วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 5 (1): 91–104 (2564)

นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลของความเป็นกรด-ด่างของดินต่อการเติบโตและคุณภาพการให้สีครามของห้อม (*Baphicacanthus cusia* (Nees.) Bremek.) ในพื้นที่จังหวัดแพร่

ณัฐพร จันทร์ฉาย[1*] และ อัญศญา บุญประจวบ[1]

รับต้นฉบับ: 26 มีนาคม 2564 ฉบับแก้ไข: 10 พฤษภาคม 2564 รับลงพิมพ์: 14 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของความเป็นกรด-ด่างของดินต่อการเติบโตและคุณภาพการให้สีครามของห้อม (*Baphicacanthus cusia* (Nees.) Bremek.) ในพื้นที่จังหวัดแพร่ มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบความเหมาะสมของความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของดินต่อการเติบโต และคุณภาพสีของห้อม โดยทำการวัดการเติบโตของห้อมในดินที่ทำการปรับความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกันครั้งแรก และครั้งสุดท้าย และคุณภาพสีห้อมที่ได้ ผลการศึกษาพบว่า การปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 4.5 มีความชื้นในดินเฉลี่ย (96.25 %) ค่าแสงเฉลี่ยในโรงเรือนที่ทำการพรางแสงให้ 70 เปอร์เซ็นต์ (101.87) ให้การเติบโตของต้นห้อมดีที่สุด โดยมีค่าความสูงเพิ่มขึ้น 10.66 เซนติเมตร ความยาวรากเพิ่มขึ้น 5.16 เซนติเมตร จำนวนกิ่งเพิ่มขึ้น 1.66 กิ่ง และจำนวนใบเพิ่มขึ้น 15 ใบ ตามลำดับ ส่วนการไม่ปรับความเป็นกรด-ด่างในดินให้คุณภาพของสีตามมาตรฐาน เนื่องจากมีค่า L* เท่ากับ 21.38 a* เท่ากับ -3.18 และ b* เท่ากับ -5.93 โดยค่า L* บ่งบอกว่าเป็นสีเข้ม เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 0 ค่า -a* บ่งบอกว่าเป็นสีเขียว และค่า -b* บ่งบอกว่าเป็นสีน้ำเงิน และพบปริมาณลิวโคอินดิโก เท่ากับ 88.53 ไมโครมิลลิลิตร ซึ่งปริมาณลิวโคอินดิโก แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการติดสีของสีย้อม อย่างไรก็ตามการปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 4.5 ยังให้คุณภาพของสีตามมาตรฐานรองลงมาจากการไม่ปรับความเป็นกรด-ด่าง มีค่า L* (28.34) a* (-4.83) และ b* (-3.09) และมีปริมาณการเปลี่ยนเป็นลิวโคอินดิโก เท่ากับ 77.20 ไมโครมิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่า ห้อมสามารถใช้ในการแก้ไขปัญหาดินเปรี้ยวได้ ซึ่งสามารถให้ประโยชน์แก่ชุมชนที่มีการปลูกห้อมอันก่อให้เกิดการพัฒนาทางเศรษฐกิจและพัฒนาเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในอนาคตได้ต่อไป

คำสำคัญ: ความเป็นกรด-ด่าง สีคราม *Baphicacanthus cusia* ลิวโคอินดิโก

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดแพร่ 54140

***ผู้รับผิดชอบบทความ**: E-mail: nuttapornchanchay@gmail.com

ORIGINAL ARTICLE

Effect of pH on growth and indigo coloring quality of Hom (*Baphicacanthus cusia* (Nees.) Bremek.) at Phrae Province

Nuttaporn Chanchay[1*] and Ansaya Boonprajaub[1]

Received: 26 March 2021 Revised: 10 May 2021 Accepted: 14 May 2021

ABSTRACT

The study on effect of pH value on the indigo color quality of Hom (*Baphicacanthus cusia* (Nees.) Bremek.) was done in Phrae province. The objective was to determine the initial pH of the soil to the growth and color quality of the Hom. We have measured the initial and final growth of plants in different pH of potting soils and the color quality. The results showed that suitability adjusted pH at 4.5 with average soil moisture content (96.25 %) and exposure in the greenhouse was 70% (101.87) had high supported on maximum growth. The increased growth was detected in most plant parts, stem height (10.66 cm), root length (5.16 cm), number of branches (1.66 branches), and number of leaf (15 leaves). While, the treatment without pH adjustment provided the standard color quality of Hom which express by values of L* (21.38), a* (-3.18), and b* (-5.93). Value of L* indicating the color lightness with yield to dark color when closed to 0, while, -a* and -b* expressed the green and blue color, respectively. The amount of leuco-indigo was 88.53 µml, High leuco-indico indicating the efficiency of the color absorption in the fabric. However, pH adjustment to 4.5 also provided a standard color quality, even though, less than without pH adjustment which varied values were found, L* (28.34), a* (-4.83), b* (-3.09), and leuco-indigo (77.20 µml). Indicating Hom can be used to solve the acid soil problem. Then, the communities will get the benefit from cultivating which contributes to economic development and development into community enterprise groups in the future.

Keywords: pH, Indigo, *Baphicacanthus cusia* (Nees.) Bremek., Leuco-indigo

[1]Agro-Industrial Biotechnology, Maejo University Phrae Campus, Phrae province54140

***Corresponding author**: E-mail: nuttapornchanchay@gmail.com

คำนำ

ห้อมถือเป็นพืชเศรษฐกิจของจังหวัดแพร่ เนื่องจากเป็นพืชกลุ่มให้สีย้อมซึ่งนำมาใช้ในการย้อมผ้า เรียกกระบวนการย้อมว่า การก่อหม้อย้อม ผ้าที่ย้อมออกมาจึงถูกเรียกว่า “ผ้าหม้อห้อม” โดยในจังหวัดแพร่ พบห้อมที่นำมาก่อหม้อย้อม 3 ชนิด ได้แก่ *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze, *Strobilanthes auriculata* (Nees) และ *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek. (Chanchay, 2019) ซึ่งตลาดเสื้อผ้าหม้อห้อมนับได้ว่าเป็นแหล่งรายได้หลักของประชากรในตำบลทุ่งโฮ้ง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2562 จังหวัดแพร่ได้ขึ้นทะเบียนสินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Indications: GI) ในเรื่อง “ผ้าหม้อห้อมแพร่” จึงต้องจัดให้มีระบบการควบคุมคุณภาพ กระบวนการผลิตและแหล่งที่มาของสินค้า เพื่อให้ผู้ผลิตสามารถรักษามาตรฐานตามที่ขึ้นทะเบียนไว้ ปัจจุบันมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการสวมใส่ผ้าหม้อห้อมทำให้การผลิต และค้าขายเสื้อผ้าหม้อห้อมมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ต้นห้อมชนิดที่เป็นวัตถุดิบสำหรับการทำสีย้อม ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด เนื่องจากเจริญเติบโตไม่ทันต่อการนำมาผลิตเป็นเนื้อห้อมที่มีคุณภาพสีเพื่อการนำไปทำสีย้อม ซึ่งปัญหาอาจส่งผลมาจากคุณภาพ และสภาวะของดิน เช่น ความเหมาะสมของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกห้อมด้วย

ความเป็นกรดด่างของดินมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน เนื่องจากถ้าดินเป็นด่างหรือกรดมากเกินไปจะทำให้ธาตุอาหารพืชในดินนั้นมีประโยชน์น้อยลง สำหรับพืชทั่วไป ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 6.0-7.5 (Everhart, 1994) Siomos *et al.* (2001) รายงานว่า จากการศึกษาผักกาดหอมพันธุ์บัตเตอร์เฮดที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกพืชในดินเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหารมีปริมาณคลอโรฟิลล์แตกต่างกันโดยการปลูกในสารละลายธาตุอาหารมีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่า และพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีผลทำให้ธาตุอาหารที่อยู่ในดินสามารถเคลื่อนย้ายเข้าสู่พืชได้ดีขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมกนีเซียมและเหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสังเคราะห์รงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญต่อการเติบโตของพืช เช่นเดียวกับ Pinto *et al.* (2014) รายงานว่า การลดลงของปริมาณแมกนีเซียมส่งผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในผักกาดหอมลดลง ซึ่งใบห้อมมีสารที่เป็นสารอัลคาลอยด์ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารสีน้ำเงินและแดง สารสีน้ำเงิน คือ อินดิโก และ Teanglum *et al.* (2012) พบว่า เมื่อนำใบของห้อมที่มาทำการผลิตเป็นตะกอนสีคราม หรือ เนื้อห้อม ทำให้เกิดสารให้สีของสีครามธรรมชาติเป็นปฏิกิริยาที่เกิดแบบต่อเนื่อง ปฏิกิริยาแรกเป็นการเปลี่ยนสารอินดิแคน ($C_{14}H_{17}O_6N$) ในใบห้อมเป็นสารอินดอกซิล (C_8H_7ON) ปฏิกิริยาที่สองเป็นการออกซิเดชันสารอินดอกซิลได้สารอินดิโก ($C_{16}H_{10}O_2N_2$) ที่ไม่ละลายน้ำ โครงสร้างทางเคมีของสีครามธรรมชาติและปฏิกิริยาการเกิดสารให้สีคราม (Vanprasert, 2009) นอกจากนี้ Boondum and Chulaka (2014) รายงานว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายธาตุอาหารมีผลต่อการเติบโตและปริมาณไนเตรทของผักกาดฮ่องเต้ที่ปลูกในระบบ Nutrient Film Technique (NFT) ที่ระดับความเป็นกรด-ด่าง 5.5 ให้ผลค่าความสูงของลำต้น และปริมาณไนเตรทของผักกาดฮ่องเต้มากที่สุด ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชในระบบการปลูกแบบต่าง ๆ

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำห้อม หรือฮ่อม (*Baphicacanthus cusia*) ที่พบในพื้นที่จังหวัดแพร่มาทดสอบปลูกในดินที่ทำการปรับความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นที่ระดับ 4.0-8.0 เปรียบเทียบกับชุดควบคุม คือ ดินไม่ปรับความเป็นกรด-ด่าง เพื่อทราบความเหมาะสมของความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของดินต่อการเติบโต และคุณภาพสีของห้อมเพื่อให้ประโยชน์แก่ชุมชนที่มีการปลูกห้อมอันก่อให้เกิดการพัฒนาทางเศรษฐกิจและพัฒนาเป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในอนาคตได้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บข้อมูล

1. การศึกษาผลของความเป็นกรด-ด่างของดินปลูกห้อมเริ่มต้นที่เหมาะสม

1.1) เตรียมดินสำหรับปลูก นำดินเหนียวที่มีลักษณะเป็นสีแดงออกสีน้ำตาล จากพื้นที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ความลึกระดับ 11-20 เซนติเมตร ไปฆ่าเชื้อโดยใช้เครื่อง Autoclave หรือหม้อนึ่งฆ่าเชื้อชนิดไม่ใช้ไฟฟ้า ยี่ห้อ All-American รุ่น 1941X (41 qt/39 L) ของบริษัทยูเนียน ซายน์ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ที่ความดัน 1 บาร์ เพื่อกำจัดปัจจัยที่อาจมีผลต่อการเติบโตของพืชนอกเนื่องจากการปรับความเป็นกรด-ด่างในดิน เช่น จุลินทรีย์ในดินที่มีผลต่อการเติบโต จากนั้นจึงรอให้ดินเย็นลงและทำการปรับความเป็นกรด-ด่าง ของดินด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 35% ผสมลงในดิน และทำการตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างที่ต้องการด้วยเครื่องวัดกรด-ด่างสำหรับใช้ในดินโดยตรง มีชุดการทดลองทั้งหมด 10 ชุดการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 50 ถุง โดยทุกชุดการทดลองมีปริมาณของดินเท่ากันดังนี้ ชุดการทดลอง A) คือ ดินที่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 4.0 ชุดการทดลอง B) คือ ดินที่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 4.5 ชุดการทดลอง C) คือ ดินที่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 5.0 ชุดการทดลอง D) คือ ดินที่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 5.5 ชุดการทดลอง E) คือ ดินที่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 6.0ชุดการทดลองF คือ ดินที่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 6.5 ชุดการทดลอง G) คือ ดินที่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 7.0 ชุดการทดลอง H) คือ ดินที่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 7.5 ชุดการทดลอง I) คือ ดินที่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 8.0 ชุดการทดลอง J) คือ ดินที่ไม่ทำการปรับระดับความเข้มข้นความเป็นกรด-ด่าง จากนั้นทำการปลูกกล้าห้อมชนิด *Baphicacanthus cusia* (Nees.) Bremek. อายุ 1 เดือน โดยขนาดเริ่มต้นไม่เท่ากัน จึงต้องทำการวัดขนาดเริ่มต้นของทุกต้น โดยทำการวางชุดการทดลองแบบสุ่มใต้โรงเรือนที่มีการพรางแสง 70% ด้วยสแลน โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินมีการตรวจสอบทุกเดือน

1.2) การติดตามการเติบโตของห้อม ทำการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณเดือนละ 1 ครั้ง หลังทำการย้ายปลูกห้อม เป็นระยะเวลา 8 เดือน ใน 2 ด้านที่

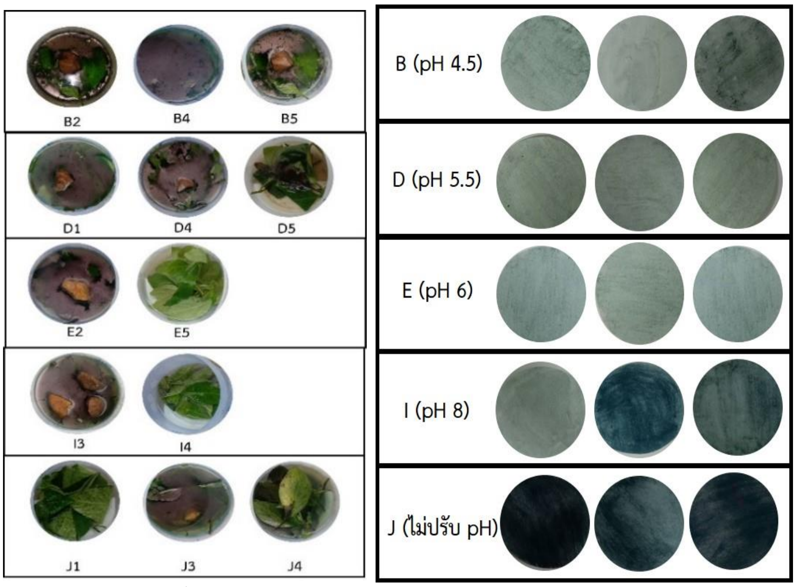
เกี่ยวข้องกับการเติบโต ประกอบด้วย 1) ด้านการเติบโตของห้อม ได้แก่ ความสูงต้น ความยาวราก จำนวนกิ่ง จำนวนใบ และอัตราการรอดชีวิต โดยทำการวัดความสูงต้น และความยาวราก หน่วยเป็นเซนติเมตร ด้วยตลับเมตร ทำการวัดจำนวนกิ่ง และจำนวนใบ ด้วยการนับหน่วยเป็นใบ และกิ่ง และนำจำนวนต้นห้อมที่รอดชีวิตในแต่ละเดือนมาคำนวณผลอัตราการรอดชีวิต (%) คือ (จำนวนพืชที่รอดชีวิต/จำนวนพืชเริ่มต้น)x100 2) ด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ค่าความชื้น ค่าแสง ทำการวัดผลด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง แสง และความชื้นดิน ที่ความลึก 5 เซนติเมตร เวลา 9.00-12.00 น. ในทุกวันที่ 15 ของเดือน โดยเปรียบเทียบกับการเก็บผลของข้อมูลเริ่มต้นก่อนย้ายปลูก

1.3) การศึกษาคุณภาพของสีห้อม เมื่อครบระยะเวลาการทดลอง 8 เดือน ทำการเก็บใบ และกิ่งสดมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึก จากนั้นนำมาเข้าสู่กระบวนการสกัดเนื้อห้อม โดยทำการแช่ใบห้อมติดกิ่ง 1 ส่วนต่อ น้ำเปล่า 5 ส่วน นาน 3 วัน (72 ชั่วโมง) เมื่อได้น้ำสีคราม (Figure 1) แล้วทำให้ครามตกตะกอนโดยเติมปูนขาว 10 กรัมต่อน้ำคราม 1 ลิตร ตีน้ำครามด้วยไม้ตีจนน้ำเป็นฟองสีน้ำเงินเข้มทิ้งไว้ข้ามคืนให้เนื้อครามตกตะกอน แล้วกรองน้ำสีโดยผ่านถุงผ้าด้ายดิบ แล้วบิดน้ำให้สีแห้งเหลือเฉพาะตะกอนสี หรือเนื้อห้อม แล้วนำเนื้อห้อมที่ได้ไปผ่านการชั่งน้ำหนัก บันทึกผลค่าน้ำหนัก (Kongdee, 2008) เพื่อให้ทราบว่าชุดการทดลองที่ให้น้ำหนักเนื้อห้อมที่มากสุด จากนั้นนำเนื้อห้อมมาทำการก่อหม้อ โดยการผสมเนื้อห้อม 1 ส่วน ต่อ น้ำด่างจากขี้เถ้า 3 ส่วน ต่อ กรดหรือน้ำมะขาม ½ ส่วน ให้เข้าด้วยกัน และตีจนเกิดเป็นฟองอากาศ ทิ้งไว้ 1 คืน (24 ชั่วโมง) หลังจากนั้นให้ทำการโจก (การโจก คือ การตักน้ำและเทใส่ในหม้อเดิมซ้ำไปมา) เช้า-เย็นเป็นเวลา 3 วัน (72 ชั่วโมง) จนได้สีน้ำย้อมเป็นสีเหลือง จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพสี และปริมาณลิวโคอินดิโกที่ได้

1.3.1) วิเคราะห์คุณภาพสี โดยนำน้ำก่อหม้อมาระบายสีลงบนกระดาษที่มีน้ำหนักความหนา 80 แกรม ขนาด 20x20 เซนติเมตร รอจนแห้ง และระบายสีซ้ำอีกรอบ (Figure 1) จากนั้นนำน้ำก่อหม้อไปทดสอบคุณภาพการย้อมสีโดยการวัดปริมาณสีอินดิโก ด้วยวิธี Spectrophotometric determination โดยใช้ ด้วยวิธี Ethyl acetate method และศึกษาประสิทธิภาพการให้สีโดยวิเคราะห์ค่า L* a* b* ด้วยเครื่อง Hunter lab (บอกยี่ห้อเครื่องมือกำกับ, ประเทศผู้ผลิต) จากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่า L* a* b* ด้วยเครื่อง Hunter Lab ยี่ห้อ ColorFlex EZ (Kongdee, 2008) ค่า L* a* b* เป็นหน่วยการวัดสีให้เป็นมาตรฐาน กำหนดโดยองค์กร CIE (Commission International de l'Eclairage โดยค่า L* บ่งบอกถึง ความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ และ 100 คือ สีขาว ค่า a* บ่งบอกถึงสีเขียว เป็นค่าติดลบ (-a*) จนถึงสีแดง เป็นค่าที่เป็นบวก (+a*) และค่า b* บ่งบอกค่าสีน้ำเงิน เป็นค่าติดลบ (-b*) จนถึงสีเหลือง เป็นค่าที่เป็นบวก (+b*) ดังนั้น สำหรับสีของผ้าที่ย้อมด้วยห้อม ควรมีค่า L* มีแนวโน้มไปทาง 0 ที่สุด เนื่องจากต้องการให้มีสีเข้ม หรือทึบ ค่า a* และ b* ควรมีแนวโน้มไปทางลบมากที่สุด (-a* ,-b*) เนื่องจากต้องการชิ้นตัวอย่างที่เป็นสีเขียว และสีน้ำเงิน

1.3.2 การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณลิวโคอินดิโก โดยวิเคราะห์จากค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร โดยนำตัวอย่างหรือน้ำ

ก่อหม้อมาอย่างละ 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายอิ่มตัวของโซเดียมไดไทโอไนท์ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2 นอร์มอล ลงไป 1 มิลลิลิตร จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของลิวโคอินดิโก ซึ่งเป็นสารไม่มีสี แต่ในหม้อย้อมห้อมมีสีเหลือง และละลายน้ำได้ จึงสามารถเข้าไปยึดติดในเส้นใยได้ และเมื่อรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศจะกลายเป็นสีน้ำเงินติดที่เส้นใยผ้า (กระทรวงวิทย์, 2549) โดยปกติในห้อมมีสารอินดิแคน (Indican) ซึ่งจะถูกรีดิวซ์ไปเป็นอินดิโก (Indigo) ซึ่งไม่สามารถละลายน้ำได้ ส่งผลให้เม็ดสีไม่แตกตัว และเส้นใยไม่สามารถดูดซึบได้ แต่สามารถรีดิวซ์ให้เป็นลิวโคอินดิโกซึ่งสามารถละลายน้ำได้ ส่งผลให้เม็ดสีแตกตัวและเข้าไปยึดติดในเส้นใยได้ ดังนั้น ปริมาณลิวโคอินดิโกจึงบ่งบอกถึงคุณภาพการติดสี



A B

Figure 1. The fresh leaf maceration in 4 days (A) and the color of Assam Indigo (B) were shown.

1.4 การวิเคราะห์ทางสถิต วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (MRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 16.0

ผลและวิจารณ์

1. อัตราการรอดชีวิตของห้อม

อัตราการรอดชีวิตของห้อมภายหลังการทดลองปลูกในดินที่มีการปรับความเป็นกรด-ด่างจากการทำการทดลอง 5 ซ้ำ (Table 1) พบว่าที่ชุดการทดลอง B คือ ดินที่ทำการปรับ ความเป็นกรด-ด่าง เป็น 4.5 ชุดการทดลอง D คือ ดินที่ทำการปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 5.5 และชุดการทดลอง J คือ ดินที่ทำการไม่ปรับความเป็นกรด-ด่าง มีอัตราการรอดชีวิตสูงที่สุด เท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชุดการทดลอง E คือ ดินที่ทำการปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 6.0 และชุดการทดลอง I คือ ดินที่ทำการปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 8.0 มีอัตราการรอดชีวิต เท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์

สอดคล้องกับการศึกษาของ Everhart (1994) รายงานว่าเมื่อความเป็นกรด-ด่างของดินเป็นกรดหรือด่างมากเกินไปส่งผลให้ธาตุอาหารต่าง ๆ นั้นมีประโยชน์ต่อพืชลดลงโดยทั่วไปต้นไม้สามารถเติบโตได้ดีในดินที่มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อนถึงเป็นกลาง (pH 6-7.5)

Table 1 The percentage of plant survival rate (%.month^{-1}) after treatment with different pH values during 8 months after transplanting. The value showed mean ($\bar{x}$) ± standard deviation (S.D.)

Treatment	Survival rate							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A (pH 4.0)	100±0	100±0	80±40	80±40	0^{c}±0	0^{d}±0	0^{c}±0	0^{c}±0
B (pH 4.5)	100±0	100±0	100±0	100±0	60^{b}±55	60^{b}±55	60^{a}±55	60^{a}±55
C (pH 5.0)	100±0	100±0	80±40	80±40	40^{b}±49	0^{d}±0	0^{c}±0	0^{c}±0
D (pH 5.5)	100±0	100±0	60±55	60±55	60^{b}±55	60^{b}±55	60^{a}±55	60^{a}±55
E (pH 6.0)	100±0	100±0	80±40	80±40	40^{b}±49	40^{c}±49	40^{b}±49	40^{b}±49
F (pH 6.5)	100±0	100±0	100±0	100±0	0^{c}±0	0^{d}±0	0^{c}±0	0^{c}±0
G (pH 7.0)	100±0	100±0	100±0	100±0	0^{c}±0	0^{d}±0	0^{c}±0	0^{c}±0
H (pH 7.5)	100±0	100±0	80±40	80±40	0^{c}±0	0^{d}±0	0^{c}±0	0^{c}±0
I (pH 8.0)	100±0	100±0	100±0	100±0	60^{b}±55	60^{b}±55	40^{b}±49	40^{b}±49
J (Not adjust pH)	100±0	100±0	100±0	100±0	80^{a}±40	80^{a}±40	60^{a}±55	60^{a}±55
F-test	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*
P-values	-	-	0.271	0.271	0.000	0.000	0.016	0.016

Note: ns = mean was not significant differences at $p < 0.05$

* = mean was significant differences at $p < 0.05$

$^{a-c}$ = mean values with the same letter were not significantly different at $p < 0.05$

2. การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อม

2.1 การเปลี่ยนแปลงความชื้นดิน (soil moisture content) โดยทำการวัดเปอร์เซ็นต์ความชื้นทุกเดือนเป็นระยะเวลา 8 เดือน (Table 2) พบว่าเดือนที่ 1-4 ชุดการทดลองทั้ง 10 ชุด มีความชื้นในดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่เดือนที่ 5-8 ทุกชุดการทดลองมีความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) และพบว่า ทุกชุดการทดลองมีปริมาณความชื้นเฉลี่ยตลอด 8 เดือนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยในช่วง 4 เดือนแรก ความชื้นในดินมีแนวโน้มต่ำกว่า 4 เดือนหลังซึ่งบางส่วนอาจมาจากสภาพอากาศมาเกี่ยวข้อง เนื่องจากเดือนที่ 1-4 ได้ทำการศึกษาต้นห้อมในช่วงฤดูร้อน และเดือนที่ 5-8 เป็นฤดูฝน โรงเรือนที่ทำการวางชุดทดลองนั้นเราได้ทำการพรางแสงด้วยสแลนพรางแสงที่ 70% ซึ่งไม่สามารถกันน้ำฝนได้ ส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำในโรงเรือนได้ ซึ่งความชื้นที่มากเกินไปอาจส่งผลต่อการเติบโตของเชื้อก่อโรค ซึ่งเป็นบ่อเกิดของโรครากเน่าในห้อม เป็นสาเหตุต่อการเสียชีวิตของพืช และมีผลต่อการเติบโตของพืช การเจริญของราก การตายของพืชมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้น

สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน ที่มีรายงานว่า เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นรากเจริญเติบโตได้ดี มีการแตกแขนงดีขึ้น แต่เมื่อความชื้นลดลงเล็กน้อยจะส่งผลให้รากไม่เจริญ (Hendrick and Pregitzer, 1996; Sadoodee and Chiso, 2008; Wiriya-Alongkorn *et al*., 2012) นอกจากนั้น Zeng *et al.* (2010) รายงานว่า รากเจริญได้ดีที่สุดในความชื้นประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าเมื่อความชื้นสูงเกินไปอาจส่งผลให้เกิดการตายของพืชได้ง่ายขึ้น

Table 2 Percentage of average soil moisture content in each soil treatment which collected in every month. The value showed mean ($\bar{x}$) ± standard deviation (S.D.).

Treatment	Soil moisture content (%.month^{-1})								
	1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{x}$
A (pH 4.0)	100^{a}±0	85^{a}±30	98^{a}±4	74^{b}±15	95±10	100±0	100±0	100±0	94^{a}±9
B (pH 4.5)	94^{a}±12	100^{a}±0	100^{a}±0	94^{b}±8	100±0	100±0	100±0	100±0	98^{a}±3
C (pH 5.0)	85^{b}±30	100^{a}±0	100^{a}±0	82^{b}±12	97±4	99±2	100±0	99±2	95^{a}±7
D (pH 5.5)	100^{a}±0	100^{a}±0	100^{a}±0	89^{b}±15	100±0	100±0	100±0	100±0	99^{a}±4
E (pH 6.0)	87^{b}±24	92^{a}±16	100^{a}±0	70^{c}±23	98±4	100±0	100±0	100±0	93^{a}±10
F (pH 6.5)	96^{a}±5	100^{a}±0	100^{a}±0	100^{a}±0	100±0	100±0	100±0	100±0	99^{a}±1
G (pH 7.0)	89^{b}±14	97^{a}±6	100^{a}±0	100^{a}±0	100±0	100±0	100±0	100±0	98^{a}±4
H (pH 7.5)	100^{a}±0	100^{a}±0	100^{a}±0	100^{a}±0	100±0	100±0	100±0	100±0	100^{a}±0
I (pH 8.0)	65^{b}±25	86^{a}±15	97^{a}±4	100^{a}±0	100±0	100±0	100±0	100±0	93^{a}±12
J (Not adjust pH)	25^{c}±13	32^{b}±16	88^{b}±9	78^{b}±25	92±9	98±4	99±2	98±4	76^{a}±28
F-test	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
P-values	0.000	0.000	0.000	0.000	0.106	0.262	0.228	0.262	0.230

Note: ns = mean was not significant differences at $p < 0.05$

* = mean was significant differences at $p < 0.05$

$^{a-c}$ = mean values with the same letter were not significantly different at $p < 0.05$

2.2 การเปลี่ยนแปลงความเข้มแสง (light intensity) โดยตรวจวัดทุกเดือนเป็นระยะเวลา 8 เดือน (Table 3) พบว่าเดือนที่ 1-6 ชุดการทดลองทั้ง 10 ชุด ได้รับแสงในโรงเรือนที่ความเข้มแสงไม่แตกต่างกัน (p> 0.05) แต่ในเดือนที่ 7-8 ทุกชุดการทดลองได้รับความเข้มแสงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.0 5) ตลอด 8 เดือนชุดการทดลอง B ได้รับแสงในโรงเรือนสูงที่สุดเฉลี่ย 116.87 LUX ในโรงเรือนมีค่าของแสงอยู่ระหว่าง 20-125 LUX ซึ่งโรงเรือนเป็นการพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ โดยการศึกษาของ Putiworanart *et al.* (2014) กล่าวว่า ห้อมที่ปลูกในโรงเรือนพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ส่งเสริมให้การเติบโตของห้อมดีที่สุด โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความสูง ขนาดทรงพุ่ม และขนาดใบเพิ่มขึ้นสูงที่สุดเมื่อเทียบกับการพรางแสงที่เปอร์เซ็นต์อื่น ๆ ความเข้มแสงมีปัจจัยโดยตรงต่อการสังเคราะห์แสงของพืช เช่น ในช่วงที่ฟ้าหลัวหรือในฤดูฝนที่มีกลุ่มเมฆหรือไอน้ำในอากาศมาบดบังแสง จากดวงอาทิตย์

พืชอาจแสดงอาการเครียดชะงักการเจริญเติบโต ผลฝ่อหรือหลุดร่วงจากต้น

2.3 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง เมื่อทำการติดตามในทุกเดือน (Table 4) พบว่า ทุกชุดการทดลองในเดือนที่ 1-6 มีความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันทางสถิติ (p < 0.05) และเดือนที่ 7-8 ไม่มีความแตกต่างกัน (p > 0.05) โดยมีความเป็นด่างเพิ่มขึ้นในทุกเดือน ความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นไม่ว่าจะเป็นกรดแก่ หรือ ด่างปานกลาง เมื่อเดือนสุดท้ายของการทดลองดินจะมีความเป็นด่างปานกลาง คือ 7.4-7.8 จากรายงานของ Booaree (2001) กล่าวว่า ดินที่มีความเป็นด่างนั้นเป็นดินที่มีปริมาณเกลือชนิดต่าง ๆ ที่ละลายน้ำได้ปะปนในเนื้อดินสูง โดยเกลือเหล่านี้อาจมาจากหินหรือแร่ที่อมเกลืออยู่เมื่อสลายตัวหรือผุพังไปโดยกระบวนการทางเคมีและทางกายภาพจะปลดปล่อยเกลือต่าง ๆ เกลือเหล่านี้อาจสะสมอยู่กับที่หรือเคลื่อนตัวไปเมื่อมีน้ำไหลผ่าน ภายหลังจากที่น้ำระเหยไปแล้วทำให้มีเกลือเหลือสะสมในดินจนเป็นอันตรายต่อพืช เนื่องจากพืชไม่สามารถดูดน้ำเข้าสู่ระบบรากได้ ส่งผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโต และเป็นต้นเหตุที่ทำให้ต้นห้อมมีอัตราการรอดชีวิตน้อยมาก และปัจจัยต่อการเจริญเติบโตของห้อมอาจมาจากปัจจัยอื่นร่วมด้วย ดังนั้น การประยุกต์ใช้ต้นห้อม เพื่อนำไปแก้ไขดินที่เป็นกรดจัดสามารถเห็นประสิทธิภาพได้ดี เนื่องจากเมื่อเริ่มปลูกค่อนข้างเป็นกรด (pH 4.5) ยังทำให้ดินเป็นด่างเพิ่มมาถึง 7.8 ได้ แสดงให้เห็นประโยชน์ของห้อมอีกแนวทางหนึ่ง คือ การใช้เพื่อปรับปรุงดินกรดให้เป็นด่าง โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคมีใด ๆ ทั้งสิ้น

Table 3 The average of light intensity in each month which related to growth of plants. The value showed mean ($\bar{x}$) ± standard deviation (S.D.).

Treatment	**Light intensity** (Lux.month^{-1})								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	$\bar{x}$
A (pH 4.0)	30±37	70±40	65±37	30±29	30±36	30±36	50^{b}±40	40^{d}±34	43^{d}±16
B (pH 4.5)	120±98	120±98	125±92	120±98	120±98	100±89	110^{a}±59	120^{a}±68	117^{a}±7
C (pH 5.0)	20±19	20±19	25±16	30±37	20±18	30±37	30^{c}±40	20^{d}±5	24^{e}±5
D (pH 5.5)	25±22	45±33	45±33	55±40	25±22	45±33	25^{c}±37	45^{d}±5	39^{d}±11
E (pH 6.0)	35±37	40±34	55±40	35±37	35±37	30±37	40^{b}±34	30^{d}±29	37^{d}±7
F (pH 6.5)	55±40	55±40	35±37	35±37	55±40	55±40	40^{b}±38	60^{c}±38	49^{d}±10
G (pH 7.0)	80±98	100±90	80±75	80±74	80±97	85±70	100^{a}±60	95^{c}±63	87^{c}±9
H (pH 7.5)	85±41	85±70	75±71	85±70	85±70	85±70	75^{b}±32	75^{c}±24	81^{c}±6
I (pH 8.0)	105±84	125±67	95±60	105±56	105±84	100±89	110^{a}±59	110^{b}±80	107^{b}±9
J (Not adjust pH)	85±70	90±64	80±66	55±29	85±70	80±98	50^{b}±58	90^{c}±66	77^{c}±15
F-test	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	**ns**	*****	*****	*****
P-values	**0.150**	**0.126**	**0.199**	**0.110**	**0.150**	**0.307**	**0.033**	**0.014**	**0.00**

Note: ns = mean was not significant differences at p < 0.05

***** = mean was significant differences at p < 0.05

$^{a-c}$ = mean values with the same letter were not significantly different at p < 0.05

Table 4 The average of soil pH after transplanting in each month. The value showed mean ($\bar{x}$) ± standard deviation (S.D.).

Treatment	**Soil pH**								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	$\bar{x}$
A (pH 4.0)	4.0^{a}±0.0	6.5^{d}±1.4	6.8^{c}±1.0	7.3^{b}±0.3	7.3^{b}±0.3	7.3^{c}±0.3	7.6±0.4	7.8±0.3	6.8^{e}±0.3
B (pH 4.5)	4.5^{b}±0.0	6.7^{d}±0.3	6.9^{c}±0.4	6.9^{b}±0.4	7.1^{b}±0.2	7.1^{c}±0.2	7.4±0.5	7.6±0.5	6.8^{e}±0.3
C (pH 5.0)	5.0^{c}±0.0	6.9^{c}±0.4	7.1^{c}±0.4	7.1^{b}±0.4	7.1^{b}±0.4	7.2^{c}±0.3	7.2±0.3	7.7±0.4	6.9^{e}±0.3
D (pH 5.5)	5.5^{d}±0.0	6.7^{d}±0.6	7.0^{c}±0.3	7.0^{b}±0.3	7.1^{b}±0.2	7.1^{c}±0.2	7.1±0.3	7.4±0.4	6.9^{e}±0.2
E (pH 6.0)	6.0^{e}±0.0	6.7^{d}±0.3	7.0^{c}±0.0	7.0^{b}±0.0	7.2^{b}±0.2	7.2^{c}±0.3	7.4±0.4	7.6±0.4	7.0^{e}±0.1
F (pH 6.5)	6.5^{f}±0.0	6.4^{e}±0.2	6.5^{d}±0.3	6.9^{b}±0.4	7.2^{b}±0.3	7.5^{b}±0.5	7.5±0.5	7.9±0.2	7.0^{e}±0.2
G (pH 7.0)	7.0^{g}±0.0	7.0^{c}±0.0	7.2^{b}±0.3	7.3^{b}±0.3	7.3^{b}±0.3	7.2^{c}±0.3	7.3±0.3	7.5±0.3	7.2^{d}±0.1
H (pH 7.5)	7.5^{h}±0.0	7.3^{b}±0.3	7.3^{b}±0.3	7.2^{b}±0.3	7.2^{b}±0.3	7.2^{c}±0.3	7.2±0.3	7.9±0.2	7.3^{c}±0.2
I (pH 8.0)	8.0^{j}±0.0	7.0^{c}±0.6	7.1^{c}±0.4	7.3^{b}±0.4	7.3^{b}±0.3	7.3^{c}±0.3	7.6±0.2	7.6±0.4	7.4^{b}±0.2
J (*Not adjust pH*)	7.7^{i}±0.4	7.7^{a}±0.4	7.7^{a}±0.4	8.0^{a}±0.4	7.8^{a}±0.4	7.8^{a}±0.4	7.5±0.4	7.5±0.4	7.7^{a}±0.3
F-test	*	*	*	*	*	*	**ns**	**ns**	*
P-values	**0.000**	**0.019**	**0.019**	**0.017**	**0.009**	**0.018**	**0.064**	**0.358**	**0.000**

Note: ns = mean was not significant differences at $p < 0.05$

* = mean was significant differences at $p < 0.05$

$^{a-c}$ = mean values with the same letter were not significantly different at $p < 0.05$

3. การเติบโตของห้อม

ผลการศึกษาการเติบโตของห้อม ได้แก่ ความยาวราก ความสูงลำต้น จำนวนกิ่ง และจำนวนใบ ของค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง (Table 5) พบว่าชุดการทดลอง B มีการเติบโตของรากดีที่สุด เนื่องจากความยาวรากเริ่มต้น เท่ากับ 15.67 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง อาจเกิดจากปัจจัยสภาพแวดล้อมในการปลูก เช่น ความชื้น และแสงร่วมด้วย โดยชุดการทดลองดังกล่าวมีการเติบโต คือ มีความยาว เท่ากับ 20.83 เซนติเมตร ซึ่งยาวเพิ่มขึ้น 5.16 เซนติเมตร มีความสูงลำต้นเริ่มต้น เท่ากับ 18.17 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีความสูง เท่ากับ 28.83 เซนติเมตร ซึ่งเพิ่มขึ้น 10.66 เซนติเมตร มีจำนวนกิ่งเริ่มต้น เท่ากับ 1.67 กิ่ง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีจำนวน เท่ากับ 3.33 กิ่ง ซึ่งเพิ่มขึ้น 1.66 กิ่ง และมีจำนวนใบเริ่มต้น เท่ากับ 5.67 ใบ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีจำนวน เท่ากับ 20.67 ใบ ซึ่งเพิ่มขึ้น 15 ใบ สอดคล้องกับการศึกษาของ Kanthiya and Aumtong (2014) กล่าวว่า เมื่อความเป็นกรด-ด่างในดินลดลง พบว่า ปริมาณ Fe-P, P-Red, Ca-P สูงขึ้น ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ จึงกล่าวได้ว่าความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อการเติบโตและอัตราการรอดชีวิตของต้นห้อม Everhart (1994) กล่าวว่า สำหรับพืชทั่วไปความเป็นกรด-ด่างในดินที่เหมาะสมต่อการเติบโต อยู่ในช่วง 6-7 อย่างไรก็ตามจากการศึกษาการเติบโตของห้อมที่ทำการปรับความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นในดินที่ความเข้มข้น 4.5 ให้การเจริญเติบโตแก่ห้อม และมีอัตราการรอดชีวิตสูงที่สุด

จาก Figure 2 แสดงให้เห็นต้นห้อมที่เหลือรอดชีวิตหลังการทดลองปลูกในดินที่ทำการปรับความเป็นกรด-ด่างต่างกันเป็นระยะเวลา 8 เดือน ได้แก่ ชุดการทดลอง B, D, E, I และ J โดยชุดการทดลอง B คือ ดินที่ปรับความเป็นกรด-ด่าง 4.5 มีการเติบโตที่ที่สุด เนื่องจากความสูงของลำต้น และจำนวนใบสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับทุกชุดการทดลองที่เหลือรอดชีวิต และชุดการทดลอง I คือ ดินที่ปรับความเป็นกรด-ด่าง 8 เป็นชุดการทดลองที่มีการเติบโตต่ำที่สุด ซึ่งมีความสูงลำต้น และจำนวนใบต่ำที่สุด

4. คุณภาพของสีห้อม

น้ำหนักใบสดหลังการทดลองปลูกในดินที่ปรับความเป็นกรด-ด่าง เป็นระยะเวลา 8 เดือน (Table 6) พบว่าชุดการทดลอง B (ดินที่ปรับความเป็นกรด-ด่างเป็น 4.5) มีน้ำหนักใบสดเฉลี่ยเท่ากับ 16.67 กรัม หลังจากสสกัดเป็นเนื้อห้อมปริมาณเท่ากับ 9.21 กรัม เป็นน้ำหนักที่มากที่สุด รองลงมา คือชุดการทดลอง J (ไม่ปรับความเป็นกรด-ด่าง) มีน้ำหนักใบสดเฉลี่ย เท่ากับ 13.33 กรัม หลังจากสกัดเป็นเนื้อห้อม มีปริมาณ 2.61 กรัม แสดงว่า น้ำหนักใบสดไม่ได้มีผลต่อเนื้อห้อมที่ได้ แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณสีที่มีอยู่ในใบห้อม แสดงให้เห็นว่าเนื้อห้อมนั้นเกิดจากการตกตะกอนของเม็ดสีที่ได้จากการแช่น้ำของใบห้อม โดยปกติกระบวนการนี้เมื่อทำการแช่น้ำเป็นเวลา 3 คืน น้ำจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว คราม หรือมีเมือกสีม่วงปกคลุมอยู่บริเวณผิวน้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Chanayat (2001) พบว่าการหมักใบห้อมสดในน้ำระยะเวลา 1 วัน ได้ค่าตะกอนสี 0.005 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักใบสด 1 กรัม โดยสารสีที่สกัดได้จากใบห้อม เป็นสารอัลคาลอยด์ ที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารสีน้ำเงินและแดง สารสีน้ำเงิน คือ อินดิโก และ Teanglum *et al.* (2012) สกัดสีจากห้อมโดยการนำใบของห้อมที่เก็บได้ มาแช่ในน้ำทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นแยกใบห้อมออกจากสารละลายที่มีสีคราม ซึ่งสารละลายสีครามจะตกตะกอนด้านล่างแล้วนำสารละลายสีครามมากวน เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จนสารละลายสีครามมีสีน้ำเงินคงที่อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจากชุดการทดลอง J (ไม่ปรับความเป็นกรด-ด่าง) เป็นชุดการทดลองที่เหมาะสมที่สุดในการก่อหม้อห้อม เนื่องจากให้คุณภาพสีทึบ และสีน้ำเงินดีที่สุด และตัวอย่างที่ให้คุณภาพที่ให้สีอินดิโกสูงสุด คือ ชุดการทดลอง J (ไม่ปรับความเป็นกรด-ด่าง) และ B (ความเป็นกรด-ด่าง 4.5) ที่ให้ค่าสารเคมีลิวโคอินดิโก เท่ากับ 88.53 และ 77.20 ไมโครมิลลิลิตร สอดคล้องกับการศึกษาของ Takengkul and Chanchay (2018) พบว่า ห้อมในพื้นที่บ้านแม่ลัวให้คุณภาพสีห้อมได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ ในทุก ๆ ฤดู จากการวิเคราะห์ค่าสี L*, a* และ b* พบว่า ค่า a* และ b* ติดลบมาก แสดงว่าความเข้มของสีเขียวมากและความเข้มสีฟ้ามาก ในขณะที่ค่า L* บ่งบอกว่าเป็นสีที่มีการทะลุผ่านของแสงได้มาก พื้นที่แม่ลัวมีค่า L* ต่ำกว่าพื้นที่อื่น ๆ และทุก ๆ ฤดู

Table 5 Comparative growth quantity of plants includes root length (cm), stem height (cm), branches number and leaf number. The value showed mean ($\bar{x}$) ± standard deviation (S.D.).

Treatment	Root length		Stem height		Branches number		Leaf number	
	0 Month	8 Month	0 Month	8 Month	0 Month	8 Month	0 Month	8 Month
B (pH 4.5)	15.67^{c}±2.62	20.83^{a}±3.57	18.17^{b}±1.03	28.83^{a}±3.01	1.67^{c}±0.94	3.33^{a}±1.25	5.67^{c}±2.36	20.67^{a}±1.25
D (pH 5.5)	16.67^{b}±6.51	18.33^{b}±5.44	16.67^{c}±6.51	25.67^{b}±5.95	3.33^{a}±1.70	2.33^{ab}±0.94	11.33^{a}±5.25	17.67^{b}±7.72
E (pH 6.0)	15.00^{c}±2.50	16.50^{c}±11.25	15.00^{d}±2.50	12.33^{d}±7.00	1.00^{c}±0.51	1.33^{ac}±1.00	5.33^{c}±0.00	11.00^{d}±6.50
I (pH 8.0)	9.67^{d}±3.00	13.50^{d}±6.75	12.33^{e}±2.00	17.00^{c}±2.50	2.00^{b}±2.00	0.67^{c}±0.00	6.67^{b}±4.00	10.50^{e}±0.50
J (*Not adjust pH*)	20.50^{a}±3.12	16.25^{c}±4.87	21.00^{a}±0.71	26.50^{a}±3.09	3.50^{a}±0.47	3.00^{ab}±0.94	12.00^{a}±2.82	19.50^{c}±5.31
F-test	*							
P-values	0.000							

Note: * = mean was significant differences at $p < 0.05$

$^{a-c}$ = mean values with the same letter were not significantly different at $p < 0.05$

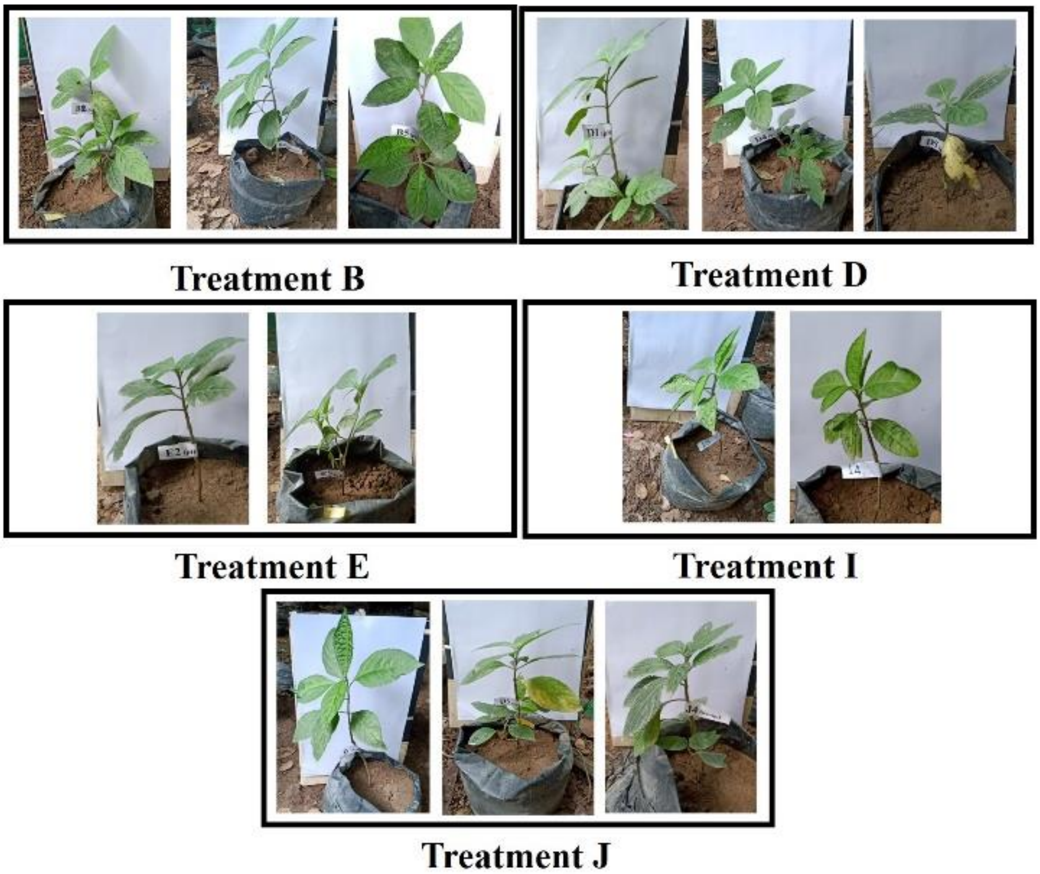


Figure 2 The treatments of survivor after treatment with different pH values during 8 months after transplanting: treatment B pH 4.5, treatment D pH 5.5, treatment E 6.0, treatment I pH 8.0 และ treatment J Control (not adjust pH)

Table 6 The average of fresh coloring yields and indigo dyeing value. The value showed mean ($\bar{x}$) ± standard deviation (S.D.).

Treatment	Weight (gm)		Hunter Lab			Leuco-indigo (µml)
	Fresh leaf	Indigo press	L*	a*	b*	
B (pH 4.5)	16.67^{a}±11.55	9.21^{a}±9.22	28.34^{b}±4.70	-4.83^{c}±2.04	-3.09^{b}±0.77	77.20^{a}±7.08
D (pH 5.5)	11.67^{c}±7.64	4.21^{b}±3.98	39.98^{d}±3.74	-4.71^{c}±2.36	-0.12^{c}±1.12	64.23^{b}±6.93
E (pH 6.0)	10.00^{c}±0.00	1.96^{d}±2.77	36.80^{c}±0.00	-7.80^{a}±0.00	-0.88^{c}±0.00	52.13^{c}±0.00
I (pH 8.0)	5.00^{d}±0.00	3.25^{b}±3.29	28.74^{b}±13.06	-5.57^{b}±0.85	-5.57^{a}±0.77	48.44^{d}±3.91
J (Not adjust pH)	13.33^{b}±5.77	2.61^{c}±2.26	21.38^{a}±6.61	-3.18^{d}±0.42	-5.93^{a}±0.23	88.53^{a}±10.37
F-test			*			
P-values			0.000			

Note: * = mean was significant differences at $p < 0.05$

$^{a-c}$ = mean values with the same letter were not significantly different at $p < 0.05$

สรุป

การปรับความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้นของดินปลูกห้อมเป็น 4.5 มีค่าความชื้นในดินเฉลี่ย 96.25 เปอร์เซ็นต์ ค่าแสงในโรงเรือนเฉลี่ย 101.87 Lux ให้การเติบโตของต้นห้อมดีที่สุด ขณะที่ดินที่ไม่มีการปรับความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น ให้ค่าคุณภาพสีของเนื้อห้อมที่ดีที่สุด เนื่องจากมีค่า L* a* และ b* เหมาะสม และให้ค่าลิวโคอินดิโกสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ดินที่มีการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างนับว่ายังให้คุณภาพสีห้อมที่ได้อยู่ในระดับมาตรฐาน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อการเติบโต และให้ผลผลิตของเนื้อห้อมที่มากพอในการผลิตสีย้อมธรรมชาติในอุตสาหกรรมผ้าพื้นเมือง ดังนั้น การปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเริ่มต้น นับว่ามีส่วนช่วยแก้ปัญหาดินเปรี้ยวและนำมาซึ่งประโยชน์ในการพัฒนาเชิงเศรษฐกิจชุมชนด้านการอนุรักษ์การใช้สีย้อมผ้าจากห้อมได้

เอกสารอ้างอิง

Boondum, S and P. Chulaka. 2014. Effects of pH and Electrical Conductivity Levels of Nutrient Solution on Growth and Nitrate Content of Pak Choi (Brassica chinensis var. chinensis) Grown in Nutrient Film Technique System (NFT). **Agricultural Science Journal** 45(2): 9-12. (in Thai)

Booaree, P. 2 001. **Tummachadkubviteechumchone-san**. Arts and Culture, Ubon Ratchathani Rajabhat University, Ubon Ratchathani. (in Thai)

Chanayat, N. 2001. **Development of indigo extraction for use in natural dyes**. M.S Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. (in Thai)

Chanchay, N. 2019. **Study of environmental factors suitable for the growth of Hom (*Strobilanthes cusia*).** pp. 105. *In* **Hom Local Wisdom Decoding in Phrae Province**. Research report. Biodiversity-Based Economy Development Office (Public Organization), Bangkok. (in Thai)

Everhart., E. 1994. Department of Horticulture. **IOWA State University**. Available on: http

://www.ipm.iastate.edu/ipmlhortnewsl 199 4 I 4-6-1994/ph.html. (Access: December, 27, 2020).

Hendrick, R. L. and K.S. Pregitzer. 1996. Applications of minirhizotron to understand root function in forests and other natural ecosystems. **Plant and Soil**. 185: 293-304.

Kanthiya, N and S. Aumtong. 2014. Effects of soils, water regimes and pH on availability of phorus fractions. **Khon Kaen Agriculture Journal** 45 (2): 314-321. (in Thai)

Kongdee A. 2008. Preparation of pre-modern textiles pp. 1-12. *In* **Fabric dyeing workshop with natural dyes, natural dye enhancement technology, and textile special enhancement**. Maejo University, Chiang Mai. (in Thai)

Pinto, E., A.A. Almeida, A.A. Aguiar, and I.M. Ferreira. 2014. Changes in macrominerals, trace elements and pigments content during lettuce (*Lactuca sativa* L.) growth: Influence of soil composition. **Food Chemistry**. 152: 603-611.

Putiworanart. M., P. Chai-ai, V. Sangsoi, S. Charoenkid, P. Suriyapromchai, R. Konchom and W. Apai. 2014. **The Testing of Suitable Light Intensity to Growth of *Strobilanthes cusia* (Nees)**. pp. 27-35. *In* Research and Development on *Strobilanthes cusia* (Nees) Kuntze Production in Phrae Province. Department of Agriculture, Phrae province. (in Thai)

Sadoodee. S, and N. Chiso. 2008. Assessment of the root growth of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) using minirhizotron technique. **King Mongkut's Agricultural Journal** 26: 50-60. (in Thai)

Siomos, A.S., G. Beis, P.P. Papadopoulou, P. Nasi, I. Kaberidou, and N. Barbayiannis. 2001. Quality and composition of lettuce (cv. 'Plenty') grown in soil and soilless culture. Proceeding International of Symposium on Growing Media and Hydroponics Eds., Maloupa and Gerasopoulos, **Acta Horticulture**. 548: 445-449.

Somseang, S. 2007. **Comparison of colour change of Lychee (*Lichi chinensis* Sonn. (cv. Guang Jao)) preserved by ultra high pressure and heat treatments.** M.S. Thesis. Chiang Mai University, Chiang Mai. (in Thai)

Takengkul, P and N. Chanchay. 2018. **Some environmental factors on the production quality of the hom.** B.S Thesis. department of Science in Biotechnology. Maejo University Phrae Campus, Phrae. (in Thai)

Tennant, D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. **Journal of Ecology**. 63: 995-1001.

Vanprasert S. 2009. **Optimum Condition for Dyeing Silk with Natural Indigo**. M.S. thesis. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Wiriya-Alongkorn W., T. Pankasemsuk, S. Ongprasert and W. Spreer. 2012. Effect of Different Irrigation Treatment on Longan Root Growth Under Split Root Method in Plastic House. pp. 1122-1133. *In* **Proceedings of the 9th National Kasetsart University Kampaeng Saen Conference**. 4-7 December, 2012. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

Zeng, F., C. Song, H. Guo, B. Liu, W. Luo, D. Gui, S. Arndt, and D. Guo. 2013. Responses of root growth of *Alhagi sparsifolia* Shap. (Fabaceae) to different simulated groundwater depths in the southern fringe of the Taklimakan Desert, China. **Journal of Arid environments Land**. 5: 220-232.