

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแลคโตนรวม
ของฟ้าทะลายโจรต่างสายพันธุ์ที่ปลูกในถังไลซิมิเตอร์
Comparison on Growth, Yield and Total Lactone Content
of Different *Andrographis paniculata* Varieties Grown in Lysimeter Tank

ปริญญาวดี ศรีตันทิพย์¹ ชิติ ศรีตันทิพย์^{1*} เสกสรร วงศ์ศิริ² มนัสวี วังไชยเลิศ¹ และบุศรินทร์ บุญเต็ม¹

Parinyawadee Sritontip¹, Chiti Sritontip^{1*}, Seksan Wongsiri²

Manassawee Wangchailerd¹ and Butsarin Boontem¹

¹สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

¹Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Thailand 52000

²Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Thailand 52000

*Corresponding author: chiti@rmutl.ac.th

Received: June 16, 2024

Revised: March 10, 2025

Accepted: March 27, 2025

Abstract

The objective of this research was to compare the growth, yield, and total lactone content of four varieties of *Andrographis paniculata* cultivated in lysimeter tanks for water and nutrient use studies. The experiment was conducted at the Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang Province. The experiment followed a completely randomized design (CRD) with eight replications and four treatments, including Phichit 4-4, Phitsanulok 5-4, and two commercial varieties (Golden Mountain brand and Compass brand variety). The results showed no statistically significant differences in stem growth and physiology. However, significant differences were observed in yield, yield components, and phytochemical concentrations. The Phitsanulok 5-4 and Compass brand varieties produced the highest dry weights, with averages of 20.26 and 20.74 grams per plant, respectively. Meanwhile, Phichit 4-4 and Golden Mountain brand varieties had average dry weights of 17.12 and 16.28 grams per plant, respectively. The total lactone content, calculated as andrographolide, exceeded the standard for *Andrographis paniculata* in all four varieties, ranging from 23.64 to 27.70 grams per 100 grams of dry weight. Among them, the Phichit 4-4 variety had the highest average value.

Keywords: *Andrographis paniculata*, stem growth, total lactone content, lysimeter tanks

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบ การเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณแลคโตนรวม ของฟ้าทะลายโจร 4 สายพันธุ์ ที่ปลูกในชุดศึกษาการใช้ น้ำและธาตุอาหารพืช ดำเนินการทดลอง ณ สถาบันวิจัย เทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา จังหวัดลำปาง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่ม สมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 8 ซ้ำ ได้แก่ สายพันธุ์พิจิตร 4-4 สายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และ พันธุ์การค้า 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ตราภูเขาทอง และ สายพันธุ์ตราสี่ทิศ ผลการทดลองพบว่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและข้อมูลสรีรวิทยา ที่ไม่ แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีปริมาณผลผลิต องค์ประกอบ ของผลผลิต และปริมาณสารสำคัญต่างกัน โดยสายพันธุ์ พิษณุโลก 5-4 และสายพันธุ์ตราสี่ทิศ ให้น้ำหนักแห้ง สูงที่สุด มีค่าเฉลี่ย 20.26 และ 20.74 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ขณะที่สายพันธุ์พิจิตร 4-4 และสายพันธุ์ตราภูเขาทอง มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 17.12 และ 16.28 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนปริมาณแลคโตนรวมโดยคำนวณเป็น แอนโดรกราโฟไลด์ พบว่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มีค่าสูงกว่า มาตรฐานของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 23.64–27.70 กรัม/ 100กรัม น้ำหนักแห้ง โดยสายพันธุ์ พิจิตร 4-4 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด

คำสำคัญ: ฟ้าทะลายโจร การเจริญเติบโต ปริมาณแลคโตนรวม ถึงไลซีมิเตอร์

คำนำ

การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของ ฟ้าทะลายโจรในประเทศไทยพบว่า ฟ้าทะลายโจรที่เก็บ รวบรวมจากแหล่งปลูกต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทาง พันธุกรรม สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม จากการศึกษา ลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิค DNA โมเลกุล

เครื่องหมาย พบว่ากลุ่มที่ 1 พบแถบดีเอ็นเอขนาด 850 bp ได้แก่ ต้นที่รวบรวมจากเชียงใหม่ นครปฐม ประจวบคีรีขันธ์ และราชบุรี และกลุ่มที่ 2 ไม่พบแถบ ดีเอ็นเอขนาด 850 bp ได้แก่ ต้นที่รวบรวมจากชัยนาท พิจิตร พิษณุโลก สระแก้ว และสระบุรี และทุกสายพันธุ์ จากทั้ง 9 แหล่ง มีปริมาณสารแอนโดรกราโฟไลด์ต่างกัน (Sakuanrungsirikul *et al.*, 2008; Ditchaiwong *et al.*, 2015) ปัจจุบันฟ้าทะลายโจรที่กรมวิชาการเกษตรมีการ วิจัยพัฒนาสายพันธุ์และส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปปลูก ได้แก่ พันธุ์พิษณุโลก 5-4 ซึ่งอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 77 วัน และพันธุ์พิจิตร 4-4 อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 82 วัน ส่วนพันธุ์อื่นที่ปลูกกันทั่วไป เช่น พันธุ์จากอำเภอ กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม พันธุ์จากระยอง พันธุ์ศรีสะเกษ และพันธุ์พื้นเมือง เป็นต้น (Phongphrom *et al.*, 2021) โดยสายพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในพื้นที่จังหวัดพิจิตร คือ พิษณุโลก 5-4 (Ditchaiwong *et al.*, 2015) ขณะที่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าสายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 ให้ ผลผลิตน้ำหนักสด และปริมาณแลคโตนรวมสูงกว่า สายพันธุ์พิจิตร 4-4 แต่ทั้งสองสายพันธุ์ให้ปริมาณแลคโตน รวมสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด (Chaemcheun *et al.*, 2020) ส่วนการทดลอง ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า คุณทหารลาดกระบัง พบว่าพันธุ์ปราจีนบุรี มีการ เจริญเติบโตทางลำต้นและให้ผลผลิตน้ำหนักมากที่สุด รองลงมาคือ พิจิตร 4-4 ราชบุรี และพิษณุโลก 5-4 (Liphan, 2023) จะเห็นว่าการปลูกในพื้นที่ต่างกัน ส่งผล ให้ผลผลิตและปริมาณสารสำคัญของฟ้าทะลายโจรมีความ แตกต่างกัน และจากความต้องการใช้ฟ้าทะลายโจร มี แนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งกอนนโยบายเทคโนโลยีเพื่อการเกษตร และเกษตรกรรมยั่งยืน คาดการณ์ว่าฟ้าทะลายโจร จะยังคงเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคไปจนถึงปี พ.ศ. 2571 (Office of the Permanent Secretary for Ministry of Agricultural and Cooperatives, 2023) การขยายพื้นที่ ปลูกฟ้าทะลายโจรเพื่อผลิตเชิงพาณิชย์ และในระบบ อุตสาหกรรม พบว่าสายพันธุ์ฟ้าทะลายโจรที่ทราบ ปริมาณสารสำคัญ Andrographolide มีเพียง 2 สายพันธุ์

ซึ่งกรมวิชาการเกษตรทำการพัฒนาและคัดเลือกพันธุ์ คือ สายพันธุ์พิจิตร 4-4 และสายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 ดังนั้นจึงเป็นข้อจำกัดในการที่เกษตรกรจะทำการขยายพื้นที่ปลูกให้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสายพันธุ์ที่ทำการจำหน่ายในตลาดมีปริมาณน้อย และไม่ทราบปริมาณของสาร Andrographolide ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสายพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรพัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับสายพันธุ์การค้า ในด้านการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารสำคัญในฟ้าทะลายโจร ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเกิดประโยชน์ต่อการตัดสินใจเลือกใช้พันธุ์เพื่อขยายพื้นที่ปลูก อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาการผลิตพืชสมุนไพรในระดับอุตสาหกรรม และส่งเสริมให้เกษตรกรได้เพาะปลูกเพื่อเพิ่มรายได้

วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 8 ซ้ำ คือ สายพันธุ์ฟ้าทะลายโจรที่กรมวิชาการเกษตรพัฒนา จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์พิจิตร 4-4 และสายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และสายพันธุ์การค้า จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ตราภูเขาทอง และสายพันธุ์ตราสีทศ ทำการทดลอง ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2566

1. การเตรียมต้นกล้า โดยแช่เมล็ดฟ้าทะลายโจรเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำไปเพาะบนกระดาษเพาะเมล็ด เมื่อต้นกล้าอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด ทำการย้ายต้นกลาลงถาดเพาะกล้าขนาด 104 หลุม ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางแต่ละหลุม 4 ซม. โดยมีวัสดุเพาะกล้า คือ พีทมอส ย้ายปลูกในถังไลซิเมตรเมื่อต้นกล้าอายุ 45 วัน หลังจากเพาะเมล็ด โดยคัดเลือกต้นกล้าให้มีขนาดของลำต้นและความสูงของลำต้นใกล้เคียงกัน

2. ปลูกในชุดศึกษาการใช้น้ำและธาตุอาหารพืช (Lysimeter) แต่ละชุดประกอบด้วยถังซีเมนต์ความสูง 80 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 60 ซม. ระยะห่างกันประมาณ 1.50 เมตร ใช้ทรายเป็นวัสดุปลูก และมีถังพลาสติกสำหรับใส่สารละลายธาตุอาหารพืชปริมาตร 20 ลิตร โดยมีท่อเชื่อมต่อกับถังปลูก มีฝาปิดด้านบนเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ มีช่องว่างตรงกลางสำหรับปลูกพืช การให้สารละลายธาตุอาหารโดยการใช้อัตราการรดถึงสารละลายธาตุอาหารขึ้น วันละ 1 ครั้ง ในช่วงเวลาประมาณ 9.00 น. ซึ่งสารละลายธาตุอาหารจะไหลเข้าสู่ถังปลูกทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นยกถังลงสารละลายธาตุอาหารพืชจะไหลจากถังปลูกกลับสู่ถังสารละลาย เพื่อความสม่ำเสมอในการจัดการธาตุอาหารทุกกรรมวิธีใช้สารละลายธาตุอาหารพืชตามสูตรดัดแปลงจาก Hoagland and Arnon (1938) ซึ่งเติมจำนวน 2 ครั้งต่อเดือน สลับกับการเติมน้ำเปล่า

การบันทึกข้อมูล

1. การเจริญเติบโตทางลำต้น ที่อายุ 63 วัน ซึ่งเป็นระยะสิ้นสุดของการเจริญเติบโตทางลำต้น และเริ่มออกดอก ได้แก่ ความสูงของลำต้น (ซม.) โดยวัดจากโคนต้นถึงปลายยอดของต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น (มม.) วัดความสูงขึ้นมาจากพื้นดิน 5 ซม. ทำเครื่องหมายไว้เพื่อทำการวัดครั้งต่อไป โดยวัดข้อมูล 2 ด้านของลำต้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ความกว้างของทรงพุ่ม (ซม.) วัดส่วนที่กว้างที่สุดของทรงพุ่มเป็น 2 แนวตั้งฉากกัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย จำนวนใบ (ใบ) ขนาดความกว้างและความยาวของใบ (ซม.)

2. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา โดยวัดใบแก่ในตำแหน่งใบที่ 3 นับจากปลายยอด วัดใบแต่ละใบด้านขวาและซ้ายของเส้นกลางใบข้างละ 2 จุด เช่น ดัชนีความเขียวของใบ (Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502) ประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงที่สองของใบ (Chlorophyll fluorescence meter รุ่น Handy PEA

Chlorophyll fluorescence, Hansatech instruments, UK) วัดอัตราการสังเคราะห์แสง โดยใช้เครื่องวัดการสังเคราะห์แสงของพืชแบบควบคุมสภาพแวดล้อม รุ่น LCpro SD (ADC BioScientific Ltd., UK) เช่น อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 assimilation rate) อัตราการยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบ (Stomata conductance rate) และอัตราการคายน้ำ (Transpiration rate)

3. ปริมาณผลผลิต โดยเก็บเกี่ยวที่ระยะออกดอก ร้อยละ 6.25 เก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้า ใช้กรรไกรตัดกิ่งตัดส่วนเหนือดินห่างจากโคนต้น 4 ซม. หรือประมาณ 10 ซม. (Ditchaiwong *et al.*, 2015) นำตัวอย่างผลผลิตไปวัดและวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ได้แก่ น้ำหนักสดต่อต้น และวัดค่าความเขียวของใบ โดยใช้ใบที่ 3 จากยอด ใช้เครื่องมือ Chlorophyll meter (SPAD-502) วัดใบแต่ละใบด้านขวาและซ้ายของเส้นกลางใบข้างละ 2 จุด จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60°C . เป็นเวลา 72 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักแห้งต่อต้น แล้วนำไปหั่นไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในใบโดยวิธีการทำให้เกิดสี (Supakamnerd, 1999)

4. ปริมาณแลคโตนรวม โดยทำการอบใบฟ้ายะลวยโจรสลัดที่อุณหภูมิ 60°C . เป็นเวลา 72 ชั่วโมง บดให้เป็นผง และสกัดใบฟ้ายะลวยโจรสลัดด้วยวิธี Sonication โดยใช้ตัวทำละลายเป็น Methanol นำผงใบฟ้ายะลวยโจรสลัดในตัวทำละลาย ในอัตราส่วน 1:10 แล้ว Sonicate เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40°C . บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน นำไปปั่นเหวี่ยง และกรองเอาเฉพาะส่วนใส นำไปวิเคราะห์ปริมาณแลคโตนรวมในพืชตัวอย่างด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรี โดยดูดสาร

สกัดใบฟ้ายะลวยโจรสลัดปริมาตร 2 มล. และเติมสารละลาย 3,5-ไดไนโตรเบนโซอิกแอซิดความเข้มข้นร้อยละ 1 และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 อย่างละ 0.5 มล. ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 536 นาโนเมตร และคำนวณปริมาณสารกลุ่มแลคโตนรวมจากสมการเส้นตรง (Linear regression) ของกราฟมาตรฐาน โดยดัดแปลงวิธีจาก Onsa *et al.* (2022) และ Sharma and Sharma (2018)

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) โดยการทดสอบความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรม SPSS version 30.0.0

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตทางลำต้นที่อายุ 63 วันหลังย้ายปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกด้าน โดยความสูงของลำต้น มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 50.51–53.15 ซม. เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.62–5.26 มม. ความกว้างทรงพุ่ม มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 34.14–38.26 ซม. การเจริญเติบโตทางใบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกด้าน โดยจำนวนใบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 141.75–154.00 ใบ ความกว้างใบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.86–4.83 ซม. ความยาวใบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10.78–11.61 ซม. (Table 1)

Table 1 Stem growth of 4 *Andrographis paniculata* varieties at 63 days after transplanting

Varieties	Plant height (cm)	Diameter (mm)	Canopy width (cm)	Number of leaf	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)
Phichit 4-4	52.51±1.92	4.72±0.21	34.66±2.36	154.00±19.21	4.16±0.28	10.95±0.58
Phitsanulok 5-4	53.15±2.14	5.26±0.25	37.53±3.01	145.63±19.61	4.39±0.36	11.31±0.62
Commercial 1	50.51±2.98	4.62±0.25	34.14±2.96	141.75±13.01	3.86±0.17	10.78±0.43
Commercial 2	51.69±4.32	4.85±0.30	38.26±3.16	152.88±17.98	4.83±0.19	11.61±0.30
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	16.29	14.87	10.64	16.30	17.16	12.71

The results are expressed as the means ± standard error: SE, ns = no significant difference

สรีรวิทยา ในลักษณะดัชนีความเขียวใบ ประสิทธิภาพการทำงานของระบบแสงที่สองของใบ และ อัตราการสังเคราะห์แสง ได้แก่ การคายน้ำ ค่าการยอมให้ ก๊าซผ่านของปากใบ และอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้ง 4 สายพันธุ์ มีดัชนีความเขียวใบ เฉลี่ยระหว่าง 53.663–58.638 SPAD unit มีประสิทธิภาพ

การทำงานของระบบแสงที่สองของใบเฉลี่ยระหว่าง 0.789–0.798 มีการคายน้ำเฉลี่ยระหว่าง 2.539–3.049 m mol/m²s มีค่าการยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบ เฉลี่ย ระหว่าง 0.089–0.114 m mol/m²s และมีอัตราการ แลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยระหว่าง 5.225–7.706 μ mol/m²s (Table 2)

Table 2 Physiology of leaf greenness index, chlorophyll fluorescence and the rate of photosynthesis of 4 *Andrographis paniculata* varieties at 63 days after transplanting

Varieties	Leaf greenness index (SPAD unit)	Chlorophyll fluorescence (FV/FM)	Photosynthesis rate		
			Transpiration rate (m mol/m ² s)	Stomata conductance rate (m mol/m ² s)	CO ₂ -assimilation rate (μ mol/m ² s)
Phichit 4-4	58.64±1.81	0.79±0.01	3.04±0.39	0.10±0.01	6.60±0.63
Phitsanulok 5-4	54.35±1.28	0.79±0.01	3.05±0.47	0.11±0.02	6.94±1.07
Commercial 1	57.66±1.85	0.80±0.01	2.54±0.55	0.09±0.01	5.22±0.50
Commercial 2	53.66±2.14	0.80±0.01	2.62±0.41	0.09±0.01	7.70±0.92
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.07	3.98	19.89	9.61	13.93

The results are expressed as the means ± standard error: SE, ns = no significant difference

ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในส่วนของน้ำหนักสดพบว่า สายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และสายพันธุ์การค้า 2 มีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์การค้า 1 แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์พิจิตร 4-4 ส่วนน้ำหนักแห้ง พบว่าสายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และสายพันธุ์การค้า 2 มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ย 20.74 และ 20.26 กรัม ตามลำดับ ดังนี้

ความเขียวใบ และปริมาณไนโตรเจนในใบ พบว่าสายพันธุ์พิจิตร 4-4 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 63.75 SPAD unit และร้อยละ 1.74 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์การค้า 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.59 SPAD unit และร้อยละ 1.59 ขณะที่ปริมาณแลคโตนรวม พบว่าสายพันธุ์พิจิตร 4-4 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 27.70 กรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแห้ง (Table 3)

Table 3 Fresh weight, dry weight, leaf greenness index, nitrogen and total lactone of 4 *Andrographis paniculata* varieties

Varieties	Fresh weight (gram)	Dry weight (gram)	Leaf greenness index (SPAD unit)	Nitrogen (%)	Total lactone (gram/100 grams dry weight)
Phichit 4-4	66.61±3.30 ab	17.12±0.54 b	63.75±1.58 a	1.74±0.18 a	27.70±0.79 a
Phitsanulok 5-4	76.66±4.23 a	20.74±1.47 a	55.69±2.44 b	1.36±0.08 b	24.73±0.90 b
Commercial 1	60.97±2.46 b	16.28±0.76 b	56.49±2.69 b	1.33±0.07 b	23.64±1.51 b
Commercial 2	74.92±5.36 a	20.26±1.05 a	61.59±1.63 ab	1.59±0.07 ab	24.18±0.60 b
F-test	*	**	*	*	*
CV (%)	16.15	15.44	10.19	18.22	11.39

The results are expressed as the means ± standard error: SE.

*,** Denote significant levels (P-value) at 0.05, and 0.01, respectively

Data with the same letters within a column do not differ significantly by DMRT at 0.05 level.

วิจารณ์ผลการวิจัย

ฟ้าทะลายโจรทั้ง 4 สายพันธุ์ มีการเจริญเติบโตทางลำต้น และข้อมูลสรีระวิทยาที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และสายพันธุ์การค้า 2 ให้ผลผลิตสูง ขณะที่สายพันธุ์พิจิตร 4-4 มีปริมาณแลคโตนรวมโดยคำนวณเป็นแอนโดรกราโฟไลด์สูงที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Suriyaphromchai *et al.* (2011) ที่รายงานว่าสายพันธุ์ฟ้าทะลายโจรมีความสูงต้นและ

ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่มีปริมาณสารสำคัญต่างกัน ขึ้นอยู่กับแหล่งที่ปลูกและสภาพแวดล้อม เช่นเดียวกันกับงานทดลองที่ศึกษาสายต้นของฟ้าทะลายโจรที่ปลูกในพื้นที่ที่แตกต่างกันจำนวน 7 รัฐ ของประเทศมาเลเซีย จำนวน 32 สายต้น ผลการทดลองพบว่าความแตกต่างของสายต้นไม่มีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา จำนวนใบ ความกว้างของใบ และน้ำหนักสดของราก แต่ความแตกต่างของแหล่งปลูกมีผลต่อการสะสมน้ำหนักแห้ง โดยให้ผลสูงที่สุด คือ สายต้น 11340 จากแหล่งปลูกรัฐ Kelantan และความแตกต่างของสายต้นไม่มีผลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และปริมาณโปรตีน แต่ความแตกต่าง

ของแหล่งปลูกทำให้สายต้น 11159 จากแหล่งปลูกรัฐ Salangor มีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงที่สุด (Talei, 2019) และจากการวิจัยโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอพบว่าฟ้าทะลายโจรมีความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับต่ำ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากลักษณะทางธรรมชาติของพืชชนิดนี้ ที่มีอัตราการผสมเกสรตัวเองสูง รวมถึงโครงสร้างและการพัฒนาของดอกส่งเสริมให้เกิดการผสมตัวเอง ทำให้มีโอกาสน้อยที่จะเกิดการผสมข้ามสายพันธุ์ นอกจากนี้ สายพันธุ์ที่นำมาทดสอบได้แก่ พิจิตร 4-4 และพิษณุโลก 5-4 เป็นสายพันธุ์ที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน คือไม่พบแถบ ดีเอ็นเอขนาด 850 bp เหมือนกัน (Sakuanrungsirikul *et al.*, 2008) และพันธุ์การค้าที่นำมาทดสอบอาจอยู่ในกลุ่มเดียวกัน จึงไม่เห็นความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ ในลักษณะการเจริญเติบโต

เมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิต สายพันธุ์ที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก คือ สายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 แต่เมื่อพิจารณาปริมาณแลคโตนรวม พบว่าทั้ง 4 สายพันธุ์ มีค่าสูงกว่ามาตรฐานของสมุนไพรฟ้าทะลายโจร ซึ่งในตำรายาสมุนไพรของไทย ได้กำหนดให้ฟ้าทะลายโจรที่มีประสิทธิภาพในการรักษาโรค ต้องมีปริมาณแลคโตนรวม (Total lactone) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 6 (Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health., 2016) และในการศึกษาลักษณะทางฟิโนไทป์และองค์ประกอบของสารสำคัญในฟ้าทะลายโจรจากแหล่งปลูกต่าง ๆ พบว่าฟ้าทะลายโจรจากแหล่งปลูกจากอุดรธานีมีปริมาณผลผลิตน้ำหนักแห้งจากส่วนที่รับประทานได้ (Edible biomass) และปริมาณแลคโตนรวมสูงที่สุด ซึ่งมีค่าสูงกว่าฟ้าทะลายโจรจากแหล่งปลูกจากกำแพงแสน เชียงราย เชียงใหม่ และราชบุรี (Onsa *et al.*, 2022) โดยสายพันธุ์ที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก คือ สายพันธุ์พิจิตร 4-4 สอดคล้องกับ Chaemcheun *et al.* (2020) ซึ่งรายงานว่าสายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 ให้ผลผลิตน้ำหนักสดสูงที่สุด ส่วนสายพันธุ์พิจิตร 4-4 เป็นสายพันธุ์ที่มีปริมาณแอนโดรกราโฟไลด์สูง และเป็นสายพันธุ์ที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้เกษตรกรปลูก

สรุปผลการวิจัย

ฟ้าทะลายโจรทั้ง 4 สายพันธุ์ มีการเจริญเติบโตทางลำต้น และข้อมูลสรีระวิทยาที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ปริมาณผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสายพันธุ์พิษณุโลก 5-4 และสายพันธุ์การค้า 2 ให้ผลผลิตสูง ขณะที่สายพันธุ์พิจิตร 4-4 มีปริมาณแลคโตนรวมสูงที่สุด ซึ่งพิจารณาจากปริมาณสารสำคัญ สายพันธุ์ที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก คือ สายพันธุ์พิจิตร 4-4

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณด้าน ววน. ทุน Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2566 แหล่งทุน กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.) โครงการย่อยที่ 1 ศึกษาการใช้น้ำและธาตุอาหารพืชของฟ้าทะลายโจรที่ปลูกในไลซิมีเตอร์ ภายใต้โครงการชุดวิจัย การพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตและปริมาณสารแอนโดรกราโฟไลด์ของฟ้าทะลายโจร

เอกสารอ้างอิง

- Chaemcheun, K., S. Anuttato, P. Kheawpumpuang and C. Kongnakhon. 2020. *Andrographis Paniculata: High-Quality Varieties for Combating the COVID-19 Crisis*. 8 p. In Research Report. Phitsanulok: Office of Agricultural Research and Development Region 2. [in Thai]

- Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. 2016. **Thai Herbal Pharmacopoeia 2016**. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand. 659 p.
- Ditchaiwong, Ch., S. Chamchumroon, D. Tonpayom, M. Saengphet, S. Prasongsap, J. Suphaphon, S. Chingduang, K. Tawong, S. Wanasit, T. Pudchang, P. Rungrawee, W. Toliang, and S. Chaikiattiyos. 2015. **Research and Development of *Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees for Increasing Yield and Qualities**. 14 p. In Research Report. Bangkok: Department of Agriculture. [in Thai]
- Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1938. The water-culture method for growing plants without soil. **Circular. California Agricultural Experiment Station** 347: 1–39.
- Liphan, S. 2023. Influence of different cultivars and cutting lengths on growth of Kalmegh (*Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees). **Rajabhat agric.** 22(1): 31–40. [in Thai]
- Office of the Permanent Secretary for Ministry of Agricultural and Cooperatives. 2023. **Assessment of Herbal Product Production by the Ministry of Agriculture and Cooperatives**. Bangkok: Office of the Permanent Secretary for Ministry of Agricultural and Cooperatives. 69 p. [in Thai]
- Onsa, N.E., S.K. Prasad, T. Chaiyaso, C. Lumsangkul and S.R. Sommano. 2022. Phenotypic and chemotypic relations among local *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall landrace Collection. **Horticulturae** 8(10): 978.
- Phongphrom, A., A. Watthanathiratham, P. Kaewfu, P. Premying and N. Hinkaew. 2021. **Cultivation of Medicinal Herbs: *Andrographis paniculata***. Bangkok: Technology Transfer and Development Offices and Agricultural Land Reform Office. 15 p. [in Thai]
- Sakuanrungrasirikul, S., A. Jetana, P. Buddanoi and J. Dithachaiyawong. 2008. Intraspecific variability assessment of *Andrographis paniculata* collections using molecular markers. **Acta Horticulturae** 786(10): 283–286.
- Sharma, S. and Y.P. Sharma. 2018. Comparison of different extraction methods and HPLC method development for the quantification of andrographolide from *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees. **Annals of Phytomedicine** 7(1): 119–130.
- Supakamnerd, N. 1999. **Analysis of ammonium nitrogen by colorimetric method**. Chiang Rai: Chiang Rai Horticultural Research Center. 2 p. [in Thai]

Suriyaphromchai, P., C. Ditchaiwong, L. Anukhun and S. Meesuk. 2011. **Testing *Andrographis Paniculata* Varieties for Recommended Cultivation.** 46 p. *In* Research Report. Bangkok: Department of Agriculture, Office of Agricultural Research and Development Region 1, Phare Agricultural Research and Development Center. [in Thai]

Talei, D. 2019. Morpho-physiological diversity of *Andrographis paniculata* accessions using multivariate analysis. **Horticulture International Journal** 3(4): 173–177.