได้ให้ข้อสังเกตว่า ปริมาณปลาที่จับได้บริเวณนาอินทรีย์จะมีน้ำหนักรวมมากกว่าบริเวณนาเคมีขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของอาหาร เช่น ไส้เดือนที่มีปริมาณมากกว่า และไม่ถูกทำลายไปจากการใช้สารเคมีในนาข้าวอย่างเข้มข้น นอกจากนี้พบว่าการใช้ประโยชน์จากพืชปลูกบริเวณสระน้ำของบ้านศรีจอมแจ้งเน้นการใช้ประโยชน์ในครัวเรือนเป็นหลัก เช่น ไม้ผล (ฝรั่ง กล้วย) ไม้ใช้สอย (ยูคาลิปตัส) และมีจำนวนน้อยชนิดไม่เข้มข้นเหมือนบ้านสร้อยศรีที่เน้นการปลูกพืชเศรษฐกิจและเลี้ยงสัตว์เพื่อสร้างรายได้ (ภาพที่ 2) เกษตรกรบ้านสร้อยศรีมีการลงทุนขุดสระน้ำในไร่นาถึงร้อยละ 50 ของพื้นที่นาทั้งหมด การใช้ประโยชน์จากสระน้ำจะเน้นเพื่อการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลังนา เช่น หอมแดง กระเทียม ไม้ผล พืชผัก พืชตระกูลแตง เผือก และยางพารา เป็นต้น ซึ่งสระน้ำส่วนใหญ่จะเพียงพอสำหรับการปลูกพืชหลังนาเพียง 1 ใน 3 ของพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบการปลูกพืชผักสวนครัวบริเวณขอบสระเพื่อสร้างรายได้รายวันให้กับครัวเรือน โดยพบหนึ่งครัวเรือนมีรายได้จากพืชผักสวนครัวมากกว่าวันละ 200 บาท และจากการสำรวจชนิดพืชปลูกบริเวณขอบสระพบ 53 ชนิด แบ่งเป็น พืชไร่พืชผัก ไม้ผล พืชผักพื้นบ้าน และไม้ใช้สอย (ภาพที่ 3) นอกจากนี้สระน้ำในไร่นาบ้านสร้อยศรียังเป็นแหล่งปลาธรรมชาติเป็นอาหารให้กับครัวเรือนแตกต่างจากสระน้ำบริเวณที่สวนที่พบการเลี้ยงปลาเชิงเศรษฐกิจ เช่น ปลานิล ปลาดุก ปลานิลแดง เป็นต้น

**ความหลากหลายชีวภาพในสวนรอบบ้านและการใช้ประโยชน์** สวนรอบบ้านมีบทบาทในการลดค่าใช้จ่ายด้านอาหารพืชผักและผลไม้เป็นแหล่งอาหารที่

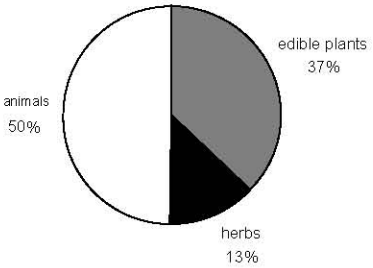



Figure 2 Proportion of natural food plants and animals in organic rice fields at Ban Sri Chomchaeng.

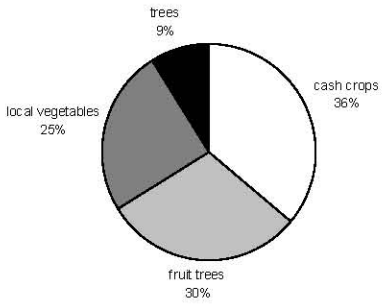



Figure 3 Proportion of crop species planted around farm ponds in Ban Soi Sri.

เข้าถึงได้ง่ายและทุกเวลาของครัวเรือน การสำรวจในบ้านปัวและบ้านศรีจอมแจ้ง พบว่า เกษตรกรทุกหลังคาเรือนมีการปลูกพืชสวนรอบบ้านเพื่อใช้เป็นอาหารในครัวเรือน ชนิดพืชปลูกส่วนใหญ่ของทั้งสองหมู่บ้าน ได้แก่ พืชผักพื้นบ้าน เช่น ตะไคร้ ข่า ขิง สะระแหน่ เป็นต้น ในสัดส่วนร้อยละ 64 และ 77 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) นอกจากนี้เกษตรกรบ้านศรีจอมแจ้งได้พัฒนาพืชป่าจำนวน 5 ชนิดเป็นพืชปลูกพื้นบ้านเพื่อสะดวกต่อการใช้ประโยชน์ ได้แก่ ผักแส้ว (*Marsdenia glabra* Cost.) พ่อค้าตีเมีย (*Selaginella argentea* Spring) ขิงแมงดา (*Zingiber kerrii*) ผักปู่ย่า (*Caesalpinia mimosoides* Lamk.) และมันปลา (*Fragraea fragrans* Roxb.)

การสำรวจค่าใช้จ่ายครัวเรือนด้านอาหารสำหรับหนึ่งมื้อต่อวันเป็นเวลาต่อเนื่อง 1 เดือน ในเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อาหารธรรมชาติทั้งพืชและสัตว์มีความสมบูรณ์มากที่สุดในถิ่นอาศัย ครัวเรือนบ้านศรีจอมแจ้งซึ่งมีถิ่นฐานติดต่อพื้นที่ป่าได้พึ่งพิงอาหารธรรมชาติจากพื้นที่ป่าและแหล่งอื่นๆ โดยมีค่าใช้จ่ายด้านอาหารเฉลี่ยเดือนละ 372 บาท (ตารางที่ 2) ในขณะที่ครัวเรือนบ้านปัวตั้งถิ่นฐานห่างจากพื้นที่ป่าและทำเกษตรแบบเข้มข้นมีการปลูกข้าวและพืชพาณิชย์อายุสั้นในฤดูฝน การพึ่งพิงอาหารจากพื้นที่ป่าไม่บ่อยครั้งเหมือนกับเกษตรกรบ้านศรีจอมแจ้งมีรายจ่ายด้านอาหารเฉลี่ยสูงกว่าบ้านศรีจอมแจ้งเป็นเท่าตัว (768 บาท) นอกจากนี้ครัวเรือนเกษตรกรในบ้านปัว (4 ครัวเรือน) ที่ใช้ประโยชน์จากสวนรอบบ้านสามารถสร้างรายได้จากการจำหน่ายผักพื้นบ้านในตลาดชุมชนซึ่งอยู่ห่างจากหมู่บ้าน 5 กิโลเมตร ได้ประมาณวันละ 200 บาท ในเดือนสิงหาคม ความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรในบริเวณสวนรอบบ้านสามารถสร้างผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจให้กับครัวเรือนมากกว่า 5,000 บาท ต่อเดือน ในภูมินิเวศน์ที่มีระบบการผลิตแบบเข้มข้นได้บ่งชี้ศักยภาพของระบบดังกล่าวที่อาจจะเหมาะสมกับครัวเรือนที่มีพื้นที่เกษตรจำกัด

**ความหลากหลายชีวภาพในพื้นที่ป่าและการใช้ประโยชน์** เกษตรกรใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของชนิดพรรณพืช สัตว์ และแมลงที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อเป็นอาหาร สมุนไพร ไม้ใช้สอย และสร้างรายได้เสริมให้กับครัวเรือนโดยอาศัยช่วงเวลาที่ว่างเว้นจากกิจกรรมภายในแปลง ดังพบในหมู่บ้านสร้อยศรีที่มีเกษตรกรหญิงจำนวน 2 ราย ใช้เวลาตั้งแต่ 7:00-13:00 น.

Table 1 Agrobiodiversity of home gardens in Ban Sri Chomchaeng and Ban Pua.

| Study sites | Vegetables | | Local vegetables | | Herbs | | Fruit trees | | Trees | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kinds | % | Kinds | % | Kinds | % | Kinds | % | Kinds | % | Kinds | % |
| Ban Sri Chomcheang* | 9 | 7 | 81 | 64 | 9 | 7 | 24 | 19 | 3 | 3 | 126 | 100 |
| Ban Pua | 4 | 11 | 27 | 77 | 2 | 6 | 2 | 6 | 0 | 0 | 35 | 100 |

* Number of household interviewed at Ban Sri Chomcheng 12 household and Ban Pua 10 household.

Table 2 Food expenditures accounted from agrobiodiversities of farm households.

| Study sites | Total expenditure (Baht) for food in a month* | | |
|---|---|---|---|
| | Minimum | Maximun | Average |
| Ban Sri Chomcheang (No. of household = 16) | 120 | 1054 | 372 |
| Ban Pua (No. of household = 10) | 378 | 1182 | 768 |

* accumulated from one meal (dinner) per day

สร้างรายได้ประมาณวันละ 80-120 บาท ประกอบอาชีพเก็บของป่าตลอดทั้งปี นอกจากนี้ยังพบว่าเกษตรกรในพื้นที่ศึกษาทุกหมู่บ้านใช้พื้นที่ป่าเป็นแหล่งอาหารสัตว์ ดังตัวอย่างการเลี้ยงวัวของเกษตรกรจำนวน 4 รายในพื้นที่ป่าบ้านศรีจอมแจ้ง ซึ่งแต่ละรายมีวัวประมาณ 30 ตัวต่อฝูง นอกจากประโยชน์โดยตรงกับครัวเรือนแล้วพื้นที่ป่ายังเป็นแหล่งต้นน้ำสำหรับพื้นที่เกษตรภายในหมู่บ้าน

ความหลากหลายของอาหารธรรมชาติในพื้นที่ป่าจำแนกตามสภาพนิเวศน์และความอุดมสมบูรณ์ได้ 2 ลักษณะ ดังนี้ 1) ป่าแพะ (Grove forest) เป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำพบบริเวณเชิงเขาใกล้กับหมู่บ้าน มีความสูงประมาณ 400 เมตร ลักษณะเป็นป่าโปร่งพื้นดัวสภาพแวดล้อมเหมาะสมสำหรับเห็ดชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีไฟป่าเป็นองค์ประกอบ ชนิดเห็ดที่พบในบริเวณนี้ได้แก่ เห็ดดิน (*Russula* spp.) เห็ดโคน (*Termitomyces* spp.) เห็ดระโงกเหลือง (*Amanita hemibapha* Berk) เห็ดถอบ (*Astraeus hygrometricus*) เป็นต้น พืชอาหารธรรมชาติที่พบ เช่น พ่อค้าตีเมีย (*Selaginella argentea* Srgentea) ผักหวานป่า (*Melientha sunavis* Pierre) นอกจากนี้ยังพบแมลงชนิดต่าง ๆ ที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้ เช่น ตัวต่อ (*Vespula* spp.) มดแดง (*Oecophylla smaragdina*) จักจั่น (*Meimuna opalifera* Walker) แมงมัน (*Carebara* spp.) เกษตรกรหญิงเป็นกลุ่มที่ใช้ประโยชน์บริเวณนี้เนื่องจากเข้าถึงได้ง่าย และใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมงในการหาอาหารสำหรับครัวเรือน 2) ป่าทึบ (Evergreen forest) เป็นป่าเบญจพรรณที่มีลักษณะเรือนไม้ทึบซ้อนกันหลายชั้น มีความอุดมสมบูรณ์สูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณลำห้วย นอกจากเป็นแหล่งอาหารแล้วยังเป็นแหล่งสมุนไพร แหล่งไม้ใช้สอย แหล่งเลี้ยงสัตว์ และเป็นพื้นที่ต้นน้ำที่สำคัญ ชนิดของพืชและสัตว์ที่เป็นอาหารมีความแตกต่างจากป่าโปร่งเชิงเขา ดังตัวอย่างพื้นที่ป่าต้นน้ำขุนห้วยสร้อยบ้านสร้อยศรีพบความหลากหลายของพืชและสัตว์กระจายตามช่วงเวลาแสดงในตารางที่ 3

Table 3 The distribution of agrobiodiversities in grove forest and evergreen forest in Ban Soi Sri.

| Kinds of agrobiodiversities | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Oecophylla smaragdina* | | | * | * | | | | | | | | |
| *Meimuna opalifera* | | | * | * | | | | | | | | |
| *Melientha suavis* Pierre | | | * | * | | | | | | | | |
| *Carebara* spp. | | | | | | * | * | * | | | | |
| *Vaspula* spp. | | | * | * | | | | | | | | |
| *Aganosma marginata* (Roxb.) G.Don. | | | * | * | | | | | | | | |
| *Lxora cibdela* Craib. | | | * | * | | | | | | | | |
| *Amorphophallus* spp. | | | | * | * | | | | | | | |
| *Curcuma aeruginosa* Roxb. | | | | * | * | | | | | | | |
| *Astraeus hygrometricus* | | | | | * | * | | | | | | |
| Butterfly pupa | | | | | * | * | * | * | | | | |
| *Russula* spp. | | | | | | | * | * | * | * | | |
| *Termitomyces* spp. | | | | | | | * | * | | | | |
| *Amanita hemibapha* Berk. | | | | | | | * | * | * | | | |
| *Zingiber kerrii* Craib. | | | | | | * | * | * | * | * | | |
| Bamboo shoot | | | | | * | * | * | * | * | * | | |

**ระดับการจัดการความหลากหลายชีวภาพ**

เกษตรกรในพื้นที่ศึกษามีการจัดการความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรในไร่นาและพื้นที่สาธารณะเพื่ออาหารและรายได้ที่ระดับต่าง ๆ เช่น ระดับครัวเรือน กลุ่ม และชุมชน ซึ่งมีลักษณะที่เป็นอิสระ โดยครัวเรือนเกษตรกรตัดสินด้วยตนเองตามเป้าหมายที่วางไว้ แต่ในขณะเดียวกันก็มีลักษณะที่พึ่งพาซึ่งกันและกันเป็นกลุ่มเพื่อการเข้าถึงตลาด หรือดำเนินการจัดการอนุรักษ์ที่ระดับชุมชนโดยมีกฎระเบียบที่ชุมชนกำหนดเพื่อการปฏิบัติร่วมกันอย่างชัดเจน ผลการศึกษาพบระดับการจัดการความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรดังนี้ 1) การจัดการระดับครัวเรือน การจัดการสวนรอบบ้านเป็นระบบดั้งเดิมเพื่อความมั่นคงทางอาหารของครัวเรือน 2) การจัดการระดับกลุ่ม เกษตรกรบ้านศรีจอมแจ้งได้รวมกลุ่มเพื่อผลิตข้าวอินทรีย์แบบพันธะสัญญากับบริษัทผู้ส่งออกจนได้รับมาตรฐานเกษตรอินทรีย์จากสถาบันรับรองต่างประเทศ เกษตรกรร่วมวางแผนการผลิตและระบบเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารเคมีในพื้นที่นาข้าว ความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสมาชิกทำให้เกิดกิจกรรมใหม่ ๆ เช่น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ และการร่วมกิจกรรมเป็นกลุ่มในการเฝ้าระวังการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ความหลากหลายชีวภาพในพื้นที่ป่า 3) การจัดการแบบผสมผสานระหว่างเกษตรกรผู้นำรายเดี่ยวกับกลุ่มผู้ผลิต เกษตรกรผู้นำในพื้นที่เกษตรชลประทานบ้านปัวมีความสามารถในการจัดหาตลาดและเจรจากำหนดราคาพืชผลกับผู้ประกอบการรายใหญ่นอกพื้นที่ ได้รวบรวมเกษตรกรในพื้นที่ในรูปแบบกลุ่มการผลิตพร้อมทั้งเสนอโอกาสด้านการผลิตและตลาดของพืชพาณิชย์ชนิดต่าง ๆ ในขณะเดียวกันเกษตรกรผู้นำที่ดำเนินการผลิตและการตลาดควบคู่กันไปนี้ได้ทดลองและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อลดความเสี่ยงก่อนการขยายพื้นที่ปลูก ระบบความเชื่อใจและระบบความช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างเกษตรกรผู้นำและชุมชนในท้องถิ่นทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตอย่างรวดเร็ว 4) การจัดการระดับชุมชนในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายชีวภาพทางเกษตร เป็นการยกระดับการบริหารจัดการระดับองค์กรที่มีกลุ่มผู้นำสามารถทำงานเป็นภาคีกับหน่วยงานภายนอก และในขณะเดียวกันสามารถโน้มน้าวให้ชุมชนเห็นพ้องถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ซึ่งจะให้ผลตอบแทนในระยะยาว

การจัดการทรัพยากรความหลากหลายชีวภาพในระบบการผลิตทางเกษตรและอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เกษตรเขตน้ำฝน ที่มีหลายระดับตั้งแต่ระดับครัวเรือน กลุ่มเกษตรกรจนถึงชุมชน นอกจากนี้ยังสัมพันธ์กับระบบภูมินิเวศน์ ศักยภาพของเกษตรกรและชุมชนในพื้นที่ ดังเห็นชัดในกรณีบ้านปัว ต.ฝายกวาง เกษตรกรผู้นำที่มีความสามารถในการจัดการด้านการผลิตและการตลาดสามารถช่วยเพิ่มทางเลือกพืชเศรษฐกิจที่เหมาะสมกับพื้นที่และความต้องการของตลาด แต่ระบบดังกล่าวที่อิงความสามารถเฉพาะตัวของเกษตรกรผู้นำมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดพืชผล และมีข้อจำกัดในการพัฒนาด้านตลาดให้กว้างไกลได้ การจัดการระดับครัวเรือนมุ่งเน้นสนองตอบความมั่นคงทางอาหารและรายได้ ในขณะที่การพัฒนาระดับกลุ่มได้เพิ่มความสามารถในการเจรจาต่อรองด้านตลาดและการเข้าถึงทรัพยากรและบริการ นอกจากนี้การจัดการทรัพยากรชีวภาพระดับชุมชนจะประกอบด้วยกฎและกติกาตามมติประชาคมที่ให้ผลประโยชน์อย่างทั่วถึงและเท่าเทียมกันในของชุมชนในและนอกพื้นที่ เกษตรกรได้ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายชีวภาพที่มีความเข้มข้น (intensification) ของการจัดการในระดับที่แตกต่างกันและทุกส่วนของภูมิทัศน์เกษตร (agricultural landscape) ที่ครัวเรือนมีสิทธิและสามารถเข้าถึงการใช้ประโยชน์

## สรุปและข้อเสนอแนะ

ความหลากหลายชีวภาพ มีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของคนในชุมชนในการสนับสนุนปัจจัยขั้นพื้นฐานสำหรับการดำรงชีวิตโดยเฉพาะในสังคมเกษตรกรรม ถึงแม้ปัจจุบันการผลิตเกษตรได้เปลี่ยนแปลงเป็นระบบการผลิตเชิงพาณิชย์ เกษตรกรไม่ได้พึ่งพาความหลากหลายชีวภาพที่มีอยู่ในท้องถิ่นเป็นหลัก แต่ความหลากหลายที่มีอยู่ในชุมชนยังคงเป็นปัจจัยสนับสนุนและสามารถเป็นตัวกำหนดผลิตภาพในระบบการผลิตได้ รูปแบบการจัดการที่เพิ่มความหลากหลายชีวภาพในความมั่นคงทางอาหารตลอดจนเพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือน

เกษตรกรพบได้ในหลายระบบ เช่น การจัดการสระน้ำในไร่นาในระบบนิเวศเกษตรซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำในการผลิตพืชหลักและพืชอื่นในฤดูแล้ง

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยนี้ได้ชี้เห็นว่าจักรกลสำคัญในการขับเคลื่อนการจัดการความหลากหลายชีวภาพ ได้แก่ *1) ผู้นำการผลิตและการตลาด* สมรรถนะของผู้นำที่สามารถเชื่อมโยงการผลิตและการตลาดได้เพิ่มความหลากหลายชีวภาพในพื้นที่เกษตร ระบบตลาดและราคายังคงเป็นปัจจัยหลักสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรในการคัดเลือกชนิดพืช พัฒนาการผลิต และขยายผล ดังนั้นการจัดการทรัพยากรที่ต้องการสร้างความสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรจำเป็นต้องมีโอกาสการจัดการและปกป้องความหลากหลายชีวภาพทุกส่วนของภูมินิเวศน์ *2) ผู้นำด้านเกษตรผสมผสาน* เกษตรกรผู้นำมีความคิดริเริ่มและแสวงหาพืชใหม่ที่มีตลาดที่ไม่ขัดแย้งต่อระบบภูมินิเวศน์และชีวภาพทางเกษตร พัฒนาให้เกิดระบบการผลิตที่หลากหลายภายในฟาร์ม สร้างรายได้ที่มั่นคงเป็นตัวอย่างใหม่ในหมู่บ้าน และ *3) ผู้นำด้านการผลิตข้าวอินทรีย์* กลุ่มได้ร่วมพัฒนานวัตกรรมด้านเกษตรอินทรีย์ภายใต้กรอบงานบริษัทและหน่วยงานรับรองมาตรฐาน ซึ่งกรรมวิธีของเกษตรอินทรีย์จะไม่เป็นปรปักษ์กับระบบภูมินิเวศน์และความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้นในการติดตามผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของรูปแบบการจัดการหรือระดับการจัดการต่าง ๆ ของความหลากหลายทางชีวภาพโดยวิธีการประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจทั้งในระดับครัวเรือนและชุมชนจำเป็นจะต้องดำเนิน การอย่างต่อเนื่องเพื่อชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของความหลากหลายชีวภาพต่อความเป็นอยู่ของครัวเรือนและชุมชน โดยเฉพาะความเสียหายทางเศรษฐกิจและนิเวศน์ในกรณีความหลากหลายชีวภาพได้รับผลกระทบจากการเขตกรรมที่ไม่เหมาะสม หรือ การจัดการถูกละเลย

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT: Biodiversity Research and Training Program) ผู้สนับสนุนทุนวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

นันทิยา หุตานุวัตร และณรงค์ หุตานุวัตร. 2547. กระบวนทัศน์เกษตรกรรมยั่งยืน หน้า 164-180.*ใน:* รายงานการสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 9-11 พฤศจิกายน 2547 ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว , เชียงใหม่.

บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล พฤกษ์ ยิบมันตะสิริ และณัชชา ลี้วิศิษฏ์พัฒนา. 2547. ความเชื่อมโยงระบบสังคมและระบบนิเวศน์เพื่อการจัดการทรัพยากรความหลากหลายชีวภาพทางเกษตรอย่างยั่งยืน. หน้า 243-251. *ใน:* รายงานการสัมมนาวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 3 ระหว่างวันที่ 9-11 พฤศจิกายน 2547 ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว , เชียงใหม่.

อมรา พงศาพิชญ์. 2537. ความหมายของการวิจัยเชิงคุณภาพ. หน้า 129 *ใน:* อุทัย ดุลยเกษม (บรรณาธิการ). คู่มือการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่องานพัฒนา. สถาบันวิจัยและพัฒนา. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

CIP-UPWARD. 2003. Conservation and Sustainable Use of Agricultural biodiversity: A Sourcebook. Vol 3. International Potato Center-Users' Perspectives with Agricultural Research and Development, Los Banos, Laguna, Philippines.

Fischer, J., D.B. Lindenmayer and A.D. Manning. 2006. Biodiversity, ecosystem function, and resilience: ten guiding principles for commodity production landscapes. Frontiers in Ecology and the Environment 4: 80-86.

Home, P.M. and W.W. Stür. 2003. Developing Agricultural Solutions with Smallholder Farmers-How to Get Started with Participatory Approaches. ACIAR Monograph No. 99. ACIAR, Canberra. 120 pp.

Jarvis, D. I., C. Padoch and H.D. Cooper. 2007. Biodiversity, agriculture, and ecosystem services. pp. 1-12. *In*: D. I. Jarvis, C. Padoch and H.D. Cooper (eds.). Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems. Columbia University Press, New York.

Patton, M.Q. 1990. Qualitative Evaluation and Research Methods. Sage Publications, Inc., Newburry Park. 536 pp.

Schwartz, H. and J. Jacobs. 1979. Qualitative Sociology: A Method to the Madness. Free Press, New York. 458 pp.

Van der Meer, P.J. and I. Perfecto. 2006. The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. Conservation Biology (21)1: 274-277.

Whyte, W.F. 1984. Learning from the Field: A Guide from Experience. Sage Publications, Inc., Newbury Park. 296 pp.

# การเสริมโยเกิร์ตต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และการลดปัญหาอุจจาระร่วงในลูกสุกรดูดนม

# Supplement of Yoghurt on Growth Performance and Reduction of Diarrhea Problem in Suckling Pigs

*ลักษมณ์ภักดิ์คณา เคนจันทึก[1/] และ ทัศนีย์ อภิชาติสรางกูร[1/]*
*Larkparkanar Kheanchantuke[1/] and Tusanee Apichartsrungkoon[1/]*

**Abstract:** The effects of yoghurt supplement on growth performance and the reduction of diarrhea problem in suckling pigs were studied. Sixty-five piglets were randomly divided into 5 groups, each comprised of 13 piglets. Group 1 served as the control (received no yoghurt). Group 2, piglets were supplemented with commercial plain yoghurt from 5-12 days of age. Group 3, piglets were supplemented with home-made yoghurt, produced from commercial yoghurt, during 5-12 days of age. Group 4, piglets were supplemented with commercial plain yoghurt during 5-21 days of age. Group 5, piglets were supplemented with home-made yoghurt, produced from commercial yoghurt during 5-21 days of age. Yoghurt was given orally twice a day, in an amount of 10 ml/piglet, from 5 to 12 days of age. For the piglets in group 4 and 5, yoghurt was given in an additional amount of 15 ml/piglet from day 13 until weaning at 21 days of age. The average daily weight gain (ADG), health condition and incidence of diarrhea in the piglets from 5 to 28 days of age were recorded. The results revealed that ADG in group 1 was significantly lower than those of the other groups ($P<0.01$). The average daily gain until 28 days of age in group 4 and 5 which got long term supplement tended to be better than those of group 2 and 3 which got short term supplement ($P>0.05$). The percentage of diarrheic piglets in group 2-5 were significantly lower than that of group 1 ($P<0.05$) and the percentage of recurring diarrheic piglets after recovery in the control group (group 1) was significantly higher than those of groups 2-5 (yoghurt groups) ($P<0.05$). In addition, it was found that home-made yoghurt had good effect similar to commercial yoghurt.

**Keywords:** Diarrhea, yoghurt, growth performance, suckling pig

---

[1/]ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

[1/]Department of Animal Science and Aquaculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

**บทคัดย่อ**: ผลของการเสริมโยเกิร์ตต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และการลดปัญหาอุจจาระร่วงในลูกสุกรดูดนมได้ศึกษาโดยใช้ลูกสุกร 65 ตัว แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 13 ตัว ใช้แผนทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต) กลุ่มที่ 2 เสริมด้วยโยเกิร์ตชนิดธรรมดาที่ผลิตในรูปการค้า ให้แก่ลูกสุกรอายุ 5-12 วัน กลุ่มที่ 3 เสริมด้วยโยเกิร์ตที่ผลิตเองโดยใช้โยเกิร์ตชนิดธรรมดาที่ผลิตในรูปการค้าเป็นหัวเชื้อ ให้แก่ลูกสุกรอายุ 5-12 วัน กลุ่มที่ 4 เสริมด้วยโยเกิร์ตชนิดธรรมดาที่ผลิตในรูปการค้า ให้แก่ลูกสุกรในช่วงอายุ 5-21 วัน กลุ่มที่ 5 เสริมด้วยโยเกิร์ตที่ผลิตเอง โดยใช้โยเกิร์ตชนิดธรรมดาที่ผลิตในรูปการค้าเป็นหัวเชื้อให้แก่ลูกสุกรในช่วงอายุ 5-21 วัน ทำการป้อนโยเกิร์ตแต่ละชนิดให้กับลูกสุกร 2 ครั้ง (เช้า - เย็น) โดยที่อายุ 5-12 วันให้โยเกิร์ตในปริมาณ 10 มล./ตัว/ครั้ง ส่วนในกลุ่มที่ 4 และ 5 เพิ่มปริมาณโยเกิร์ตเป็น 15 มล./ตัว/ครั้ง ในช่วงอายุ 13 วันจนกระทั่งหย่านมที่อายุ 21 วัน ทำการบันทึกอัตราการเจริญเติบโต และจำนวนลูกสุกรที่แสดงอาการอุจจาระร่วงตั้งแต่อายุ 5-28 วัน ผลการทดลองพบว่าลูกสุกรกลุ่มที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันต่ำกว่าทุกกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) และลูกสุกรในกลุ่มที่ 4 และ 5 ซึ่งได้รับการเสริมโยเกิร์ตระยะยาว มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งได้รับการเสริมโยเกิร์ตระยะสั้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) ค่าร้อยละของลูกสุกรที่เกิดอุจจาระร่วงในกลุ่มที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 2 - 5) ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม (กลุ่ม 1) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าค่าร้อยละของลูกสุกรในกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต มีการกลับมาป่วยด้วยอาการอุจจาระร่วงซ้ำอีกสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) การเสริมโยเกิร์ตที่ผลิตเองให้ผลดีไม่แตกต่างจากชนิดที่ผลิตเป็นการค้า

**คำสำคัญ**: อุจจาระร่วง โยเกิร์ต สมรรถภาพการเจริญเติบโต ลูกสุกรดูดนม

## คำนำ

ปัญหาที่พบได้บ่อยในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกรคือ การเกิดอาการอุจจาระร่วงของลูกสุกร ซึ่งการเกิดโรคมีหลายสาเหตุ เช่น เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งส่วนมากเป็นเชื้อ *Escherichia coli* (*E. coli*) การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม การเปลี่ยนอาหาร การพัฒนาของระบบย่อยอาหารยังไม่สมบูรณ์ และ ลูกสุกรเกิดความเครียด เป็นต้น วิธีการที่ใช้ในการป้องกัน และรักษาอาการอุจจาระร่วงในลูกสุกรมีหลายวิธี เช่น การจัดการฟาร์มที่ดี การใช้วัคซีนป้องกันโรค และการใช้ยาปฏิชีวนะ ซึ่งวิธีหลังนี้นิยมใช้กันมาก แต่จะทำให้เกิดปัญหาตามมาคือ การมีสารตกค้างในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ซึ่งเป็นพิษต่อผู้บริโภค และอาจก่อให้เกิดปัญหาการดื้อยาทั้งต่อสัตว์เองและต่อผู้บริโภคด้วย ปัจจุบันผู้บริโภคคำนึงถึงคุณภาพและความปลอดภัยในการบริโภคเนื้อสัตว์เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะผู้บริโภคในแถบยุโรป โดยได้กำหนดมาตรการด้านความปลอดภัยของอาหารขึ้น (Food Safety) เพื่อควบคุมคุณภาพอาหารตั้งแต่กระบวนการผลิตไปจนถึงผู้บริโภค ในประเทศไทยก็มีมาตรการดังกล่าว แต่ในทางปฏิบัติอาจจะยังควบคุมไม่ทั่วถึง จากผลกระทบของการใช้สารปฏิชีวนะนั้น ทำให้มีการศึกษาโดยนำหลักการทางธรรมชาติมาลดการใช้สารปฏิชีวนะในสัตว์มากขึ้น เช่น การใช้ *Lactobacillus acidophilus* เสริมในอาหารลูกสุกรเพื่อป้องกันอาการอุจจาระร่วง เป็นเวลา 2 เดือนนับตั้งแต่แรกเกิด ปรากฏว่า ลูกสุกรมีอาการอุจจาระร่วงลดลงไป 80-90 เปอร์เซ็นต์ (Jensen, 1975) นอกจากนี้ยังมีงานทดลองที่นำโยเกิร์ตที่มีเชื้อจุลินทรีย์ *Lactobacillus* spp. และ *Streptococcus thermophilus* เป็นส่วนประกอบมาใช้รักษาอาการอุจจาระร่วงในลูกสุกรที่มีสาเหตุจากเชื้อ *E. coli* พบว่าให้ผลดีไม่ต่างจากการใช้ยาปฏิชีวนะรักษา (Apichartsrungkoon *et al.*, 2003) เพราะจุลินทรีย์ที่นำมาใช้เสริมในอาหารสุกรนั้น มีคุณสมบัติเป็นโปรไบโอติก (probiotic) ที่มีส่วนช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ทำให้สัตว์มีการเจริญเติบโต และมีสุขภาพดีขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำโยเกิร์ต (yoghurt) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่ง ที่มีส่วนประกอบของจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นโปรไบโอติก มาใช้ในการปรับสมดุลของ

จุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารของลูกสุกรดูดนม เพื่อลดปัญหาการเกิดอุจจาระร่วง และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของลูกสุกร ทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### สัตว์ทดลองและวิธีการทดลอง

ใช้ลูกสุกรจากฟาร์มของภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 65 ตัว มีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 2.0 ± 0.5 กิโลกรัม แบ่งลูกสุกรออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 13 ตัว เริ่มทดลองเมื่อลูกสุกรอายุ 5 วันจนกระทั่งอายุ 28 วัน (อายุ 5-21วัน เป็นระยะดูดนม ทำการเลี้ยงแบบปกติ คือ ให้ดูดนมแม่ในคอกคลอด ส่วนที่ช่วงอายุ 22-28 วัน เป็นระยะหย่านม เลี้ยงแบบปกติ คือให้อาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในฟาร์ม) แบ่งกลุ่มทดลองดังต่อไปนี้ **กลุ่มที่ 1** กลุ่มควบคุม (เลี้ยงแบบปกติไม่เสริมโยเกิร์ต) **กลุ่มที่ 2** เสริมด้วยโยเกิร์ตชนิดธรรมดาที่ผลิตในรูปการค้า (ยี่ห้อดัชชี่®) **กลุ่มที่ 3** เสริมด้วยโยเกิร์ตที่ผลิตเอง โดยกลุ่มที่ 2 และ 3 นี้ให้โยเกิร์ตในช่วงอายุ 5-12 วัน ในปริมาณ 10 มล./ตัว/ครั้ง (เช้า-เย็น) **กลุ่มที่ 4** เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 2 แต่เสริมโยเกิร์ตในช่วงอายุ 5-21 วัน **กลุ่มที่ 5** เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 3 แต่เสริมโยเกิร์ตในช่วงอายุ 5-21 วัน โดย 2 กลุ่มหลังเพิ่มปริมาณโยเกิร์ตให้กับลูกสุกรในช่วงอายุ 13-21 วัน เป็น 15 มล./ตัว/ครั้ง (เช้า-เย็น)

โยเกิร์ตที่ผลิตเองใช้โยเกิร์ตชนิดธรรมดาที่ผลิตในรูปการค้า (ยี่ห้อดัชชี่®) เป็นหัวเชื้อ โดยมีวิธีทำดังนี้ คือ ละลายนมผงธรรมดาชนิดละลายทันที 15.5 เปอร์เซ็นต์ หางนมผง 10.0 เปอร์เซนต์ ในน้ำต้มสุก 74.5 เปอร์เซนต์ นำน้ำนมที่ได้ไปทำการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วรอจนอุณหภูมิลดลงเหลือ 40 องศาเซลเซียสจึงเติมโยเกิร์ตดัชชี่® 4 เปอร์เซนต์ คนให้เข้ากัน นำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปแช่ในอ่างน้ำแข็งประมาณ 10 นาทีเพื่อหยุดการเจริญของเชื้อ โยเกิร์ตที่ได้จะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 2 สัปดาห์ (ดัดแปลงจาก ภวัต, 2544)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยทำการสุ่มลูกสุกรจากแม่ที่คลอดในระยะทดลองเข้าทุกกลุ่มทดลอง การให้โยเกิร์ตทำวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) โดยใช้กระบอกฉีดยาที่ต่อเข้ากับสายน้ำเกลือป้อนให้ลูกสุกรกิน ในกรณีที่มีลูกสุกรแสดงอาการอุจจาระร่วงระหว่างการทดลอง ได้ทำการรักษาโดยใช้ยาปฏิชีวนะ Enrofloxacin ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ ในขนาด 2.5 มก./กก.น้ำหนักตัว เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน

เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่ลูกสุกรอายุ 5 วัน จนกระทั่งอายุ 28 วัน บันทึกอัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกร โดยการชั่งน้ำหนักเป็นรายตัวทุก 3-4 วัน และบันทึกข้อมูลจำนวนลูกสุกรที่แสดงอาการอุจจาระร่วงในช่วงที่ ทำการทดลอง

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการเกิดอาการอุจจาระร่วงของลูกสุกร โดยวิธีไคสแควร์ (บุญธรรม, 2546)

## ผลการศึกษา

### สมรรถภาพการเจริญเติบโตของลูกสุกรดูดนม

ผลการศึกษา (ตารางที่ 1) พบว่า หลังการให้โยเกิร์ตกับลูกสุกรได้ 4 วัน (ตั้งแต่อายุ 5-8 วัน) ลูกสุกรในกลุ่มที่ 2-5 มีแนวโน้มว่ามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ที่ไม่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) เมื่อลูกสุกรอายุ 12 วัน ปรากฏว่าลูกสุกรที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตทั้ง 2 ชนิด คือในกลุ่มที่ 2-5 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่ากลุ่มควบคุม (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ที่อายุ 15 วันพบว่า ลูกสุกรในกลุ่มที่ 2 และ 3 ที่หยุดการให้โยเกิร์ตตั้งแต่ อายุ 12 วัน ยังมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับลูกสุกรในกลุ่มที่ 4 และ 5 ที่ยังได้รับการเสริมโยเกิร์ตทั้ง 2 ชนิด ($P>0.05$) ส่วนน้ำหนักเฉลี่ยของลูกสุกรเมื่ออายุ 18 วัน กลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักต่ำกว่ากลุ่มที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้รับการ

Table 1 Growth performance of piglets unfed or fed with different kinds of yoghurt at different duration.

| Item | T 1 | T 2 | T 3 | T 4 | T 5 | S.E.M. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Number of piglet, head | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | |
| Average weight, g | | | | | | |
| Suckling period | | | | | | |
| - 5 days old | 2196.2 | 2353.8 | 2346.2 | 2292.3 | 2269.2 | 6.06 |
| - 8 days old | 2734.6 | 3100.0 | 3065.4 | 3026.9 | 3038.5 | 8.58 |
| - 12 days old | 3300.0[a] | 3861.5[b] | 3853.8[b] | 3861.5[b] | 3865.4[b] | 9.48 |
| - 15 days old | 3696.2[a] | 4380.6[b] | 4400.0[b] | 4384.6[b] | 4469.2[b] | 10.73 |
| - 18 days old | 4300.0[c] | 5073.1[d] | 5000.0[d] | 5100.0[d] | 5276.9[d] | 10.94 |
| - 21 days old | 4869.2[c] | 5776.9[d] | 5538.5[d] | 5876.9[d] | 5969.2[d] | 12.32 |
| Weaning period | | | | | | |
| - 24 days old | 4942.3[c] | 6030.8[d] | 5846.2[d] | 6107.7[d] | 6223.1[d] | 12.70 |
| - 28 days old | 5223.1[c] | 6338.5[d] | 6300.0[d] | 6553.8[d] | 6715.4[d] | 13.79 |
| ADG during 5-21 days of age, g/day | 157.2[c] | 201.4[d] | 187.8[d] | 210.9[d] | 217.7[d] | 0.60 |
| ADG during 5-28 days of age, g/day | 126.1[c] | 166.0[d] | 164.7[d] | 177.6[d] | 185.3[d] | 0.48 |

T1, Control group (fed no yoghurt).

T2, Fed commercial yoghurt during 5-12 days of age.

T3, Fed yoghurt produced from commercial yoghurt during 5-12 days of age.

T4, Fed commercial yoghurt during 5-21 days of age.

T5, Fed yoghurt produced from commercial yoghurt during 5-21 days of age.

[a, b] Mean in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

[c, d] Mean in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.01).

เสริมโยเกิร์ตระยะยาว คือ ได้รับในช่วงอายุ 5-21 วัน (กลุ่มที่ 4 - 5) มีน้ำหนักเฉลี่ยไม่ต่างจากกลุ่มที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตระยะสั้น คือ ช่วงอายุ 5-12 วัน (P>0.05) และเมื่อลูกสุกรหย่านมที่อายุ 21 วัน พบว่า กลุ่มที่ 1 มีน้ำหนักหย่านมต่ำกว่ากลุ่มที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) และมีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ 4 และ 5 ที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตระยะยาว มีน้ำหนักเมื่อหย่านมสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตระยะสั้น (กลุ่มที่ 2 และ 3) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) เมื่อศึกษาถึงอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) ของลูกสุกรระยะดูดนม (อายุ 5-21 วัน) พบว่า ลูกสุกรกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 1) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันต่ำกว่ากลุ่มที่ 2-5 ที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

ผลของน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของลูกสุกรหลังหย่านมเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ (ช่วงอายุ 22-28 วัน) พบว่า ที่อายุ 24 และ 28 วัน ลูกสุกรในกลุ่มที่เคยได้รับการเสริมโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 2-5) มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการ

เสริมโยเกิร์ต อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) และยังพบว่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันตั้งแต่ลูกสุกรอายุ 5 วัน จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 28 วัน ของกลุ่ม 1 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (126.1, 166.0, 164.7, 177.6 และ 185.3 กรัม/วัน ตามลำดับ, P<0.01) แต่ระหว่างกลุ่มที่ 2-5 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยในช่วงอายุ 5-28 วันไม่แตกต่างกัน (P>0.05) และเมื่อเปรียบเทียบการเสริมโยเกิร์ตที่ผลิตในรูปการค้า (กลุ่มที่ 2 และ 4) กับการเสริมโยเกิร์ตที่ผลิตเอง โดยใช้โยเกิร์ตที่ผลิตในรูปการค้าเป็นหัวเชื้อ (กลุ่มที่ 3 และ 5) พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05)

**การลดปัญหาอุจจาระร่วงในลูกสุกรดูดนม**

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนลูกสุกรที่มีอาการอุจจาระร่วงในกลุ่มที่ได้รับ และไม่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต พบว่า ในช่วงอายุ 5-12 วัน กลุ่มที่ 1 มีจำนวนลูกสุกรที่แสดงอาการอุจจาระร่วงสูงกว่ากลุ่มที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่ในช่วงอายุ 13 - 21 วัน พบว่าความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญ (P>0.05)

ส่วนในระยะหลังหย่านม (ที่อายุ 22-28 วัน) พบลูกสุกรในกลุ่มที่ 1 ป่วยด้วยอาการอุจจาระร่วงสูงกว่ากลุ่มที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แต่ระหว่างกลุ่มที่ 2-5 ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) และเมื่อพิจารณาถึงผลของแต่ละช่วงอายุของลูกสุกรที่เกิดอาการอุจจาระร่วง พบว่าในช่วงอายุ 5-12 วัน และช่วงหลังหย่านม (อายุ 22-28 วัน) ของทุกกลุ่มทดลอง มีจำนวนลูกสุกรที่เกิดอาการอุจจาระร่วงสูงกว่าช่วงอายุ 13-21 วัน อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างช่วงอายุ 5-12 วัน กับช่วงอายุ 22-28 วัน (P>0.05) จำนวนลูกสุกรทั้งหมดที่เกิดอาการอุจจาระร่วงของแต่ละกลุ่มทดลองคิด

Table 2 Number of diarrheic piglets in different period of age.

| Item | T 1 | T 2 | T 3 | T 4 | T 5 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Number of piglet, head (h) | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 65 |
| Diarrheic piglet, h (%) | | | | | | |
| Suckling period | | | | | | |
| - 5-12 days of age | 11(84.6)$^{a}$ | 4(30.8)$^{b}$ | 3(23.1)$^{b}$ | 3(23.1)$^{b}$ | 3(23.1)$^{b}$ | 24(36.9)$^{x}$ |
| - 13-21 days of age | 2(15.4) | 0(0.0) | 1(7.7) | 0(0.0) | 0(0.0) | 3(4.6)$^{y}$ |
| Weaning period | | | | | | |
| - 22-28 days of age | 10(76.9)$^{a}$ | 3(23.1)$^{b}$ | 1(7.7)$^{b}$ | 0(0.0)$^{b}$ | 1(7.7)$^{b}$ | 15(23.1)$^{x}$ |
| No. of recurring diarrheic piglet, h (%) | 10(76.9)$^{a}$ | 1(7.7)$^{b}$ | 0(0.0)$^{b}$ | 0(0.0)$^{b}$ | 1(7.7)$^{b}$ | |
| Total of diarrheic piglet, h (%) | 13(100.0)$^{a}$ | 6(46.2)$^{b}$ | 5(38.5)$^{b}$ | 3(23.1)$^{b}$ | 3(23.1)$^{b}$ | |

T1, Control group (fed no yoghurt).

T2, Fed commercial yoghurt during 5-12 days of age.

T3, Fed yoghurt produced from commercial yoghurt during 5-12 days of age.

T4, Fed commercial yoghurt during 5-21 days of age.

T5, Fed yoghurt produced from commercial yoghurt during 5-21 days of age.

$^{a,b}$ Mean in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

$^{x,y}$ Mean in the same column with different superscripts differ significantly (P<0.01).

เป็นร้อยละเท่ากับ 100, 46.2, 38.5, 23.1 และ 23.1 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าในกลุ่มที่ 1 มีลูกสุกรเกิดอาการอุจจาระร่วงมากกว่ากลุ่มที่ 2-5 อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) และพบว่าลูกสุกรในกลุ่มที่ 4 และ 5 ที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตระยะยาว (ตั้งแต่ลูกสุกรอายุ 5 วันจนกระทั่งหย่านมที่อายุ 21 วัน) มีแนวโน้มของค่าร้อยละของการเกิดอุจจาระร่วงต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตระยะสั้น (กลุ่มที่ 2 และ 3) แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) นอกจากนี้ยังพบว่าในกลุ่มที่ 1 ที่ไม่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต มีลูกสุกรที่กลับมาป่วยด้วยอาการอุจจาระร่วงมากกว่ากลุ่มที่ 2-5 ที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05)

## วิจารณ์

### สมรรถภาพการเจริญเติบโตของลูกสุกรดูดนม

จากผลการศึกษาการเสริมโยเกิร์ตต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของลูกสุกรดูดนม พบว่าใน 4 วันแรกของการทดลอง (ตั้งแต่ลูกสุกรอายุ 5-8 วัน) อัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกรในกลุ่มที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 2-5) ไม่ต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต อาจเนื่องจากในช่วงสัปดาห์แรก แม่สุกรยังมีประสิทธิภาพในการผลิตน้ำนมได้ดี เพียงพอต่อความต้องการของลูกสุกร แต่หลังจากสัปดาห์แรกไปแล้วแม่สุกรเริ่มมีปริมาณพลังงานในน้ำนมไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกสุกร (วันดี, 2546; Varley and Wiseman, 2001) ดังจะเห็นได้จากที่อายุ 12 วัน ลูกสุกรในกลุ่มที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตทั้ง 2 ชนิด (กลุ่มที่ 2-5) มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ทั้งนี้เนื่องจากโยเกิร์ตนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากน้ำนม ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนะสูง (นรินทร์, 2528; Tamime and Robinson, 1999) และมีส่วนประกอบของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ เช่น แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus* spp.) ซึ่งเป็นแบคทีเรียแลคติก (lactic acid bacteria) สามารถผลิตเอนไซม์ช่วยย่อยสลายสารอาหารต่าง ๆ ได้ (ศักดิ์ศิลป์, 2539; ฐิติมา, 2548) เช่น สามารถผลิตเอนไซม์แลคเตส (lactase) ช่วยในการย่อยสลายแลคโตส (lactose) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในน้ำนมได้ (Salminen and von Wright, 1993)

เมื่อลูกสุกรหย่านมที่อายุ 21 วัน พบว่า กลุ่มที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 2-5) มีน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ 1 ที่ไม่ได้รับการเสริมโยเกิร์ตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Premi and Bottazzi (1975) ที่ให้ลูกสุกรได้รับ *Lactobacillus acidophilus* วันละ $10^8$ โคโลนี ตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งหย่านมเมื่ออายุ 20 วัน ทำให้ลูกสุกรมีน้ำหนักหย่านมดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับ 5 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ วิโรจน์ (2522) รายงานว่า การให้ลูกสุกรกินแบคทีเรียแลคติกในช่วงดูดนม มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตเมื่อหย่านมที่อายุ 30 วันดีกว่าลูกสุกรกลุ่มที่ไม่ได้กิน

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของลูกสุกรหลังหย่านมที่อายุ 21 วัน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ (ช่วงอายุ 22-28 วัน) พบว่า ลูกสุกรกลุ่มที่ 2-5 ที่เคยได้รับการเสริมโยเกิร์ตในช่วงดูดนม มีน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโต สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เคยได้รับการเสริมโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) อาจเป็นเพราะลูกสุกรในกลุ่มที่ 2-5 ที่เคยได้รับการเสริมโยเกิร์ตมีน้ำหนักเมื่อหย่านมที่อายุ 21 วันสูง ร่างกายจึงมีความสมบูรณ์ และมีระบบทางเดินอาหารที่มีการพัฒนาดีเนื่องจากได้รับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในโยเกิร์ต ประกอบกับในช่วงหย่านมใหม่ลูกสุกรเกิดความเครียด และมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะโครงสร้างของเยื่อบุในทางเดินอาหาร ทำให้ย่อยอาหารได้ไม่ดี เพราะมีน้ำย่อยไม่เพียงพอ (วันดี, 2546; Varley and Wiseman, 2001) ในขณะที่ลูกสุกรที่เคยได้รับการเสริมโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 2-5) ได้รับผลกระทบดังกล่าวน้อยมาก ดังจะเห็นได้จากน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากลุ่มที่ 1 ที่ไม่เคยได้รับการเสริมโยเกิร์ตอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

### การลดปัญหาอุจจาระร่วงในลูกสุกรดูดนม

จากการศึกษาพบว่า ในช่วงอายุ 5-12 วัน กลุ่มที่ 1 มีจำนวนลูกสุกรป่วยด้วยอาการอุจจาระร่วงสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการเสริมโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 2-5) อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ซึ่งแสดงว่า โยเกิร์ตมีประสิทธิภาพ ในการ

ป้องกันอาการอุจจาระร่วงในลูกสุกรดูดนม เนื่องจากในโยเกิร์ตมีเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ ซึ่งได้แก่ *Lactobacillus* spp. และ *Streptococcus thermophilus* ที่สามารถปรับสมดุลภายในระบบทางเดินอาหารให้มีจำนวนเชื้อจุลชีพที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *E. coli* ลดลงได้ (ชินะทัตร์, 2531)

การที่ค่าร้อยละของจำนวนลูกสุกรที่เคยได้รับโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 2-5) เกิดอาการอุจจาระร่วงในช่วงอายุ 22-28 วัน ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่เคยได้รับโยเกิร์ตอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเสริมโยเกิร์ตในระยะดูดนมสามารถส่งผลป้องกันอาการอุจจาระร่วงไปจนถึงระยะหย่านมได้ และเมื่อดูผลรวมจำนวนลูกสุกรที่เกิดอาการอุจจาระร่วง จะเห็นว่าลูกสุกรในกลุ่มที่ 1 ที่ไม่เคยได้รับโยเกิร์ตเกิดอาการอุจจาระร่วงทุกตัว ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มที่ 2-5 ที่เคยได้รับการเสริมโยเกิร์ตอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และลูกสุกรในกลุ่มที่เคยได้รับโยเกิร์ต (กลุ่มที่ 2-5) มีอัตราการกลับมาป่วยด้วยอาการอุจจาระร่วงอีกต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนการใช้โยเกิร์ตทั้ง 2 ชนิดเสริมให้กับลูกสุกร ทั้งในระยะสั้น และระยะยาวนั้น ให้ผลไม่แตกต่างกัน ในด้านการป้องกันอาการอุจจาระร่วง และในด้านการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต แต่การเสริมโยเกิร์ตให้กับลูกสุกร ในระยะยาว มีแนวโน้มที่จะช่วยลดการเกิดอาการอุจจาระร่วง และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตใน ลูกสุกรได้ดีกว่าการเสริมในระยะสั้น นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้โยเกิร์ตที่ผลิตในรูปการค้า ให้ผลในการป้องกันอาการอุจจาระร่วง และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในลูกสุกรได้ดีไม่แตกต่างจากโยเกิร์ตที่ผลิตเองโดยใช้โยเกิร์ตที่ผลิตในรูปการค้าเป็นหัวเชื้อ

## สรุป

การเสริมโยเกิร์ตในลูกสุกรดูดนม ทั้งในระยะสั้น (ช่วงอายุ 5-12 วัน) และระยะยาว (ช่วงอายุ 5-21 วัน) ช่วยลดอัตราการเกิดอาการอุจจาระร่วง และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของลูกสุกร โดยมีผลในระยะดูดนม (ช่วงที่ได้รับโยเกิร์ต) และครอบคลุมไปจนกระทั่งหลังหย่านม 1 สัปดาห์ นอกจากนี้การใช้โยเกิร์ตที่ผลิตในรูปการค้าหรือโยเกิร์ตที่ผลิตเองโดยใช้โยเกิร์ตที่ผลิตในรูปการค้าเป็นหัวเชื้อ ให้ผลในการป้องกันอุจจาระร่วงและเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในลูกสุกรได้ดีไม่แตกต่างกัน

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่อนุเคราะห์สุกรสำหรับการทดลอง

## เอกสารอ้างอิง

ชินะทัตร์ นาคะสิงห์. 2531. การใช้มันสำปะหลังหมักแลคโตบาซิลลัสโปรตีนสูงในอาหารลูกสุกรหย่านม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 88 หน้า.

ฐิติมา ทรงคุณ. 2548. ผลของสารสกัดแลคโตบาซิลลัสต่อสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของสุกรแม่พันธุ์. หน้า 1–17. *ใน*: สัมมนาปริญญาโท (356792). ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นรินทร์ ทองศิริ. 2528. เทคโนโลยีอาหารนม. นำอักษรการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 181 หน้า.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2546. สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย. สำนักพิมพ์จามจุรีโปรดักส์, กรุงเทพฯ. 512 หน้า.

ภวัต สังขะวัฒนะ. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมหมักคล้ายโยเกิร์ตโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์โปรไบโอติก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.143 หน้า.

วันดี ทาตระกูล. 2546. สุกรและการผลิตสุกร. นพบุรีการพิมพ์, เชียงใหม่. 374 หน้า.

วิโรจน์ วนาสิทธิชัยวัฒน์. 2522. ผลของการให้กินเชื้อบักเตรีแลคติคต่อการเจริญเติบโตของสุกร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 92 หน้า.

ศักดิ์ศิลป์ นุกิจรังสรรค์. 2539. ผลการเสริมเอ็นไซม์หลายชนิดและกรดซิตริกต่อการย่อยได้ของ

โภชนะและสมรรถนะการเจริญเติบโตของลูกสุกรหลังหย่านม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 169 หน้า.

Apichartsrungkoon, T., A. Khad-Tiya, S. Jaturasitha, N. Simasatitkul, U. Ter Meulen and T. Vearasilp. 2003. Effect of yoghurt on Colibacillosis treatment in piglets. pp. 262. *In*: Proceedings of the Symposium on Technological and Institutional Innovations for Sustainable Rural Development. University of Göttingen, Germany.

Jensen, H. 1975. Biological effect of feeding pigs with *Lactobacillus acidophilus*. J. Dairy Sci. Abstr. 37(280): 2906.

Premi, L. and V. Bottazzi. 1975. Use of Lactobacilli in the control of intestinal disturbances of pigs. J. Dairy Sci. Abstr. 37(266): 2737.

Salminen, S. and A. von Wright. 1993. Lactic Acid Bacteria. Marcel Dekker, Inc., New York. 442 pp.

Tamime, A.Y. and R.K. Robinson. 1999. Yoghurt: Science and Technology. Woodhead Publishing Limited, Cambridge. 606 pp.

Varley, M.A. and J. Wiseman. 2001. The Weaner Pig: Nutrition and Management. CABI Publishing, Wallingford. 356 pp.

# ผลของการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งต่อพฤติกรรมและผลผลิตของกระบือปลักที่เลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็ม

# Effect of Dry Cassava Leaf Supplement on Behaviour and Production of Grazing Swamp Buffaloes

*พิพัฒน์ สมภาร[1/] อนุชาติ ตั้งภูมิระพีวงศ์[1/] สุพรชัย ฟ้ารี[2/] และ สุริยะ สะวานนท์[3/]*

*Pipat Somparn[1/], Anuchat Tangphoomrapeewong[1/], Supomchai Faree[2/] and Suriya Sawanon[3/]*

**Abstract:** The study was undertaken to examine the effect of dry cassava leaf supplement and different grazing periods on behaviour and production of swamp buffaloes. A grazing trial was conducted from March to June 2008 at Surin Livestock Research and Breeding Center, Surin Province. The experimental period was divided into two 40-day sub-periods, i.e. dry and early wet seasons, with a 20-day transition period. Eighteen 2-year-old swamp buffalo heifers were divided into six groups, each of three heifers, with the mean group weights being similar. Two groups were randomly assigned to each of three temporal patterns of pasture provision as follows: access to pasture from 06.00 h to 06.00 h (24-h treatment, DN), access between 06.00 h and 18.00 h (daytime treatment, D) or access between 18.00 h and 06.00 h (nighttime treatment, N). The six groups grazed separate 3-rai paddocks of ruzigrass. When not at pasture, the animals allocated to treatments D and N were kept in a common corral with free access to fresh drinking water and mineral blocks. Dry cassava leaf (*Manihot esculenta* Crantz) was offered at about 1% of body weight each day to animals on treatments D and N. Individual animal activities were recorded by visual observations conducted at 5-min intervals throughout 3 days in each period. The results showed that buffaloes on DN treatment spent longer ($P<0.05$) grazing and had more grazing meals

[1/]ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12121

[2/]ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุรินทร์ ตำบลนาบัว อำเภอเมือง สุรินทร์ 32000

[3/]ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอกำแพงแสน นครปฐม 73140

[1/]Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Klong Luang, Pathum Thani 12121, Thailand

[2/]Surin Livestock Research and Breeding Center, Mueang, Surin, 32000, Thailand

[3/]Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen, Nakhon Pathom 73140, Thailand

(P<0.05) than those on treatments D and N. Although the total ruminating time between some treatments differed by more than 1 h, these differences were not significant. Estimated total intake was greater (P<0.05) for the supplemented buffaloes (D and N) than the unsupplemented buffaloes. Buffaloes supplemented with dry cassava leaf gained weight, while buffaloes on the 24-h treatment (DN) lost 0.13 kg body weight per day during sub-period 1 (dry season). During sub-period 2 (early wet season) even though all treatments gain weight, the supplemented buffaloes had significantly higher average daily gain (0.61 and 0.77 vs. 0.33 kg/head/day on treatments D, N and DN respectively, P<0.05). It is suggested that during the dry season, offering them a supplement of dry cassava leaf will enhance the buffalo production.

**Keywords:** Swamp buffalo, dry cassava leaf, protein supplementation, grazing behaviour

**บทคัดย่อ:** ศึกษาอิทธิพลของการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งและการปล่อยแทะเล็มในช่วงเวลาต่างกันต่อพฤติกรรมและการให้ผลผลิตของกระบือปลัก ดำเนินการทดลองในช่วงเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน 2551 ณ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง ช่วงละ 40 วัน คือในฤดูแล้งและต้นฤดูฝน โดยมีระยะพักระหว่างช่วง 20 วัน กระบือปลักสาวอายุ 2 ปี จำนวน 18 ตัว ถูกแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัว โดยให้แต่ละกลุ่มมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยใกล้เคียงกัน สุ่มกระบือให้ได้รับทรีทเมนต์ ๆ ละ 2 กลุ่มดังนี้ 1) ปล่อยกระบือแทะเล็ม 24 ชั่วโมง 2) ปล่อยแทะเล็มเฉพาะเวลากลางวัน และ 3) ปล่อยแทะเล็มเฉพาะเวลากลางคืน โดยแยกเลี้ยงในแปลงหญ้ารูซี่ขนาด 3 ไร่ กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะเวลากลางวันหรือกลางคืน เมื่อไม่ปล่อยแทะเล็ม จะถูกเลี้ยงไว้ในคอก ซึ่งมีน้ำสะอาดให้ดื่มและแร่ธาตุก้อนให้เลียตลอดเวลา โดยในแต่ละวันจะมีการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งให้เฉลี่ยตัวละ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว กิจกรรมต่าง ๆ ของกระบือจะถูกบันทึก โดยใช้วิธีการสังเกตสัตว์แต่ละตัวโดยตรงทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 3 วัน ในแต่ละช่วงของการทดลอง ผลจากการศึกษาพบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ใช้เวลาในการแทะเล็มนานกว่า (P<0.05) และมีจำนวนมื้อในการแทะเล็มมากกว่า (P<0.05) แต่ใช้เวลาในการเคี้ยวเอื้องไม่แตกต่างจากกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืน การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งทำให้กระบือกินอาหารได้มากกว่า (P<0.05) กลุ่มไม่เสริมที่ปล่อยแทะเล็มตลอด 24 ชั่วโมง ในฤดูแล้ง กระบือที่ได้รับการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งสามารถรักษาน้ำหนักตัวให้คงที่ ในขณะที่กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงสูญเสียน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.13 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนในช่วงต้นฤดูฝนแม้ว่ากระบือทั้ง 3 กลุ่มจะมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มที่ได้รับการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งมีการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมอย่างมีนัยสำคัญ (0.61 และ 0.77 เทียบกับ 0.33 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในทรีทเมนต์ที่ 2, 3 และ 1 ตามลำดับ, P<0.05) การศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริมใบมันสำปะหลังแห้ง จะช่วยทำให้กระบือที่ปล่อยแทะเล็มมีผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง

**คำสำคัญ:** กระบือปลัก ใบมันสำปะหลังแห้ง การเสริมโปรตีน พฤติกรรมการแทะเล็ม

## คำนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกส่งผลให้อุณหภูมิของโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ รวมทั้งยังทำให้ปริมาณน้ำฝนมีความผันแปรค่อนข้างมาก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ย่อมส่งผลกระทบทั้งทางตรง (เช่น เครียดจากความร้อน) และทางอ้อม (ปริมาณและคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ลดลง) ต่อการเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นเพื่อให้ระบบการเลี้ยงสัตว์เกิดขึ้นอย่างยั่งยืน เกษตรกรจึงต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการเลี้ยงสัตว์เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนแปลง

ระบบการเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะการเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มเป็นรูปแบบหนึ่งในการเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ต้นทุนต่ำ

แต่ปัญหาหลักของระบบนี้คือต้องอาศัยน้ำฝน รวมถึงการจัดการแปลงหญ้าที่ดี เพื่อให้สัตว์ได้รับอาหารหยาบคุณภาพดีตลอดทั้งปี อย่างไรก็ตามอาหารหยาบคุณภาพดีมักจะขาดแคลนในช่วงฤดูแล้ง มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินร่วนปนทราย ความชื้นต่ำและอุณหภูมิสูง ซึ่งใบของมันสำปะหลังนับว่าเป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีคุณภาพดี มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบถึง 25 เปอร์เซ็นต์ งานวิจัยในสัตว์เคี้ยวเอื้องแสดงให้เห็นว่าโคและกระบือที่ปล่อยแทะเล็ม ระหว่างเวลา 10.00-16.00 น. และเสริมใบมันสำปะหลังแห้งให้เต็มที่ในช่วงกลางคืน สามารถทำให้น้ำหนักตัวและการกินได้เพิ่มขึ้น (Granum *et al.*, 2007) นอกจากนี้การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งยังช่วยให้การย่อยได้ของพืชอาหารสัตว์คุณภาพต่ำเพิ่มขึ้นด้วย (Wanapat *et al.*, 1992) อย่างไรก็ตามงานวิจัยเกี่ยวกับการเสริมอาหารหยาบคุณภาพดีให้กับกระบือในระบบการเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มยังมีน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งต่อปริมาณอาหารที่กินได้และพฤติกรรมของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะเวลากลางวันหรือกลางคืน โดยเปรียบเทียบกับกระบือที่ปล่อยแทะเล็มตลอดเวลาแต่ไม่มีการเสริม ใบมันสำปะหลังแห้ง

## อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยได้ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุรินทร์ ตำบลนาบัว อำเภอเมือง สุรินทร์ ระหว่างวันที่ 17 มีนาคม 2551 ถึง 24 มิถุนายน พ.ศ. 2551 โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ฤดูแล้ง (17 มีนาคม- 25 เมษายน 2551) และช่วงที่ 2 ต้นฤดูฝน (16 พฤษภาคม-24 มิถุนายน 2551)

### 1. การจัดการสัตว์ทดลอง

กระบือปลักเพศเมียอายุประมาณ 2 ปี จำนวน 18 ตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ย 297.61 ± 16.51 กิโลกรัม ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้ารูซี่ ขนาด 18 ไร่ โดยแบ่งออกเป็น 6 แปลงย่อย ๆ ละ 3 ไร่ สุ่มกระบือออกเป็น 6 กลุ่ม ๆ ละ 3 ตัว โดยจัดให้กระบือแต่ละกลุ่มมีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกันมากที่สุด จากนั้นสุ่มให้ได้รับทรีทเมนต์ดังนี้ 1) ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง 2) ปล่อยแทะเล็ม 12 ชั่วโมง เฉพาะช่วงกลางวัน (06.00-18.00 น.) และ 3) ปล่อยแทะเล็ม 12 ชั่วโมงเฉพาะช่วงกลางคืน (18.00-06.00 น.) ภายในแปลงหญ้ามีต้นไม้ขนาดใหญ่สำหรับใช้เป็นร่มเงาแก่สัตว์ขึ้นกระจายอยู่ทั่วแปลง มีน้ำสะอาดให้ดื่มและแร่ธาตุก้อนให้เลียตลอดเวลา

กระบือที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ 2 และ 3 จะถูกขังไว้ในคอกพื้นคอนกรีตในช่วงที่ไม่ปล่อยแทะเล็ม ภายในคอกแบ่งออกเป็นส่วนที่มีหลังคาคลุม (202.5 ตารางเมตร) และพื้นโล่ง หลังคาทำด้วยกระเบื้อง รางอาหารและอ่างน้ำตั้งอยู่บริเวณพื้นโล่ง โดยกระบือทุกตัวสามารถเข้าใช้ได้พร้อมกัน กระบือในทรีทเมนต์ที่ 2 และ 3 จะได้รับการเสริมใบมันสำปะหลังแห้ง เฉลี่ยตัวละ 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วันละ 1 ครั้ง ในเวลาประมาณ 18.20-19.00 น. และ 6.30-08.00 น. ตามลำดับ กระบือทุกตัวมีน้ำสะอาดให้ดื่มและแร่ธาตุก้อนให้เลียตลอดเวลา

การทดลองแบ่งเป็น 2 ช่วง ๆ ละ 40 วัน โดยมีระยะพักระหว่างช่วงที่ 1 และ 2 ของการทดลอง 20 วัน ก่อนที่จะเปลี่ยนสลับให้ได้รับทรีทเมนต์ถัดไป (ตารางที่ 1) ในช่วงพักกระบือทุกตัวถูกเลี้ยงรวมไว้ในคอกเดียวกัน โดยได้รับหญ้ารูซี่หมักเฉลี่ย 3-5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน มีน้ำสะอาดให้ดื่มและแร่ธาตุก้อนให้เลียตลอดเวลา

### 2. การบันทึกการเจริญเติบโต

ชั่งน้ำหนักตัวกระบือในวันแรกและวันสุดท้ายของการทดลองแต่ละช่วง โดยทำการอดน้ำและอาหารกระบือก่อนทำการชั่งน้ำหนัก 12 ชั่วโมง

### 3. การบันทึกพฤติกรรม

3.1 การแยกแยะกระบือแต่ละตัวทำโดยใช้สายพลาสติกสีคล้องคอร่วมกับติดสติกเกอร์สะท้อนแสงบริเวณเขา ใช้กล้องส่องทางไกลขนาด 8x40 เท่า ช่วยในการสังเกตพฤติกรรมในเวลากลางวัน ใช้ไฟฉายขนาด 3 โวลต์ และกล้องตรวจการณ์กลางคืน เพื่อช่วยสังเกตพฤติกรรมในช่วงกลางคืน สำหรับกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันและกลางคืน จะเคลื่อนย้ายกระบือระหว่างคอกพักกับแปลงหญ้า ในเวลา 06.00-06.20 น. และเวลา

Table 1 Schematic representation of experimental design.

| Period | Group[a] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | N[b] | D | DN | DN | N | D |
| | ---------- Resting period ---------- | | | | | |
| 2 | DN | N | D | N | D | DN |

[a] Each group contains three swamp buffalo heifers.

[b] DN= 24-h grazing; D= daytime grazing ; N=Nighttime grazing

18.00-18.20 น. ตามลำดับ ดังนั้นจึงไม่มีการบันทึกพฤติกรรมในช่วงเวลาดังกล่าว

3.2 สังเกตพฤติกรรมกระบือทุกตัว ในแต่ละกลุ่มทุกๆ 5 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง ในวันที่ 12 13 และ 14 ของการทดลองแต่ละช่วง พฤติกรรมที่บันทึกได้แก่ แทะเล็ม เคี้ยวเอื้อง (ยืนหรือนอน) อยู่เฉย (ยืนหรือนอน) อัตราการกัดพืชอาหารสัตว์ (biting rate) และอัตราการก้าวเดิน (step rate) ในขณะที่สัตว์แทะเล็ม

มื้อ (meal) ของการแทะเล็ม คือ การที่กระบือแทะเล็มพืชอาหารสัตว์อย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 12 นาที (พิพัฒน์, 2550ข) และหากในช่วงเวลาถัดมาสัตว์ตัวนั้นแสดงพฤติกรรมอื่น ๆ (เคี้ยวเอื้อง หรืออยู่เฉย) เป็นระยะเวลาเท่ากับหรือมากกว่า 12 นาที จะจัดว่าเป็นระยะเวลาระหว่างมื้อ (inter-meal interval)

## 4. การประมาณปริมาณอาหารที่กินได้

คำนวณโดยอาศัยการวัดปริมาณอุจจาระทั้งหมด และค่าประมาณการย่อยได้ (Penning, 2004) โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\text{การกินได้ (กิโลกรัมวัตถุแห้ง)} = \frac{\text{ปริมาณอุจจาระทั้งหมด (กิโลกรัมวัตถุแห้ง)}}{1 - \text{การย่อยได้ของวัตถุแห้งในอาหาร}}$$

4.1 การวัดปริมาณอุจจาระ ดำเนินการในวันที่ 22, 23 และ 24 ของการทดลองแต่ละช่วง สุ่มกระบือทรีทเมนต์ละ 2 ตัว ติดถุงเก็บอุจจาระไว้บริเวณทวารหนัก เพื่อเก็บอุจจาระทั้งหมดที่กระบือถ่ายออกมาในแต่ละวัน โดยก่อนการวัดจริง ได้ติดถุงดังกล่าวไว้ 2 - 3 วัน เพื่อให้สัตว์คุ้นเคย ชั่งน้ำหนักอุจจาระรวมทั้งวัน จากนั้นสุ่มตัวอย่างอุจจาระประมาณ 40-60 กรัม ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง เพื่อหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของอุจจาระ

4.2 การประมาณค่าการย่อยได้ เก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์ในช่วง 3-4 วันก่อนเก็บอุจจาระ โดยผู้เก็บเดินตามสัตว์ในขณะแทะเล็ม และสังเกตว่าสัตว์เลือกกินส่วนใดของพืช จากนั้นจึงเลียนแบบการเลือกกินดังกล่าว โดยการใช้มือเด็ด (plucking) ส่วนของพืชที่มีลักษณะใกล้เคียงกับส่วนที่สัตว์เลือกกิน เวลาที่เก็บตัวอย่างจะสุ่มให้กระจายไปตลอดทั้งวันหรือตลอดช่วงเวลาที่สัตว์อยู่ในแปลงทดลอง ตัวอย่างที่เก็บได้ในแต่ละช่วงจะนำมารวมกัน แล้วสุ่มตัวอย่างจำนวน 400-500 กรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างพืชอาหารสัตว์และใบมันสำปะหลังแห้งที่ได้ไปหาการย่อยได้ในกระเพาะรูเมน (*in sacco*) ของกระบือ 2 ตัว ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ภายหลังจากแช่ตัวอย่างนาน 72 ชั่วโมง นำตัวอย่างไปอบแห้ง จากนั้นนำตัวอย่างก่อนและหลังการแช่ในกระเพาะรูเมนไปวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารชะล้างที่เป็นกลาง (NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารชะล้างที่เป็นกรด (ADF)

สำหรับการคำนวณหาปริมาณอาหารที่กินได้ของกระบือในกลุ่มที่ได้รับการเสริมใบมันสำปะหลังแห้ง ทำการปรับปริมาณอุจจาระในส่วนที่เป็นของใบมันสำปะหลังแห้ง โดยนำตัวอย่างใบมันสำปะหลังแห้งไปทดลองหาการย่อยได้แบบ *in sacco* เช่นกัน จากนั้นจึงนำ

ส่วนต่างไปคำนวณกลับเพื่อหาปริมาณหญ้ารูซี่ที่กินได้ โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Adams (1985)

**5. การบันทึกข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา**

5.1 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง อุณหภูมิตุ้มดำ (black globe temperature) และรังสีอาทิตย์ บันทึกทุก 1 นาที ตลอดการทดลอง โดยใช้เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ (Onset Computer Corporation, USA) วางไว้ในตู้ Stevenson's Screen ซึ่งตั้งไว้ในบริเวณแปลงทดลอง ส่วนปริมาณน้ำฝน ใช้ข้อมูลของสถานีตรวจอากาศสุรินทร์

5.2 คำนวณค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้น (THI) โดยใช้สมการสำหรับสัตว์เลี้ยง (Yousef, 1985) คือ

$$THI = T_{db} + 0.36\ T_{dp} + 41.2$$

โดยที่ $T_{db}$ คืออุณหภูมิกระเปาะแห้ง และ $T_{dp}$ คืออุณหภูมิจุดน้ำค้าง หน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส

**6. การวัดผลผลิตของแปลงหญ้า**

6.1 ในวันที่ 1 ของการทดลองในแต่ละช่วง สุ่มตัวอย่างหญ้าเพื่อวัดผลผลิตในแปลงด้วยกรอบสุ่มขนาด 0.25 x 0.25 เมตร ตัดหญ้าในระดับพื้นดินแปลงย่อยละ 10 ครั้ง ชั่งน้ำหนักสด และสุ่มตัวอย่างหญ้าที่ได้นำไปอบทันทีที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่เพื่อหาน้ำหนักแห้งของหญ้า คำนวณกลับเป็นผลผลิตหญ้าในแปลงเป็นกิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ จากนั้นนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาโปรตีนหยาบ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารชะล้างที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารชะล้างที่เป็นกรด และลิกนินที่ไม่ละลายในสารชะล้างที่เป็นกรด (ADL)

6.2 ก่อนการสังเกตพฤติกรรมประมาณ 1-2 วัน ทำการวัดความสูงของทรงพุ่มแปลงหญ้า โดยใช้อุปกรณ์แบบจานอย่างง่าย (Sharrow, 1984) สุ่มวัดแปลงย่อยละ 30 ครั้ง

**7. การวิเคราะห์ทางสถิติ**

คำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเจริญเติบโตของกระบือ ปริมาณอุจจาระทั้งหมด ปริมาณอาหารที่กินได้ ระยะเวลาในการแทะเล็ม การเคี้ยวเอื้อง (ยืนหรือนอน) อัตราการก้าวเดิน และอัตราการกัดหญ้าของกระบือในแต่ละกลุ่ม และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่าง ทรีทเมนต์ด้วยวิธี Least Significant Difference โดยใช้ GLM procedure (SAS, 2000)

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**1. สภาพภูมิอากาศ**

จากบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยาตลอดการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่าในช่วงที่ 1 ของการทดลองมีสภาพอากาศร้อนกว่าช่วงที่ 2 โดยพบว่าค่าสูงของอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิตุ้มดำ และรังสีอาทิตย์ทุกค่าสูงกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่ารังสีอาทิตย์ในช่วงที่ 2 พบว่ายังมีค่าสูงสุดเกิน 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าค่อนข้างสูง ในช่วงเดือนเมษายนจัดเป็นเดือนที่ร้อนที่สุดในรอบปี เนื่องจากมุมบ่ายเบนดวงอาทิตย์อยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตรฟ้า (celestial equator) ทำให้บริเวณประเทศไทยได้รับรังสีจากภายนอกโลกสูง ประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าวเป็นฤดูแล้ง ท้องฟ้าแจ่มใสจึงส่งผลให้รังสีผ่านลงมายังพื้นผิวโลกเต็มที่ (Janjai *et al.*, 2005) ในขณะที่ช่วงเดือนพฤษภาคม ซึ่งตรงกับช่วงที่ 2 ของการทดลองประเทศไทยเริ่มได้รับอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาความชื้นมาจากทะเลอันดามัน ทำให้มีฝนตกสะสมตลอดช่วงการทดลองสูงกว่าช่วงที่ 1 ส่งผลให้ความรุนแรงของสภาพอากาศโดยรวมตลอดช่วงที่ 2 ของการทดลองลดลง ในวันที่ 28-31 ของการทดลองในช่วงที่ 1 เป็นช่วงที่ถือว่ามีอุณหภูมิอากาศสูงที่สุด โดยพบว่าค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นเท่ากับหรือมากกว่า 84 ซึ่งจัดอยู่ในระดับอันตรายมากต่อการเกิดความเครียดจากความร้อน (Livestock Conservation Institute, 1970) ซึ่งเกิดขึ้นเป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมงติดต่อกัน ระหว่างเวลา 11.30-17.30 น. โดยทั่วไปหากค่าดัชนีอุณหภูมิ-ความชื้นมีค่าสูงเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ สัตว์อาจได้รับผลกระทบจากความเครียดจากความร้อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่หากช่วงเวลาดังกล่าวขยายระยะเวลาออกไปนานติดต่อกันหลายชั่วโมง ความเครียดจากความร้อนที่เกิดขึ้นกับตัวสัตว์จะทวีความรุนแรงขึ้น (Hubbard *et al.*, 1999)

Table 2 Summary of daily meteorological records during experimental period 1 and 2.

| | Period 1 | | Period 2 | |
|---|---|---|---|---|
| | minimum | maximum | minimum | maximum |
| Air temperature (°C) | 21.33 | 40.59 | 21.97 | 34.93 |
| Black-globe temperature | 21.88 | 50.59 | 20.78 | 47.53 |
| Temperature-humidity index | 68.95 | 90.76 | 71.12 | 85.29 |
| Solar radiation ($W/m^2$) | 0 | 1276.90 | 0 | 1134.40 |
| Rainfall (mm) | 79.90 | | 231.90 | |

**2. ผลผลิตและคุณภาพพืชอาหารสัตว์**

จากการสุ่มวัดผลผลิตและคุณภาพพืชอาหารสัตว์ (ตารางที่ 3) พบว่า ในช่วงที่ 1 ของการทดลอง หญ้าในแปลงมีความสูงอยู่ในช่วง 19-20 เซนติเมตร ส่วนใหญ่ (>90 เปอร์เซ็นต์) อยู่ในสภาพแห้ง ในแต่ละแปลงย่อย มีผลผลิตใกล้เคียงกันเฉลี่ย 608 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ ส่วนในช่วงที่ 2 ของการทดลอง หญ้าในแปลงมีความสูง อยู่ใน ช่วง 8-10 เซนติเมตร ในแต่ละแปลงย่อยมีผลผลิตใกล้เคียงกันเฉลี่ย 222 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ หญ้าส่วนใหญ่มีส่วนของพืชสีเขียวเป็นองค์ประกอบ ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการเตรียมแปลงหญ้าในช่วงต้นฤดูฝนก่อนหน้าการทดลอง (ประมาณเดือนมิถุนายน 2550) โดยไม่มีการให้น้ำ อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว และไม่มีการตัดหรือปล่อยสัตว์ลงแทะเล็ม อย่างไรก็ตามในช่วง 4 เดือนก่อนเริ่มต้นการทดลอง มีฝนตกสะสมเพียง 1.5 มิลลิเมตร ทำให้หญ้าซึ่งอยู่ในระยะเจริญเต็มที่อยู่ในสภาพแห้ง ส่งผลให้ตัวอย่างหญ้า ที่สุ่มเก็บจากแปลงในช่วงที่ 1 ของการทดลองมีความชื้นต่ำมาก ในขณะที่ช่วงพัก 20 วัน ก่อนเริ่มต้นการทดลองในช่วงที่ 2 มีฝนตกลงมาติดต่อกันหลายวัน วัดปริมาณน้ำฝนสะสมได้ 183.3 มิลลิเมตร นอกจากนี้ตลอดช่วงที่ 2 ของการทดลอง มีฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่อง ทำให้หญ้าฟื้นตัวและเจริญเติบโตขึ้นมาใหม่ (regrowth) แต่ยังมีความสูงไม่มากนัก จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างหญ้ารูซี่ (ตารางที่ 3) พบว่าหญ้าที่สุ่มเก็บในช่วงที่ 2 มีโปรตีนหยาบสูงกว่า แต่มีเยื่อใยและลิกนิน ต่ำกว่าหญ้าในช่วงที่ 1 ของการทดลอง สอดคล้องกับรายงานของฉายแสง และคณะ (2530) ซึ่งพบว่าเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารชะล้างที่เป็นกลางของหญ้ารูซี่จะเพิ่มขึ้นจาก 66 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุ 45 วัน เป็น 73 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุ 181 วัน สัดส่วนของเยื่อใยและลิกนินที่เพิ่มขึ้นตามอายุของพืช ส่งผลให้การย่อยได้ของหญ้าลดลง (Jung *et al.*, 1998; Fukushima and Dehority, 2000) ดังนั้นจึงทำให้หญ้าในช่วงที่ 2 มีคุณภาพและการใช้ประโยชน์ได้สูงกว่าหญ้าในช่วงที่ 1 ของการทดลอง

**3. แบบรูปพฤติกรรม** (behaviour pattern)

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมของกระบือทั้ง 3 ทรีทเมนต์ตลอด 24 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 4 และภาพที่ 1 โดยภาพรวมพบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ใช้เวลาส่วนใหญ่แทะเล็ม (ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่ เคี้ยวเอื้องและอยู่เฉย โดยแบ่งมื้อของการแทะเล็มออกเป็น 7-10 มื้อ ส่วนกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืน ใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเคี้ยวเอื้อง รองลงมาได้แก่แทะเล็ม อยู่เฉยและกินใบมันสำปะหลังแห้งตามลำดับ โดยแบ่งมื้อของการแทะเล็มออกเป็น 3-5 มื้อ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ใช้เวลาในการแทะเล็มนานกว่า ($P<0.05$) และมีจำนวนมื้อในการแทะเล็มมากกว่า ($P<0.05$) กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืน ส่วนความยาวของมื้อ ระยะเวลาในการเคี้ยวเอื้อง อัตราการก้าวเดินและอัตราการกัดกินพืชอาหารสัตว์ในระหว่างการแทะเล็มพบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ

Table 3 Chemical composition and digestibility of Ruzi grass and dry cassava leaf.

| | Ruzi grass | | Dry cassava leaf |
|---|---|---|---|
| | Period 1 | Period 2 | |
| Chemical composition | (% of DM) | | |
| Dry matter (DM) | 89.60 | 28.20 | 93.92 |
| Crude protein | 3.87 | 9.25 | 22.67 |
| NDF | 72.98 | 56.33 | 31.04 |
| ADF | 50.72 | 30.62 | 29.12 |
| ADL | 7.80 | 2.13 | 12.97 |
| Digestibility | (%) | | |
| DM | 35.33 | 67.87 | 74.80 |
| Crude protein | 41.60 | 79.82 | 81.86 |
| NDF | 34.54 | 58.48 | - |
| ADF | 24.57 | 53.62 | - |

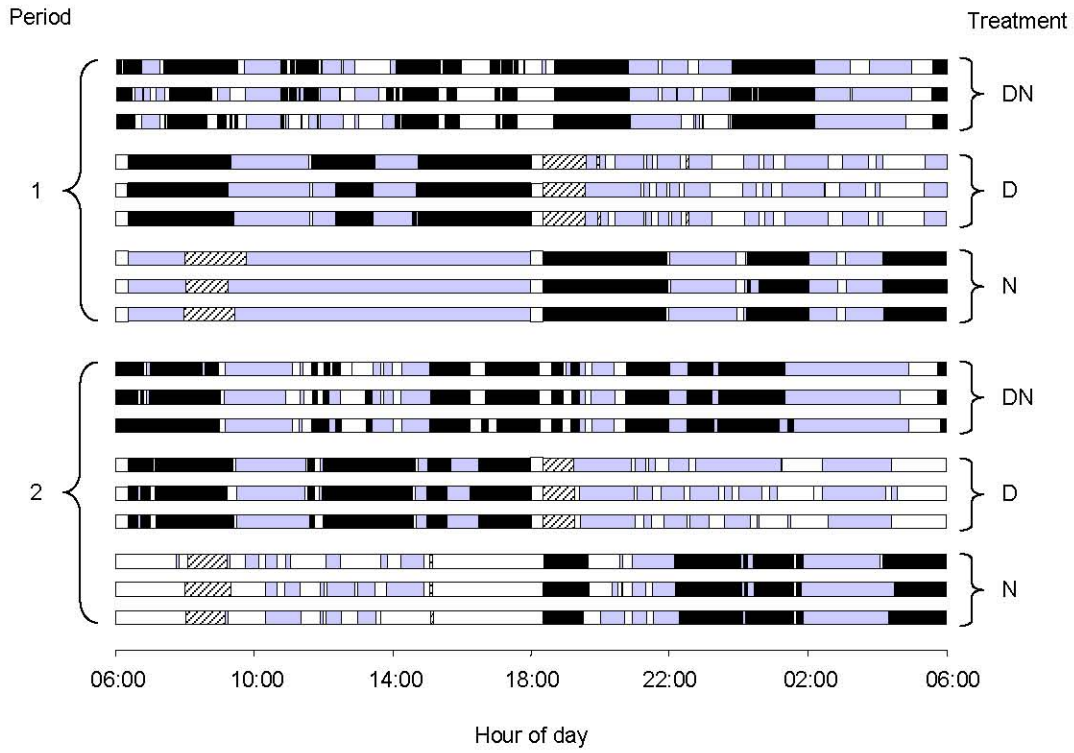



Figure 1 Temporal pattern of eating (▨) grazing (■) ruminating ( ▒ ) and idling (□) behaviour of individual swamp buffalo heifers allowed to graze during 24-h (DN), daytime (D) and nighttime (N) in period 1 and 2.

Table 4 Mean time spent in each activity by swamp buffalo heifers, grazing during 24-h (DN), daytime (D) and nighttime period (N).

| | Treatment | | |
|---|---|---|---|
| | DN | D | N |
| Period 1 | | | |
| Grazing time (min) | 780.83 ± 78.96[a] | 426.67 ± 70.71[b] | 463.33 ± 25.93[b] |
| Eating time (min) | - | 80.83 ± 8.25 | 75.00 ± 2.36 |
| Number of meals | 6.67 ± 1.41[a] | 3.17 ± 0.24[b] | 3.17 ± 0.24[b] |
| Meal duration (min) | 116.63 ± 13.80 | 136.94 ± 30.25 | 141.60 ± 8.74 |
| Ruminating time (min) | 604.17 ± 107.24 | 681.67 ± 84.85 | 795.83 ± 107.24 |
| Step rate (steps/min) | 6.55 ± 0.10 | 7.30 ± 0.54 | 7.21 ± 0.36 |
| Bite rate (bites/min) | 13.91 ± 0.98 | 13.13 ± 2.02 | 13.15 ± 1.94 |
| Period 2 | | | |
| Grazing time (min) | 695.00 ± 61.28[a] | 447.50 ± 57.75[b] | 389.17 ± 15.32[b] |
| Eating time (min) | - | 80.83 ± 29.46 | 95.83 ± 10.61 |
| Number of meals | 10.33 ± 2.36[a] | 4.33 ± 0.00[b] | 4.00 ± 1.41[b] |
| Meal duration (min) | 67.01 ± 5.79 | 104.33 ± 20.74 | 107.17 ± 44.08 |
| Ruminating time (min) | 500.83 ± 20.03 | 577.50 ± 15.32 | 406.67 ± 4.71 |
| Step rate (steps/min) | 5.48 ± 0.21 | 5.54 ± 0.05 | 5.35 ± 0.09 |
| Bite rate (bites/min) | 23.90 ± 5.28 | 24.56 ± 1.02 | 24.85 ± 0.06 |

Values are mean ± standard deviation.

[ab] Values within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

จากการเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ พิพัฒน์ (2550ก) ซึ่งปล่อยกระบือแทะเล็มในช่วงกลางคืนหรือกลางวันของปลายฤดูฝน โดยไม่มีการเสริมอาหาร พบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เวลาในการแทะเล็มใกล้เคียงกับรายงานของพิพัฒน์ (2550ก) คือประมาณ 7 ชั่วโมง Somparn (2004) รายงานว่าโดยทั่วไประยะเวลาในการแทะเล็มของกระบือปลักที่ปล่อยแทะเล็มตลอด 24 ชั่วโมง จะอยู่ในช่วง 350-660 นาทีต่อวัน แต่จากการทดลองนี้พบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ใช้เวลาในการแทะเล็มสูงสุดถึง 780 นาที หรือประมาณ 13 ชั่วโมง Murray (1991) รายงานว่าเมื่ออาหารขาดแคลนหรือมีปริมาณจำกัด สัตว์เคี้ยวเอื้องที่ดำรงชีพอย่างอิสระจะพยายามเพิ่มระยะเวลาในการแทะเล็มและระยะทางในการเดินเพื่อรักษาปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวัน การกระทำดังกล่าวถือว่าเป็นการลงทุนเพิ่มขึ้นในการค้นหาอาหาร เพื่อเพิ่มปริมาณพลังงาน (metabolizable energy) ที่จะกินได้ จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าระยะเวลาในการแทะเล็ม 7 และ 13 ชั่วโมง อาจจัดได้ว่าเป็นค่าสูงสุดของการปล่อยกระบือแทะเล็มในแปลงหญ้า 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

เมื่อพิจารณากิจกรรมที่กระบือทำในขณะแทะเล็ม พบว่าอัตราการก้าวเดินและอัตราการกัดกินพืชอาหารสัตว์ต่ำกว่ารายงานของพิพัฒน์ (2550ก) ทั้งนี้

อาจเนื่องมาจากหญ้าในแปลงมีคุณภาพต่ำ จึงทำให้สัตว์ต้องใช้เวลามากขึ้นในการเลือกกัดกินส่วนต่าง ๆ ของพืช อย่างไรก็ตามเนื่องจากหญ้าในแปลงมีผลผลิตต่ำประกอบกับตลอดช่วงที่ 1 ของการทดลองมีฝนตกลงมาเพียงเล็กน้อย หญ้าจึงหยุดเจริญเติบโต ทำให้ผลผลิตพืชอาหารสัตว์ในแปลงทดลอง ในช่วงที่ 2 ลดลงอย่างมาก (ทั้งปริมาณและความสูง) โดยทั่วไปอัตราการกัดกินพืชจะเพิ่มขึ้น เมื่อความสูงของหญ้าลดลง (Chacon and Stobbs, 1976) ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่อธิบายว่าทำไมอัตราการกัดกินพืชในช่วงที่ 2 ของการทดลองเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของช่วงที่ 1

โดยทั่วไปในช่วงกลางวัน หากอากาศร้อนมาก สัตว์จะปรับเปลี่ยนเวลาไปแทะเล็มในช่วงเช้าตรู่ เย็น หรือกลางคืนนานขึ้น เนื่องจากช่วงดังกล่าวมีอุณหภูมิต่ำกว่าและสุขสบายในการทำกิจกรรมมากกว่า (Silanikove, 2000) จากการสังเกตพฤติกรรมในการทดลองนี้ ในช่วงที่อากาศร้อนจัด โดยเฉพาะช่วงที่ 1 ของการทดลอง พบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ใช้เวลามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของเวลาในการแทะเล็มทั้งหมดแทะเล็มในช่วงกลางคืน (ภาพที่ 1) โดยแบ่งกิจกรรมการแทะเล็มออกเป็นมื้อสั้น ๆ แต่มีจำนวนมื้อมากกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะเวลากลางคืน การกระทำดังกล่าวอาจเป็นการลดความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักย่อยอาหาร (Hahn, 1999) นอกจากนี้ มื้อของการแทะเล็มยังกระจายไปตลอดทั้งวัน สัตว์ที่ปล่อยแทะเล็มอย่างอิสระจะพยายามกระจายมื้อของการแทะเล็มไปตลอดทั้งวัน พฤติกรรมในลักษณะดังกล่าวช่วยให้สภาพแวดล้อมภายในกระเพาะรูเมนมีสภาพค่อนข้างคงที่ตลอดเวลา (Phillips and Hecheimi, 1989) ทำให้การย่อยอาหาร โดยจุลินทรีย์เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

### 4. การเจริญเติบโตและการกินได้ของกระบือ

จากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกระบือปลักทั้งสองช่วงของการทดลอง (ตารางที่ 5) พบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง มีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันต่ำกว่า ($P<0.05$) กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันและกลางคืน โดยในช่วงที่ 1 ของการทดลอง กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง สูญเสียน้ำหนักตัวเฉลี่ยวันละ 0.13 กิโลกรัม เนื่องจากสัตว์เคี้ยวเอื้อง และสัตว์กระเพาะเดี่ยว จะสูญเสียน้ำหนักตัวเมื่อบริโภคอาหารที่มีโปรตีนต่ำ และยังส่งผลให้ปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวันลดลงด้วย อย่างไรก็ตามระดับวิกฤต (critical level) ของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมีค่าต่ำกว่าสัตว์กระเพาะเดี่ยว เนื่องจากสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถหมุนเวียนไนโตรเจน (ในรูปของยูเรียในน้ำลาย) เพื่อนำกลับมาใช้สังเคราะห์โปรตีนใหม่ได้อีก โดยการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Forbes, 1986) Milford and Minson (1966) รายงานว่าปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวันของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะเริ่มลดลง หากในพืชอาหารสัตว์มีโปรตีนต่ำกว่า 7 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง เมื่อพิจารณาองค์ประกอบโปรตีนของหญ้ารูซี่ที่สุ่มจากแปลงหญ้าในช่วงที่ 1 ของการทดลอง พบว่ามีโปรตีนเพียง 3.87 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ทำให้กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ได้รับสารอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ถึงแม้จะกินได้เต็มที่ก็ตาม ส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลง ในขณะที่กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืน โดยได้รับการเสริมใบมันสำปะหลังแห้ง ซึ่งมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบถึง 22.67 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้งมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น เพราะโปรตีนดังกล่าวช่วยชดเชยสารอาหารส่วนที่กระบือได้รับไม่เพียงพอจากการแทะเล็มหญ้า

กิจกรรมต่าง ๆ ที่สัตว์ทำย่อมส่งผลต่อการใช้พลังงานในรอบวันของสัตว์ พลังงานที่สัตว์เคี้ยวเอื้องซึ่งเลี้ยงแบบปล่อยแทะเล็มใช้ไปในการทำงาน ได้รับผลกระทบจากปัจจัยหลายประการ ประกอบด้วยคุณภาพและปริมาณของพืชอาหารสัตว์ ภูมิลักษณ์ (topography) สภาพภูมิอากาศ ตำแหน่งของแหล่งน้ำ พันธุกรรม หรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมา (National Research Council, 1996) Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (1990) ได้ประมาณความต้องการพลังงานโดยเปรียบเทียบสัตว์แทะเล็มกับสัตว์ที่ขังคอก พบว่าในสภาพที่แปลงหญ้ามีคุณภาพดี สัตว์ที่ปล่อยแทะเล็มต้องการพลังงานเพิ่มขึ้น 10-20 เปอร์เซ็นต์ การที่กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนโดยถูกขังไว้ในคอกเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ช่วยให้กระบือทั้งสองทรีทเมนต์สูญเสียพลังงานที่ต้องใช้ไปเพื่อการเดินและทำกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแทะเล็ม

Table 5 Average daily gain, daily total faecal output and estimated total intake of swamp buffalo heifers, grazing during 24-h (DN), daytime (D) and nighttime period (N).

| | Treatment | | |
|---|---|---|---|
| | DN | D | N |
| Period 1 | | | |
| Initial weight (kg) | 298.02 ± 5.19 | 297.83 ± 2.12 | 298.00 ± 3.77 |
| Mean daily live weight gain (kg) | -0.13 ± 0.02[a] | 0.20 ± 0.15[b] | 0.44 ± 0.11[b] |
| Faecal output (kg DM/head/day) | 1.83 ± 0.05 | 2.11 ± 0.07 | 2.23 ± 0.22 |
| Estimated total intake (kg DM/head/day) | 2.82 ± 0.08[a] | 4.99 ± 0.10[b] | 5.30 ± 0.33[b] |
| Period 2 | | | |
| Initial weight (kg) | 296.00 ± 0.44 | 296.67 ± 0.01 | 298.00 ± 0.48 |
| Mean daily live weight gain (kg) | 0.33 ± 0.07[a] | 0.61 ± 0.03[b] | 0.77 ± 0.16[b] |
| Faecal output (kg DM/head/day) | 1.91 ± 0.07 | 2.06 ± 0.01 | 2.07 ± 0.13 |
| Estimated total intake (kg DM/head/day) | 5.94 ± 0.21[a] | 7.01 ± 0.03[b] | 7.05 ± 0.40[b] |

Values are mean ± standard deviation

[ab] Values within the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

(Osuji, 1974) น้อยกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงนับ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้กระบือทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นตลอดการทดลอง สำหรับในช่วงที่ 2 ของการทดลองถึงแม้ว่าผลผลิตของหญ้าในแปลงจะค่อนข้างต่ำ แต่หญ้ามีปริมาณและคุณภาพเพียงพอต่อความต้องการสำหรับกระบือทุกตัวในแต่ละแปลง ดังนั้นจึงทำให้ กระบือทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การเกิดความเครียดจากความร้อนยังส่งผลให้สัตว์ต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในการระบายความร้อนส่วนเกินออกจากร่างกาย เช่น การระเหยของเหงื่อบริเวณผิวหนังและทางเดินหายใจ และการหอบ เป็นต้น (Hales, 1973; National Research Council, 1981) ดังนั้นในช่วงฤดูร้อน การปล่อยสัตว์แทะเล็มในช่วงกลางวัน อาจทำให้สัตว์ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบือที่ปล่อย 24 ชั่วโมงและปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวัน

ปริมาณอาหารที่กินได้ในแต่ละวัน สามารถคำนวณได้จากปริมาณอุจจาระที่กระบือถ่ายออกมาและการย่อยได้ของอาหาร ผลจากการคำนวณพบว่ากระบือปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนสามารถกินอาหารได้มากกว่า (P<0.05) กระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางคืนหรือกลางวัน ได้รับใบมันสำปะหลังแห้งเฉลี่ย 3 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนเก็บกินพืชอาหารสัตว์จากแปลงหญ้าได้น้อยกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มตลอด 24 ชั่วโมง การเสริมใบมันสำปะหลังแห้ง ซึ่งจัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี นอกจากจะทำให้สัตว์ได้รับโภชนะเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและคุณภาพแล้ว ยังช่วยให้การย่อยได้ของอาหารในกระเพาะรูเมนสูงขึ้นด้วย (Wanapat *et al.*, 1992) จึงส่งผลให้กระบือที่ได้รับการเสริมใบมันสำปะหลัง

มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นตลอดการทดลองทั้งสองช่วง ในช่วงฤดูแล้ง การปล่อยสัตว์แทะเล็มตลอด 24 ชั่วโมง ถึงแม้ว่าสัตว์จะสามารถเลือกกินพืชอาหารสัตว์ได้อย่างอิสระ แต่เนื่องจากพืชอาหารสัตว์มีคุณภาพต่ำ ทำให้สัตว์ได้รับอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นจึงควรมีการเสริมอาหารหยาบคุณภาพดีให้กับกระบือ เพื่อให้กระบือสามารถรักษาน้ำหนักตัวตลอดช่วงฤดูแล้ง

## สรุป

จากการศึกษาอิทธิพลของการเสริมใบมันสำปะหลังแห้งต่อพฤติกรรมการแทะเล็มและการเจริญเติบโตของกระบือพบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมง ใช้เวลาส่วนใหญ่ในการแทะเล็ม (> 50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่เคี้ยวเอื้องและอยู่เฉย โดยแบ่งมื้อของการแทะเล็มออกเป็น 7-10 มื้อ ส่วนกระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันและกลางคืน ใช้เวลาส่วนใหญ่ในการเคี้ยวเอื้อง รองลงมาได้แก่แทะเล็ม อยู่เฉยและกินใบมันสำปะหลังแห้ง ตามลำดับ โดยแบ่งมื้อของการแทะเล็มออกเป็น 3-5 มื้อ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็ม 24 ชั่วโมงใช้เวลาในการแทะเล็มนานกว่าและมีจำนวนมื้อในการแทะเล็มมากกว่ากระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะกลางวันหรือกลางคืน กระบือที่ปล่อยแทะเล็มเฉพาะเวลากลางวันและกลางคืนสามารถกินอาหารได้มากกว่าและมีการเพิ่มน้ำหนักตัวมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความยาวของมื้อ ระยะเวลาในการเคี้ยวเอื้อง อัตราการก้าวเดินและกัดกินพืชอาหารสัตว์ในระหว่างการแทะเล็มพบว่าไม่แตกต่างทางสถิติ การเสริมใบมันสำปะหลังแห้งในอัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวช่วยให้กระบือมีการเจริญเติบโตดีขึ้น และสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำหนักตัวของกระบือที่ปล่อยแทะเล็มในฤดูแล้งได้

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุรินทร์ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ ที่อนุเคราะห์ให้ใช้กระบือทดลองและแปลงทดลอง คุณภูวดล บุญญฤทธิ์ และเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุรินทร์ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดการทดลอง สถาบันพัฒนามันสำปะหลัง ณ ตำบลห้วยบง อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา ที่เอื้อเฟื้อใบมันสำปะหลังแห้งบางส่วน ศาสตราจารย์ ดร.เมธา วรรณพัฒน์ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเตรียมบทความวิจัย และสุดท้ายขอขอบคุณโครงการวิจัยงบคลัง ประจำปีงบประมาณ ปี 2550 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนตลอดการทดลอง

## เอกสารอ้างอิง

ฉายแสง ไผ่แก้ว พิมพาพร เทวาหุดี และ วัชรินทร์ บุญภักดี. 2530. ผลของระยะเวลาตัดหญ้าและระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดหญ้ารูซี่. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2530 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ. น.216-232.

พิพัฒน์ สมภาร. 2550ก. อิทธิพลของการแทะเล็มในเวลากลางวันหรือกลางคืนต่อพฤติกรรมของกระบือปลักสาว. ว. สงขลานครินทร์ วทท. 29(2): 413-425.

พิพัฒน์ สมภาร. 2550ข. อิทธิพลของขนาดกลุ่มต่อพฤติกรรมการแทะเล็มในเวลากลางคืนของกระบือปลักสาว. แก่นเกษตร 35(2): 264-275.

Adams, D.C. 1985. Effect of time supplementation on performance, forage intake and grazing behavior of yearling beef steers grazing russian wild ryegrass in the fall. J. Anim. Sci. 61(5): 1037-1042.

Chacon, E.A. and T.H. Stobbs. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. Aust. J. Agric. Res. 27: 709-729.

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 1990. Feeding Standards for

Australian Livestock: Ruminants. CSIRO Publications, East Melbourne. 266 pp.

Forbes, J.M. 1986. The Voluntary Food Intake of Farm Animals. Butterworths, London. 206 pp.

Fukushima R.S. and B. A. Dehority. 2000. Feasibility of using lignin isolated from forages by solubilization in acetyl bromide as a standard for lignin analyses. J. Anim. Sci. 78: 3135-3143.

Granum, G., M. Wanapat, P. Pakdee, C. Wachirapakorn and W. Toburan. 2007. A comparative study on the effect of cassava hay supplementation in swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*) and cattle (*Bos indicus*). Asian-Aust. J. Anim. Sci. 20: 1389-1396.

Hahn, G.L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. J. Anim. Sci. 77 (Suppl.2): 10-20.

Hales, J. S. 1973. Physiological responses to heat. pp.107-162. *In:* D. Robertshaw (ed.). MTP International Review of Science. Physiology Series 1, Vol. 7. Butterworths, London.

Hubbard, K. G., D.E. Stookesbury, G.L. Hahn and T.L. Mader. 1999. A climatological perspective on feedlot cattle performance and mortality related to the temperature-humidity index. J. Prod. Agric. 12: 650–653.

Janjai, S., J. Laksanaboonsong, M. Nunez and A. Thongsathitya. 2005. Development of a method for generating operational solar radiation maps from satellite data for a tropical environment. Solar Energy 78: 739-751.

Jung, H.G., D.R. Mertens and A.J. Payne. 1998. Correlation of acid detergent lignin and klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. J. Dairy Sci. 80: 1622-1628.

Livestock Conservation Institute. 1970. Patterns of Transit Losses. Livestock Conservation Institute, Omaha, NE.

Milford, R. and D.J. Minson. 1966. Intake of tropical pasture species. pp. 815-822. *In*: Proceedings of the 9th International Grassland Congress, Sao Paulo.

Murray, M.G. 1991. Maximizing energy retention in grazing ruminants. J. Anim. Ecol. 60: 1029-1045.

National Research Council. 1981. Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy Press, Washington, D.C. 152 pp.

National Research Council. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th revised ed. National Academy Press, Washington, D.C. 242 pp.

Osuji, P.O. 1974. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. J. Range Manage. 27: 437-443.

Penning, P.D. 2004. Animal-based techniques for estimating herbage intake. pp.53-93. *In*: P.D. Penning (ed.). Herbage Intake Handbook. British Grassland Society, Reading.

Phillips, C.J.C. and K. Hecheimi. 1989. The effect of forage supplementation, herbage height and season on the ingestive behaviour of dairy cows. Appl. Anim. Behav. Sci. 24: 203-216.

SAS. 2000. SAS OnlineDoc®, Version 8 with PDF Files. SAS Institute Inc., Cary.

Sharrow, S.H. 1984. A simple disc meter for measurement of pasture height and forage bulk. J. Range Manage. 37: 94-95.

Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livest. Prod. Sci. 67: 1-18.

Somparn, P. 2004. Intensive grazing management strategies for managing swamp buffaloes during thermal stress. Ph.D. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. 143 pp.

Wanapat, M., C. Wachirapakorn, S. Chanthai, and K. Sommart. 1992. Utilization of cassava leaf *(Manihot esculenta* Crantz) in concentrate mixtures for swamp buffaloes in Thailand. *In:* Proceedings of Feeding Strategies for Improving Ruminant Productivity in Areas of Fluctuating Nutrient Supply. FAO/IAEA, Vienna.

Yousef, M.K. 1985. Stress physiology: definition and terminology. pp. 3-7. *In*: M.K. Yousef (ed.). Stress Physiology in Livestock. Volume I. Basic Principles. CRC Press, Boca Raton.

# ผลการใช้เยื่อในลำต้นสาคูเป็นแหล่งพลังงานในอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และการหมักในกระเพาะรูเมนของโคพื้นเมืองภาคใต้

# Effects of Sago Palm Pith as an Energy Source in Concentrate on Nutrient Utilization and Rumen Fermentation of Southern Indigenous Cattle

*ลินดา ดำคง[1/] วันวิศาข์ งามผ่องใส[1/] และ ปิ่น จันจุฬา[1/]*
*Linda Damkhong[1/], Wanwisa Ngampongsai[1/] and Pin Chanjula[1/]*

**Abstract:** This experiment studied the effects of sago palm pith (SPP) substitution for ground corn (GC) on nutrient utilization and rumen fermentation process. Five rumen-fistulated southern indigenous bulls, 2.9 ± 0.2 years old, with average live weight of 226 ± 5 kg were randomly assigned according to a 5x5 Latin square design to received five diets containing different levels of SPP. $T_1$= 0 % SPP, $T_2$= 25% SPP, $T_3$= 50% SPP $T_4$= 75% SPP and $T_5$= 100% SPP substitution for ground corn (GC). Plicatulum (*Paspalum plicatulum*) hay was offered *ad libitum*. There were no significant differences (P>0.05) among treatments on roughage intake, but concentrate and total dry matter intake increased with the increasing levels of SPP. The cattle fed with concentrate containing 100 % SPP substituted for GC have the highest concentrate and total dry matter intake (69.75 and 89.67 g/kg $BW^{0.75}$, respectively). The nutrient digestibility coefficients, nitrogen balance, pH and ammonia nitrogen concentration in rumen fluid as well as blood glucose concentration and pack cell volume were similar among treatments (P>0.05). However, blood urea nitrogen concentration of the 75 and 100 % SPP groups tended to be higher than the control group. It can be concluded that the optimal level of SPP to substitute GC in concentrate should be 100 % for Southern indigenous cattle fed with plicatulum hay.

**Keywords:** Sago palm pith, rumen fermentation, southern indigenous cattle, nutrient digestibility, energy diet

---

[1/]ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

[1/]Department of Animal Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla 90112, Thailand

**บทคัดย่อ:** การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน โดยศึกษาในโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ จำนวน 5 ตัว อายุเฉลี่ย 2.9 ± 0.2 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 226 ± 5 กิโลกรัม ที่ผ่าตัดฝังท่ออาหารถาวรที่กระเพาะรูเมน (rumen fistulated animal) ใช้แผนการทดลองแบบ 5 x 5 ลาตินสแควร์ (Latin square design) เพื่อให้ได้รับอาหารข้นที่มีระดับของเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดในระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ให้โคพื้นเมืองทั้ง 5 กลุ่ม ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งอย่างเต็มที่ ผลการทดลองพบว่า โคทั้ง 5 กลุ่มมีปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ขณะที่ปริมาณอาหารข้น และปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด มีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร โดยโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 100 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของปริมาณอาหารข้น และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้สูงสุด (69.75 และ 89.67 กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักตัว$^{0.75}$ ตามลำดับ) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ สมดุลไนโตรเจน ความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือด และค่าเฉลี่ยของปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นมีค่าใกล้เคียงกัน (P>0.05) ในระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคู ขณะที่ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดของโคที่ได้รับอาหารที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มสูงกว่าโคกลุ่มควบคุม จากผลการทดลองนี้สามารถสรุปได้ว่า สามารถใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารโคพื้นเมืองภาคใต้

**คำสำคัญ:** เยื่อในลำต้นสาคู กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน โคพื้นเมืองภาคใต้ การย่อยได้ของโภชนะ อาหารพลังงาน

## คำนำ

สาคู (sago palm) เป็นพืชพื้นเมืองที่กระจายอยู่ทั่วไปในเขตทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และหมู่เกาะต่าง ๆ ในแถบมหาสมุทรแปซิฟิกและยังเป็นพืชท้องถิ่นที่มีอยู่ทั่วไปในภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส เยื่อในลำต้นสาคู (sago palm pith) สามารถนำมาสกัดเป็นแป้งใช้ทำอาหารชนิดต่างๆ และยังสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย (ปิ่น, 2542) เนื่องจากเยื่อในลำต้นสาคูประกอบด้วยส่วนของแป้ง 29 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ซึ่งใกล้เคียงกับมันสำปะหลังซึ่งประกอบด้วยแป้ง 23-25 เปอร์เซ็นต์ (Brough *et al.*, 1995) จึงจัดเป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงานสูง แต่มีโปรตีนเพียง 1.3 เปอร์เซ็นต์ (สมศักดิ์, 2530) เยื่อในลำต้นสาคูเมื่อนำมาบดและทำให้แห้งสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ดีเนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้(soluble carbohydrate) สูงถึง 70-80 เปอร์เซ็นต์ (ชาญชัย และสมจิตร, 2533; อนันต์ และคณะ, 2529) โดยสามารถนำไปใช้เป็นอาหารไก่เนื้อได้สูงถึง 15 เปอร์เซ็นต์ (Anuwar, 1969 อ้างโดย ปิ่น, 2542) และสามารถใช้ในอาหารไก่ไข่ได้สูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ (Yeong and Syed Ali, 1977) อย่างไรก็ตาม การนำเยื่อในลำต้นสาคูมาใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารข้นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ยังขาดข้อมูลการวิจัย ดังนั้นเพื่อเพิ่มศักยภาพการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นเป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จึงได้นำเยื่อในลำต้นสาคูมาใช้เป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดบดในการประกอบสูตรอาหารข้นสำหรับโคพื้นเมืองในภาคใต้ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการกินได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลท์ในกระแสเลือดของโคพื้นเมืองภาคใต้ที่ได้รับเยื่อในลำต้นสาคูในอาหารข้นในระดับต่าง ๆ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### สัตว์ทดลอง อาหารทดลอง และแผนการทดลอง

ใช้โคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ อายุเฉลี่ย 2.9±0.2 ปี และน้ำหนักเฉลี่ย 226 ± 5 กิโลกรัม จำนวน 5 ตัวทำการสุ่มโคทดลองตามแผนการทดลองแบบ 5 × 5 ลาตินสแควร์ (5 × 5 Latin squares design) โคแต่ละตัวถูกเลี้ยงในคอกเดี่ยว

มีรางอาหารหยาบและรางอาหารข้นอยู่ด้านหน้า และมีที่ให้น้ำอัตโนมัติ ให้โคได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งอย่างเต็มที่ และเสริมด้วยอาหารข้น (โปรตีนรวม 14 เปอร์เซ็นต์ โภชนะย่อยได้รวม 77 เปอร์เซ็นต์) ที่ประกอบด้วย กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน ข้าวโพดบด เยื่อในลำต้นสาคู และกากถั่วเหลือง เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน (ตารางที่ 1) โดยมีกลุ่มทดลอง (treatment) 5 กลุ่ม คือ อาหารข้นที่มีระดับของเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหาร 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

## วิธีการทดลอง

การทดลองประกอบด้วย 5 ช่วง แต่ละช่วงใช้เวลา 21 วัน ประกอบด้วยระยะปรับตัว (adaptation period) 14 วัน และระยะทดลอง (experimental period) 7 วัน โดยในระยะปรับตัวโคทดลองได้รับอาหารข้นคิดเป็นวัตถุแห้งในปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และให้อาหารหยาบแบบเต็มที่ *(ad libitum)* วันละ 2 ครั้ง ทำการวัดปริมาณอาหารที่ให้ และอาหารเหลือในช่วงเช้า และช่วงเย็นของทุกวัน เพื่อหาปริมาณอาหารที่กินได้ ส่วนระยะ

Table 1 Composition of concentrate containing different levels of sago palm pith substituted ground corn

| Ingredient (kg) | diet 1 | diet 2 | diet 3 | diet 4 | diet 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Palm kernel meal | 36.76 | 35.45 | 30.10 | 25.51 | 21.87 |
| Soybean meal | - | - | 5.02 | 10.00 | 12.88 |
| Ground corn | 54.00 | 40.50 | 27.00 | 13.50 | - |
| Sago palm pith | - | 13.50 | 27.00 | 40.50 | 54.00 |
| Palm oil | 2.82 | 3.59 | 3.88 | 3.49 | 4.00 |
| Urea | 0.92 | 1.46 | 1.50 | 1.50 | 1.75 |
| Molasses | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Salt | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Dicalcium phosphate | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Sulfur | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Mineral and vitamin premix[1] | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Nutrient[2] | | | | | |
| CP (%) | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| TDN (%) | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 |
| Price of feed[3] | | | | | |
| (baht/kg) | 12.71 | 7.41 | 7.07 | 6.60 | 6.13 |

[1]Mineral and vitamin premix per 100 kilogram feed contains: Vitamin A 12.50 millionIU, Vitamin $D_3$ 2.50 millionIU, Vitamin E 40,000 IU, Co 0.40 g, Se 0.40 g, I 1.70 g, Cu 20 g, Mn 85.00 g, Zn 115.00 g, Fe 135.00 g, K 155.00 g, Mg 175.00 g, feed aditive 10.00 g, others 5.00 kg.

[2]Calculated based on chemical composition of feedstuff from NRC (1984)

[3]Price (baht/kg) : palm kernel 4.50, soybean meal 12.50, ground corn 8.00, sago palm pith 2.00, urea 9.60, molasses 9.00, salt 3.00,

ทดลองให้โคได้รับอาหารหยาบ 90 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการกินได้ทั้งหมดในช่วงปรับตัว ทำการเก็บข้อมูล และสุ่มเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1. เก็บข้อมูลปริมาณหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งและอาหารข้นที่กินได้ในแต่ละวัน

2. สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าที่ให้และหญ้าเหลือเพื่อวิเคราะห์หาความชื้น และสุ่มตัวอย่างหญ้าและอาหารข้นของแต่ละช่วงการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

3. เก็บตัวอย่างมูลโดยใช้พลั่วรองรับมูลที่โคขับออกมาทุกครั้ง และบันทึกปริมาณมูลที่ขับออกมาทั้งหมดในแต่ละวันในช่วงเช้าก่อนให้อาหาร คลุกมูลทุกส่วนให้เข้ากัน แบ่งมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก สุ่มเก็บประมาณ 100 กรัม เพื่อวิเคราะห์หาความชื้นของมูลที่ขับถ่ายออกมาในแต่ละวัน ส่วนที่สอง สุ่มเก็บไว้ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมูลทั้งหมดในแต่ละวัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักและเก็บใส่ถุงไว้ ทำเช่นนี้จนครบ 6 วัน นำมูลทั้งหมดมาคลุกให้เข้ากัน ทำการสุ่มเก็บอีกครั้งประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ นำไปบดผ่านตะแกรงขนาด 1.0 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี และคำนวณหาการย่อยได้ของโภชนะตามวิธีการของ Schneider and Flatt (1975)

4. บันทึกปริมาตรปัสสาวะที่ขับออกมาทั้งหมดในแต่ละวัน ในช่วงเช้าก่อนให้อาหาร ซึ่งการเก็บปัสสาวะทำโดยใช้กรวยผูกยึดติดกับตัวโค และมีสายยางต่อไปยังภาชนะที่รองรับปัสสาวะซึ่งมีกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M $H_2SO_4$) 250 มิลลิลิตร เพื่อป้องกันการสูญเสียของไนโตรเจนเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ สุ่มเก็บตัวอย่างไว้ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของปัสสาวะทั้งหมด นำปัสสาวะที่เก็บได้ตลอดระยะทดลองมารวมกันแล้วทำการสุ่มอีกครั้ง ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ เก็บใส่ขวดตัวอย่าง นำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส สำหรับวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะเพื่อคำนวณสมดุลไนโตรเจน

5. ในวันสุดท้ายของระยะทดลองเก็บตัวอย่างของเหลวจากกระเพาะรูเมนนำมาวัดอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH electrode MP 125 LE 413 (Mettler Toleds AG.) แล้วสุ่มเก็บประมาณ 20 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตรต่อของเหลวจากกระเพาะรูเมน 9 มิลลิลิตร เพื่อหยุดการทำงานของจุลินทรีย์ แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บเอาส่วนที่ใส (supernatant) ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร ไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อไปวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia nitrogen, $NH_3$-N) รวมทั้งเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณคอ (jugular vein) ประมาณ 3 มิลลิลิตร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาระดับยูเรีย-ไนโตรเจน (blood urea nitrogen, BUN) กลูโคส (glucose) และปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (pack cell volumn, PCV)

## การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง อาหารข้น และมูล ได้แก่ วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใยรวม และเถ้า โดยวิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) และการวิเคราะห์เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) ใช้วิธี Detergent method ของ Goering and Van Soest (1970) การวิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวในกระเพาะรูเมน ใช้การกลั่น ตามวิธีการของ Bremner and Keeney (1965) การวิเคราะห์หาระดับยูเรียไนโตรเจนในพลาสม่า ใช้วิธี Urea two steps enzymatic colorimetric test โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป Urea Liquicolor การวิเคราะห์ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นใช้วิธีการของ ไชยณรงค์ (2541) และความเข้มข้นของกลูโคสในเลือด ใช้วิธี GOD-PAP method โดยใช้น้ำยาสำเร็จรูป Glucose Liquicolor

## การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลปริมาณอาหารที่กินได้ สมดุลไนโตรเจน สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลท์ในเลือด มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ 5 × 5 ลาตินสแควร์ และ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง เยื่อในลำต้นสาคู และอาหารข้น

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง เยื่อในลำต้นสาคู และอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดในระดับต่าง ๆ ในการทดลอง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า โปรตีนรวมของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการศึกษาของ สุทิสา (2548) และ วรวรรณา (2549) ที่รายงานว่า หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งที่อายุการตัด 45 วัน มีโปรตีนรวม 3.36 และ 3.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่สูงกว่ารายงานของ อนันต์ (2548) และจินดา และคณะ (2544) ที่พบว่า หญ้าพลิแคททูลั่มแห้งที่อายุการตัด 45 วัน มีโปรตีนรวม 2.90 และ 2.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่เปอร์เซ็นต์เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง และเยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรดของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งในการศึกษาครั้งนี้สูงกว่าการศึกษาของ สุทิสา (2548) และ อนันต์ (2548) ที่รายงานว่าหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งที่อายุการตัด 45 วัน มีเยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง 79.20 และ 75.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด 48.38 และ 46.72 เปอร์เซ็นต์ นิวัติ (2543) กล่าวว่า คุณค่าของพืชอาหารสัตว์จะเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปตามปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ฤดูกาล

Table 2 Chemical composition of plicatulum hay, sago palm pith and concentrate containing different levels of sago palm pith substituted ground corn (%DM).

| Items | Plicatulum hay | Sago palm pith | Substitution levels of for ground corn in concentrate (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| Dry matter | 91.70 | 93.09 | 89.64 | 89.45 | 89.37 | 88.91 | 88.70 |
| Organic matter | 92.01 | 96.04 | 94.62 | 94.42 | 94.13 | 93.38 | 93.04 |
| Crude protein | 3.62 | 2.07 | 13.77 | 14.02 | 14.03 | 14.06 | 14.13 |
| Ether extract | 0.74 | 0.24 | 8.61 | 8.80 | 8.19 | 6.70 | 6.44 |
| Crude fiber | 39.89 | 7.04 | 10.68 | 10.28 | 11.32 | 10.93 | 9.81 |
| Ash | 7.99 | 3.96 | 5.38 | 5.58 | 5.88 | 6.62 | 6.96 |
| Nitrogen free extract[1/] | 47.76 | 86.69 | 61.56 | 61.32 | 60.58 | 61.69 | 62.66 |
| Non structural carbohydrate[2/] | 6.28 | 70.52 | 36.28 | 34.11 | 38.19 | 38.60 | 36.87 |
| Neutral detergent fiber | 81.38 | 23.21 | 35.96 | 37.49 | 33.71 | 34.02 | 35.60 |
| Acid detergent fiber | 50.02 | 8.25 | 20.97 | 21.04 | 21.00 | 21.69 | 19.44 |
| Hemicellulose[3/] | 31.36 | 14.96 | 13.29 | 16.02 | 13.96 | 15.12 | 17.20 |

[1/]NFE = DM - (%CP + %CF + %EE + %Ash)

[2/]NSC = 100 - (%CP + %NDF + %EE + %ASh)

[3/]Hemicellulose = NDF – ADF

การชะล้าง ปัจจัยแวดล้อมที่พืชอาศัยอยู่ และชนิดของพืช ซึ่งส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ปกติพืชจะมี คุณค่าอาหารสูงในช่วงที่กำลังเจริญเติบโต และจะลดลงเมื่อพืช มีอายุมากขึ้น โดยพบว่า พืชที่แก่จะมีปริมาณ ของโปรตีนรวม คาร์โบไฮเดรต และฟอสฟอรัสลดลง และมีเยื่อใยรวม เซลลูโลส และลิกนินเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างลำต้นและใบ และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีในส่วนต่าง ๆ ของพืช เป็นต้น

สำหรับโปรตีนรวมและเยื่อใยรวมของเยื่อในลำต้นสาคูในการศึกษาครั้งนี้สูงกว่าการศึกษาของ สมศักดิ์ (2530) และสมศักดิ์ และสุธน (2531) ที่รายงานว่า เยื่อในลำต้นสาคูบดตากแห้งมีโปรตีนรวม 1.3 และ 0.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเยื่อใยรวม 5.3 และ 1.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ไขมันรวม และเถ้าของเยื่อในลำต้นสาคูในการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่าการศึกษาของ สมศักดิ์ (2530) ที่รายงานว่า เยื่อในลำต้นสาคูบดตากแห้งมีไขมันรวม และเถ้า 0.5, และ 5.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

**ปริมาณการกินได้**

ผลการใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดในอาหารข้นต่อปริมาณอาหารที่กินได้ของโคพื้นเมืองภาคใต้ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าโคทั้ง 5 กลุ่มมีปริมาณการกินได้ของหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่ปริมาณอาหารข้น และปริมาณอาหารทั้งหมด (อาหารข้น + อาหารหยาบ) ที่โคกินได้เพิ่มขึ้นตามระดับเยื่อในลำต้นสาคูที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร อาจเนื่องจากเยื่อในลำต้นสาคูประกอบด้วยแป้งในระดับสูง ซึ่งแป้งถูกย่อยสลายได้เร็วในกระเพาะรูเมน (เมธา, 2533) และจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดีส่งผลให้สัตว์ย่อยอาหารได้ดีจึงกินอาหารได้สูงขึ้น โดยโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 100 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มของปริมาณอาหารข้น และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้สูงสุด (69.75 และ 89.67 กรัมวัตถุแห้ง/กิโลกรัมน้ำหนักตัว $^{0.75}$ ตามลำดับ)

Table 3 Effect of sago palm pith substituted for ground corn in concentrate on feed intake of southern indigenous cattle fed with plicatulum hay.

| Items | Substitution levels of sago palm pith for ground corn in concentrate (%) | | | | | SEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1(0) | T2(25) | T3(50) | T4(75) | T5(100) | |
| Plicatulum hay, kgDM/d | 1.35 | 1.27 | 1.26 | 1.23 | 1.22 | 0.09 |
| %BW | 0.55 | 0.53 | 0.54 | 0.51 | 0.51 | 0.04 |
| gDM/kg $W^{0.75}$ | 21.90 | 20.76 | 21.24 | 20.01 | 19.92 | 1.56 |
| Concentrate, kgDM/d | 3.32 $^{b}$ | 3.38 $^{b}$ | 3.40 $^{b}$ | 4.10 $^{a}$ | 4.19 $^{a}$ | 0.20 |
| %BW | 1.37$^{b}$ | 1.40$^{b}$ | 1.48$^{ab}$ | 1.74$^{a}$ | 1.78$^{a}$ | 0.09 |
| gDM/kg $W^{0.75}$ | 54.08$^{c}$ | 55.37$^{c}$ | 57.47$^{bc}$ | 68.18$^{ab}$ | 69.75$^{a}$ | 3.63 |
| Total, kgDM/d | 4.67 $^{b}$ | 4.65 $^{b}$ | 4.66 $^{b}$ | 5.33 $^{ab}$ | 5.41 $^{a}$ | 0.21 |
| %BW | 1.92$^{b}$ | 1.93$^{b}$ | 2.02$^{ab}$ | 2.25$^{ab}$ | 2.29$^{a}$ | 0.10 |
| gDM/kg $W^{0.75}$ | 75.98 $^{b}$ | 76.13 $^{b}$ | 78.71 $^{ab}$ | 88.19 $^{ab}$ | 89.67 $^{a}$ | 3.82 |

$^{a-c}$ Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05).

**สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ**

ผลการใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดในอาหารข้นต่อสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะของโคพื้นเมืองภาคใต้ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า โคทั้ง 5 กลุ่ม มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด และโภชนะย่อยได้รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่า โคที่ได้รับอาหารที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ และโปรตีนรวมสูงกว่าโคกลุ่มอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากในสูตรอาหารประกอบด้วยเยื่อในลำต้นสาคู ซึ่งเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้เร็วในกระเพาะรูเมน และยูเรียซึ่งเป็นแหล่งของไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้เร็วในกระเพาะรูเมนมีสัดส่วนที่เหมาะสม จุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานและโปรตีนในการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนประชากร จึงทำให้อัตราการเข้าย่อยสลายอาหารของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การย่อยสลายของโภชนะในอาหารสูงขึ้น (เกรียงศักดิ์, 2539)

**สมดุลไนโตรเจน**

ผลการใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบดในอาหารข้นต่อสมดุลไนโตรเจนของโคพื้นเมืองภาคใต้ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้ง แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า โคทั้ง 5 กลุ่มมีปริมาณไนโตรเจนที่กินได้ จากหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนที่กินได้จากอาหารข้น และไนโตรเจนที่กินได้ทั้งหมดของโคที่ได้รับอาหารที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 75 และ100 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าโคกลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เนื่องจากโคทั้ง 2 กลุ่มนี้มีปริมาณอาหารข้น และปริมาณอาหารทั้งหมดที่กินได้สูงกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่โคได้รับมีความสัมพันธ์กับปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (ตารางที่ 3) สำหรับการขับออกของไนโตรเจนในมูลของ โคทั้ง 5 กลุ่ม พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่ปริมาณไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ และไนโตรเจนทั้งหมดที่ขับออกของโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 100 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่ม 5) สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 0 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่ม 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งนี้เนื่องมาจากโคที่ได้รับอาหารข้น ที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 100 เปอร์เซ็นต์ กินอาหารข้นมากกว่า จึงได้รับโปรตีนสูงกว่า ซึ่งปริมาณกรดแอมิโนที่ถูกดูดซึมเข้าไปสูงเกินความต้องการของร่างกายจะถูกกำจัดกลุ่มแอมิโนออก แล้วขับออกทางปัสสาวะในรูปของยูเรียโดยผ่าน urea cycle (Canfield *et al.*, 1990) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่ขับออก

Table 4 Effect of sago palm pith substituted for ground corn in concentrate on nutrient digestibility coefficients (%) of Southern indigenous cattle fed with plicatulum hay.

| Items | Substitution levels of sago palm pith for ground corn in concentrate (%) | | | | | SEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1(0) | T2(25) | T3(50) | T4(75) | T5(100) | |
| Dry matter | 65.03 | 60.35 | 55.04 | 67.73 | 67.91 | 6.92 |
| Organic matter | 67.35 | 63.09 | 59.29 | 70.06 | 70.76 | 6.04 |
| Crude protein | 63.85 | 60.19 | 54.48 | 65.75 | 66.88 | 7.26 |
| Neutral detergent fiber | 57.92 | 51.32 | 44.04 | 56.19 | 56.63 | 6.80 |
| Acid detergent fiber | 45.00 | 37.60 | 30.59 | 44.62 | 36.59 | 8.48 |
| Total digestible nutrient (TDN) | 70.36 | 66.41 | 62.12 | 71.25 | 71.50 | 5.86 |

Table 5 Effect of sago palm pith substituted for ground corn in concentrate on feed intake of southern indigenous cattle fed with plicatulum hay.

| Items | Substitution levels of sago palm pith for ground corn in concentrate (%) | | | | | SEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1(0) | T2(25) | T3(50) | T4(75) | T5(100) | |
| Nitrogen intake, gDM/kg $BW^{0.75}$ | | | | | | |
| Plicatulum hay | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.01 |
| Concentrate | 1.19 [c] | 1.24 [c] | 1.29 [bc] | 1.53 [ab] | 1.57 [a] | 0.08 |
| Total | 1.32 [c] | 1.36 [c] | 1.41 [bc] | 1.65 [ab] | 1.69 [a] | 0.07 |
| Nitrogen excreted, gDM/kg $BW^{0.75}$ | | | | | | |
| Feces | 0.48 | 0.55 | 0.55 | 0.56 | 0.56 | 0.06 |
| Urine | 0.26 [c] | 0.30 [bc] | 0.35 [abc] | 0.38 [ab] | 0.44 [a] | 0.03 |
| Total | 0.74 [b] | 0.85 [ab] | 0.90 [ab] | 0.94 [ab] | 1.00 [a] | 0.07 |
| Nitrogen excreted/ Nitrogen intake, % | 56.06 | 62.25 | 63.83 | 56.97 | 59.15 | 7.93 |
| Nitrogen retention, gDM/kg $BW^{0.75}$ | 0.57 | 0.50 | 0.50 | 0.71 | 0.69 | 0.09 |

[a-c] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05).

ต่อไนโตรเจนที่กิน และสมดุลไนโตรเจนของโคทั้ง 5 กลุ่ม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แสดงให้เห็นว่า การใช้เยื่อในลำต้นสาคูระดับต่าง ๆ เป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดบดในสูตรอาหารไม่มีผลต่อการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนในโค

**กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลท์ในเลือด**

ตารางที่ 6 แสดงผลการเสริมเยื่อในลำต้นสาคูในอาหารข้นต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลท์ในเลือดของโคพื้นเมืองภาคใต้ พบว่า การเปลี่ยนแปลง ของอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนทั้งก่อนให้อาหาร (0 ชั่วโมง) และหลังให้อาหาร 4 ชั่วโมงไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยอุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 39.10-39.40 องศาเซลเซียส และ 6.48-6.66 ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน (Van Soest, 1982) ส่วนความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนในโคทั้ง 5 กลุ่ม พบว่าโคที่ได้รับอาหารที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมน (5.50 และ 5.29 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งอยู่ในช่วงปกติของระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวจากกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องในเขตร้อน ซึ่งอยู่ในช่วง 5-20 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Perdok and Leng, 1990)

เมื่อพิจารณาระดับเมแทบอไลท์ในเลือด พบว่า โคที่ได้รับอาหารที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารข้นที่ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดบด 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) สอดคล้องกับ Preston *et al.* (1965) ที่รายงานว่า ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดโคที่เพิ่มสูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนที่กินได้ และระดับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ผลิตได้ในกระเพาะรูเมน อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของยูเรีย-ไนโตรเจนในเลือดโคในการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงค่า

Table 6 Effect of sago palm pith substituted for ground corn in concentrate on rumen fermentation process and blood metabolites of southern indigenous cattle fed with plicatulum hay.

| Items[1] | Substitution levels of Sago palm pith for ground corn in concentrate (%) | | | | | SEM |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | T1(0) | T2(25) | T3(50) | T4(75) | T5(100) | |
| Temperature, °C | 39.30 | 39.20 | 39.10 | 39.20 | 39.40 | 0.15 |
| Ruminal pH | 6.54 | 6.58 | 6.48 | 6.66 | 6.58 | 0.12 |
| $NH_3$-N, mg/dl | 3.50 [b] | 3.93 [b] | 4.29 [ab] | 5.50 [a] | 5.29 [a] | 0.41 |
| BUN, mg/dl | 6.40 [b] | 6.69 [b] | 8.05 [a b] | 9.67 [a] | 10.67 [a] | 0.88 |
| Glucose, mg/dl | 64.80 [a b] | 65.00 [a b] | 63.30 [b] | 62.50 [b] | 68.40 [a] | 1.20 |
| PCV, % | 33.00 | 31.80 | 32.90 | 32.40 | 31.60 | 1.34 |

[1] Means of values at 0 hour (before feeding) and 4 hours after feeding

[a-b] Within rows not sharing a common superscripts are significantly different (P<0.05).

ปกติของสัตว์โตเต็มวัย คือ 6-27 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Swenson, 1977) ส่วนค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของกลูโคส และปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นมีค่าใกล้เคียงกันในระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง (P>0.05) และอยู่ในช่วงค่าปกติ ซึ่ง Kaneko (1980) รายงานว่า ความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดโคที่บ่งบอกความสมดุลของพลังงานในร่างกายอยู่ในช่วง 45-75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และอุทัย และคณะ (2549) รายงานว่า ค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของโคพื้นเมืองอยู่ในช่วง 26.74-34.56 เปอร์เซ็นต์

## สรุป

เยื่อในลำต้นสาคูสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดบดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารข้นโดยไม่ส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ กระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และเมแทบอไลท์ในกระแสเลือดของโคพื้นเมืองภาคใต้ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งแบบเต็มที่

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณหัวหน้าสถานีวิจัยและฝึกภาคสนามคลองหอยโข่ง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ สะอาดรักษ์. 2539. ผลของการเสริมอาหารเม็ดคุณภาพสูงต่อปริมาณการกินได้ รูปแบบของกระบวนการหมักในรูเมน ผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโคนม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

จินดา สนิทวงศ์ ณัฐวุฒิ บุรินทราภิบาล และเฉลียว ศรีชู. 2544. ผลการใช้หญ้าสกุล *Paspalum* เป็นอาหารหยาบหลักเลี้ยงโคเนื้อ. หน้า 177-185. *ใน:* รายงานผลการวิจัยประจำปี 2544. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

ชาญชัย มณีดุลย์ และ สมจิตร อินทรมณี. 2533. พืชอาหารสัตว์ในพื้นที่พรุ. หน้า 62-72. *ใน:* รายงานการประชุมทางวิชาการโครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง. 18-19 กันยายน 2533. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง, นราธิวาส.

ไชยณรงค์ นาวานุเคราะห์. 2541. โลหิตวิทยาของสัตว์เลี้ยงและการวิเคราะห์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

นิวัติ เรืองพานิช. 2543. วิทยาศาสตร์ทุ่งหญ้า. ลินคอร์นโปรโมชั่น, กรุงเทพฯ.

ปิ่น จันจุฬา. 2542. ต้นสาคู: พืชท้องถิ่นทางภาคใต้ที่น่าสนใจ. วารสารวิชาการเกษตร 17: 213-221.

เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 473 หน้า.

วรวรรณา แสงคง. 2549. ผลการเสริมผลพลอยได้ที่มีโซเดียมคลอไรด์ และกรดนิวคลีอิกต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมดุลไนโตรเจน และการสังเคราะห์โปรตีนจุลินทรีย์ในโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข. 2530. การใช้ลำต้นสาคูเลี้ยงสัตว์. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2: 35-40.

สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข และสุธน วงษ์ชีรี. 2531. การใช้ลำต้นสาคูเป็นอาหารสำหรับเป็ดเนื้อ. ว. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3: 129-144.

สุทิสา แต้มจันทร์. 2548. ปริมาณการกินได้ การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และการเจริญเติบโตของโคพื้นเมืองภาคใต้เพศผู้ที่ได้รับหญ้าพลิแคททูลั่มแห้งเสริมด้วยอาหารข้นในระดับต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

อนันต์ ภู่สิทธิกุล จิราพรรณ พินศิริกุล วัชรินทร์ วากะมะ อัจฉรารัตน์ ทิพย์ศรี และเสาวคนธ์ โรจนสถิตย์. 2529. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้สาคูและใบกระถินป่นเสริมเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงเป็ด (ระยะเป็ดเนื้อ) เพื่อพัฒนาการเลี้ยงเป็ด โครงการหมู่บ้านปศุสัตว์เกษตรมูโนะ. หน้า 335-341. *ใน:* รายงานผลวิจัยสาขาผลิตปศุสัตว์ ประจำปี 2528. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

อนันต์ วิชชุรังษี. 2548. ผลของระดับอาหารข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ และสมดุลไนโตรเจนของแม่โคพื้นเมืองภาคใต้ช่วงการตั้งท้องระยะกลาง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

อุทัย โคตรดก สุภร กตเวทิน สุจินต์ สิมารักษ์ มนต์ชัย ดวงจินดา และยุพิน ผาสุข. 2549. การศึกษาเปรียบเทียบกลไกทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการทนร้อนระหว่างโคเขตร้อนและโคเขตหนาว. วารสารแก่นเกษตร 34(4): 347-354.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. The 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

Bremner, J.M. and D.R. Keeney. 1965. Steam distillation methods of determination of ammonium nitrate and nitrite. Anal. Clin. Acta. 32: 485-497.

Brough, S. H., R. J. Neale, G. Norton and J. E. Wenham. 1995. The effects of variety, drying procedure, fineness of grinding and dietary inclusion level on the bioavailability of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) starch. J. Sci. Food Agri. 67: 71-76.

Canfield, R. W., J. J. Sniffen. and W.R. Butler. 1990. Effects of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle. J. Dairy Sci. 79: 2342-2349.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis. Agricultural Handbook No. 397. United State Department of Agriculture, Washington, D.C.

Kaneko, J. J. 1980. Appendixes, pp. 877-901. *In*: J. J. Kaneko (ed.). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 3rd ed. Academic Press, New York.

NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. National Academy Press, Washington, D.C.

Perdok, H. B. and R. A. Leng. 1990. Effect of supplementation with protein meal on the growth of cattle given a basal diet of untreated or ammoniated rice straw. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 3: 269-279.

Preston, R. L., D.D. Schnakanberg and W.H. Pfander. 1965. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. J. Nutr. 86: 281-287.

Schneider, B.H. and W.P. Flatt. 1975. The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments. The University of Georgia Press, Georgia, Athens. 423 pp.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., New York. 633 pp.

Swenson, M. J. 1977. Physiological properties and cellular and chemical constituents of blood, pp. 14-35. *In*: M.J. Swenson (ed.). Dukes Physiology of Domestic Animals. 9thed., Cornell University Press, Ithaca.P. J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O&B Book, Inc., Corvallis. 377 pp.

Yeong, S. W. and A. B. Syed Ali. 1977 . The use of sago in layer diets. Malaysian Agric. J. 51: 244-248.

# การแปรรูปลำไยในน้ำเชื่อมด้วยกระบวนการความดันสูงยิ่งและการพาสเจอไรซ์

# Processing of Longan in Syrup by Ultra-high Pressure and Pasteurization

*รัตนา ไชยมูล[1/] อรุณี อภิชาติสรางกูร[2/] และ สถิระ หิรัญ[2/]*
*Rattana Chaimoon[1/], Arunee Apichartsrungkoon[2/] and Sathira Hiran[2/]*

**Abstract:** Qualities of longan in syrup following ultra-high pressure (400 and 500 MPa, 30 and 40 ° C for 40 min) as well as pasteurization at 93 ° C 10 min were studied. In comparison of qualities of the pressurized and the pasteurized products data showed that the hardness, residue of vitamin C and sensory evaluation of the pressurized product were significantly better ($P \leq 0.05$) in every aspect. For microbial quality, it was found that total plate count, yeast and mould of the pressurized product were similar to those of the pasteurized samples.

**Keywords:** Longan in syrup, ultra-high pressure, pasteurization, hardness, vitamin C

**บทคัดย่อ:** งานวิจัยนี้ศึกษาคุณภาพของลำไยในน้ำเชื่อมที่แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง (400 และ 500 MPa ร่วมกับอุณหภูมิ 30 และ 40 °C เวลา 40 นาที) และการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 93 °C เวลา 10 นาที ในการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความดันสูงยิ่งและการพาสเจอไรซ์ พบว่าลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันมีค่าความแน่นเนื้อปริมาณวิตามินซีที่เหลือ ตลอดจนคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีกว่าลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์จากความดันสูงยิ่งพบปริมาณเชื้อ จุลินทรีย์ ยีสต์ และราใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์

**คำสำคัญ:** ลำไยในน้ำเชื่อม ความดันสูงยิ่ง การพาสเจอไรซ์ ความแน่นเนื้อ วิตามินซี

---

[1/]กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย) ถนนติวานนท์ อ.เมือง จ. นนทบุรี 11000

[2/]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50100

[1/]Food Control Division The Food and Drug Administration (FDA) Thanon Tiwanond, Muang Nonthaburi 11000, Thailand

[2/]Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50100, Thailand

## บทนำ

การแปรรูปลำไยด้วยความร้อนที่นิยมใช้ได้แก่ การพาสเจอไรซ์ แต่กระบวนการนี้ อาจทำให้ลำไยมีสีเข้มขึ้นซึ่งเกิดจากกระบวนการเปลี่ยนสีน้ำตาลของเนื้อลำไย สีนี้จะเข้มขึ้นตามระยะเวลาเก็บรักษา ดังเช่น การเปลี่ยนแปลงสีของลิ้นจี่กระป๋อง (ประไพ, 2547) นอกจากนั้นยังทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และ คุณค่าทางโภชนาการ ดังนั้นการแปรรูปโดยไม่ใช้ความร้อน (heatless processing) เช่น กระบวนการใช้ความดันสูงยิ่งจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่ลดการสูญเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์

การแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ระดับหนึ่งแต่ไม่ได้ทำลายคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารตลอดจนโภชนสารที่มีประโยชน์ทำให้อาหารมีลักษณะใกล้เคียงกับของสด ถึงแม้ว่าการใช้กระบวนการความดันสูงยิ่งในการแปรรูปอาหารจะต้องใช้งบประมาณลงทุนค่อนข้างสูง แต่พบว่าให้ผลตอบแทนสูงในระยะยาว เนื่องจากเทคโนโลยีนี้เป็นเทคโนโลยีที่สะอาด ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเพราะทำในระบบปิดไม่มีการระบายของเสียออกจากระบบ (Ledward *et al.*, 1995)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของลำไยในน้ำเชื่อมที่แปรรูปด้วยกระบวนการความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิโดยเปรียบเทียบกับการพาสเจอไรซ์

## อุปกรณ์และวิธีการ

### วัตถุดิบ

ลำไยสดพันธุ์ดอได้มาจากตลาดดอยติ อ.เมือง จ.ลำพูน กรดซิตริกและแคลเซียมคลอไรด์ชนิด food grade

### สารเคมี

กรดทาร์ทาริก (Ajax, Australia) กรดออกซาลิค (Carlo Erba) กรดแอสคอร์บิค (Asia Pacific Specialty Chemicals, Australia) 2,6-ไดคลอโรอินโดฟีนอล (Asia Pacific Specialty Chemicals, Australia) เอทานอล (Chemical & Lab Supplies, Thailand) Peptone water (Merck, Germany) Plate count agar (Merck, Germany) และ Potato dextrose agar (Merck, Germany)

### วิธีการผลิตลำไยในน้ำเชื่อม

ลำไยชุดควบคุม (control) เตรียมโดย ล้างลำไยสดพันธุ์ดอ คว้านเมล็ด และปลอกเปลือก แช่ในสารละลายผสมระหว่าง 1 % $CaCl_2$ และ 0.1 % citric acid (สุนทรี, 2550) เป็นเวลา 15 นาที ล้างน้ำ จากนั้นนำมาบรรจุในถุง retort pouch เติมน้ำเชื่อม 23 °Brix ปรับ pH ด้วย citric acid จนได้ cut out pH ต่ำกว่า 4.5 (ประไพ, 2547) จากนั้นลำไยที่ได้นำมาแปรรูปด้วย โดยใช้ระดับความดัน 400 และ 500 MPa อุณหภูมิ 30 และ 40 °C ระยะเวลา คงความดัน 40 นาที (สุทธิศักดิ์, 2550) ส่วนการพาสเจอไรซ์จะกระทำที่อุณหภูมิ 93 °C เป็นเวลา 10 นาที (สถาบันอาหาร, 2549)

### การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

วัดสีเนื้อลำไย โดยใช้เครื่องวัดสียี่ห้อ Minolta รุ่น CR-300 Series วัดเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture Analyser ใช้หัววัดชนิดเจาะ

### การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

วัดปริมาณค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดด้วย Hand Refractometer ปริมาณวิตามินซี ตามวิธีของ AOAC (2000)

### การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อยีสต์ และรา ในเนื้อลำไยทันทีหลังผ่านการพาสเจอไรซ์ หรือ ความดันสูงยิ่งตามวิธีของ AOAC (1998)

### การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยวางแผนการทดสอบชิมแบบ Random Complete Block Design (RCBD) ผู้ชิมจำนวน 50 คน

**การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติ**

วางแผนการทดลองทางสถิติแบบ CRD ทำการทดลองจำนวน 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

## ผลการทดลองและวิจารณ์

**การตรวจสอบคุณภาพของลำไยสดพันธุ์ดอ**

**คุณภาพทางกายภาพ** ตารางที่ 1 แสดงลำไยสดพันธุ์ดอมีค่าสี L* (ความสว่าง) ค่าสี a* (สีแดง-สีเขียว) และค่าสี b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) เท่ากับ 45.54, +1.50 และ +5.83 ตามลำดับ แสดงว่าลำไยตัวอย่างมีสีขาวขุ่น มีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.83 นิวตัน

**คุณภาพทางเคมี** ตารางที่ 2 แสดงคุณภาพทางเคมีของลำไยสดพันธุ์ดอ ผลของการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าลำไยสดพันธุ์ดอเป็นผลไม้ชนิดที่มีความเป็นกรดต่ำ (> 4.5) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับ 18.30 °Brix ซึ่งลำไยโดยทั่วไปจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 16 - 25 °Brix และส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ ซูโครส กลูโคส และ ฟรุคโตส (ชนันท์, 2545) ปริมาณวิตามินซีในลำไยพันธุ์ดอมีค่าเท่ากับ 82.64 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง รัตนาและอัจฉรา (2542) ได้วิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในลำไยสดพันธุ์ดอ พบว่าลำไยมีปริมาณวิตามินซีที่สูง คือ 69.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง อีกทั้งยังมีฟอสฟอรัส และแคลเซียมอีกด้วย

**การตรวจสอบคุณภาพของลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งและการพาสเจอไรซ์**

**คุณภาพทางกายภาพ** ตารางที่ 3 แสดงเนื้อลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิและการพาสเจอไรซ์มีความใสมากกว่าชุดควบคุม โดยค่าสี L* สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในส่วนของค่าสี a* พบว่าเนื้อลำไยในน้ำเชื่อมชุดควบคุมมีค่า a* สูงกว่าที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิ และการพาสเจอไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามค่า a* ของเนื้อลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิมีค่าน้อยกว่าที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุนทรี (2550) ที่ศึกษาการแปรรูปลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมด้วยความดันสูงยิ่ง 600 MPa ที่อุณหภูมิ 30 และ 50 °C เป็นเวลา 20 นาทีเปรียบเทียบกับการพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 3 นาที ในส่วนของค่าสี b* พบว่าการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิและการพาสเจอไรซ์ทำให้เนื้อลำไยมีค่า b* สูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามการแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์มีผลทำให้ลำไยมีค่า b* สูงกว่าแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิ เพราะการพาสเจอไรซ์ใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์ได้เร็วกว่า (Phunchaisri and Aprichatsrangkoon, 2005)

ตารางที่ 3 แสดงค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด ลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันสูงมีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าลำไยที่ผ่านการพาสเจอไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) จะเห็นว่าความดันสูงยิ่งสามารถรักษาความแน่น

Table 1 Physical qualities of fresh longan.

| Physical qualities | Content |
|---|---|
| Texture : Hardness (N) | 0.83 ± 0.04 |
| L* | 45.54 ± 0.52 |
| a* | 1.50 ± 0.04 |
| b* | 5.83 ± 0.16 |

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

Table 2 Chemical qualities of fresh longan.

| Chemical qualities | Content |
|---|---|
| pH | 6.85 ± 0.03 |
| Total soluble solid (°Brix) | 18.30 ± 1.40 |
| Vitamin C (mg/100 g) | 82.64 ± 0.98 |

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

Table 3 Effect of ultra-high pressure and pasteurization on color and hardness of longan in syrup.

| Treatments | L* | a* | b* | Hardness (N) |
|---|---|---|---|---|
| Control | $49.06^{c}$ ± 0.28 | $0.61^{a}$ ± 0.02 | $-0.76^{e}$ ± 0.20 | $1.15^{a}$ ± 0.02 |
| Pasteurization 93 °C, 10 min | $50.02^{b}$ ± 0.25 | $-0.07^{d}$ ± 0.01 | $0.81^{a}$ ± 0.16 | $0.78^{d}$ ± 0.01 |
| 400 MPa, 30 °C, 40 min | $52.88^{a}$ ± 0.01 | $-0.37^{c}$ ± 0.01 | $0.20^{d}$ ± 0.08 | $1.01^{b}$ ± 0.01 |
| 400 MPa, 40 °C, 40 min | $53.59^{a}$ ± 0.37 | $-0.66^{b}$ ± 0.12 | $0.51^{bc}$ ± 0.16 | $0.92^{c}$ ± 0.02 |
| 500 MPa, 30 °C, 40 min | $52.69^{a}$ ± 0.16 | $-0.43^{c}$ ± 0.07 | $0.30^{cd}$ ± 0.05 | $1.01^{b}$ ± 0.01 |
| 500 MPa, 40 °C, 40 min | $52.87^{a}$ ± 0.27 | $-0.66^{b}$ ± 0.05 | $0.56^{b}$ ± 0.05 | $0.94^{c}$ ± 0.01 |

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

- The different alphabet in each column indicates the significant statistical difference ($P \leq 0.05$)
- "Control" is the longan in syrup which has not been treated by pasteurized or ultra-high pressure.

เนื้อของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการพาสเจอไรซ์ ซึ่งการสูญเสียโครงสร้างพื้นฐานของอาหารที่ผ่านความร้อนเกิดจากผนังเซลล์แยกออกจากกัน เนื่องจากตาข่ายเพคตินของผนังเซลล์ถูกทำลาย (Lillford, 2000) สอดคล้องกับการทดลองของ Castro *et al.* (2008) ซึ่งพบว่าความแน่นเนื้อของพริกหยวกหลังจากผ่านความดันสูงยิ่งที่ 100 - 200 MPa นาน 10-20 นาที มีค่าสูงกว่าความแน่นเนื้อของพริกหยวกที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ที่ 70 - 98 °C เวลา 1 – 2.5 นาที

**คุณภาพทางเคมี** ตารางที่ 4 แสดงลำไยในน้ำเชื่อมเมื่อแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิ พบว่ามีปริมาณวิตามินซีคงเหลือโดยเฉลี่ยเท่ากับ 72 - 79 % ในขณะที่การพาสเจอไรซ์ทำให้ลำไยสูญเสียวิตามินไปมากกว่า โดยมีปริมาณวิตามินซีคงเหลืออยู่เพียง 46 % ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของสุนทรี.(2550) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณวิตามินซีของเนื้อลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 600 MPa อุณหภูมิ 30 และ 50 °C เป็นเวลา 20 นาที และการพาสเจอไรซ์ ที่อุณหภูมิ 90 °C เป็นเวลา 3 นาที พบว่าลิ้นจี่ในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันสูงยิ่ง 600 MPa อุณหภูมิ 30 และ 50 °C มีปริมาณวิตามินซีคงเหลือไม่แตกต่างกัน 78.56 และ 80.53 % ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณที่มากกว่าลิ้นจี่ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์เท่ากับ 46.63 % นอกจากนี้ Quaglia *et al.* (1996) ได้ศึกษาวิตามินซีในถั่วที่ผ่านความดันสูง 900 MPa พบว่ามีปริมาณวิตามินซีเหลือ 82 % ส่วนถั่วที่ผ่านการลวกมีวิตามินซีเหลือเพียง 12 % และ Castro *et al.* (2007) ศึกษาพริกหยวกที่ผ่านความดันสูง 100 - 200 MPa พบว่ามีปริมาณวิตามินซีเหลือมากกว่าพริกหยวกที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 80 และ 98 °C ตามลำดับ อีกทั้งจากรายงานของ Krebbers *et al.* (2002) พบว่าถั่วเขียวที่ผ่านความดันสูงมีปริมาณวิตามินซีเหลือเท่ากับ 76 % ในขณะที่ถั่วเขียวที่ผ่านความร้อน 90 °C เป็นเวลา 4 นาที มีปริมาณวิตามินซีเหลือเพียง 10 %

Table 4 Effect of ultra-high pressure and pasteurization on vitamin C content of longan in syrup.

| Treatments | Vitamin C (mg/100 g) | Residual of Vitamin C (%) |
|---|---|---|
| Control | $37.96^{a} \pm 2.12$ | 100 |
| Pasteurization 93 °C 10 min | $17.46^{c} \pm 0.97$ | 46 |
| 400 MPa 30 °C 40 min | $29.17^{b} \pm 1.39$ | 77 |
| 400 MPa 40 °C 40 min | $28.71^{b} \pm 1.61$ | 76 |
| 500 MPa 30 °C 40 min | $30.10^{b} \pm 0.80$ | 79 |
| 500 MPa 40 °C 40 min | $28.24^{b} \pm 2.12$ | 74 |

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

- The different alphabet in each column indicates the significant statistical difference($P \leq 0.05$)
- "Control" is longan in syrup which has not been pasteurized or treated by ultra-high pressure.

**คุณภาพทางจุลชีววิทยา** ตารางที่ 5 แสดงการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิทุกหน่วยทดลอง พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่า 25 CFU/g โดยลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันสูงยิ่ง 400 MPa อุณหภูมิ 30 และ 40 °C พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงกว่าที่ 500 MPa อุณหภูมิ 30 และ 40 °C เล็กน้อย ส่วนปริมาณยีสต์ และ รา ตรวจไม่พบในหน่วยทดลองที่ผ่านความดันสูงยิ่ง ตลอดจนลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ไม่ตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์ และเชื้อรา จากผลการทดลองแสดงว่าระดับความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิมีประสิทธิภาพในการยับยั้ง หรือทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และเชื้อราในผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับการพาสเจอไรซ์ ทั้งนี้อาจเกิดจากความดันสูงทำให้เอนไซม์ภายในเซลล์จุลินทรีย์เกิดการเสียสภาพ ผนังเซลล์ถูกทำลายทำให้สูญเสียการซึมผ่านของสารอาหาร (Knorr, 1995; Phunchaisri and Apichartsrangkoon, 2005) จากรายงานของ Garriga *et al.* (2004) ซึ่งศึกษาการแปรรูปน้ำมะเขือเทศ โดยใช้ระดับความดัน 300 - 500 MPa อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 10 นาที พบว่าที่ระดับความดัน 400 และ 500 MPa สามารถลดปริมาณยีสต์และเชื้อราได้อย่างสมบูรณ์ ส่วน Hoover *et al.* (1989) พบว่าการใช้ความดัน 350 MPa เป็นเวลา 30 นาที และ 400 MPa เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดปริมาณเซลล์ของแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อราได้ถึง 10 เท่า นอกจากนั้นวัชราภรณ์ (2549) รายงานว่าการใช้ความดัน 500 - 600 MPa อุณหภูมิ 30 - 50 °C เวลา 20 นาที ในการแปรรูปแยมฝรั่งไม่ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมถึง เชื้อยีสต์และรา

**คุณภาพทางประสาทสัมผัส** จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และ จุลชีววิทยา จึงคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปลำไยในน้ำเชื่อม ได้แก่ ความดัน 500 MPa อุณหภูมิ 30 °C เวลาคงความดัน 40 นาที เพื่อศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อไป เนื่องจากมีค่าความแน่นเนื้อที่ดี สามารถรักษาสีของผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่าการใช้อุณหภูมิคงความดัน 40 °C และเพียงพอต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ลำไยในน้ำเชื่อม

ตารางที่ 6 แสดงลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นรสชาติที่ไม่ต่างกัน ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Polydera et al. (2005) พบว่าน้ำส้มที่ผ่านกระบวนการความดันสูงยิ่ง (600 MPa อุณหภูมิ 40 °C เวลา 4 นาที) มีกลิ่นและรสชาติใกล้เคียงกับน้ำส้มสดและได้รับการยอมรับจากผู้ชิมสูงกว่าน้ำส้มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์ (80°C เวลา 60 นาที) นอกจากนี้ Laboissiere *et al.* (2007) ศึกษาผลของความดันสูงต่อ

Table 5 Effect of ultra-high pressure and pasteurization on microbiological qualities of longan in syrup.

| Treatments | Total plate count (CFU/g) | Yeast and moulds (CFU/g) |
|---|---|---|
| Control | 2,619 | 742 |
| Pasteurization 93 °C, 10 min | ND | ND |
| 400 MPa, 30 °C, 40 min | 2 | ND |
| 400 MPa, 40 °C, 40 min | 2 | ND |
| 500 MPa, 30 °C, 40 min | 1 | ND |
| 500 MPa, 40 °C, 40 min | 1 | ND |

Note - ND : Not Detected

- "Control" is longan in syrup which has not been pasteurized or treated by ultra-high pressure.

Table 6 Effect of ultra-high pressure and pasteurization on sensory evaluation of longan in syrup.

| Treatments | Colour | Aroma | Texture | Flavor | Acceptancy |
|---|---|---|---|---|---|
| Ultra-high pressure 500 MPa, 30 °C, 40 min | $7.92^{a} \pm 0.70$ | $7.46^{a} \pm 1.16$ | $7.54^{a} \pm 1.01$ | $6.88^{NS} \pm 1.55$ | $7.24^{a} \pm 1.29$ |
| Pasteurization 93 °C, 10 min | $7.60^{b} \pm 0.88$ | $6.54^{b} \pm 1.34$ | $6.76^{b} \pm 1.35$ | $6.72^{NS} \pm 1.51$ | $6.64^{b} \pm 1.63$ |

Note - Each value was an average of triplicate ± standard deviation

- The different alphabet in each column indicates the significant statistical difference ($P \leq 0.05$)

- NS: not significant statistical difference ($P > 0.05$)

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำเสาวรส โดยเปรียบเทียบน้ำเสาวรสที่ผ่านกระบวนการความดันสูง (300 MPa อุณหภูมิ 25 °C เวลา 5 นาที) กับ น้ำเสาวรสพาสเจอไรซ์ที่ได้จากท้องตลาด พบว่าการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งสามารถรักษาสีเหลืองและรสชาติของน้ำเสาวรสได้ดีกว่าการพาสเจอไรซ์

## สรุป

ลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านความดันสูงยิ่งร่วมกับอุณหภูมิ 30°C มีค่าความแน่นเนื้อสูงกว่าลำไยในน้ำเชื่อมที่ผ่านการพาสเจอไรส์ นอกจากนั้นยังพบว่าความดันสูงยิ่งสามารถถนอมวิตามินซีของผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าการพาสเจอไรซ์และยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และเชื้อราได้ใกล้เคียงกับการพาสเจอไรซ์อีกด้วย โดยผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงยิ่งมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสดีกว่าการแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ในทุก ๆ ด้าน

## เอกสารอ้างอิง

ประไพ ถูกหมาย. 2547. ผลของภาชนะบรรจุและแอนติออกซิเดนท์ต่อการเปลี่ยนแปลงสีของลิ้นจี่. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 161 หน้า.

ชนันท์ ราษฎร์นิยม. 2545. การผลิตน้ำลำไยผงโดยวิธีอบแห้งแบบโฟมแมท. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 159 หน้า.

รัตนา อัตตปัญโญ และ อัจฉราเทียมภักดี. 2542. วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยสดเพื่อการแปรรูปเป็นเนื้อลำไยอบแห้งในเชิงพาณิชย์. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานสนับสนุนกองทุนวิจัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 122 หน้า.

วัชราภรณ์ เวียงอินทร์. 2549. การแปรรูปแยมฝรั่งด้วยเทคนิคความดันสูงและความร้อน. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 131 หน้า.

สถาบันอาหาร. 2549. การศึกษาการแทรกผ่านความร้อนในกระป๋องเพื่อกำหนดกระบวนการผลิต หน้า 2-3 ใน: เอกสารฝึกอบรมเรื่องหลักการผลิตและฆ่าเชื้ออาหารในภาชนะปิดสนิทด้วยความร้อน. แผนกวิจัยและพัฒนา สถาบันอาหาร, กรุงเทพฯ.

สุทธิศักดิ์ เจษฎาไพสิฐ. 2550. ผลของความดันสูงยิ่งและการผนึกกันอากาศต่อการเก็บรักษาระยะสั้นของน้ำพริกหนุ่มที่ผลิตจากพริกพันธุ์จักรพรรดิ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 166 หน้า.

สุนทรี สมแสง. 2550. การเปรียบเทียบการเปลี่ยนสีของลิ้นจี่ (พันธุ์กวางเจา) ที่ถนอมด้วยความดันสูงยิ่งและความร้อน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 108 หน้า.

AOAC. 1998. Bacteriological Analytical Manual. 8th ed. AOAC International, Gaithersburg.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC international. 17th ed. AOAC International, Gaithersburg.

Castro, S. M., J. A. Saraiva, J. A. Lopes-da-Silva, I. Delgadillo, A. van Loey, C. Smout, M. Hendrickx. 2008. Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (*Capsicum annuum* L.). Food Chemistry 107(4): 1436-1449.

Garriga, M., N. Grebol, M.T. Amyrich, J.M. Monfort and M. Hugus. 2004. Microbial inactivation after high pressure processing at 600 MPa in commercial meat product over its shelf life. Innovative Food Science and Emerging Technologies 5: 135-149.

Hoover, D. G., C. Metrick, A. M. Papineau, D. F. Farkas and D. Knorr. 1989. Biological effects of high hydrostatic pressure on food microorganisms. Food Technology 43(3): 99-107.

Knorr, D. 1995. High pressure effects on plant derived foods. pp. 123-136. In: D.A. Ledward, D.E. Johnston, R.G. Earnshaw and A.P.M. Hasting (ed.). High pressure processing of food. Nottingham University press, Nottingham.

Krebbers, B., A. M. Matser, M. Koets and R.W. Van den Berg. 2002. Quality and storage-stability of high-pressure preserved green beans. Journal of Food Engineering 54: 27-33.

Laboissiere, L. H. E. S., R. Deliza, A. M. Barros-Marcellini, A. Rosenthal, L. M. A. Q. Camargo and R. G. Junqueira. 2007. Effects of high hydrostatic pressure (HHP) on sensory characteristics of yellow passion fruit juice. Innovative Food Science and Emerging Technologies 8: 469-477.

Ledward, D. A., D. E. Johnston, R. G. Earnshaw and A. P. M. Hasting. 1995. High Pressure Processing of Foods. Nottingham University Press, Loughborough. 240 pp.

Lillford, P.J. 2000. The Materials Science of Eating and Food Breakdown. MRS Bulletin 25(12): 38-43.

Phunchaisri, C. and A. Apichartsrangkoon. 2005. Effects of ultra-high pressure on biochemical and physical modification of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.). Food Chemistry 93(1): 57-64.

Polydera, A. C., N. G. Stoforos and P. S. Taoukis. 2005. Quality degradation kinetics of pasteurized and high pressure processed fresh navel orange juice: Nutritional parameters and shelf life. Innovative Food Science and Emerging Technologies 6: 1-9.

Quaglia, G. B., R. Gravina, R. Paperi and F. Paoletti. 1996. Effect of high pressure treatments on peroxidase activity, ascorbic acid content and texture in green peas. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie 29: 552-555.

# JOURNAL OF AGRICULTURE

A Technical Journal of Faculty of Agriculture, Chiang Mai University

## Volume 25, No. 3 October 2009




ISSN 0857-0841