การเพิ่มศักยภาพการผลิตห้อมเพื่อใช้ย้อมผ้าพื้นเมืองภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย
Increase of the Production Potential of *Strobilanthes cusia* (Nees) for Local Textile Dyeing in the Upper North of Thailand

ประนอม ใจอ้าย[1/*] วิภาดา แสงสร้อย[1/] มณทิรา ภูติวรนาถ[1/] สุทธินี เจริญคิด[1/]
พรรณพิมล สุริยะพรหมชัย[1/] รณรงค์ คนชม[1/]
Pranom Chaiai[1/] Vipada Sangsoy[1/]Montira Putivoranat[1/] Sutthinee Charoenkid[1/]
Panpimon Suriyapromchai[1/] Ronnarong Konchom[1/]

Received 7 Aug 2020/Revised 8 Dec 2020/Accepted 9 Dec 2020

ABSTRACT

Strobilanthes cusia (Nees) (Kuntze) is a shrub that grows in the natural forests of the upper North. It has been widely and popularly used as raw material for dyeing the local textile products and is now in short supply. Phrae Agricultural Research and Development Center has been collecting, conducting cloning comparison and developing *S. cusia* production technology during 2012-2020. The objectives were to study suitable varieties and production technology in the upper northern region and transferred the information to farmers. Results showed that *S. cusia* could be classified into 2 groups; the large leaf (*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze) and the small leaf (*Strobilanthes* sp.). The two groups had no different growth. But the large leaf group gave higher fresh yields and indigo substance than the small leaf group. The suitable plant spacing was 50x60 cm from which fresh yield of 1,266 kg/rai was obtained. Seventy percent shading increased fresh yield to 3,315 kg/rai. The harvesting index was 9 months after planting which gave fresh yield of 4,592 kg/rai. Optimal time to harvest was between 7.00-11.00 am which gave 421-463 kg/rai of indigo plate. When testing the production technology of 10 farmers in Phrae province. It was found that using DOA technology farmers could harvest 4 times/year with fresh yield of 3,844 kg/rai, 769 kg of indigo paste with a unit cost of 7,063 baht, an income of 38,436 baht, and a return profit of 31,373 baht. Using the farmers' technology the plant could be harvested 2 times, with fresh yield of 1,773 kg/ rai, 355 kg of fresh produce with production cost of 4,909 baht, an income of 17,728 baht, and a net profit of 12,819 baht. These activities obviously increased farmers and communities income and helped maintain the wisdom into the future.

Keywords: *Strobilanthes cusia* (Nees) , production, indigo paste, indigo substance

---

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ กรมวิชาการเกษตร จ.แพร่ 54000

[1] Phrae Agricultural Research and Development Center Department of Agriculture, Phrae 54000

***Corresponding author: pjaiai@yahoo.com**

บทคัดย่อ

ห้อม (*Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze) เป็นไม้พุ่มที่ขึ้นในป่าธรรมชาติทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ใช้เป็นวัตถุดิบในการย้อมผ้าหม้อห้อม จนเป็นเอกลักษณ์ของ จ.แพร่ และเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง ทำให้วัตถุดิบไม่เพียงพอสำหรับย้อมสีผลิตภัณฑ์ชุมชน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม จำแนก เปรียบเทียบพันธุ์ วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตห้อม ตั้งแต่ปี 2555-2563 และขยายผลงานวิจัยสู่เกษตรกร ผลการวิจัยพบว่า ห้อมจำแนกได้ 2 กลุ่ม ตามลักษณะพฤกษศาสตร์และลายพิมพ์ดีเอ็นเอ คือ ห้อมใบใหญ่ *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze และห้อมใบเล็ก *Strobilanthes* sp. ห้อมทั้ง 2 กลุ่ม มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มใบใหญ่ให้เนื้อห้อมและสารอินดิโก้มากกว่ากลุ่มใบเล็ก ซึ่งเทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสม ได้แก่ ระยะปลูกที่ 50x60 ซม. ให้ผลผลิตห้อมสด 1,266 กก./ไร่ การพรางแสง 70% ให้ผลผลิตห้อมสด 3,315 กก./ไร่ อายุการเก็บเกี่ยว 9 เดือน ให้ผลผลิตห้อมสด 4,592 กก./ไร่ ช่วงเวลาเก็บใบห้อม 07.00-11.00 น. ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ และให้เนื้อห้อม 421-463 กก./ไร่ การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตห้อมในแปลงเกษตรกร 10 ราย ใน จ.แพร่ พบว่า กรรมวิธีทดสอบ เก็บเกี่ยวห้อมสดได้ 4 ครั้ง/ปี ได้ผลผลิตห้อมสด 3,844 กก./ไร่ ผลผลิตเนื้อห้อม 769 กก./ไร่ ต้นทุนการผลิต 7,063 บาท รายได้ 38,436 บาท/ไร่ และผลตอบแทนสุทธิ 31,373 บาท/ไร่ ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรเก็บเกี่ยวห้อมสดได้ 2 ครั้ง/ปี ได้ผลผลิตห้อมสด 1,773 กก./ไร่ ผลผลิตเนื้อห้อม 355 กก./ไร่ และผลตอบแทน 12,819 บาท/ไร่ ดังนั้น จึงถือว่างานวิจัยนี้ได้พัฒนาห้อมจากพืชป่ามาเป็นพืชปลูก สร้างรายได้แก่เกษตรกรและชุมชน ตลอดจนช่วยสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการย้อมผ้าห้อมไม่ให้สูญหายและสืบทอดต่อลูกหลานต่อไป

คำหลัก: ห้อม,การผลิตห้อม, เนื้อห้อม, สารอินดิโก้

บทนำ

ห้อม เป็นพืชในวงศ์ Acanthaceae มีลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูงประมาณ 1 ม. ลำต้นตั้งตรง เป็นข้อปล้องคล้ายขาไก่ แตกกิ่งก้านตามข้อ ลักษณะใบเป็นใบเดี่ยว (simple leaf) ใบที่ติดอยู่บนลำต้นเป็นแบบตรงกันข้ามตั้งฉากกัน (decussate) (Cramer, 1998) ห้อมใบใหญ่มีใบกว้าง 6.2-8.3 ซม. และยาว 18.2-24.0 ซม. ห้อมใบเล็กมีใบกว้าง 3.2-3.9 ซม.และยาว 12.0-15.0 ซม. ช่อดอกแบบ Raceme คือ ช่อดอกที่มีแกนกลางยาว ดอกย่อยมีก้านดอกยาว ดอกที่บานก่อนอยู่โคนช่อ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (bisexual flower) มีการจัดเรียงดอกแบบไม่ได้สัดส่วน (Zygomorphic) ดอกมีใบประดับ กลีบดอกสีม่วงอ่อนถึงม่วงเข้ม จำนวน 5 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นรูปกระดิ่ง ตรงโคนเป็นหลอดโค้งเล็กน้อย ปลายบานออกคล้ายแตร ดอกตูมปลายกลีบเชื่อมติดกัน ลักษณะดอกบานแบ่งเป็น 2 ปาก เกสรตัวผู้มี 4 อัน แบ่งเป็น 2 คู่ แต่ละคู่มีก้านเกสรยาวไม่เท่ากัน เกสรตัวเมียมีรังไข่นูนเหนือฐานวงกลีบรวม (superior ovule numerous) ภายในมี 2 ช่อง แบบ free central placentation การติดของไข่เป็นแบบ loculicidal capsule ออกดอกเดือนกุมภาพันธ์ ผลเป็นฝักรีรูปกระสวย ยาวประมาณ 25 มม. มีขนละเอียดคลุม ภายในมี 2-4 เมล็ด (อนันต์และคณะ,2551)

สีย้อมธรรมชาติจากห้อม ใช้ย้อมผ้าฝ้ายมานานแล้ว ได้มาจากห้อมสายพันธุ์พื้นเมืองที่มีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ (Splitstoser *et al.,* 2016) แต่มีข้อจำกัดในการแยกสีย้อมหรือเม็ดสีจากพืชได้สีที่ค่อนข้างต่ำ และไม่มีความคงทนต่อแสงและกระบวนการที่ใช้เวลานาน (Das and Kalita, 2016) จึงเป็นสาเหตุหลักของสีสังเคราะห์ที่นำมาใช้แทนสีย้อมธรรมชาติ เนื่องจากสีย้อมสังเคราะห์มีคุณสมบัติความคงทนที่ดีต้นทุนที่ต่ำกว่า และมี

ให้เลือกมากมาย (Zarkogianni *et al*., 2016) ซึ่งปัจจุบันสีย้อมธรรมชาติจึงหายากและเกือบสูญหายไป ห้อมนอกจากจะใช้ใบและต้นมาทำสีน้ำเงินใช้ย้อมผ้ากันมาแต่โบราณแล้ว ยังสามารถย้อมผมได้โดยไม่ก่อให้เกิดการระเคืองต่อผิวหนังและหนังศีรษะ Taguchi *et al*. (2003) และยังมีประโยชน์เป็นสมุนไพรได้อีกด้วย แพทย์ญี่ปุ่นในเกาะโอกินาวาใช้ใบต้มน้ำดื่ม รักษาโรคกลากเนื่องจากมีสาร tryptanthrin สามารถฆ่าเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Trichophyton rubrum* และ *Trichophyton mentagrophytes* ส่วนแพทย์จีนได้ทดลองให้คนไข้โรคเอดส์ที่เป็นงูสวัด ดื่มน้ำต้มใบแห้งของครามผสมกับพืชอื่น และสารสกัดจากใบห้อมสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย (*Staphylococcus aureus*) ที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ (Shahni and Handique, 2013)

สารย้อมสีที่ได้จากใบห้อม เป็นสารอัลคาลอยด์ที่เป็นสารสีน้ำเงินและสีแดง สารสีน้ำเงิน คือ อินดิโก้ ส่วนสารสีแดงคือ อินดิรูบิน ซึ่งมีมากกว่าสารอินดิโก้ 6.8 เท่า และคงทนมากกว่า (นิตยา, 2544) ใบห้อมมีสารที่เรียกว่า อินดิแคน (Indican) ซึ่งละลายน้ำได้แต่ไม่มีสี เมื่อสารอินดิแคนทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนจะเกิดเป็นกลูโคสและสารอินโดซิล (Indoxy) และเมื่ออินโดซิลรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศจะเกิดเป็นสารคราม (Indigo) ที่เรียกว่า ห้อมเปียกหรือครามเปียก สารครามไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในด่าง การทำหม้อย้อมครามจึงต้องปรับสภาวะในหม้อให้สมดุล เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ และสารคราม โดยสารครามถูกรีดิวส์ให้เป็นลิวโคอินดิโก้ (Leucoindigo หรือ White indigo) สีเหลืองจะถูกดูดซับและติดที่เส้นใยผ้า และเมื่อลิวโคอินดิโก้ที่ถูกดูดซับติดกับเส้นใยผ้านั้นสัมผัสกับอากาศก็จะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ กลายเป็นสีน้ำเงินติดที่เส้นใยผ้า การย้อมสีครามย้อมวันละ 2 ครั้งคือ เวลาเช้าและเย็น เพื่อให้สารครามในน้ำย้อมนั้นเปลี่ยนสถานะเป็นลิวโคอินดิโก้ ให้มีปริมาณสีมากพอที่จะย้อมผ้าต่อไปได้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548)

แหล่งกำเนิดของห้อมอยู่ทางเหนือของประเทศอินเดีย พม่า ไทยและทางตอนใต้ของประเทศจีน สำหรับประเทศไทย จะพบตามพื้นที่ชุ่มชื้นในป่าทางภาคเหนือ ซึ่งมี “ผ้าหม้อห้อม” เป็นสัญลักษณ์ผ้าหม้อห้อมที่ย้อมสีธรรมชาติ มีจุดเด่นคือ ไม่ทำให้เกิดอาการแพ้สารเคมีสำหรับผู้ที่เป็นโรคภูมิแพ้ จึงเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางทั้งภายในประเทศและตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นและเกาหลี ในแต่ละปีผู้ประกอบการต้องการห้อมสด 146-219 ตัน/ปี มูลค่า 1.46-2.19 ล้านบาท/ปี และเนื้อห้อม 29.2-36.5 ตัน/ปี คิดเป็นมูลค่า 2.92-3.65 ล้านบาท/ปี (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์โดยผู้วิจัย) แต่ปัจจุบันผู้ประกอบการประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบสำคัญ ได้แก่ ห้อมสดและเนื้อห้อม เนื่องจากเกษตรกรปลูกน้อย และพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของห้อมมีจำกัด ซึ่งห้อมเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในป่าธรรมชาติที่มีความชุ่มชื้น แต่การปลูกห้อมของเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ยังขาดความรู้ในด้านพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสม ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่มีปริมาณห้อมสดและเนื้อห้อมสูง และเพิ่มศักยภาพการผลิตห้อมที่ถูกต้องและเหมาะสมกับพื้นที่ภาคเหนือตอนบน เพื่อเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร และแก้ปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบในการย้อมผ้าสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นสินค้าเกษตรอัตลักษณ์พื้นถิ่นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจรวบรวมและจำแนกพันธุ์ห้อมในภาคเหนือตอนบน

ทำการสำรวจและรวบรวมพันธุ์ห้อมในจังหวัดภาคเหนือตอนบน จำนวน 5 แหล่ง ได้แก่ 1) บ้านนาตอง หมู่ 9 ต.ช่อแฮ อ.เมือง จ. แพร่ 2) บ้านสองพี่น้อง หมู่ 5 ต.ริมโขง อ.เชียงของ

จ.เชียงราย 3) บ้านธาตุสบแวน หมู่ที่ 6 ต.หย่วน อ.เชียงคำ จ. พะเยา 4) บ้านช่างเคิ่ง ต. ต่อเรือ อ. แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ และ 5) ต.ช้างเผือก อ. เมือง จ. เชียงใหม่ จัดทำป้ายรหัสประจำต้น นำห้อมมาขยายพันธุ์โดยวิธีปักชำส่วนยอดยาว 15-20 ซม. ส่งตัวอย่างใบอัดแห้งเพื่อจำแนกพันธุ์ที่สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร และส่งตัวอย่างใบสดเพื่อตรวจวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิค ISSR ด้วยไพร์เมอร์ 14 ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ บันทึกข้อมูล แหล่งที่เก็บตัวอย่าง ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ได้แก่ ลักษณะลำต้น ทรงพุ่ม ลักษณะใบและดอก

2. การเปรียบเทียบคุณภาพสายต้นห้อม

ทำการเปรียบเทียบสายพันธุ์ห้อม จำนวน 6 สายต้น ได้แก่ แพร่ 1 แพร่ 2 เชียงราย เชียงใหม่ พะเยา 1 และ พะเยา 2 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ขยายพันธุ์โดยวิธีปักชำส่วนยอดยาว 15-20 ซม. ไถเตรียมดิน 2 ครั้ง และตากดิน 2 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยคอกมูลวัวอัตรา 1 ตัน/ไร่ เตรียมแปลงปลูกขนาด 2x3 ม. จำนวน 24 แปลง ภายในโรงเรือนคลุมด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ 70% เมื่อต้นห้อมอายุ 1 เดือน นำไปปลูก ระยะปลูก 60x50 ซม. ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ๆ 1 ชม. และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนอย่างสม่ำเสมอ บันทึกข้อมูล การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น ขนาดทรงพุ่ม และขนาดใบที่อายุ 6 เดือน ทำการเก็บเกี่ยวห้อมเมื่ออายุ 9 เดือน โดยตัดยอดยาว 15-20 ซม. เก็บต้นที่อยู่กลางแปลงยกเว้นต้นที่อยู่รอบนอก (border row) ชั่งน้ำหนักผลผลิตใบสด

จากนั้นเตรียมเนื้อห้อม ชั่งน้ำหนักใบสดโดยสุ่มจากใบยอด 1 กก. แช่น้ำ 10 ล. นาน 2 คืน แยกก้านและใบออก กรองน้ำหมักใบด้วยผ้าขาวบาง และเติมปูนขาว 120 ก. ลงในน้ำ ตีน้ำห้อมด้วยมือให้เกิดฟองสีน้ำเงินจนฟองยุบตัวลง ทิ้งให้น้ำห้อมตกตะกอน 1 คืน เทน้ำส่วนที่ใสชั้นบนทิ้งให้เหลือแต่ตะกอน จากนั้นกรองด้วยผ้าดิบให้น้ำไหลออกหมด จนได้เนื้อห้อมหรือห้อมเปียก ส่งตัวอย่างเนื้อห้อมไปวิเคราะห์สารอินดิโก้ด้วยเครื่อง UV/Visible Spectrophotometer ที่ห้องปฏิบัติการของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 บันทึกข้อมูลผลผลิตห้อมสด เนื้อห้อม และปริมาณสารอินดิโก้

3. ศึกษาระยะปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเนื้อห้อม

คัดเลือกสายต้นห้อมที่เจริญเติบโตดี และให้ผลผลิตสูงจากการทดลองข้อ 2 มาทดสอบหาระยะปลูกที่เหมาะสม นำห้อมที่คัดเลือกมาขยายพันธุ์โดยวิธีปักชำ เตรียมพื้นที่ทดลองโดยไถตากดิน 14 วันและไถพรวน 1 ครั้ง เตรียมแปลงย่อย ขนาด 2x3 ม. จำนวน 27 แปลง ภายในโรงเรือนตาข่ายพลาสติกพรางแสง 70% วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำ เมื่อต้นห้อมอายุ 1 เดือน นำไปปลูกใช้ระยะปลูก ระหว่างแถวและระหว่างต้น ดังนี้ 50x40, 50x60, 50x80, 70x40, 70x60, 70x80, 90x40, 90x60 และ 90x80 ซม. ให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกลอร์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ๆ ละ 1 ชม. และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนอย่างสม่ำเสมอ เก็บเกี่ยวยอดสด อายุ 9 เดือน โดยตัดยอดยาว 15-20 ซม. เก็บเฉพาะต้นที่อยู่กลางแปลงยกเว้นต้นที่อยู่รอบนอก (border row) การเตรียมเนื้อห้อม และวิเคราะห์ปริมาณสารอินดิโก้ ทำเช่นเดียวกับ ข้อ 2.

4. ศึกษาการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเนื้อห้อม

การทดสอบผลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตเนื้อห้อม ทำการทดสอบโดยใช้ห้อมสายต้นเดียวกับการทดลองในข้อ 3. และใช้ตาข่ายพลาสติกพรางแสงที่ระดับ 50, 60, 70 และ 80 % วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ทำการขยายพันธุ์ห้อมโดยวิธี

ปักชำ เตรียมแปลงทดลองโดยไถตากดิน 14 วัน และไถพรวน 1 ครั้ง เตรียมแปลงย่อย ขนาด 2x3 ม. จำนวน 20 แปลง เมื่อต้นห้อมอายุ 1 เดือน นำไปปลูกในแปลงใช้ระยะปลูก 50x60 ซม. ภายในโรงเรือนตาข่ายพลาสติกพรางแสง 50, 60, 70 และ 80 % ปฏิบัติดูแลรักษา ได้แก่การให้น้ำและกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ เมื่อห้อมมีอายุ 9 เดือน เก็บเกี่ยวยอดสดโดยตัดยอดยาว 15-20 ซม. ชั่งน้ำหนักใบสด จากนั้นเตรียมเนื้อห้อม และวิเคราะห์ปริมาณสารอินดิโก้ เช่นเดียวกับข้อ 2

5. ศึกษาอายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อการผลิตเนื้อห้อม

ขยายพันธุ์ห้อมพันธุ์สายต้นที่คัดเลือกเช่นเดียวกับ ข้อ 3. โดยวิธีปักชำ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ เตรียมพื้นที่และแปลงปลูกขนาด 2x3 ม. จำนวน 28 แปลง ภายในโรงเรือนตาข่ายพลาสติกพรางแสง 70% เมื่อต้นห้อมอายุ 1 เดือนหลังปักชำ นำไปปลูกที่ระยะปลูก 50x60 ซม. ปฏิบัติดูแลรักษาเช่นให้น้ำและกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ เก็บเกี่ยวใบยอดสดที่ระยะเวลา 5, 6, 7, 8, 9, 10 และ 11 เดือนหลังปลูก โดยตัดยอดยาว 15-20 ซม. ชั่งน้ำหนักใบสด จากนั้นเตรียมเนื้อห้อม และวิเคราะห์ปริมาณสารอินดิโก้ เช่นเดียวกับข้อ 2

6. ศึกษาช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อการผลิตเนื้อห้อม

ขยายพันธุ์ห้อมพันธุ์สายต้นที่คัดเลือกเช่นเดียวกับ ข้อ 3 สำหรับใช้ในการทดลองโดยวิธีปักชำ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ เตรียมแปลงทดลองเช่นเดียวกับ ข้อ 3 ทำการเก็บเกี่ยวห้อมสด 4 ช่วงเวลา (กรรมวิธี) ได้แก่ 07:00-08:00 น., 10:00-11:00 น., 13:00-14:00 น. และ 17:00-18:00 น. ทำการเก็บเกี่ยวยอดสด ที่อายุ 9 เดือนหลังปลูก โดยตัดยอดยาว 15-20 ซม. บันทึกน้ำหนักใบสด เนื้อห้อม และวิเคราะห์ปริมาณสารอินดิโก้ เช่นเดียวกับข้อ 2

7. การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตห้อมโดยเกษตรกรมีส่วนร่วม

ดำเนินการทดสอบเทคโนโลยีการเพิ่มศักยภาพการผลิตที่ได้จากการวิจัยข้างต้น ในแปลงเกษตรกร จ.แพร่ จำนวน 10 ราย ๆ ละ 1 ไร่ วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 2 กรรมวิธี ๆ ละ 2 ซ้ำ ได้แก่

1. กรรมวิธีทดสอบ คือ ใช้ต้นห้อมพันธุ์ใบใหญ่ แพร่ 1 อายุ 1 เดือน ปลูกในโรงเรือนที่พรางแสง 70 % ระยะปลูก 50x60 ซม. อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน เก็บเกี่ยวช่วงเวลา 07.00-11.00 น.และผลิตเนื้อห้อมโดยใช้เครื่องกวนน้ำห้อมต้นแบบของประนอมและคณะ (2558)

2. กรรมวิธีเกษตรกร ใช้ต้นห้อมพันธุ์พื้นเมือง อายุ 1 เดือน ปลูกในสภาพร่มไม้และใกล้แหล่งน้ำ ระยะปลูกไม่แน่นอน อายุเก็บเกี่ยว 6 เดือน เก็บเกี่ยวช่วงเวลา 06.00-08.00 น. ปฏิบัติดูแลรักษาตามกรรมวิธีเกษตรกร และผลิตเนื้อห้อมโดยใช้แรงคน

บันทึกข้อมูล การปฏิบัติงาน ผลผลิตห้อมสดและเนื้อห้อม ต้นทุนการผลิต ได้แก่ ค่าแรงงานปลูก เก็บเกี่ยว และทำเนื้อห้อม ค่าวัสดุ ได้แก่ ระบบน้ำ ปูนขาว และถังพลาสติก ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ความพึงพอใจของเกษตรกร วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Yield Gap Analysis และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ 2 กรรมวิธีโดย T-test

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสำรวจรวบรวมและจำแนกพันธุ์ห้อมในภาคเหนือตอนบน

รวบรวมห้อมจากภาคเหนือตอนบน จำนวน 6 สายต้น สามารถจำแนกตามลักษณะพฤกษศาสตร์ สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร โดยจำแนกห้อมตามลักษณะใบเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ห้อมที่มีลักษณะใบใหญ่ มีความกว้าง 7.02-8.83 ซม. และยาว 14.98-16.69 ซม. ที่อายุ

6 เดือน มี 4 สายต้น ได้แก่ สายต้นแพร่ 1 เชียงราย เชียงใหม่ และพะเยา 1 และ 2) ห้อมที่มีลักษณะใบเล็ก ซึ่งใบมีความกว้าง 4.60-4.73 ซม.และยาว 11.28-12.15 ซม.มีจำนวน 2 สายต้น ได้แก่ สายต้นแพร่ 2 และพะเยา 2 (Figure 1)

จากการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA) พบว่า ทั้ง 6 สายต้นมีลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน กลุ่มที่ 1 คือ *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze ได้แก่ สายต้นเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา 1 และแพร่ 1 ส่วนกลุ่มที่ 2 คือ *Strobilanthes* sp. ได่แก่ สายต้นพะเยา 2 และแพร่ 2 (Figure 2) ซึ่งการจำแนกวิธีนี้ ให้ผลตรงกับการจำแนกตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์

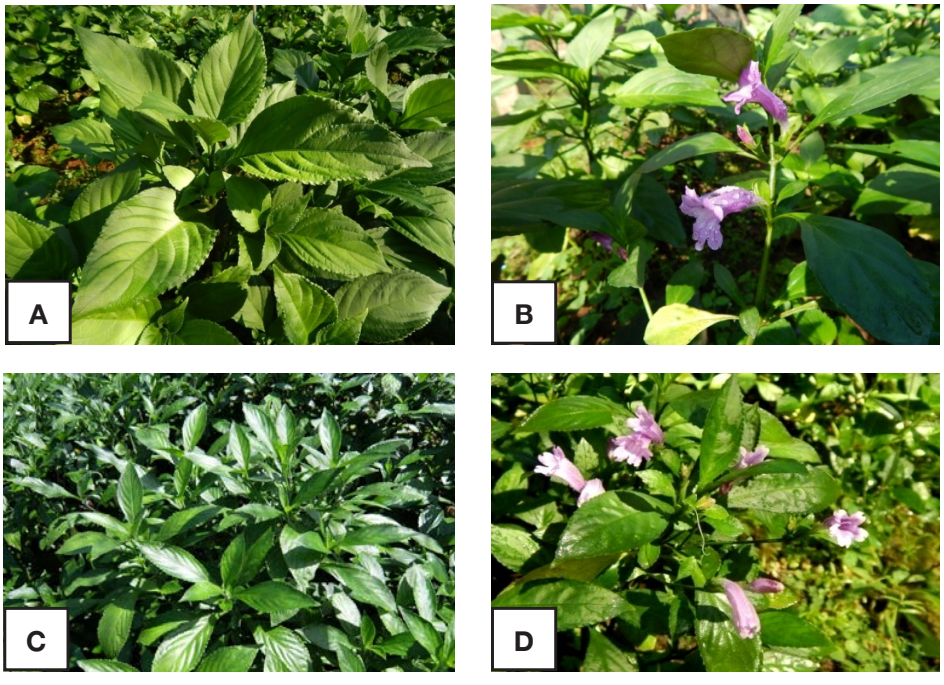

Figure 1 Morphology of Leaves (A) flowers (B) of group 1 *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze and leaves (C) flowers (D) of group 2 *Strobilanthes* sp.

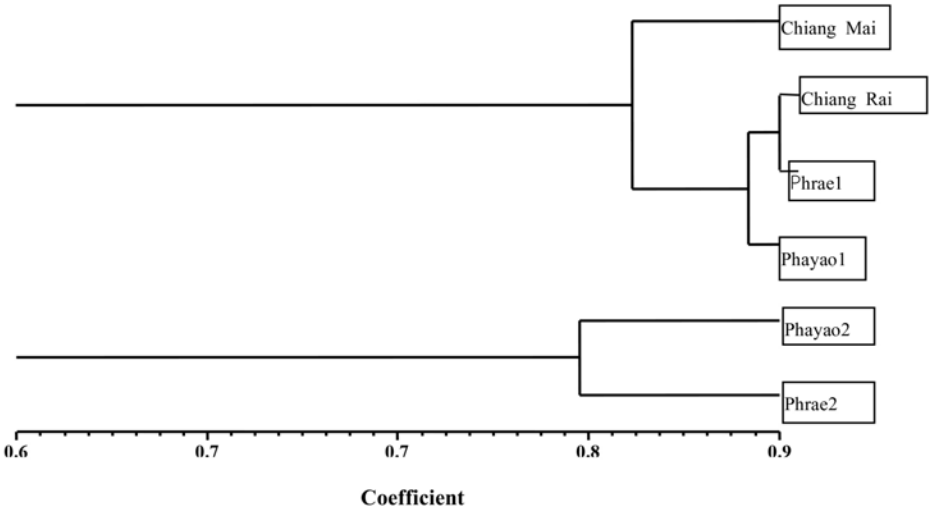

Figure 2 Dendrogram of 6 clones of *Strobilanthes cusia* in the Northern Region of Thailand

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของสายต้นห้อม

การเปรียบเทียบคุณภาพสายต้นห้อม 6 สายต้น เป็นพันธุ์ห้อมกลุ่มใบใหญ่ คือ สายต้นแพร่ 1 พะเยา 1 เชียงใหม่ และเชียงราย และพันธุ์ห้อมกลุ่มใบเล็ก คือ สายต้นแพร่ 2 และพะเยา 2

การเจริญเติบโต การเจริญเติบโตของต้นห้อมเมื่ออายุ 6 เดือน พบว่า สายต้นแพร่ 1 พะเยา 1 เชียงใหม่ และเชียงราย ซึ่งเป็นใบใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 0.86-1.00 ซม. ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างจาก สายต้นแพร่ 2 และพะเยา 2 ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 0.55-0.69 ซม. ขณะที่ความสูง ทรงพุ่ม มีจำนวนกิ่ง ขนาดใบกว้างและใบยาว ของทั้ง 6 สายต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) แต่สายต้นแพร่ 2 และพะเยา 2 มีจำนวนกิ่งมากกว่าสายต้น แพร่ 1 พะเยา 1 เชียงใหม่ และเชียงราย

ผลผลิตห้อมสด ห้อมทั้ง 6 สายต้นให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ กลุ่มห้อมใบใหญ่ (แพร่ 1 พะเยา 1 เชียงใหม่ และเชียงราย) ให้ผลผลิตห้อมสด 1,406-1,933 กก./ไร่ ขณะที่ห้อมกลุ่มใบเล็ก (แพร่ 2 และพะเยา 2) ให้ผลผลิตห้อมสด 1,600-1,686 กก./ไร่ ระหว่างสายต้นกลุ่มห้อมใบใหญ่ สายต้นแพร่ 1 ให้ผลผลิตห้อมสด และเนื้อห้อมสูงสูงที่สุด 1,933 กก./ไร่ และ 180 กก./ไร่ (Table 2) การวิเคราะห์สารอินดิโก้ในใบ พบว่า กลุ่มห้อมใบใหญ่มีสารอินดิโก้สูงกว่ากลุ่มใบเล็ก และในกลุ่มใบใหญ่มีสายต้นแพร่ 1 ที่ให้เนื้อห้อมที่มีสารอินดิโก้สูงสุด คือ 9.56% รองลงมาได้แก่ สายต้นเชียงใหม่ พะเยา 1 และเชียงราย มีสารอินดิโก้ 9.41, 7.53 และ 7.06 ตามลำดับ สายต้นห้อมกลุ่มใบเล็ก แพร่ 2 และพะเยา 2 มีสารอินดิโก้ 5.03 และ 3.46% (Table 2) สุรีย์และคณะ (2543) รายงานว่า สารอินดิโก้ในน้ำสกัดใบห้อมซึ่งผลิตสีย้อมผ้าได้ดีคือต้องมากกว่า 0.4% ดังนั้น ห้อมทั้ง 6 สายต้น มีสารอินดิโก้มากเพียงพอสำหรับผลิตสีย้อมผ้าหม้อห้อม จากผลการทดลองจึงคัดเลือกห้อมกลุ่มใบใหญ่สายต้น “แพร่ 1” สำหรับนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

Table 1 Stem diameter, height, canopy diameter, no. of branch and leaf size of 6 *Strobilanthes cusia* clones at aged of 6 months

clones	Stem diameter (cm)	plant height (cm)	Canopy diameter (cm)	No. of branch	leaf (cm)	
					width	length
Phrae 1	1.00 a	71.05 a	68.41 a	9.65 b	8.83 a	16.56 a
Payao 1	0.86 a	58.98 ab	59.03 ab	8.91 b	7.02 b	14.98 ab
Chiang Rai	0.88 a	70.15 ab	67.39 a	9.05 b	7.94 ab	15.34 ab
Chiang Mai	0.97 a	79.97 a	67.36 a	8.85 b	8.46 a	16.69 a
Phrae 2	0.55 b	47.18 b	45.76 b	10.88 ab	4.60 c	11.28 c
Payao 2	0.69 b	61.43 ab	56.65 ab	13.48 a	4.73 c	12.15 bc
CV(%)	9.57	17.31	13.91	17.37	8.97	10.63

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2 Fresh weight, indigo paste and substance of 6 *Strobilanthes cusia* clones when harvested at 9 months after planting

Clones	Fresh weight(kg/rai)	Indigo paste (kg/rai)	Indigo substance (%)
Phrae 1	1,933 a	180.00 a	9.56 a
Payao 1	1,406 a	172.00 a	7.53 ab
Chiang Rai	1,746 a	145.33 ab	7.06 abc
Chiang Mai	1,787 a	110.67 b	9.41 a
Phrae 2	1,686 a	169.33 a	5.03 bc
Payao 2	1,600 a	122.00 b	3.46 c
CV (%)	22.76	20.93	36.26

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

3. ผลของระยะปลูกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตห้อม

เก็บเกี่ยวผลผลิตห้อมสายต้นแพร่ 1 เมื่ออายุ 9 เดือน พบว่า ห้อมที่ปลูกในระยะปลูกต่าง ๆ ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระยะปลูก 50x60 ซม. ให้ผลผลิตห้อมสดและเนื้อห้อมเฉลี่ยต่อไร่มากที่สุด คือ 1,266 กก./ไร่ และ 238.98 กก./ไร่ ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ ระยะปลูก 50x40 ซม. ขณะที่ระยะปลูกที่ให้ผลผลิตห้อมสดน้อยที่สุด คือ 90x80 ซม. (272 กก./ไร่) ทุกระยะปลูกให้ปริมาณสารอินโดโก้ 1.56-2.05 % ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติ (Table 3) ที่ระยะปลูก 50x40 ซม. ถึงแม้จะให้ผลผลิตสด และเนื้อห้อมสดน้อยกว่าที่ระยะปลูก 50x60 ซม. แต่ให้เปอร์เซ็นต์สารอินดิโก้สูงที่สุดคือ 2.05%

4. ความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของห้อม

ผลการพรางแสงด้วยตาข่ายสีดำที่ 50-70% ต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตห้อมของสายต้นแพร่ 1 พบว่า มีผลผลิตเฉลี่ย 2,861.97-3,314.90 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างจากการพรางแสง 80% อย่างมีนัยสำคัญ การพรางแสงที่ 60-70% ให้ผลผลิตเนื้อห้อมสูง 202.33-238.20 กก./ไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สูงกว่าการพรางแสง 50% และ 80% อย่างมีนัยสำคัญ และการพรางแสง 60-70% ให้สารอินดิโก้สูง 2.79-3.24% ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ การพรางแสง 50% และ 80% ที่ให้สารอินดิโก้เพียง 1.90 และ 1.91% เท่านั้น (Table 4)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสงเหลือ 70% มีการเจริญเติบโตให้ผลผลิตห้อมสด เนื้อห้อม และสารอินดิโก้สูงที่สุด เนื่องจากธรรมชาติของห้อมในประเทศไทยจะพบตามพื้นที่ชุ่มชื้นในป่าดงดิบ ซึ่งปกติได้รับแสงน้อย ดังนั้น การนำมาปลูกในโรงเรือนจึงจำเป็นต้องมีการพรางแสง วงจันทร์ (2535) รายงานว่า เมื่อเพิ่มความเข้มของแสงในสภาพแสงจำกัดจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นแต่จะคงที่เมื่อแสงมีมากพอหรือแสงอิ่มตัว (light saturation) การพรางแสง 80% มีการเจริญเติบโต ห้อมสด เนื้อห้อมและสารอินดิโก้ต่ำสุด เนื่องจากความเข้มของแสงน้อยเกินไปและทำให้การสังเคราะห์น้อยตามด้วย

Table 3 Comparison of fresh weight, indigo paste and indigo substance of *Strobilanthes cusia* when planted at various spacing in the green house

Spacing (cm)	Fresh weight (kg/rai)	Indigo paste (kg/rai)	Indigo substance (%)
50x40	750 b	118.82 b	2.05 a
50x60	1,266 a	238.98 a	1.92 a
50x80	657 bc	228.58 a	1.22 a
70x40	598 bcd	132.03 b	1.66 a
70x60	459 cde	122.76 b	1.56 a
70x80	404 cde	92.82 b	1.66 a
90x40	351 de	68.93 b	1.63 a
90x60	338 de	88.97 b	1.61 a
90x80	272 e	78.60 b	1.76 a
CV (%)	28.63	40.88	30.34

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 Fresh weight, indigo paste and indigo substance of *Strobilanthes cusia* when growing in the greenhouse using different shading percentage

Shading (%)	Fresh weight (kg/rai)	Indigo paste (kg/rai)	Indigo substance (%)
50	2,861.97 a	153.80 b	1.90 b
60	3,210.38 a	202.33 a	2.79 ab
70	3,314.90 a	232.19 a	3.24 a
80	249.36 b	41.81 c	1.91 b
CV (%)	19.6	17.0	34.3

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

5. อายุการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อการผลิตเนื้อห้อม

อายุการเก็บเกี่ยวต้นห้อมสายต้นแพร่ 1 ที่อายุต่างกัน ให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ (Table 5) การเก็บเกี่ยวที่อายุ 9 เดือน ให้ผลผลิตสูงที่สุด 4,592.2 กก./ไร่ รองลงมา คือการเก็บเกี่ยวที่อายุ 10 และ 11 เดือน ให้ผลผลิต 4,536.2 และ 3,677.5 กก./ไร่ การเก็บเกี่ยวที่อายุ 5 -7 เดือน จะให้ผลผลิตต่ำ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับผลผลิตที่มีการเก็บเกี่ยวอายุ 9-11 เดือน ขณะที่ผลผลิตเนื้อห้อมที่เก็บเกี่ยวอายุ 6 ถึง 11 เดือน มีค่าเฉลี่ย 609.49 - 626.29 กก./ไร่ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นการเกี่ยวที่อายุ 5 เดือน ให้ผลผลิตเนื้อห้อมต่ำที่สุด 430.29 กก./ไร่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองศึกษาการเจริญ

เติบโตและระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของต้นห้อมพันธุ์แม่ริม พบว่า ห้อมพันธุ์แม่ริมมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ที่เจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือช่วงระยะ 5 เดือน และมีแนวโน้มการพัฒนาในด้านการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องและควรที่เก็บเกี่ยวอายุที่สูงมากกว่านี้ (อนันต์และคณะ, 2551)

สำหรับปริมาณสารอินดิโก้ในเนื้อห้อมสูงสุด 2.27% เมื่อเก็บเกี่ยวอายุ 11 เดือน รองลงมาคือ 8, 10, 6, 7 และ 9 เดือน และการเก็บเกี่ยวที่อายุ 5 เดือน ให้สารอินดิโก้ต่ำที่สุด 1.32% (Table 5) ทั้งนี้ เป็นเพราะอายุของใบห้อมยังแก่ไม่เต็มที่ ถึงอย่างไรก็ตาม ปริมาณสารอินดิโก้ที่พบในยอดห้อมที่มีอายุตั้งแต่ 5 เดือนขึ้นไปมีค่า 1.26-2.27 % สามารถย้อมผ้าติดสีได้ เพราะสารอินดิโก้ในน้ำสกัดใบห้อมซึ่งผลิตสีย้อมผ้าได้ดีคือมากกว่า 0.4% ขึ้นไป (สุรีย์และคณะ, 2543)

Table 5 Fresh weight, indigo paste and indigo substance of *Strobilanthes cusia* when harvest at various months after planting in the greenhouse

Harvesting time	Fresh weight (kg/rai)	Indigo paste (kg/rai)	Indigo substance (%)
5	2,090.8 c	430.29 b	1.32 c
6	2,053.4 c	626.29 a	1.66 bc
7	1,997.4 c	609.49 a	1.55 bc
8	2,949.5 bc	617.89 a	2.11 ab
9	4,592.2 a	623.37 a	1.26 c
10	4,536.2 a	620.90 a	1.72 abc
11	3,677.5 ab	620.00 a	2.27 a
CV (%)	28.51	16.59	23.45

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

6. ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อการผลิตเนื้อห้อม

ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อผลผลิตห้อมสด การเก็บเกี่ยวสามารถทำได้ทั้งวัน ซึ่งให้ผลผลิตห้อมสด 2,687.76-2,950.94 กก./ไร่ แต่ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกันทางสถิติต่อผลผลิตเนื้อห้อม คือการเก็บเกี่ยวเวลา 07.00-08.00 และ 10.00-11.00 น. ให้ผลผลิตเนื้อห้อมสูงสุด คือ 420.90-462.89 กก./ไร่ ส่วนการเก็บเกี่ยวช่วงเวลา 17.00-18.00 น. ให้ผลผลิตเนื้อห้อมต่ำสุด คือ 261.31 กก./ไร่ สำหรับปริมาณสารอินดิโก้ในเนื้อห้อมมีปริมาณสูงสุดที่ 3.32% เมื่อเก็บเกี่ยวเวลา 17.00-18.00 น. ส่วนการเก็บเกี่ยวช่วงเวลา 07.00-08.00 นาฬิกา มีปริมาณสารอินดิโก้ต่ำสุด คือ 2.05% (Table 6) ถึงแม้ผลการทดลองจะแสดงให้เห็นว่า การเก็บเกี่ยวช่วงบ่ายจะมีปริมาณสารอินดิโก้มากกว่าการเก็บเกี่ยวช่วงเช้า แต่โดยทั่วไปเกษตรกรผู้ปลูกห้อมจะเก็บผลผลิตในช่วงเช้าไม่เกิน 8:00 น. เพราะให้น้ำหนักเนื้อห้อมมากกว่าห้อมที่เก็บในเวลาอื่น ๆ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2548) และเนื่องจากต้องทำการหมักและผลิตห้อมเปียกต่อไป หากเก็บเกี่ยวช่วงเย็นอาจจะไม่ค่อยสะดวกต่อการปฏิบัติงาน

7. การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตห้อมโดยเกษตรกรมีส่วนร่วม

ผลการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตในแปลงเกษตรกร พบว่า กรรมวิธีทดสอบที่ได้จากการวิจัย (DOA technology) ให้ผลผลิตห้อมสด

มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรรมวิธีทดสอบสามารถเก็บเกี่ยวได้ 4 ครั้ง คิดเป็นผลผลิตห้อมสดเฉลี่ย 3,844 กก./ไร่ ขณะที่กรรมวิธีเกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวได้เพียง 2 ครั้ง คิดเป็นผลผลิตห้อมสดเฉลี่ย 1,773 กก./ไร่ นอกจากนี้ กรรมวิธีทดสอบยังให้ผลผลิตเนื้อห้อมเฉลี่ย 769 กก./ไร่ มากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร ที่ได้ผลผลิตเนื้อห้อมเฉลี่ย 355 กก./ไร่ (Table 7)

Table 6 Fresh weight, indigo paste and substance at different harvesting time of *Strobilanthes cusia*

Harvesting time	Fresh weight (kg/rai)	Indigo paste (kg/rai)	Indigo substance (%)
07.00-08.00 am	2,950.94 a	420.90 a	2.05 c
10.00-11.00 am	2,687.76 a	462.89 a	2.33 bc
13.00-14.00 pm	2,706.43 a	335.04 b	2.74 b
17.00-18.00 pm	2,911.74 a	261.31 c	3.32 a
CV(%)	20.2	11.9	13.9

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 7 Comparison yield of natural indigo production of *Strobilanthes cusia* between DOA technology and farmers technology in the field during 2016-2017

Farmers	Fresh weight (kg./rai)			Indigo plate (kg./rai)		
	DOA Technology	Farmers Technology	Yield Gap[1/]	DOA Technology	Farmers Technology	Yield Gap
Mrs. Siwanan Jirakunthaninchot	4,476	2,369	2,107	895	474	421
Miss Nitchakun Onnorm	6,506	2,933	3,573	1,301	587	714
Mrs. Yupin Saisamphao	3,136	1,333	1,803	627	267	360
Miss Suwimon Hongsame	3,360	1,333	2,027	672	267	405
Mr. Swain Situe	5,706	2,720	2,986	1,141	544	597
Mr. Chai Thinjun	3,253	1,440	1,813	651	288	363
Mr. Wik Maidee	4,000	2,027	1,973	800	405	395
Mrs. Arrun Situe	2,507	1,387	1,120	501	277	224
Mrs. Teun Maidee	3,093	853	2,240	619	171	448
Mrs.Thanaphon Phukdee	2,400	1,333	1,067	480	267	213
Average	3,844	1,773	2,071	769	355	414
SD	1,354	695	759	271	139	152
T-test			8.63**			1.76[ns]

[1/]Yield Gap= DOA Technology- Farmers technology

** Yield Gap Analysis by Paired t-test

กรรมวิธีทดสอบมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 7,063 บาท/ไร่ ค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่เป็นค่าโรงเรือนชั่วคราว ส่วนกรรมวิธีเกษตรกรมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 4,909 บาท ซึ่งเป็นค่าระบบให้น้ำ ถ้าราคาจำหน่ายห้อมสด 10 บาท/กก. กรรมวิธีทดสอบจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เฉลี่ย 38,436 บาท/ไร่ และให้ผลตอบแทนสุทธิ 31,373 บาท/ไร่ ขณะที่กรรมวิธีเกษตรกรมีรายได้เฉลี่ย 17,728 บาท/ไร่ และมีผลตอบแทนสุทธิ 12,819 บาท/ไร่ กรรมวิธีทดสอบให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากกรรมวิธีทดสอบมีอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (BCR) 5.15 ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร ซึ่งมีค่า BCR เท่ากับ 3.58 (Table 8)

สรุปผลการทดลอง

ห้อม ทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย มี 2 กลุ่มคือ กลุ่มห้อมใบใหญ่ *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze ได้แก่สายต้น แพร่ 1 เชียงราย เชียงใหม่ และพะเยา 1 และกลุ่มห้อมใบเล็ก *Strobilanthes* sp.ได้แก่ สายต้น แพร่ 2 และพะเยา 2 กลุ่มห้อมใบใหญ่ให้ผลผลิตห้อมสด เนื้อห้อม และสารอินดิโก้มากกว่ากลุ่มห้อมใบเล็ก เทคโนโลยีการผลิตห้อมที่เหมาะสมจากการวิจัย คือเกษตรกรควรใช้พันธุ์ห้อมสายต้น แพร่ 1 ใช้ระยะปลูกที่ 50x60 ซม. และควรมีการพรางแสงด้วยตาข่ายดำ 70% อายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม 9 เดือน และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ทั้งช่วงเช้า

Table 8 Cost (bath/rai), income (bath/rai), Return profit (bath/rai) and benefit cost ratio (BCR) of natural indigo production using DOA technology and farmers practice during 2016-2017

Farmers	DOA Technology				Farmers Technology			
	Costs	Income	Return profit	BCR	Costs	Income	Return profit	BCR
Mrs. Siwanan Jirakunthaninchot	8,500	44,759	36,259	5.27	5,800	23,689	17,889	4.08
Miss Nitchakun Onnorm	7,500	65,063	57,563	8.68	4,800	29,332	24,532	6.11
Mrs. Yupin Saisamphao	8,600	31,358	22,758	3.65	5,100	13,333	8,233	2.61
Miss Suwimon Hongsame	7,100	33,598	26,498	4.73	4,800	13,333	8,533	2.78
Mr. Swain Situe	7,550	57,063	49,513	7.56	5,100	27,198	22,098	5.33
Mr. Chai Thinjun	7,200	32,531	25,331	4.52	4,800	14,399	9,599	3.00
Mr. Wik Maidee	7,650	39,998	32,348	5.23	5,050	20,265	15,215	4.01
Mrs. Arrun Situe	6,500	25,065	18,565	3.86	4,500	13,866	9,366	3.08
Mrs. Teun Maidee	7,220	30,931	23,711	4.28	4,540	8,533	3,993	1.88
Mrs.Thanaphon Phukdee	6,400	23,999	17,599	3.75	4,600	13,333	8,733	2.90
Average	7,063	38,436	31,373	5.15	4,909	17,728	12,819	3.58
SD	724	13,541	13,273	1.68	384	6,951	6,758	1.31

และช่วงบ่าย การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบ (DOA technology) กับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกร พบว่า วิธี DOA technology ได้ผลผลิตห้อมสด 3,844 กก./ไร่ ผลผลิตเนื้อห้อม 769 กก./ไร่ มีผลตอบแทนสุทธิ 31,373 บาท/ไร่ ขณะที่วิธีปฏิบัติของเกษตรกรได้ผลผลิตห้อมสด 177กก./ไร่ ผลผลิตเนื้อห้อม 355 กก./ไร่ มีผลตอบแทนสุทธิ 12,819 บาท/ไร่ กรรมวิธีทดสอบให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุนเนื่องจากมีอัตราส่วนของรายได้ต่อการลงทุน (BCR) 5.15 ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีเกษตรกร ซึ่งมีค่า BCR 3.58 เทคโนโลยีการผลิตห้อมของกรมวิชาการเกษตร นี้สามารถถ่ายทอดสู่เกษตรกร โดยจะขยายผลสู่โครงการ 9101 และโครงการเพิ่มรายได้ตามแผนพัฒนา จ.แพร่ ปี 2561-2565 เพื่อสนับสนุนการผลิตสินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) ของ จ.แพร่ ทำให้ห้อมซึ่งเป็นพืชป่ากลายเป็นพืชปลูกเชิงพาณิชย์ สร้างงาน สร้างรายได้ รักษาและส่งเสริมให้ภูมิปัญญาท้องถิ่นการผลิตผ้าพื้นเมืองคงความเป็นอัตลักษณ์ของชุมชนต่อไป

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับการวิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอ สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชในการจำแนกพันธุ์ กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 ที่วิเคราะห์สารอินดิโก้ และขอขอบคุณเกษตรกร และกลุ่มผู้ผลิตผ้าพื้นเมืองที่ร่วมงานวิจัยทำให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

นิตยา ชะนะญาติ. 2544. *การพัฒนาการสกัดอินดิโก้จากครามและฮ่อมเพื่อใช้ในการย้อมสีธรรมชาติ.* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 77 หน้า.

ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย สนอง อมฤกษ์ พัชราภรณ์ ลีลาภิรมย์กุล ฉัตรสุดา เชิงอักษร สากล มีสุข นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ และอุทัย นพคุณวงศ์. 2558. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตห้อมเพื่อย้อมผ้าในภาคเหนือตอนบน. หน้า 46-50. *ใน:* เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา Year End กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2558. 28-29 กันยายน 2558 ณ โรงแรมรามาการ์เด้นส์ กรุงเทพฯ.

วงจันทร์ วงศ์แก้ว. 2535. *หลักสรีรวิทยาของพืช.* ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.157 หน้า.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2548. *เทคโนโลยีสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ OTOP* เล่ม 4 เทคนิคการย้อมผ้าหม้อห้อมให้มีคุณภาพได้มาตรฐาน. 32 หน้า.

สุรีย์ ฟูตระกูล สรศักดิ์ เหลี่ยวไชยพันธุ์ สุปราณี เสียงใส อนงค์ จีระโสตถิกุล ฐานิศ บุตรเพชรรัตน์ อัฉรา สายหยุด ศิริวรรณ วิชัย และสุรารักษ์ จันทนเสถียร. 2543. *การพัฒนาสารย้อมสีธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนบน.* สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 199 หน้า.

อนันต์ ปินตารักษ์ เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ เศรษฐา ศิริพินทุ์ และพิเชษฐ เวชวิฐาน. 2551. *เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาการปลูกต้นครามและต้นฮ่อมในสภาพพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และสกลนคร.* ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 83 หน้า.

Cramer, L.H. 1998. Acanthaceae, page. 1-140. *In:* Dassanayake, M.D. (ed.). A Revised Handbook to the Flora of Ceylon Vol. XII. A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands.

Das, H. and D. Kalita. 2016. Fibers and dye yielding plants of north East India. pp. 77–99. In: *Bioprospecting of indigenous bioresources of north-east India. Springer science+business media Singapore.*

Shahni, R. and P J. Handique. 2013. Anti-bacterail Properties of leaf extracts of Strobilanthes cusia (Nees) Kuntze, a rare ethno-medicinal plant of Manipur, India. *Int. J. Pharm Tech Res.* 5(3): 1281-1285.

Splitstoser J.C., T.D. Dillehay., J. Wouters and A. Claro. 2016. Early pre-Hispanic use of indigo blue in Peru. *Sci Adv.* 2(9): e1501623.

Taguchi, K., T. Tokano, Y. Yamaoka and K. Furuse. 2003. Hair dye and hair dyeing methods using the same. US Patent. Available at: [https://patentimages.storage.googleapis.com/dd/1a/19/63ff410198c3e5/US6656229.pdf] Accessed: 10 June 2020

Zarkogianni, M., E. Mikropoulou, E. Varella and E. Tsatsaroni . 2011. Colour and fastness of natural dyes: revival of traditional dyeing techniques. *Color Technol.* ;127(1):18–22.