



Ramkhamhaeng Research Journal of Sciences and Technology

ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2562 Vol. 22 No. 1 January - June 2019

•กายวิภาคศาสตร์ของรากสามสิบ

เพชรตะวัน จันทร์ขอนแก่น พิชราวดี วัฒนวิทย์กิจ และโสภณ บุญมีวิเศษ..... 1

•อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์และผลผลิตของ หม่อนพันธุ์สกลนคร

พัชรินทร์ โพธิ์ทอง พิชราวดี วัฒนวิทย์กิจ ทฤษฎี นิมรัक्षा และโสภณ บุญมีวิเศษ 11

•Investigation of Nutritional Composition and Antioxidant Activity of *Lablab purpureus* (L.) Sweet and *Acanthopanax trifoliatum* Merr.

Natthiya Chaichana Patcharawarin Ruanto Wathana Punyamaneesorn and Somchai Jaiban..... 23

•ผลของ 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid ต่อการชักนำแคลสซินของ ข้าวเขียวแดง (*Oryza sativa* L. cultivars Sew Deng) และข้าวหน่อแพร (*Oryza sativa* L. cultivars Nor Prae)

ณัฐริยา ชัยชนะ 30

Ramkhamhaeng Research Journal of Sciences and Technology

Ramkhamhaeng University

Vol. 22 No. 1 January - June 2019

สถาบันวิจัยและพัฒนา
อาคารสุโขทัย ชั้น 12 มหาวิทยาลัยรามคำแหง
หัวหมาก บางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240
โทรศัพท์ 0-2310-8119 โทรสาร 0-2310-8696

สพ.19096

วารสารวิจัยรามคำแหง
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

<http://www.rd.ru.ac.th>

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



มหาวิทยาลัยรามคำแหง

อธิการบดีมหาวิทยาลัยรามคำแหง
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและประกันคุณภาพ
อดีตผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

บรรณาธิการ

สาขาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สถาบันคลังสมองแห่งชาติ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วารสารวิจัยรามคำแหง

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ฝ่ายจัดทำ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พรชัย วงศ์वासนา อาจารย์ ยິงยง เมฆลอย นางสาวสายพิน ริตมัต นางลักขิกา ขจัดภัย นางสาวฐนิตฐา ยิบพิกุล นางญนันทพร กลั่นเจริญ นางสาวปาลิดา จุฬะวนิชกุล นายอำนาจ สิงห์ตาลง นางสาวแพรวไพไล เจริญสิทธิ์กองคำ นายวีระศักดิ์ มะประสิทธิ์ นางบุปผา เอี่ยมจรรยา	ประธานฝ่ายจัดทำ กรรมการ กรรมการ กรรมการ กรรมการ กรรมการ กรรมการ กรรมการและเหรัญญิก กรรมการและเลขานุการ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
-----------	---	--

วารสารวิจัยรามคำแหง ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รับผิดชอบและตีพิมพ์บทความวิจัยสาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กำหนดเผยแพร่ ออก 2 ฉบับต่อปี ตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนมิถุนายน, เดือนกรกฎาคม – เดือนธันวาคม

การเผยแพร่ มอบให้ห้องสมุดหน่วยงานรัฐบาล สถาบันการศึกษาในประเทศ

ข้อมูลการติดต่อ ฝ่ายจัดทำ
กองบรรณาธิการวารสารวิจัยรามคำแหง
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยรามคำแหง
อาคารสุขโขทัย ชั้น 12 หั้วமாக บางกะปิ กรุงเทพฯ 10240
โทร. 02-310-8696
Email: ruresearch@ru.ac.th

พิมพ์ที่ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

- บทความทุกบทความได้รับการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (peer review)
- มีผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกประจำกองบรรณาธิการมากกว่าร้อยละ 50
- มีบทความจากนักวิชาการภายนอกลงตีพิมพ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ทุกฉบับ
- ข้อความและบทความในวารสารวิจัยรามคำแหงเป็นแนวคิดของผู้เขียน การตีพิมพ์บทความซ้ำเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน ไม่ใช่ความคิดเห็นและความรับผิดชอบของคณะผู้จัดทำ บรรณาธิการ กองบรรณาธิการและมหาวิทยาลัยรามคำแหง
- กองบรรณาธิการไม่สงวนสิทธิ์การคัดลอก แต่ควรอ้างอิงแหล่งที่มา

วารสารวิจัยรามคำแหง

ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยรามคำแหง ฉบับนี้ เป็นวารสารวิจัยของมหาวิทยาลัยรามคำแหง โดยสถาบันวิจัยและพัฒนา ซึ่งได้ก้าวเข้าสู่ปีที่ 22 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2562 ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI

สถานการณ์บ้านเมืองในปัจจุบันเข้าสู่ช่วงเวลาของการเปลี่ยนผ่าน อันเป็นหัวเลี้ยวหัวต่อที่สำคัญของสังคมไทย ทุกภาคส่วนของสังคมกำลังเข้ามามีบทบาทในการนำเสนอปรัชญา แนวคิด วิธีการในการขับเคลื่อนกระบวนการทางสังคม การเมือง และเศรษฐกิจของประเทศให้เดินต่อไปตามครรลอง อยู่บนวิถีแห่งความหลากหลาย และความแตกต่างกันทางความคิด ความขัดแย้งทางการเมืองและสถานการณ์ที่เลวร้ายต่าง ๆ จะวนเวียนกลับมาเกิดขึ้นใหม่ตามกงล้อประวัติศาสตร์อีกหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของสำนึกรับผิดชอบต่อแผ่นดินถิ่นเกิดของคนไทยหรือผู้ที่อาศัยแผ่นดินไทยทุกคน รวมถึงทางภาคส่วนของนักวิชาการที่มีบทบาทสำคัญในการเสนอแนะแนวทางที่ถูกต้อง ผ่านทางการนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ อันเป็นแหล่งความรู้พื้นฐานในการตัดสินใจอยู่บนฐานทางความคิดทางวิชาการที่น่าเชื่อถือ **แนวและทิศทางของการวิจัยของชาติกำลังมุ่งสู่การนำองค์ความรู้ที่มีสะสมมาจากอดีตมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ นำผลการวิจัยจาก "หิ้งสู่ห้าง" ขับเคลื่อนประเทศไทยโดยการใช้งานวิจัยให้สามารถต่อยอดในเชิงพาณิชย์ อันเป็นหนทางหนึ่งที่ทำให้ประเทศไทยก้าวเข้าสู่ยุคใหม่ที่ดีกว่าเดิมทั้งแนวคิดทางสังคมและความก้าวหน้าของเทคโนโลยี**

กองบรรณาธิการและฝ่ายจัดทำขอขอบพระคุณ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) กับความพยายามในการรักษามาตรฐานวารสารในประเทศไทยให้คงอยู่ในระดับนานาชาติ อันเป็นความก้าวหน้าทางวิชาการที่สำคัญของประเทศไทย และขอขอบคุณนักวิชาการ นักวิจัย ที่ให้เกียรติ ให้ความสนใจและนำบทความอันทรงคุณค่าของท่านมาตีพิมพ์ในวารสารวิจัยรามคำแหง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความไว้วางใจเช่นนี้ตลอดไป

กายวิภาคศาสตร์ของรากสามสิบ

Anatomy of *Asparagus racemosus* Willd.



เพชรตะวัน จันทร์ขอนแก่น¹ พชรชาติ วัฒนวิทย์กิจ² และโสภณ บุญมีวิเศษ³

บทคัดย่อ

การศึกษากายวิภาคศาสตร์ของรากสามสิบ (*Asparagus racemosus* Willd.) โดยศึกษาโครงสร้างภายในของรากสามสิบจากมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ 4 พื้นที่ คือ สาขา จังหวัดกาญจนบุรี, สาขา จังหวัดสุรินทร์, สาขา จังหวัดนครพนม และสาขา จังหวัดแพร่ ทั้งตัดตามขวาง และตามยาว ของส่วนต่างๆ คือ ราก ลำต้น และใบ ด้วยวิธีเทคนิคทางพาราฟิน พบว่า ลักษณะภายในส่วนต่างๆ ที่ศึกษาของรากสามสิบมีความคล้ายคลึงกัน มีบางส่วนที่แตกต่างกันดังนี้ราก ปลายสุดของรากมีหมวกราก (root cap) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา (parenchyma) ที่ได้จากการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (apical meristem) เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน รากอ่อนมีเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) ห่อหุ้มอยู่ส่วนนอกสุดของรากถัดเข้ามาเป็นเนื้อเยื่อคอร์เทกซ์ (cortex) ซาเลม (xylem) เป็นแบบเอกซาร์คซาเลม (exarch xylem) แต่ละพื้นที่การศึกษามีความแตกต่างกันเล็กน้อย คือ การสะสมสารของผิวชั้นนอก สารสะสมของ คอร์เทกซ์ ความหนาของเอนโดเดอร์มิส ขนาดของเซลล์เวสเซล และพื้นที่ของไส้ใน (pith) ลำต้น ปลายยอดพบเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (apical meristem) ที่ประกอบด้วย ทูนิกา (tunica) 2-4 ชั้น และคอร์ปัส (corpus) 5-7 ชั้น ลำต้นที่มีการเจริญในระยะปฐมภูมิประกอบด้วยผิวชั้นนอก ที่มีริ้วขน (trichome) หลายแบบ เนื้อเยื่อชั้นในมีกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงเป็นแบบ atactostele มีไส้ในแคบ ลำต้นที่อายุมากขึ้น เซลล์พาเรงคิมาจะเปลี่ยนเป็นเซลล์ที่มีผนังหนาหรือ sclerotic parenchyma ทุกพื้นที่การศึกษา มีลักษณะที่แตกต่างกัน คือ สารสะสมของผิวชั้นนอก สารสะสมของคอร์เทกซ์ ขนาดของเซลล์เวสเซล และพื้นที่ของไส้ในใบ เมื่อตัดตามขวางพบเป็นรูปสามเหลี่ยมมีผิวชั้นนอกทั้ง 3 ด้านด้านละ 1 ชั้น ชั้นมีไซฟิลล์ (mesophyll) ประกอบด้วยแพลิสาดพาเรงคิมา (palisade parenchyma) และสปองจีพาเรงคิมา (spongy parenchyma) บางเซลล์สะสมผลึกรูปดาว (druse) บางเซลล์มีคลอโรพลาสต์ มีไซเลมอยู่ทางด้านไกลแกน และโฟลเอ็มอยู่ตรงกลาง ส่วนของใบมีความแตกต่างกันเล็กน้อย คือ ขนาดของมัดท่อลำเลียง ความหนาของชั้นมีไซฟิลล์ และจำนวนปากใบที่มีมากน้อยต่างกัน การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของรากสามสิบแต่ละพื้นที่มีความคล้ายคลึงกันมากโดยมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

คำสำคัญ: รากสามสิบ กายวิภาคศาสตร์ของพืช

ABSTRACT

An anatomical characteristics of *Asparagus racemosus* Willd. was studied. Plant samples were collected from 4 Regional Campuses in Honour of His Majesty the King, Kanchanaburi, Surin,

¹ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

² อาจารย์ ดร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Nakhonphanom and Phrae Province. Roots, stems and leaves were cut both cross and long sections, and then were carried out using paraffin method. Each plant has shown similar characteristics. The differences can be summarized below. Root apex composes of root cap and apical meristem with amorphous parenchyma. There is one layer epidermis, cortical tissue and polyarch xylem with wide pith respectively. Exarch xylem was recorded, alternating with a few cells of phloem element. Root tissue from each study site is slightly different in substance accumulation in epidermal and cortical tissues, size of endodermis, size of vessel and pith area. In young stem, apical meristem has tunica 2-4 layers and corpus 5-7 layers. Many types of trichomes on epidermis were found. Few layers of parenchyma was filled in cortex, atactostele with narrow pith was found. In mature stem, the tissues were similar to young stem except trichomes were disappear and parenchyma were changed to sclerotic parenchyma. The different characters among the four areas are the amount of accumulation in epidermis and cortex, size of vessel elements and pith area. Leaves were tri-angled shape with one layer of epidermis. Mesophylls compose of palisade and spongy parenchyma which druse crystals were found in some cells. There are xylem on the abaxial and phloem in the middle, and surrounded by sclerenchyma. The different characters among the four areas are the size of vascular bundle, layer of mesophyll and the number of stomata. The results of this study show that anatomy of *Asparagus racemosus* Willd. from four areas are slightly different.

Keywords: *Asparagus racemosus* Willd, Plant Anatomy

บทนำ

รากสามสิบ *Asparagus racemosus* Willd. จัดอยู่ในวงศ์ Asparagaceae รากสามสิบเป็นไม้เลื้อยขนาดเล็กเลื้อยไปตามต้นไม้อื่นข้างเคียงโดยใช้หนามเกาะมีเหง้า และรากใต้ดิน พบทั่วไปในประเทศจีน แอฟริกา มาดากัสการ์ กินีเอเซียใต้ และประเทศออสเตรเลีย ในประเทศไทยพบพืชชนิดนี้ขึ้นอยู่ทั่วไปในบริเวณในป่าเต็งรัง ดินทราย ดินเค็ม หรือเนินเขาหินปูนริมทะเล (นิจศิริ, 2547)

รากสามสิบเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากมีการนำส่วนต่างๆ มาใช้ประโยชน์ทางยาสมุนไพรอย่างหลากหลาย เช่น ราก ซึ่งมีรสเย็น หวาน ใช้แก้ขัดเบา ขับปัสสาวะ ขับเสมหะ บำรุงเด็กในครรภ์ บำรุงตับ แก่ตับพิการ และบำรุงกำลัง ต้นหรือราก ต้มน้ำดื่ม แก่ตกลือด โรคคอกพอก ทั้งต้นหรือราก ต้มน้ำดื่ม แก่ตกลือด โรคคอกพอกผลมีรสเย็น ประโยชน์ยาแก้พิษไข้ เชื้อราซึม แก้พิษไข้กลับ มักใช้ร่วมกับผลราชดัด เพื่อดับพิษไข้จากบิดเรื้อรังเป็นต้น (กนกพร, 2558)

การศึกษาพืชสกุล *Asparagus* L. ส่วนใหญ่ ทำการศึกษาเกี่ยวกับสารสะสมในราก ในขณะที่ การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ยังมีจำนวนน้อย เช่น รายงานการศึกษาของ Bezona et al. (1996) พบว่า พืชสกุล *Asparagus* L. มีความทนต่อความเค็ม และความแห้งแล้ง ส่วน Ali and Khan (2009) พบพืชสกุลนี้มีการเจริญเติบโตตามภูเขาแห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งของเอเชียกลางและปากีสถาน Nawaz et al. (2012) ศึกษา *Asparagus* L. บางชนิด พบว่าแหล่งที่อยู่ของ พืชสกุลนี้มีผลต่อลักษณะภายในของเซลล์ หากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะทำให้เซลล์ทอเลเลียงของพืชสกุลนี้มีขนาดใหญ่ขึ้น Kawale et al. (2014) พบพืชสกุลนี้มี phloem และ xylem จำนวนมากเรียงกันสลับกันเซลล์ในชั้น cortex พบผลึกรูปเข็ม (raphides) Prabakaran et al. (2015) ศึกษา *Asparagus racemosus* Willd. พบว่าใบของพืชชนิดนี้เมื่อตัดตามขวางจะมี 3 หรือ 4 มุม ปากใบเป็น anomocytic type และ Kaikade and Ingole (2015) พบว่าลำต้นของพืชชนิดนี้มีท่อเลียงแบบ collateral bundle และพบ trichome เป็นแบบ papilliform

จากความสำคัญของรากสามสิบที่กล่าวมาแล้ว จึงเห็นได้ว่ารากสามสิบเป็นพืชที่น่าสนใจแก่การศึกษาอย่างยิ่งที่ผ่านมา พบว่ามีการศึกษาทางด้านพฤกษศาสตร์ของรากสามสิบค่อนข้างน้อย และยังมีการศึกษาไม่แพร่หลายมากเท่าที่ควรส่วนใหญ่มักจะทำการศึกษาด้านสารเคมีที่พบในรากสามสิบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษากายวิภาคศาสตร์ของพืชชนิดนี้ โดยการเปรียบเทียบแต่ละพื้นที่ ซึ่งลักษณะทางด้านกายวิภาคศาสตร์ของพืชสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจัดจำแนกพืชสกุลนี้ได้ถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาด้านอื่นๆ ของพืชสกุลนี้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ เก็บตัวอย่างรากสามสิบจากพื้นที่ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ 4 พื้นที่ คือ สาขาจังหวัดกาญจนบุรี ตั้งอยู่ที่ละติจูด $14^{\circ}01'$ เหนือ ลองจิจูด $99^{\circ}32'$ ตะวันออก อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 26 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,200-1,600 มิลลิเมตร ลักษณะภูมิประเทศทั่วไปเป็นที่ดอนมีที่ราบทางด้านใต้ และด้านตะวันออกบ้างเล็กน้อย สาขาจังหวัดสุรินทร์ ตั้งอยู่ที่ละติจูด $14^{\circ}30'$ เหนือ ลองจิจูด 103° ตะวันออก อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.1 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 621.8 มิลลิเมตร มีภูเขาสลับซับซ้อน เป็นป่าที่บดสลับป่าเบญจพรรณ ตามบริเวณแนวเขตชายแดนที่ติดต่อกับประเทศกัมพูชาต่อจากบริเวณภูเขาสูงมาเป็นที่ราบสูงลุ่มๆ ดอนๆ สาขาจังหวัดนครพนม ตั้งอยู่ที่ละติจูด $17^{\circ}12'$ เหนือ ลองจิจูด $103^{\circ}46'$ ตะวันออก อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 26.1 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,000 มิลลิเมตร เป็นที่ราบลุ่มโดยมีที่ราบสูง และภูเขาอยู่บ้าง และสาขาจังหวัดแพร่ ตั้งอยู่ที่ละติจูด $18^{\circ}10'$ เหนือ ลองจิจูด $100^{\circ}10'$ ตะวันออกอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 21.6 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,400 มิลลิเมตร พื้นที่ราบซึ่งลาดเอียงไปทางใต้ ลักษณะคล้ายอ่างหรือห้วง (กรมอุตุฯ กรมวิทย์ฯ, 2556) โดยเก็บรากในระยะปฐมภูมิหรือรากอ่อน คือ รากที่งอกออกจากลำต้น

ใหม่ๆ ขาว เปราะ มีความยาวไม่เกิน 1 เซนติเมตร จากปลายราก รากที่อายุมากขึ้น คือ รากที่อยู่ถัดจากปลายรากมากกว่า 1 เซนติเมตรขึ้นไป และมีสีน้ำตาลเข้ม แข็ง ลำต้นในระยะปฐมภูมิหรือลำต้นอ่อน คือ ลำต้นที่อยู่ใต้ใบอ่อน ถัดจากไปยอดไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร มีลักษณะสีเขียวอ่อน เปราะ ลำต้นที่มีอายุมากขึ้น คือ ลำต้นที่อยู่ถัดจากปลายยอดมากกว่า 0.5 เซนติเมตร มีสีเขียวเข้ม แข็ง ใบ ใบบางจากตำแหน่งที่ 5 นับจากปลายยอดลงมาใบไม่อ่อนหรือแก่เกินไป เพื่อนำมาศึกษาโดยวิธีพาราฟิน ศึกษาทั้งตัดตามขวาง และตัดตามยาว (ธวัช, 2534; Johansen, 1940) โดยดัดแปลงวิธีการบางขั้นตอนดังนี้

นำตัวอย่างพืชตัดตามขวางและแช่ในสารละลาย FAA50% ดูดอากาศออกจากเซลล์ด้วยเครื่องดูดอากาศ ดึงน้ำออกจากตัวอย่างด้วยสารละลาย TBA (tertiary butyl alcohol) ความเข้มข้นต่างๆ นำพาราฟินเข้าสู่เนื้อเยื่อ ผึ่งเนื้อเยื่อใน pure paraffin เมื่อพาราฟินแข็งตัวจึงนำไปติดบนแท่งไม้ และตัดตัวอย่างด้วยไมโครโทมแบบมือหมุน (rotary microtome) ติดตัวอย่างเนื้อเยื่อบนสไลด์และย้อมสีโดยล้างพาราฟินออกจากชิ้นตัวอย่างด้วยการแช่ในไซลีน และย้ายไปแช่ในไซลีนผสมกับเอทานอลความเข้มข้น 100% ในอัตราส่วน 1:1 หลังจากนั้นแช่ในเอทานอลความเข้มข้น 100%, 95% 80% 70% 50% และ 30% ตามลำดับ นำสไลด์ไปย้อมด้วยสีซาฟรานีน ความเข้มข้น 1% ทั้งนี้เวลาที่ใช้ในการย้อมสีขึ้นอยู่กับชนิดของพืช จากนั้นดึงน้ำออกด้วยเอทานอลความเข้มข้น 30% 50% 70% 80% และ 95% จึงย้อมตัวอย่างด้วยสีฟาสต์กรีน (fast green) ความเข้มข้น 1% ทั้งนี้เวลาที่ใช้ในการย้อมสีขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ล้างสีส่วนเกินออกด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95% หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 100% ส่วนผสมของเอทานอลความเข้มข้น 100% กับไซลีน และแช่ในไซลีนบริสุทธิ์ให้ตัวอย่างใส แล้วนำไปผนึกด้วย permount ก่อนนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ OLYMPUS รุ่น BX40 ถ่ายภาพด้วยกล้อง OLYMPUS DP21 บันทึกขนาดของเซลล์หรือเนื้อเยื่อด้วยไมโครมิเตอร์ โดยบันทึกตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

ผลการวิจัย

จากการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในต่างๆ ของรากสามสิบจาก 4 พื้นที่ โดยการตัดตามขวาง และตามยาว ของรากในระยะปฐมภูมิ รากแก่ ต้นในระยะปฐมภูมิ ต้นแก่ และใบ พบว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก มีส่วนที่แตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งมีผลการศึกษา ดังนี้

ลักษณะภายนอกของรากสามสิบจากทั้ง 4 พื้นที่ที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ ราก ออกเป็นกระจุก อวบน้ำ กลมยาว โดกว่าเถามาก ลำต้น มีสีเขียว แกมเหลือง ผิวเรียบลื่นเป็นมัน กลม มีกิ่งแตกแขนง รอบข้อ สีเขียว มีลักษณะกลม มีหนามบริเวณข้อ ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับเป็นกระจุก ใบเป็นรูปสามเหลี่ยม ปลายใบแหลม โคนใบแหลม ซึ่งแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย คือ ขนาด และรูปร่างของราก ขนาดของลำต้น ระยะห่างของข้อ และขนาดของใบ รากสามสิบจากจังหวัดที่มีสภาพอากาศร้อน ปริมาณน้ำฝนน้อย และดินค่อนข้างร่วนซุย จะมีลำต้นอวบน้ำใหญ่ ใบยาว รากยาว กว่ารากสามสิบที่มาจากจังหวัดสภาพอากาศหนาว

จากการศึกษาปลายราก พบว่า ปลายสุดของรากมี root cap ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ที่ได้จากการแบ่งตัวของ apical meristem เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนใหญ่ค่อนข้างกลม มีขนาดไม่เท่ากัน ลักษณะภายในรากปฐมภูมิ พบว่า epidermis ประกอบด้วย เซลล์เพียงชั้นเดียว ผนังบาง ชั้น cortex เป็นเซลล์พาเรงคิมา มีทั้งรูปร่างหลายเหลี่ยม และไม่เป็นรูปทรง ขนาดค่อนข้างใหญ่เรียงกันหลายชั้น stele เป็นแบบ actinostele เนื้อเยื่อในสุดของราก ประกอบด้วย endodermis, primary phloem และ primary xylem กลุ่มท่อลำเลียงเป็นแบบมีท่อลำเลียงหลายแฉก (polyarch) คือ มี primary xylem และ primary phloem อย่างละหลายกลุ่มเรียงสลับกัน (ภาพที่ 1 ข) การเจริญของ xylem เป็นแบบ exarch xylem เนื้อเยื่อแกนกลางเป็นชั้น pith เซลล์มีรูปร่างกลม หรือรี ผนังเซลล์บางเมื่อรากแก่ขึ้น พบว่า epidermis ไม่ชัดเจน endodermis พบบางเซลล์ มีการสารสะสมอยู่ภายใน เซลล์มีรูปร่างกลม เรียงตัวชั้นเดียว ในชั้น pith เป็นเซลล์พาเรงคิมาที่มีรูปร่าง

กลม ขนาดไม่เท่ากัน เรียงตัวกันหนาแน่น และแคบลง (ภาพที่ 1 จ และซ)

ลักษณะของปลายยอด ประกอบด้วย apical meristem สองชนิด คือ tunica และ corpus ชั้น tunica อยู่ทางด้านนอกสุด มีประมาณ 2-4 ชั้น เซลล์เรียงตัวเป็นระเบียบ ชั้น corpus มีประมาณ 5-7 ชั้น ลำต้นระยะปฐมภูมิพบ epidermis ประกอบด้วย เซลล์เพียงชั้นเดียว รูปกลมหรือรี (ภาพที่ 2 ก) ชั้น cortex ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา เป็นส่วนใหญ่ เซลล์มีรูปร่างกลม บางเซลล์มีคลอโรพลาสต์ บางเซลล์สะสมผลิตภัณฑ์ (druse) และสารต่างๆ stele เป็นแบบ atactostele กลุ่มท่อลำเลียงเป็นแบบ collateral bundle ที่มี phloem อยู่ด้านนอก xylem อยู่ด้านใน ชั้น pith ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา เซลล์มีรูปร่างหลายแบบทั้งกลม และรี เซลล์มีขนาดไม่เท่ากัน (ภาพที่ 2 ก) ในลำต้นแก่ พบ epidermis มีรูปร่างกลมหรือรี มี cutin เคลือบหนา (ภาพที่ 2 จ และซ) ชั้น cortex เซลล์บางเซลล์มีผลิตภัณฑ์เซลล์พาเรงคิมา ที่อยู่รอบนอกจะเปลี่ยนเป็น sclerotic parenchyma (ภาพที่ 2 จ ฉ ข และซ) phloem ประกอบด้วย sieve tube member, companion cell, phloem fibre และ phloem parenchyma xylem ประกอบด้วย vessel, xylem fibre และ xylem parenchyma และมี pith แคบลง (ภาพที่ 2 จ และซ)

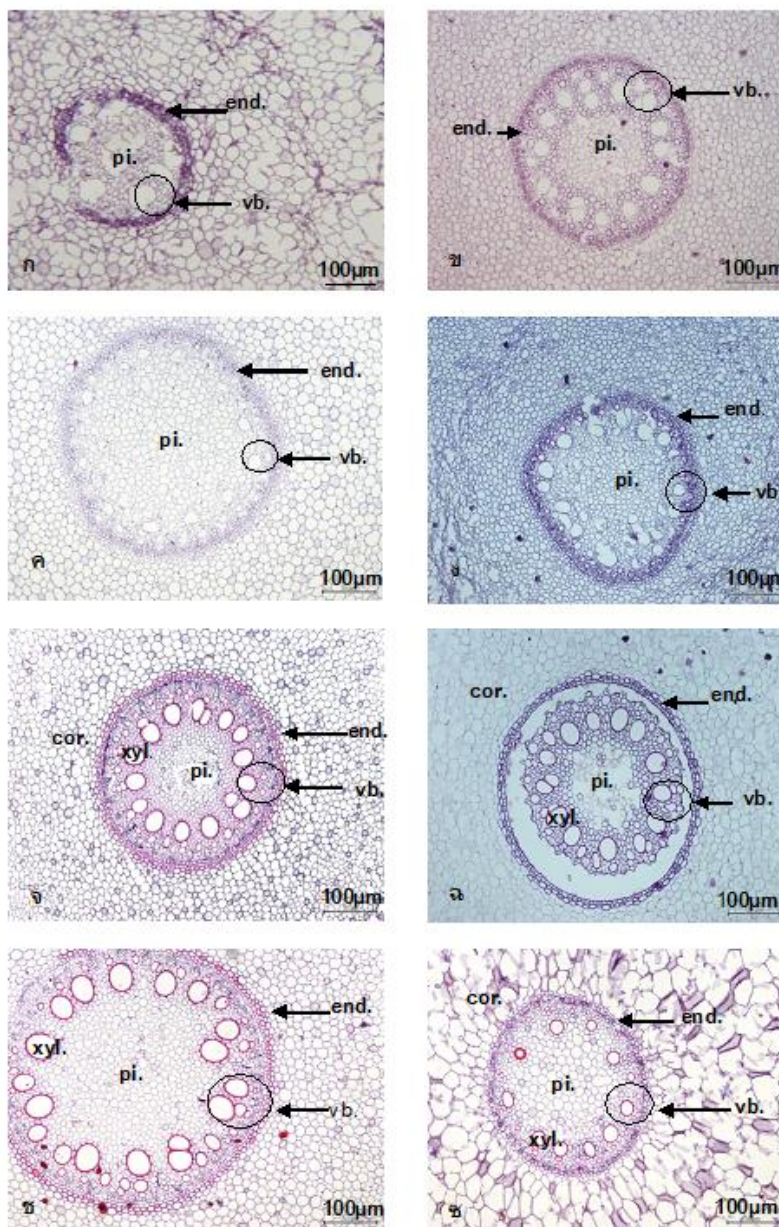
โครงสร้างภายในของใบ มี epidermis ทั้ง 3 ด้านๆ ละ 1 ชั้น เป็นรูปรี และรูปเหลี่ยมขนาดต่างๆ กัน ด้าน adaxial มี cutin เคลือบหนากว่าด้าน abaxial ไม่มีคลอโรพลาสต์ ยกเว้นเซลล์คุมปากใบมีขนาดเล็ก พบไม่มาก เซลล์คุมจะอยู่ระดับเดียวกับ epidermis (ภาพที่ 3 จ และฉ) ไม่มีเซลล์ข้างเซลล์คุม (subsidiary cell) จัดเป็นปากใบแบบ anomocytic type จำนวนปากใบจากตัวอย่างทั้ง 4 พื้นที่ มีจำนวนใกล้เคียงกันมาก คือ ประมาณ 80-200 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ชั้น mesophyll ประกอบด้วย palisade parenchyma ทางด้าน adaxial และ spongy parenchyma ทางด้าน abaxial มี xylem และ phloem อยู่ตรงกลาง (ภาพที่ 3 ก ข ค และง)

ลักษณะที่แตกต่างกันของรากและลำต้น คือ สารสะสมของ epidermis, สารสะสมของ cortex, ความหนาของ endodermis, ขนาดของเซลล์ vessel

และพื้นที่ของ pith เป็นต้น ส่วนของใบมีความแตกต่างกันเล็กน้อย คือ ขนาดของมัดท่อลำเลียง, ความหนาของชั้น mesophyll และจำนวนปากใบ (ตารางที่ 1)

ลักษณะที่แตกต่างกันของรากแก่ จากจังหวัดนครพนมมีการสะสมสารของ epidermis น้อยที่สุด และพบว่ารากสามสิบจากจังหวัดสุรินทร์มีสารสะสมในชั้น cortex น้อยที่สุดในจังหวัดแพร่พบว่ามีความหนาของเซลล์

vessel และพื้นที่ของ pith น้อยที่สุด ในลำต้นแก่จังหวัดแพร่มีการสะสมสารของ epidermis น้อยที่สุด และพบว่ารากสามสิบจากจังหวัดนครพนม มีสารสะสมในชั้น cortex น้อยที่สุด จำนวนปากใบจังหวัดที่พบมากที่สุด คือ จังหวัดกาญจนบุรี พบ 160-176 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร จังหวัดที่พบน้อยที่สุด คือ จังหวัดแพร่ พบ 80-96 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร (ตารางที่ 1)

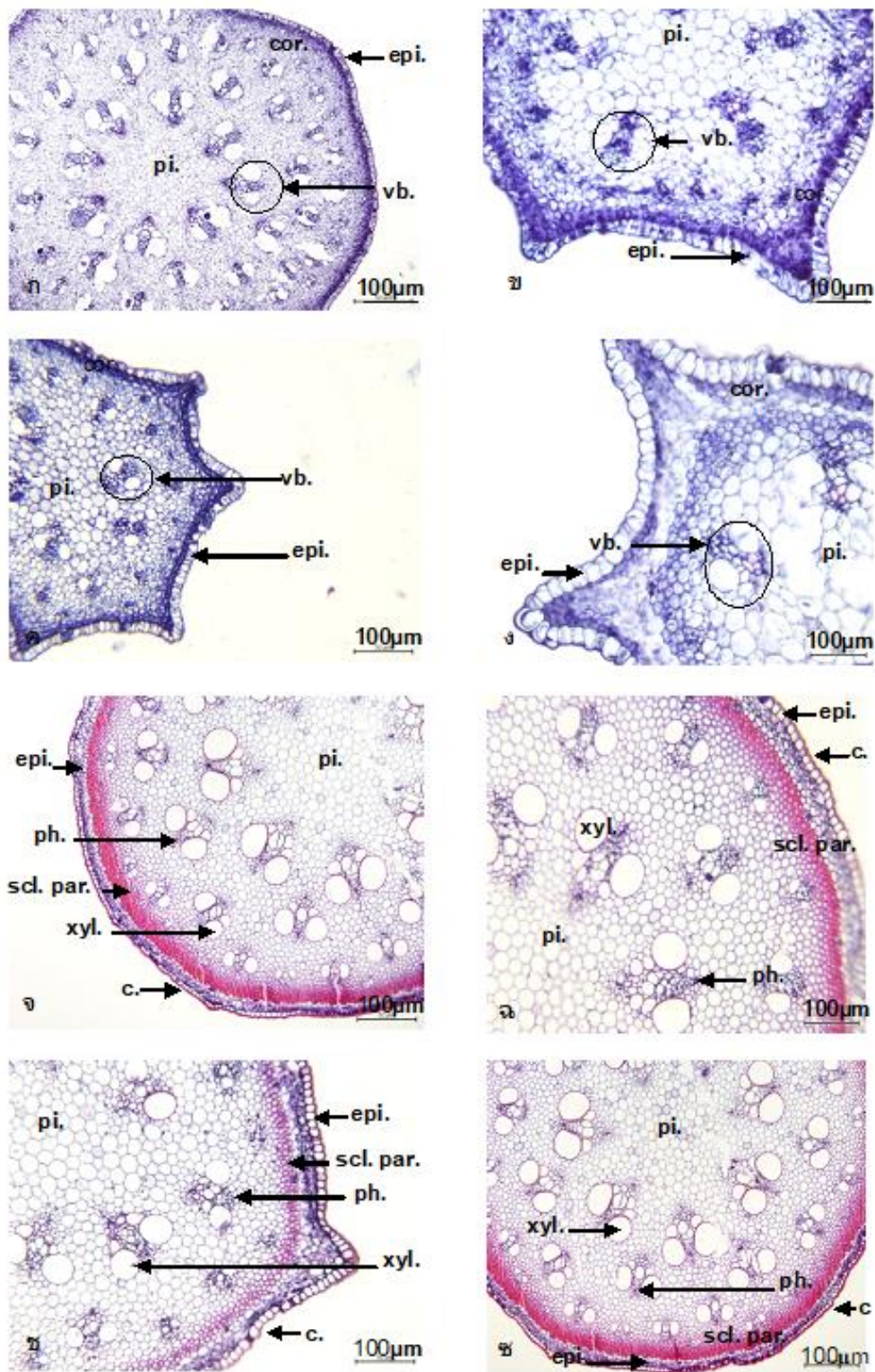


ภาพที่ 1 ลักษณะภายในรากอ่อนและรากแก่

ก. รากอ่อนจังหวัดกาญจนบุรี ข. รากอ่อนจังหวัดสุรินทร์ ค. รากอ่อนจังหวัดนครพนม ง. รากอ่อนจังหวัดแพร่

จ. รากแก่จังหวัดกาญจนบุรี ฉ. รากแก่จังหวัดสุรินทร์ ช. รากแก่จังหวัดนครพนม ซ. รากแก่จังหวัดแพร่

cor. - cortex, end. - endodermis, pi. - pith, xyl. - xylem, vb. - vascular bundle



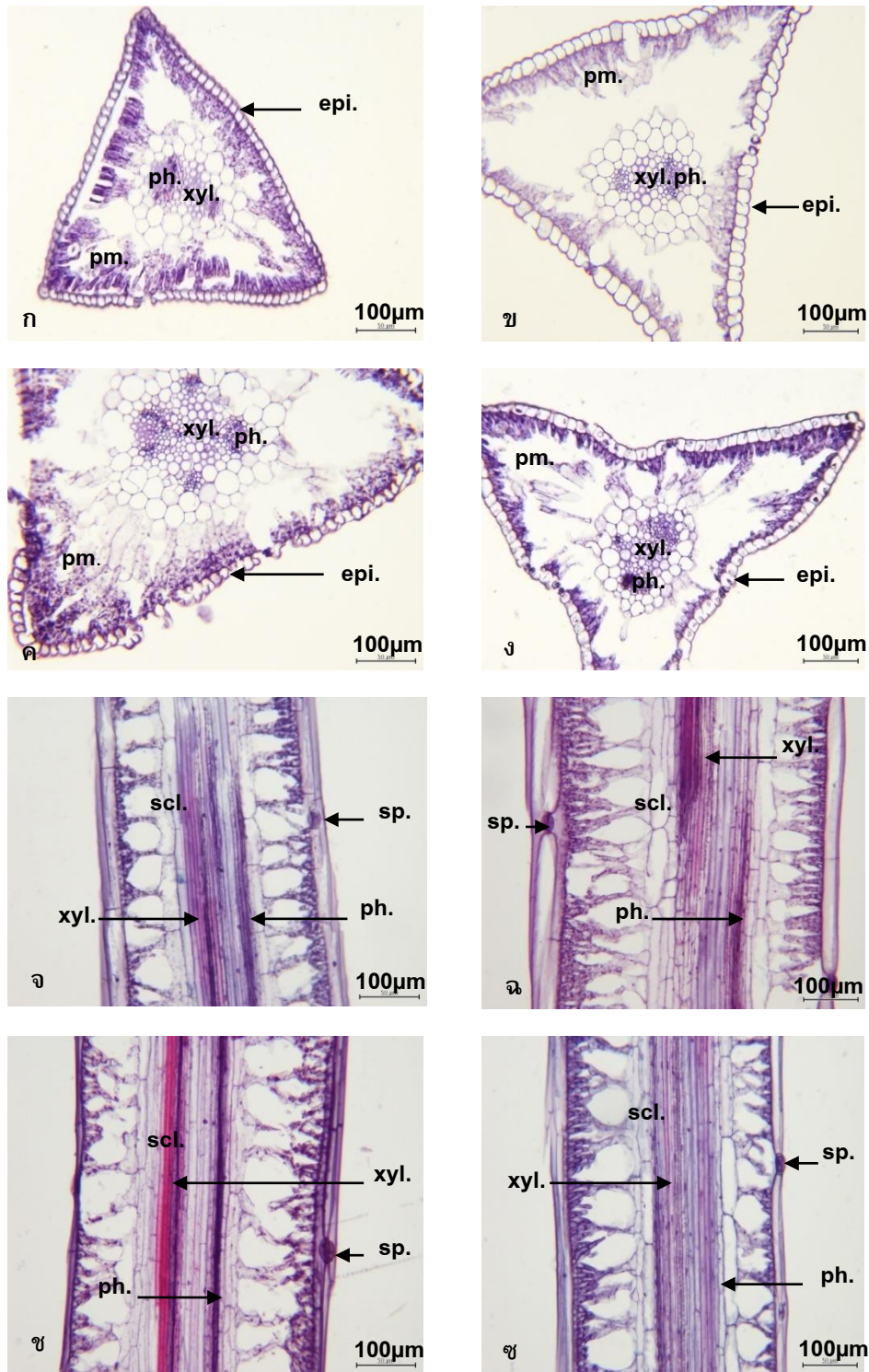
ภาพที่ 2 ลักษณะภายในของลำต้นอ่อนและลำต้นแก่

ก. ลำต้นอ่อนจังหวัดกาญจนบุรี ข. ลำต้นอ่อนจังหวัดสุรินทร์ ค. ลำต้นอ่อนจังหวัดนครพนม ง. ลำต้นอ่อนจังหวัดแพร่

จ. ลำต้นแก่จังหวัดกาญจนบุรี ฉ. ลำต้นแก่จังหวัดสุรินทร์ ช. ลำต้นแก่จังหวัดนครพนม ซ. ลำต้นแก่จังหวัดแพร่

c – cutin, epi. – epidermis, pi. – pith, ph. – phloem, scl. par. – sclerotic parenchyma,

xyl. – xylem, fib. – fiber, vb. – vascular bundle



ภาพที่ 3 ลักษณะภายในของใบ

ก. X.S. ใบ จังหวัดกาญจนบุรี ข. X.S. ใบ จังหวัดสุรินทร์ ค. X.S. ใบ จังหวัดนครพนม ง. X.S. ใบ จังหวัดแพร่
จ. L.S. ใบ จังหวัดกาญจนบุรี ฉ. L.S. ใบ จังหวัดสุรินทร์ ช. L.S. ใบ จังหวัดนครพนม ซ. L.S. ใบ จังหวัดแพร่

e. pi. – epidermis, pm. – palisade mesophyll, ph. – phloem, scl. – sclerenchyma

sp. – stomatal pore, xyl. – xylem

ตารางที่ 1 สรุปลักษณะที่ต่างกันของรากสามสิบ ทั้ง 4 พื้นที่

ลักษณะ *	รากสามสิบ			
	กาญจนบุรี	สุรินทร์	นครพนม	แพร่
1.รากอ่อน				
ความกว้างของชั้น endodermis (μm)	5.87	11.60	12.64	12.40
ความกว้างของชั้น pith (μm)	96.90	454.75	638.75	125.75
ความกว้างของ vessel (μm)	18.78	51.25	44.64	20.57
2.รากแก่				
การสะสมสารของ epidermis	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมน้อย	มีสารสะสมมาก
การสะสมสารของ cortex	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมน้อย	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมมาก
ความกว้างของชั้น endodermis (μm)	21.47	25.39	19.46	22.21
ความกว้างของชั้น pith (μm)	416.30	581.36	620.10	370.60
ความกว้างของ vessel (μm)	74.94	53.30	52.12	31.51
3.ลำต้นอ่อน				
การสะสมสารของ epidermis	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมน้อย
การสะสมสารของ cortex	มีสารสะสมน้อย	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมน้อย
ความกว้างของชั้น pith (μm)	382.50	121.24	153.85	184.06
ความกว้างของ vessel (μm)	29.9	15.47	13.64	13.75
4.ลำต้นแก่				
การสะสมสารของ epidermis	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมน้อย
การสะสมสารของ cortex	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมมาก	มีสารสะสมน้อย	มีสารสะสมมาก
ความกว้างของชั้น pith (μm)	306.33	346.55	344.40	438.05
ความกว้างของ vessel (μm)	60.12	50.34	96.04	75.63
5.ใบ				
ความหนาของ mesophyll (μm)	111.67	214.14	271.9	254.97
จำนวน stoma (จำนวน/ตร.มม.)	168 (160-176)	144 (128-160)	88 (80-96)	104 (96-112)
ความกว้างของ vascular bundle (μm)	25.70	21.1	19.36	19.45

* ค่าเฉลี่ย

สรุปและวิจารณ์ผล

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของรากสามสิบ ที่ศึกษาจากทั้ง 4 พื้นที่ คือ กาญจนบุรี สุรินทร์ นครพนม และแพร่ พบว่าส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ ราก ปลายสุดของรากมีหมวกกราก (root cap) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ที่ได้จากการแบ่งตัวของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (apical meristem) เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน รากในระยะปฐมภูมิ พบว่า epidermis เรียงตัวกันเป็นระเบียบ ผันเซลล์บาง endodermis ไม่เด่นชัด xylem เป็นแบบ exarch xylem ในรากแก่ epidermis ไม่ชัดเจน ผันเซลล์ของ phloem และ xylem หนาขึ้น apical meristem ประกอบด้วย tunica 2-4 ชั้น และ corpus 5-7 ชั้น ในลำต้นในระยะปฐมภูมิ ประกอบด้วย epidermis ที่มี

trichome แบบ papilliform เซลล์ในชั้น cortex รอบนอกมีคลอโรพลาสต์ บางเซลล์มีผลึกรูปดาว เนื้อเยื่อชั้น stele มีกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงเป็นแบบ atactostele มีกลุ่มท่อลำเลียงเป็นแบบ collateral bundle การเจริญของ xylem เป็นแบบ exarch xylem ในลำต้นที่มีการเจริญช่วงลำต้นแก่ เซลล์พาเรงคิมา ในชั้น cortex จะเปลี่ยนเป็น sclerotic parenchyma เซลล์ในชั้น cortex มีการสะสมสาร บางเซลล์มีผลึกรูปดาว phloem ประกอบด้วย sieve tube member, companion cell, phloem fibre และ phloem parenchyma ส่วน xylem ประกอบด้วย vessel, xylem fibre และ xylem parenchyma และมี pith แคบลง ใบ พบมี epidermis ทั้ง 3 ด้านๆ ละ 1 ชั้น เป็นรูปรี และรูปเหลี่ยมขนาดต่างกัน ด้าน adaxial

มี cutin เคลือบหนา ปากใบขนาดเล็ก พบไม่มาก ปากใบอยู่ระดับเดียวกับ epidermis จัดเป็นปากใบแบบ anomocytic type จำนวนปากใบทั้ง 4 พื้นที่ใกล้เคียงกันมาก คือ ประมาณ 80-200 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ชั้น mesophyll ประกอบด้วย palisade parenchyma ทางด้าน adaxial และ spongy parenchyma ทางด้าน abaxial บางเซลล์พบผลึกรูปดาว มี xylem อยู่ทางด้าน abaxial และ phloem อยู่ตรงกลาง

ลักษณะที่แตกต่างกันของรากในแต่ละพื้นที่ที่พืชเจริญอยู่ คือ การสะสมสารของ epidermis, สารสะสมของ cortex, ความหนาของ endodermis, ขนาดของ vessel และพื้นที่ของ pith ลำต้นที่เริ่มแก่ขึ้นจะเห็นได้ชัดเจนว่าทุกจังหวัดจะเห็น sclerotic parenchyma ติดสีแดงชัดเจน และมีลักษณะที่ความแตกต่างกันบางส่วน คือ สารสะสมของ epidermis, สารสะสมของ cortex และขนาดของ vessel และใบมีลักษณะที่แตกต่างกันเล็กน้อย คือ ขนาดของเซลล์ท่อลำเลียง, ความหนาของ mesophyll และจำนวนปากใบ จากลักษณะที่แตกต่างกันของแต่ละพื้นที่จะเห็นได้ว่า พื้นที่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเกิน 25° ปริมาณน้ำฝนน้อย เป็นแหล่งที่ปลูกรากสามสิบได้ดีที่สุด

จากการศึกษาในครั้งนี้ เมื่อเทียบกับ Bezona et al. (1996) ที่ศึกษาพืชในสกุล *Asparagus* L. พบว่ามีความทนต่อความเค็ม และความแห้งแล้ง Ali and Khan (2009) พบพืชสกุลนี้มีการเจริญเติบโตตามภูเขาแห้งแล้ง และกึ่งแห้งแล้งของเอเชียกลาง และปากีสถาน Goyalet et al. (2003) พบว่า *Asparagus racemosus* Willd. เป็นพืชสมุนไพรที่ขึ้นตามเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน Nawaz et al. (2012) ศึกษา *Asparagus* L. บางชนิด พบว่าแหล่งที่อยู่ของพืชสกุลนี้มีผลต่อลักษณะภายในของเซลล์ หากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จะทำให้เซลล์ท่อลำเลียงของพืชสกุลนี้มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษารั้งนี้ คือ รากสามสิบจากจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเกิน 25° ปริมาณน้ำฝนน้อย และดินค่อนข้างร่วนซุย จะมีลำต้นอวบใหญ่ ใบยาว รากยาว ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ ขนาดของเซลล์ท่อลำเลียงภายในราก

มีขนาดใหญ่กว่า จังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 21.6° Ahmad et al. (2017) พบ epidermis ของรากพืชชนิดนี้มีรูปร่างกลมหรือรี endodermis ผนังเซลล์บาง ภายในมี xylem และ phloem เรียงสลับกัน xylem เป็นแบบ exarch xylem และ Kawale et al. (2014) ที่พบว่า phloem และ xylem มีจำนวนมากเรียงสลับกันอยู่ตรงกลางราก xylem เป็นแบบ exarch xylem เช่นเดียวกัน Shrestha et al. (2016) พบว่า *Asparagus racemosus* Willd. endodermis 1-2 ชั้น vessel กว้าง 17.52 - 65.53 ไมโครเมตร ส่วน Kaikade and Ingole (2015) พบลำต้นมีท่อเลียงแบบ collateral bundle พบ trichome เป็นแบบ papilliform และ Prabakaran et al. (2015) ที่พบปากใบแบบ anomocytic type สอดคล้องกับการศึกษารั้งนี้ ที่พบรากมีชั้น epidermis รูปร่างกลม หรือ รีเรียงตัวกันเป็นระเบียบ xylem เป็นแบบ exarch xylem มี endodermis 1 ชั้น vessel กว้าง 18.78-74.94 ไมโครเมตร ลำต้นมี trichome เป็นแบบ papilliform กลุ่มท่อลำเลียงเป็นแบบ collateral bundle ใบ มีปากใบขนาดเล็ก ปากใบอยู่ระดับเดียวกับเซลล์ชั้นผิว และเซลล์ข้างเซลล์คุ่มแบบ anomocytic type รายงานของ Kaikade and Ingole (2015) พบว่าภายใน epidermis ลำต้นของพืชสกุลนี้มีผลึกรูปเข็ม ซึ่งแตกต่างจากการศึกษารั้งนี้ที่พบว่าภายใน epidermis มีผลึกรูปดาว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณ อาจารย์ประสิทธิ์ บุญไทย ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างพืช

เอกสารอ้างอิง

- กนกพร อะทะวงษา. 2558. สมุนไพรวัยทอง. กรุงเทพมหานคร. สำนักงานข้อมูลสมุนไพร, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- กรมอุตุนิยมวิทยาสำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยาศูนย์ภูมิอากาศ. 2556. รายงานเดือนพฤศจิกายน. กาญจนบุรี, สุรินทร์, นครพนม และแพร่.
- นิจศิริ เรืองรังษี และธวัชชัย มงคลละคุปต์. 2547. หนังสือสมุนไพรไทย เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร. บี เฮลท์ดี.
- ธวัช ดอนสกุล. 2534. ไมโครเทคนิค. กรุงเทพมหานคร. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Ahmad, P., Hussain, A., Wahab, S., Ansari, A. A., Singh, S., Mishra, C. and Ahmad, S. 2017. Pharmacognostical and Phytochemical evaluation of root of *Asparagus racemosus* Willd. *J. drug delivery and therapeutics*. Vol. 7(6): 76-80.
- Ali, S.I. and Khan, S.W. 2009. Asparagaceae In Flora of Pakistan (Eds.) Ali, S. I. and M. Qaiser, Inst. Plant Conser., Univ. Karachi, Karachi and Missouri Bot. Press, Missouri Bot. Garden, St. Louis, Missouri, USA, 217: 1-24.
- Bezona, N., Hensley, D., Yogi, J., Tavares, J., Rauch, F., Iwata, R., Kellison, M. and Wong, M. 1996. Salt and wind tolerance of landscape plants for Hawaii. In Stant Information Series, 19.
- Goyal, R. K., Singh, J. and Lal, H. 2003. *Asparagus racemosus*- an update. *Indian J. Med Sci.* 57(9): 408-414.
- Johansen, D. A.1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Kaikade, R. S. and Ingole, S. N. 2015. Study of Anatomical Biomarkers for the Standardization of *Asparagus racemosus* Willd. (Liliaceae). *Int. J. Res Stud Biosci.* Vol. 3(1): 180-185.
- Kawale, M., Ankoliya, S., Saravanan, R., Dhanani, T and Manivel, P. 2014.armacognostical and Physicochemical analysis of *Asparagus adscendens* Buch. Ham. ex Roxb. (Shwetamusali). *J. Pharmacogn Phytochem.* Vol. 3: 131-139.
- Nawaz, T., Hameed, M., UnNisa, W., SajidAqeel Ahmad, M., Younis, A. and Kanwal, H. 2012. Comparative anatomy of root and stem of some native and exotic *Asparagus* L. species. *Pak. J. Bot. Special Issue March*, 44: 153-158.
- Prabakaran, D., Vadivu, R. and Jayshree, N. 2015. Pharmacognostical Standardization of leaves of *Asparagus racemosus* Willd. *Int. J. Multidiscip. res. dev.* Vol. 2: 332-335.
- Shrestha, R., Shakya, A. and Shrestha, K. K. 2016. Phytochemical screening and pharmacognostical study on four *Asparagus* species (Asparagaceae) of Nepal. *International Journal of hytopharmacology.* 7(4): 202-208.

อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ และผลผลิตของ หม่อนพันธุ์สกลนคร

Effect of Organic Fertilizer on the Changes of Soil Microbial Population and Yield of *Morus alba* var. Sakhon Nakhon

พัชรินทร์ โพธิ์ทอง¹ พัชรารัตน์ วัฒนวิทย์กิจ² หฤษฎ์ นิ่มรักษา³
และโสภณ บุญมีวิเศษ⁴



บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ และผลผลิตของหม่อนพันธุ์สกลนคร เป็นการปลูกทดสอบในกระถาง ณ แปลงทดลอง ตำบลหนองหญ้า อำเภอมือง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือน ตุลาคม 2559 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2560 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดกรรมวิธีการทดลอง 10 กรรมวิธี ประกอบด้วย 1) ชุดควบคุม (control) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ 2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี 3) ใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี 4) ใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี 5) ใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี 6) ใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ อัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี 7) ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี 8) ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี 9) ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ อัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี และ 10) ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีการ ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปีให้ผลผลิต และองค์ประกอบ หม่อน จากการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1 และ 2 มากที่สุด โดยมีความยาวกิ่งเก็บเกี่ยว 193.00 และ 205.00 เซนติเมตร ตามลำดับน้ำหนักรวมใบต่อต้น 530 และ 2,450.25 กรัม ตามลำดับรองลงมาคือการให้ปุ๋ยเคมีอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีโดยมีความยาวกิ่งเก็บเกี่ยว 149.00 และ 177.25 เซนติเมตร ตามลำดับ และน้ำหนักรวมใบต่อต้น 292.50 และ 2,022.75 กรัม ตามลำดับ ส่วนการไม่ใส่ปุ๋ย ให้ปริมาณน้อยที่สุด คือความยาวกิ่งเก็บเกี่ยว 109.00 และ 126.25 เซนติเมตร ตามลำดับ และน้ำหนักรวมใบต่อต้น 112.50 และ 973.50 กรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ในดิน โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. และเชื้อรา *Trichoderma* spp. โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุก 3 เดือน เมื่อครบ 12 เดือน พบว่า กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี มีปริมาณเชื้อราในดิน 4.57 cfu./g. for dry soil มากที่สุดรองลงมา คือกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปีและการใส่ปุ๋ยมูลวัว 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ โดยมีปริมาณเท่ากันคือ 4.13 cfu./g. for dry soil ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ต่อไร่ มีปริมาณน้อยที่สุด ปริมาณเชื้อแบคทีเรียในดิน ระยะเวลา 12 เดือน พบว่าการ ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี

¹ นักศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

² อาจารย์ ดร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

³ อาจารย์ ดร. สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

⁴ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด คือ 7.41 cfu./g. for dry soil รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี คือ 6.36 cfu./g. for dry soil ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ต่อไร่ มีปริมาณน้อยที่สุด

คำสำคัญ: จุลินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์ หม่อนพันธุ์สกลนคร

ABSTRACT

Effect of organic fertilizer on soil microorganism quantity and yield of *Morus alba* var. Sakhon Nakhon was pot experiment at field trial in Nong-Ya sub-district, Muang District, Kanchanaburi province during October 2016-November 2017. The experiment was set up using a randomized complete block comprising 10 treatments with 4 replications. The treatments were as follows: 1) control (without chemical and organic fertilizer application), 2) chemical fertilizer at the rate of 100 kg/rai/year, 3) cow manure at the rate of 1,000 kg/rai/year, 4) cow manure at the rate of 2000 kg/rai/year, 5) cow manure at the rate of 1,000 kg/rai/year incorporated with Liquid Organic fertilizer (LOF) 25 liter /rai/year 6) cow manure at the rate of 2,000 kg/rai/year incorporated LOF 25 liter /rai/year 7) chicken manure at the rate of 1,000 kg/rai/year, 8) chicken manure at the rate of 2,000 kg/rai/year, 9) chicken manure at the rate of 1,000 kg/rai/year incorporated LOF 25 liter /rai/year and 10) chicken manure at the rate of 2,000 kg/rai/year incorporated LOF 25 liter /rai/year. The results indicated that the application of chicken manure with 2,000 kg/rai/year incorporated with 25 liters LOF contributed the highest yield components (branch length and the total leaf weight at the first and the second harvest. These were 193.30 cm. and 205.00 cm. for the branch length at the first and the second harvesting and for a leaf weight at 530 and 2,450.25 g/plant, respectively. Whereas, the application of chemical fertilizer at the rate of 100 kg/rai/year the branch length was 149.00 and 177.25 cm. and the total leaf weight was 292.50 and 2,022.75 g/plant at the first and second harvest, respectively. For the control, the lowest values of branch length and total leaf weight at the first and the second harvest were found at 109.00 cm., 126.00 cm., and 112.50 g. and 973.50 g., respectively. The application of chicken manure at the rate of 2,000 kg./rai/year incorporated with LOF 25 liter /rai/year promoted the highest total soil fungi at 4.57 cfu./g. for dry soil Whilst, the application of chicken manure at the rate of 1,000 kg./rai/year incorporated with LOF 25 liter /rai/year and cow manure at the rate of 2,000 kg./rai/year incorporated with LOF 25 liter /rai/year gave equally the total soil fungi at 4.13 cfu./g. for dry soil. However, the application of chemical fertilizer at the rate of 100 kg./rai/year gave the lowest of total soil fungi. The same pattern result was occurred for the total soil bacteria. It was revealed that the application of chicken manure at the rate of 2,000 kg./rai/year incorporated with LOF 25 liter /rai/year gave the highest total amount of soil bacteria at 7.41 cfu./g. for dry soil . Whilst, the application of chicken manure at the rate of 2,000 kg./rai/year gave equally the total soil bacteria at 6.36 cfu./g. for dry soil . However, the application of chemical fertilizer at the rate of 100 kg./rai/year gave the lowest of total soil bacteria.

Keywords: Microorganisms, Organic fertilizer, *Morus alba* var. Sakhon Nakhon

บทนำ

การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม เป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมานาน โดยเฉพาะในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ และเป็นอาชีพที่ให้ผลตอบแทนสูง สามารถสร้างรายได้สม่ำเสมอตลอดปี มีบทบาทเชิงเศรษฐกิจอันสำคัญในชุมชนชนบท ช่วยลดปัญหาการอพยพแรงงานเข้าสู่เมือง การเลี้ยงไหมของไทยในปัจจุบัน พบปัญหาที่สำคัญคือเกษตรกรได้ผลผลิตรังไหมค่อนข้างต่ำ ซึ่งสาเหตุเกิดจากหลายปัจจัย เช่นการระบาดของโรค วิธีการเลี้ยงไหมที่ไม่เหมาะสม ใบหม่อนไม่เพียงพอ และไม่มีคุณภาพ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยด้านปริมาณ และคุณภาพของใบหม่อนมีผลต่อความสำเร็จในการเลี้ยงไหมถึง 38.2% (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) ดังนั้นหากเกษตรกรสามารถผลิตใบหม่อนที่มีคุณภาพ และปริมาณเพียงพอต่อการเลี้ยงไหมในแต่ละรุ่น ก็จะสามารถเพิ่มผลผลิตรังไหมได้เป็นอย่างดี

การใส่ปุ๋ยเคมีเป็นวิธีการหนึ่งที่เกษตรกรใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรมานานหลายสิบปี เนื่องจากใช้งานง่าย หาซื้อสะดวก และเห็นผลเร็ว แต่การใส่ปุ๋ยเคมีติดต่อกันเป็นเวลานาน มีผลต่อกระทบต่อโครงสร้างของดิน ทำให้ดินเสื่อมโทรมลงเรื่อยๆ มีปัญหาธาตุอาหารตกค้าง ส่งผลต่อการดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ และยังมีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินอีกด้วย (อรพิน, 2551) ปัจจุบันกระแสความนิยมเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมีผลทำให้ทั้งผู้ผลิต และผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจเกษตรธรรมชาติมากขึ้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ลดต้นทุนการผลิต ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ช่วยฟื้นฟูและรักษาระบบนิเวศวิทยาของดิน ช่วยรักษาสภาพแวดล้อมทางการเกษตรให้เหมาะสม เพราะการใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีผลในการส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยเป็นอาหาร หรือเป็นแหล่งพลังงาน โดยตรงของจุลินทรีย์ เมื่อดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ปริมาณจุลินทรีย์ก็มีมากขึ้น ทำให้กิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ในดินดำเนินไปได้เร็ว ทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองหลายชนิด ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการ

เจริญเติบโตของพืช (Alexander, 1977) ซึ่งจากการศึกษาของอัจฉรา (2549) พบว่าการใส่อินทรีย์วัตถุลงในดิน จะมีปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอย่างมากในระยะ 4-5 เดือนแรกของการย่อยสลายสาร และอุษา (2551) พบว่าเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับเคมี ในสวนยางพาราทำให้ความเป็นกรดเป็นด่าง อินทรีย์วัตถุฟอสฟอรัส กำมะถัน และจำนวนแบคทีเรียรวมของดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว กรมวิชาการเกษตร (2547) ได้แนะนำการใช้วัสดุอินทรีย์ที่ได้จาก เศษพืช หรือสัตว์ ไปหมักกับกากน้ำตาลจุลินทรีย์ในธรรมชาติ และที่ติดมากับวัสดุที่นำมาหมักจะเจริญเติบโตโดยใช้กากน้ำตาล และสารประกอบอินทรีย์จากวัสดุเหล่านั้นเป็นแหล่งอาหาร และพลังงาน จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่พบเป็นพวกยีสต์ และแบคทีเรียหลายสายพันธุ์ เช่นแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* spp. สามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโทไคนิน ซึ่งมีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่จะมีปริมาณธาตุอาหารหลักต่ำ การนำไปใช้ประโยชน์ต่อพืชให้เกิดประโยชน์สูงสุดต้องมีการเพิ่มธาตุอาหารหรือโดยการใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยพืชสด ซึ่งจากความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่พบจำนวนมากล้วนมีบทบาทสำคัญอย่างมากในกระบวนการแปรสภาพอินทรีย์วัตถุในดินให้กลายเป็นธาตุอาหารของพืช ตลอดจนการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงนำไปสู่การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และคุณภาพของหม่อนพันธุ์สุกกลนคร เพื่อเป็นแนวทางในการปลูกหม่อนเพื่อเลี้ยงไหมได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำการทดลองปลูกในกระถาง ณ แปลงปลูกของศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ กาญจนบุรี เลขที่ 91 หมู่ 7 ตำบลหนองหญ้า อำเภอมะนัง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2559 วางแผนการทดลองแบบ สุ่มอย่างสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD)

โดยกำหนดกรรมวิธีการทดลอง 10 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีกรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (control) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ (T1)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (T2) ซึ่งเป็นอัตราที่แนะนำในการปลูกหม่อน (กรมวิชาการเกษตร, 2541)

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (T3) ซึ่งเป็นอัตราที่แนะนำในการปลูกหม่อน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543)

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (T4) เป็นอัตราที่แนะนำในการปลูกหม่อน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543)

กรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี (T5)

กรรมวิธีที่ 6 ใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี (T6)

กรรมวิธีที่ 7 ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (T7) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543)

กรรมวิธีที่ 8 ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (T8) (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543)

กรรมวิธีที่ 9 ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี (T9)

กรรมวิธี ที่ 10 ใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี (T10)



ภาพที่ 1 ปลูกหม่อนทดลองในกระถางจากกิ่งปักชำอายุ 4 เดือน ทำการทดลองที่ศูนย์หม่อนไหมฯ กาญจนบุรี



ภาพที่ 2 หลังจากปลูกหม่อนทดลอง 1 เดือน ทำการทดลองที่ศูนย์หม่อนไหมฯ กาญจนบุรี

ปลูกหม่อนโดยใช้กิ่งปักชำอายุ 4 เดือนเลือกขนาดต้นเท่าๆ กัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น 1 เซนติเมตรและสูง 20 เซนติเมตร ปลูกในกระถางดินเผาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร สูง 40 เซนติเมตรโดยใส่ดินปลูก กระถางละ 30 กิโลกรัม วางกระถางเป็นแถว แต่ละกระถางมีระยะห่าง 1.50 เมตร หลังจากปลูก 2 เดือน ทำการตัดแต่งกิ่งและใส่กรรมวิธีการทดลอง โดยโรยปุ๋ยห่างจากโคนต้น

10 เซนติเมตร และพรวนดินกลบ เริ่มบันทึกข้อมูลผลผลิตหม่อนหลังตัดแต่ง 3 เดือน ทั้ง 2 ฤดูปลูก การดูแลรักษาแปลงทดลอง ให้น้ำ 2 วันต่อครั้งๆ ละ 1 ลิตรต่อกระถาง กรรมวิธีที่มีปุ๋ยอินทรีย์น้ำ ให้อาทิตย์ละ 1 ครั้ง ข้อมูลที่เก็บเพื่อประมวลผลการทดลอง ประกอบด้วย การเจริญเติบโตของหม่อน ปริมาณจุลินทรีย์ในดินโดยการตรวจลักษณะ เพื่อคัดเลือก

เฉพาะเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. และเชื้อรา *Trichoderma* spp.

2. การเก็บข้อมูล

2.1 การเก็บข้อมูลดิน โดยการวิเคราะห์คุณสมบัติทางประชากรของตัวอย่างดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวเป็นระยะเวลา 1 ปี นำดินที่เก็บจากกระถาง นำมาผึ่งในที่ร่ม จากนั้นบดให้ละเอียด และเลือกเศษซากพืชออกให้มากที่สุด และนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 และ 0.5 มิลลิเมตร เก็บไว้ในภาชนะที่แห้งและสะอาด นำไปวิเคราะห์สมบัติของดิน (จำเป็น, 2545) ดังนี้

- วัดปฏิกิริยาของดิน (pH) วัดโดยใช้ pH meter (electrometric method) อัตราส่วนดิน : น้ำ = 1:1

- ค่าความเค็มของดิน (electrical conductivity) สกัดเกลือในดินด้วยน้ำ วัดด้วยเครื่อง electrical conductivity meter

- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยวิธี KCL extraction, Distillation

- ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) โดยวิธี Mehlich[®] Soil Extractant

- ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total potassium) โดยวิธี Mehlich[®] Soil Extractant

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินก่อนการทดลอง ซึ่งส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์ ณ กลุ่มวิเคราะห์ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 10 ตำบลหินกอง อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี ผลการตรวจพบว่า ดินที่ใช้ทดลองเป็นหน้าดินชุดบึงชะงั้ง (52md) มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีปริมาณฟอสฟอรัสสูง (41) ปริมาณโพแทสเซียมต่ำ (11) ปริมาณไนโตรเจนต่ำ (0.01%) ดินมีปฏิกิริยาเป็นด่างปานกลาง (8) และมีความเค็มเล็กน้อย (0.10 mS/cm)

2.2 ข้อมูลการวิเคราะห์สมบัติของ ปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มูลโค และมูลไก่ดังนี้

- ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของปุ๋ยอินทรีย์น้ำ มูลโค และไก่วัดโดยใช้ pH meter (electrometric method) อัตราส่วนวัสดุทดลอง : น้ำ = 1:2

- ค่าความเค็ม (electrical conductivity) วัดด้วยเครื่อง electrical conductivity meter

- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยวิธี KCL extraction, Distillation

- ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) โดยวิธี Brayll extraction, Spectroscopy

- ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (total potassium) โดยวิธี NH_4OAc extraction, Atomic Spectroscopy

ผลการวิเคราะห์สมบัติของปุ๋ยอินทรีย์น้ำตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2555 (กรมวิชาการเกษตร, 2557) พบว่ามี pH เป็นกรดจัดมาก (4.12) มีค่าความเค็มมาก (26.90 mS/cm) จากผลการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าปุ๋ยอินทรีย์น้ำมีค่าความเค็มสูง ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้กับพืชโดยตรง ควรนำไปเจือจางด้วยน้ำก่อน มีปริมาณไนโตรเจนปานกลาง (0.35%) ปริมาณฟอสฟอรัสต่ำมาก (0.08%) ส่วนปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในปริมาณที่สูงมาก (1.06%) คุณสมบัติของปุ๋ยมูลโค พบว่า มีปฏิกิริยาเป็นด่างจัด (8.71) ค่าความเค็มปานกลาง (3.47 mS/cm) ปริมาณโพแทสเซียมสูงมาก (1.43%) ปริมาณฟอสฟอรัสต่ำมาก (0.04%) ปริมาณไนโตรเจนต่ำมาก (0.01%) ส่วนสมบัติของมูลไก่ พบว่ามีปฏิกิริยาเป็นด่างปานกลาง (8.42) ค่าความเค็มปานกลาง (5.52 mS/cm) ปริมาณโพแทสเซียมสูงมาก (1.20%) ปริมาณฟอสฟอรัสต่ำมาก (0.57%) ปริมาณไนโตรเจนสูงมาก (0.10%)

2.3 การเจริญเติบโตของพืช วัดการเจริญเติบโตของหม่อนเมื่ออายุ 60 วัน หลังติดตั้งกิ่งและการใส่ปุ๋ย เก็บข้อมูลดังนี้คือ

- ความยาวกิ่ง โดยวัดจากรอยตัดแต่งกิ่งถึงส่วนยอดของหม่อน (เซนติเมตร) วัดความยาวกิ่งที่ไม่ยาวที่สุดและไม่สั้นที่สุด คือเป็นความยาวกิ่งส่วนใหญ่ และมีความยาวใกล้เคียงกันใน 1 ต้นเลือกกิ่งตัวแทนมา 1 กิ่งต่อต้น

- ความยาวกิ่งเก็บเกี่ยว วัดความยาวกิ่งเก็บเกี่ยวที่วัดความสูงแล้ว โดยวัดจากตำแหน่งของกิ่งที่มีใบติดอยู่ (ใบเขียวใช้เลี้ยงไหมได้) ถึงปลายยอด มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

- จำนวนกิ่งสมบูรณ์ต่อต้น นับจำนวนกิ่งสมบูรณ์ทั้งหมดใน 1 ต้น และกิ่งนั้นจะต้องเป็นกิ่งสมบูรณ์ไม่มีขนาดเล็กจนเกินไป

- น้ำหนักใบสด 50 ใบ ทำการสุ่มเก็บจากตำแหน่งกลางกิ่งจากต้น จะต้องเป็นใบที่สมบูรณ์ไม่ถูกแมลงกัดกิน หรือดูดกินจนใบหดรัดตัว เก็บใบหม่อนใส่ถุงพลาสติกขนาด 7x11 นิ้ว เมื่อครบ 50 ใบ รัดปากถุงด้วยหนังยาง นำไปชั่งมีหน่วยเป็นกรัม - น้ำหนักแห้งใบ นำตัวอย่างใบสดทั้ง 50 ใบที่ชั่งน้ำหนักสดแล้ว ไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 °C จนมีน้ำหนักคงที่ นำไปชั่งน้ำหนัก มีหน่วยเป็นกรัม

2.4 ชนิดจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยวัดปริมาณและชนิดจุลินทรีย์เฉพาะเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. และเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในตัวอย่างดินก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตหม่อน มาแยกเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธี soil dilution plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อรา PDA (Potato Dextrose Agar) และ อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย NA (Nutrient Agar) โดยทำการเจือจางสารละลายดินที่ระดับความเข้มข้น 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} และ 10^{-6} ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมโดยจะปรากฏโคโลนีของเชื้อ 10-30 โคโลนีใน 1 plate จากนั้นใช้ micropipette ดูดสารละลายดินในแต่ละความเข้มข้นๆ ละ 1 มิลลิลิตร ผสมในจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่มี PDA และ NA ความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ นำจานอาหารไปบ่มเชื้อ (incubate) ที่อุณหภูมิห้อง (กลางวัน 30 °C และ กลางคืน 25 °C) เป็นเวลา 3-5 วัน เมื่อครบกำหนดนำมาตรวจนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ โดยดูลักษณะของโคโลนี ซึ่งเชื้อ *Bacillus* spp. จะมีลักษณะโคโลนีสีเหลืองออกส้ม รูปร่างกลม ขอบเรียบ ผิวหนานูน และมันเงา ส่วนเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีการสร้างเส้นใย และสปอร์มีสีเขียวเข้ม

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างวิธีทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลการวิจัย

1. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตหม่อนในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนกิ่งสมบูรณ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความยาวกิ่งสมบูรณ์ของหม่อน (ตารางที่ 1) พบว่า แต่ละกรรมวิธีการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีความยาวกิ่งสมบูรณ์มากที่สุด (227.50 เซนติเมตร) รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (189.75 เซนติเมตร) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยมีความยาวกิ่งสมบูรณ์น้อยที่สุด (131.00 เซนติเมตร) ส่วนความยาวของกิ่งเก็บเกี่ยวพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีความยาวกิ่งเก็บเกี่ยวสูงที่สุดคือ 193.30 เซนติเมตร รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (149.00 เซนติเมตร) ส่วนกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยมีความยาวกิ่งเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด (109.00 เซนติเมตร)

ผลผลิตของหม่อน

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักใบสด 50 ใบต่อต้น (ตารางที่ 1) พบว่าแต่ละกรรมวิธีการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีน้ำหนักใบสด 50 ใบต่อต้น มากที่สุดคือ 192.50 กรัม รองลงมาคือกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (165.00 กรัม) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย มีน้ำหนักน้อยที่สุด (110.00 กรัม) ส่วนน้ำหนักใบแห้ง 50 ใบต่อต้น พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีน้ำหนัก มากที่สุด (57.16 กรัม) รองลงมาคือกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (52.91 กรัม) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย มีน้ำหนักน้อยที่สุด (41.62 กรัม) สำหรับน้ำหนักรวมใบต่อต้น พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธี

การทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีน้ำหนักมากที่สุด (530.00 กรัม) รองลงมาคือกรรมวิธีการใส่

ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (292.50 กรัม) ส่วนกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยมีน้ำหนักน้อยที่สุด (112.50 กรัม)

ตารางที่ 1 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตหม่อนในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 1

กรรมวิธี	จำนวนกิ่งสมบูรณ์	ความยาวกิ่งสมบูรณ์	ความยาวกิ่งเก็บเกี่ยว	น้ำหนักใบสด	น้ำหนักใบแห้ง	น้ำหนักใบรวม
		(ซม.)	(ซม.)	50 ใบ (ก.)	50 ใบ (ก.)	ต่อต้น (ก.)
T1	3.00	131.00c	109.00c	110.00c	41.62b	112.50c
T2	4.50	189.75ab	149.00b	165.00ab	52.91ab	292.50b
T3	2.75	166.50bc	137.50bc	127.50bc	42.77b	132.50bc
T4	3.75	172.50bc	140.00bc	137.50bc	47.14ab	225.00bc
T5	2.50	168.00bc	139.00bc	132.50bc	44.17ab	140.00bc
T6	3.75	174.00bc	143.75bc	160.00ab	48.47ab	237.50bc
T7	3.00	168.25bc	139.25bc	132.50bc	46.93ab	167.50bc
T8	3.75	186.00ab	147.50b	162.50ab	48.50ab	247.50bc
T9	3.00	172.50bc	143.00bc	157.50ab	47.24ab	227.50bc
T10	4.75	227.50a	193.30a	192.50a	57.16a	530.00a
CV%	39.2	16.2	15.9	18.5	16.6	44.3
F test	ns	*	**	**	*	**

Ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2. ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตหม่อนในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2
ผลการเจริญเติบโตของหม่อน

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของจำนวนกิ่งสมบูรณ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความยาวกิ่งสมบูรณ์ของหม่อน (ตารางที่ 2 และภาพที่ 4) พบว่าแต่ละกรรมวิธีการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยกรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีความยาวกิ่งสมบูรณ์มากที่สุด (117.75 เซนติเมตร) รองลงมาคือ กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (157.75 เซนติเมตร)และไม่ใส่ปุ๋ยมีความยาวกิ่งสมบูรณ์น้อยที่สุด (112.00 เซนติเมตร) ส่วนความยาวของกิ่งเก็บเกี่ยว(ภาพที่3) พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีความยาวกิ่งเก็บเกี่ยวสูงที่สุด (205.00

เซนติเมตร) รองลงมา คือ กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (177.25 เซนติเมตร) ส่วนกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย มีความยาวกิ่งเก็บเกี่ยวน้อยที่สุด (126.25 เซนติเมตร)

ผลผลิตของหม่อน

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักใบสด 50 ใบต่อต้น (ตารางที่ 2) พบว่า แต่ละกรรมวิธีการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยกรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีน้ำหนักใบสด 50 ใบ ต่อต้น มากที่สุด (354.75 กรัม) รองลงมาคือการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (311.00 กรัม) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย มีน้ำหนักน้อยที่สุด (127.25 กรัม) ส่วนน้ำหนักใบแห้ง 50 ใบต่อต้น โดยการนำเอา น้ำหนักใบสด 50 ใบต่อต้น นำมาอบแห้ง และชั่งน้ำหนัก พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยกรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ย

มูลไก่ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มากที่สุด (36.35 กรัม) รองลงมา คือกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (35.56 กรัม) และกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย มีน้ำหนัคน้อยที่สุด (25.35 กรัม) สำหรับน้ำหนักรวมใบต่อต้นพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการทดลองที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม

ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีน้ำหนัมากที่สุด (2,450.25 กรัม) รองลงมา คือกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี (2,022.75กรัม) ส่วนกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย มีน้ำหนัคน้อยที่สุด (973.50กรัม)

ตารางที่ 2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตหม่อนในการเก็บเกี่ยวครั้งที่ 2

กรรมวิธี	จำนวนกิ่งสมบูรณ์	ความยาวกิ่งสมบูรณ์ (ซม.)	ความยาวกิ่งเก็บเกี่ยว (ซม.)	น้ำหนักใบสด 50 ใบ (ก.)	น้ำหนักใบแห้ง 50 ใบ (ก.)	น้ำหนักใบรวม ต่อต้น (ก.)
T1	3.00	112.00c	126.25c	127.25f	25.35b	973.50e
T2	5.75	157.75ab	177.25ab	311.00ab	35.56a	2,022.75b
T3	4.25	131.25bc	136.75bc	190.25ef	25.44b	1,118.50de
T4	5.00	146.00b	162.75abc	227.50cde	27.53ab	1,169.00de
T5	4.75	134.50bc	150.75bc	213.25de	25.58b	1,125.00de
T6	5.25	151.00b	172.75ab	235.75bc	34.77a	1,587.25c
T7	5.00	144.00b	159.50bc	228.00cde	25.60b	1,151.00de
T8	5.50	157.00ab	174.50ab	307.50abc	35.29a	1,653.75c
T9	5.00	149.75b	163.50abc	228.00cde	30.69ab	1,486.00cd
T10	6.00	177.75a	205.00a	354.75a	36.35a	2,450.25a
CV%	55.7	11.60	16.50	20.80	18.10	15.80
F test	ns	**	*	**	**	**

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



ภาพที่ 3 หม่อนพร้อมเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 3 เดือน หลังจากการตัดแต่ง ทำการทดลองที่ ศูนย์หม่อนไหมฯ กาญจนบุรี



ภาพที่ 4 ลักษณะกิ่งหม่อนเก็บเกี่ยวที่สมบูรณ์

2. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินทดลองในรอบ 3, 6, 9 และ 12

เดือน (ตารางที่ 3) พบว่า แต่ละกรรมวิธีทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) ในรอบเดือนต่างๆ

กรรมวิธี	3 เดือน	6 เดือน	9 เดือน	12 เดือน
T1	4.28	4.39	4.42	5.30
T2	4.59	4.67	4.67	5.60
T3	4.55	4.60	4.60	5.56
T4	4.55	4.58	4.58	5.54
T5	4.42	4.57	4.57	5.50
T6	4.39	4.55	4.55	5.41
T7	4.36	4.55	4.55	5.38
T8	4.33	4.52	4.52	5.34
T9	4.30	4.42	4.51	5.33
T10	4.67	4.69	4.69	5.61
CV%	6.10	6.70	7.0	6.0
F test	ns	ns	ns	ns

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

ปริมาณเชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้งหมดในดินจากการเก็บตัวอย่างดินในดินปลูกพืชจำนวน 10 กรรมวิธีการทดลองมาตรวจนับหาปริมาณเชื้อรา *Trichoderma* spp. (ตารางที่ 4 และภาพที่ 5) ดินก่อนปลูกในกระถาง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี มีปริมาณเชื้อรา (cfu./g. for dry soil) มากที่สุด (0.17) ต่อมาเมื่อปลูกหม่อนครบ 6 เดือน นำดินปลูกไปแยกเชื้อพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี มีปริมาณมากที่สุด (1.41) ระยะเวลา 12 เดือน (ภาพที่ 6) พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ อัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี มีปริมาณ มากที่สุด (4.57) รองลงมา คือ กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี

ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี และกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลวัว 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี โดยมีปริมาณเท่ากัน (4.13) ส่วนกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณน้อยที่สุด (0.94) ปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ทั้งหมดในดินการตรวจนับหาปริมาณเชื้อ *Bacillus* spp. (ตารางที่ 4 และภาพที่ 5) ดินก่อนปลูกในกระถาง พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี มีปริมาณเชื้อแบคทีเรีย (cfu./g. for drysoil) มากที่สุด (1.03) เมื่อปลูกหม่อนครบ 6 เดือน นำดินปลูกไปแยกเชื้อพบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี มีปริมาณ มากที่สุด (6.02) รองลงมาคือ กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลวัว 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี

(5.89) ระยะเวลา 12 เดือน (ภาพที่ 6) พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำอัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่

มากที่สุด (7.41) รองลงมากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่ 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (6.36) ส่วนกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี 100 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณน้อยที่สุด (1.75)

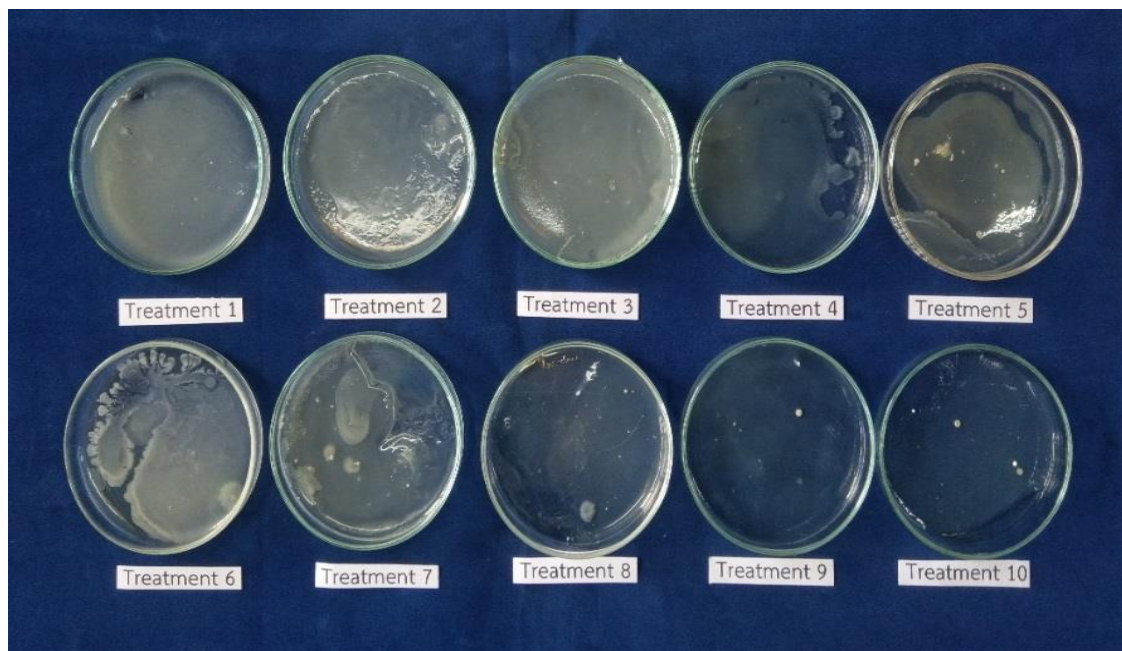
ตารางที่ 4 ปริมาณเชื้อรา *Trichoderma* spp. และแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ในการปลูกหม่อนที่ 0 6 และ 12 เดือน

กรรมวิธี	เชื้อรา <i>Trichoderma</i> spp. (cfu./g.for dry soil)			แบคทีเรีย(cfu./g.) (cfu./g.for dry soil)		
	0 เดือน	6 เดือน	12 เดือน	0 เดือน	6 เดือน	12 เดือน
T1	0.10b	0.18b	1.45c	0.53ab	1.07c	1.89b
T2	0.06b	0.11b	0.94c	0.54ab	1.20c	1.75b
T3	0.06b	0.14b	1.33c	0.87ab	2.34bc	3.42b
T4	0.07b	0.17b	2.55abc	0.37b	2.16bc	2.51b
T5	0.06b	0.18b	2.94abc	0.28b	4.10ab	2.83b
T6	0.08b	0.15b	4.13ab	0.34b	5.89a	2.19b
T7	0.17a	0.22b	1.55bc	0.39ab	1.82bc	2.33b
T8	0.09b	0.18b	1.70bc	0.88ab	4.06ab	6.36a
T9	0.11ab	0.16b	4.13ab	0.40ab	1.82bc	2.94b
T10	0.10b	1.41a	4.57a	1.03a	6.02a	7.41a
CV%	50.3	57.9	69.8	64	45.9	48.6
F	*	**	*	*	**	**

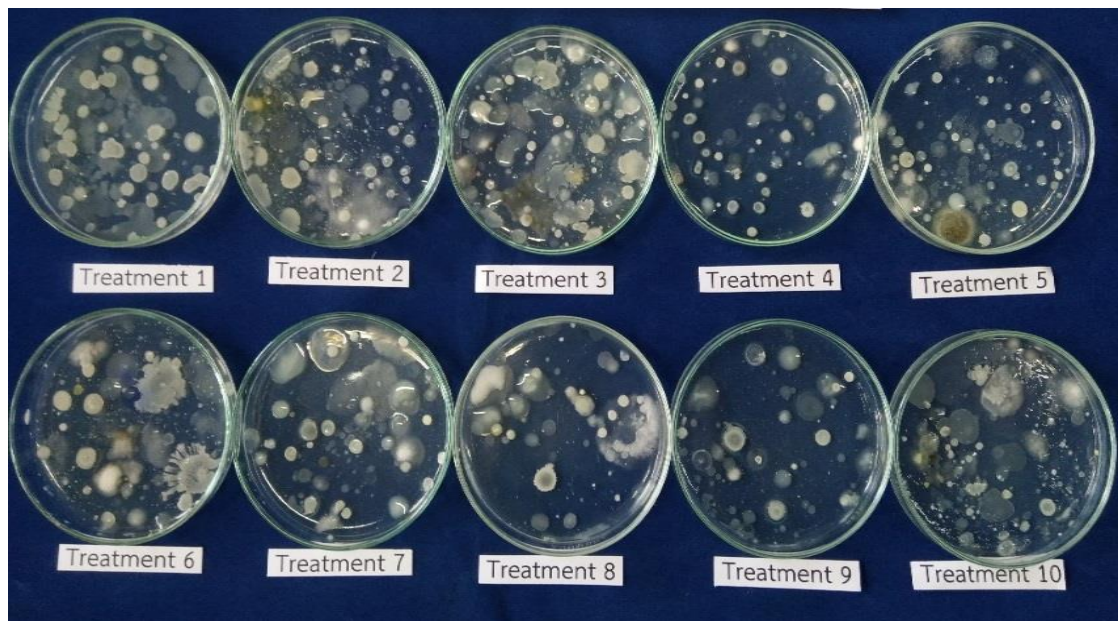
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



ภาพที่ 5 ปริมาณเชื้อรา และแบคทีเรียในดินก่อนทำการทดลอง ตัวอย่างดินจากกระถางปลูกหม่อนทดลองศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ กาญจนบุรี ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการอาคารคีรีมาส (KMB315) มหาวิทยาลัยรามคำแหง



ภาพที่ 6 ปริมาณเชื้อรา และแบคทีเรียในดินหลังจากปลูกหม่อนทดลอง 12 เดือน ตัวอย่างดินจากกระถางปลูกหม่อนทดลองจากศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ กาญจนบุรี ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการอาคารคีรีมาศ (KMB315) มหาวิทยาลัยรามคำแหง

สรุปและวิจารณ์ผล

ผลการทดลองการนับจำนวนเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus* spp. และเชื้อรา *Trichoderma* spp. พบว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ อัตรา 25 ลิตรต่อไร่ต่อปี พบมีปริมาณเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อรามากที่สุดในรอบ 12 เดือน เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารให้กับจุลินทรีย์ดิน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยอินทรีย์น้ำจึงส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ดิน ตามที่ อรพิน (2551) ระบุว่าจุลินทรีย์ในดินต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารโดยเฉพาะกลุ่ม เฮทเทอโรโทรป ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของ ปีโยรส (2547) พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 750 และ 1,000 กรัมต่อตารางเมตร มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในดินเพิ่มขึ้น และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียวนออัตราที่สูงขึ้น ทำให้ปริมาณราทั้งหมดสูงขึ้นกว่าในตำรับที่ใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับ ฉวีวรรณ และคณะ (2535) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลช่วยเพิ่มปริมาณ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินเพิ่มสูงขึ้น

จะเห็นได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ในดินพบว่าสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของ และผลผลิตของหม่อน คือเมื่อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตหม่อนเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากจุลินทรีย์ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ช่วยให้พืชตรึงไนโตรเจน ละลายฟอสเฟต ทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองหลายชนิดให้อยู่ในรูปอนินทรีย์ ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2551; Alexander, 1977) นอกจากนี้ยังผลิตฮอร์โมนกรดอินโดลอะซิติก (Indole-3-acetic acid, IAA) เป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโต เพิ่มการแบ่งเซลล์ในรากพืช เพิ่มการแตกรากมากขึ้น ซึ่งจะช่วยดูดแร่ธาตุในดิน เช่น ฟอสเฟต ผลิตสารออกซิน (Auxin) จะช่วยเร่งการเจริญ ปลายยอด และสารไซโตไคนิน (Cytokinin) เร่งการเจริญปลายรากพืช ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้ส่วนใหญ่พบอาศัยอยู่ในดินบริเวณรากพืช และมีความสามารถในการยึดเกาะบนรากได้ดี (Zamioudis and Pieterse, 2012; Glick, 2012)

จากผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 2,000 กิโลกรัม ต่อไร่ต่อปี ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์น้ำ อัตรา 25 ลิตร ต่อไร่ต่อปี ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์

และสมบัติของดินเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลผลิตของหม่อนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ในทางปฏิบัติกับพื้นที่ขนาดใหญ่ต้องใช้ปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมาก สิ้นเปลืองแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการขนย้ายสูง ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปแนะนำควรใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และเคมีลดปริมาณลงครึ่งหนึ่งของอัตราแนะนำ ร่วมกับการให้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำปริมาณเพิ่มขึ้น เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว

กิตติกรรมประกาศ

1. ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่มอบโอกาสให้ได้ศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา
2. ขอขอบคุณ คณาจารย์มหาวิทยาลัยรามคำแหงที่ได้มอบความรู้ ให้คำปรึกษาที่ดี และผู้วิจัยจะนำความรู้ไปแนะนำกับเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเพื่อประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน.2551. คู่มือการจัดการอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน และเพิ่มความสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพมหานคร.
- กรมวิชาการเกษตร. 2541.เอกสารแนะนำที่1 การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม.โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพมหานคร.
- กรมวิชาการเกษตร.2547.ข้อมูลวิทยาศาสตร์น้ำหมักชีวภาพ (ตอนที่1).โรงพิมพ์คิวปริ้นท์ออฟเซ็ท.กรุงเทพมหานคร.
- กรมวิชาการเกษตร. 2557. กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ.2557. www.doa.go.th/ard/FileUpload/fertilizer/1.3.4%20FEDOA1.pdf. เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 กันยายน 2561.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหม่อน. โรงพิมพ์พื้นที่. กรุงเทพมหานคร.
- จำเริญ อ่อนทอง.2545.คู่มือการวิเคราะห์ดิน และพืช. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จ.สงขลา.

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวโรจน์,เสียงแจ้ว พิริยพณต์,พิทยากร ลี้มทอง และวรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์. 2535.อิทธิพลของอินทรีย์วัตถุต่อปริมาณ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน.วารสารดิน และปุ๋ย 14(1):24-35.

ปิโยรส เมธาลักษณ์.2547.ผลของปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของผักคะน้า (*Brassica oleracea* L.) พันธุ์อาร์เอส1 และสมบัติบางประการของดิน.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต . กรุงเทพมหานคร . บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2555. ตารางแปลผลวิเคราะห์ทางเคมีดิน. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 6 ปรับปรุงตุลาคม 2555 หน่วยวิเคราะห์วิจัยดิน และวัสดุเกษตร ฝ่ายปฏิบัติการวิจัย และเรือนพืชทดลอง อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม.

อรพิน ปีกุล. 2551. ปุ๋ยอินทรีย์. นครศรีธรรมราช: โรงพิมพ์พัฒนาสัน.

อัจฉรา เพ็ญหนู.2549.จุลชีววิทยาของอินทรีย์สาร และอินทรีย์วัตถุในดิน.เอกสารคำสอนวิชาจุลชีววิทยาของดิน.ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ .สงขลา.

อุษา ศรีใส.2551.ผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตยางพาราในดินชุดท่าแซะ.สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต12 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตร และสหกรณ์.

Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Glick,B.R.2012.Plantgrowthpromotingbacteria:mechanisms and application. Hindawi Publishing Corporation Scientifica Volume 2012.

Zamioudis,G. and Pieterse,C.M.2012. Modulation of immunity by beneficial microbes. J.MPMI. 25:139-150.

การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระของถั่วแปบและผักแปม

Investigation of Nutritional Composition and Antioxidant Activity of *Lablab purpureus* (L.) Sweet and *Acanthopanax trifoliatum* Merr.

Natthiya Chaichana¹ Patcharawarin Ruanto² Wathana Punyamaneesorn¹
and Somchai Jaiban¹



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของถั่วแปบและผักแปม ซึ่งเป็นพืชพื้นบ้านที่ใช้ประโยชน์ในจังหวัดเชียงราย การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการด้วยวิธีการ Association of Official Analytical Chemists (AOAC) ผลการวิเคราะห์พืชทั้ง 2 ชนิด พบปริมาณ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไฟเบอร์ และเถ้า อยู่ในช่วง 1.98 - 3.56, 20.77 - 26.15, 37.37 - 50.53, 10.77 - 22.75 และ 6.49 - 9.93 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้ พืชทั้ง 2 ชนิด ยังพบแร่ธาตุ 12 ชนิด (N, P, K, Ca, Mg, Mn, S, B, Na, Fe, Zn และ Cu) ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน สำหรับการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิก พบว่า ผักแปมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 26.81 ไมโครโมล TE/กรัม และปริมาณสารฟีนอลิก 9.42 มิลลิกรัม GE/กรัม ที่สูงกว่าถั่วแปบ

คำสำคัญ: คุณค่าทางโภชนาการ สารต้านอนุมูลอิสระ ถั่วแปบ ผักแปม

ABSTRACT

This research was purposed to investigate nutritional composition and antioxidant activity of *Lablab purpureus* (L.) Sweet and *Acanthopanax trifoliatum* Merr., the useful local plants in Chiang Rai. Nutritional analysis was based on Association of Official Analytical Chemists (AOAC) method. The result revealed that both plants contained fat, protein, carbohydrates, crude fiber and ash in ranges of 1.98 - 3.56, 20.77 - 26.15, 37.37 - 50.53, 10.77 - 22.75 and 6.49 - 9.93 g per 100 g DW, respectively. Moreover, both plants also provided different ratios of 12 minerals (N, P, K, Ca, Mg, Mn, S, B, Na, Fe, Zn and Cu). For antioxidant and total phenolic analysis, it was found that *A. trifoliatum* Merr. represented antioxidant activity with the value of 26.81 $\mu\text{mol TE/g}$ and phenolic content with the value of 9.42 mgGE/g higher *L. purpureus* (L.) Sweet

Keywords: *Acanthopanax trifoliatum* Merr., antioxidant, *Lablab purpureus* (L.) Sweet, nutritional composition

¹ Science Program, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University

² Biology Program, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University

Introduction

There are many local plants that were distributed worldwide. Wild plants were documented but less known about macro- and micronutrient (Grivetti and Ogle, 2000). Edible wild plants could provide nutritional composition with mineral content and medicinal values. The earlier elemental analysis of nutritional value of some fodder plant species was achieved. It was found to contain proteins, crude fiber, fats and oils, moisture, ash content carbohydrates and 16 elements (Na, Mg, Al, Si, P, S, Rb, K, Ca, Fe, Mn, Ti, Ni, Cu, Zn and Cl) (Bahadur et al., 2011). In addition, nutritional investigations of some local vegetables from Delta State, Nigeria were carried out. The results revealed that vegetables contained amounts of nutrients such as crude protein, crude lipid, carbohydrate, moisture, ash, crude fiber, and mineral elements (Na, Ca, K, Mn, Fe, Zn, P and Cu) thus they could be beneficial for consumption as dietary supplements (Agbaire and Emoyan, 2012). Moreover,

nutritional composition analysis and DPPH radical scavenging properties of *Paederia foetida* and *Erechtites hieracifolia* have reports. Both vegetables contained minerals and antioxidant activities with IC_{50} value in a range of 4.53 - 8.46 mg/mL (Srianta et al. 2012). Antioxidant capacities of selected native Australian herbs and spices were also examined, revealing that all of plants exhibited antioxidant activities (Konczak et al., 2010).

Lablab purpureus (L.) Sweet and *Acanthopanax trifoliatum* Merr. (Figure 1) were local plants found in Chiang Rai province located in the north of Thailand and commonly consumed by local people. Therefore, it was interesting to study both plants in terms of nutritional composition, mineral content and antioxidant activity as they were local plants that provided nutrition sources. This study could provided the development of local plants of the commercial products in the future.



(a)



(b)

Figure 1. (a) *Lablab purpureus* (L.) Sweet (b) *Acanthopanax trifoliatum* Merr.

Methods

Nutritional and mineral information

L. purpureus (L.) Sweet and *A. trifoliatum* Merr. were harvested from Chiang Sean district, Chiang Rai province. Both of samples were dried and the proximate analysis was performed by AOAC

method to obtain the composition of fat, protein, carbohydrates, crude fiber and ash (AOAC, 2000). Total nitrogen (N), phosphorus (P), boron (B) and sulfur (S) were measured with Kjeldahl, Vanadomolybdate, Azomethine-H and $BaCl_2$ method, respectively. Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

method was used to quantify calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu) and zinc (Zn). Potassium (K) and sodium (Na) were quantified by Atomic Emission Spectroscopy (AES) method.

Total phenolic content and antioxidant activity

L. purpureus (L.) Sweet and *A. trifoliatum* Merr. were dried, weighed, ground and extracted by methanol. Then, the sample solution was filtered and evaporated to make a crude extract. The extract was dissolved in methanol. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging method was used to quantify antioxidant activity by the method slightly modified from Brand-Williams *et al.* (1995) and Miliauskas *et al.* (2004). The absorbance (515 nm) was recorded by a UV/visible light spectrophotometer. Trolox was used as a standard antioxidant. The experiment was performed in triplicate and expressed in $\mu\text{mol TE/g}$. The total phenolic content was determined by using Folin-Ciocalteu reagent with a gallic acid calibration curve as previously described on Hossain *et al.* (2015.) The absorbance was measured at 760 nm.

The total phenolic concentration was calculated as mg of gallic acid/ g extract and performed in triplicate.

Results

Nutritional and mineral information

Different nutrient compositions were presented in Table 1. *L. purpureus* (L.) Sweet consisted of protein, fat, carbohydrate, crude fiber and ash content with the value of 26.15, 1.98, 37.37, 22.75 and 6.49 g per 100 g dry weight, respectively, whereas *A. trifoliatum* Merr. provided protein, fat, carbohydrate, crude fiber and ash in amounts of 20.77, 3.56, 50.53, 10.77 and 9.93, respectively. Mineral composition of *L. purpureus* (L.) Sweet and *A. trifoliatum* Merr. was represented in Table 2. Both of plants was composed of different ratios of 12 minerals (N, P, K, Ca, Mg, Mn, S, B, Na, Fe, Zn and Cu).

Table 1. Nutrient composition of local plant

Nutrient composition (g per 100 g dry weight)	Types of local plants	
	<i>L. purpureus</i> (L.) Sweet	<i>A. trifoliatum</i> Merr.
Protein	26.15 $\pm$ 0.061 ^a	20.77 $\pm$ 0.062 ^b
Fat	1.98 $\pm$ 0.040 ^b	3.56 $\pm$ 0.056 ^a
Carbohydrate	37.37 $\pm$ 0.044 ^b	50.53 $\pm$ 0.053 ^a
Crude fiber	22.75 $\pm$ 0.062 ^a	10.77 $\pm$ 0.043 ^b
Ash	6.49 $\pm$ 0.046 ^b	9.93 $\pm$ 0.050 ^a

Statistical significance was determined by analysis of t-test with adjustment for multiple comparisons with Turkey's test. Values are means $\pm$ standard deviation of triplicate determinations. Values in the same row with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

Table 2. Mineral content of local plants

Mineral content	<i>L. purpureus</i> (L.) Sweet	<i>A. trifoliatum</i> Merr.
Nitrogen (%)	4.20±0.043 ^a	3.36±0.040 ^b
Phosphorus (%)	0.50±0.053 ^a	0.44±0.053 ^a
Potassium (%)	2.71±0.062 ^b	3.16±0.026 ^a
Calcium (%)	0.81±0.036 ^b	2.62±0.053 ^a
Magnesium (%)	0.51±0.056 ^a	0.60±0.072 ^a
Manganese (mg/kg)	30.99±0.082 ^b	76.13±0.351 ^a
Sulfur (%)	0.17±0.006 ^a	0.15±0.005 ^b
Boron (mg/kg)	13.92±0.065 ^a	11.18±0.055 ^b
Sodium (mg/kg)	413.10±0.818 ^b	453.20±1.400 ^a
Iron (mg/kg)	34.49±0.678 ^b	97.30±0.913 ^a
Zinc (mg/kg)	36.32±0.095 ^b	45.74±0.513 ^a
Copper (mg/kg)	9.78±0.096 ^b	13.95±0.098 ^a

Statistical significance was determined by analysis of t-test with adjustment for multiple comparisons with Turkey's test. Values are means ± standard deviation of triplicate determinations. Values in the same row with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

Total phenolic content and antioxidant activity

Total phenolic content and antioxidant activity were presented in Table 3. The result revealed that *A. trifoliatum* Merr. showed the highest antioxidant activity

(26.81 $\mu\text{mol TE/g}$) and total phenolic content (9.42 mg GE/g). For *L. purpureus* (L.) Sweet, it exhibited DPPH radical scavenging activity and total phenolic content of 3.24 $\mu\text{mol TE/g}$ and 2.75 mg GE/g, respectively.

Table 3. Total phenolic content and antioxidant activity of local plants

Types of plants	DPPH radical scavenging activity ($\mu\text{mol TE/g}$)	Total phenolic content (mg GE/g)
<i>L. purpureus</i> (L.) Sweet	3.24±0.095 ^b	2.75±0.096 ^b
<i>A. trifoliatum</i> Merr.	26.81±0.065 ^a	9.42±0.065 ^a

Statistical significance was determined by analysis of t-test with adjustment for multiple comparisons with Turkey's test. Values are means ± standard deviation of triplicate determinations. Values in the same column with different superscripts are significantly different ($P \leq 0.05$).

Conclusion and Discussion

Nutrient composition of *L. purpureus* (L.) Sweet and *A. trifoliatum* Merr. consisted of fat, protein, carbohydrates, crude fiber and ash in the range of 1.98 - 3.56, 20.77 - 26.15, 37.37 - 50.53,

10.77 - 22.75 and 6.49 - 9.93 g per 100 g dry weight, respectively. Both of plants contained 12 minerals (N, P, K, Ca, Mg, Mn, S, B, Na, Fe, Zn and Cu). *A. trifoliatum* Merr. also exhibited the total phenolic content and DPPH radical scavenging

activity (9.42 mg GE/g and 26.81 umol TE/g) higher than *L. purpureus* (L.) Sweet.

Both of plants contained higher amounts of protein (20.77 - 26.15 g per 100 g dry weight) than other plants that were earlier examined. For example, proximate analysis of *Caralluma tuberculata*, which is a famous traditional medicinal plant in Pakistan, was investigated revealed the lower value protein content (5.26 g per 100 g dry weight) (Ahmad *et al.*, 2014). In addition, proximate composition of *Amaranthus hybridus* L. leaves was studied and it was presented to have protein content of 17.92 g per 100 g dry weight (Akubugwo *et al.*, 2007). Besides, total protein (91.9 mg/g) of *Trianthema portulacastrum* L., a wild edible plant from Pakistan (Khan *et al.*, 2013), was less than that found in both of plants. *L. purpureus* (L.) Sweet contained 22.75 g crude fiber per 100 g dry weight which was a higher amount than those found in some of plant species such as *A. hybridus* L. and *C. tuberculata* which provided crude fiber of 8.61 and 19.42 g per 100 g dry weight, respectively (Akubugwo *et al.*, 2007; Ahmad *et al.*, 2014). Moreover, *L. purpureus* (L.) Sweet also presented higher protein content (26.15 g per 100 g dry weight) than that of three varieties of *Rugare* (*Brassica oleracea* var. *acephala*) that had protein content in a range of 20.71 - 21.76 g per 100 g dry weight (Mariga *et al.*, 2012).

The amounts of some kinds of minerals from local plants in this investigation were higher than the other corresponding plants. It was found that both of plants represented higher amounts of Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn and P than *Amaranthus hybridus* L. leaves (Akubugwo *et al.*, 2007). In addition, some of minerals (Ca, Zn and Fe) from 15 improved varieties of cowpeas in Tanzania were less than those found in *L. purpureus* (L.) Sweet and *A. trifoliatum* Merr (Mamiro *et al.*, 2011).

L. purpureus (L.) Sweet and *A. trifoliatum* Merr contained high amount of Zn (36.32 - 45.74 mg/kg). It was found that both plants provided higher quantity than *Allium hookeri*, an ethnic medicinal food plant used among Adi tribes of India, which had the Zn content of 23.5 mg/kg (Payum *et al.*, 2015). Macro-mineral composition (N, K, Na and P) of both plants revealed to be higher than edible wild plants from Northeast India such as *Diospyros peregrine*, *Holboellia latifolia*, *Illicium griffithii*, *Persea fructifera* and *Malus sikkimensis* (Saha *et al.*, 2014).

L. purpureus (L.) Sweet and *A. trifoliatum* Merr. presented the potent antioxidant activity. *A. trifoliatum* Merr. exhibited the highest DPPH radical scavenging activity and total phenolic compound. Antioxidant activity of *A. trifoliatum* Merr. (26.81 umol TE/g) was higher than some plant species such as *Piper nigrum* L. (12.42 umol TE/g) (Lu *et al.*, 2011). In addition, it was found that total phenolic compound of *A. trifoliatum* Merr. (9.42 mg GE/g) was higher than thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts (5.20 - 8.10 mg GE/g) (Roby *et al.*, 2013). Moreover, *A. trifoliatum* Merr. was also reported to have higher total phenolics than *Foeniculum vulgare* (6.76 mg GE/g), *Angelicae dahuricea* (7.86 mg GE/g), *Fructus amomi* (8.99 mg GE/g) and *Cuminum cyminum* (9.00 mg GE/g) (Lu *et al.*, 2011).

Acknowledgement

I gratefully acknowledge for the support from Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand.

References

- Agbaire, P.O. and Emoyan, O.O. 2012. Nutritional and antinutritional levels of some local vegetables from Delta State, Nigeria. *African Journal of Food Science*. 6(1): 8-11.
- Ahmad, B., Abbas, S.J., Hussain, F., Bashir, S. and Ahmad, D. 2014. Study on *Caralluma Tuberculata* nutritional composition and its importance as medicinal plant. *Pakistan Journal of Botany*. 46(5): 1677-1684.
- Akubugwo, I.E., Obasi, N.A., Chinyere, G.C. and Ugbogu, A. E. 2007. Nutritional and chemical value of *Amaranthus hybridus* L. leaves from Afikpo, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*. 6(24): 2833-2839.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg. AOAC International.
- Bahadur, A., Chaudhry, Z., Jan, G., Danish, M., Rehman, A., Ahmad, R., Khan, A., Khalid, S., Ullah, I., Shah, Z., Ali, F., Mushtaq, T. and Jan, F.G. 2011. Nutritional and elemental analyses of some selected fodder species used in traditional medicine. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 5(8): 1157-1161.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Science and Technology*. 28(1): 25-30.
- Grivetti, L.E. and Ogle, B.M. 2000. Value of traditional foods in meeting macro- and micronutrient needs: the wild plant connection. *Nutrition Research Reviews*. 13(1): 31-46.
- Hossain, M.A. and Shah, M.D. 2015. A study on the total phenols content and antioxidant activity of essential oil and different solvent extracts of endemic plant *Merremia borneensis*. *Arabian Journal of Chemistry*. 8: 66-71.
- Khan, N., Sultana, A., Tahir, N. and Jamila, N. 2013. Nutritional composition, vitamins, minerals and toxic heavy metals analysis of *Trianthema portulacastrum* L., a wild edible plant from Peshawar, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *African Journal of Biotechnology*. 12(42): 6079-6085.
- Konczak, I., Zabaras, D., Dunstan, M. and Aguas, P. 2010. Antioxidant capacity and phenolic compounds in commercially grown native Australian herbs and spices. *Food Chemistry*. 122: 260-266.
- Lu, M., Yuan, B., Zeng, M. and Chen, J. 2011. Antioxidant capacity and major phenolic compounds of spices commonly consumed in China. *Food Research International*. 44: 530-536.
- Mamiro, P.S., Mbwaga, A.M., Mamiro, D.P., Mwanri, A.W. and Kinabo, J.L. 2011. Nutritional quality and utilization of local and improved cowpea varieties in some regions in Tanzania. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 11(1): 4490-4506.
- Mariga, I.K., Lutendo, M. and Maposa, D. 2012. Nutritional assessment of a traditional local vegetable (*Brassica oleracea* var. *acephala*). *Journal of Medicinal Plants Research*. 6(5): 784-789.
- Miliauskasa, G., Venskutonisa, P.R. and Beek, T.A. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and

- aromatic plant extracts. Food Chemistry. 85: 231-237.
- Payum, T., Das, A.K, and Shankar, R. 2015. Phytochemistry, pharmacognosy and nutritional composition of *Allium Hookeri*: an ethnic food plant used among Adi tribe of Arunachal Pradesh, India. American Journal of PharmTech Research. 5(1): 464-477.
- Roby, M.H.H., Sarhan, M.A., Selim, K.A.H., and Khalel, K.I. 2013. Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. Industrial Crops and Products. 43: 827- 831.
- Saha, D., Sundriyal, M. and Sundriyal, R.C. 2014. Diversity of food composition and nutritive analysis of edible wild plants in a multi-ethnic tribal land, Northeast India: an important facet for food supply. Indian Journal of Traditional Knowledge. 13(4): 698-705.
- Srianta, I., Arisasmita, J.H., Patria, H.D. and Epriliati, I. 2012. Ethnobotany, nutritional composition and DPPH radical scavenging of leafy vegetables of wild *Paederia foetida* and *Erechtites hieracifolia*. International Food Research Journal. 19(1): 245-250.

**ผลของ 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid ต่อการชักนำแคลลัสของ
ข้าวชิวแดง (*Oryza sativa* L. cultivars Sew Deng) และข้าวหน่อแพร
(*Oryza sativa* L. cultivars Nor Prae)**

**Effect of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid for Callus Induction of
Sew Deng rice (*Oryza sativa* L. cultivars Sew Deng) and Nor Prae rice
(*Oryza sativa* L. cultivars Nor Prae)**

ณัฐฐิยา ชัยชนะ¹



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2, 4-D) ต่อการชักนำแคลลัสของข้าวชิวแดง (*Oryza sativa* L. cultivars Sew Deng) และข้าวหน่อแพร (*Oryza sativa* L. cultivars Nor Prae) โดยนำเมล็ดข้าวพื้นเมืองทั้ง 2 ชนิด มาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (คลอโรกซ์) 15 % เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นย้ายเลี้ยงเอ็มบริโอลงบนอาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D ระดับความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำแคลลัสข้าวชิวแดงและข้าวหน่อแพรได้สูงสุด 100% โดยให้น้ำหนักแห้งแคลลัสเฉลี่ยที่ 0.0414 และ 0.0652 กรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้าวชิวแดง ข้าวหน่อแพร แคลลัส การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ABSTRACT

This research was purposed to investigate the effect of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2, 4-D) for callus induction of Sew Deng rice (*Oryza sativa* L. cultivars Sew Deng) and Nor Prae rice (*Oryza sativa* L. cultivars Nor Prae). The seeds of both cultivars were sterilized by sodium hypochlorite (clorox) 15% for 10 minute. Then, embryos were transferred to MS medium supplemented with 2, 4D at four different concentration of 0, 0.5, 1.0 and 2.0 mg/l for 8 weeks. The result revealed that MS medium supplemented with 0.5 mg/l 2,4-D could provide 100% of callus induction of Sew Deng rice and Nor Prae rice with 0.0414 and 0.0652 g dry weight, respectively.

Keywords: *Oryza sativa* L. cultivars Sew Deng, *Oryza sativa* L. cultivars Nor Prae, Callus, Plant tissue culture

¹ โปรแกรมวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

บทนำ

การพัฒนาภาคการเกษตรเป็นฐานรายได้หลักและความมั่นคงด้านอาหารของประเทศ โดยเฉพาะข้าวที่เป็นพืชอาหารหลักของคนไทยและส่งออกนอกประเทศ รวมไปถึง ชุมชนท้องถิ่น เป็นกลไกที่มีความสามารถในการบริหารจัดการ มีส่วนร่วมในการพัฒนาคุณภาพชีวิตและเชื่อมโยงกันเป็นสังคมสวัสดิการ เป็นพลังหลักในการพัฒนาฐานรากของประเทศให้มั่นคง ชุมชนพึ่งตนเองสามารถบรรเทาปัญหาเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในพื้นที่อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย นอกจากจะมีพรมแดนเป็นเขตติดต่อทางเศรษฐกิจแล้ว ยังมีความหลากหลายทางชาติพันธุ์มาตั้งแต่อดีต ไม่น้อยกว่า 10 ชนเผ่า อาทิเช่น ไทยวน พม่า ลาว ไทยลื้อ จีน อาข่า ลาหู่ เมียนมา ม้ง ขมุ ลัวะ ไทยใหญ่ เป็นต้น จึงควรมีการศึกษาและอนุรักษ์ภูมิปัญญาในท้องถิ่นแต่ละชนเผ่าเพื่อไม่ให้สูญหายไป รวมไปถึงการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวไร่ ข้าวนา ในท้องถิ่น เพื่อรักษาความมั่นคงของฐานทรัพยากร และการสร้างสมดุลระหว่างการอนุรักษ์กับการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนในอนาคตได้ ซึ่งวิธีการอนุรักษ์พันธุ์ข้าวโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจในงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับสายพันธุ์ข้าวหลายชนิด และจากงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว พบว่าปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การเพาะเลี้ยงประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ชนิดของเนื้อเยื่อ สารควบคุมการเจริญเติบโต และสภาพการเพาะเลี้ยง (Puhan and Siddiq, 2013) โดยการใช้การชักนำแคลลัสจากเมล็ดด้วยการเพาะเลี้ยงเมล็ดบนอาหาร MS ที่เติม 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) 1.5–3.5 มิลลิกรัม/ลิตร และ Kinetin 0.5–1.5 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าสูตรอาหารที่สามารถชักนำแคลลัสได้สูงสุดที่ 44.4% คือ MS ร่วมกับ 2,4-D 2.5 มิลลิกรัม/ลิตร และ Kinetin 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร จากนั้นนำแคลลัสที่ได้มาชักนำให้เกิดยอดบนสูตรอาหาร MS ที่เติม 6-Benzylaminopurine (BAP) 1.0–3.0 มิลลิกรัม/ลิตร Kinetin 0.5–1.5 มิลลิกรัม/ลิตร และ Naphthaleneacetic acid (NAA) 0.5–1.5 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม BAP 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร NAA 0.5 มิลลิกรัม/

ลิตร และ Kinetin 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้สูงสุดที่ 42.5% (Wani et al., 2011) และจากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวของมาเลเซียพบว่า การชักนำแคลลัสจะเกิดสูงสุดเมื่อเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวบนอาหาร MSB₅ ที่เติม 2, 4-D 2 มิลลิกรัม/ลิตร maltose 40 มิลลิกรัม/ลิตร 600 มิลลิกรัม/ลิตร casein hydrolysate และ 0.4% gelrite (Shahsavari, 2010) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวในประเทศปากีสถานพบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสบนอาหารสูตร MS ที่เติม Kinetin 1.0 มก./ล. ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร (Ilahi et al., 2005) นอกจากนี้จากใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น Benzyl Adenine (BA), Kinetin และ NAA สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสจากข้าวได้สูงสุดถึง 100% (Yan et al., 2010)

จากการสำรวจข้าวบางชนิดในอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย มีคุณสมบัติที่สามารถนำไปต่อยอดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ เช่น ทนแล้ง แตกกอดี เยื่อหุ้มเมล็ดข้าวมีสีที่สามารถนำไปพัฒนาต่อไปในอนาคตงานวิจัยนี้ได้ทำการคัดเลือกข้าวจำนวน 2 สายพันธุ์คือ ข้าวชิวแดง และข้าวหน่อแพร์ ซึ่งข้าวทั้งสอง มีลักษณะเด่น ดังนี้

1. ข้าวชิวแดง เป็นข้าวเหนียว พบที่บ้านป่าตึง หมู่ 5 ตำบลบ้านแซว อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ปัจจุบันพบมีการปลูกอยู่ 1-2 ครัวเรือน มีแนวโน้มจะสูญหายไปจากพื้นที่สูง ด้วยความที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีแดง ทำให้เป็นที่สนใจในการปลูกและอนุรักษ์พันธุ์ไว้

2. ข้าวหน่อแพร์ สรรพพบบริเวณบ้านแม่แอบ หมู่ที่ 11 ตำบลบ้านแซว อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ในอดีตเป็นข้าวเหนียวที่นิยมรับประทานทั่วไปในพื้นที่ เพราะสามารถให้ผลผลิตค่อนข้างดี ทนแล้ง ต่อมาเมื่อการคมนาคมขนส่งดีขึ้นการปลูกข้าวไร้ลดความนิยมลง จึงมีผู้ที่ปลูกข้าวพันธุ์นี้น้อยลงมากในปัจจุบัน ข้าวหน่อแพร์มีการแตกกอดี ผลผลิตดีกว่าข้าวไร่ชนิดอื่น และเมล็ดยังมีเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นสีแดงอีกด้วยเหมาะสำหรับการส่งเสริมการอนุรักษ์พันธุ์และขยายพันธุ์สู่เกษตรกร

ดังนั้น ข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์จึงเป็นที่น่าสนใจในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ โดยวิธีการอนุรักษ์วิธีหนึ่ง

ก็คือ การใช้กระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อให้ได้ต้นพันธุ์ในการอนุรักษ์ และสามารถผลิตขยายต้นพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น โดยการเพาะเลี้ยงแคลลัส เป็นเทคนิคการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อวิธีหนึ่ง ที่สามารถชักนำได้จากทั้งส่วนใบอ่อน ตา ยอด หรือ เมล็ด เมื่อชักนำให้เกิดแคลลัสได้แล้วสามารถชักนำต่อให้เกิดยอดและราก เพื่อการอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชได้ นอกจากนี้ ยังสามารถเพาะเลี้ยงเพื่อผลิตและเพิ่มปริมาณสารที่เป็นประโยชน์จากข้าวพื้นเมืองได้อีกทางหนึ่งด้วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของ 2,4-chlorophenoxyacetic acid ต่อการชักนำแคลลัสของข้าวชีวแดงและข้าวหอมแพร์ เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากข้าวพื้นเมืองในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างข้าวพื้นเมือง 2 สายพันธุ์ คือ ข้าวชีวแดงและข้าวหอมแพร์ จากอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ นำข้าวพื้นเมืองมาอบแห้ง เพื่อทำการทดลองในขั้นตอนถัดไป

การชักนำแคลลัสในสภาพปลอดเชื้อ

นำเมล็ดข้าวพื้นเมือง ทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ ข้าวชีวแดงและข้าวหอมแพร์ มาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (คลอโรกซ์) ที่ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้น ตัดส่วนเอ็มบริโอของเมล็ดข้าว ย้ายเลี้ยงบนอาหารสูตรต่างๆ คือ สูตรอาหาร MS ร่วมกับ 0, 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงแคลลัสที่อุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกอัตราการเกิดแคลลัส (%) หลังจากนั้นนำแคลลัสที่ได้จากอาหารสูตรต่างๆ ไปอบแห้ง และชั่งน้ำหนักแห้ง

เพื่อหาสูตรอาหารที่ดีที่สุดในการชักนำให้เกิดแคลลัสข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำผลวิจัยที่ได้มาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ (Statistic analysis) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) แบบ Complete Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

ผลของการชักนำแคลลัสของข้าวชีวแดงและข้าวหอมแพร์ ที่ 8 สัปดาห์ (ตารางที่ 1) จากผลการศึกษาพบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม 0.5 mg/l 2,4-D สามารถชักนำแคลลัสข้าวชีวแดงได้มากที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.0414 กรัม สูตรอาหาร MS ที่เติม 1.0 mg/l 2,4-D พบว่าเกิดแคลลัสที่ 85 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.0268 กรัม สูตรอาหาร MS ที่เติม 2.0 mg/l 2,4-D สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ 40 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.0376 กรัม ส่วนชุดควบคุมสูตรอาหาร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ไม่สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้

การชักนำแคลลัสของข้าวหอมแพร์ ผลการศึกษาพบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม 0.5 mg/l 2,4-D สามารถชักนำแคลลัสข้าวชีวแดงได้มากที่สุดเช่นกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.0652 กรัม สูตรอาหาร MS ที่เติม 1.0 และ 2.0 mg/l 2,4-D พบว่าเกิดแคลลัสที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.0246 กรัม และ 0.0316 กรัม ตามลำดับ ส่วนสูตรอาหาร MS ที่ไม่มีการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตไม่สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้

ตารางที่ 1 เปอร์เซนต์การชักนำให้เกิดแคลลัสและน้ำหนักแห้งของแคลลัสข้าวชิวแดงและข้าวหน่อแพร์ที่ 8 สัปดาห์

สายพันธุ์ข้าว	สูตรอาหาร	การชักนำให้เกิดแคลลัส (%)	น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (กรัม)
ข้าวชิวแดง	MS	0	0 ^b
	MS+0.5 mg/l 2,4-D	100	0.0414 ^a
	MS+1.0 mg/l 2,4-D	85	0.0268 ^{ab}
	MS+ 2.0 mg/l 2,4-D	40	0.0376 ^{ab}
ข้าวหน่อแพร์	MS	0	0 ^b
	MS+0.5 mg/l 2,4-D	100	0.0652 ^a
	MS+1.0 mg/l 2,4-D	95	0.0246 ^{ab}
	MS+ 2.0 mg/l 2,4-D	95	0.0316 ^{ab}

* ข้าวแต่ละสายพันธุ์ ตัวอักษรที่แตกต่างกันตามคอลัมน์คือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 แคลลัสข้าวชิวแดง (ก) และ ข้าวหน่อแพร์ (ข)

สรุปและวิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า สารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสของข้าวชิวแดงและข้าวหน่อแพร์ได้ โดยสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เหมาะสมที่สุดในการชักนำแคลลัสของข้าวชิวแดงและข้าวหน่อแพร์ คือ สูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.5 mg/l โดยให้อัตราการเกิดแคลลัส 100% และให้ปริมาณน้ำหนักแห้งของแคลลัสสูงที่สุดที่ 0.0414 และ 0.0652 กรัม ตามลำดับ

จากการศึกษาการชักนำแคลลัสของข้าวที่ผ่านมา พบว่า ปัจจัยอย่างหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการชักนำแคลลัสของข้าวก็คือ สารควบคุมการเจริญเติบโตหรือฮอร์โมนพืช เช่น ออกซิน (auxin) หรือ ไซโตไคนิน

(cytokinin) เป็นต้น (Kadhimi et al., 2014) 2,4-D เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซิน ซึ่งนำมาใช้ในการชักนำแคลลัสจากพืชอย่างแพร่หลาย ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.5 mg/l สามารถชักนำแคลลัสได้ดีที่สุดจากข้าวหลายสายพันธุ์ (hsien rice) ในประเทศจีน (Chunbo et al., 2009) นอกจากนี้ ยังได้มีงานวิจัยการชักนำแคลลัสจากข้าวในประเทศมาเลเซียพบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D สามารถชักนำแคลลัสได้สูงสุด (Shahsavari et al., 2010) และจากการศึกษาการชักนำแคลลัสของข้าว (*Oryza sativa* L.) จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ ASD 16, ADT 43, Basmati 370, Pusa Basmati และ Pokkali พบว่า สูตรอาหาร MS ที่เติม

2,4-D สามารถชักนำแคลลัสได้ 58.33 % ถึง 96.67 % (Revathi and Arumugam Pillai, 2011) นอกจากนี้ การใช้ 2,4-D ยังช่วยในการชักนำแคลลัสของข้าว indica rice (*Oryza sativa* L.) (Karthikeyan et al., 2009) อีกด้วย

ข้าวพื้นเมืองหลายสายพันธุ์ในประเทศไทยได้นำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาช่วยในการอนุรักษ์พันธุ์กรรม ยกตัวอย่างเช่น การขยายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองพันธุ์กบดำด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกในอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยนำเมล็ดมาเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D พบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ 100% และแคลลัสที่ได้ สามารถชักนำให้เกิดยอดและรากได้ (กมลทิพย์ และคณะ, 2560) และยังได้มีการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการขยายพันธุ์ข้าวพันธุ์เจ้าตากและข้าวพันธุ์เหนียวแดงในสภาพปลอดเชื้อ ผลการศึกษาพบว่า การเลี้ยงเมล็ดบนสูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D สามารถชักนำเมล็ดข้าวพันธุ์เหนียวแดงด้วยเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุดเท่ากับ 100% และข้าวพันธุ์เจ้าตากมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุดคือ 96% ตามลำดับ (จตุพร และคณะ, 2561) นอกจากนี้ สูตรอาหาร MS ที่เติม 2,4-D ยังสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข 6 อีกด้วย (ภพแก้ว และคณะ, 2556) ดังนั้น แคลลัสข้าวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถนำไปชักนำยอดและรากต่อไป เพื่อเป็นการอนุรักษ์พันธุ์กรรมข้าวพื้นเมือง นอกจากนี้ ยังสามารถเพิ่มปริมาณแคลลัสและสารที่มีประโยชน์จากแคลลัสข้าวด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ ซึ่งจะสามารถผลิตสารที่ต้องการในปริมาณมากและไม่ขึ้นกับฤดูกาล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยจากกองทุนสนับสนุนงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

เอกสารอ้างอิง

- กมลทิพย์ สาลีแก้ว, อรพิมล แทนทอง, ผกาวรรณ โรจน์ดวง และ สุภาวดี รามสูตร. 2560. การขยายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองพันธุ์กบดำด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วารสารวิชา. 36(2): 25-35.
- จตุพร หงษ์ทองคำ, อภิญา สิลาส, รัชนิกร ทองเฟื่อง และ รชยา พรมาวงศ์. 2561. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการขยายพันธุ์ข้าวพันธุ์เจ้าตากและข้าวพันธุ์เหนียวแดงในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 10(12): 25-34.
- ภพแก้ว พุทธิรักษ์, วารุต อยู่คง, รัฐพร จันทร์เดช, พีระวุฒิ วงศ์สวัสดิ์ และ มณฑล สงวนเสริมศรี. 2556. การชักนำแคลลัสจากการเพาะเลี้ยงเมล็ดของข้าวหอมมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข 6. Naresuan Phayao Journal. 6(2): 100-105.
- Chunbo, M., Zhigang, W. and Bingyao, S. 2009. Effects of 2, 4-D and 6-BA on callus induction and plantlet regeneration from mature embryos of hsien rice. Hu'nan Agricultural Science and Technology Newsletter. 10(4): 22-26.
- Ilahi, I., Bano, S., Jabeen, M. and Rahim, F. 2005. Micropropagation of rice (*Oryza sativa* L. cv SWAT-II) through somatic embryogenesis. Pakistan Journal of Botany. 37(2): 237-242.
- Kadhim, A.A., Alhasnawi, A.N., Isahak, A., Ashraf, M.F., Mohamad, A., Doni, F., Yusoff, W.M.W. and Mohd Zain, C.R.C. 2014. Effect of genotype and growth regulators in induction of embryogenic callus in rice. Journal of Pure and Applied Microbiology. 8(6): 1-6.
- Karthikeyan, A., Pandian, S. T. K. and M. Ramesh. 2009. High frequency plant regeneration from embryogenic callus of a popular indica rice (*Oryza sativa* L.) Physiology and Molecular Biology of Plants.15(4): 371-375.

- Puhan, P. and Siddiq, E.A. 2013. Protocol optimization and evaluation of rice varieties response to *in vitro* regeneration. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 4: 647-653.
- Revathi, S. and Arumugam Pillai, M. 2011. *In vitro* callus induction in rice (*Oryza sativa* L.). *Research in Plant Biology*. 1(5): 13-15.
- Shansavari, E. 2010. Evaluation and Optimizations of Media on the Tissue Culture System of Upland Rice. *International Journal of Agriculture and Biology*. 12: 537–540.
- Wani, S.H., Sanghera, G.S. and Gosal, S.S. 2011. An efficient and reproducible method for regeneration of whole plants from mature seeds of a high yielding *Indica* rice (*Oryza sativa* L.) variety PAU 201. *New Biotechnology*. 28(4): 418–422.
- Yan, L.N., Li, X. and Wu, D. 2010. The comparison in tissue culture ability of mature embryo in different cultivars of rice. *Agricultural Sciences in China*. 9(6): 840–846

หลักเกณฑ์และรูปแบบการส่งต้นฉบับบทความเพื่อตีพิมพ์ใน

วารสารวิจัยรามคำแหง

(Ramkhamhaeng Research Journal)



หลักเกณฑ์ในการพิจารณาตีพิมพ์บทความ

1. ผลงานทางวิชาการที่ส่งมาเพื่อตีพิมพ์ต้องไม่เคยผ่านการเผยแพร่ที่ไหนมาก่อน
2. ผลงานทางวิชาการที่ส่งมาเพื่อตีพิมพ์ต้องไม่อยู่ระหว่างการพิจารณาของวารสารอื่น
3. ผลงานทางวิชาการที่ส่งมาเพื่อตีพิมพ์ต้องเป็นบทความที่มีคุณค่าทางวิชาการ คือ เกิดขึ้นจากผู้เขียนได้ทำการทดลองสร้างสรรค์ สังเคราะห์ หรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับงานโดยตรง หรือเป็นบทความที่เสนอถึงความคิดหรือหลักการใหม่ที่เป็นไปได้และมีทฤษฎีประกอบหรือสนับสนุนอย่างเพียงพอ มีประโยชน์ต่อการศึกษาและการวิจัย
4. ผลงานทางวิชาการที่ส่งมาเพื่อตีพิมพ์ต้องไม่ได้ลอกเลียนหรือดัดทอนมาจากผลงานวิจัยของผู้อื่นหรือจากบทความอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตหรือปราศจากการอ้างอิงที่ถูกต้อง
5. ผู้เขียนต้องจัดเตรียมต้นฉบับตามรูปแบบข้อกำหนดในการส่งต้นฉบับอย่างเคร่งครัด
6. ผู้เขียนได้แก้ไขความถูกต้องของบทความที่ส่งมาตีพิมพ์ตามข้อเสนอแนะของคณะผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) แล้ว
7. บทความจะต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้องจากกองบรรณาธิการแล้วเท่านั้น

รูปแบบการจัดเตรียมต้นฉบับ

1. ให้พิมพ์โดยใช้กระดาษ **A4** พิมพ์หน้าเดียว
2. จัดพิมพ์ด้วยโปรแกรม **Microsoft Word for Windows**
3. ใช้ตัวอักษรแบบ **Browallia UPC/New**
4. ระยะห่างระหว่างบรรทัดใช้ **Double Space** โดยมีความยาวไม่เกิน 30 หน้า (รวมเอกสารอ้างอิง)
5. การตั้งค่าหน้ากระดาษ
 - ระยะขอบบน (Top margin) 1" หรือ 2.54 เซนติเมตร
 - ระยะขอบล่าง (Bottom margin) 1" หรือ 2.54 เซนติเมตร
 - ระยะขอบซ้าย (Left margin) 1" หรือ 2.54 เซนติเมตร
 - ระยะขอบขวา (Right margin) 1" หรือ 2.54 เซนติเมตร

รายละเอียดการจัดเตรียมต้นฉบับ

ชื่อเรื่อง ต้องมีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ จัดให้อยู่ชิดซ้ายหน้ากระดาษ ชื่อภาษาอังกฤษ ขึ้นต้นคำให้พิมพ์ด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ และให้ใช้ตัวอักษรขนาด 18 ตัวหนา

ชื่อผู้เขียน ให้ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวปกติ และให้จัดชิดซ้ายของหน้ากระดาษ โดยให้กำกับหมายเลขยกกำลังไว้ต่อท้ายด้วยสำหรับชื่อของหน่วยงานให้พิมพ์ไว้ในส่วนของเชิงอรรถ (หน้า 1) โดยพิมพ์ชื่อหน่วยงานต้นสังกัดให้ตรงกับตัวเลขยกกำลังที่กำกับไว้ในหน้าเดียวกัน

บทคัดย่อ และ ABSTRACT ใช้ตัวอักษรขนาด 18 ตัวหนา และให้จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ สำหรับเนื้อความให้ใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ จัดพิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ โดยเนื้อหาต้องครอบคลุมถึงบทนำ วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย สรุปและวิจารณ์ผล เป็นลำดับ

คำสำคัญ (Keywords) : ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ควรเลือกคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทความ ประมาณ 3 - 5 คำ โดยพิมพ์ต่อจากส่วนเนื้อหาของบทคัดย่อ และ Abstract ให้ใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ และให้จัดชิดซ้ายของหน้ากระดาษ

เนื้อหา ให้จัดพิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ **หัวข้อใหญ่** ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหนา **หัวข้อย่อย** ใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวหนา จัดชิดซ้ายคอลัมน์ เนื้อความใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ โดยให้บรรทัดแรกของทุกย่อหน้าเยื้อง 0.5 นิ้ว ของบรรทัดถัดไป โดยเรียงหัวข้อตามลำดับดังนี้ บทนำ วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย สรุปและวิจารณ์ผล กิตติกรรมประกาศ และเอกสารอ้างอิง

รูปภาพ จัดให้ชิดซ้ายของคอลัมน์ ความละเอียดของรูปภาพไม่น้อยกว่า 600x600 dpi คำบรรยายรูปภาพให้พิมพ์ไว้ใต้รูปภาพ ให้ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวปกติ โดยให้แนบไฟล์รูปภาพที่ประกอบในเนื้อเรื่องมาต่างหาก จากไฟล์เอกสารปกติ

ตาราง จัดให้ชิดซ้ายของคอลัมน์ รูปแบบของตารางให้ใช้แบบ Table classic I คำบรรยายตารางให้จัดพิมพ์ไว้ด้านบนของหัวข้อตาราง และใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวปกติ

หมายเหตุ ต้นฉบับบทความที่น่าส่งจะต้องถูกต้องตามหลักเกณฑ์การเขียนที่กำหนดเท่านั้น จึงจะได้รับการพิจารณาดำเนินการประเมินบทความก่อนตีพิมพ์

การอ้างอิงและการเขียนเอกสารอ้างอิง

• การอ้างอิงในเนื้อเรื่อง

ให้วงเล็บชื่อผู้แต่ง (ภาษาไทย) ชื่อสกุลผู้แต่ง (ภาษาต่างประเทศ) และปีที่พิมพ์ของเอกสารที่อ้างถึง ต่อท้ายข้อความที่ต้องการอ้าง ตัวอย่าง

..... (มณี และคณะ, 2550) หรือ (Archawaranon et al., 2003)
Archawaranon et al. (2003) หรือ มณี และคณะ (2550)

• การอ้างอิงท้ายเรื่อง

1. วารสาร

ก. ภาษาไทย

ชื่อผู้เขียน (ให้เขียนชื่อเต็ม ตามด้วยชื่อสกุล). ปีที่พิมพ์. ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร (ใช้ชื่อเต็ม). ปีที่ (ฉบับที่): หน้า
ปรากฏบทความ. เช่น

พุทธชาติ โปธิบาล และ ธนนันท์ ตรงดี. 2541. สถานะของภาษาดากไบในภาษาถิ่น. วารสาร
สงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์. 4(2): 167-187.

ข. ภาษาอังกฤษ

ใช้เช่นเดียวกับภาษาไทย แต่ชื่อผู้เขียนใช้ชื่อสกุลขึ้นก่อน, ตามด้วยตัวอักษรย่อของชื่อต้น. และวารสารใช้ชื่อตัวย่อ
ตามเกณฑ์ที่ใช้กัน เช่น

Archawaranon, M. 2003. The impact of human interference on Hill Mynahs *Gracula religiosa*
breeding in Thailand. Bird Conserv. Intl. 13 (2): 139-149.

2. หนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อหนังสือ. ครั้งที่พิมพ์. สถานที่พิมพ์. ผู้จัดพิมพ์. เช่น

มณี อชวราณนท์. 2549. นกขุนทอง: งานวิจัยเพื่อการอนุรักษ์นกในเขตร้อน. กรุงเทพฯ. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

Sharp, W.F. 1985. Investment. 3rd ed. New Jersey. Prentice-Hall.

3. บทความ/เรื่อง/ตอน ในหนังสือรวมเรื่องหรือรายงานประจำปี

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อบทความ. ใน ชื่อบรรณาธิการ. ชื่อเรื่อง. (ฉบับพิมพ์ ถ้ามี), หน้าปรากฏบทความ.

ผู้จัดพิมพ์. สถานที่พิมพ์. เช่น

เสรี ลีลาชัย. 2542. เศรษฐกิจชาตินิยมในประเทศกำลังพัฒนาและสถานการณ์ในประเทศไทย. ใน ณรงค์ เพ็ชรประเสริฐ
(บรรณาธิการ). 1999 จุดเปลี่ยนแห่งยุคสมัยใหม่ (หน้า 90-141). ศูนย์ศึกษาเศรษฐศาสตร์การเมือง คณะ
เศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

4. การอ้างอิงจากวารสารออนไลน์

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร. ปีที่และฉบับที่พิมพ์: หน้าปรากฏบทความ. ที่มา:

สถานที่มาของสารสนเทศ. เช่น

Overby, J.M. 1996. Ozone brings better water. Water Technology [Online]. 19, no. 5:
62-64. Abstract from Dialog File: Water Resources Abstract (117) Item: 00798344

5. วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้แต่ง. ปีที่พิมพ์. ชื่อวิทยานิพนธ์. สถานที่พิมพ์. ชื่อสถาบันการศึกษา

พรชัย วงศ์วาสนา. 2543. การศึกษาชีววิทยาประชากรของนกขุนทองในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

การส่งต้นฉบับ

ส่งต้นฉบับ จำนวน 4 ชุด พร้อมแผ่น CD จำนวน 1 แผ่น ไปยัง กองบรรณาธิการวารสารวิจัยรามคำแหง สถาบันวิจัยและ
พัฒนา อาคารสุขโขทัย ชั้น 12 มหาวิทยาลัยรามคำแหง ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240 โทรศัพท์ 0-2310-
8696, โทรสาร 0-2310-8119 Email: ruresearch@ru.ac.th