

36 และ 48 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิและเวลาที่เกษตรกรทำ คือ แช่ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิและเวลาในการแช่ห้อมมีผลต่อปริมาณเนื้อห้อม โดยการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 36 ชั่วโมงให้ปริมาณเนื้อห้อมมากที่สุดเท่ากับ 185.5 กรัม ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับระยะเวลาแช่อื่นๆ แต่อุณหภูมิและเวลาไม่มีผลต่อปริมาณสีอินดิโก้ โดยการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมงให้สีอินดิโก้เข้มสุดเท่ากับ 1.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกับการแช่ที่อุณหภูมิเดียวกัน แต่ใช้เวลาแช่นาน 24-48 ชั่วโมง และอุณหภูมิและเวลาที่เกษตรกรทำด้วย โดยมีปริมาณสีระหว่าง 0.79-1.00 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาราคาขายห้อมตามปริมาณเนื้อห้อมประกอบกับปริมาณสีอินดิโก้ สรุปได้ว่า อุณหภูมิและเวลาแช่ห้อมที่เหมาะสม คือ การแช่ด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 36 ชั่วโมง

5. Abstract

Influence of Water Temperature and Time to Soak the Leaves in Lime to Quantity and Quality of Indigo paste. A study on the influence of time and water temperature on leaves soaked in lime. Due to the time it takes to soak the leaves and the quantity of lime to quantity and quality of Indigo paste made it a goal to find the number of degrees of water temperature, and the time needed to soak the leaves with the right amount of lime for the production of Indigo paste. The research conducted a study in experimental plots and laboratories, in Phrae Agricultural Research and Development Center, Muang District, Phrae Province, for 2 years, from October 2017 to September 2019. It was done with 3 times the amount of **indigo paste** processing and with temperatures on the amount of **indigo paste** - that were between 30-60 degrees Celsius. The weight of **indigo paste** was 109.9-142.6 grams, which was statistically different from the 90 degree Celsius data, and between a 12 and 24 hour, time frame. That did not result in the difference in the weight of **indigo paste**, but the combination between temperature and time on the amount of indigo by soaking at 30 degrees Celsius for 24 hours, gave the darkest indigo colour - 2.40 percent, but statistically it was not different from 12 hours soaking at the same temperature. However, when the temperature rises between 60-90 degrees Celsius, the amount of indigo colour fades. For the 2nd process, the result follows in the same direction as the 1st process, when the temperature is higher than 30 degree Celsius. Also, in addition to having less quantity of **indigo paste**, the amount of indigo is also lower. Therefore, choosing this temperature to find the suitable soaking time for making a 3rd **indigo paste** at 12, 24, 36 and 48 hours, and comparing it with the temperature and the time, to when the farmer does a test, makes it suitable to soak at room temperature for 48 hours. The time that the infusion affects the quantity of **indigo paste** by soaking at 30

degrees Celsius for 36 hours, gives the highest amount of **indigo paste** at 185.5 grams, which is statistically different from other soaking times. However, the temperature and time do not affect the amount of indigo. Soaking at 30 degrees Celsius for 12 hours, makes the indigo colour deeper by 1.65 percent, which is different from soaking at the same temperature. But taking 24-48 hours in time and at the temperature that farmers do, makes the colour quantity between 0.79-1.00 percent deeper. Therefore, when considering the selling price according to the amount of **indigo paste** combined with the indigo colour quantity, the optimum temperature and time for soaking is 30 degrees Celsius for 36 hours.

6. คำนำ

การย้อมผ้าหม้อห้อมในปัจจุบันมักมีการใช้สีสังเคราะห์ทางเคมีมาใช้ในการย้อมผ้า เนื่องจากหาซื้อง่าย และสะดวกต่อการนำไปใช้ แต่สีสังเคราะห์นั้นเกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และทำให้เสียภาพลักษณ์ต่อคุณภาพของผ้าหม้อห้อมของจังหวัดแพร่ ที่มีสำคัญกับวิถีชีวิตของคนเมืองแพร่มาเนาน การย้อมสีธรรมชาติมีเอกลักษณ์เฉพาะและเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สั่งสมมาหลายชั่วอายุคน เคล็ดลับและวิธีการตลอดจนวัตถุดิบในแหล่งที่ใช้ในการผลิตที่สืบทอดกันมาตั้งแต่สมัยโบราณกำลังจะเลือนหายไป หากไม่ได้รับการเก็บรวบรวม อนุรักษ์ ภูมิปัญญาเหล่านี้จะถูกกลบเลือนไปได้ในที่สุด ซึ่งเป็นที่น่าเสียดายเป็นอย่างยิ่ง การย้อมสีธรรมชาติควรได้รับการปรับปรุงพัฒนาให้มีศักยภาพที่จะเป็นมรดกทางวัฒนธรรมอันทรงคุณค่า และสามารถพัฒนาอาชีพที่ทำรายได้สู่ชุมชน ต้นห้อมเป็นพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการย้อมผ้า ในปัจจุบันต้นห้อมเหลืออยู่น้อยลงเรื่อยๆ จนเกือบสูญพันธุ์ เนื่องจากเกษตรกรเก็บจากแหล่งธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ แต่ปลูกขึ้นมาใหม่เพื่อทดแทนน้อย ประกอบกับเกิดภาวะน้ำป่าไหลหลาก ทำให้ต้นห้อมถูกพัดพาสูญหายไปจากแหล่งเดิม ต้นที่เหลืออยู่ก็เจริญเติบโตไม่ทันกับความต้องการของผู้ผลิตผ้าหม้อห้อม ซึ่งได้รับความนิยมน้อยอย่างกว้างขวาง จนทำให้มีการขยายตัวทั้งปริมาณและคุณภาพ ไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค และมีเทคโนโลยีการผลิตห้อม ได้แก่ พันธุ์ห้อมที่เหมาะสมในพื้นที่ภาคเหนือ การปลูก ระยะปลูกที่เหมาะสม การพรางแสงที่เหมาะสม อายุการเก็บเกี่ยวและช่วงเวลาการกับใบห้อมเพื่อให้ได้เนื้อห้อมสูงสุด เครื่องมือกวนน้ำห้อมเพื่อผลิตเนื้อห้อมที่มีประสิทธิภาพ แต่ยังคงขาดงานวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเนื้อห้อม ได้แก่ อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้แช่ห้อม เป็นต้น

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทำงานวิจัยการพัฒนาและใช้ประโยชน์สีย้อมธรรมชาติจากห้อม เพื่อพัฒนาระบบการผลิตห้อมให้ครบทุกด้าน โดยเฉพาะการผลิตสีย้อมธรรมชาติจากห้อม การพัฒนาการย้อมผ้าหม้อห้อมธรรมชาติให้มีคุณภาพ การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดห้อม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับพืชคงความเป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่น และช่วยสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นไม่ให้สูญหาย และช่วยสร้างงาน สร้างรายได้สู่ชุมชนอย่างยั่งยืน

7. วิธีดำเนินการ

การทดลองที่ 1.1 อิทธิพลของอุณหภูมิ น้ำ เวลาแช่ใบห้อม และปริมาณปูนที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพเนื้อห้อม

- อุปกรณ์

1. โรงเรือนพรางแสง
2. ต้นห้อม
3. ระบบน้ำ
4. ถังพลาสติก
5. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี
6. อุปกรณ์ในการทำห้อมเปียก ปูนขาว
7. เทอร์โมมิเตอร์
8. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

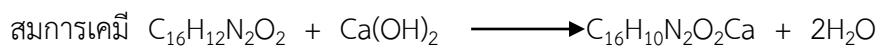
- วิธีการ

1. เตรียมต้นพันธุ์ห้อมโดยการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการปักชำ
2. เตรียมแปลงทดลอง โดยไถตากดิน 14 วัน และไถพรวนอีก 1 ครั้ง
3. ปลูกห้อมภายใต้โรงเรือน ที่คลุมด้วยตาข่ายพลาสติกพรางแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 50 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 60 เซนติเมตร
4. ปฏิบัติดูแลรักษา โดยการให้น้ำ ทางระบบมินิสปริงเกอร์ และกำจัดวัชพืช อย่างสม่ำเสมอ
5. เก็บเกี่ยวห้อม อายุ 8 เดือน โดยการตัดจากยอดลงไป 15-20 เซนติเมตร
6. นำส่วนของห้อมที่เก็บเกี่ยวได้มาทำเนื้อห้อม โดยใช้ห้อมสด 1 กิโลกรัม แช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 30 60 และ 90 องศาเซลเซียส นำวัสดุคุดใบห้อมให้จมน้ำ แช่นานาน 12 และ 24 ชั่วโมง นำเอาเศษกิ่งก้านใบห้อมออกทิ้ง กรองด้วยผ้าขาวบางให้ได้สารละลายห้อมแล้วจึงเติมปูนขาวเพื่อให้ได้เนื้อห้อม

การคำนวณปริมาณปูนขาว (สุรีย์, 2543)

ห้อมมีสูตรโมเลกุลทางเคมี คือ $C_{16}H_{10}N_2O_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล = 262.263 กรัมต่อโมล (g/mol)

ปูนขาวมีสูตรโมเลกุลทางเคมี คือ $Ca(OH)_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล = 74.093 กรัมต่อโมล (g/mol)



ห้อมสด 100 กรัม (g) ได้ปริมาณอินดิโก้ (indigo) 15.69 กรัม (g)

ถ้าห้อม 1 กิโลกรัม (kg) ได้ปริมาณ indigo 156.9 g

จากสูตร Mole indigo = g/Mw

$$= 156.9 / 262.263$$

$$= 0.60$$

g $Ca(OH)_2$ = g Indigo x [Mw of $Ca(OH)_2$ / Mw of Indigo]

$$= 156.9g \times (74.093/262.263)$$

$$= 44.3 g$$

7. ก่อนการเติมปูนขาวได้ทดสอบการตกตะกอนเป็นเนื้อห้อมเบื้องต้น โดยนำปูนขาวอัตราที่เกษตรกรใช้คือ 120 กรัม และปูนขาวที่ได้จากการคำนวณคือ 45 กรัม พบว่า ปูนขาวอัตรา 44.3 กรัมให้ปริมาณเนื้อห้อมน้อยและตกตะกอนช้ามาก จึงเลือกใช้ปูนขาว 120 กรัมเพียงอัตราเดียวลงในน้ำห้อมที่ได้ ดี น้ำห้อมให้เกิดฟองด้วยเครื่องกวนน้ำห้อม 10 นาที นำไปกรองด้วยผ้าฝ้ายจึงได้เนื้อห้อม ซึ่งน้ำหนักเนื้อห้อมที่ได้

8. ส่งตัวอย่างเนื้อห้อมเพื่อวัดระดับสีเนื้อห้อมที่ห้องปฏิบัติการ

9. รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ทางสถิติ สรุปผลการทดลอง

การบันทึกข้อมูล

น้ำหนักเนื้อห้อม ระดับสีของเนื้อห้อม และค่าใช้จ่าย

- กรรมวิธีการทดลอง

ปี 2561-2562 การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 1 และ 2

วางแผนการทดลองแบบ 3x2 Factorial in RCB มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 3 หน่วยการทดลอง มี 3 ซ้ำ ได้แก่

ปัจจัย A อุณหภูมิน้ำ 3 ระดับ คือ 30, 60, 90 องศาเซลเซียส

ปัจจัย B ระยะเวลาแช่ใบห้อม 12, 24 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 12 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 24 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 60°C แช่ใบห้อม 12 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 60°C แช่ใบห้อม 24 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 5 อุณหภูมิ 90°C แช่ใบห้อม 12 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 6 อุณหภูมิ 90°C แช่ใบห้อม 24 ชั่วโมง

หมายเหตุ : ทุกกรรมวิธีเติมปูน 120 กรัม

ปี 2562 การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 12 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 2 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 24 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 3 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 36 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 4 อุณหภูมิ 30°C แช่ใบห้อม 48 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 5 อุณหภูมิห้อง แช่ใบห้อม 48 ชั่วโมง

- เวลาและสถานที่

ดำเนินการตั้งแต่วันที่ พ.ศ.2561 ถึง 2562 ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

เตรียมต้นหอมสำหรับใช้ในการทดลองตามเทคโนโลยีการผลิตหอมที่เหมาะสมสำหรับภาคเหนือตอนบนของประนอมและคณะ (2558) โดยการปลูกหอมพันธุ์ใบใหญ่ภายในโรงเรือนตาข่ายพลาสติก 70 เปอร์เซ็นต์ในพื้นที่ 1 งาน ใช้ระยะปลูก 60 x 50 เซนติเมตร ดูแลรักษาโดยการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินดังตารางที่ 1 ซึ่งดัดแปลงมาจากการใช้ปุ๋ยกับพืชไร่ประนอมและคณะ (2552) โดยผสมปุ๋ยใช้เอง ได้แก่ ปุ๋ยเคมี 46-0-0 อัตรา 43 กิโลกรัมต่อไร่ 0-46-0 อัตรา 11 กิโลกรัมต่อไร่ และ 0-0-60 อัตรา 17 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ 4 ครั้งๆละเท่ากัน โดยใส่ครั้งที่ 1 เมื่อหอมอายุ 20 วันหลังปลูก ครั้งที่ 2 เมื่อหอมอายุ 3 เดือนหลังปลูก ครั้งที่ 3 เมื่อหอมอายุ 5 เดือนหลังปลูก และครั้งที่ 4 เมื่อหอมอายุ 7 เดือนหลังปลูก

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ดินของแปลงหอมในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ จ.แพร่ ปี 2561

pH	เนื้อดิน	ปริมาณธาตุอาหาร			การใช้ปุ๋ย (กก./ไร่)		
		OM (%)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
6.1	ร่วนปนทราย	1.31	52	92	43	11	17

การดูแลอื่นๆ ได้แก่ การให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์สัปดาห์ละ 3-5 ครั้ง กำจัดวัชพืชโดยการถอนตามความจำเป็น เก็บเกี่ยวต้นและใบหอมเมื่ออายุ 8 เดือนมาทำเนื้อหอม โดยใช้หอมสด 1 กิโลกรัมแช่ในน้ำ 10 ลิตร ตามเวลาและอุณหภูมิที่กำหนดในกรรมวิธี นำเศษกิ่งก้านใบหอมออกทิ้ง กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำน้ำหอมไปเติมปูนขาวอัตรา 120 กรัม ตีน้ำหอมให้เกิดฟองด้วยเครื่องกวนน้ำหอม 10 นาที นำไปกรองด้วยผ้าฝ้ายได้เนื้อหอม ซึ่งน้ำหนักและวัดปริมาณสารอินดิโกในเนื้อหอม ยืนยันผลการทดลองและปรับกรรมวิธีให้เหมาะสมด้วยการเก็บใบหอมมาทำเนื้อหอมอีก 2 ครั้งเมื่อใบหอมชุดใหม่อายุ 2 เดือน ให้ผลดังนี้

8.1 การทำเนื้อหอมครั้งที่ 1

ปริมาณเนื้อหอม

การแช่หอมในน้ำที่อุณหภูมิและเวลาตามกรรมวิธี พบว่า ไม่มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณเนื้อหอม โดยน้ำหอมที่ได้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียสให้ปริมาณเนื้อหอมมากกว่าระหว่าง 109.9-142.6 กรัม ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการแช่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ที่ให้เนื้อหอมเฉลี่ยเพียง 69.0 กรัม ส่วนระยะเวลาในการแช่หอมที่ 12 และ 24 ชั่วโมงนั้นไม่มีผลทำให้ปริมาณเนื้อหอมแตกต่างกันดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณเนื้อหุ้ม^{1/} (กรัม^{2/}) จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบหุ้ม ครั้งที่ 1

อุณหภูมิน้ำ (°C)	เวลาแช่ใบหุ้ม (ชม.)		เฉลี่ยอุณหภูมิ
	12	24	
30	109.9	142.6	126.3 a
60	119.3	122.4	120.9 a
90	70.1	67.9	69.0 b
เฉลี่ยเวลาแช่	99.8 a	111.0 a	

cv=13.4 %

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละเวลา ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{2/} หน่วยของปริมาณเนื้อหุ้มจากหุ้มสด 1 กก.

ปริมาณสีอินดิโก้

นำเนื้อหุ้มมาวัดปริมาณสีอินดิโก้โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร (nm) ซึ่งให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดสำหรับน้ำย้อม (ไพศาลและคณะ, 2543) พบว่า มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณสีอินดิโก้ โดยการแช่หุ้มในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมงให้ปริมาณสีอินดิโก้เข้มข้นที่สุด คือ 2.40 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการแช่หุ้ม 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 องศาเซลเซียสเวลา 12 ชั่วโมงทำให้ปริมาณสีอินดิโก้จางลงเท่ากับ 1.85 เปอร์เซ็นต์ หากแช่เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมงยิ่งทำให้ปริมาณสีลดลงถึง 1.19 เปอร์เซ็นต์ การแช่ด้วยอุณหภูมิที่สูงมากถึง 90 องศาเซลเซียสนาน 12-24 ชั่วโมงนั้นนอกจากจะให้ปริมาณเนื้อหุ้มน้อยแล้วยังให้ปริมาณสีอินดิโก้ต่ำลงด้วย โดยให้ปริมาณสีอินดิโก้เพียง 0.36-0.44 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณสีอินดิโก้ (%) จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบหุ้ม ครั้งที่ 1

อุณหภูมิน้ำ (°C)	เวลาแช่ใบหุ้ม (ชม.)		ค่าแตกต่าง ^{2/}
	12 ^{1/}	24 ^{1/}	
30	2.40 a	2.67 a	0.27 **
60	1.85 b	1.19 c	0.66 ns
90	0.44 d	0.35 d	0.09 *

cv=15.5 %

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละเวลา ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{2/} * แตกต่างกันโดยเทียบกับ LSD .05

** แตกต่างกันโดยเทียบกับ LSD .01

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

8.2 การทำเนื้อหุ้มครั้งที่ 2

ปริมาณเนื้อหุ้ม

น้ำหุ้มที่ได้ พบว่า ไม่มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณเนื้อหุ้มเช่นเดียวกับการทำเนื้อหุ้มครั้งที่ 1 โดยการแช่หุ้มสดในน้ำที่อุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียสให้ปริมาณเนื้อหุ้มมาก ระหว่าง 109.9-142.6 กรัมซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการแช่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ที่ให้เนื้อหุ้มเฉลี่ยเพียง 69.0 กรัม ส่วนระยะเวลาในการแช่หุ้มที่ 12 และ 24 ชั่วโมงนั้นไม่มีผลแตกต่างกันทางสถิติต่อปริมาณเนื้อหุ้ม (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณเนื้อหุ้ม^{1/} (กรัม^{2/}) จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบหุ้ม ครั้งที่ 2

อุณหภูมิน้ำ (°C)	เวลาแช่ใบหุ้ม (ชม.)		เฉลี่ยอุณหภูมิ
	12	24	
30	87.5	114.3	100.9 a
60	98.5	110.3	104.4 a
90	70.5	69.0	69.7 b
เฉลี่ยเวลาแช่	85.5	97.9	

cv=17.6%

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละเวลา ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{2/} หน่วยของปริมาณเนื้อหุ้มจากหุ้มสด 1 กก.

ปริมาณสีอินดิโก้

ปริมาณสีอินดิโก้ที่วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร (nm) ในครั้งที่ 2 นี้ พบว่า มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการแช่หุ้มเช่นเดียวกับปริมาณสีที่วัดได้ในครั้งที่ 1 โดยการแช่หุ้มในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมงให้ปริมาณเนื้อหุ้มมากที่สุด คือ 3.04 % แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการแช่หุ้ม 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 องศาเซลเซียสเวลา 12 ชั่วโมงทำให้ปริมาณอินดิโก้ลดลงเท่ากับ 2.37 % หากแช่เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมงยิ่งทำให้ปริมาณลดลงถึง 1.16 % การแช่ด้วยอุณหภูมิที่สูงมากถึง 90 องศาเซลเซียสนาน 12-24 ชั่วโมงนั้นนอกจากจะให้ปริมาณเนื้อหุมน้อยแล้วยังให้ปริมาณอินดิโก้ต่ำลงด้วย โดยให้ปริมาณอินดิโก้เพียง 0.36-0.39 % เท่านั้น (ตารางที่ 5) ดังนั้นการแช่หุ้มในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมงจะให้ปริมาณเนื้อหุ้มและปริมาณอินดิโก้มากที่สุด แม้ว่าจะไม่แตกต่างทางสถิติกับการแช่ด้วยอุณหภูมิเดียวกันที่ใช้เวลาเพียง 12 ชั่วโมง แต่ตัวเลขที่มากกว่าอาจมีความได้เปรียบหากมีการพิจารณาเกณฑ์การขายด้วยปริมาณอินดิโก้

ตารางที่ 5 ปริมาณสีอินดิโก้จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ และเวลาแช่ใบห้อม ครั้งที่ 2

อุณหภูมิน้ำ (°C)	เวลาแช่ใบห้อม (ชม.)		ค่าแตกต่าง ^{2/}
	12 ^{1/}	24 ^{1/}	
30	2.57 ab	3.04 a	0.47 ns
60	2.37 b	1.16 c	1.21 *
90	0.39 d	0.36 d	0.03 ns

cv=16.3%

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละเวลา ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

^{2/} * แตกต่างกันโดยเทียบกับ LSD .05

** แตกต่างกันโดยเทียบกับ LSD .01

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองการทำเนื้อห้อมทั้ง 2 ครั้ง พบว่า การแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสให้ผลการทดลองดีที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณเนื้อห้อมและปริมาณสีอินดิโก้สูงกว่าอุณหภูมิอื่น สอดคล้องกับเนื้อหาของสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร (2555) ที่ว่า เมื่ออุณหภูมิคงที่สีครามตั้งต้นในใบครามจะถูกสลาย (hydrolyse) ให้สีคราม (indoxyl) ออกมาอยู่ในน้ำครามได้มากที่สุดในเวลาที่เหมาะสมเท่านั้นการแช่ใบครามที่ใช้เวลาน้อยหรือมากจนเกินไปจะได้สีครามน้อยแต่สิ่งปลอมปนมาก ทำให้ปนในเนื้อผ้าที่ย้อมด้วยผ้าจึงหมองสีไม่สวยหากต้องการสีครามเร็วให้แช่ใบครามในน้ำอุ่นไม่เกิน 40 องศาเซลเซียสหรือโหลใบครามสดในครกกระเดื่องและแช่ในน้ำที่อุณหภูมิปกติเพียง 12 ชั่วโมง ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนี้มาหาเวลาในการแช่ที่เหมาะสมในการทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3 โดยแช่ห้อมสดในน้ำเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิและเวลาที่เกษตรกรทำ คือ แช่ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

8.2 การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3

ปริมาณเนื้อห้อม

ในการทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3 ใช้ห้อมพันธุ์ใบเล็กแทนห้อมพันธุ์ใบใหญ่ เนื่องจากพันธุ์ใบใหญ่พบอาการกิ่งแห้ง และรากเน่า ประกอบกับปัญหาขาดน้ำและอุณหภูมิสูงในช่วงฤดูแล้งเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน และภาวะฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายนของปี 2562 (ภาพที่ 1 และภาพที่ 2) ทำให้ต้นห้อมพันธุ์ใบใหญ่แห้งตายไม่เพียงพอที่จะใช้ทำเนื้อห้อม จึงใช้พันธุ์ใบเล็กซึ่งมีความทนทานต่อสภาพอากาศที่แห้งแล้งได้ดีกว่า จากการแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง และอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า มีผลต่อปริมาณเนื้อห้อม โดยการแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 36 ชั่วโมงให้ปริมาณเนื้อห้อมมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 185.5 กรัม แต่ไม่แตกต่าง

กับการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ส่วนการแช่ด้วยอุณหภูมิเดียวกันเพียง 12 ชั่วโมงให้เนื้อหอยม่น้อยที่สุด (77.9 กรัม) ดังตารางที่ 6

ปริมาณสีอินดิโก้

ปริมาณสีอินดิโก้ที่วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 414 นาโนเมตร (nm) เนื่องจากเป็นค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดในการวิเคราะห์ครั้งนี้ พบว่า อุณหภูมิและเวลาในการแช่หอยมีผลต่อปริมาณสีอินดิโก้ โดยการแช่หอยด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมงให้สีอินดิโก้เข้มสุดเท่ากับ 1.65 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างกับการแช่ในน้ำที่อุณหภูมิเดียวกันแต่ใช้เวลาแช่นาน 24-48 ชั่วโมง และยังแตกต่างกับการแช่ที่อุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมงด้วย โดยมีปริมาณสีระหว่าง 0.79-0.88 เปอร์เซ็นต์ แต่ปริมาณสีอินดิโก้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 24-48 ชั่วโมงไม่มีความแตกต่างจากการแช่ที่อุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง ดังตารางที่ 6

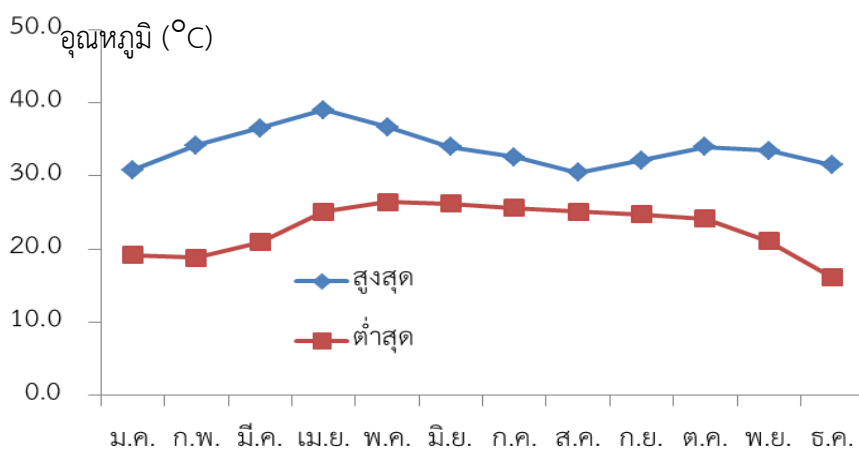
ตารางที่ 6 ปริมาณเนื้อหอย^{1/} จากอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำและเวลาแช่ใบหอย ครั้งที่ 3

อุณหภูมิและเวลาแช่หอย	ปริมาณเนื้อหอย (กรัม ^{2/})	ปริมาณสีอินดิโก้ (%)
30°C 12 ชม.	77.9 c	1.65 a
30°C 24 ชม.	159.4 b	0.79 b
30°C 36 ชม.	185.5 a	1.00 b
30°C 48 ชม.	160.5 ab	0.84 b
อุณหภูมิห้อง 48 ชม.	150.9 b	0.88 b
ค่าเฉลี่ย	146.8	1.03
cv (%)	11.2	15.7

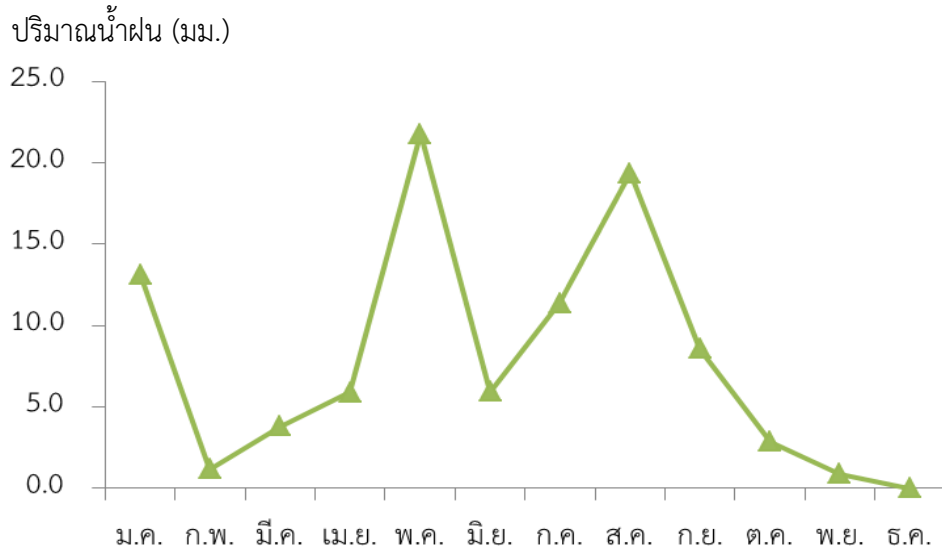
^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแต่ละเวลา ไม่แตกต่างกันทางสถิติใช้ DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แตกต่างกันโดยเทียบกับ LSD .05

^{2/} หน่วยของปริมาณเนื้อหอยจากหอยสด 1 กก.



ภาพที่ 1 อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดปี 2562 ของ อ.เมือง จ.แพร่



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝนปี 2562 ของ อ.เมือง จ.แพร่

หมายเหตุ: ภาพที่ 1 และ 2 สร้างกราฟจากข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัยขอนแก่น (2562)

สรุปได้ว่า การแช่ห่อหมกในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมงให้เนื้อห่อหมกสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับแช่ในอุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมงซึ่งเป็นอุณหภูมิและเวลาที่เกษตรกรทำ นอกจากนี้ยังให้ปริมาณสีอินดิโกเข้มข้นกว่า แม้ว่าจะให้ปริมาณสีเป็นรองน้ำห่อหมกที่ได้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิเดียวกันแต่ใช้เวลาเพียง 12 ชั่วโมง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาราคาขายตามปริมาณเนื้อห่อหมกที่ขายทั่วไปในราคา กิโลกรัมละ 300 บาทแล้ว จะเห็นได้ว่าการแช่ห่อหมกในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 36 ชั่วโมงให้เนื้อห่อหมกที่มีราคาขายสูงสุดถึงกิโลกรัมละ 556.5 บาท ซึ่งขายได้ราคาสูงกว่าเนื้อห่อหมกจากการแช่ด้วยอุณหภูมิเดียวกันแต่ใช้เวลาสั้นแค่ 12 ชั่วโมงถึง 2 เท่า (233.7 บาท) และยังมีราคาขายมากกว่าเนื้อห่อหมกที่ได้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมงซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติของเกษตรกรกว่า 1 เท่า (452.7 บาท)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

9.1 การทำเนื้อห่อหมกครั้งที่ 1 พบว่า ไม่มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณเนื้อห่อหมก โดยน้ำห่อหมกที่ได้จากการแช่ด้วยอุณหภูมิ 30-60 องศาเซลเซียสให้ปริมาณเนื้อห่อหมกมาก ระหว่าง 109.9-142.6 กรัม ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการแช่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ส่วนระยะเวลาในการแช่ห่อหมกที่ 12 และ 24 ชั่วโมงนั้นไม่มีผลทำให้ปริมาณเนื้อห่อหมกแตกต่างกัน เมื่อนำเนื้อห่อหมกมาวัดปริมาณสีอินดิโกโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง พบว่า มีผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณสีอินดิโก โดยการแช่ห่อหมกในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมงให้ปริมาณสีอินดิโกเข้มข้นที่สุด คือ 2.40 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการแช่นาน 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 -90 องศาเซลเซียสทำให้ปริมาณสีอินดิโกจางลง ดังนั้นการแช่ห่อหมกด้วยอุณหภูมิที่สูงกว่า 30 องศาเซลเซียสนอกจากจะให้ปริมาณเนื้อห่อหมกน้อยแล้วยังให้ปริมาณสีอินดิโกต่ำลงด้วย

9.2 การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 2 พบว่า ให้ผลในทิศทางเดียวกับการทำเนื้อห้อมครั้งที่ 1 คือ การแช่ห้อมในน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 12-24 ชั่วโมงให้ปริมาณสีอินดิโกเข้มข้นสุด แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียสนอกจากจะให้ปริมาณเนื้อห้อมน้อยแล้วยังให้ปริมาณสีอินดิโกจางลง

9.3 การทำเนื้อห้อมครั้งที่ 3 พบว่า การแช่ห้อมในน้ำด้วยอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 36 ชั่วโมงให้เนื้อห้อมสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ในอุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมงซึ่งเป็นอุณหภูมิและเวลาที่เกษตรกรทำ นอกจากนี้ยังให้ปริมาณสีอินดิโกเข้มข้นกว่า เมื่อพิจารณาราคาขายตามปริมาณเนื้อห้อมแล้วควรแช่ห้อมในน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสนาน 36 ชั่วโมงเพราะให้เนื้อห้อมที่มีราคาขายสูงสุดถึงกิโลกรัมละ 556.5 บาท ซึ่งขายได้ราคาสูงกว่ากรรมวิธีอื่น 1-2 เท่า อนึ่งการควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แช่ห้อมให้คงที่ควรใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิซึ่งมีขนาดเล็ก หากมีการพัฒนาเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการแช่ให้มีขนาดเหมาะสมกับปริมาณห้อมสดที่ใช้โดยทั่วไปจะช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพของเนื้อห้อมให้ดีขึ้น

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

10.1 ถ่ายทอดและเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับอิทธิพลของอุณหภูมิน้ำ เวลาแช่ใบห้อม และปริมาณปูนที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพเนื้อห้อมโดยการจัดทำแผ่นไว้นิล หรือแผ่นพับแก่เกษตรกรผู้ปลูกห้อมและผู้สนใจ

11. คำขอบคุณ

การทดลองนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากผู้ร่วมทดลองที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลอง ทั้งให้การปรึกษาและกำลังใจ รวมไปถึงกำลังใจจากเจ้าหน้าที่ผู้ช่วยปฏิบัติงานจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแพร่ และ ดร.ศันศนีย์ คำบุญชู อาจารย์ประจำภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์วัดค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มเติมโดยไม่คิดมูลค่าแต่อย่างใด ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมาด้วยความจริงใจ

12. เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการ. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 122 หน้า.

ประนอม ใจอ้าย วิภาดา แสงสร้อย สอนอง อมฤกษ์ พัชรภรณ์ ลีลาภรณ์กุล ฉัตรสุดา เชิงอักษร สาภล มีสุข นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ อุทัย นพคุณวงศ์. 2558. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตห้อมเพื่อย้อมผ้าในภาคเหนือตอนบน. หน้า 64-68. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการประจำปี 2558 กรมวิชาการเกษตร เรื่อง ผลงานวิชาการพร้อมใช้ เกษตรไทยก้าวหน้า. 25-27 พฤษภาคม 2558 โรงแรมเซ็นทารา ศูนย์ราชการและคอนเวนชันเซ็นเตอร์, กรุงเทพฯ.

ไพศาล คงคาอุยฉาย อรุณศิริ ชิตางกูร และเฉลียว หมดอิ้ว. 2543. การพัฒนาเทคนิคการย้อมไหม ด้วยสีธรรมชาติจากครามและครั่ง. : รายงานวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ. 55 หน้า.

สุรีย์ พุทธะกุล สรศักดิ์ เหลี้ยวไชยพันธุ์ สุปราณี เสียงใส อนงค์ จีระโสติกกุล ฐานิศ บุตรเพชรรัตน์ อัจฉรา
สายหยุด ศิริวรรณ วิชัย สุรารักษ์ จันทนเสถียร. 2543. การพัฒนาสายสัมพันธ์ธรรมชาติในเขตภาคเหนือ
ตอนบน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 199 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.). คู่มือ
การผลิตคราม. 2555. บริษัทหมู่มันท์ เจน ทรี จำกัด. 21 หน้า.

ศูนย์วิจัยข้าวแพร่. 2562. รายงานผลการตรวจอากาศเกษตรรายเดือนประจำปี 2562, แพร่. 12 หน้า.