สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ระดับการประเมินคุณภาพ

☐ ดีเยี่ยม ☑ ดีมาก

☐ ดี ☐ ปานกลาง

การจำแนกสายพันธุ์และความสามารถให้ผลผลิตของฮ่อมจากแหล่งต่าง ๆ ในภาคเหนือของประเทศไทย

ประเทศ พลรักษา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่
สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่

ชื่อเรื่อง

การจำแนกสายพันธุ์และความสามารถให้ผลผลิตของฮ่อมจากแหล่งต่าง ๆ ในภาคเหนือของประเทศไทย

โดย

ประเทศ พลรักษา

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์อนันต์ ปินตารักษ์)

วันที่ 19 เดือน ส.ค. พ.ศ. 2552

กรรมการที่ปรึกษา .....

(อาจารย์ ดร.พรพันธ์ ภู่พร้อมพันธุ์)

วันที่ 19 เดือน ส.ค. พ.ศ. 2552

กรรมการที่ปรึกษา .....

(ดร.เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์)

วันที่ 19 เดือน ส.ค. พ.ศ. 2552

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....

(อาจารย์ ดร.เศรษฐา ศิริพินทุ์)

วันที่ 19 เดือน ส.ค. พ.ศ. 2552

สำนักงานบัณฑิตศึกษารับรองแล้ว .....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

วันที่ 20 เดือน ส.ค. พ.ศ. 2552

ชื่อเรื่อง การจำแนกสายพันธุ์และความสามารถให้ผลผลิตของย่อมจากแหล่งต่าง ๆ ในภาคเหนือของประเทศไทย

ชื่อผู้เขียน นายประเทศ พลรักษา

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่

ประธานกรรมการที่ปรึกษา อาจารย์อนันต์ ปินตารักษ์

บทคัดย่อ

ย่อมเป็นพืชที่มีความสำคัญในการใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบที่ให้สีธรรมชาติในกลุ่มสีฟ้า-น้ำเงิน มาแต่โบราณ และสามารถหาได้ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย การทดลองนี้ได้ศึกษาความสามารถให้ผลผลิตของต้นย่อม 6 สายพันธุ์ คือสายพันธุ์ป่าซาง สายพันธุ์สะเมิง สายพันธุ์แม่ริม สายพันธุ์ภูซาง สายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง และ สายพันธุ์เชียงดาว เพื่อคัดเลือกย่อมที่มีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูง จากการทดลองพบว่าการเจริญเติบโตในด้านความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยว 150 วัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ โดยสายพันธุ์สะเมิงมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 44.62 เซนติเมตร ในขณะที่จำนวนกิ่งพบว่ามีความแตกกัน โดยสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 18.17 กิ่งต่อต้น และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นพบว่ามีความแตกต่างกันด้วย สายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 7.23 มิลลิเมตร ส่วนน้ำหนักต้นสดพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์สะเมิงมีค่าเฉลี่ยผลผลิตต้นสดต่อไร่มากที่สุด คือ 2,156.82 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อนำตัวอย่างย่อมไปสกัดสี พบว่าน้ำหนักสีย่อมเปียกที่สกัดได้มีความแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์สะเมิงมีน้ำหนักสีย่อมเปียกเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 130.12 กิโลกรัมต่อไร่ จึงนำสีย่อมเปียกที่สกัดได้ไประบายสีบนกระดาษขาวพิมพ์เขียนแล้วตรวจสอบความเข้มสีด้วยเครื่องสเป็คโตรโฟโตมิเตอร์แบบดิจิตอล ผลการทดลองพบว่าค่าความสว่างของสี (L) มีความแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์เชียงดาวมีสีเข้มมากที่สุด คือ มีค่าความสว่างของสีน้อยที่สุด เท่ากับ 17.74 ส่วนค่าสีฟ้า (b) นั้นพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์แม่ริมมีค่าเฉลี่ยความเข้มของสีฟ้ามากที่สุด คือ -5.78 แต่ไม่แตกต่างในทางสถิติกับสายพันธุ์เชียงดาว ซึ่งมีความเข้มของสีฟ้าเท่ากับ -5.32

จากการจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี และใช้ไพรเมอร์จำนวน 80 ไพรเมอร์ พบว่ามี 30 ไพรเมอร์ที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของต้นย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ได้ ซึ่งมี 1 ไพรเมอร์ ที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ได้อย่างชัดเจน คือ OPK 15 และเมื่อนำไปจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยใช้วิธี UPGMA เพื่อหาความแตกต่างทางพันธุกรรมพบว่า สามารถจำแนกย่อมทั้ง 6

สายพันธุ์ ได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน และได้รวบรวมสายพันธุ์ดังกล่าวไว้ที่ภาควิชาพืชไร่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ตามโครงการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาการปลูกต้นคราม และต้นฮ่อมในสภาพพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และสกลนคร ภายใต้การสนับสนุนงบประมาณของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมและการใช้ประโยชน์ต่อไป

Title	Identification and Yielding Ability of Baphicacanthus (*Baphicacanthus cusia* Brem.) from Different Areas in Northern Thailand
Author	Mr. Prathet Ponraksa
Degree of	Master of Science in Agronomy
Advisory Committee Chairperson	Mr. Anan Pintarak

ABSTRACT

Baphicacanthus cusia Brem. is an important plant that has been used as a source of blue-marine natural dye for a long time and is available in the northern part of Thailand. In this study, 6 varieties of *Baphicacanthus cusia*, namely: Pasang, Sameong, Maerim, Phoosang, Thunghong and Chiangdao, were tested and selected for excellent growth and highest yield. Results showed that plant height at harvesting period (150 days after planting), showed no significant difference among varieties with Sameong being the tallest (44.62 cm). Meanwhile, there was significant difference in the number of branches with Pasang having the highest (18.17 branches per plant), there was high and in diameter with Sameong having the highest diameter (7.23 mm). For fresh plant weight, Sameong gave the highest value at 2,156.82 kilogram per rai. When natural dye was extracted from plant samples, There was a highly significant difference in indigo paste weight with Sameong giving the highest (130.12 kilogram per rai). After the extracted dye was used to paint on paper and measured by digital spectrophotometer, results showed a highly significant difference in brightness (L) with Chiangdao having the highest brightness value (17.74) and a highly significant difference in blue color (b) with Maerim giving the highest value in blue color (-5.78) but had no significant difference with Chiangdao (-5.32).

Genetic diversity study of *Baphicacanthus cusia* using RAPD and 80 primers found that 30 RAPD primers showed polymorphism among 6 varieties of *Baphicacanthus cusia* where 1 primer was detected to have a distinct polymorphism among 6 varieties. This primer, OPK 15, was then clustered by using the UPGMA clustering method. Results showed that the 6 varieties could be classified into 2 groups which could then be collected and stored for future studies using appropriate technology towards cultivation development of Indigofera and

Baphicacanthus in Chiang Mai and Sakhon Nakorn provinces as a genetic resource and future use under the financial support of the Office of the National Science and Technology Development.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์อนันต์ ปินตารักษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและปรึกษาในการทำวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งช่วยสนับสนุนงบประมาณการวิจัย และช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พรพันธ์ ภู่พร้อมพันธุ์ ที่ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติการทางด้านชีวโมเลกุล และช่วยสนับสนุนสารเคมีในการทดลอง ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ขอบพระคุณ ดร.เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ ที่ช่วยให้คำปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้ และช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี ดงดี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย แม่โจ้ ที่ได้ให้คำปรึกษาและความรู้เกี่ยวกับการย้อมสีธรรมชาติ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทฤทธิ์ โชคถาวร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย แม่โจ้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ขอขอบพระคุณ อาจารย์ไพโรจน์ วรพจน์พรชัย ภาควิชาเทคโนโลยีสิ่งทอ คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ยืมเครื่องมือวัดสี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อสอด พลรักษา คุณแม่มี พลรักษา และญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือทางด้านทุนทรัพย์สำหรับการศึกษาระดับปริญญาโทจนข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณบุคลากรภาควิชาพืชไร่ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานต่างๆ ขอขอบคุณ พี่บุญส่ง ไชยสว่าง และพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลืองานทดลองทั้งในแปลงและในห้องปฏิบัติการ

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คณาจารย์ ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทุกท่าน ที่ได้อบรม สั่งสอน ให้ความรู้ แก่ข้าพเจ้า จนข้าพเจ้าสามารถที่จะนำความรู้นี้ไปประกอบวิชาชีพและช่วยพัฒนาประเทศชาติต่อไปในอนาคตได้

ประเทศ พลรักษา

สิงหาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางผนวก	(13)
สารบัญภาพผนวก	(15)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตของงานวิจัย	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
ประวัติความเป็นมา	4
พฤกษศาสตร์ของฮ่อม	5
สีธรรมชาติชนิดสีน้ำเงินจากพืช	6
การใช้ประโยชน์จากฮ่อม	8
คุณค่าของสีธรรมชาติ	10
ข้อจำกัดของสีธรรมชาติ	10
เครื่องหมายทางโมเลกุล (Molecular markers)	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	18
การทดลองที่ 1 การทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตของฮ่อม	18
อุปกรณ์	18
วิธีการทดลอง	18
การบันทึกข้อมูล	19
การวิเคราะห์ข้อมูล	20

การทดลองที่ 2 การสกัดสีและระบายสีจากฮ่อม 21
การสกัดสีจากฮ่อม 21
การระบายสีฮ่อมลงบนกระดาษ 21
การบันทึกข้อมูล 22
การวิเคราะห์ข้อมูล 23
การทดลองที่ 3 การวิเคราะห์เครื่องหมาย RAPD ของฮ่อม 23
อุปกรณ์ 23
วิธีการทดลอง 24
การบันทึกข้อมูล 26
การวิเคราะห์ข้อมูล 26
เวลาและสถานที่ 27
บทที่ 4 ผลการทดลอง 30
การทดลองที่ 1 การทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตของฮ่อม 30
การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของฮ่อมอายุ 15 วัน หลังปลูก ถึงเก็บเกี่ยวอายุ 150 วัน 30
การเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 15 วัน หลังปลูก ถึงเก็บเกี่ยวอายุ 150 วัน 35
การเจริญเติบโตทางด้านจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 15 วัน หลังปลูก ถึงเก็บเกี่ยว อายุ 150 วัน 40
ผลผลิตของฮ่อม 45
การทดลองที่ 2 การสกัดสีและระบายสีจากฮ่อม 47
ผลผลิตของสีฮ่อมเปียกจากการสกัดสีจากตัวอย่างฮ่อม 200 กรัม 47
คุณภาพของสีฮ่อม 48
การทดลองที่ 3 การจำแนกสายพันธุ์ฮ่อมโดยใช้เทคนิค Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) 50
การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของฮ่อมโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์ 50
การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของฮ่อม 58
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 63
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง 66

บรรณานุกรม 68

ภาคผนวก 72

ภาคผนวก ก ตารางผนวก 73

ภาคผนวก ข ภาพผนวก 89

ภาคผนวก ค ประวัติผู้วิจัย 97

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	Influence of solvent on absorption	7
2	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)	20
3	Plot identification (Plot Number)	29
4	ความสูงเฉลี่ยทุก 15 วัน ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว	33
5	ร้อยละของความสูงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วง 15 วันของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว	34
6	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยทุก 15 วัน ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว	38
7	ร้อยละของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วง 15 วัน ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว	39
8	จำนวนกิ่งเฉลี่ยทุก 15 วัน ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว	43
9	ร้อยละของอัตราการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนกิ่งที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วง 15 วัน ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว	44
10	ผลผลิตน้ำหนักต้นสด น้ำหนักสีเปียก และผลตอบแทน ของฮ่อมที่อายุเก็บเกี่ยว 150 วัน	46
11	ปริมาณสีที่สกัดได้และคุณภาพของกระดาษที่ผ่านการระบายสีฮ่อมเปียก	49
12	การปรากฏและไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ ของไพรเมอร์ จำนวน 30 หมายเลข	59

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	กราฟค่าวัดสีจากเครื่องสเป็คโตรโฟโตมิเตอร์	23
2	แผนผังแปลงทดลองการทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตของฮ่อม	28
3	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ ของฮ่อม 6 สายพันธุ์	55
4	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ ของฮ่อม 6 สายพันธุ์	56
5	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ ของฮ่อม 6 สายพันธุ์	57
6	การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมของฮ่อม 6 สายพันธุ์ จากการวิเคราะห์ RAPD โดยวิธี UPGMA	58

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวก		หน้า
1	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 15 วัน หลังย้ายปลูก	74
2	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 30 วัน หลังย้ายปลูก	74
3	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 45 วัน หลังย้ายปลูก	74
4	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 60 วัน หลังย้ายปลูก	75
5	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 75 วัน หลังย้ายปลูก	75
6	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 90 วัน หลังย้ายปลูก	75
7	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 105 วัน หลังย้ายปลูก	76
8	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 120 วัน หลังย้ายปลูก	76
9	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 135 วัน หลังย้ายปลูก	76
10	ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 150 วัน หลังย้ายปลูก	77
11	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 15 วัน หลังย้ายปลูก	77
12	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 30 วัน หลังย้ายปลูก	77
13	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 45 วัน หลังย้ายปลูก	78
14	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 60 วัน หลังย้ายปลูก	78
15	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 75 วัน หลังย้ายปลูก	78
16	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 90 วัน หลังย้ายปลูก	79
17	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 105 วัน หลังย้ายปลูก	79

ตารางผนวก		หน้า
18	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 120 วัน หลังย้ายปลูก	79
19	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 135 วัน หลังย้ายปลูก	80
20	ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 150 วัน หลังย้ายปลูก	80
21	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 15 วัน หลังย้ายปลูก	80
22	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 30 วัน หลังย้ายปลูก	81
23	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 45 วัน หลังย้ายปลูก	81
24	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 60 วัน หลังย้ายปลูก	81
25	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 75 วัน หลังย้ายปลูก	82
26	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 90 วัน หลังย้ายปลูก	82
27	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 105 วัน หลังย้ายปลูก	82
28	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 120 วัน หลังย้ายปลูก	83
29	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 135 วัน หลังย้ายปลูก	83
30	ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 150 วัน หลังย้ายปลูก	83
31	ANOVA ลักษณะของผลผลิตต้นสดสดของฮ่อม	84
32	ANOVA ลักษณะของผลผลิตต้นสดต่อไร่ของฮ่อม	84
33	ANOVA ลักษณะของผลผลิตน้ำหนักสีฮ่อมเปียกต่อไร่ของฮ่อม	84
34	ANOVA ปริมาณตะกอนสีฮ่อมเปียกของฮ่อม	85
35	ANOVA ค่าความสว่างของสี	85
36	ANOVA ค่าความเข้มของสี	85
37	ไพรเมอร์ที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ	86
38	ความเข้มข้นและการปรับความเข้มข้นดีเอ็นเอจากใบอ่อนของฮ่อม	88

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวก		หน้า
1	ความสูงของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ตั้งแต่ย้ายปลูกอายุ 15 วัน ถึงเก็บเกี่ยว 150 วัน	90
2	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ตั้งแต่ย้ายปลูกอายุ 15 วัน ถึงเก็บเกี่ยว 150 วัน	90
3	จำนวนกิ่งต่อต้นของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ตั้งแต่ย้ายปลูกอายุ 15 วัน ถึงเก็บเกี่ยว 150 วัน	91
4	การเตรียมต้นกล้าฮ่อมเพื่อการทดลอง	92
5	รูปแปลงปลูกฮ่อมอายุ 1 เดือน หลังย้ายปลูก	93
6	รูปฮ่อม 6 สายพันธุ์	94
7	ลักษณะดอกของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์	95
8	รูปลักษณะของดอกฮ่อม	95
9	ตะกอนสีครามเปียกของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์	96
10	กระดาษที่ระบายด้วยสีฮ่อมเปียกทั้ง 6 สายพันธุ์	96

บทที่ 1
บทนำ

ในโลกของเราล้วนเต็มไปด้วยสีสันอันสวยงาม มนุษย์รู้จักวิธีการย้อมสีจากวัสดุธรรมชาติ คือ พืช สัตว์และแร่ธาตุมาช้านาน โดยนำมาตกแต่งเสื้อผ้าอาภรณ์ เครื่องแต่งกาย วัสดุเครื่องใช้เครื่องมือต่าง ๆ แม้กระทั่งในอาหารก็ยังมีส่วนประกอบของสีอยู่ด้วย สีสันที่ได้จากธรรมชาติมีความหลากหลายและนอกจากจะมีความสวยงามแล้วยังมีอิทธิพลต่อสภาพจิตใจของมนุษย์อีกด้วย สีสามารถบ่งบอกถึงความสุข ความเศร้าของมนุษย์ได้ สีธรรมชาติมีมากมายหลายสี ซึ่งได้มาจากพืชหลายชนิดด้วยกัน โดยสีที่มีความสำคัญมากที่สุดและในปัจจุบันประชาชนยังคงมีความนิยมอยู่ คือ "สีคราม" (สีฟ้าหรือสีน้ำเงิน) ที่ได้มาจากต้นคราม (*Indigofera tinctoria*) และต้นย่อม (*Baphicacanthus cusia*) ซึ่งมีการทำเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือนและเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงในจังหวัดแพร่ เรียกว่า "ผ้าหม้อย่อม" ย่อมนอกจากจะมีประโยชน์ในการใช้เป็นวัตถุดิบในการย้อมผ้าแล้วยังมีประโยชน์ทางด้านสมุนไพรอีกด้วย โดยชาวล้านนาทางภาคเหนือของประเทศไทยจะใช้ใบต้มน้ำดื่มแก้ไข้ ยาพื้นบ้านใช้รากและใบต้มน้ำดื่มแก้ไข้ ปวดศีรษะเนื่องจากหวัด แก้อาการเจ็บคอเนื่องจากหลอดลม หรือต่อมทอนซิลอักเสบ (สุรีย์ และ คณะ, 2543)

ประเทศไทยในอดีตชาวบ้านแต่ละท้องถิ่นในเขตชนบทโดยเฉพาะในภาคเหนือได้รู้จักภูมิปัญญาการทำสีครามจากธรรมชาติ โดยมีการทำหัตถกรรมในครัวเรือน คือ การทอผ้า และการย้อมสีคราม ทำเป็นเครื่องนุ่งห่มไว้ใช้เอง โดยอาศัยสีครามจากต้นย่อมที่ขึ้นตามธรรมชาติของท้องถิ่นนั้น ๆ ซึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นอันมีค่าอย่างยิ่งนี้ได้มีการรักษาและสืบทอดมาจนถึงปัจจุบัน สีธรรมชาติเป็นสีที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เพราะว่ามีคุณสมบัติที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อมอีกทั้งยังมีความสวยงามแบบธรรมชาติ แต่ปัญหาในปัจจุบันพบว่าแหล่งต้นย่อมซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ให้สีครามตามธรรมชาตินั้นเหลืออยู่น้อยมาก เพราะว่าเป็นพืชที่ต้องได้รับการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี ชอบขึ้นในที่ชื้นแฉะแสงแดดรำไร ปลูกในที่โล่งแจ้งการเจริญเติบโตไม่ดี ประกอบกับขั้นตอนกระบวนการหมักมีความยุ่งยากและมีกลิ่นเหม็น ผู้คนจึงไม่นิยมปลูกและทำสีครามจากธรรมชาติกัน ยิ่งนานวันเข้าต้นย่อมก็จะถูกลืมเลือนไปจากสังคมไทยไปพร้อมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นอันมีค่า จนผลิตภัณฑ์เสื้อหม้อย่อมบางส่วนได้กลายไปเป็นเสื้อที่ย้อมด้วยสีครามสังเคราะห์เสียเป็นส่วนใหญ่ และการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับย่อมยังมีน้อย

ปัจจุบันงานวิจัยเกี่ยวกับการจำแนกพันธุ์ย่อมต่างๆ และการศึกษาทางด้านพันธุกรรมของย่อม เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องแน่นอนสำหรับใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปใน

อนาคต ประกอบด้วยในเขตพื้นที่ภาคเหนือมีต้นฮ่อมอยู่จำนวนมากซึ่งมีลักษณะทางด้านพฤกษศาสตร์คล้ายคลึงกันยากที่จะจำแนกความแตกต่างของพันธุ์ จึงสมควรหาวิธีการอื่นมาช่วยจำแนก เช่น ศึกษาหาความแตกต่างในระดับดีเอ็นเอ สุรินทร์ (2543) กล่าวว่าปัจจุบันวิทยาการทางด้านชีววิทยาโมเลกุลได้พัฒนารุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว และมีบทบาทในสาขาวิชาต่าง ๆ มากมาย ดังจะเห็นได้จากการใช้เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) ปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ นอกจากนั้นยังใช้ในการจำแนก (Identify) ลักษณะจำเพาะของสิ่งมีชีวิต ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ใกล้เคียงกัน หรือแม้แต่ระหว่างสายพันธุ์สิ่งมีชีวิตชนิดใด ๆ ที่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยการใช้เครื่องหมายโมเลกุล ซึ่งเป็นการตรวจสอบระดับดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า (DNA fingerprint) ดังนั้นจึงทำการศึกษาการจำแนกสายพันธุ์และความสามารถให้ผลผลิตของฮ่อมจากแหล่งต่าง ๆ ในภาคเหนือของประเทศไทย เพื่อศึกษาหาความหลากหลายทางพันธุกรรมของฮ่อมและเป็นการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมของฮ่อมไว้สืบไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการให้ผลผลิตของฮ่อมแต่ละสายพันธุ์ในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

2. เพื่อเป็นการอนุรักษ์พันธุ์ฮ่อมซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

3. เพื่อจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของฮ่อม ในเขตพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยโดยใช้เทคนิค RAPD

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้พันธุ์ฮ่อมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง

2. ได้สายพันธุ์ฮ่อมเป็นแหล่งพันธุกรรมซึ่งอนุรักษ์พันธุ์ไว้ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้และศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่

3. สามารถใช้เทคนิค RAPD ระบุความแตกต่างทางพันธุกรรมของฮ่อมได้

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ทำการศึกษาเปรียบเทียบศักยภาพในการให้ผลผลิตของต้นฮ่อมแต่ละพันธุ์ โดยการปลูกทดสอบต้นฮ่อมจำนวน 6 สายพันธุ์ ในสภาพโรงเรือน

2. ทำการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของลายพิมพ์ดีเอ็นเอของฮ่อม 6 สายพันธุ์ โดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ประวัติความเป็นมา

สีย้อมธรรมชาติที่ได้รับการกล่าวขวัญว่ามีความยุ่งยากในการเตรียมสีและย้อมสี คือ สีน้ำเงินจากพืชตระกูลครามหรือฮ่อม ซึ่งมีประวัติมายาวนานนับพัน ๆ ปี ในแต่ละซีกโลก ไม่ว่าจะเป็น แอฟริกา ฝรั่งเศส อังกฤษ เยอรมัน อเมริกา อินเดีย จีน ญี่ปุ่น เวียดนาม อินโดนีเซีย ลาว และไทย แต่ละภูมิภาคมีการเตรียมและย้อมที่เป็นแบบฉบับของตนเอง ที่ได้รับการถ่ายทอดมาแต่ครั้งบรรพบุรุษ เรื่องราวของสีครามมีการนำเสนอในหลากหลายมิติ ทั้งในรูปแบบของคติความเชื่อ เรื่องราวลึกลับ งานศิลป์ การแพทย์ด้านสรรพคุณเป็นยาสมุนไพร รวมไปถึงวิทยาศาสตร์แขนงเคมี ชีววิทยา และเทคโนโลยีด้านสิ่งทอ

คำว่า "สีคราม" ตรงกับภาษาอังกฤษว่า "indigo" ซึ่งเป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก "indikon" และลาติน "indicum" ซึ่งหมายถึงสิ่งของที่มาจากอินเดีย ชี้ให้เห็นว่ามีการนำเข้าสีครามจากอินเดียสู่ดินแดนกรีกและโรมันตั้งแต่ครั้งโบราณ ในช่วงปี ค.ศ. 1700-1800 เป็นยุคที่สีครามจากธรรมชาติรุ่งเรืองถึงจุดสูงสุด มีการผลิตและการใช้สีครามจากธรรมชาติกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกมุมโลก มีรายงานว่าในปี ค.ศ. 1780 เฉพาะกรุง รีโอ เดอ จาเนโร ในประเทศบราซิล มีโรงงานผลิตสีครามถึง 406 โรงงาน จวบจนกระทั่งปี ค.ศ. 1856 W.H.Perkin ได้ผลิตสีสังเคราะห์ Mauveine ขึ้นเป็นครั้งแรก หลังจากนั้นสีสังเคราะห์ก็มีบทบาทแทนสีธรรมชาติมากขึ้น ภายในช่วงเวลา 50 ปี มีการใช้สีสังเคราะห์ถึง 90% ของสีย้อมทั้งหมด และในปี ค.ศ. 1897 K.Heumann ได้ผลิตสีครามสังเคราะห์ได้สำเร็จ กระบวนการสังเคราะห์สีครามมีการพัฒนาขึ้นเป็นลำดับ ทำให้ครามสังเคราะห์มีราคาถูกกว่า และมีคุณภาพเหนือกว่าสีครามธรรมชาติที่มักจะมีสารอื่นเจือปนทำให้ได้สีที่แตกต่างไปจากสีครามสังเคราะห์ และด้วยความเหนือกว่าของสีครามสังเคราะห์ที่ได้เฉดสีที่เหมือนกันทุกครั้ง ทำให้ผู้ย้อมสีครามหันมาใช้สีครามสังเคราะห์แทน จนเป็นเหตุให้โรงงานผลิตสีครามธรรมชาติขนาดใหญ่ 2,800 โรงงาน ที่มีอยู่ในช่วงปี ค.ศ. 1880 ต้องเลิกกิจการเหลือเพียง 121 โรงงาน ในปี ค.ศ. 1911

สำหรับในประเทศไทยท้องถิ่นที่ยังคงมีการอนุรักษ์การย้อมครามธรรมชาติอยู่ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และจากการสำรวจของคณะวิจัยสถานภาพการใช้สีครามธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2543-2544 พบว่ามีผู้ย้อมครามธรรมชาติหรือครามธรรมชาติผสมสารสังเคราะห์หลงเหลืออยู่ไม่มากนัก ทำกัน 1 ถึง 2 ครัวเรือน

ในเขต อ. ทุ่งหัวช้าง จ. ลำพูน อ. ฮอด อ. จอมทอง อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ อ. เชียงของ จ. เชียงราย อ. สูงเม่น และ อ. เมือง จ. แพร่ (สุรีย์ และ คณะ, 2547)

สีคราม เป็นสีย้อมจากธรรมชาติที่เก่าแก่มาก มีหลักฐานที่จีนอายุกว่า 6000 ปี เป็นสีแว็ต (vat dye) เกาะจับเส้นฝ้ายแน่นและทน อีกทั้งให้สีน้ำเงินสดใส แต่ด้วยกระบวนการเตรียมสีที่ยาก จึงทำให้การทำสีครามและย้อมสีครามขาดการสืบทอด แต่เมื่อโลกเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาเศรษฐกิจ และปัญหาสังคม อันเนื่องมาจากการผลิตเครื่องอุปโภค บริโภคปริมาณมาก ด้วยกระบวนการสังเคราะห์ระดับอุตสาหกรรม ส่งผลให้คุณภาพชีวิตของประชากรต่ำลง นั่นคือสุขภาพถูกคุกคาม เงินมีอำนาจครอบงำแนวความคิดและกำหนดพฤติกรรมของคน ความสัมพันธ์ของคนในครอบครัว ชุมชน และประเทศชาติ อ่อนแอและเปราะบางผู้คนกลุ่มหนึ่งจึงหันมารับประทานและใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ รวมถึงการใช้สีย้อมธรรมชาติจากพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งให้สีได้เกือบทุกสี การย้อมสีที่ได้จากพืชเกือบทุกชนิดใช้วิธีต้มเดี่ยวให้ได้น้ำสีเข้มข้นและย้อมขณะน้ำสีร้อน มีเพียงสีจากผลมะเกลือและจากใบครามที่ใช้วิธีการหมักและการย้อมเย็น หลาย ๆ ซ้ำ การย้อมสีครามมีอยู่ในชนบทอีสานทุกจังหวัด ด้วยวิธีเดียวกันคือหมักเนื้อครามกับน้ำขี้เถ้าและมีการเติมน้ำต้มพืชที่ให้รสเปรี้ยวเช่นมะขาม มะเฟือง ใบโมง ใบสมอ หรือแม้แต่ความเปรี้ยวจากมดแดงปัญหาใหญ่ของผ้าย้อมสีธรรมชาติคือตกสีและถูกทำลายด้วยแสงแดดได้ง่าย สีจึงซีดเร็ว มีเพียงสีครามที่ติดทนนานเท่าอายุของผ้า สีครามจึงเป็นที่น่าสนใจ มีการพยายามศึกษากระบวนการหมักและอัตราเร็วการเกิดปฏิกิริยาเคมีของการหมัก มีการศึกษาอายุของครามที่ให้ปริมาณสีมากที่สุด มีการศึกษากระบวนการทำสีครามและผ้าย้อมครามของภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสีครามได้ รวมถึงศึกษาวิธีลดความยุ่งยากของกระบวนการย้อมคราม และประดิษฐ์เครื่องกวนน้ำครามเพื่อผ่อนแรง ย่นเวลาการเตรียมเนื้อคราม ปัจจุบันผ้าย้อมครามเป็นที่สนใจและต้องการมาก แต่ผ้าย้อมครามคุณภาพดียังออกสู่ตลาดน้อย ขณะที่ผ้าย้อมครามคุณภาพปานกลางออกสู่ตลาดจำนวนมาก (มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2548)

พฤกษศาสตร์ของฮ่อม

ฮ่อม *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek เป็นพืชสมุนไพรที่มีแหล่งกำเนิดอยู่ทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย พม่า ไทย และ ทางตอนใต้ของประเทศจีน (Haihui *et al.*, 2004)

วงศ์ : Acanthaceae

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Baphicacanthus cusia* (Nees) Bremek.

ชื่อไทย : ย่อม (เหนือ), ย่อมเมือง (น่าน) และกั้ง (ชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์เป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูง 50-80 เซนติเมตร ลำต้น เป็นข้อปล้องคล้ายขาไก่ แตกกิ่งก้านตามข้อ ลำต้นกลม

ใบ เดี่ยวเรียงตรงข้าม หัวใบเรียวท้ายใบแหลมขอบใบหยัก ใบด้านบนสีเขียวมัน ใบแก่หรืออ่อนเมื่อถูกกดหรือทุบทิ้งไว้กลายเป็นสีดำ

ดอก เป็นช่อออกตามซอกใบและกิ่ง รูปทรงคล้ายระฆัง ดอกสีม่วง

เมล็ด อ่อนสีเขียว เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาล แตกง่าย

การขยายพันธุ์ ใช้กิ่งปักชำ ปลูกในที่ชื้นแฉะ และเจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีแสงรำไรมีความชื้นสูง (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช, 2549)

ย่อม หรือ ย่อมเมือง เป็นพืชอายุหลายปีสูง 0.5-1.5 เมตร ลำต้นเป็นเหลี่ยม รูปทรงกระบอก ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงตรงข้าม รูปรี ปลายใบแหลม โคนใบสอบ ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย ดอกสีม่วง ออกเป็นช่อที่ซอกใบ ดอกย่อยบาน กลีบรองดอก 5 แฉก กลีบดอกเชื่อมกันเป็นหลอดโค้งงอ ปลายแยก 5 กลีบ เกสรตัวผู้ 4 อัน ผลเมื่อแก่แล้วแตก เมล็ดแบนสีน้ำตาลขนาดเล็ก พบกระจายในอินเดีย จีนตอนใต้ พม่า ภูมิภาคอินโดจีน ในประเทศไทยพบตามพื้นที่ชุ่มชื้นในป่าดงดิบทางภาคเหนือ ออกดอกช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ สามารถใช้ประโยชน์ได้คือ รากและใบ ต้มน้ำดื่มแก้ไข้ เจ็บคอ หลอดลมอักเสบต่อมทอนซิลอักเสบ ทั้งต้นสดสับเป็นท่อนต้มเดี่ยวเพื่อทำสีย้อมผ้าให้สีน้ำเงินเข้มเกือบดำ (รู้ไว้ใช่ว่ากับเดลินิวส์, 2547)

สีธรรมชาติชนิดสีน้ำเงินจากพืช

สารให้สีธรรมชาติชนิดสีน้ำเงินจากพืชจะเรียกว่าอินดิโก (indigo) เป็นสารประเภทอัลคาลอยด์จัดเป็นสีย้อมแปลงรูป (vat dye) ชนิดหนึ่ง นิยมใช้สำหรับย้อมผ้าฝ้ายหนา ๆ ให้เป็นสีน้ำเงิน นอกจากนี้ยังสามารถใช้ย้อมเส้นไหมได้อีกด้วย อินดิโกมีโครงสร้างเป็น ทรานไอโซเมอร์ทั้งในสภาวะที่เป็นของแข็งและสารละลาย การที่อินดิโกมีสมบัติเป็นโพลีเมอริคและมีขั้วสูงทำให้มีความสามารถในการละลายไม่ดีและมีจุดหลอมเหลวสูงคือ 390-392 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามสามารถตกผลึกอินดิโกโดยใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วและมีจุดเดือดสูง เช่น ไนโตรเบนซีนและอะนีลีน จะได้ผลึกปริซึมสีแดง สีของอินดิโกขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม เช่น เป็นสีแดงเมื่อกลายเป็นไอ เป็นสีม่วงเมื่อละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว ดังแสดงในตาราง (Cram and Hammond., 1959)

ตาราง 1 Influence of solvent on absorption

Compound	Solvent	Dielectric constant (20°)	λmax (nm)
Indigo	Vapour	-	540
	Cabontetrachloride	2.2	588
	Xylene	2.3 – 2.6	591
	Ethanol	24.3	606
	Dimethylsulphoxide	46.3 (25°)	620
	Solid, in KBr	-	660

ในประเทศไทยอินดิโกจากธรรมชาติได้จากการหมักพืช เช่น คราม (*Indigofera tinctoria* Linn.) และย่อม (*Baphicacanthus cusia* Bremek.) พืชประเภทนี้จะมีอินดิแคนซึ่งเป็นสารกลูโคไซด์ตัวหนึ่ง เมื่ออินดิแคนถูกไฮโดรไลส์จะกลายเป็นอินดอกซิล ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีสีของอินดิโก ในกระบวนการย้อมสีแปลงรูปสีจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ก่อนนำไปย้อมผ้า จากนั้นจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อเปลี่ยนให้กลับมาอยู่รูปที่ไม่ละลายน้ำตามเดิม ในกรณีของอินดิโกก่อนนำไปใช้ย้อมสีจะถูกรีดิวซ์ให้อยู่ในรูปลิวโค (Leuco form) หมายถึงรูปที่ไม่มีสีซึ่งละลายน้ำได้ จากนั้นเมื่อโดนกับอากาศจะถูกออกซิไดซ์กลับคืนเป็นสีน้ำเงินที่ไม่ละลายน้ำ (อนุรัตน์, 2544)

ปัจจุบันนี้การย้อมสีอินดิโกจากธรรมชาติมีเหลืออยู่เพียงบางแห่งเท่านั้น เช่น ที่จังหวัดแพร่ สุรินทร์ อุดรธานี กาฬสินธุ์ สกลนคร และ เชียงใหม่ ถิ่นที่ยังมีการย้อมอินดิโกอยู่นี้จะเป็นถิ่นที่อยู่ไกลความเจริญหรือบางถิ่นเป็นที่ซึ่งมีการทอผ้าย้อมสีอินดิโกขาย (Moeyes., 1993)

คราม (*Indigofera tinctoria*) มีอยู่หลายสายพันธุ์ เพิ่มศักดิ์ และ คณะ (2541) ได้รวบรวมพันธุ์ครามไว้ 8 พันธุ์ กลุ่มที่หนึ่งมี 4 พันธุ์ *Indigofera tinctoria* มีความแตกต่างของสีดอกและฝัก คือ CMIGC 94001-3 ดอกสีแดงอมม่วงฝักตรง CMIGC 95004 ดอกสีแดงอมส้มฝักงอ กลุ่มที่สองเป็นพวก *Tephrpsia purpuria* มีสามพันธุ์ คือ CMIGC 95001 ดอกสีแดงอมม่วง CMIGC 95002 ดอกสีชมพู CMIGC 95003 ดอกสีขาว ส่วนกลุ่มที่สามยังไม่จำแนกสายพันธุ์ ให้ชื่อรหัส CMIGC 95005 เป็นครามต้นใหญ่ให้ดอกสีม่วงทั้งต้น

การใช้ประโยชน์จากฮ่อม

ฮ่อมเป็นยาพื้นบ้านล้านนาใช้ ใบ ต้มน้ำดื่ม แก้ไข้ ยาพื้นบ้านใช้รากและใบ ต้มน้ำดื่ม แก้ไข้ ปวดศีรษะเนื่องจากหวัด เจ็บคอ หลอดลมอักเสบ ต่อมทอนซิลอักเสบ ตาอักเสบ ทั้งต้นสับเป็นท่อน แช่กับน้ำ 2-10 วันผสมปูนขาว เพื่อทำสีย้อมผ้า แพทย์จีนทดลองให้คนไข้โรคเอดส์ที่เป็นงูสวัด ดื่มน้ำต้มใบแห้งผสมกับพืชอื่นอีก 3 ชนิดคือ *Coptis chinensis, Arnebia euchroma* และ *Paeonia moutan* พบว่าแผลหายภายใน 2 สัปดาห์อย่างรวดเร็ว (เพิ่มศักดิ์ และ คณะ, 2541; นายสวี สอง, 2552)

กรมประชาสัมพันธ์ (2548) ได้รายงานเกี่ยวกับกรรมวิธีในการทำผ้าหม้อฮ่อมจากต้นฮ่อมแบบดั้งเดิม เริ่มจากการนำเอาผ้าฝ้ายสีขาวซึ่งแต่เดิมทำจากผ้าฝ้ายทอมือที่ผ่านการทอด้วยกี่ หลังจากนั้นจึงนำมาตัดเป็นเสื้อผ้าตามแบบ หรือตัดเป็นผืนแล้วแต่จะมีคนมาสั่งทำ แล้วนำมาย้อมสีที่ได้จากการหมักต้นฮ่อม ในปัจจุบันมีการทอผ้าฝ้ายด้วยกี่แบบพื้นเมืองน้อยลง ประกอบกับความต้องการของตลาดจึงทำให้ผ้าทอมือมีราคาแพง การตัดเย็บเสื้อหม้อฮ่อมจึงมีการใช้ผ้าดิบจากโรงงานทอผ้า แล้วย้อมด้วยน้ำฮ่อมธรรมชาติ หรือสีหม้อฮ่อมวิทยาศาสตร์ การทำผ้าหม้อฮ่อมแบบดั้งเดิมมีวัตถุดิบ วัสดุ อุปกรณ์ และขั้นตอนการผลิตดังนี้

วัตถุดิบในการผลิตผ้าหม้อฮ่อม

1. น้ำด่าง
2. ต้นฮ่อมสำหรับทำสีย้อมผ้า
3. ผ้าฝ้ายทอมือสีขาว
4. ปูนขาว
5. แป้งมัน

อุปกรณ์ในการผลิตผ้าหม้อฮ่อม

1. อ่างหรือโอ่ง หรือ หม้อ
2. ถุงมือยาง
3. ไม้พาย
4. ปี๊บ

5 กะละมัง

6 กระทะขนาดใหญ่

7 ตะกร้าตาห่าง

ขั้นตอนในการจัดเตรียมวัตถุดิบ

1. การทำสีย้อมผ้าจากฮ่อม นำลำต้นและใบของต้นฮ่อม มามัดแช่น้ำไว้ในถัง หรือโอ่งน้ำขนาดใหญ่ ประมาณ 2-3 วัน จนต้นและใบเน่าได้ที่ น้ำที่ได้จะเป็นสีครามเข้ม นำปูนขาวมาผสม ตีจนเป็นฟองให้เข้ากัน แล้วกรองน้ำออกจะได้สีย้อมสีครามเข้ม

2. การทำน้ำคราม นำปี๊บ หรือถังที่ใส่ขี้เถ้า เจาะรูเล็ก ๆด้านล่างปี๊บให้น้ำไหลออกได้ แล้วเทน้ำใส่จนเต็ม นำถังเปล่ารองน้ำด่างที่ได้จากการกรองน้ำขี้เถ้า (น้ำด่างที่นำมาใช้เป็นน้ำปูนใสที่อยู่ตอนบน น้ำที่ได้จะมีฤทธิ์เป็นด่าง เวลาจับจะรู้สึกลื่นเหมือนน้ำสบู่) นำด่างที่ได้มาเป็นตัวทำละลายสีครามที่ได้จากการหมักต้นฮ่อม เทน้ำด่างใส่โอ่ง หรือหม้อใบใหญ่ แล้วเทน้ำครามตามจากนั้นใส่ปูนขาวพอประมาณ คนให้เข้ากัน จะได้น้ำครามที่พร้อมสำหรับการจก(การจก เป็นภาษาเรียกการย้อมผ้าหม้อฮ่อมของชาวแพร่ เป็นกระบวนการนำผ้ามาจุ่มลงในโอ่ง) กระบวนการนี้เรียกว่า การย้อมเย็น

3. การทำน้ำครามร้อน เป็นขั้นตอนการทำหลังจากการย้อมเย็น นำกระทะตั้งไฟใส่น้ำ เมื่อน้ำเดือด เทน้ำครามที่ได้จากการหมักต้นฮ่อม ประมาณ ½ ลิตร ใส่กระทะ คนให้เข้ากัน จะได้น้ำครามที่พร้อมสำหรับการย้อมเอาผิวผ้า กระบวนการนี้เรียกว่า การย้อมร้อน

4. การต้มแป้งมัน ก่อนการทำการรีด นำแป้งมันสำประหลัง ผสมกับน้ำ คนให้เข้ากันแล้วนำมาตั้งไฟ เมื่อน้ำต้มแป้งเดือด เทใส่กะละมัง ขั้นตอนนี้เรียกว่า การลงแป้ง (ร้านพิมพ์หม้อฮ่อม, 2549)

ในการสกัดเอาอินดิโกจากฮ่อมจะได้อินดิรูบินออกมาด้วย ซึ่งมีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{16}H_{10}O_2N_2$ (ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่าง pseudoindoxyl และ isatan) มีจุดหลอมเหลว 315^{o}C มีสีแดงดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 551 นาโนเมตร ใน dimethylsuphoxide สีอินดิรูบินนี้ไม่สามารถใช้ในการย้อมสีผ้าได้เพราะในระหว่างการเตรียมสีย้อมจะแตกออกเป็น pseudoindoxyl กับ oxindole ใน alkaline reducing agents ซึ่ง pseudoindoxyl จะเกิดออกซิไดซ์กลับไปเป็นอินดิโกได้ ส่วน oxindole นั้นไม่ละลายน้ำ (Lubs, 1972)

ในทางการแพทย์ของประเทศจีนใช้อินดิรูบินในการรักษาโรคที่เกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ รักษาอาการอักเสบและติดเชื้อจากแบคทีเรียและไวรัส นอกจากนี้ยังใช้เป็น

สารต้านมะเร็ง โดยการศึกษาพบว่า อินดิรูบินสามารถยับยั้งการเกิด Lewislung carcinoma ในหนู mice และ Walker carconosacoma 256 ในหนู และเมื่อให้อินดิรูบินในขนาด 300-450 มิลลิกรัมต่อวันแก่คนไข้ที่เป็น Chronic myelocytic leukemia พบว่า 26% ไม่ตอบสนองต่อการรักษา 33.4% ตอบสนองต่อการรักษา และเมื่อให้อินดิรูบินเป็นเวลา 1.5-6 เดือน พบว่าทำให้มีการทำงาน 5'-nucleotidase ในเม็ดเลือดขาวมากขึ้นทำให้อาการรุนแรงของโรคลดลง (Tang and Eisenbrand., 1992)

คุณค่าของสีธรรมชาติ

พูลทรัพย์ และ คณะ (2542) กล่าวว่าโดยทั่วไปคุณประโยชน์ในการย้อมสีธรรมชาติที่สำคัญประกอบด้วย

1. ปลอดภัยต่อผู้ผลิตและผู้บริโภค เพราะสีธรรมชาติไม่มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ไม่มีไอระเหยกระทบตา ผิวหนัง ให้ระคายเคืองหรืออักเสบ นอกจากนั้นสีธรรมชาติบางชนิดยังเป็นยาสมุนไพรที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น มะเกลือ สะเดา ฝาง และ ลิ้นฟ้า เป็นต้น

2. ประหยัดการใช้สีจากต่างประเทศ ช่วยลดการขาดดุลการค้าของต่างประเทศ

3. สามารถใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นให้เป็นประโยชน์

4. สร้างความตระหนักในการอนุรักษ์ต้นไม้และสิ่งแวดล้อม กล่าวคือทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคจะเห็นคุณค่าของต้นไม้เพิ่มมากขึ้น เพราะต้นไม้นอกจากนำมาทำเป็นอาหาร ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และเชื้อเพลิง แล้วต้นไม้ยังนำมาใช้ย้อมสีได้อีกด้วย

5. ฟื้นฟูและอนุรักษ์ความรู้อันเป็นมรดกของประชาคมโลกมิให้สูญหายไป

ข้อจำกัดของสีธรรมชาติ

ในการย้อมสีธรรมชาตินี้ยังมีข้อจำกัดที่ผู้ผลิตจะต้องคำนึงถึงอยู่อาทิเช่น

1. วัตถุดิบในการย้อมสีธรรมชาตินั้นนับวันจะมีจำนวนน้อยลง ยิ่งถ้าผู้ผลิตไม่ปลูกทดแทนก็จะหมดไปในที่สุด และถึงแม้จะมีการปลูกทดแทนก็จำเป็นต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งไม่น้อยกว่า 4-5 ปี ดังนั้นการจัดหาวัตถุดิบจำนวนมาก ๆ มาใช้ในการย้อมสีธรรมชาติจึงทำได้ยาก

2. คุณภาพของสีเช่น ค่าความคงทนต่อแสง ความคงทนต่อการซัก การขัดถูนั้นอยู่ระหว่างขั้นต่ำถึงดี

3. การย้อมซ้ำให้ได้สีเหมือนเดิมของสีธรรมชาติบางครั้งกระทำได้ยากเพราะวัตถุดิบที่นำมาใช้ย้อมนั้นสามารถควบคุมได้ยาก เนื่องจากวัตถุดิบขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ต้นไม้ต้นเดียวกันในฤดูร้อนและฤดูฝนจะให้สีแตกต่างกัน หรือต้นไม้ประเภทเดียวกันอายุไร่เรี่ยกันแต่ขึ้นอยู่คนละพื้นที่ก็อาจจะมีสีต่างกัน เป็นต้น

4. วัตถุดิบในการย้อมสีบางทีหายาก หรือเทคนิคในการย้อมสีบางสีนั้นยากเช่น สีดำจากมะเกลือ สีน้ำเงินจากต้นคราม และสีแดงจากครั่ง ผู้ผลิตต้องมีความรู้และความชำนาญเฉพาะสีนั้น ๆ ซึ่งทั่วไปไม่สามารถทำได้ ในกรณีเช่นนี้ผู้ผลิตบางรายก็จะหันไปใช้สีสังเคราะห์ที่ให้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย (Low impact chemical dyes) ซึ่งปัจจุบันได้มีการผลิตและจำหน่ายกันแพร่หลายกันมากขึ้น สีสังเคราะห์ดังกล่าวไม่มีสาร azo ที่เป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งจึงเป็นสีสังเคราะห์ที่ปลอดภัย แต่การใช้สีสังเคราะห์ที่ให้ผลกระทบน้อยนี้จะต้องมีการบำบัดน้ำเสียอย่างถูกวิธีด้วยเช่นกัน

5. การย้อมสีธรรมชาติมีหลายขั้นตอนและต้องใช้เวลามาก ผู้ผลิตจึงต้องเป็นผู้ที่มีความอดทน ประณีต ละเอียดถี่ถ้วน และประเด็นสำคัญคือการย้อมสีธรรมชาติต้องใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงจำนวนมาก จำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

เครื่องหมายทางโมเลกุล (Molecular markers)

ที่มาของการศึกษาเครื่องหมายหรือ marker ก็เพื่อบ่งชี้ความแตกต่างหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) ของสิ่งมีชีวิตทั้งทางปริมาณและคุณภาพ อาจเป็นการจำแนกความแตกต่างในระหว่างและภายในสปีชีส์ (between and within species) ระหว่างและภายในประชากร (between and with populations) หรือระหว่างแต่ละตัว (between individuals) ก็ได้ เครื่องหมายที่ใช้บ่งบอกความแตกต่างนี้มี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องหมายทางสัณฐานวิทยา (Morphological marker)

การบอกความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตใช้วิธีเปรียบเทียบลักษณะภายนอกทางสัณฐานวิทยาหรือทางสรีรวิทยา ซึ่งลักษณะที่ตรวจสอบนี้มักจะขึ้นกับสภาพแวดล้อมทำให้ตรวจสอบผลผิดพลาดได้ อย่างไรก็ตามการตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยายังมีความจำเป็นอันดับแรก แล้วจึงใช้วิธีอื่นประกอบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ขึ้น

2. เครื่องหมายทางโมเลกุล (Molecular marker)

เครื่องหมายทางโมเลกุลมี 2 ระดับ คือ ระดับโปรตีน เป็นการตรวจสอบที่โมเลกุลของโปรตีนชนิดต่างๆ และระดับดีเอ็นเอ ซึ่งตรวจสอบความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ในโมเลกุลของดีเอ็นเอ (สุรินทร์, 2545ก)

การวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ (physical purity analysis) มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ โดยดูจากลักษณะภายนอกของเมล็ด เช่นสี เปลือกหุ้มเมล็ด ๆ และอื่น ๆ แล้วประเมินเป็นเปอร์เซ็นต์เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์จากน้ำหนักทั้งหมดเมื่อรวมถึงพันธุ์ปนและสิ่งเจือปนอื่น ๆ แต่การตรวจสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรม (genetic marker) จะอาศัยลักษณะที่เห็นภายนอก (morphological markers) เช่นรูปทรงต้นพืช ความสูง รูปร่างของใบ หูใบ สีของดอก สีของเปลือกหุ้มเมล็ด และอื่น ๆ ประกอบการประเมินผล (ภาณี, 2546)

การจำแนกความแตกต่างของพันธุ์พืชโดยอาศัยลักษณะภายนอกที่มองเห็น (phenotype) ได้แก่ลักษณะสีดอก ลักษณะใบ ลักษณะสีของเมล็ด จะได้ผลดีในลักษณะที่มีความแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะลักษณะทางคุณภาพที่ควบคุมด้วยยีนน้อยคู่ แต่ถ้าเป็นลักษณะปริมาณ เช่น ความสูง หรือผลผลิต ซึ่งถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่จะทำได้ยาก (เรืองชัย, 2544)

ในการศึกษาการจำแนกพันธุ์เพื่อศึกษาความหลากหลายของพันธุกรรมและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชที่ผ่านมายังอยู่ในขีดจำกัด เนื่องจากว่าการศึกษาทางลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยดูจากฟีโนไทป์ภายนอกอาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ในกรณีสายพันธุ์ที่มีลักษณะภายนอกใกล้เคียงกัน และในบางกรณีลักษณะความแตกต่างของสายพันธุ์อาจต้องใช้เวลาในการตรวจสอบ เนื่องจากต้องพิจารณาในระยะออกดอกหรือแก่จนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต (กิตติ พัฒน์ และ คณะ, 2543)

ในปัจจุบันเครื่องหมายโมเลกุล (Molecular markers) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องหมาย DNA หรือลายพิมพ์ DNA มีบทบาทและมีความสำคัญอย่างมากในการปรับปรุงพันธุ์พืช เนื่องจาก 1) ใช้ในการจำแนกตรวจสอบสายพันธุ์ให้ผลแม่นยำโดยไม่ขึ้นกับระยะการเจริญเติบโตหรือชิ้นส่วนของพืช 2) ใช้ในการหาความสัมพันธ์และความแตกต่างทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ต่างสปีชีส์กัน และภายในสปีชีส์เดียวกัน 3) ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่สำคัญทางพืชไร่กับเครื่องหมายโมเลกุล เพื่อประโยชน์ในการคัดเลือกและผสมลักษณะที่สำคัญนี้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช (Tingey *et al*., 1992)

การวิเคราะห์เครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA marker) หรือเรียกอีกอย่างว่าเครื่องหมายโมเลกุล(molecular marker) นอกจากใช้เพื่อศึกษาการจัดเรียงตัวของดีเอ็นเอส่วนต่าง ๆ ในจีโนมหรือการทำแผนที่ของยีน ยังสามารถใช้ตรวจสอบความหลากหลายของพันธุ์ ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของพันธุ์ ตรวจสอบพันธุ์พ่อแม่ และทดสอบลูกผสม ศึกษาการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

หรือเครื่องหมายโมเลกุลที่ใช้ตรวจสอบหรือบ่งชี้ลักษณะจำเพาะ เช่นความต้านทานต่อโรค ความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมบางอย่าง ซึ่งนำไปสู่การโคลนยีนโดยอาศัยแผนที่ (map-base cloning) (กฤษณพงศ์, 2543) การตรวจสอบในระดับดีเอ็นเอมีข้อดีกว่าการตรวจสอบโปรตีน คือโมเลกุลของดีเอ็นเอมีความเสถียรกว่าจึงเก็บไว้ได้นาน สามารถวิเคราะห์จากตัวอย่างที่เก็บไว้เป็นเวลายาวนานได้ (สุรินทร์, 2545ข)

ลายพิมพ์ดีเอ็นเอไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่แสดงออกมาภายนอก (phenotype) แต่สามารถใช้บอกความสัมพันธ์ทางด้านพันธุกรรมของพืชหรือใช้ในการจัดการเชื้อพันธุกรรม (germplasm) ที่ได้รวบรวมไว้ และนอกจากนี้ยังใช้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอในการตรวจสอบความถูกต้องหรือความบริสุทธิ์ของพืชลูกผสมได้ (จุลภาค, 2543)

ช่วงทศวรรษที่ 1990 ได้เริ่มมีการใช้โมเลกุลเครื่องหมายอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะใช้ในการตรวจวินิจฉัย หรือในโครงการปรับปรุงพันธุ์ โมเลกุลเครื่องหมายเดิมที่นิยมใช้คือ RFLP (restriction fragment length polymorphism) แต่ด้วยข้อจำกัดของโมเลกุลเครื่องหมายชนิดนี้ คือ มีขั้นตอนการปฏิบัติหลายขั้นตอน ต้องใช้ดีเอ็นเอปริมาณมาก จึงนำไปสู่การพยายามสร้างโมเลกุลเครื่องหมายชนิดใหม่ขึ้น (กฤษณพงศ์, 2543) ได้มีการพัฒนาโมเลกุลเครื่องหมายของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ 2 กลุ่ม พร้อม ๆ กัน คือ กลุ่มของบริษัท Dupont ที่รายงานโดย William และคณะในปี ค.ศ. 1990 ที่เรียกว่า random amplified polymorphic DNA (RAPD) และอีกกลุ่มหนึ่งคือนักวิจัยจาก The California Institute of Biological Research รายงานโดย Welsh and Mcclelland ในปี ค.ศ. 1990 เช่นเดียวกันแต่เรียกว่า Arbitrarily-Primed PCR (AP-PCR) (Maheswaran *et al.*, 1986)

โมเลกุลเครื่องหมาย RAPD สามารถค้นพบยีนในสภาพข่ม (dominance) คือสามารถจำแนกลักษณะพันธุกรรมที่เป็นการข่มของยีนภายในตำแหน่งเดียวกัน (homozygous recessive) และทำได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของต้นพืช ตั้งแต่ระยะเป็นเมล็ด ต้นอ่อน จนถึงระยะสุกแก่แต่ช่วงระยะต้นอ่อนและช่วงระยะที่กำลังเจริญเติบโตเป็นระยะเหมาะสมที่จะนำมาศึกษา เนื่องจากมีปริมาณดีเอ็นเอมากที่สุด โมเลกุลเครื่องหมาย RAPD นี้ใช้ปริมาณชิ้นส่วนพืชหรือใบสำหรับสกัดดีเอ็นเอเพียงเล็กน้อย โดยสามารถจำแนกลักษณะพันธุกรรมของยีนที่สนใจได้อย่างแม่นยำมีประสิทธิภาพ ทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน (กฤษณพงศ์, 2543)

การระบุโมเลกุลเครื่องหมาย RAPD จำเป็นต้องมีการเพิ่มปริมาณของดีเอ็นเอ โดยอาศัยหลักการของปฏิกิริยา PCR เพราะดีเอ็นเอที่สกัดได้จากพืชนั้นมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอ ดังนั้นการเพิ่มปริมาณของดีเอ็นเอจึงต้องอาศัยหลักการทำปฏิกิริยา PCR ประกอบ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1) denature โดยการใช้อุณหภูมิที่ 94-95 $^{\circ}$C เป็นเวลา 15 วินาที -1 นาที เป็นการทำให้ DNA template แยกเป็นสายเดี่ยว ขั้นตอนที่ 2) annealing ด้วยอุณหภูมิ 35-36 $^{\circ}$C เป็น

เวลา 15 วินาที -1 นาที ต้องใช้อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ เพื่อให้ primer ไปเกาะตรงบริเวณคู่สมกันให้มากที่สุด และเกิดการเพิ่มขยายชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ต้องการ โดยไม่ต้องคำนึงถึงทิศทางของ primer ที่เกาะกับ DNA template เนื่องจากทิศทางการเกาะของ primer ไม่แน่นอน การที่เอนไซม์จะนำเบสมาต่อกับ primer ให้ได้ดีเอ็นเอเส้นใหม่ เฉพาะในทิศทางบริเวณปลาย 3' ของ primer เท่านั้น ขั้นตอนที่ 3) extension ที่อุณหภูมิ 72 °C เป็นเวลา 30 วินาที-2 นาที ทำให้เอนไซม์ DNA polymerase นำ nucleotide ที่เป็นคู่สมกับ DNA template มาต่อกับ primer จนเป็นเส้นยาว เกิดเป็นเส้นดีเอ็นเอเส้นใหม่ขึ้นมา ต่อจากนั้นเกิดปฏิกิริยาเหมือนขั้นตอนแรกเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่หลาย ๆ รอบ จนเกิดการจำลองเส้นดีเอ็นเอเส้นใหม่ขึ้นมาปริมาณมาก (กฤษณพงศ์, 2543) แต่เนื่องจาก primer มีขนาดสั้น ๆ จึงสามารถเกาะได้หลายตำแหน่ง จึงเป็นเหตุผลที่ RAPD สร้างดีเอ็นเอได้หลายชิ้น และพบว่าโอกาสเกิดดีเอ็นเอเส้นสั้น ๆ มีโอกาสเป็นไปได้มากกว่าเส้นยาว (สุรินทร์, 2545ก) โดยปกติขนาดของชิ้นดีเอ็นเออยู่ในช่วง 300-1500 เบส โดยทั่วไปปฏิกิริยา PCR มีการเพิ่มขั้นตอนก่อนและหลังการเกิดปฏิกิริยา PCR จริงอีก 1 รอบ โดยเพิ่มขั้นตอน denature ก่อนเริ่มปฏิกิริยาจริงที่อุณหภูมิ 95 °C ประมาณ 2-5 นาที เพื่อให้เกิดการแยกตัวของเส้นดีเอ็นเอมากที่สุด ใช้อุณหภูมิที่ 72 °C ประมาณ 5-7 นาที และการตรวจสอบการปรากฏของแถบดีเอ็นเอบน agarose gel ที่ความเข้มข้น 1-2 % โดยการย้อม ethidium bromide (สุรินทร์, 2545ก) และจำแนกความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอด้วยการให้ค่าตามการปรากฏของแถบดีเอ็นเอ โดยให้ค่าเป็น 1 สำหรับการปรากฏของแถบดีเอ็นเอ และให้ค่าเป็น 0 ถ้าไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ

เทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD; Random Amplified Polymorphic DNA) ประยุกต์จากเทคนิคพีซีอาร์ (PCR; Polymerase Chain Reaction) โดยใช้ไพรเมอร์แบบสุ่ม (random primer) ขนาด 8-12 นิวคลีโอไทด์ (nucleotide) เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในหลอดทดลอง ซึ่งทำได้สะดวกรวดเร็วและใช้ปริมาณดีเอ็นเอน้อย จากนั้นยังตรวจผลได้ทันทีด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส (electrophoresis) แล้วย้อมด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ (ethidium bromide) ซึ่งปรากฏแถบดีเอ็นเอ (DNA band) ที่เรืองแสงยูวี (UV; ultraviolet) สามารถใช้ตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตได้ (Klein-Lankhorst *et al.*, 1991)

องค์ประกอบของปฏิกิริยา PCR ได้แก่ 1) เส้นดีเอ็นเอแม่พิมพ์ (DNA template) ดีเอ็นเอที่ใช้ต้องเป็นดีเอ็นเอที่สะอาดพอสมควร ต้องไม่มีสิ่งเจือปนมากนัก และไม่แตกหัก เพราะมีผลต่อการทำซ้ำปฏิกิริยา 2) RAPD primer เป็น primer แบบสุ่มที่ได้จากการออกแบบขึ้นมาเองหรือสั่งซื้อเป็นชุดสำเร็จรูปจากบริษัท เช่น Operon Kit เป็นต้น ความยาวของเส้น primer ใช้ประมาณ 8-10 เบส ซึ่งถ้า primer ยิ่งมีขนาดสั้นมาก โอกาสที่สามารถเกาะกับเส้นดีเอ็นเอแม่พิมพ์ก็เป็นไปได้มาก (สุรินทร์, 2545ก) และขนาดของ genome มีผลต่อการทำปฏิกิริยา 3) PCR buffer เป็นตัว

ปรับสภาพสารละลายที่ทำปฏิกิริยาให้เหมาะสมต่อเอนไซม์ที่สามารถทำงานได้ โดยทั่วไปได้รับมาพร้อมกับเอนไซม์ DNA polymerase ซึ่งแตกต่างกันตามบริษัทผู้ผลิต ประกอบด้วย Tris-Cl pH 8.3 ความเข้มข้น 100 mM, gelatin 0.01% ซึ่ง buffer มีความเข้มข้นเป็น 10 เท่าของปฏิกิริยาปกติ และ $MgCl_2$ มีผลต่อการเกาะของ primer บนเส้น template 4) เบสนิวคลีโอไทด์ เป็นส่วนที่เอนไซม์ DNA polymerase จะนำไปต่อกับ primer เพื่อสร้างเป็น ดีเอ็นเอเส้นใหม่ ซึ่งอยู่ในรูป deoxy-nucleotide tri-phosphate (dNTPs) ซึ่งประกอบด้วยเบส 4 ชนิด คือ dATP, dCTP, dGTP และ dTTP ส่วนประกอบทั้ง 4 ผสมรวมกันในหลอดเดียวกันในปริมาณความเข้มข้นเท่ากับ 1 mM ของแต่ละชนิด 5) เอนไซม์ DNA polymerase โยทั่วไปนั้นประสิทธิภาพของการเกิดปฏิกิริยา PCR ขึ้นอยู่กับชนิดของเอนไซม์เป็นสำคัญ (สุรินทร์, 2545ข)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Steiner and Garcia de los Santos (2001) ได้เปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยากับการใช้เครื่องหมาย RAPD ใน Birdsfoot trefoil (*Lotus croniculatus* L.) จำนวน 28 พันธุ์ (exotic germplasm) ใช้จำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยา 18 ลักษณะ และใช้ไพรเมอร์ 6 ชนิดได้แก่ OPA-8, OPA-10, OPB-6, OPB-7, OPB-8 และ OPB-13 พบว่าสามารถเกิดแถบดีเอ็นเอทั้งหมดจำนวน 131 แถบ และคัดเลือกเฉพาะไพรเมอร์ OPB-13 ที่ให้แถบดีเอ็นเอ 19 แถบ ที่แสดงถึงความสัมพันธ์กับลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ถึง 100% และสามารถจัดกลุ่ม Birdsfoot trefoil ได้ 4 กลุ่ม

Li and Nelson (2002) ได้นำเครื่องหมาย RAPD ในการประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองพันธุ์ปลูก (*Glycine max* L.) จำนวน 40 สายพันธุ์ และพันธุ์ป่า (*Glycine soja* Siebold & Zucc.) จำนวน 40 สปีชีส์ โดยนำมาทดสอบกับไพรเมอร์ 23 ชนิด พบว่าเกิดแถบดีเอ็นเอจำนวน 269 แถบ และพบว่ามีไพรเมอร์เพียง 9 ชนิด ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับพันธุ์ป่า และมีไพรเมอร์เพียง 4 ชนิด ที่สามารถจำแนกถั่วเหลืองพันธุ์ปลูก และพบว่าถั่วเหลืองพันธุ์ป่ามีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูง (high frequencies) และพันธุ์ปลูกมีการสูญเสียลักษณะทางพันธุกรรมบางอย่าง (low frequencies) ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของถั่วเหลืองนี้อาจเป็นผลจากการกลายพันธุ์ หรือการคัดเลือกตัวอย่างที่ทดสอบ

ธีระชัย และ นฤมล (2543) ได้ศึกษาเทคนิคอาร์เอพีดีเพื่อการจำแนกพันธุ์พริกในประเทศไทย โดยเก็บตัวอย่างพริก 14 พันธุ์ มาตรวจสอบกับไพรเมอร์ 72 ชนิด พบว่าไพรเมอร์ 70 ชนิดสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ จากนั้นได้คัดเลือกไพรเมอร์จำนวน 20 ชนิด ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้อย่างชัดเจนมาตรวจสอบกับดีเอ็นเอของพริก พบว่าสามารถแยกความแตกต่าง

ระหว่างพันธุ์ได้โดยไพรเมอร์บางชนิดให้แถบดีเอ็นเอที่จำเพาะกับพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่ง จึงสามารถจำแนกพันธุ์พริกได้โดยไพรเมอร์ชนิดเดียว

Matsui *et al.*, (2002) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของแตงโมญี่ปุ่น 2 กลุ่ม คือ แตงโม makuwa จำนวน 7 พันธุ์ และแตงโม conomon จำนวน 4 พันธุ์ โดยใช้เทคนิค RAPD โดยใช้ไพรเมอร์ขนาด 12 นิวคลีโอไทด์ จำนวน 12 ชนิด พบว่าให้แถบดีเอ็นเอ 78 แถบ โดยไพรเมอร์ชนิดคู่ (combined primers) สามารถให้แถบดีเอ็นเอได้มากกว่าไพรเมอร์ชนิดเดี่ยว (single primers) และสามารถจำแนกพันธุ์แตงโมญี่ปุ่นและแสดงความสัมพันธ์กันของแตงโมญี่ปุ่นทั้ง 2 กลุ่ม

เสริมสกุล และ ดิเรก (2545) ได้ทำการรวบรวมพันธุ์มะกอกน้ำมันจากต่างประเทศจำนวน 18 พันธุ์ แล้วศึกษาถึงความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี ใช้ไพรเมอร์ที่เหมาะสม 16 ไพรเมอร์ และสามารถสร้างแถบดีเอ็นเอ (DNA band) แสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์มะกอกน้ำมันทั้ง 18 พันธุ์ และเมื่อจัดกลุ่มที่คล้ายกันทางพันธุกรรม เป็น dendrogram พบว่าสามารถใช้จำแนกมะกอกน้ำมันได้เป็น 8 กลุ่ม และพบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางพันธุกรรมกับลักษณะการใช้ประโยชน์ของผลมะกอกน้ำมัน ตลอดจนพบความสัมพันธ์กับประเทศแหล่งกำเนิดด้วย

Zebrowska and Tryka (2003) ได้ใช้เทคนิค RAPD ในการศึกษาและจำแนกความหลากหลายทางพันธุกรรมของสตรอเบอรี่ (*Fragaria spp.*) จำนวน 9 พันธุ์ ซึ่งพันธุ์ที่นำมาทดสอบมีการตอบสนองต่อช่วงแสงที่ต่างกัน โดยตรวจสอบกับไพรเมอร์ 73 ชนิด พบว่า มีไพรเมอร์ 21 ไพรเมอร์ (29%) ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ จากนั้นได้คัดเลือกมา 6 ไพรเมอร์ที่สามารถตรวจสอบถึงความแตกต่างในระดับพันธุ์ และพบว่ามีไพรเมอร์เพียง 3 ชนิด คือ E20, D6 และ D7 ที่สามารถจำแนกความแตกต่างได้อย่างชัดเจนและมีความสัมพันธ์กับการตอบสนองต่อช่วงแสงของสตรอเบอรี่ในแต่ละพันธุ์

Maheswaran *et al.*, (1986) ได้ศึกษาการระบุโมเลกุลเครื่องหมาย RAPD ที่มีความสัมพันธ์กับยีน Se-3(t) ที่ตอบสนองต่อช่วงแสงในข้าว 2 คู่ผสม โดยวิธีการ bulked segregant analysis จาก 2 ประชากรในชั่วที่ 2 จากการใช้โมเลกุลเครื่องหมายทั้งหมด 435 primers (Operon Technology) พบว่าไพรเมอร์ OPA-19 สามารถระบุความแตกต่างได้ 9 แถบ มี 2 แถบ ที่มีความแตกต่างกันกันระหว่างกลุ่ม โดยมีความสัมพันธ์กับยีน Se-3(t) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับยีนที่มีการตอบสนองต่อช่วงแสงในข้าว Sac Nau/Nam Saugi ทั้ง 19 คู่ผสม และการระบุโมเลกุลเครื่องหมาย RAPD ที่มีความสัมพันธ์กับยีนที่ควบคุมการผสมตัวเองในประชากรชั่วที่ 2 ของ hazelnut (Corylos avellana) ด้วยวิธีการ bulked segregant analysis

Yee *et al.*, (1999) ได้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของถั่วอสุกิ (Vigna angularis) โดยใช้เทคนิค RAPD และ AFLP พบว่า การใช้เทคนิค AFLP มีประสิทธิภาพในการตรวจพบความแตกต่างของถั่วอสุกิได้ดีกว่าเทคนิค RAPD โดยมีเปอร์เซ็นต์สูงถึง 83% เมื่อเทียบกับ RAPD ซึ่งมี 26%

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตของย่อม

อุปกรณ์

1. ต้นกล้าย่อมที่ได้จากการปักชำอายุ 2 เดือน จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่
    1.1 สายพันธุ์ป่าซาง
    1.2 สายพันธุ์สะเมิง
    1.3 สายพันธุ์แม่ริม
    1.4 สายพันธุ์ภูซาง
    1.5 สายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง
    1.6 สายพันธุ์เชียงดาว
2. ถุงพลาสติก (ถุงดำ) สำหรับปักชำต้นกล้า
3. ดินร่วน ทราย และแกลบดำ
4. ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15
5. ป้ายติดแปลง
6. เครื่องชั่ง
7. อุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล
8. อุปกรณ์ทางการเกษตรต่าง ๆ ได้แก่ จอบ สายยาง กรรไกรตัดกิ่ง และอื่น ๆ

วิธีการทดลอง

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมี 6 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำ รวม 18 หน่วยทดลอง แต่ละหน่วยทดลองมีขนาด 1 × 2.5 เมตร ระยะห่างระหว่างหน่วยทดลอง 0.5 เมตร และระยะห่างระหว่างซ้ำ 0.5 เมตร แต่ละหน่วยทดลองบรรจุสิ่งทดลองดังต่อไปนี้

สิ่งทดลองที่ 1 สายพันธุ์ป่าซาง

สิ่งทดลองที่ 2 สายพันธุ์สะเมิง
สิ่งทดลองที่ 3 สายพันธุ์แม่ริม
สิ่งทดลองที่ 4 สายพันธุ์ภูซาง
สิ่งทดลองที่ 5 สายพันธุ์แพร่
สิ่งทดลองที่ 6 สายพันธุ์เชียงดาว

2. การเตรียมดิน

ทำการผสมดินแล้วกรอกใส่ถุงดำขนาด 6 × 12 นิ้ว เพื่อทำการปักชำกิ่งพันธุ์ฮ่อม และทำการเตรียมแปลงในโรงเรือน ขนาดแปลง 1 × 2.5 เมตร จำนวน 18 แปลง

3. การปลูก

ทำการคัดเลือกฮ่อมมา 6 สายพันธุ์ แล้วทำการตัดกิ่งที่แข็งแรงมาปักชำลงในถุงที่เตรียมเอาไว้ในโรงเรือนและทำการให้น้ำทุก ๆ วันในเวลาเย็น

เมื่อฮ่อมตั้งตัวได้ใช้เวลาประมาณ 1 เดือน ทำการคัดเลือกเอาต้นที่มีความสม่ำเสมอกันมาปลูกลงในแปลงทดลองในเรือนเพาะชำที่ทำการเตรียมเอาไว้ จำนวน 18 แปลง แปลงละ 10 ต้น ใช้ระยะปลูก 25 × 50 โดยใช้ปุ๋ยคอกรองก้นหลุมก่อนปลูก

4. การดูแลรักษา

ให้น้ำโดยการใช้สายยางและบัวรดน้ำ โดยทำการให้น้ำเป็นประจำทุกวันในช่วงเวลาเช้า และเย็น และทำการใส่ปุ๋ยเมื่อครบ 3 สัปดาห์ ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และกำจัดวัชพืชทุก ๆ สัปดาห์

5. การเก็บเกี่ยว

ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อฮ่อมมีอายุได้ 6 เดือน ทำการตัดที่โคนต้นให้เหลือตอประมาณ 4 นิ้ว เพื่อให้ต้นฮ่อมมีการเจริญเติบโต แตกกิ่งก้านในฤดูที่ 2 ต่อไป

การบันทึกข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลทุกต้นภายในแปลง รวมทั้งสิ้น 180 ต้น เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. วันปลูก
2. ความสูงต้น (วัดทุก 15 วัน)
3. ความสูงขณะเก็บเกี่ยว
4. จำนวนต้นต่อพื้นที่
5. จำนวนกิ่งต่อต้น
6. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น
7. ผลผลิตต่อต้น
8. ผลผลิตต่อพื้นที่
9. ผลผลิตต่อไร่
10. อายุเก็บเกี่ยว

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

ตาราง 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

Source of Variation	df
Total	17
Block	2
Treatments	5
Error	10

CV %

ดำเนินการเปรียบเทียบ F – Cal. กับ F ที่อ่านได้จากตารางมาตรฐานตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Statistic Analysis System version 9.0 (SAS)

การทดลองที่ 2 การสกัดสีและระบายสีจากฮ่อม

การสกัดสีจากฮ่อม ด้วยวิธีการของ อรุณี (2551)

อุปกรณ์

1. ถังหมัก
2. ฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์
3. น้ำเปล่า
4. ปูนขาว
5. ตะแกรงใช้สำหรับคน
6. ถุงผ้าด้ายดิบใช้สำหรับกรอง

วิธีการทดลอง

1. แช่มัดฮ่อม กิ่ง และใบในน้ำเปล่าในอัตราส่วน 1:5 นาน 3 วัน
2. ทำให้ครามตกตะกอนโดยเติมปูนขาว 10 กรัมต่อน้ำคราม 1 ลิตร
3. ตีน้ำครามด้วยไม้ตีจนน้ำสีเป็นฟองสีน้ำเงินเข้ม
4. ทิ้งให้ไว้ข้ามคืนให้เนื้อครามตกตะกอน
5. กรองน้ำสีโดยผ่านถุงผ้าด้ายดิบ แล้วบิดให้น้ำสีแห้งเหลือเฉพาะตะกอนสี แล้วนำสีที่ได้ไปผ่านการบันทึกน้ำหนัก และระบายสีกระดาษ

การระบายสีฮ่อมลงบนกระดาษ

อุปกรณ์

1. กระดาษพิมพ์เขียนสีขาวคุณภาพกระดาษขนาด 80 แกรม ของบริษัท Advance Paper Co.,Ltd
2. พู่กัน
3. บิกเกอร์
4. ช้อนตักสาร
5. สีฮ่อมเปียก
6. สารประกอบที่เป็นด่าง เข้มข้น 1%

7. น้ำส้มสายชูความเข้มข้น 5 %

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมสี 1 กรรมวิธีใช้ 3 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างทำการผสมสีย่อมเปียก 3 กรัม กับสารประกอบน้ำปูนใส 2 มิลลิลิตรและน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 5% 1 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน

2. ใช้พู่กันระบายสีตามข้อที่ 1 ลงบนกระดาษพิมพ์เขียนสีขาวคุณภาพกระดาษขนาด 80 แกรม ในพื้นที่ 20×20 ตารางเซนติเมตร

3. ผึ่งทิ้งไว้ให้แห้ง

4. นำกระดาษที่ได้ตามข้อ 3 ไปวัดคุณภาพสีโดยวัดจากค่าความสว่าง (L) และค่าความเข้มสีฟ้า (b) โดยใช้เครื่องสเป็คโตรโฟโตมิเตอร์

การบันทึกข้อมูล

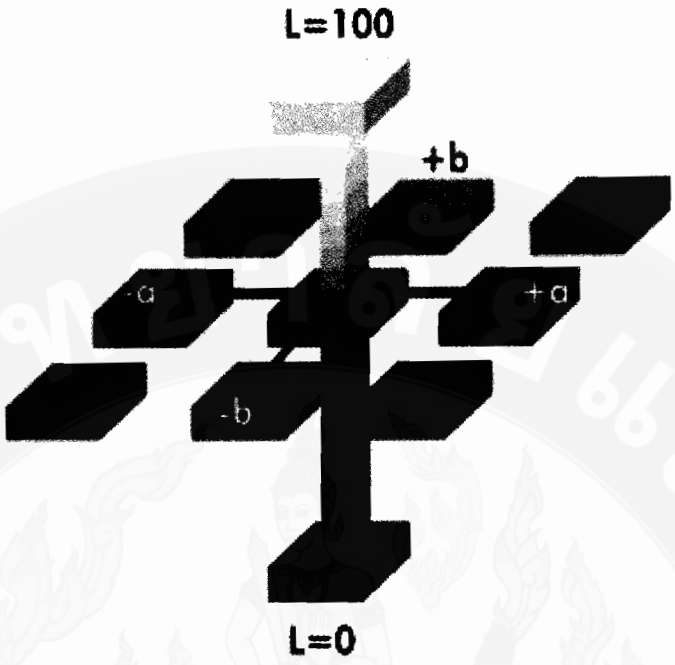
ทำการบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

1. น้ำหนักตะกอนสีย่อมเปียก โดยชั่งจากตะกอนสีย่อมเปียกที่ได้จากการสกัดสี

2. ความเข้มสี โดยใช้เครื่องสเป็คโตรโฟโตมิเตอร์แบบดิจิตอล โดยวัดค่าความสามารถในการผ่านแสงของวัตถุจากค่าความสว่าง (L) และค่าความเข้มของสีฟ้า (b)

ค่าความสว่าง (L) มีค่าเป็นบวก ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-100 ยิ่งมีค่ามากแสดงว่ามีวัตถุที่ทดสอบแสงสามารถผ่านได้มาก

ค่าความเข้มของสี โดยวัดจากค่า b (สีฟ้าและสีเหลือง) b มีค่าเป็นได้ทั้งบวกและลบ (-100)-(100) ถ้ามีค่าเป็นบวกจะได้สีเหลือง ถ้ามีค่าเป็นลบจะได้เป็นสีฟ้า ยิ่งค่าติดลบมากเท่าไหร่แสดงว่ามีความเข้มของสีฟ้ามากเท่านั้น (ดังภาพ 1)



ภาพ 1 กราฟค่าวัดสีจากเครื่องสเป็คโตรโฟโตมิเตอร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความแปรปรวนในแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3 การวิเคราะห์เครื่องหมาย RAPD ของฮ่อม

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างฮ่อม
2. ชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพและบันทึกรูปแบบของแถบดีเอ็นเอ
3. หลอดทดลองขนาด 0.2 มิลลิลิตร และ 1.5 มิลลิลิตร
4. ชุดอุปกรณ์แยกดีเอ็นเอด้วยกระแสไฟฟ้า
5. เครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง
6. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดัน
7. เครื่องชั่งดิจิตอลไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง

8. ชุดโกร่งบด

9. Micropipette

10. Vortex mixer

11. Water bath

12. Hot plate stirrer

13. CTAB (Hexadecyltrimethyl ammonium bromide)

14. EDTA (Ethylene diaminetetra acetic disodium salt)

15. Tris (Hydroxymethyl)

16. 2-mercaptoethanol

17. Chloroform-isoamyl alcohol

18. Isopropanol

19. Ethanol

20. Sodium Chloride

21. Gel star

22.DMSO (Dimethyl sulfoxide)

23. Agarose

24. TAE buffer

25. Ammonium acetate

26. Liquid nitrogen

27. Loading dye

28. RAPD Primers

29. Molecular weight marker (100+1.5 kb DNA Ladder, Sibenzyme)

30. PCR buffer

31. Taq DNA polymerase (Qiagen)

32. dNTPs

33. Deionized water

วิธีการทดลอง

1. ทำการสกัด DNA โดยประยุกต์วิธีจาก Doyle and Doyle (1987)

1.1 ชั่งใบอ่อนที่ต้องการสกัด ปริมาณ 0.2 กรัม ใส่ลงในโกร่ง เติมไนโตรเจนเหลว และบดให้ละเอียด นำผงจากใบที่เติมลงในหลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร ที่มีบัฟเฟอร์สกัด 2X CTAB จำนวน 0.5 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 65 $^{\circ}$C นาน 30 นาที

1.2 หลังจากนั้นเติมคลอโรฟอร์ม : ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (24 : v/v) ปริมาตร 0.55 มิลลิลิตร เขย่าหลอดและนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที นาน 4 นาที ดูดสารละลายส่วนบน 0.6 มิลลิลิตร ใส่หลอดใหม่ที่เติมคลอโรฟอร์ม : ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (24 : v/v) ปริมาตร 0.55 มิลลิลิตร เขย่าหลอดไปมา นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที นาน 4 นาที ดูดสารละลายส่วนบน 0.6 มิลลิลิตร ตกตะกอนดีเอ็นเอโดยการเติม Ammonium acetate 0.15 มิลลิลิตร และ 80% Ethanol 1 มิลลิลิตร เขย่าหลอดให้สารละลาย แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20°C นาน 30 นาที

1.3 หลังจากนั้นนำหลอดไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เห็นตะกอนดีเอ็นเอติดที่ก้นหลอด เทส่วนของสารละลายทิ้ง ตกตะกอนดีเอ็นเอด้วย 70% Ethanol 1 มิลลิลิตร นำหลอดไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 14,000 รอบต่อนาที นาน 3 นาที จำนวน 3 ครั้ง

1.4 ดูดสารละลายทิ้งออกให้มากที่สุด เหลือตะกอนดีเอ็นเอไว้ เปิดฝาทิ้งไว้ประมาณ 5-10 นาที เพื่อให้ตะกอนดีเอ็นเอแห้ง เติม Tris-EDTA buffer pH 8.0 ลงไป หลอดละ 0.15 มิลลิลิตร เพื่อละลายตะกอนดีเอ็นเอ เติม RNase 0.5 มิลลิลิตร นำหลอดไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง นำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคพีซีอาร์ หรือเก็บรักษาดีเอ็นเอไว้ในอุณหภูมิ -20°C เพื่อรอทำปฏิกิริยาพีซีอาร์

2. วัดปริมาณดีเอ็นเอ โดยการละลายดีเอ็นเอให้เจือจางด้วย TE buffer เตรียม dilution 1 : 100 และนำค่าการดูดกลืนแสงเหนือม่วงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร และทำการคำนวณหาความเข้มข้นของดีเอ็นเอส่วนคุณภาพของดีเอ็นเอตรวจสอบจากอัตราส่วนการดูดกลืนแสงเหนือม่วงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร และ 280 นาโนเมตร ดีเอ็นเอที่มีคุณภาพดีควรมีอัตราส่วนระหว่าง 1.5-1.8

3. ตรวจสอบคุณภาพดีเอ็นเอ โดยนำดีเอ็นเอมาแยกบนแผ่นเจล 0.8% agarose ด้วยกระแสไฟฟ้า ย้อมด้วย Ethidium bromide ส่องดูใต้แสงอุลตร้าไวโอเลต ดีเอ็นเอที่มีคุณภาพดีต้องไม่มี RNA ปน

4. นำสารละลายดีเอ็นเอมาปรับปริมาณให้มีความเข้มข้น 10 นาโนกรัม/ไมโครลิตร เพื่อใช้ทำพีซีอาร์

5. ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์

6. นำหลอดที่ได้จากการทำปฏิกิริยาเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ มาแยกดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็คโตรโฟเรซิสบนอากาโรสเจล โดยมาผสมกับ loading dye จากนั้นนำมา load ลงในแผ่นเจล 2.0% แล้วใช้กระแสไฟฟ้า 100 volts ใช้เวลาแยกประมาณ 2 ชั่วโมง แล้วย้อมด้วย Ethidium bromide 1 µl นาน 15 นาที ล้างด้วยน้ำสะอาด 5 นาที บันทึกภาพภายใต้แสง UV

การบันทึกข้อมูล

พิจารณาการปรากฏและไม่ปรากฏดีเอ็นเอของลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ซึ่งได้จากไพรเมอร์ที่แสดงความแตกต่างทางพันธุกรรม (polymorphic band) ซึ่งกำหนดค่าให้เป็น 1 และ 0 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แถบเครื่องหมายที่สามารถแสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ (polymorphism) ของไพรเมอร์ที่สามารถให้แถบทุกพันธุ์ โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของย่อม โดยวิธี UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using Arithmetical averages) และจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของย่อมที่ศึกษา แบบ Jaccard's coefficient (J) จากโปรแกรม NTSYS-pc 2.0 (Numerical Taxonomy and Systematic Personal Computer)

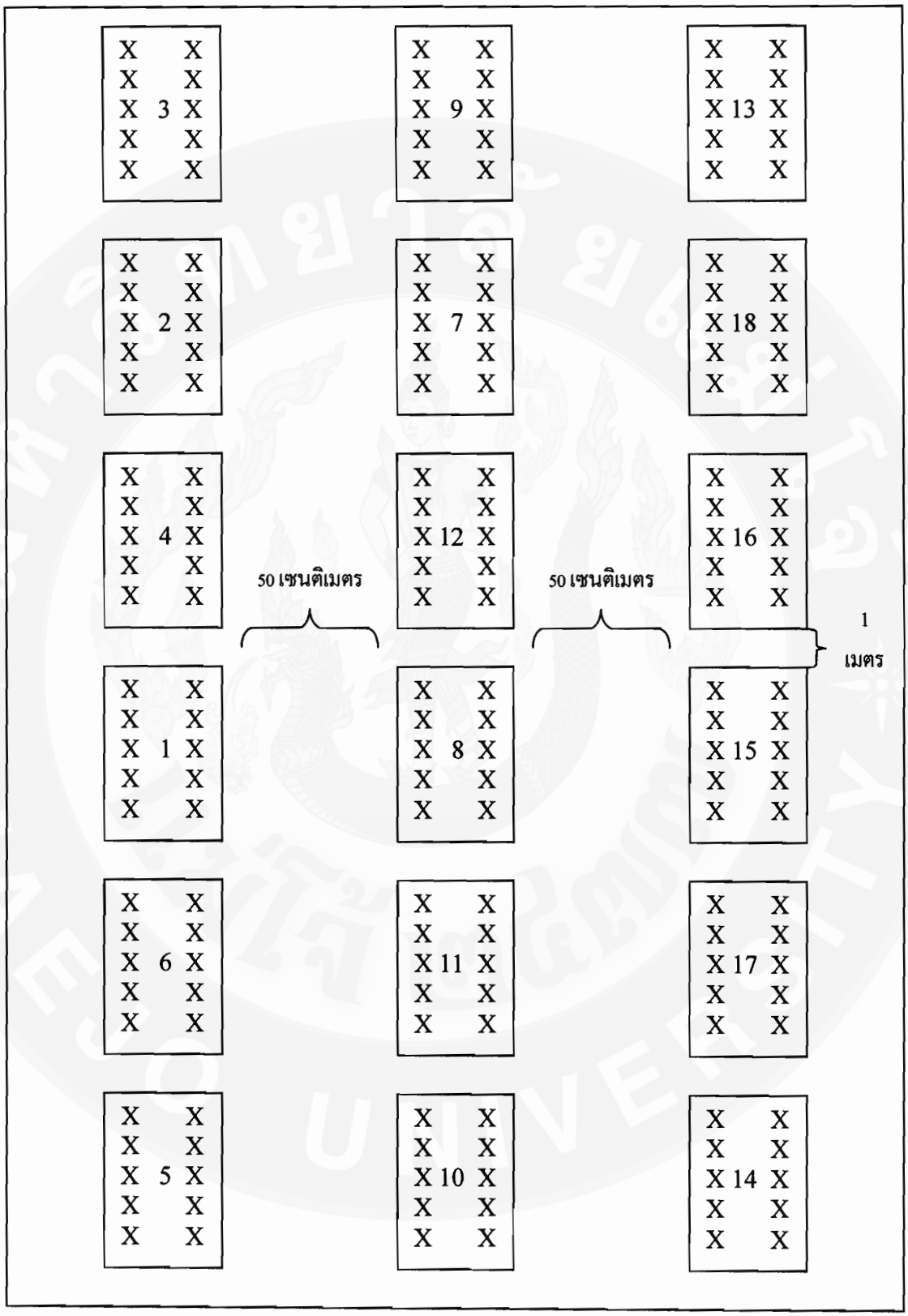
ทำการเปรียบเทียบผลจากการจัดกลุ่มย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ โดยการวิเคราะห์ Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) กับผลจากการจัดกลุ่มย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์โดยอาศัยค่าความคล้ายคลึงทางพันธุกรรม

เวลาและสถานที่

เวลา	เริ่มดำเนินการ	เดือนมิถุนายน พ.ศ.2550
	สิ้นสุดการดำเนินการ	เดือนมิถุนายน พ.ศ.2551

สถานที่

1. ห้องปฏิบัติการดีเอ็นเอภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่
2. โรงเรือนปลูกพืชทดลอง ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่
3. ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยพืชไร่ เชียงใหม่



ภาพ2 แผนผังแปลงทดลองการทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตของฮ่อม

ตาราง 3 Plot identification (Plot Number)

Treatment	Rep		
	I	**II**	**III**
T_1	1	7	13
T_2	2	8	14
T_3	3	9	15
T_4	4	10	16
T_5	5	11	17
T_6	6	12	18

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การทดสอบความสามารถในการให้ผลผลิตของฮ่อม

1. การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของฮ่อมอายุ 15 วัน หลังปลูก ถึงเก็บเกี่ยวอายุ 150 วัน

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของฮ่อม 6 สายพันธุ์ อายุตั้งแต่หลังย้ายปลูก 15 วัน ถึงเก็บเกี่ยวพบว่า

1.1 ความสูงของฮ่อมอายุ 15 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 15 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 12.50-15.76 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์เชียงดาวมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง, ป่าซาง, แม่ริม, สะเมิง และภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 15.76, 15.00, 14.86, 13.67, 13.65 และ 12.50 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

1.2 ความสูงของฮ่อมอายุ 30 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 30 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 14.86-18.50 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์เชียงดาวมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง, ป่าซาง, แม่ริม, สะเมิง และภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 18.50, 17.63, 17.61, 16.92, 16.79 และ 14.86 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

1.3 ความสูงของฮ่อมอายุ 45 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 45 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 17.17-21.12 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์เชียงดาวมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง, สะเมิง และภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 21.12, 20.91, 20.23, 20.03, 20.00 และ 17.17 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

1.4 ความสูงของฮ่อมอายุ 60 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 60 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 19.28-25.32 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์แม่ริมมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด

รองลงมาคือสายพันธุ์สะเมิง, เชียงดาว, ป่าซาง,ทุ่งโฮ้ง และภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 25.32, 24.17, 24.06, 23.50, 22.72 และ 19.28 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

1.5 ความสูงของฮ่อมอายุ 75 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 75 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20.47-28.48 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, เชียงดาว, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 28.48, 27.81, 26.01, 25.03, 24.50 และ 20.47 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

1.6 ความสูงของฮ่อมอายุ 90 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 90 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 21.53-31.46 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, เชียงดาว, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 31.46, 30.36, 28.53, 27.55, 27.05 และ 21.53 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

1.7 ความสูงของฮ่อมอายุ 105 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 105 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 23.01-34.40 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์แม่ริมมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์สะเมิง, เชียงดาว, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 34.40, 33.54, 30.56, 29.50, 28.57 และ 23.01 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

1.8 ความสูงของฮ่อมอายุ 120 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 120 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.85-37.66 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, เชียงดาว, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 37.66, 37.01, 32.48, 31.98, 31.06 และ 24.85 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

1.9 ความสูงของฮ่อมอายุ 135 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 135 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26.51-41.38 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด

รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, เชียงดาว, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 41.38, 39.77, 34.38, 33.57, 32.89 และ 26.51 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

1.10 ความสูงของฮ่อมอายุ 150 วัน

ผลการทดลองพบว่าความสูงของฮ่อมอายุ 150 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยความสูงมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27.70-44.62 เซนติเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, เชียงดาว, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้งและภูซางตามลำดับ โดยมีความสูงเฉลี่ยดังนี้ 44.62, 42.43, 36.23, 34.37, 33.83 และ 27.70 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ความสูงเฉลี่ยทุก 15 วัน ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

พันธุ์	ความสูงของฮ่อม (เซนติเมตร)									
	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน	75 วัน	90 วัน	105 วัน	120 วัน	135 วัน	150 วัน
ป่าซาง	14.86	17.61	20.23	23.50	25.03	27.55	29.50	31.98	33.57	34.37
สะเมิง	13.65	16.79	20.00	24.17	28.48	31.46	33.54	37.66	41.38	44.62
แม่ริม	13.67	16.92	20.91	25.32	27.81	30.36	34.40	37.01	39.77	42.43
ภูซาง	12.50	14.86	17.17	19.28	20.47	21.53	23.01	24.85	26.51	27.70
ทุ่งโฮ้ง	15.00	17.63	20.03	22.72	24.50	27.05	28.57	31.06	32.89	33.83
เชียงดาว	15.76	18.50	21.12	24.06	26.01	28.53	30.56	32.48	34.38	36.23
Mean	14.24	17.05	19.91	23.17	25.38	27.75	29.93	32.51	34.75	36.51
F-test	ns [1]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V (%)	11.43	10.55	10.58	11.53	14.14	15.05	14.85	16.06	18.83	19.95

หมายเหตุ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan'Multiple Range Test

[1] ns คือไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตาราง 5 ร้อยละของความสูงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วง 15 วันของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

พันธุ์	อัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของฮ่อม (%)								
	15-30 วัน	30-45 วัน	45-60 วัน	60-75 วัน	75-90 วัน	90-105 วัน	105-120 วัน	120-135 วัน	135-150 วัน
ป่าซาง	18.51	14.88	16.16	6.51	10.07	7.08	8.41	4.97	2.38
สะเมิง	23.00	19.12	20.85	17.83	10.46	6.61	12.28	9.88	7.83
แม่ริม	23.77	23.58	21.09	9.83	9.17	13.31	7.59	7.46	6.69
ภูซาง	18.88	15.55	12.29	6.17	5.18	6.87	8.00	6.68	4.49
ทุ่งโฮ้ง	17.53	13.61	13.43	7.83	10.41	5.62	8.72	5.89	2.86
เชียงดาว	17.39	14.16	13.92	8.10	9.69	7.12	6.28	5.85	5.38
Mean	19.85	16.82	16.29	9.38	9.16	7.77	8.55	6.79	4.94

2. การเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 15 วัน หลังปลูก ถึงเก็บเกี่ยวอายุ 150 วัน

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อม 6 สายพันธุ์ อายุตั้งแต่หลังย้ายปลูก 15 วัน ถึงเก็บเกี่ยวพบว่า

2.1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 15 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 15 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.32-3.51 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์เชียงดาวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, สะเมิง, ทุ่งโฮ้ง, ป่าซาง และ ภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 3.51, 3.27, 3.18, 2.48, 2.41 และ 2.32 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 6

2.2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 30 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 30 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.44-3.64 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์เชียงดาวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, สะเมิง, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และ ภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 3.64, 3.48, 3.39, 2.78, 2.65 และ 2.44 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 6

2.3 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 45 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 45 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.26-3.88 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์เชียงดาวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, สะเมิง, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และ ภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 3.88, 3.74, 3.70, 3.11, 2.87 และ 2.62 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 6

2.4 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 60 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 60 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.75-4.41 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์แม่ริมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์

เชียงดาว, สะเมิง, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และ ภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 4.41, 4.33, 4.17, 3.51, 3.37 และ 2.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 6

2.5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 75 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 75 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.92-4.72 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์เชียงดาวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์สะเมิง, แม่ริม, ทุ่งโฮ้ง, ป่าซาง และ ภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 4.72, 4.69, 4.56, 3.81, 3.79 และ 2.93 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 6

2.6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 90 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 90 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.15-5.26 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, เชียงดาว, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และ ภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 5.26, 5.09, 5.09, 4.23, 4.06 และ 3.15 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 6

2.7 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 105 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 105 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.29-5.49 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์เชียงดาว, แม่ริม, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และ ภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 5.49, 5.27, 5.25, 4.38, 4.26 และ 3.29 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 6

2.8 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 120 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 120 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.50-6.00 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, เชียงดาว, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และ ภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 6.00, 5.73, 5.61, 4.82, 4.59 และ 3.50 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 6

2.9 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 135 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 135 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.84-6.72 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, เชียงดาว, ป่าซาง ทุ่งโฮ้ง และ ภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 6.72, 6.16, 5.90, 5.27, 4.90 และ 3.84 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 6

2.10 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 150 วัน

ผลการทดลองพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อมอายุ 150 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.11-7.23 มิลลิเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, เชียงดาว, ป่าซาง ทุ่งโฮ้ง และภูซางตามลำดับ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยดังนี้ 7.23, 6.54, 6.43, 5.59, 5.26 และ 4.11 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

ตาราง 6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยทุก 15 วัน ของย่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

พันธุ์	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของต้นย่อม (มิลลิเมตร)									
	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน	75 วัน	90 วัน	105 วัน	120 วัน	135 วัน	150 วัน
ป่าซาง	2.41 [1]	2.78	3.11	3.51^{abc}	3.79^{b}	4.23^{ab}	4.38^{ab}	4.82^{ab}	5.27^{ab}	5.59^{abc}
สะเมิง	3.18	3.39	3.70	4.17^{ab}	4.69^{a}	5.26^{a}	5.49^{a}	6.00^{a}	6.72^{a}	7.23^{a}
แม่ริม	3.27	3.48	3.74	4.41^{a}	4.56^{ab}	5.09^{a}	5.25^{a}	5.73^{ab}	6.16^{ab}	6.54^{ab}
ภูซาง	2.32	2.44	2.62	2.75^{c}	2.93^{c}	3.15^{b}	3.29^{b}	3.50^{c}	3.84^{c}	4.11^{c}
ทุ่งโฮ้ง	2.48	2.65	2.87	3.37^{bc}	3.81^{b}	4.06^{ab}	4.26^{ab}	4.59^{bc}	4.90^{bc}	5.26^{bc}
เชียงดาว	3.51	3.64	3.88	4.33^{ab}	4.72^{a}	5.08^{a}	5.27^{a}	5.61^{ab}	5.90^{ab}	6.43^{ab}
Mean	2.86	3.07	3.32	3.76	4.05	4.48	4.66	5.04	5.46	5.86
F-test	ns [2]	ns	ns	* [3]	** [4]	*	*	**	**	**
C.V (%)	19.24	17.84	12.01	13.79	11.62	14.43	15.14	13.21	13.66	14.62

หมายเหตุ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan'Multiple Range Test

[1] ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันในทางสถิติ

[2] ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

[3] * คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

[4] ** คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (p<0.01)

ตาราง 7 ร้อยละของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วง 15 วัน ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

พันธุ์	อัตราการเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของฮ่อม (%)								
	15-30 วัน	30-45 วัน	45-60 วัน	60-75 วัน	75-90 วัน	90-105 วัน	105-120 วัน	120-135 วัน	135-150 วัน
ป่าซาง	15.35	11.87	12.86	7.98	11.61	3.55	10.05	9.34	6.07
สะเมิง	6.60	9.14	12.70	12.47	12.15	4.37	9.29	12.00	7.59
แม่ริม	6.42	7.47	17.91	3.40	11.62	3.14	9.14	7.50	6.17
ภูซาง	5.17	7.38	4.96	6.55	7.51	4.44	6.38	9.71	7.03
ทุ่งโฮ้ง	6.85	8.30	17.42	13.06	6.56	4.93	7.75	6.75	7.35
เชียงดาว	3.70	6.59	11.60	9.01	7.63	3.74	6.45	5.17	8.98
Mean	7.35	8.46	12.91	8.74	9.51	4.03	8.18	8.41	7.20

3. การเจริญเติบโตทางด้านจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 15 วัน หลังปลูก ถึงเก็บเกี่ยวอายุ 150 วัน

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งของฮ่อม 6 สายพันธุ์ อายุตั้งแต่หลังย้ายปลูก 15 วัน ถึงเก็บเกี่ยวพบว่า

3.1 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 15 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 15 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.20-7.50 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ภูซาง, ทุ่งโฮ้ง, แม่ริม, สะเมิง และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 7.50, 6.90, 6.53, 4.40, 3.67 และ 3.20 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

3.2 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 30 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 30 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.25-7.83 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ภูซาง, ทุ่งโฮ้ง, แม่ริม, สะเมิง และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 7.83, 7.00, 6.73, 4.67, 3.67 และ 3.25 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

3.3 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 45 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 45 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.37-8.30 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง, ภูซาง, แม่ริม, สะเมิง และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 8.30, 7.40, 7.00, 4.77, 3.97 และ 3.37 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

3.4 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 60 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 60 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.67-9.27 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ภูซาง, ทุ่งโฮ้ง, แม่ริม, สะเมิง และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 9.27, 8.37, 8.33, 5.10, 4.67 และ 3.67 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

3.5 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 75 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 75 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.40-11.43 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง, ภูซาง, แม่ริม, สะเมิง และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 11.43, 9.47, 9.10, 5.30, 5.20 และ 4.40 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

3.6 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 90 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 90 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.83-13.20 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง, ภูซาง, สะเมิง, แม่ริม และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 13.20, 12.67, 12.53, 6.53, 6.07 และ 4.83 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

3.7 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 105 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 105 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.33-14.10 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง, ภูซาง, สะเมิง, แม่ริม และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 14.10, 13.89, 13.67, 7.41, 7.08 และ 5.33 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

3.8 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 120 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 120 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.14-15.42 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง, ภูซาง, สะเมิง, แม่ริม และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 15.42, 15.02, 14.49, 8.32, 7.84 และ 6.14 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

3.9 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 135 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 135 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.88-16.85 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง, ภูซาง, สะเมิง, แม่ริม และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 16.85, 16.24, 15.45, 9.63, 9.32 และ 6.88 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

3.10 จำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 150 วัน

ผลการทดลองพบว่าจำนวนกิ่งของฮ่อมอายุ 150 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนกิ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.23-18.17 กิ่งต่อต้น ซึ่งสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง, ภูซาง, สะเมิง, แม่ริม และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยดังนี้ 18.17, 17.00, 16.20, 10.57, 9.97 และ 7.23 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ ดังตาราง 8

ตาราง 8 จำนวนกิ่งเฉลี่ยทุก 15 วัน ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

พันธุ์	จำนวนกิ่งของต้นฮ่อม (กิ่งต่อต้น)									
	15 วัน	30 วัน	45 วัน	60 วัน	75 วัน	90 วัน	105 วัน	120 วัน	135 วัน	150 วัน
ป่าซาง	7.50[a][1]	7.83[a]	8.30[a]	9.27[a]	11.43[a]	13.20[a]	14.10[a]	15.42[a]	16.85[a]	18.17[a]
สะเมิง	3.67[c]	3.67[c]	3.97[c]	4.67[b]	5.20[c]	6.53[b]	7.41[b]	8.32[b]	9.63[b]	10.57[b]
แม่ริม	4.40[bc]	4.67[bc]	4.77b[c]	5.10[b]	5.30[c]	6.07[b]	7.08[b]	7.84[b]	9.32[b]	9.97[b]
ภูซาง	6.90[ab]	7.00[ab]	7.00[ab]	8.37[a]	9.10[b]	12.53[a]	13.67[a]	14.49[a]	15.45[a]	16.20[a]
ทุ่งโฮ้ง	6.53[ab]	6.73[ab]	7.40[ab]	8.33[a]	9.47[b]	12.67[a]	13.89[a]	15.02[a]	16.24[a]	17.00[a]
เชียงดาว	3.20[c]	3.25[c]	3.37[c]	3.67[b]	4.40[c]	4.83[b]	5.33[b]	6.14[b]	6.88[b]	7.23[b]
Mean	5.37	5.53	5.80	6.57	7.48	9.31	10.25	11.21	12.39	13.19
F-test	** [2]	**	**	**	**	**	**	**	**	**
C.V (%)	24.66	26.07	26.16	14.06	14.32	20.55	16.59	16.04	13.86	14.63

หมายเหตุ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan'Multiple Range Test

[1] ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันในทางสถิติ

[2] ** คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.01$)

ตาราง 9 ร้อยละของอัตราการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนกิ่งที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วง 15 วัน ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หลังการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

พันธุ์	อัตราการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนกิ่งของฮ่อม (%)								
	15-30 วัน	30-45 วัน	45-60 วัน	60-75 วัน	75-90 วัน	90-105 วัน	105-120 วัน	120-135 วัน	135-150 วัน
ป่าซาง	4.40	6.00	11.69	23.30	15.49	6.82	9.36	9.27	7.83
สะเมิง	0.00	8.17	17.63	11.35	25.58	13.48	12.28	15.75	9.76
แม่ริม	6.14	2.14	6.92	3.92	14.53	16.64	10.73	18.88	6.97
ภูซาง	1.45	0.00	19.57	8.72	37.69	9.10	6.00	6.63	4.85
ทุ่งโฮ้ง	3.06	9.96	12.57	13.69	33.79	9.63	8.14	8.12	4.68
เชียงดาว	1.56	3.69	8.90	19.89	9.77	10.35	15.20	12.05	5.09
Mean	2.77	4.99	12.88	13.48	22.81	11.00	10.28	11.78	6.53

4. ผลผลิตของฮ่อม

4.1 ผลผลิตน้ำหนักต้นสดต่อพื้นที่

ผลการทดลองพบว่าผลผลิตน้ำหนักต้นสดของฮ่อมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผลผลิตน้ำหนักสดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 322.05-1,011.01 กรัม ต่อพื้นที่ 0.75 ตารางเมตร ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง, เชียงดาว และ ภูซางตามลำดับ โดยมีผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ยดังนี้ 1,011.01, 670.89, 614.33, 611.06, 569.77 และ 322.05 กรัม ต่อพื้นที่ 0.75 ตารางเมตร ตามลำดับ ดังตาราง 10

4.2 ผลผลิตน้ำหนักต้นสดต่อไร่

ผลผลิตต่อไร่ของฮ่อมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผลผลิตต่อไร่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 687.04-2,156.82 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีผลผลิตต่อไร่มากที่สุด รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง, เชียงดาว และ ภูซางตามลำดับ โดยมีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยดังนี้ 2,156.82, 1,431.23, 1,310.57, 1,303.59, 1,215.52 และ 687.04 กิโลกรัมกรัมต่อไร่ตามลำดับ ดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลผลิตน้ำหนักต้นสด น้ำหนักสีเปียก และผลตอบแทน ของฮ่อมที่อายุเก็บเกี่ยว 150 วัน

พันธุ์	ผลผลิต			
	น้ำหนักต้นสด กรัม/ 0.75 ตรม.	น้ำหนักต้นสด กิโลกรัม/ ไร่	น้ำหนักสีเปียก กิโลกรัม/ ไร่	ผลตอบแทน [3] บาท/ ไร่
ป่าซาง	614.33^{bc} [1]	1,310.57^{bc}	65.27^{b}	3,916.20-11,748.6
สะเมิง	1,011.01^{a}	2,156.82^{a}	130.12^{a}	7,807.20-23,421.6
แม่ริม	670.89^{b}	1,431.23^{b}	78.87^{b}	4,732.20-14,196.6
ภูซาง	322.05^{d}	687.04^{d}	61.98^{b}	3,718.80-11,156.4
ทุ่งโฮ้ง	611.06^{bc}	1,303.59^{bc}	58.94^{b}	3,536.40-10,609.2
เชียงดาว	569.77^{c}	1,215.52^{c}	54.52^{b}	3,271.20-9,813.6
Mean	633.19	1350.80	74.95	
F-test	** [2]	**	**	
C.V (%)	6.30	6.30	23.29	

หมายเหตุ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan'Multiple Range Test

[1] ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันในทางสถิติ

[2] ** คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (p<0.01)

[3] ราคาตะกอนสีฮ่อมเปียกประมาณ 60-180 บาท ต่อกิโลกรัม

การทดลองที่ 2 การสกัดสีและการระบายสีจากฮ่อม

1. ผลผลิตของสีฮ่อมเปียกจากการสกัดสีจากตัวอย่างฮ่อม 200 กรัม

จากการนำตัวอย่างต้นสดฮ่อมจำนวน 200 กรัม ไปสกัดสี และระบายกระดาษพิมพ์เขียนสีขาวขนาด 80 แกรม เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของสี ผลการทดลองพบว่า

1.1 น้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียก

ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียกมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9-18 กรัม ซึ่งสายพันธุ์ภูซางมีน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียกเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 18 กรัม รองลงมาคือสายพันธุ์สะเมิง, แม่ริม, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียก12, 11, 10, 9 และ 9 กรัม ตามลำดับ แต่ทั้ง 5 สายพันธุ์ดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ดังตาราง 11

1.2 น้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียกกิโลกรัมต่อไร่

ผลการทดลองพบว่าผลผลิตน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผลผลิตน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียกต่อไร่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 54.52 -130.12 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสายพันธุ์สะเมิงมีผลผลิตน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียกต่อไร่มากที่สุด เท่ากับ 130.12กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือสายพันธุ์แม่ริม, ป่าซาง, ภูซาง, ทุ่งโฮ้ง และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีผลผลิตตะกอนสีฮ่อมเปียก 78.87, 65.27, 61.98, 58.94 และ 54.52 กิโลกรัมกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังตาราง 10 จะเห็นได้ว่าสายพันธุ์สะเมิง, แม่ริม, ป่าซางให้ผลผลิตน้ำหนักสีฮ่อมมากกว่าพันธุ์ภูซาง แต่เปอร์เซ็นต์สีต่อหน่วยที่สกัดต่ำกว่าสายพันธุ์ภูซาง เนื่องจากสายพันธุ์สะเมิงและสองสายพันธุ์ดังกล่าวมีน้ำหนักต้นสดต่อไร่มากกว่า ดังนั้นการให้สีต่อไร่จึงสูงกว่า

1.3 ร้อยละของน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียก

ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักของตะกอนสีฮ่อมเปียกที่สกัดได้จากตัวอย่างฮ่อม 200 กรัม มีปริมาณร้อยละ 4.5-9 ซึ่งสายพันธุ์ภูซางมีปริมาณร้อยละของน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียกมากที่สุด เท่ากับ 9 รองลงมาคือสายพันธุ์สะเมิง, แม่ริม, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และ เชียงดาวตามลำดับ โดยมีปริมาณของน้ำหนักตะกอนสีฮ่อมเปียกร้อยละ 6.00, 5.50, 5.00, 4.50, และ 4.50 ตามลำดับ ดังตาราง 11

2. คุณภาพของสีย่อม

จากการนำสีย่อมเปียกที่สกัดได้ไประบายสีลงบนกระดาษพิมเขียนสีขาวแล้ววัดความเข้มสีด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ผลการทดลองพบว่า

2.1 ค่าความสว่างของสี (L)

ผลการทดลองพบว่ากระดาษที่ผ่านการระบายสีย่อมของแต่ละสายพันธุ์มีความสว่างของสี (L) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 17.74-90.94 ซึ่งสายพันธุ์เชียงดาวมีค่าความสว่างของสีต่ำที่สุด เท่ากับ 17.74 รองลงมาคือสายพันธุ์สะเมิง, ทุ่งโฮ้ง, ป่าซาง, ภูซาง, แม่ริม และ กระดาษขาวที่ไม่ผ่านการระบายสีย่อมตามลำดับ โดยมีค่าความสว่าง (L) ดังนี้ 19.22, 19.50, 20.70, 25.22, 25.52 และ 90.94 ตามลำดับ ดังตาราง 11 จากค่า L ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากระดาษที่ผ่านการระบายด้วยสีย่อมแต่ละสายพันธุ์มีค่าความสว่างมากกว่ากระดาษขาวที่ไม่ได้ผ่านการระบายสีย่อม 64.92-73.20 และมีค่าความทึบของสีฟ้ามากกว่ากระดาษขาวที่ไม่ได้ผ่านการระบายสีย่อม ร้อยละ 71.94-81.49

2.2 ค่าความเข้มสีฟ้า (b)

ผลการทดลองพบว่ากระดาษที่ผ่านการระบายสีย่อมของแต่ละสายพันธุ์มีความเข้มสีฟ้า (b) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง (-5.78)-(2.5) ซึ่งกระดาษที่ผ่านการระบายสีย่อมจากสายพันธุ์แม่ริมมีค่าความเข้มของฟ้ามากที่สุด เท่ากับ -5.78 รองลงมาคือสายพันธุ์เชียงดาว , สะเมิง, ภูซาง, ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และ กระดาษขาวที่ไม่ได้ผ่านการระบายสีย่อม ตามลำดับ โดยมีค่าความเข้มสีฟ้า (b) ดังนี้ -5.32, -4.80, -3.34, -2.86, 2.60 และ 2.50 ตามลำดับ ดังตาราง 11 จากค่า b ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากระดาษที่ผ่านการระบายด้วยสีย่อมแต่ละสายพันธุ์มีค่าความเข้มสีฟ้ามากกว่ากระดาษขาวที่ไม่ได้ผ่านการระบายสีย่อม (-2.78)-(-2.82) และมีค่าความเข้มของสีฟ้ามากกว่ากระดาษขาวที่ไม่ได้ผ่านการระบายสีย่อม ร้อยละ 104-213

ตาราง 11 ปริมาณสีที่สกัดได้และคุณภาพของกระดาษที่ผ่านการระบายสีย่อมเปียก

พันธุ์	ปริมาณของสีที่สกัดได้		คุณภาพของกระดาษที่ผ่านการระบายสีย่อมเปียก			
	น้ำหนักตะกอน (กรัม) ของสีย่อมเปียก จากการสกัดย่อมสด 200 กรัม	ตะกอนสีย่อมเปียก (ร้อยละ)	ค่าความสว่าง (L)	ค่าเปรียบเทียบ (ร้อยละ)	ค่าความเข้มสีฟ้า (b)	ค่าเปรียบเทียบ (ร้อยละ)
ป่าซาง	10[b] [1]	5.00	20.70[c]	22.76	-2.60[b]	204
สะเมิง	12[b]	6.00	19.22[d]	21.13	-4.80[d]	292
แม่ริม	11[b]	5.50	25.52[b]	28.06	-5.78[e]	307
ภูซาง	18[a]	9.00	25.22[b]	27.73	-3.34[c]	234
ทุ่งโฮ้ง	9[b]	4.50	19.50[d]	21.44	-2.86[bc]	214
เชียงดาว	9[b]	4.50	17.74[e]	19.51	-5.32[de]	313
Control [3]	-	-	90.94[a]	100	2.50[a]	100
Mean	11.50		31.26		-3.17	
F-test	** [2]		**		**	
C.V %	16.27		2.58		-13.21	

หมายเหตุ เปรียบเทียบโดยวิธี Duncan'Multiple Range Test

[1] ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันในทางสถิติ

[2] ** คือ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (p<0.01)

[3] Control คือ กระดาษสีขาวขนาด A4 Double A คุณภาพกระดาษขนาด 80 แกรม (gsm) ของบริษัท Advance Paper Co., Ltd

การทดลองที่ 3 การจำแนกสายพันธุ์ฮ่อมโดยใช้เทคนิค Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)

1. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของฮ่อมโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์

เมื่อนำดีเอ็นเอที่สกัดได้จากใบอ่อนของฮ่อมจำนวน 6 สายพันธุ์ ไปตรวจวัดปริมาณดีเอ็นเอ แล้วปรับความเข้มข้นของดีเอ็นเอให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 5 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ได้ผลดังแสดงไว้ตารางผนวก 38

จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นของฮ่อมโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์ โดยใช้ไพรเมอร์แบบสุ่มความยาว 10 นิวคลีโอไทด์ จำนวน 80 ไพรเมอร์ พบว่ามี 30 ไพรเมอร์ ได้แก่ OPO 01, OPO 03, OPO 06-08, OPO 15-16, OPO 20, OPK 02, OPK 08, OPK 11, OPK 14-15, OPK 17, OPK 19, OPK 20, OPH 02-05, OPH 07, OPH 14-16, OPH 19-20, OPE 02-03, OPE 05 และ OPE 06 ที่สามารถตรวจสอบพบความแตกต่างของสายพันธุ์ฮ่อมได้ มีแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างเกิดขึ้น 108 แถบ เฉลี่ย 3.6 แถบต่อไพรเมอร์

ไพรเมอร์ OPO 01 (ภาพ 3 ก) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 7 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน มีจำนวน 2 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 1 และ 7 ซึ่งแถบที่ 1 พบในเฉพาะสายพันธุ์สะเมิงเท่านั้น ส่วนแถบที่ 7 พบในสายพันธุ์สะเมิงและเชียงดาว โดยแถบที่ 1 มีขนาดประมาณ 2.32 และแถบที่ 7 มีขนาดประมาณ 0.56 kb

ไพรเมอร์ OPO 03 (ภาพ 3 ข) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 4 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน มีจำนวน 2 แถบ คือแถบดีเอ็นเอที่ 1 และ 2 ซึ่งแถบที่ 1 พบในเฉพาะสายพันธุ์แม่ริมเท่านั้น ส่วนแถบที่ 2 พบในสายพันธุ์แม่ริมและภูซาง โดยแถบที่ 1 มีขนาดประมาณ 9.42 kb และแถบที่ 2 มีขนาดประมาณ 6.56 kb

ไพรเมอร์ OPO 06 (ภาพ 3 ค) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 3 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอทั้ง 3 แถบแสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในฮ่อมทั้ง 5 สายพันธุ์ แต่ไม่พบในสายพันธุ์สะเมิง และมีขนาดของแถบอยู่ระหว่าง 4.36-6.56 kb

ไพรเมอร์ OPO 07 (ภาพ 3 ง) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 2 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่าง

ได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 2 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในฮ่อมทั้ง 5 สายพันธุ์ แต่ไม่พบในสายพันธุ์แม่ริม และมีขนาดประมาณ 0.56 kb

ไพรเมอร์ OPO 08 (ภาพ 3 จ) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 3 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 2 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 1 และ 2 ซึ่งแถบที่ 1 พบในสายพันธุ์ป่าซาง ทุ่งโฮ้ง และภูซาง ส่วนแถบที่ 2 พบในสายพันธุ์สะเมิงและเชียงดาว โดยแถบที่ 1 มีขนาดประมาณ 9.42 kb และแถบที่ 2 มีขนาดประมาณ 4.36 kb

ไพรเมอร์ OPO 15 (ภาพ 3 ฉ) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 2 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 2 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในฮ่อมทั้ง 5 สายพันธุ์ แต่ไม่พบในสายพันธุ์แม่ริม และมีขนาดประมาณ 0.56 kb

ไพรเมอร์ OPO 16 (ภาพ 4 ก) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 5 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 2 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 1 และ 5 โดยแถบดีเอ็นเอทั้งสองเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในสายพันธุ์สะเมิงและเชียงดาว และมีขนาดประมาณ 6.56 kb และ 0.56 kb ตามลำดับ

ไพรเมอร์ OPO 20 (ภาพ 4 ข) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 4 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 3 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในเฉพาะในสายพันธุ์แม่ริม และมีขนาดประมาณ 2.03 kb

ไพรเมอร์ OPK 02 (ภาพ 4 ค) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 2 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 2 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในเฉพาะในสายพันธุ์แม่ริม และมีขนาดประมาณ 0.56 kb

ไพรเมอร์ OPK 08 (ภาพ 4 ง) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 1 แถบ ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในสายพันธุ์ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และภูซาง และมีขนาดประมาณ 2.03 kb

ไพรเมอร์ OPK 11 (ภาพ 4 จ) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 4 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 4 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในฮ่อม 4 พันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์ป่าซางและทุ่งโฮ้ง และมีขนาดประมาณ 0.56 kb

ไพรเมอร์ OPK 14 (ภาพ 4 ฉ) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 6 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือแถบดีเอ็นเอที่ 2 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในสายพันธุ์สะเมิงและเชียงดาว และมีขนาดประมาณ 6.56 kb

ไพรเมอร์ OPK 15 (ภาพ 5 ก) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 7 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 2 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในต้นฮ่อมทั้ง 5 สายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์สะเมิง และมีขนาดประมาณ 6.56 kb

ไพรเมอร์ OPK 17 (ภาพ 5 ข) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 5 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 2 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 1 และ 5 ซึ่งแถบดีเอ็นเอที่ 1 พบในฮ่อมทั้ง 5 สายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์แม่ริม ส่วนแถบดีเอ็นเอที่ 5 พบในสายพันธุ์สะเมิงและเชียงดาว และมีขนาดประมาณ 4.36 kb และ 0.56 kb ตามลำดับ

ไพรเมอร์ OPK 19 (ภาพ 5 ค) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 3 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 1 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในสายพันธุ์ป่าซาง, ทุ่งโฮ้ง และภูซาง และมีขนาดประมาณ 4.36 kb

ไพรเมอร์ OPK 20 (ภาพ 5 ง) สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 6 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 6 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในสายพันธุ์แม่ริม, สะเมิง และเชียงดาว และมีขนาดประมาณ 0.56 kb

ไพรเมอร์ OPH 02 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 1 แถบ ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในฮ่อมทุกสายพันธุ์ยกเว้นสายพันธุ์แม่ริม

ไพรเมอร์ OPH 03 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 3 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 2 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 1 และ 2 ซึ่งแถบดีเอ็นเอทั้งสองพบในสายพันธุ์แม่ริม, ป่าซาง และเชียงดาว

ไพรเมอร์ OPH 04 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 3 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้

อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 3 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในฮ่อม 4 สายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์แม่ริม และทุ่งโฮ้ง

ไพรเมอร์ OPH 05 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 1 แถบ ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในสายพันธุ์สะเมิง และเชียงดาว

ไพรเมอร์ OPH 07 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 4 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือแถบดีเอ็นเอที่ 4 ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในเฉพาะสายพันธุ์เชียงดาว

ไพรเมอร์ OPH 14 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 7 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 2 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 6 และ 7 ซึ่งแถบดีเอ็นเอทั้งสองพบในเฉพาะสายพันธุ์แม่ริม

ไพรเมอร์ OPH 15 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 4 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ ซึ่งเป็นแถบดีเอ็นเอที่พบในฮ่อมทั้ง 5 สายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์สะเมิง

ไพรเมอร์ OPH 16 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 6 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอทั้งหมดแสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ซึ่งแถบดีเอ็นเอทั้งหมดพบในฮ่อมทั้ง 5 สายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์สะเมิง

ไพรเมอร์ OPH 19 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 1 แถบ ซึ่งพบในฮ่อมทั้ง 5 สายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์สะเมิง

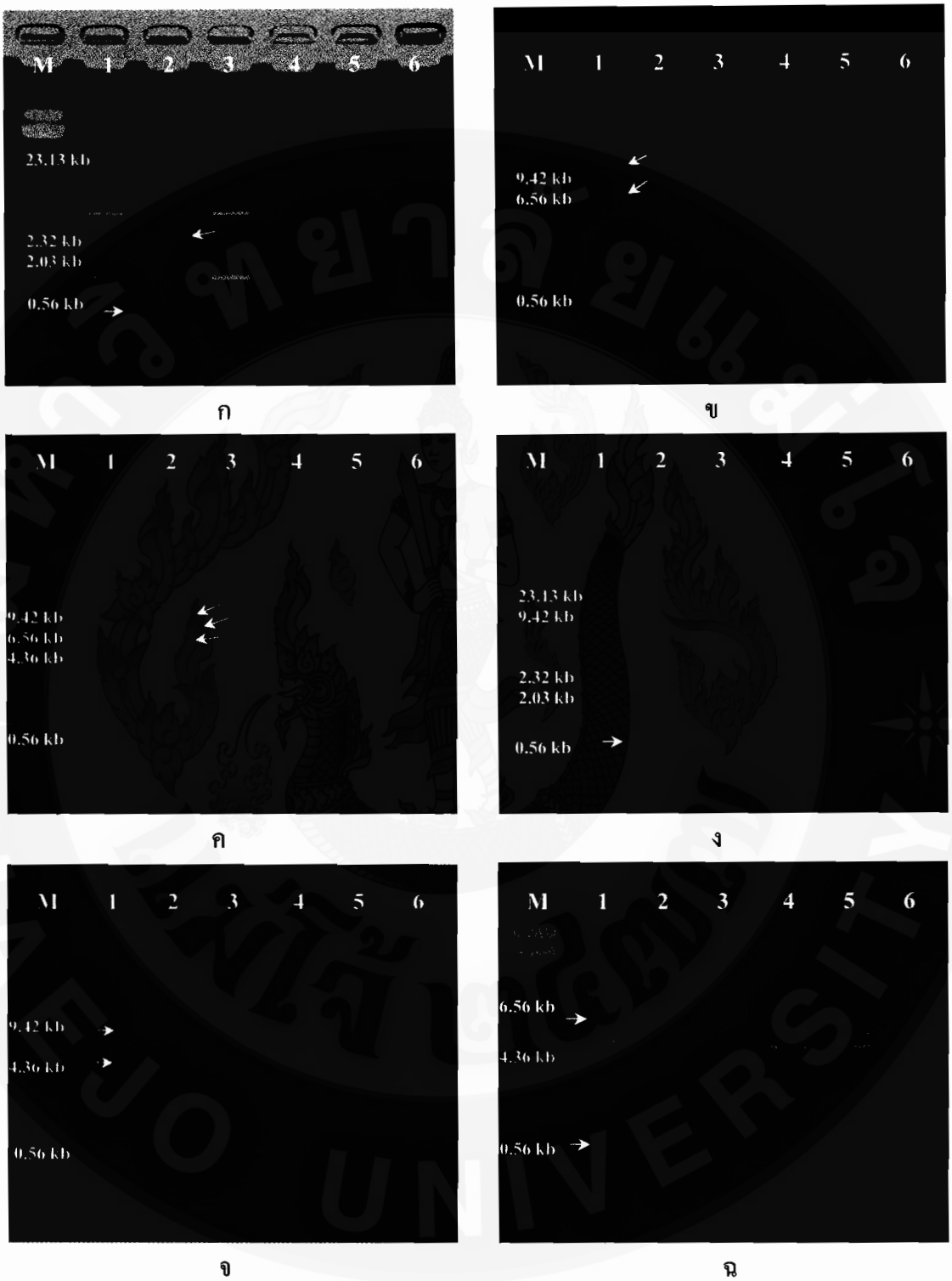
ไพรเมอร์ OPH 20 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน จำนวน 4 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 4 แถบโดยแถบดีเอ็นเอทั้งหมดแสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ซึ่งแถบดีเอ็นเอทั้งหมดพบในฮ่อมทั้ง 5 สายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์สะเมิง

ไพรเมอร์ OPE 02 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 2 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 1 ซึ่งพบในเฉพาะสายพันธุ์ สะเมิง

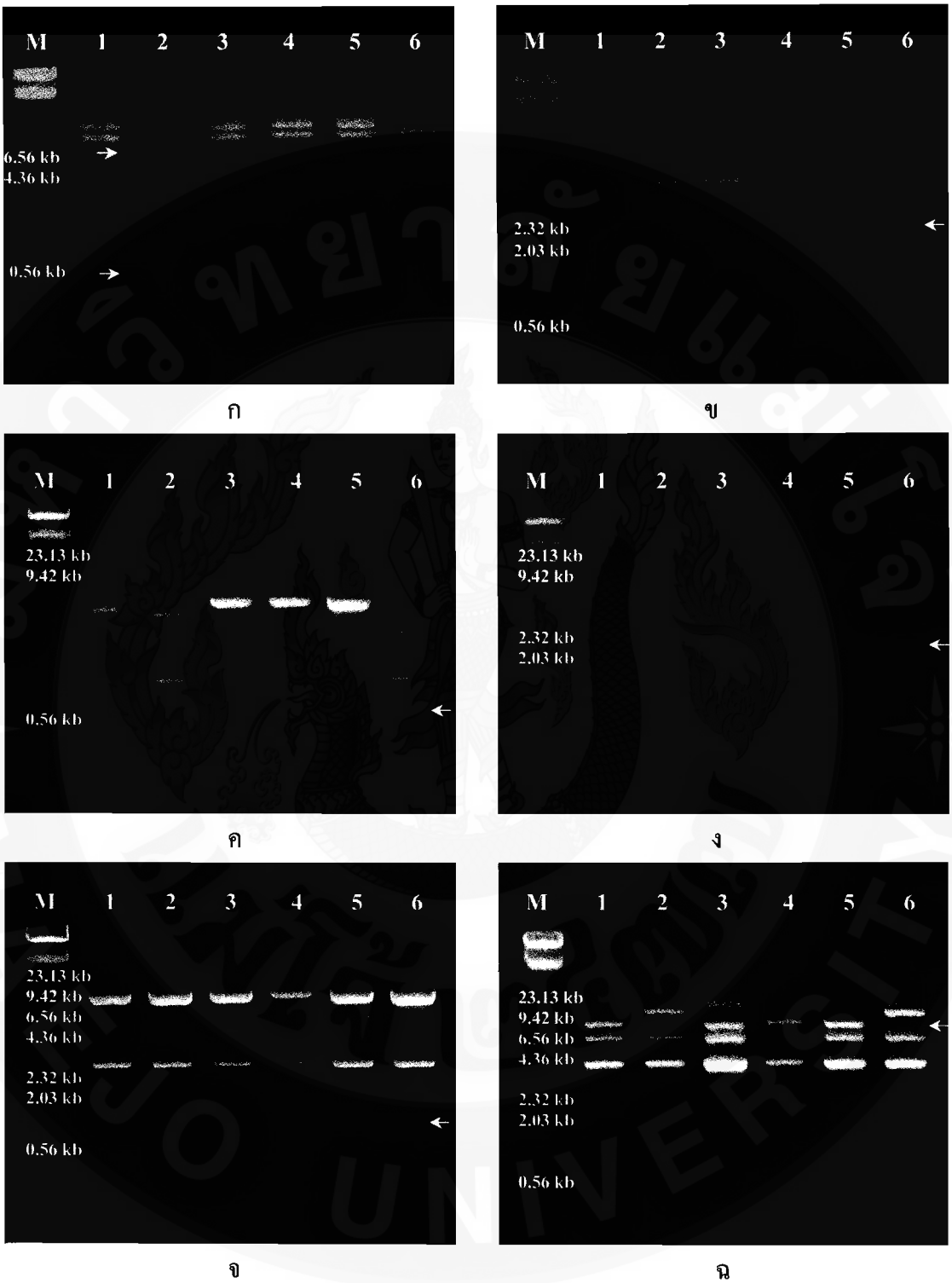
ไพรเมอร์ OPE 03 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 4 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 3 ซึ่งพบใน 4 สายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์สะเมิงและเชียงดาว

ไพรเมอร์ OPE 05 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 1 แถบ ซึ่งพบใน 4 สายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์สะเมิงและเชียงดาว

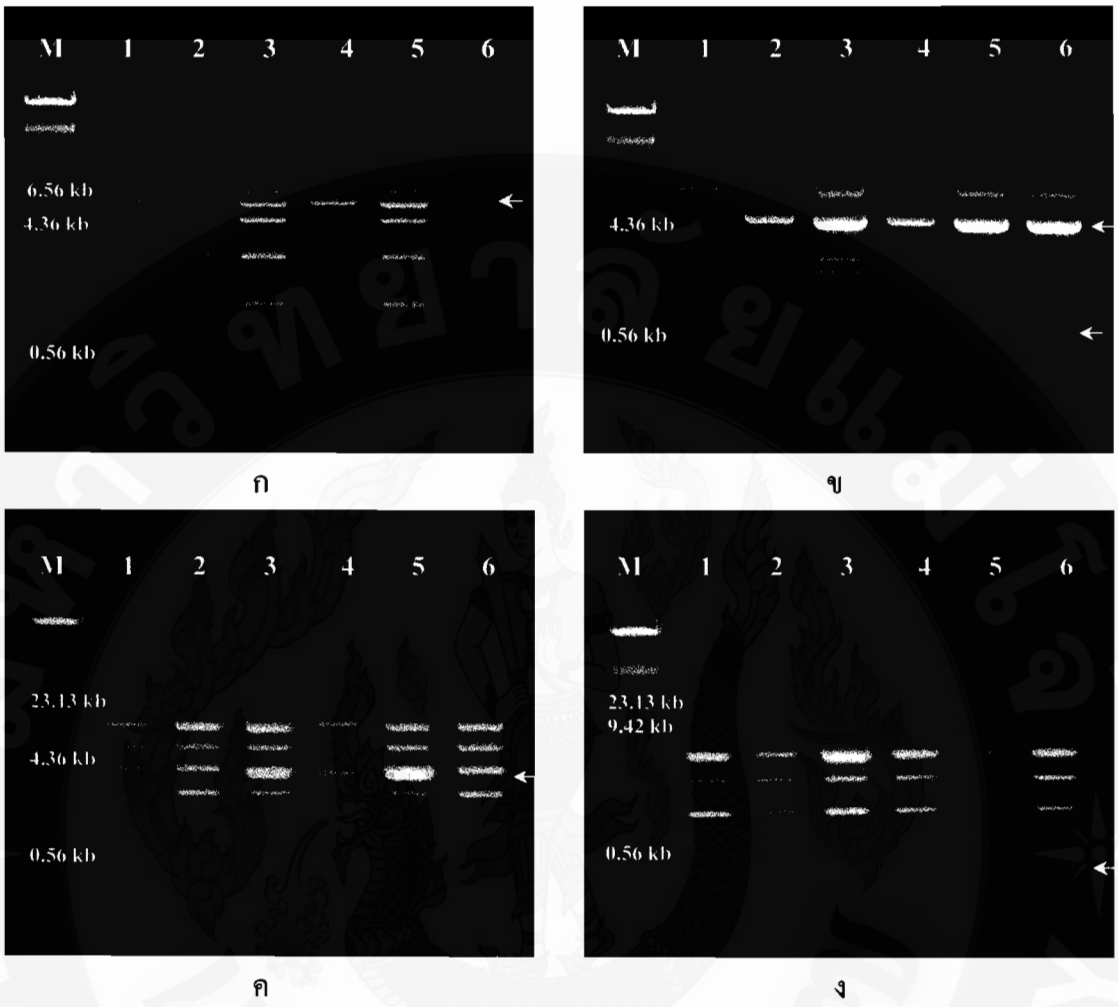
ไพรเมอร์ OPE 06 สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (polymorphic band) จำนวน 3 แถบ โดยแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่างได้อย่างชัดเจนมีจำนวน 1 แถบ คือ แถบดีเอ็นเอที่ 1 ซึ่งพบในสายพันธุ์สะเมิงและทุ่งโฮ้ง



ภาพ 3 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ ของฮ่อม 6 สายพันธุ์ หมายเหตุ OPO 01 (ก), OPO 03 (ข) OPO 06 (ค), OPO 07 (ง), OPO 08 (จ) และ OPO 15 (ฉ) M= Marker (Lamda *Hind* III), 1= สายป่าซาง, 2= สายพันธุ์สะเมิง, 3= สายพันธุ์แม่ริม, 4= สายพันธุ์ภูซาง, 5= สายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง และ 6= สายพันธุ์เชียงดาว



ภาพ 4 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ ของย่อม 6 สายพันธุ์ หมายเหตุ OPO 16 (ก), OPO 20 (ข) OPK 02 (ค), OPK 08 (ง), OPK 11 (จ) และ OPK 14 (ฉ) M= Marker (Lamda *Hind* III), 1= สายป่าซาง, 2= สายพันธุ์สะเมิง, 3= สายพันธุ์แม่ริม, 4= สายพันธุ์ภูซาง, 5= สายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง และ 6= สายพันธุ์เชียงดาว



ภาพ 5 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ ของย่อม 6 สายพันธุ์ หมายเหตุ OPK 15 (ก), OPK 17 (ข) OPK 19 (ค) และ OPK 20 (ง) M= Marker (Lamda *Hind* III), 1= สายป่าซาง, 2= สายพันธุ์สะเมิง, 3= สายพันธุ์แม่ริม, 4= สายพันธุ์ภูซาง, 5= สายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง และ 6= สายพันธุ์เชียงดาว

2. การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของฮ่อม

จากการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ โดยใช้วิธี UPGMA เพื่อหาความแตกต่างทางพันธุกรรมพบว่า สามารถจำแนกฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน (ดังภาพที่ 6)

กลุ่มที่ 1 มี 2 สายพันธุ์ได้แก่ สายพันธุ์สะเมิง และเชียงดาว

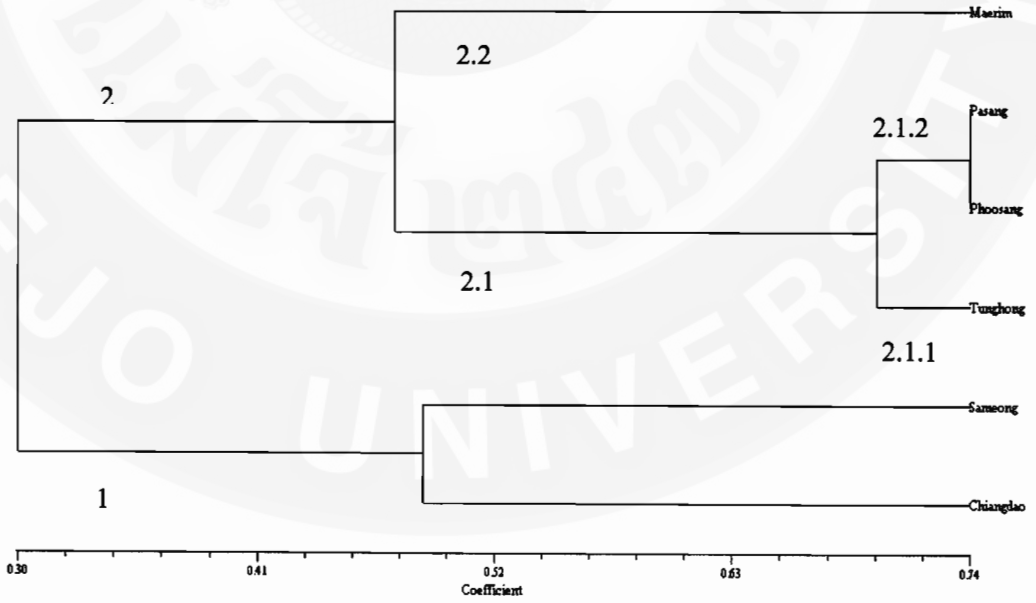
กลุ่มที่ 2 มี 4 สายพันธุ์ได้แก่ สายพันธุ์ทุ่งโฮ้งจากจังหวัดแพร่ สายพันธุ์ภูซางจากจังหวัดพะเยา สายพันธุ์ป่าซางจากจังหวัดลำพูน และสายพันธุ์แม่ริมจากจังหวัดเชียงใหม่ โดยกลุ่มที่ 2 สามารถแบ่งได้อีก 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 2.1 มี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ทุ่งโฮ้งจากจังหวัดแพร่ สายพันธุ์ภูซางจากจังหวัดพะเยา และสายพันธุ์ป่าซางจากจังหวัดลำพูน ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มย่อยได้อีก 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 2.1.1 มี 1 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ทุ่งโฮ้งจากจังหวัดแพร่

กลุ่มที่ 2.1.2 มี 2 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ภูซางจากจังหวัดพะเยา และสายพันธุ์ป่าซางจากจังหวัดลำพูน

กลุ่มที่ 2.2 มี 1 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์แม่ริมจากจังหวัดเชียงใหม่



ภาพ 6 การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมของฮ่อม 6 สายพันธุ์ จากการวิเคราะห์ RAPD โดยวิธี UPGMA

ตาราง 12 การปรากฏและไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอ ของไพรเมอร์ จำนวน 30 หมายเลข

ไพรเมอร์	สายพันธุ์ฮ่อม					
	แม่ริม	สะเมิง	ป่าซาง	ทุ่งโฮ้ง	ภูซาง	เชียงดาว
OPO 01	0	1	0	0	0	0
	1	0	1	1	1	1
	0	1	0	0	0	0
	1	0	1	1	1	0
	1	0	1	1	1	0
	0	1	0	0	0	1
	0	1	0	0	0	1
OPO 03	1	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	1	0
	1	0	0	0	1	0
	1	0	0	0	1	0
OPO 06	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
OPO 07	1	0	1	1	1	0
	0	1	1	1	1	1
OPO 08	0	0	1	1	1	0
	0	1	0	0	0	1
	0	1	1	1	1	1
OPO 15	0	1	0	0	0	1
	0	1	1	1	1	1
OPO 16	0	1	0	0	0	1
	0	1	0	0	0	1
	1	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	1	0
	0	1	0	0	0	1

ตาราง 12 (ต่อ)

ไพรเมอร์	สายพันธุ์ฮ่อม					
	แม้ริม	สะเมิง	ป่าซาง	ทุ่งโฮ้ง	ภูซาง	เชียงดาว
OPO 20	1	0	1	1	1	0
	0	1	1	1	1	1
	1	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	1
OPK 02	1	1	0	0	1	1
	1	0	0	0	0	0
OPK 08	0	0	1	1	1	0
OPK 11	1	0	1	1	1	0
	0	1	0	0	0	1
	1	1	0	0	1	1
	1	1	0	0	1	1
OPK 14	0	0	1	0	1	0
	0	1	0	0	0	1
	1	0	1	1	1	0
	1	1	1	0	1	1
	0	0	1	0	1	0
	1	1	1	0	1	1
OPK 15	0	1	0	0	0	1
	1	0	1	1	1	1
	0	1	1	0	1	1
	0	1	0	0	1	1
	0	0	1	0	1	0
	0	1	1	1	1	0
	0	0	1	0	1	0
OPK 17	0	1	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	0	0	1	1	1	0
	1	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	1

ตาราง 12 (ต่อ)

ไพรเมอร์	สายพันธุ์ฮ่อม					
	แม่ริม	สะเมิง	ป่าซาง	ทุ่งโฮ้ง	ภูซาง	เชียงดาว
OPK 19	0	0	1	1	1	0
	0	1	1	1	1	1
	1	1	0	0	0	0
OPK 20	1	0	1	1	0	1
	1	0	1	1	0	0
	1	1	0	1	0	1
	1	1	1	1	0	1
	1	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	1
OPH 02	0	1	1	1	1	1
OPH 03	1	0	1	0	0	1
	1	0	1	0	0	1
	0	0	1	0	0	1
OPH 04	0	0	1	0	1	1
	0	0	0	0	1	1
	0	1	1	0	1	1
OPH 05	0	1	0	0	0	1
OPH 07	1	1	1	0	0	1
	1	1	1	0	0	1
	0	1	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	1
OPH 14	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0

ตาราง 12 (ต่อ)

ไพรเมอร์	สายพันธุ์อ่อม					
	แม่ริม	สะเมิง	ป่าซาง	ทุ่งโฮ้ง	ภูซาง	เชียงดาว
OPH 15	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0
OPH 16	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	0	0	0	0
	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
OPH 19	1	0	1	1	1	1
OPH 20	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1
OPE 02	0	1	0	0	0	0
	0	1	1	1	1	0
OPE 03	0	1	1	0	0	1
	0	1	1	0	0	1
	1	0	1	1	1	0
	0	1	0	0	0	1
OPE 05	1	0	1	1	1	0
OPE 06	0	1	0	1	0	0
	0	1	1	1	0	0
	1	1	0	0	0	0

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาความสามารถให้ผลผลิตของย่อม ได้ปลูกย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ในโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพในการให้ผลผลิตของย่อมแต่ละสายพันธุ์ จากการทดลองพบว่า

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ที่อายุอายุเก็บเกี่ยว 150 วัน พบว่ามีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอย่างต่อเนื่อง (ตารางที่ 5) สังเกตว่าในช่วงแรกจะมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตจะเริ่มลดลงจนถึงอายุเก็บเกี่ยว โดยสายพันธุ์สะเมิงมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

จำนวนกิ่งต่อต้นของย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ที่อายุเก็บเกี่ยว 150 วัน พบว่าสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุด จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งต่อต้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ภูซาง และทุ่งโฮ้ง แต่มีจำนวนกิ่งเฉลี่ยต่อต้นมากกว่าสายพันธุ์สะเมิง แม่ริม และเชียงดาว เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ที่อายุเก็บเกี่ยว 150 วัน พบว่าสายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเฉลี่ยมากที่สุด จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และสายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเฉลี่ยมากกว่าสายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง และภูซาง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

ด้านการสกัดสีย่อมและการระบายสีบนกระดาษขาวพิมพ์เขียนจะเห็นได้ว่าการให้สีของแต่ละสายพันธุ์มีปริมาณที่สกัดได้ไม่มีความแตกต่างกันเกือบทุกสายพันธุ์ ยกเว้นสายพันธุ์แม่ริมมีความแตกต่างกันกว่าสายพันธุ์อื่น แต่หลังจากการนำสีที่ได้ไปผ่านการระบายบนกระดาษขาวพิมพ์เขียน การให้สีของสายพันธุ์แม่ริมมีค่า b สูงสุดถึง -5.78 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์นี้มีค่าสีฟ้าเข้มกว่าพันธุ์อื่น แต่ถ้าพิจารณาถึงค่า L คือ ความทึบของสีบนแผ่นกระดาษที่ระบายกลับมีค่าต่ำสุด แสดงให้เห็นว่าสีของอีก 5 สายพันธุ์ที่มีความทึบของสีนั้นเป็นสีน้ำเงิน แต่จากการมองด้วยตา สีของย่อม 5 สายพันธุ์ที่ระบายบนกระดาษขาวพิมพ์เขียนปรากฏเห็นสีน้ำเงินเข้มอมดำ แสดงว่าเครื่องมือดังกล่าวไม่สามารถวัดสีที่ปรากฏร่วมนี้ได้ วัดค่าได้เพียงสีฟ้าเท่านั้น หรือสีที่ปรากฏอาจเป็นสีคนละกลุ่มกับสีฟ้า ต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต สำหรับปริมาณสีที่สกัดได้ได้ปริมาณสีย่อมเปียกร้อยละ 4.5-9 มีความสัมพันธ์กับการวิจัยของทัศนีย์ (2550) ที่สามารถสกัดสีย่อมจากย่อมสาย

พันธุ์แม่ริมและป่าซางได้ปริมาณผงสีฮ่อม ร้อยละ14.29 และ 13.11 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณสีที่สกัดได้มากกว่าการทดลองครั้งนี้ถึง 2 เท่า ทั้งนี้เนื่องมาจากการสกัดสีของทัศนีย์ใช้อัตราส่วนฮ่อมสด 100 กรัม ต่อน้ำ 1.5 ลิตร หมักทิ้งไว้ 3 วัน และผสมปูนขาวในอัตราส่วน 75 กรัม ต่อน้ำสกัดจากฮ่อม 1.5 ลิตร ซึ่งการทดลองครั้งนี้ใช้อัตราส่วนฮ่อมสด 200 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร และผสมปูนขาวในอัตราส่วน 10 กรัม ต่อน้ำสกัดจากฮ่อม 1 ลิตร เหตุผลของความแตกต่างกันของน้ำหนักคงเป็นเนื่องจากการใช้ปริมาณปูนที่แตกต่างกัน แต่การทดลองในครั้งนี้มีปริมาณสีที่สกัดได้มากกว่าของวิชัย (2549) ที่สกัดสีจากต้นครามโดยใช้อัตราส่วนต้นคราม 500 กรัม ต่อน้ำ 2.5 ลิตร หมักทิ้งไว้ 3 วัน และผสมปูนขาวในอัตราส่วนปูนขาว 50 กรัมต่อน้ำคราม 2.5 ลิตร พบว่าได้ปริมาณสีครามแห้งที่สกัดได้ ร้อยละ 0-3.31 เหตุผลของความแตกต่างของวิชัย (2549) กับการทดลองนี้เนื่องจากความแตกต่างของชนิดพืชที่ให้สีในกลุ่มสีฟ้า นอกจากนี้ ถ้าจะพิจารณาค่าความเข้มของสี (b) สัมพันธ์กับการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยวิธี UPGMA พบว่าสายพันธุ์ที่มีค่า b ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ เช่น ป่าซางกับทุ่งโฮ้ง, ทุ่งโฮ้งกับภูซาง และสะเมิงกับเชียงดาว ในแต่ละคู่สายพันธุ์ดังกล่าวจะอยู่ในกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเดียวกัน ยกเว้นสายพันธุ์แม่ริมเท่านั้นที่มีค่า b สูงกลับไปอยู่กลุ่มเดียวกับสายพันธุ์ที่มีค่า b ต่ำ ซึ่งมีความแตกต่างในทางสถิติ จึงสมควรทำการวิจัยเพิ่มเติมในอนาคต

จากการศึกษาการจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของต้นฮ่อมโดยใช้เทคนิคอาร์เอพีดี ซึ่งใช้ไพรเมอร์ทั้งหมดจำนวน 80 ไพรเมอร์ พบว่ามี 30 ไพรเมอร์ที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของต้นฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ได้ เมื่อนำไปจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของต้นฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ โดยใช้วิธี UPGMA เพื่อหาความแตกต่างทางพันธุกรรมพบว่า สามารถจำแนกฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีสามารถช่วยจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของฮ่อมได้ประสบผลสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับ Rafalski *et al.*, (1991) รายงานว่าเทคนิคอาร์เอพีดีเป็นเทคนิคที่ใช้ปฏิกิริยาพีซีอาร์ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอและสามารถใช้ได้อย่างกว้างขวางทั้งทางด้านปรับปรุงพันธุ์และศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม และยังมีรายงานการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีจำแนกพืชต่างๆ อีกหลายชนิด เช่น Mori *et al.*, (1994) ประสบผลสำเร็จในการศึกษาความสัมพันธ์ของหัวพันธุ์มันฝรั่งของประเทศญี่ปุ่นโดยการวิเคราะห์อาร์เอพีดี โดยใช้ไพรเมอร์จำนวน 40 ไพรเมอร์ พบว่ามี 31 ไพรเมอร์ที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างได้ และปรากฏแถบดีเอ็นเอที่แสดงความแตกต่าง 84 แถบ เช่นเดียวกันกับ Cao *et al.*, (1999) ที่สามารถใช้เทคนิคอาร์เอพีดีจำแนกสายพันธุ์ของข้าวสาลี 18 สายพันธุ์ โดยใช้ไพรเมอร์ 12 ไพรเมอร์ สามารถตรวจพบความแตกต่างได้ 101 แถบโดยเฉลี่ย 8.4 แถบต่อไพรเมอร์ Kresovich *et al.*, (1992) ได้กล่าวย้ำไว้ว่าเทคนิคอาร์เอพีดีเป็นเทคนิคที่รวดเร็ว

ค่าใช้จ่ายน้อย มีความน่าเชื่อถือในการตรวจสอบเชื้อพันธุกรรม และต้องใช้วิทยาศาสตร์สมัยใหม่และเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยทั้งการจำแนกและการประเมินเชื้อพันธุกรรม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์

จากการศึกษาการจำแนกสายพันธุ์และความสามารถให้ผลผลิตของฮ่อมได้ทำแปลงอนุรักษ์พันธุกรรมของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ไว้แล้วตามโครงการการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาการปลูกต้นครามและต้นฮ่อมในสภาพพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และสกลนครที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปี 2548 และได้กระจายพันธุ์ฮ่อมไปสู่เกษตรกรที่ประกอบอาชีพย้อมสีครามบางส่วนในจังหวัดแพร่ ส่งผลให้เกษตรกรมีแหล่งพืชวัตถุดิบในการย้อมสีครามเพียงพอสำหรับการผลิต ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น เพิ่มศักดิ์ (2545 อ้างโดย เปรมจิตต์, 2551) รายงานว่าสีครามที่สกัดจากธรรมชาติเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มีปริมาณการนำเข้าสีครามธรรมชาติหลายล้านบาทต่อเดือน เช่นในจังหวัดแพร่ที่มีการย้อมเส้นใยเสื้อผ้าด้วยสีคราม ต้องมีการนำเข้าสีครามแห้งจากประเทศอังกฤษ ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง มีมูลค่าไม่ต่ำกว่ากิโลกรัมละ 600 บาท ในขณะที่สีครามในไทยมีราคาค่อนข้างถูกเพียงกิโลกรัมละ 60-180 บาท เพราะเป็นสีครามเปียก ราคาของสีครามขึ้นอยู่กับคุณภาพของสีและความชื้น ส่วนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เป็นเสื้อม่อฮ่อมนั้นทำให้สินค้ามีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นที่นิยมจากนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบความสามารถให้ผลผลิตของฮ่อมทั้ง 6 พันธุ์ พบว่าลักษณะของผลผลิตทั้งน้ำหนักสดต่อพื้นที่ 0.75 ตารางเมตร และผลผลิตต่อไร่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์สะเมิงเป็นสายพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดทุกลักษณะที่ทำการศึกษา 1,011.01 กรัม และ 2,156.82 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาลักษณะการเจริญเติบโต ความสูง จำนวนกิ่งต่อต้น และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น แล้วพบว่า การเจริญเติบโตทางด้านความสูงพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติโดยสายพันธุ์สะเมิงมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 44.62 เซนติเมตร จำนวนกิ่งต้นพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT พบว่าสายพันธุ์ป่าซางมีจำนวนกิ่งต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 18.17 กิ่งต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างกันกับสายพันธุ์ภูซางและทุ่งโฮ้งแต่มีค่าเฉลี่ยต่างกันกับสายพันธุ์สะเมิง, แม่ริม และเชียงดาว ส่วนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยสายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 7.23 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT พบว่าสายพันธุ์สะเมิงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันกับสายพันธุ์แม่ริม เชียงดาว และป่าซาง แต่มีค่าเฉลี่ยต่างกับพันธุ์ภูซางและทุ่งโฮ้ง

เมื่อนำตัวอย่างฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ไปสกัดสี และระบายสีบนกระดาษขาวพิมพ์เขียนเพื่อวิเคราะห์คุณภาพของสี พบว่าปริมาณน้ำหนักของตะกอนสีฮ่อมเปียกที่สกัดได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสายพันธุ์สะเมิงมีปริมาณตะกอนสีฮ่อมเปียกมากที่สุดเท่ากับ 130.12 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการระบายสีบนกระดาษขาวพิมพ์เขียนแล้วนำไปตรวจสอบความเข้มสีด้วยเครื่องสเป็คโตรโฟโตมิเตอร์แบบดิจิตอลพบว่าค่าความสว่างของสี (L) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสายพันธุ์เชียงดาวมีค่าความสว่างของสีดีที่สุด 17.74 ส่วนค่าความเข้มของสีพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยสายพันธุ์แม่ริมมีความเข้มสีดีที่สุด -5.78 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี DMRT แล้วพบว่าสายพันธุ์แม่ริมมีความเข้มสีไม่แตกต่างกันกับสายพันธุ์เชียงดาวแต่แตกต่างกันกับสายพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งค่าความเข้มสีจะตรงข้ามกันกับค่าความสว่างของสีโดยสายพันธุ์ที่มีความเข้มสีมากจะมีความสว่างของสีน้อย

จากการจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ พบว่าสามารถใช้เทคนิคอาร์เอพีดีจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของฮ่อมได้ประสบผลผลสำเร็จ ซึ่งใช้ไพรเมอร์จำนวน 80 ไพรเมอร์ พบว่ามี 30 ไพรเมอร์ที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรม

ของย่อมได้ และ 30 ไพรเมอร์นี้สามารถตรวจสอบความแตกต่างได้ 108 แถบ โดยเฉลี่ย 3.6 แถบต่อไพรเมอร์ ซึ่งมีไพรเมอร์ 1 หมายเลขที่สามารถตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ได้อย่างชัดเจน คือ ไพรเมอร์ OPK 15 และเมื่อนำไปจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ โดยใช้วิธี UPGMA เพื่อหาความแตกต่างทางพันธุกรรมพบว่า สามารถจำแนกต้นย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ กลุ่มที่ 1 สายพันธุ์สะเมิงและเชียงดาว กลุ่มที่ 2 สายพันธุ์ป่าซาง ภูซาง ทุ่งโฮ้ง และแม่ริม การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้เทคนิคอาร์เอพีดีสามารถช่วยจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของย่อมได้ และได้รวบรวมย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ไว้ที่ภาควิชาพืชไร่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ตามโครงการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาการปลูกต้นครามและต้นย่อมในสภาพพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และสกลนคร ที่ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เพื่อเป็นแหล่งพันธุกรรมและการใช้ประโยชน์ต่อไป

บรรณานุกรม

กรมประชาสัมพันธ์. 2548. **โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.prd.go.th/otops/S_otop.pgp?id=436 (5 มิถุนายน 2550).

กฤษณพงศ์ ศรีพงษ์พันธุ์กุล. 2543. การประยุกต์ใช้โมเลกุลเครื่องหมายสำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืช. น. 15-22. **ใน รายงานการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวประจำปี 2543.** นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กิตติพัฒน์ อุโฆษกิจ, ภัทรพร คุ้มภัย และ สุวิมล ไหลรัตนกุล. 2543. การศึกษาพื้นฐานทางพันธุกรรมของละหุ่งพันธุ์พื้นเมืองไทยโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล RAPD. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 8(2): 1-8.

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช. 2549. **พืชให้สี.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.ist.cmu.ac.th/cotton/color-03.html (10 มิถุนายน 2550).

จุลภาค คุ้มวงศ์. 2543. ความจำเป็นของลายพิมพ์ดีเอ็นเอกับการจดทะเบียนพันธุ์พืช. **เคหการเกษตร** 24(5): 174-176.

ธีระชัย ธนานันต์ และ นฤมล ธนานันต์. 2543. เทคนิคอาร์เอพีดีกับการจำแนกพันธุ์พริก. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 8(1): 6-10.

ทัศนีย์ เปรมใจ. 2550. **ความสามารถในการให้สีของฮ่อม 2 พันธุ์.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 23 น.

นายสวีสอง. 2552. "ฮ่อม" เป็นยา-ย้อมผ้า. คมชัดลึก 29 เมษายน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.komchadluek.net/detail/20090429/10921. (12 สิงหาคม 2552).

นิตยา ชะนะญาติ. 2544. **การพัฒนาการสกัดอินดิโกจากครามและฮ่อมเพื่อใช้ในการย้อมสีธรรมชาติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 77 น.

พูลทรัพย์ สวนเมือง ตุลาพันธุ์, วารุณี พูลศิลป์ และ สุชาดา บุญชู. 2542. **การย้อมสีไหมด้วยวัสดุธรรมชาติในภาคอีสานของไทย.** กรุงเทพ ฯ: 21 เซนจูรี่. 118 น.

เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์. 2545. ครามสีฟ้า. อ้างโดย เปรมจิตต์ ใจหาญ. 2551. **ผลของสายพันธุ์แหล่งปลูกและอายุการเก็บเกี่ยว ต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์คราม (*Indigofera tinctoria* L.) ในระหว่างการเก็บรักษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 103 น.

เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์, ศุภชัย แก้วมีชัย และ วันชัย สร้อยอินทรากุล. 2541. **การย้อมสีกระดาษสาโดยใช้วัสดุธรรมชาติ: สีจากพืชไร่.** เชียงใหม่: ศูนย์วิจัยพืชไร่. 359 น.

ภาณี ทองพำนัก. 2546. การตรวจสอบความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอ. น. 157-167. **ใน โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการควบคุมคุณภาพเมล็ดพันธุ์.** นครปฐม: ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 2548. **ประวัติความเป็นมาของสีคราม.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://sc.snru.ac.th/KramDatabase/culture.php. (10 มิถุนายน 2550).

ร้านพิมพ์หม้อฮ่อม. 2549. **ความเป็นมาและการทำผ้าหม้อฮ่อม.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http:// www.cdd.go.th. (10 มิถุนายน 2550).

รู้ไว้ใช่ว่ากับเดลินิวส์. 2547. ฮ่อม. เดลินิวส์ 10 มีนาคม. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.panmai.com/knowboard/520.shtml. (10 มิถุนายน 2550).

เรืองชัย จูวัฒนสำราญ. 2544. **เอกสารประกอบการสอน วิชา พร. 431 เทคนิคการวิจัยพืชไร่.** เชียงใหม่: ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 304 น.

วิชัย เลาหาง. 2549. **ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของครามบางพันธุ์ในพื้นที่พัฒนาบ้านโป่ง จังหวัดเชียงใหม่.** เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 53 น.

สุรินทร์ ปิยโชคณากุล. 2543. **พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น.** กรุงเทพ: ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 282 น.

_____. 2545ก. **พันธุวิศวกรรมเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพ ฯ: ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 282 น.

_____. 2545ข. **จีโนมและเครื่องหมายดีเอ็นเอ.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 116 น.

สุรีย์ ฟูตระกูล, สุรศักดิ์ เหลี่ยวไชยพันธุ์ และ อนงค์ จีระโสตถิกุล. 2543. **การพัฒนาสารย้อมสีธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนบน 1.** เชียงใหม่: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 199 น.

_____. 2547. **การพัฒนาสารย้อมสีธรรมชาติในเขตภาคเหนือตอนบน 2.** เชียงใหม่: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 224 น.

เสริมสกุล พจนการุณ และ ดิเรก ตนพยอม. 2545. การรวบรวมและศึกษาพันธุ์มะกอกน้ำมัน : ศึกษาพันธุ์มะกอกน้ำมันโดยเทคนิค RAPD. **วิชาการเกษตร** 20(2): 155-168.

อนุรัตน์ สายทอง. 2544. การผลิตสีครามจากต้นคราม ตอนที่ 1 ต้นครามและสีคราม. **วิทยาศาสตร์.** 55(1): 55-60.

อรุณี คงดี. 2551. การเตรียมวัสดุสิ่งทอก่อนย้อม. น. 1-12. **ใน อบรมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาการย้อมผ้าด้วยสีย้อมจากธรรมชาติ: เทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการย้อมสีธรรมชาติและการเพิ่มสมบัติพิเศษสิ่งทอ.** เชียงใหม่: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Cao, W., G. Scoles and R.N. Chibbar. 1999. The use of RAPD analysis to classify *Triticum* accession. **Theor Appl Genet**. [Online] 98: 602-607. Available http://www.springerlink.com/content/1bpebkyh08yyr5hj/ (18 May 2009).

Cram, D.J. and Hammond, G.S. 1959. **Organic chemistry**. USA: McGrawhill. 846 p.

Doyle, J.J. and J.L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochem Bull** 19: 11-15.

Haihui Xia, Huanhuan Wei and Xiaoyi Wei. 2004. **Benzoxazinoid glucosides from *Baphicacanthus cusia*.** [Online] Available http://www.elsevier.com/locate/biochemsyseco. (10 May 2007).

Klein-lankhorst, R.M., A. Vermunt and P. Zabel. 1991. Isolation of molecular markers for tomato (L. esculentum) using random amplified polymorphic DNA (RAPD). **Theor. Appl. Genet**. 83: 108-114.

Kresovich S, Williams JGK and Schaal BA. 1992. Characterization of genetic identities and relationships of *Brassica oleracea* L. via a random amplified poly morphic DNA assay. **Theor. Appl. Genet**. 85: 190-196.

Li, Z. and R.L. Nelson. 2002. RAPD Marker Diversity among Cultivate and Wild Soybean Association from Four Chinese Provinces. **Crop science**. [Online] 42: 1737-1744. Available http://www.crop.scijournals.org/cgi/reprint/42/5/1737 (29 May 2007).

Lubs, H.A. 1972. **The chemistry of synthetic dyes and pigments**. New York: Robert E. Krieger. 734 p.

Maheswaran, M., D.J. Mackill and S.R. McCouch. 1986. Identification of RAPD markers linked to Se-3(t), a gene enhancing the level of photoperiod sensitivity in rice. **Crop Science** 29(3): 636-640.

Matsui, T., Y. Kosuki and S. Sukarakarn. 2002. Classification of Oriental Melon by RAPD Analysis. **Pakistan Journal of Biological Science**. [Online]5(2): 208-211. Available http:2//www.ansinet.org/fulltext/pjbs/pjbs52208-211.pdf (29 May 2007).

Moeyes, M. 1993. **Natural dyeing in Thailand**. Bangkok: White lotus. 173 p.

Mori, M., K. Hosaka and C. Kaneda. 1994. Rapid identification of Japanese potato cultivars by RAPDs. **Jpn J Genet** 68: 167-174.

Rafalski, J.A., S.V. Tingey and J.G.K. Williams. 1991. RAPD markers-a new technology for genetic mapping and plant breeding. **AgBiotech News Info** 3: 645-648.

Steiner, N.J. and G. Garcia de los Santos. 2001. Adaptive ecology of *Lotus corniculatus* L. genotype : I. Plant morphology and RAPD marker characterizations. **Crop Science**. [Online] 41:552-563(March-April). Available http://www.crop.scijournals.org/cgi/reprint/ 41/2/552 (29 May 2007).

Tang, W. and Eisenbrand, G. 1992. **Chinese drugs of plant origin : chemistry, pharmacology, and use in traditional and modern medicine**. Berlin : Springer-Verlag. 1056 P.

Tingey. S.V., Rafalski J.A. and Williams J.G.K. 1992. Genetic Analysis with RAPD Markers. pp. 3-8. In **Applications of RAPD Technology to Plant Breeding 1st Nov 1992, Minnesota.**

Yee, E. Kidwell, Sills K.K. and Lumpkin T.A.. 1999. Diversity among Selected *Vigna angularis* (Azuki) Accessions on the Basis of RAPD and AFLP Markers. **Crop science**. 39: 268-275.

Zebrowska, J.J. and M. Tyrka. 2003. The use of RAPD markers for strawberry identification and genetic diversity studies. **Food, Agriculture & Environment**. [Online] 1, 1 : 115-117 (January). Available http://www.world-food.net/scientficjournal/2003/issue1/pdf/ Agriculture/V1N1A115-117 theuseofrapd.pdf (29 May 2007).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

ตารางผนวก 1 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 15 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	20.89	4.18	1.58	0.25
Block	2	12.83	6.42	2.42	0.14
Error	10	26.48	2.65		
Total	17	60.20			

C.V % = 11.42

ตารางผนวก 2 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 30 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	22.93	4.59	1.42	0.30
Block	2	8.55	4.27	1.32	0.31
Error	10	32.36	3.24		
Total	17	63.83			

C.V % = 10.55

ตารางผนวก 3 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 45 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	30.30	6.06	1.37	0.31
Block	2	4.69	2.34	0.53	0.61
Error	10	44.38	4.43		
Total	17	79.37			

C.V % = 10.58

ตารางผนวก 4 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 60 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	65.57	13.11	1.84	0.19
Block	2	2.64	1.32	0.19	0.83
Error	10	71.34	7.13		
Total	17	139.56			

C.V % = 11.53

ตารางผนวก 5 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 75 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	122.52	24.51	1.90	0.18
Block	2	8.53	4.27	0.33	0.73
Error	10	128.76	12.88		
Total	17	259.82			

C.V % = 14.14

ตารางผนวก 6 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 90 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	181.03	36.21	2.08	0.86
Block	2	5.29	2.64	0.15	0.15
Error	10	174.30	17.43		
Total	17	360.62			

C.V % = 15.05

ตารางผนวก 7 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 105 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	250.06	50.01	0.53	0.10
Block	2	10.21	5.11	0.26	0.78
Error	10	197.54	19.75		
Total	17	457.82			

C.V % = 14.85

ตารางผนวก 8 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 120 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	323.81	64.76	2.38	0.11
Block	2	11.18	5.59	0.21	0.82
Error	10	272.43	27.24		
Total	17	607.42			

C.V % = 16.06

ตารางผนวก 9 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 135 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	426.20	42.81	1.99	0.17
Block	2	12.01	6.00	0.14	0.87
Error	10	428.07	42.81		
Total	17	866.28			

C.V % = 18.83

ตารางผนวก 10 ANOVA ลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความสูงอายุ 150 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	572.08	114.42	2.16	0.14
Block	2	1.46	9.23	0.17	0.84
Error	10	530.70	53.07		
Total	17	1121.25			

C.V % = 19.95

ตารางผนวก 11 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 15 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	3.97	0.79	2.62	0.09
Block	2	0.77	0.38	1.27	0.32
Error	10	3.03	0.30		
Total	17	7.77			

C.V % = 19.25

ตารางผนวก 12 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 30 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	3.74	0.75	2.50	0.10
Block	2	0.64	0.32	1.08	0.38
Error	10	2.99	0.30		
Total	17	7.37			

C.V % = 17.84

ตารางผนวก 13 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 45 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	4.11	0.83	2.73	0.09
Block	2	0.45	0.22	2.69	0.50
Error	10	3.06	0.31		
Total	17	7.62			

C.V % = 16.67

ตารางผนวก 14 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 60 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	6.45	1.29	4.08	0.02
Block	2	0.35	0.17	0.65	0.54
Error	10	2.69	0.27		
Total	17	9.48			

C.V % = 13.79

ตารางผนวก 15 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 75 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	7.52	1.50	6.67	0.001
Block	2	0.11	0.06	0.25	0.78
Error	10	2.25	0.23		
Total	17	9.88			

C.V % = 11.62

ตารางผนวก 16 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 90 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	10.09	2.02	4.83	0.02
Block	2	0.10	0.05	0.12	0.89
Error	10	4.18	0.42		
Total	17	14.37			

C.V % = 14.43

ตารางผนวก 17 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 105 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	10.58	2.12	4.25	0.02
Block	2	0.11	0.05	0.11	0.90
Error	10	4.98	0.50		
Total	17	15.67			

C.V % = 15.14

ตารางผนวก 18 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 120 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	13.05	2.61	5.89	0.01
Block	2	0.31	0.16	0.35	0.71
Error	10	4.43	0.44		
Total	17	17.79			

C.V % = 13.21

ตารางผนวก 19 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 135 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	15.66	3.13	5.63	0.01
Block	2	0.72	0.36	0.65	0.54
Error	10	5.57	0.55		
Total	17	21.95			

C.V % = 13.66

ตารางผนวก 20 ANOVA ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อายุ 150 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	18.52	3.70	5.05	0.01
Block	2	1.64	0.82	1.12	0.36
Error	10	7.34	0.73		
Total	17	27.50			

C.V % = 14.62

ตารางผนวก 21 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 15 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	50.35	10.07	5.75	0.01
Block	2	3.80	1.90	1.09	0.37
Error	10	17.51	1.75		
Total	17	71.66			

C.V % = 24.66

ตารางผนวก 22 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 30 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	54.99	11.00	5.30	0.01
Block	2	4.86	2.43	1.17	0.35
Error	10	20.74	2.07		
Total	17	80.59			

C.V % = 26.07

ตารางผนวก 23 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 45 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	61.76	12.35	5.36	0.01
Block	2	3.81	1.90	0.83	0.47
Error	10	23.03	2.30		
Total	17	88.60			

C.V % = 26.16

ตารางผนวก 24 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 60 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	83.47	16.69	19.57	< 0.0001
Block	2	2.50	1.25	1.47	0.28
Error	10	8.53	0.85		
Total	17	94.50			

C.V % = 14.06

ตารางผนวก 25 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 75 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	124.91	24.98	21.74	< 0.0001
Block	2	2.26	1.13	0.98	0.41
Error	10	11.49	1.15		
Total	17	138.67			

C.V % = 14.32

ตารางผนวก 26 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 90 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	225.18	45.04	12.32	0.0005
Block	2	2.25	1.13	0.31	0.74
Error	10	36.56	3.66		
Total	17	263.99			

C.V % = 20.55

ตารางผนวก 27 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 105 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	246.35	49.27	17.04	0.0001
Block	2	3.16	1.58	0.55	0.60
Error	10	28.91	2.89		
Total	17	278.42			

C.V % = 16.59

ตารางผนวก 28 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 120 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	265.00	53.00	16.40	0.0002
Block	2	4.66	2.33	0.72	0.51
Error	10	32.32	3.23		
Total	17	301.98			

C.V % = 16.04

ตารางผนวก 29 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 135 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	274.21	54.84	18.59	< 0.0001
Block	2	6.28	3.14	1.06	3.38
Error	10	29.51	2.95		
Total	17	310.00			

C.V % = 13.86

ตารางผนวก 30 ANOVA จำนวนกิ่งต่อต้น อายุ 150 วัน หลังย้ายปลูก

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	303.29	60.66	16.29	0.0002
Block	2	6.63	3.32	0.89	0.44
Error	10	37.24	3.72		
Total	17	347.16			

C.V % = 14.63

ตารางผนวก 31 ANOVA ลักษณะของผลผลิตน้ำหนักสดของฮ่อม

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	737533.36	147506.67	92.62	<0.0001
Block	2	6317.64	3158.82	1.98	0.19
Error	10	15925.32	1592.53		
Total	17	759776.32			

C.V % = 6.30

ตารางผนวก 32 ANOVA ลักษณะของผลผลิตต่อไร่ของฮ่อม

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	3356589.20	671317.82	92.63	<.0001
Block	2	28753.38	14376.69	1.98	0.188
Error	10	72475.70	7247.57		
Total	17	3457818.27			

C.V % = 6.30

ตารางผนวก 33 ANOVA ลักษณะของผลผลิตสีฮ่อมเปียกต่อไร่ของฮ่อม

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	11984.22	2396.84	7.84	0.003
Block	2	87.01	43.50	0.14	0.87
Error	10	3047.26	304.72		
Total	17	15118.49			

C.V % = 23.29

ตารางผนวก 34 ANOVA ปริมาณตะกอนสีครามเปียกของย่อม

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	172.50	34.50	9.86	0.001
Block	2	3.00	1.50	0.43	0.66
Error	10	35.00	3.50		
Total	17	210.50			

C.V % = 16.27

ตารางผนวก 35 ANOVA ค่าความสว่างของสี

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	21043.47	3507.25	5386.69	<0.0001
Block	2	6.16	1.54	2.37	0.08
Error	10	15.63	0.65		
Total	17	21065.26			

C.V % = 2.58

ตารางผนวก 36 ANOVA ค่าความเข้มของสี

SOV	DF	SS	MS	F value	Pr > F
Treatments	5	233.45	38.91	221.58	<0.0001
Block	2	1.23	0.31	1.75	0.17
Error	10	4.21	0.18		
Total	17	238.89			

C.V % = -13.21

ตารางผนวก 37 ไพรเมอร์ที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับเบส 5' ⟶ 3'	ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับเบส 5' ⟶ 3'
1	OPO 01	GGCACGTAAG	21	OPK 01	CATTCGAGCC
2	OPO 02	ACGTAGCGTC	22	OPK 02	GTCTCCGCAA
3	OPO 03	CTGTTGCTAC	23	OPK 03	CCAGCTTAGG
4	OPO 04	AAGTCCGCTC	24	OPK 04	CCGCCCAAAC
5	OPO 05	CCCAGTCACT	25	OPK 05	TCTGTCGAGG
6	OPO 06	CCACGGGAAG	26	OPK 06	CACCTTTCCC
7	OPO 07	CAGCACTGAC	27	OPK 07	AGCGAGCAAG
8	OPO 08	CCTCCAGTGT	28	OPK 08	GAACACTGGG
9	OPO 09	TCCCACGCAA	29	OPK 09	CCCTACCGAC
10	OPO 10	TCAGAGCGCC	30	OPK 10	GTGCAACGTG
11	OPO 11	GACAGGAGGT	31	OPK 11	AATGCCCCAG
12	OPO 12	CAGTGCTGTG	32	OPK 12	TGGCCCTCAC
13	OPO 13	GTCAGACTCC	33	OPK 13	GGTTGTACCC
14	OPO 14	AGCATGGCTC	34	OPK 14	CCCGCTACAC
15	OPO 15	TGGCGTCCTT	35	OPK 15	CTCCTGCCAA
16	OPO 16	TCGGCGGTTC	36	OPK 16	GAGCGTCGAA
17	OPO 17	GGCTTATGCC	37	OPK 17	CCCAGCTGTG
18	OPO 18	CTCGCTATCC	38	OPK 18	CCTAGTCGAG
19	OPO 19	GGTGCACGTT	39	OPK 19	CACAGGCGGA
20	OPO 20	ACACACGCTG	40	OPK 20	GTGTCGCGAG

ตารางผนวก 37 (ต่อ)

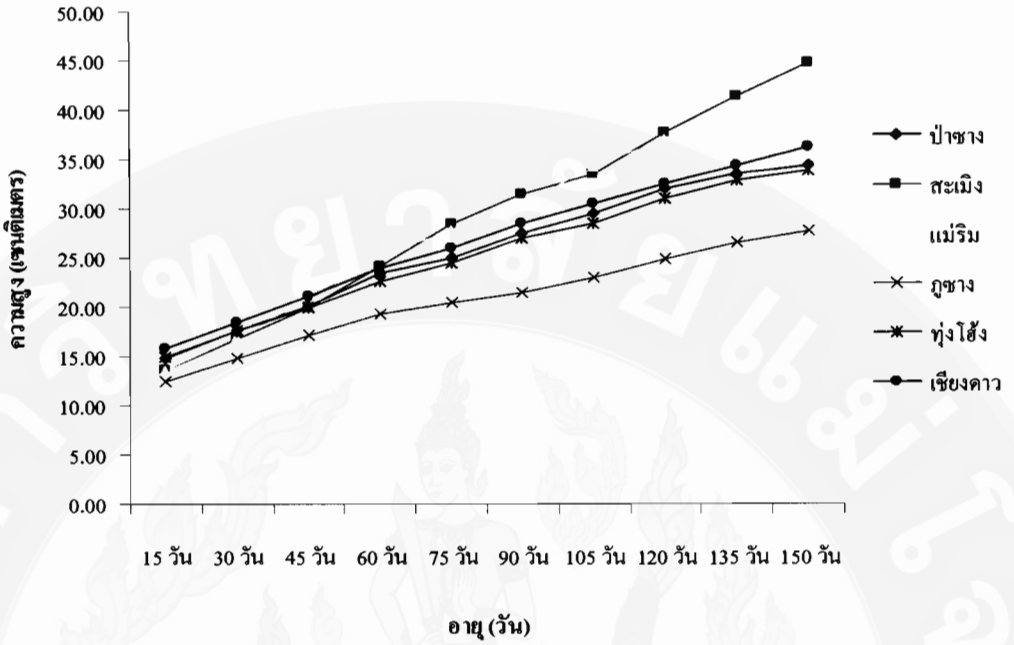
ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับเบส 5' ----> 3'	ลำดับ	ไพรเมอร์	ลำดับเบส 5'----> 3'
41	OPE 01	CCCAAGGTCC	61	OPH 01	GGTCGGAGAA
42	OPE 02	GGTGCGGGAA	62	OPH 02	TCGGACGTGA
43	OPE 03	CCAGATGCAC	63	OPH 03	AGACGTCCAC
44	OPE 04	GTGACATGCC	64	OPH 04	GGAAGTCGCC
45	OPE 05	TCAGGGAGGT	65	OPH 05	AGTCGTCCCC
46	OPE 06	AAGACCCCTC	66	OPH 06	ACGCATCGCA
47	OPE 07	AGATGCAGCC	67	OPH 07	CTGCATCGTG
48	OPE 08	TCACCACGGT	68	OPH 08	GAAACACCCC
49	OPE 09	CTTCACCCGA	69	OPH 09	TGTAGCTGGG
50	OPE 10	CACCAGGTGA	70	OPH 10	CCTACGTCAG
51	OPE 11	GAGTCTCAGG	71	OPH 11	CTTCCGCAGT
52	OPE 12	TTATCGCCCC	72	OPH 12	ACGCGCATGT
53	OPE 13	CCCGATTCGG	73	OPH 13	GACGCCACAC
54	OPE 14	TGCGGCTGAG	74	OPH 14	ACCAGGTTGG
55	OPE 15	ACGCACAACC	75	OPH 15	AATGGCGCAG
56	OPE 16	GGTGACTGTG	76	OPH 16	TCTCAGCTGG
57	OPE 17	CTACTGCCGT	77	OPH 17	CACTCTCCTC
58	OPE 18	GGACTGCAGA	78	OPH 18	GAATCGGCCA
59	OPE 19	ACGGCGTATG	79	OPH 19	CTGACCAGCC
60	OPE 20	AACGGTGACC	80	OPH 20	GGGAGACATC

ตารางผนวก 38 ความเข้มข้นและการปรับความเข้มข้นดีเอ็นเอจากใบอ่อนของฮ่อม

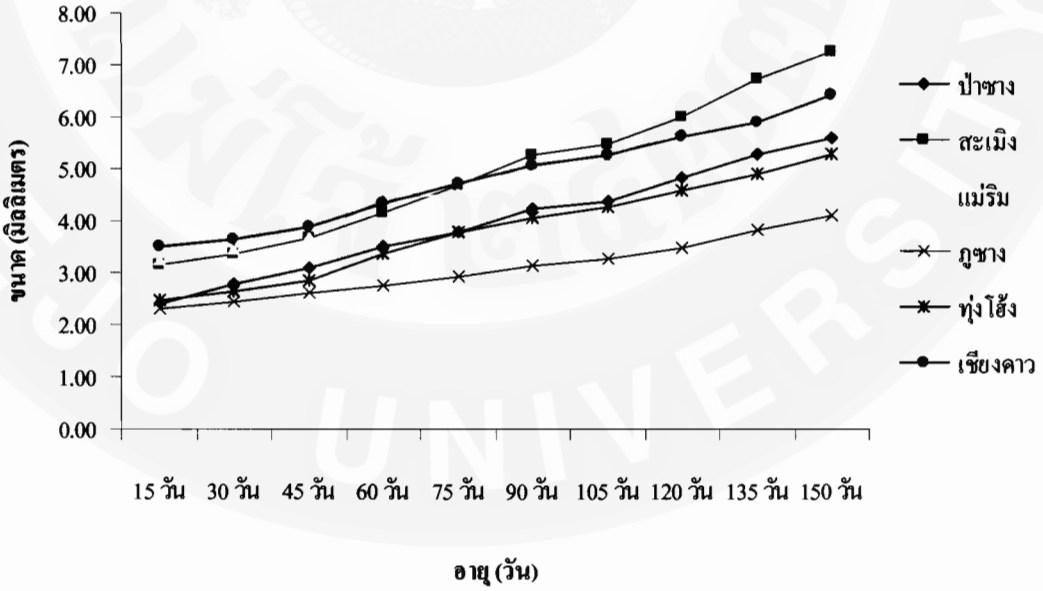
สายพันธุ์	DNA concentration (ng/µl)	ปรับความเข้มข้นดีเอ็นเอ (5 ng/µl)		
		DNA concentration/5 (ng/µl)	DNA sample (µl)	dH_2O (µl)
แม่ริม	50	10	10	90
สะเมิง	50	10	10	90
ป่าซาง	300	60	1.67	98.33
แพร่	50	10	10	90
ภูซาง	80	16	6.25	93.75
เชียงดาว	150	30	3.33	96.67

ภาคผนวก ข

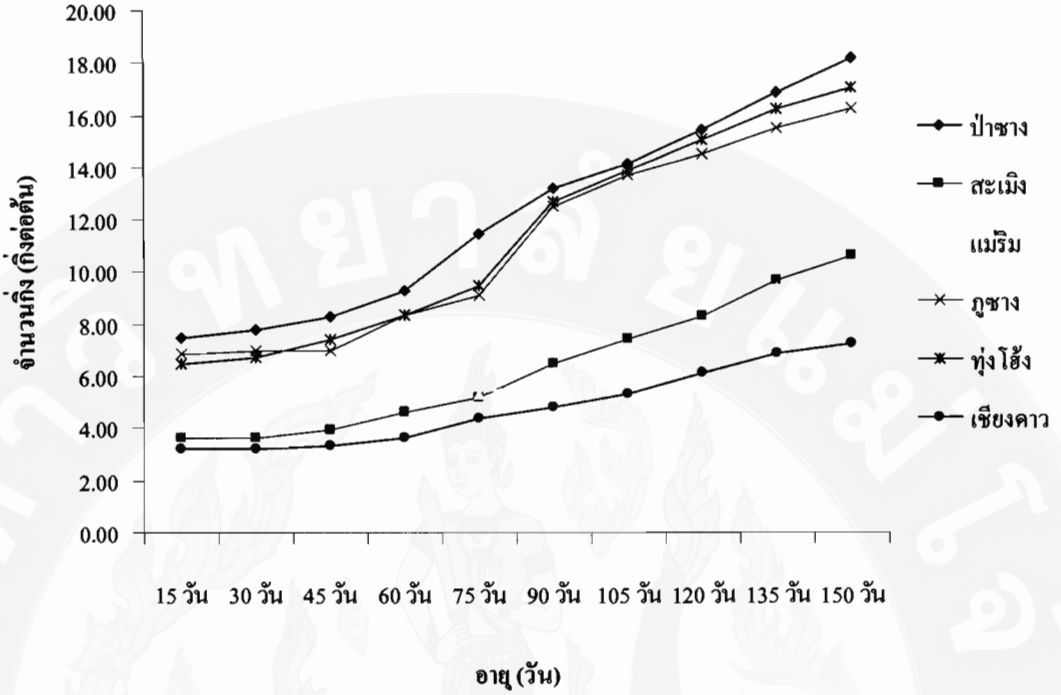
ภาพผนวก



ภาพผนวก 1 ความสูงของต้นย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ตั้งแต่ย้ายปลูกอายุ 15 วัน ถึงเก็บเกี่ยว 150 วัน



ภาพผนวก 2 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ตั้งแต่ย้ายปลูกอายุ 15 วัน ถึงเก็บเกี่ยว 150 วัน



ภาพผนวก 3 จำนวนกิ่งต่อต้นของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์ ตั้งแต่ย้ายปลูกอายุ 15 วัน ถึงเก็บเกี่ยว 150 วัน

ก

ข

ค

ง

ภาพผนวก 4 การเตรียมต้นกล้าฮ่อมเพื่อการทดลอง

หมายเหตุ ก, ข = ตัดยอดกิ่งฮ่อมประมาณข้อที่ 3, ค = ตัดใบออกเพื่อลดการคายน้ำ และ ง = นำไปปักชำลงในถุงพลาสติกแล้วรดน้ำ

ภาพผนวก 5 รูปแปลงปลูกฮ่อม อายุ 1 เดือนหลังย้ายปลูก

ก ข

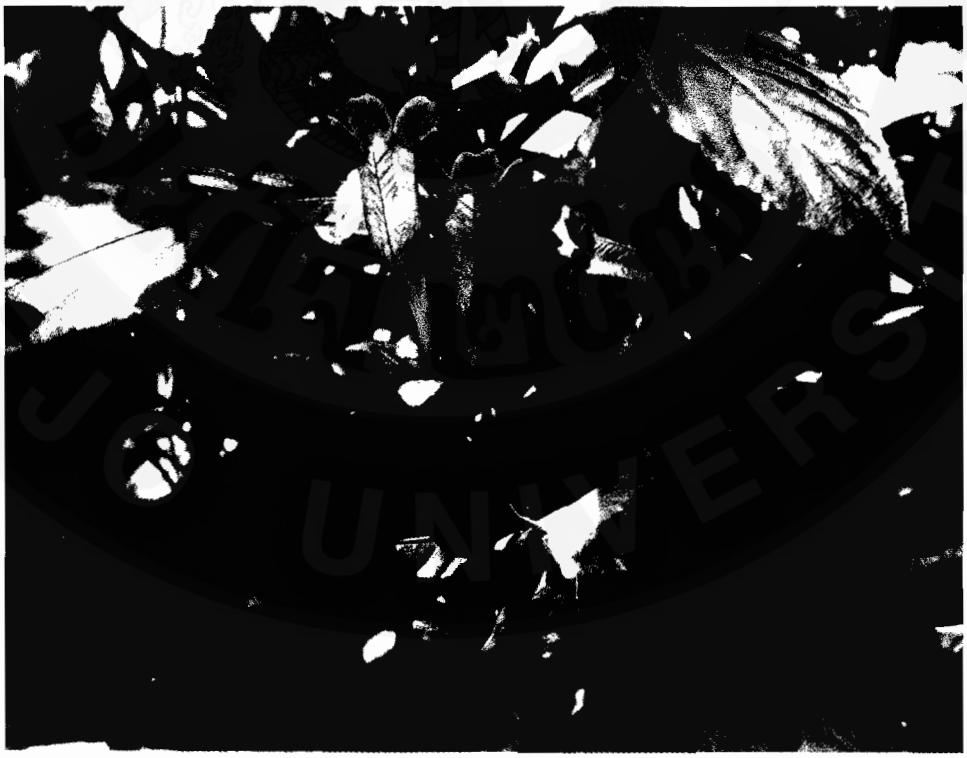
ค ง

จ ฉ

ภาพผนวก 6 รูปย่อม 6 สายพันธุ์

หมายเหตุ **พันธุ์แม่ริม (ก), พันธุ์สะเมิง (ข), พันธุ์ป่าซาง (ค), พันธุ์ภูซาง (ง), พันธุ์ทุ่งโฮ้ง (จ) และ พันธุ์เชียงดาว (ฉ)**

ภาพผนวก 7 ลักษณะดอกของฮ่อมทั้ง 6 สายพันธุ์



ภาพผนวก 8 รูปลักษณะของดอกฮ่อม

ภาพผนวก 9 ตะกอนสีครามเปียกของย่อมทั้ง 6 สายพันธุ์

หมายเหตุ 1) สายพันธุ์ป่าซาง, 2) สายพันธุ์สะเมิง, 3) สายพันธุ์แม่ริม, 4) สายพันธุ์ภูซาง, 5) สายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง และ 6) สายพันธุ์เชียงดาว

ภาพผนวก 10 กระดาษที่ระบายด้วยสีย่อมเปียกทั้ง 6 สายพันธุ์

หมายเหตุ 1) สายพันธุ์ป่าซาง, 2) สายพันธุ์สะเมิง, 3) สายพันธุ์แม่ริม, 4) สายพันธุ์ภูซาง, 5) สายพันธุ์ทุ่งโฮ้ง และ 6) สายพันธุ์เชียงดาว

ภาคผนวก ค
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นายประเทศ พลรักษา

เกิดเมื่อ 7 พฤษภาคม 2525

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2544 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร
จังหวัดน่าน

พ.ศ. 2548 ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
จังหวัดเชียงใหม่