

อิทธิพลของสภาพแวดล้อม และปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต
การออกดอก การติดฝักและเมล็ด และการสะสมสาร Daidzein
และ Genistein ในหัวกวาวเครือขาว [*Pueraria candollei* Grah.
var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham]

นายประสาร ฉลาดคิด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-533-262-3

**INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT AND THE OTHER FACTORS
ON VEGETATIVE GROWTH, FLOWERING, FRUIT SETTING AND
THE ACCUMULATION OF DAIDZEIN AND GENISTEIN IN THE
TUBEROUS ROOTS OF WHITE KWAO KRUA [*Pueraria candollei*
Grah. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham]**

Mr. Prasan Chalardkid

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Doctor of Philosophy in Crop Production Technology
Suranaree University of Technology
Academic Year 2003
ISBN 974-533-262-3**

อิทธิพลของสภาพแวดล้อม และปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอก การติดฝัก
และเมล็ด และการสะสมสาร Daidzein และ Genistein ในหัวกวาวเครือขาว [*Pueraria*
candollei Grah. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้ฉบับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. หัสไชย บุญสูง)
ประธานกรรมการ

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูวดี มานะเกษม)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. พูนสุข ศรีโยธา)
กรรมการ

.....

(อาจารย์ ดร. อัครชัย สุขธำรง)
กรรมการ

.....

(นางสมสุข ศรีจักรวาล)
กรรมการ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีข จิตรสมบุญ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. กนก ผลารักษ์)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

ประสาร ฉลาดคิด : อิทธิพลของสภาพแวดล้อม และปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอก การติดฝักและเมล็ด และการสะสมสาร Daidzein และ Genistein ในหัวกวาวเครือขาว [INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT AND THE OTHER FACTORS ON VEGETATIVE GROWTH, FLOWERING, FRUIT SETTING AND THE ACCUMULATION OF DAIDZEIN AND GENISTEIN IN THE TUBEROUS ROOTS OF WHITE KWAO KRUA [*Pueraria candollei* Grah. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham]

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ยุวดี มานะเกษม, 98 หน้า. ISBN 974-533-262-3

ได้ทำการทดลอง 7 การทดลองเพื่อศึกษาการเจริญ การพัฒนา และการสะสม daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาว [*Pueraria candollei* Grah. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham] การทดลองที่ 1 การศึกษาการเจริญและการพัฒนาของกวาวเครือขาว ในรอบปี ในพื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น การทดลองที่ 2 การศึกษาการเจริญเติบโตของกวาวเครือขาวในแปลงทดลอง การทดลองที่ 3 การหาปริมาณ daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่อายุต่างกัน การทดลองที่ 4 การศึกษาอิทธิพลของ NAA และ daminozide ต่อการติดฝักและเมล็ด การทดลองที่ 5 การศึกษาทางกายวิภาคของเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ การทดลองที่ 6 การศึกษาอิทธิพลของธาตุทองแดงต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein การทดลองที่ 7 การหาปริมาณธาตุทองแดงที่ตกค้างในใบ การทดลองที่ 2 – 7 ได้ทำการทดลองที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ. เมือง จ. นครราชสีมา โดยเริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2543 ถึง 30 เมษายน 2546 ผลการทดลองพบว่ากวาวเครือขาวเริ่มแตกเครือเถาและใบอ่อนในเดือนกุมภาพันธ์ ใบเจริญเติบโตเต็มที่ในเดือนกรกฎาคม และผลัดใบหมดต้นในเดือนกุมภาพันธ์พร้อมกับการออกดอก จากนั้นจะมีการแตกเครือเถาและใบอ่อนอีกครั้ง กวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองออกดอกเมื่ออายุ 5 เดือน ที่อายุ 16 เดือนเส้นผ่าศูนย์กลางต้นเฉลี่ย 3.24 ซม. น้ำหนักหัวเฉลี่ย 249.88 ก. เปอร์เซ็นต์ความชื้นหัวเฉลี่ย 90.69 % ความหนาแน่นหัวเฉลี่ย 1.03 ก./ลบ.ซม. และมีปริมาณ daidzein และ genistein 40.37 และ 24.48 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ daminozide ความเข้มข้น 500 ppm ให้จำนวนฝักต่อช่อดอกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมคือเท่ากับ 26.83 ฝักต่อช่อดอก NAA ทุกระดับความเข้มข้นทำให้จำนวนฝักต่อช่อดอกลดลง ทั้ง NAA และ daminozide ไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักและน้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ด ต้นอ่อนและใบเลี้ยงของเมล็ดไม่สมบูรณ์ มีขนาดเล็กกว่าเมล็ดที่สมบูรณ์ ทองแดงที่ความเข้มข้น 300 ppm ทำให้ปริมาณ daidzein และ genistein มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 44.69 และ 28.45 ppm ตามลำดับ ทองแดงที่อยู่ในรูปสารประกอบต่างกัน ไม่ทำให้ปริมาณ daidzein และ genistein เฉลี่ยแตกต่างกัน แต่ทั้งรูปและความเข้มข้นของสารประกอบทองแดงที่ต่างกันทำให้ปริมาณทองแดงสะสมในใบกวาวเครือขาวแตกต่างกัน

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

PRASAN CHALARDKID : INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT AND THE OTHER FACTORS ON VEGETATIVE GROWTH, FLOWERING, FRUIT SETTING AND THE ACCUMULATION OF DAIDZEIN AND GENISTEIN IN THE TUBEROUS ROOTS OF WHITE KWAO KRUA [*Pueraria candollei* Grah. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham] THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF YUVADEE MANAKASEM, Ph.D. 98 PP. ISBN 974-553-262-3
Pueraria candollei Grah. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham / Phenology/Daidzein/Genistein

Seven experiments were conducted in order to study growth, development and accumulation of daidzein and genistein in tuberous roots of White Kwao Krua [*Pueraria candollei* Grah. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham]. In experiment 1, phenology cycle of White Kwao Krua was studied in the area of King Bhumipol celebration reforestation project Wang-namkhiew District, Nakhonrachasima Province. Experiment 2 was the study growth and development of White Kwao Krua planted in the experimental field. Experiment 3 was determination of the amount of daidzein and genistein in tuberous roots at the various ages. Experiment 4 was the influence of NAA and daminozide on the pods and seeds setting. Experiment 5 was the study on anatomy of complete and incomplete seeds. Experiment 6 was the influence of copper on the amount of daidzein and genistein in tuberous roots. Experiment 7 was the determination of the amount of copper accumulated in the White Kwao Krua leaves. Experiment 2 – 7 were conducted at the University Farm. These experiments started on February 12, 2000 and last till April 30, 2003. The results showed that the young stems and leaves initiated in February. All young leaves matured in July and completely fallen in February. The flowering also started in February. Then the young stems and leaves initiated again. The White Kwao Krua planted in the experimental area started flowering at the 5th months after planting. At the 16th months old, the average of the stems diameter was 3.24 cm, the tuberous roots was 249.88 g, the average moisture contents was 90.69 % and the density was 1.03g./cm.³ Also, their average amount of daidzein and genistein were 40.37 µg /g and 24.48 µg /g in dry weight. Daminozide at the concentration of 500 ppm showed in the highest the number of 26.83 pods per inflorescence. On the other hand, all levels of NAA concentration decreased the average number of pods per inflorescence. Both NAA and daminozide did not affect the average number of seeds per pod and the weight of 100 seeds. The embryos and cotyledons of the incomplete seeds were smaller than the complete ones. The copper at concentration of 300 ppm showed in the highest amount of daidzein and genistein, 44.69 and 28.45 ppm respectively. The difference of the copper concentration accumulated in the leaves depended on the chemical forms and the concentrations of copper applied.

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ และขอบคุณบุคคลต่างๆ ดังต่อไปนี้ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำช่วยเหลือสนับสนุนในด้านต่างๆ จนกระทั่งการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ผศ.ดร.ยุวดี มานะเกษม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.พูนสุข ศรีโยธา อาจารย์ ดร. อัครชัย สุขธำรง และอาจารย์สมสุข ศรีจักรวาท อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำปรึกษา และการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.หัตไชย บุญจง และ รศ.ดร.สันต์ พานิชกุล ที่กรุณาให้คำแนะนำตรวจแก้ไขโครงร่าง วิทยานิพนธ์

ศ.ดร.ไพศาล เหล่าสุวรรณ และ อ. ชีรภัทร สุวรรณรุจิ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับ สถิติที่ใช้ในการวิจัย

รศ.ยุทธนา สมิตศิริ และ คุณอริพงษ์ มานะเสถียร ที่กรุณาให้ความรู้พื้นฐานที่สำคัญ เกี่ยวกับกาวเครือขาว

อาจารย์ฐาปกรณ์ แก้วเงิน ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และอาจารย์ธรรณี เพชรเสนา รองผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเทพสตรี และเจ้าหน้าที่ทุกคน ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่และเครื่องมือและให้ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางเคมี

คุณโชคดี ปรโลกานนท์ และเจ้าหน้าที่ในโครงการพื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว บ้านเขาแฝงม้า ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์สถานที่พักและพาสำรวจกาวเครือขาวในพื้นที่โครงการ

คุณปราโมทย์ เกิดศิริ และคุณสุพินญา บุญมานพ กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตรที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ร่วมเดินทางไปศึกษากาวเครือในพื้นที่ต่างๆหลายจังหวัด

คุณบุญร่วม กิดคำ และเจ้าหน้าที่คนงานฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้ความช่วยเหลืองานทดลองในแปลงทดลอง

คุณปริษา น้อยปัญญา ที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือในด้านเครื่องมือวิเคราะห์

คุณกมลวรรณ แสงสุวรรณ คุณธนพันธ์ ปัทมานนท์ คุณประกาศ สว่างโชติ คุณปริญา สาคะพันธ์ คุณพิทักษ์พงษ์ ป้อมปรางค์ คุณเนตรชนก นุ้ยสีรุ่ง คุณปริญา ทองเที่ยงดี คุณสรพงษ์ คชเดช คุณทรงกต อุดระ คุณนิกร ผิวกิ้ง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความรู้ในหลายประการ

ประสาร ฉลาดคิด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	๗
สารบัญภาพ	๘
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้	4
2 ปรัชญ่วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
3.1 วัสดุอุปกรณ์	20
3.1.1 อุปกรณ์การทดลอง	20
3.1.2 เครื่องแก้ว	21
3.1.3 สารเคมี	22
3.2 วิธีการศึกษา	22
3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาเกี่ยวกับการเจริญและพัฒนาของ กวางเครือขาวในธรรมชาติในรอบปี (phenological cycle)	22
3.2.1.1 สถานที่ทำการทดลอง	22
3.2.1.2 ระยะเวลาทำการทดลอง	22
3.2.1.3 วิธีการทดลอง	22

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2.1.4 การรวบรวมข้อมูล	23
3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	23
3.2.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาการเจริญเติบโตของกวางเครือขาว ในแปลงทดลอง	23
3.2.2.1 สถานที่ทำการทดลอง	23
3.2.2.2 ระยะเวลาทำการทดลอง	24
3.2.2.3 วิธีการทดลอง	24
3.2.2.4 การรวบรวมข้อมูล	24
3.2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	25
3.2.3 การทดลองที่ 3 ปริมาณสาร daidzein และ genistein	25
3.2.1.1 สถานที่ทำการทดลอง	25
3.2.1.2 ระยะเวลาทำการทดลอง	25
3.2.1.3 วิธีการทดลอง	25
3.2.1.4 การรวบรวมข้อมูล	26
3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	26
3.2.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาอิทธิพลของ NAA และ daminozide ต่อการติด ฝักและเมล็ด	26
3.2.1.1 สถานที่ทำการทดลอง	26
3.2.1.2 ระยะเวลาทำการทดลอง	26
3.2.1.3 วิธีการทดลอง	27
3.2.1.4 การรวบรวมข้อมูล	27
3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	27
3.2.5 การทดลองที่ 5 การศึกษาทางกายวิภาคของเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์	27
3.2.1.1 สถานที่ทำการทดลอง	27
3.2.1.2 ระยะเวลาทำการทดลอง	27
3.2.1.3 วิธีการทดลอง	29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2.1.4 การรวบรวมข้อมูล	29
3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	29
3.2.6 การทดลองที่ 6 การศึกษาอิทธิพลของธาตุทองแดง ต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein	29
3.2.1.1 สถานที่ทำการทดลอง	29
3.2.1.2 ระยะเวลาทำการทดลอง	29
3.2.1.3 วิธีการทดลอง	30
3.2.1.4 การรวบรวมข้อมูล	31
3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	31
3.2.7 การทดลองที่ 7 ปริมาณธาตุทองแดงที่สะสม ในใบกวาวเครือขาว	33
3.2.1.1 สถานที่ทำการทดลอง	33
3.2.1.2 ระยะเวลาทำการทดลอง	33
3.2.1.3 วิธีการทดลอง	33
3.2.1.4 การรวบรวมข้อมูล	34
3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	34
4 ผลการทดลอง	35
4.1 ผลการทดลองที่ 1 การศึกษาเกี่ยวกับการเจริญและพัฒนาของ กวาวเครือขาวในธรรมชาติในรอบปี (phenological cycle)	35
4.1.1 การเจริญและพัฒนาของเครือเถาและใบ	35
4.1.1.1 ระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน	35
4.1.1.2 ระยะการเจริญและพัฒนาของเครือเถาและใบ	35
4.1.1.3 ระยะใบแก่	36
4.1.1.3 ระยะผลัดใบ	36
4.1.2 การออกดอก การติดฝักและเมล็ด	36
4.1.3 สภาพแวดล้อมกับการเจริญและพัฒนาของกวาวเครือขาว	36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.2 ผลการทดลองที่ 2 การศึกษาการเจริญเติบโตของ กวางเครือขาวในแปลงทดลอง	44
4.2.1 การเจริญเติบโตของเครือเถาและหัว การออกดอกติดฝักและเมล็ด	44
4.2.1.1 การเจริญเติบโตของเครือเถา	44
4.2.1.2 การออกดอก การติดฝักและเมล็ด	44
4.2.1.3 การเจริญเติบโตของหัว	44
4.3 ผลการทดลองที่ 3 การวิเคราะห์ปริมาณสาร daidzein และ genistein	45
4.3.1 ปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัวกวางเครือขาว ที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ	45
4.3.2 ปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัวกวางเครือขาว ที่เจริญเติบโต ในแปลงทดลอง	45
4.4 ผลการทดลองที่ 4 การศึกษาอิทธิพลของ NAA และ daminozide ต่อการติดฝักและเมล็ด	55
4.4.1 จำนวนฝักต่อช่อดอก	55
4.4.2 จำนวนเมล็ดต่อฝัก	55
4.4.3 น้ำหนักต่อ 100 เมล็ด	55
4.5 ผลการทดลองที่ 5 การศึกษาทางกายวิภาคเปรียบเทียบ เมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์	57
4.5.1 เมล็ดสมบูรณ์	57
4.5.2 เมล็ดไม่สมบูรณ์	57
4.6 ผลการทดลองที่ 6 การศึกษาอิทธิพลของธาตุทองแดง ต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein	59
4.4.1 ปริมาณสาร daidzein	59
4.4.2 ปริมาณสาร genistein	59
4.7 ผลการทดลองที่ 7 ปริมาณธาตุทองแดงที่สะสมในใบ	61

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	วิจารณ์ผลการทดลอง
5.1	การศึกษาการเจริญและพัฒนาของกวางเครือขาวในธรรมชาติ
	ในรอบปี (phenological cycle) 62
5.1.1	การเจริญและพัฒนาของเครือเถาและใบ 62
5.1.2	การออกดอก การติดฝักและเมล็ด 62
5.2	การศึกษาการเจริญเติบโตของกวางเครือขาวในแปลงทดลอง 63
5.2.1	การเจริญเติบโตของเครือเถา 63
5.2.2	การออกดอก การติดฝักและเมล็ด 64
5.2.3	การเจริญของหัว 65
5.3	ปริมาณสาร daidzein และ genistein 65
5.4	การศึกษาอิทธิพลของ NAA และ daminozide ต่อการติดฝักและเมล็ด 66
5.5	การศึกษาทางกายวิภาคของเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ 68
5.6	การศึกษาอิทธิพลของธาตุทองแดงต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein 68
5.7	ปริมาณธาตุทองแดงที่สะสมในใบ 69
6	สรุปผลการทดลอง
6.1	การศึกษาการเจริญและพัฒนาของกวางเครือขาวในธรรมชาติ
	ในรอบปี (phenological cycle) 71
6.2	การศึกษาการเจริญเติบโตของกวางเครือขาวในแปลงทดลอง 71
6.3	ปริมาณสาร daidzein และ genistein 72
6.4	การศึกษาอิทธิพลของ NAA และ daminozide ต่อการติดฝักและเมล็ด 72
6.5	การศึกษาทางกายวิภาคเปรียบเทียบเมล็ดสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ 72
6.6	อิทธิพลของธาตุทองแดงต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein 73
6.7	ปริมาณธาตุทองแดงที่สะสมในใบ 73
6.8	สรุป 73
6.9	ข้อเสนอแนะ 74
	รายการอ้างอิง 75

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
ตารางภาคผนวกที่	
1 เส้นผ่าศูนย์กลางของเครือเถาขาวเครือขาว ที่เจริญเติบโตในแปลง ทดลองที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน	85
2 จำนวนช่อดอกต่อต้น ความยาวช่อดอก จำนวนฝัก ต่อช่อดอกขนาด ของฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝักและ น้ำหนักต่อ 100 เมล็ดของขาวเครือขาว	86
3 น้ำหนัก ความหนาแน่นและเปอร์เซ็นต์ความชื้น ของหัวขาวเครือขาวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน	87
4 ปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัว ขาวเครือขาวที่เจริญเติบโตใน ธรรมชาติที่อยู่ ในระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน ระยะใบแก่ ระยะผลัดใบ และระยะออกดอก	88
5 ผลการวิเคราะห์ ปริมาณ daidzein และ genistein จากหัวขาวเครือขาวในธรรมชาติที่อยู่ในระยะ แตกเครือเถาและใบอ่อน ระยะใบแก่ ระยะผลัดใบ และระยะออกดอก	88
6 ปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวขาวเครือขาว ที่เจริญเติบโตใน แปลงทดลองที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน	89
7 ผลของ NAA ความเข้มข้น 0 100 300 500 และ daminozide ความเข้มข้น 0 500 1000 และ 2000 ppm ต่อจำนวนฝักต่อช่อดอก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักต่อ 100 เมล็ด	90

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

8	ผลการวิเคราะห์แวนิลิน จำนวนฝักต่อช่อดอก จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักต่อ 100 เมล็ด ของต้น กวางเครือขาวที่ได้รับ NAA ความเข้มข้น 0 100..300 500 และ daminozide ความเข้มข้น 0 500 1000 และ 2000 ppm	90
9	ผลของทองแดงที่ความเข้มข้น 0 100 300 และ 500 ppm ต่อปริมาณ daidzein และ genistein ในหัวกวางเครือขาว	91
10	ผลการวิเคราะห์แวนิลิน ปริมาณ daidzein และ genistein จากหัวกวางเครือขาว และปริมาณ ทองแดงที่ตกค้างในใบ ภายหลังการฉีดพ่น CuCl ₂ CuSO ₄ และ CuEDTA ความเข้มข้น 0 100 300 และ 500 ppm	91
11	ปริมาณทองแดงที่สะสมในใบกวางเครือขาว ภายหลังการฉีดพ่น CuCl ₂ CuSO ₄ และ CuEDTA ความเข้มข้น 0 100 300 และ 500 ppm	92
ภาพภาคผนวกที่		
1	กราฟมาตรฐานของ daidzein ที่ความเข้มข้น 2 4 6 8 10 12 และ 14 ppm	93
2	กราฟมาตรฐานของ genistein ที่ความเข้มข้น 2 4 6 8 10 12 และ 14 ppm	94
3	โครมาโตแกรมของ daidzein และ genistein	95
4	กราฟมาตรฐานของทองแดงที่ความเข้มข้น 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 และ 1.6 ppm	96
รายงานสำรวจและจำแนกดิน		97
ประวัติผู้เขียน		98

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1	
ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเจริญและ	
การพัฒนาของกวางเครือขาวในระยะต่างๆ	
กับอุณหภูมิสูงสุดอุณหภูมิต่ำสุดความชื้นสัมพัทธ์	
และปริมาณน้ำฝน	43

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกวาวเครือขาว	7
2.2 isoflavone	13
2.3 isoflavone glycosides	13
2.4 coumestan	14
2.5 miroestrol	14
2.6 steroid	14
2.7 ขั้นตอนการชีวสังเคราะห์ daidzein และ genistein	17
3.1 แผนผังการทดลองที่ 4	28
3.2 แผนผังการทดลองที่ 6	32
4.1 พื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว บ้านเขาแผงม้า หมู่ 4 ต.วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา	37
4.2 พื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว บ้านเขาแผงม้า หมู่ 4 ต.วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา	37
4.3 การเจริญและพัฒนาของกวาวเครือขาวในรอบปี	38
4.4 กวาวเครือขาวระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน	39
4.5 กวาวเครือขาวระยะการเจริญของเครือเถาและใบ	39
4.6 กวาวเครือขาวระยะใบแก่	40
4.7 กวาวเครือขาวระยะออกดอก	41
4.8 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน	42
4.9 เส้นผ่าศูนย์กลางของเครือเถากวาวเครือขาวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน	46
4.10 เปอร์เซ็นต์การออกดอกของกวาวเครือขาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	46
4.11 ต้นกวาวเครือขาวที่อายุ 1 เดือน	47
4.12 ต้นกวาวเครือขาวที่อายุ 5 เดือน	47
4.13 ต้นกวาวเครือขาวที่อายุ 12 เดือน	48
4.14 ต้นกวาวเครือขาวที่อายุ 16 เดือน	49
4.15 น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของหัวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.16 ความหนาแน่นเฉลี่ยของหัวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน	50
4.17 หัวกวาวเครือขาวที่อายุ 4 เดือน	51
4.18 หัวกวาวเครือขาวที่อายุ 8 เดือน	51
4.19 หัวกวาวเครือขาวที่อายุ 12 เดือน	52
4.20 หัวกวาวเครือขาวที่อายุ 16 เดือน	52
4.21 ปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่ระยะต่างๆ ของการเจริญและพัฒนา	53
4.22 ปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่อายุอายุ 4 8 12 และ 16 เดือน	54
4.23 ผลของ NAA ความเข้มข้น 100 300 และ 500 ppm และ daminozide ความเข้มข้น 500 1000 และ 2000 ppm ต่อการติดฝักและเมล็ด	56
4.24 โครงสร้างของเมล็ดสมบูรณ์ (ก) embryo (ข) cotyledons (ค) seed coat (ง) ช่องว่างระหว่าง cotyledons กับ seed coat และ (จ) เซลล์สะสม อาหาร	58
4.25 โครงสร้างของไม่เมล็ดสมบูรณ์ (ก) embryo (ข) cotyledons (ค) seed coat (ง) ช่องว่างระหว่าง cotyledons กับ seed coat และ (จ) เซลล์สะสมอาหาร	58
4.26 ผลของทองแดงที่ความเข้มข้น 0 100 300 และ 500 ppm ต่อปริมาณ สาร daidzein และ genistein	60
4.27 ผลของ CuCl_2 CuSO_4 และ Cu-EDTA ต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein	60
4.28 ปริมาณทองแดงที่สะสมในใบกวาวเครือขาว	61

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กวางเครือขาวเป็นพืชสมุนไพรที่คนไทยรู้จักนำมาใช้เป็นเวลานาน สรรพคุณที่สำคัญในยาแผนโบราณคือเป็นยาอายุวัฒนะ ทำให้กินได้ นอนหลับ มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ไม่มีโรคภัยเบียดเบียน นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่นๆอีกหลายประการ (อนุสารสุนทร, 2474) เป็นสมุนไพรที่ช่วยบำรุงร่างกายผิวพรรณให้มีน้ำมีนวลผิวนั่งตั่ง (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ 2541a) การศึกษาวิจัยในระยะเริ่มแรก ธาระ สุขวัญ (2484) พบว่า หัวกวางเครือมีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนจึงได้พยายามที่จะศึกษาเกี่ยวกับพืชชนิดนี้ เพื่อนำมาใช้แทนฮอร์โมนเอสโตรเจนซึ่งมีราคาแพง ปัจจุบันพบว่ามีสารสำคัญหลายชนิดที่เป็นองค์ประกอบในหัวกวางเครือขาว ที่มีคุณสมบัติเป็นฮอร์โมนเอสโตรเจน (Ingham et al., 1986 ; Ingham et al., 1989) และสารที่สำคัญ 2 ชนิดที่พบในหัวกวางเครือขาวคือ daidzein และ genistein ซึ่งเป็นสาร isoflavones ที่มีคุณสมบัติเป็นฮอร์โมนเอสโตรเจนอย่างอ่อน จากการศึกษาในระยะต่อมาเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในสัตว์ทดลองทำให้ทราบว่า มีผลต่อร่างกายหลายประการคือ ลดการเกิดภาวะกระดูกพรุน (osteoporosis) ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน (สมภพ ประธานธูราษฎร์, 2542 ; Knight and Eden, 1996) ลดการเกิดไขมันอุดตันในเส้นเลือดโดยทำให้คอเลสเตอรอลชนิด LDL (low-density lipoprotein cholesterol) ลดต่ำลง (Anthony et al., 1996) สามารถป้องกันมะเร็งได้ โดยสารดังกล่าวมีผลยับยั้งกระบวนการเกิดมะเร็งหลายประการ เช่น ยับยั้งการกลายลักษณะของเซลล์ ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ และยังจัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยเช่นกัน (Frank et al., 1994)

ในปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากกวางเครือขาว มีทั้งการใช้กวางเครือขาวเป็นยาแผนโบราณเพียงอย่างเดียว หรือการใช้ผสมกับสมุนไพรชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้กวางเครือในรูปของอาหารบำรุงสุขภาพและเครื่องสำอางอีกด้วย (อรดี สหวัชรินทร์, 2542 ; นิสากร ปานประสงค์, 2542 ; วิชัย เจริญชีวศาสตร์, 2541) ซึ่งในขณะนี้ คณะกรรมการอาหารและยา ได้อนุญาตให้ขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ที่มีกวางเครือขาวเป็นส่วนประกอบเป็นยาแผนโบราณประมาณ 50 ตำรับ (กระทรวงสาธารณสุข, 2542) นอกจากนี้ปัจจุบันยังมีการศึกษาวิจัยเพื่อนำหัวกวางเครือขาวไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆมากขึ้นทั้งในประเทศและต่างประเทศ (กองบรรณาธิการ, 2542a) รายงานว่า มีการส่งหัว

กวาวเครือขาวจากประเทศไทยไปยังประเทศอื่น ๆ หลายประเทศ ทั้งในเอเชีย อเมริกา และยุโรป ทำให้ปริมาณกวาวเครือขาวที่มีอยู่ในธรรมชาติลดลงอย่างรวดเร็ว เพ็ญภา ทรัพย์เจริญ (2541b) กล่าวว่า มีการขุดหัวกวาวเครือขาวออกจากป่าในพื้นที่ต่างๆหลายจังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี สระบุรี เพชรบุรี น่าน แพร่ เชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน เป็นต้น โดยนำไปขายให้กับพ่อค้าทั้งในลักษณะหัว กวาวเครือสดและตากแห้ง ยิ่งความต้องการหัวกวาวเครือขาวเป็นวัตถุดิบมากเท่าไร จะยิ่งเป็นการ กระตุ้นให้กวาวเครือขาวถูกทำลายให้หมดสิ้นไปอย่างรวดเร็ว และจากรายงานของ อร์ดี สหวัชรินทร์ (2541) พบว่าการขุดหัวกวาวเครือของชาวบ้าน จะขุดต้นที่มีขนาดใหญ่ ทำการถากถาง พืชทุกชนิดที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง เพื่อสะดวกต่อการติดตามรากของกวาวเครือขาวที่เลื้อยไปใน ดิน บางครั้งหัวขนาดใหญ่อาจอยู่ลึกถึง 1 เมตร ดินที่ขุดออกมามีจำนวนมาก ชาวบ้านไม่กลบฝังให้ เรียบร้อย ทำให้ต้นและรากที่เหลืออยู่ไม่มีโอกาสเจริญเติบโตต่อไป จากผลกระทบที่เกิดขึ้นรัฐบาล จึงได้มีประกาศในพระราชกฤษฎีกา ให้กวาวเครือขาวเป็นพืชสงวนห้ามจำหน่ายหรือนำออก นอกประเทศ และกำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการโดยจัดให้พืชชนิดนี้เป็นพืชหายากห้ามนำออกจาก ป่า ยกเว้นเมื่อได้รับอนุญาตเท่านั้น (กองบรรณาธิการ, 2542a) นอกจากนี้ การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำ การเกษตร การเกิดไฟป่าหรือการจุดไฟเผาป่า และการปลูกป่าที่ผิดวิธี ยังเป็นสาเหตุสำคัญอีก ประการหนึ่ง ที่ทำให้กวาวเครือขาวลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้การ แพร่พันธุ์ของกวาวเครือขาวในธรรมชาติเป็นไปได้ช้าคือต้นกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรม ชาติธรรมชาติมีการหลุดร่วงของดอกสูง ทำให้มีการติดฝักและเมล็ดน้อย (ยุทธนา สมิตศิริ และ ชรินทร์ วัจโจ, 2529)

ปัญหาเรื่องคุณภาพของหัวกวาวเครือขาว ที่นำมาใช้ประโยชน์นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญอีก ประการหนึ่ง อร์ดี สหวัชรินทร์ (2541) รายงานว่าชาวบ้านจะขุดกวาวเครือขาวตลอดทั้งปี เพื่อเป็น รายได้เสริมให้กับครอบครัว และยังไม่มียี่ห้อที่ชัดเจนว่าการขุดหัวกวาวในฤดูกาลไหนจะทำให้ได้ หัวกวาวเครือขาวที่มีคุณภาพดีที่สุด เพ็ญภา ทรัพย์เจริญ (2541a) กล่าวว่าไม่เพียงแต่เฉพาะหัว กวาวเครือเท่านั้นที่ถูกขุดขึ้นมา พืชชนิดอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายกวาวเครือขาวก็ถูกขุดขึ้นมาจำหน่าย ด้วย อันเนื่องมาจากความเข้าใจผิด ซึ่งทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตรายจากการปลอมปนของพืชหัว ชนิดอื่น ๆ ที่มีลักษณะภายนอกคล้ายกับกวาวเครือขาว

จากปัญหาความต้องการปริมาณ และคุณภาพของหัวกวาวเครือขาวที่เพิ่มสูงขึ้น ทั้งเพื่อการ ศึกษาค้นคว้าวิจัย และการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ประกอบกับมาตรการของรัฐที่จะสงวน โดยไม่ให้มีการขุดทำลายกวาวเครือขาวที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในป่า ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดในขณะนี้ อันจะก่อให้เกิดปัญหาการขาดแคลนหัวกวาวเครือขาว การศึกษาวิจัยทั้งในด้านพื้นฐานและ ประยุกต์ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับลักษณะนิเวศการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ การออกดอก การติด

ฝักและเมล็ด การเพิ่มขนาด น้ำหนัก การสะสมสารประกอบทางเคมี และอิทธิพลของ ธาตุทองแดง ต่อการสะสมสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวเป็นต้น จะทำให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่ง ต่อการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตหัวกวาวเครือขาว เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณและมีคุณภาพสูง ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเจริญและการพัฒนาที่เกิดขึ้นในรอบปี (phenological cycle) และความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม
2. เพื่อศึกษาการเจริญและพัฒนาในแปลงปลูก
3. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณของสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่ระยะเวลาต่างๆของการเจริญเติบโต และพัฒนาในรอบปี
4. เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิด ต่อการติดฝักและเมล็ด
5. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของโครงสร้างเมล็ดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด
6. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอายุการเจริญเติบโต ขนาดและน้ำหนักของหัว และปริมาณของสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาว
7. เพื่อศึกษาอิทธิพลของธาตุทองแดงต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยครั้งนี้คือ การศึกษาถึงการเจริญและการพัฒนาที่เกิดขึ้นในรอบปี (phenological cycle) ของกวาวเครือขาวที่ขึ้นอยู่ในธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลงปริมาณสาร daidzein และ genistein การปลูกกวาวเครือขาวในแปลงทดลองเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต การออกดอก การติดฝักและเมล็ด การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิด ต่อการติดฝักและเมล็ด การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของโครงสร้างเมล็ดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด การศึกษาการเพิ่มขนาด น้ำหนัก และการสะสมสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่ระยะเวลาต่างๆ ตลอดจนการทดลองเกี่ยวกับชนิดและความเข้มข้นของสารประกอบทองแดงที่มีผลต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ด้านพื้นฐาน

- 1.1 ได้ข้อมูลการเจริญเติบโตและการพัฒนาที่เกิดขึ้นในรอบปี (phenological cycle) และความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมของกวางเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ
- 1.2 ได้ข้อมูลครบวงจรตั้งแต่การเจริญเติบโต การพัฒนาทางลำต้น การออกดอก การติดฝักและเมล็ด
- 1.3 ได้ข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตบางชนิด ต่อการติดฝักและเมล็ด และลักษณะทางกายวิภาคของโครงสร้างเมล็ด เพื่อนำไปใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์
- 1.4 ได้ข้อมูลความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตและการพัฒนาของหัว และการสะสมสาร daidzein และ genistein ในหัวกวางเครือขาว เพื่อกำหนดอายุเก็บเกี่ยว
- 1.5 ได้ข้อมูลอิทธิพลของชนิดและความเข้มข้นของสารประกอบทองแดง ต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวางเครือขาว เพื่อปรับปรุงคุณภาพผลผลิต

2. ด้านประยุกต์

- 2.1 ได้แนวทางในการผลิตเมล็ดพันธุ์กวางเครือขาวเพื่อการขยายพันธุ์
- 2.2 ได้ข้อมูลในการกำหนดเวลาและระยะปลูกที่เหมาะสม
- 2.3 ได้แนวทางในการผลิตหัวกวางเครือขาวให้เพียงพอต่อความต้องการในอนาคต
- 2.4 ได้แนวทางในการผลิตหัวกวางเครือขาวที่มีปริมาณสาร daidzein และ genistein สูง

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้

1. เกษตรกรผู้สนใจในการปลูกกวางเครือขาว
2. หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชสมุนไพร
3. บริษัทเอกชนที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับพืชสมุนไพร
4. สถาบันการศึกษาที่ศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับพืชสมุนไพร
5. ประชาชนผู้สนใจทั่วไป

บทที่ 2

ปรีทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กาววเครือขาวที่รู้จักกันในปัจจุบัน แต่เดิมเข้าใจกันว่าเป็นพืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Butea superba* Roxb จัดอยู่ในวงศ์ leguminosae จนกระทั่งปี พ.ศ. 2496 Suvatabandhu และ Airy Shaw ค้นพบว่า กาววเครือขาวเป็นพืชที่อยู่ในสกุล *pueraria* จัดอยู่ในวงศ์ leguminosae จึงได้กำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pueraria mirifica* Airy Shaw et Suvatabandhu (Kashemsanta et al., 1952) ต่อมา ชวลิต นิยมธรรม (2538) ได้กำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของกาววเครือขาวใหม่คือ *Pueraria candollei* Grah. var. *mirifica* (Airy Shaw et Suvatabandhu) Niyomdham เนื่องจากมีลักษณะใกล้เคียงกับ *Pueraria candollei* Grah. ซึ่งเรียกว่า เครือเขาปู่ หรือตาลานเครือ และจัดอยู่ในวงศ์ leguminosae อนุวงศ์ papilionoideae (ชวลิต นิยมธรรม, 2538) ชื่อท้องถิ่นของพืชชนิดนี้ที่ใช้เรียกในแต่ละที่แตกต่างกัน เช่น กาววหัว ตาลานเครือ จอมทอง (วุฒิ วุฒิชรรมวล, 2540)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชชนิดนี้ ชวลิต นิยมธรรม (2538) ได้บรรยายรูปร่างลักษณะของส่วนต่าง ๆ ไว้ดังนี้ (ภาพที่ 2.1)

- ลำต้น จัดเป็นไม้พุ่มรอเลื้อย ผลัดใบ ลำต้นเกลี้ยง ยาวถึง 5 เมตร กิ่งอ่อน ยอดอ่อน มีขนสั้น ๆ
- หัว หัวได้ดินมีขนาดใหญ่ ก่อนข้างกลม และทอดยาวเป็นตอน ๆ ต่อเนื่องกัน ส่วนที่กลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 20 ซม. ส่วนที่ทอดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม.
- ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนก มีใบย่อยสามใบ เรียงสลับ ก้านใบประกอบยาว 10-28 ซม. หูใบรูปไข่ โคนมนหรือเป็นดั่งยื่นลงมา ทางด้านล่างกว้าง 3-5 ซม. ยาว 0.5-1 ซม. ใบย่อยด้านบนเกลี้ยง ด้านล่างมีขนสั้น ๆ ประปราย ใบย่อยใบกลางรูปไข่ กว้าง 9-15 ซม. ยาว 15-30 ซม. ปลายมนถึงเรียวแหลม โคนสอบถึงมน เส้นแขนงใบข้างละ 5-7 เส้น คู่แรกออกจากโคนใบ ใบย่อยคู่ข้างขนาดใกล้เคียงกับใบกลาง ปลายมนถึงเรียวแหลม โคนเบี้ยว ก้านใบย่อยยาว 5-7 มม. หูใบย่อยเรียวแคบ กว้างประมาณ 1 มม. ยาวประมาณ 5 มม.

ช่อดอก เป็นช่อเดี่ยว และช่อแยกแขนง ออกตามปลายกิ่งยาว 20-30 ซม. ก้านช่อดอกมีขนสั้น ๆ ดอกรูปดอกถั่ว ออกเป็นกระจุกในระยะผลัดใบ กระจุกละ 3-5 ดอก ก้านดอกยาว 1-5 มม. ใบประดับมีลักษณะเป็นเกร็ด ขนาดเล็กมาก ใบประดับย่อยเล็ก รูปไข่ติดที่ปลายก้านดอก กลีบเลี้ยงยาว 6-7 มม. โคนติดกันเป็นรูปถ้วย ปลายแยกเป็น 4 แฉก แฉกบนสุดใหญ่กว่าแฉกอื่น ๆ กลีบเลี้ยงมีขนสั้นกลีบดอกมี 5 กลีบมีสีน้ำเงินอ่อนกลีบกลางค่อนข้างกลม ก้านสั้น เส้นผ่าศูนย์กลาง 7-8 ซม. กลีบคู่ล่างติดกัน เป็นรูปท้องเรือ เกสรเพศผู้ 10 อัน ก้านชูอับเรณูติดกัน

ผลและเมล็ด ลักษณะเป็นฝักแบนรูปขอบขนาน ผิวมีขนสั้น ๆ ประปรายถึงเกลี้ยง กว้างประมาณ 7 มม. ยาวประมาณ 3 ซม. มี 3-4 เมล็ดต่อฝัก เมล็ดค่อนข้างกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 มม.

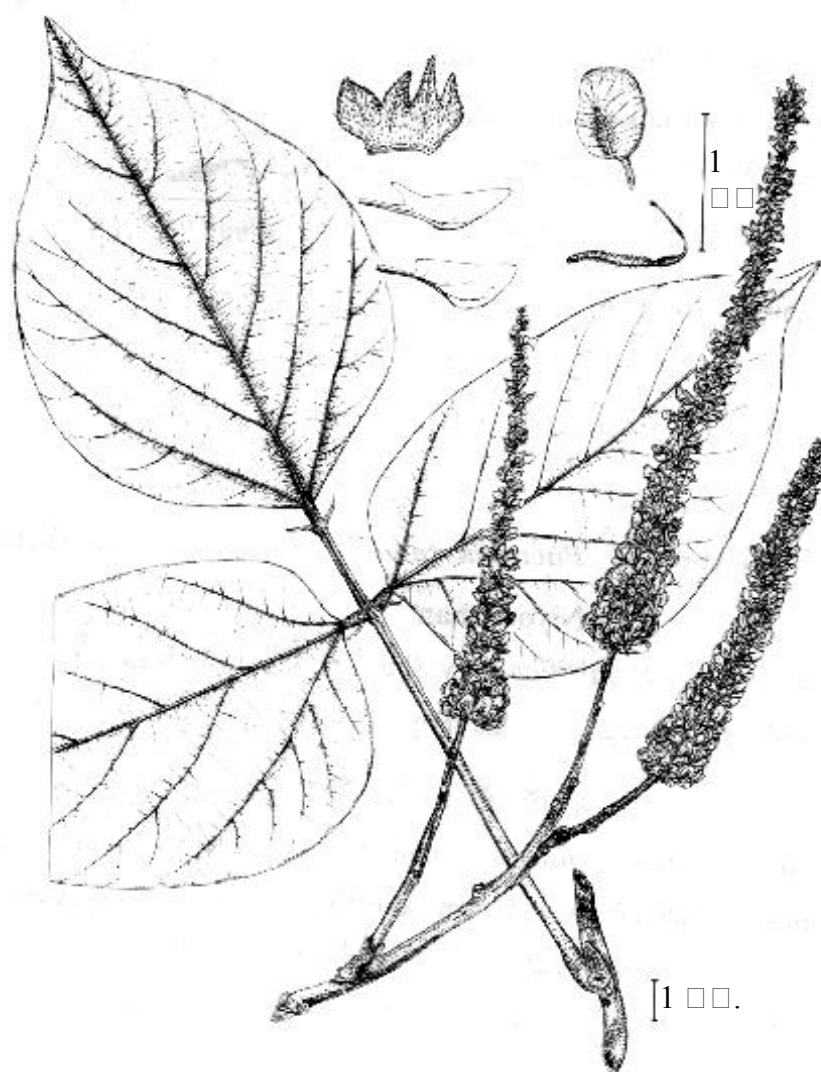
สำหรับพันธุ์กวาวเครือขาวนั้นในปัจจุบันยังไม่พบข้อมูลเกี่ยวกับการจำแนกสายพันธุ์กวาวเครือขาว แต่จากการสังเกตลักษณะของกวาวเครือขาวที่นำมาทดลองเป็นชนิดใบใหญ่

นิเวศวิทยาของกวาวเครือขาว

ชวลิต นิยมธรรม (2538) รายงานว่า กวาวเครือขาวเป็นพืชเฉพาะถิ่นของไทย พบมากตามป่าเบญจพรรณในภาคเหนือที่จังหวัดเชียงใหม่และลำปาง ที่ความสูง 300-800 ม.จากระดับน้ำทะเล นอกจากนี้ กองบรรณาธิการ (2542a) กล่าวว่า พืชชนิดนี้พบได้ทั่วไปทั้งที่ราบและที่สูงบนภูเขา แต่พบในที่ราบน้อยเพราะมีการแผ้วถาง ไถพรวนพื้นที่เพื่อทำการเกษตร จึงทำให้พบกวาวเครือขาวในที่ราบน้อยกว่าบริเวณเชิงเขา และบนภูเขา อรดี สหวัชรินทร์ (2542) รายงานว่าพบกวาวเครือเจริญเติบโตอยู่ทั่วไปตามป่าไผ่ด้วยเช่นกัน กองบรรณาธิการ (2542b) กล่าวถึงการขุดหัวกวาวเครือขาวจากป่า ในพื้นที่หลายจังหวัด เช่นในพื้นที่จังหวัด กาญจนบุรี สระบุรี เพชรบุรี น่าน แพร่ เชียงใหม่ เชียงราย และแม่ฮ่องสอน แสดงว่าจังหวัดต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นแหล่งที่มีกวาวเครือขาวอาศัยอยู่ตามธรรมชาติมาก นอกจากนี้ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และนครราชสีมา ก็พบกวาวเครือขาวด้วยเช่นกัน แต่ยังไม่พบรายงานถึงแหล่งกวาวเครือขาวในป่าดิบทางภาคใต้ของไทย

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการเจริญและพัฒนาของพืช

ในวัฏจักรชีวิตของพืชมีดอกโดยทั่วไปประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative stage) และการออกดอก ติดฝักและเมล็ด (reproductive stage) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคือปัจจัยภายในคือพันธุกรรม และปัจจัยภายนอกซึ่งได้แก่สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่อยู่รอบพืชทั้งปัจจัยทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ แสง ความชื้น



ภาพที่ 2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกวาวเครือขาว

ที่มา: อนุกรมวิธานพืช อักษร ก.

- . ใบ
- . ช่อดอก
- . กลีบเลี้ยงผ่าด้านข้างแฉีกางออก
- . กลีบกลาง
- . กลีบข้าง
- . กลีบล่าง
- . รังไข่

ปริมาณน้ำฝน ความแห้งแล้ง ความเร็วลม เป็นต้นรวมทั้ง ปัจจัยทางชีวภาพ เช่น โรค แมลง จุลินทรีย์และ สัตว์ที่เป็นศัตรูพืช ซึ่งทุกปัจจัยมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ในการเพาะปลูกพืชการเข้าใจถึงความ สัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางด้านการเจริญและพัฒนา กับสิ่งแวดล้อมทั้งกายภาพและชีว ภาพที่อยู่รอบพืช จะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตพืชได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ Major et al. (1975) รายงานว่าอุณหภูมิและความยาวของช่วงแสงเป็นปัจจัย ที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อการเจริญและการพัฒนาของถั่วเหลืองซึ่งอยู่ในวงศ์เดียวกับถั่วเขียว การศึกษาภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ควบคุมพบว่าถั่วเหลืองบางพันธุ์ เมื่อความยาวของแสงเพิ่มขึ้น การเจริญและพัฒนาจะยืดยาวออกไป และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 16 ถึง 27 °ซ. การเจริญและพัฒนาจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การออกดอกของถั่วเหลืองในแต่ละพันธุ์จะตอบสนองต่อ ความยาวของช่วงแสงที่แตกต่างกันด้วย การศึกษาในแปลงทดลองพบว่าในขณะที่ช่วงแสงยาวจะ ทำให้ระยะเวลาจากการออกดอกจนถึงติดฝักยาวนานขึ้น และทำให้ระยะเวลาจากการออกดอกแรก จนกระทั่งสิ้นสุดการออกดอกยาวนานขึ้น จากการศึกษาของ Jorge and Jeffery (1995) พบว่า ถั่ว *Phaseolus vulgaris* บางพันธุ์ที่เจริญเติบโตในสภาวะแห้งแล้งบริเวณที่ราบสูงของเม็กซิโก เมื่ออยู่ ในสภาวะขาดน้ำและอุณหภูมิต่ำ ระยะเวลาการออกดอกจะลดลงเป็นอย่างมาก นอกจากสภาพแวดล้อมจะมีผลกระทบต่อการเจริญและการพัฒนาของพืชแล้วยังมีผลกระทบต่อกระบวนการชีวิต สังเคราะห์สารทุติยภูมิของพืชด้วย Kaufman et al. (1999) รายงานว่าความเข้มของแสงมีบทบาท สำคัญต่อการสังเคราะห์สารcamptothecin ของต้น *Camptotheca acuminate* นอกจากนี้แสงยังทำ หน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการสังเคราะห์สารรงควัตถุในพืชหลายชนิด ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับความ สัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของถั่วเขียว ในรอบปี เป็นวิธีการหนึ่งที่จะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจถึงการเจริญและพัฒนาของถั่วเขียว ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาด้านอื่น ๆ เกี่ยวกับถั่วเขียวต่อไป

การเจริญและพัฒนาของถั่วเขียว

จากการติดตามการเจริญเติบโตของถั่วเขียวในธรรมชาติที่บริเวณคอยสุเทพ จังหวัด เชียงใหม่ของ ชรินทร์ วังใจ และบุษนา สมิตะสิริ (2530a) พบว่า ในสภาพแห้งแล้ง น้ำน้อย อุณหภูมิในตอนกลางวันระหว่าง 30-37 °ซ. ลำต้นของถั่วเขียวจะยืดตัวตามความยาวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในเดือนมีนาคม-พฤษภาคม และในช่วงเวลาที่ฝนตกติดต่อกันและอุณหภูมิต่ำกว่า 30 °ซ. ลำต้นจะชะงักการเจริญเติบโตตามความยาว แต่จะเพิ่มขนาดของใบและก้านใบอย่างรวดเร็ว อัตราการเจริญเติบโตช่วงแรกจะต่ำ แต่เมื่อความยาวของต้นอยู่ในช่วง 10-30 ซม. จะมีอัตราการ เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

การติดตามการเจริญเติบโตของใบกวาวเครือขาวตลอดปี วรรณลักษณ์ จันท์เงิน และ ยุทธนา สมิตะสิริ (2530) พบว่าใบกวาวเครือขาวจะเจริญเต็มที่ในระหว่างเดือนพฤษภาคม-กันยายน จากนั้นใบจะเริ่มหลุดร่วงในเดือนตุลาคม และทิ้งใบหมดต้นในเดือนธันวาคม และในช่วงเดือนมีนาคมถึงต้นเดือนเมษายนจะเริ่มแตกใบใหม่ การเจริญเติบโตของใบเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนเมษายน หลังจากนั้นการเจริญเติบโตของใบจะช้าลง

การออกดอก ติดฝักและเมล็ดของกวาวเครือขาว จากการศึกษาของ ยุทธนา สมิตะสิริ และ ชรินทร์ วัจใจ (2529) พบว่า ต้นกวาวเครือขาวที่สามารถออกดอกได้ มีขนาดเส้นรอบวงระหว่าง 4-16 ซม. โดยที่กวาวเครือขาวจะออกดอกในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม ดอกมีลักษณะเป็นช่อโปร่ง ความยาวของช่อดอกอยู่ระหว่าง 15.0-40.3 ซม. ระยะเวลาจากดอกตูมถึงดอกบานประมาณ 10 วัน หรือนานกว่านี้เล็กน้อย การบานของดอกจะเริ่มจากดอกย่อยที่อยู่ด้านล่างส่วนโคนช่อดอกเรื่อยไปจนกระทั่งถึงบริเวณปลายช่อดอก ดอกจะหลุดร่วงง่ายภายหลังดอกบาน เมื่อดอกบานกลีบดอกจะเป็นสีม่วง มีสีเหลืองปรากฏอยู่หนึ่งกลีบของกลีบดอก ที่กลีบเลี้ยงมีขนาดเล็ก ๆ อยู่ด้วย ดอกที่ติดฝักในระยะแรกจะพบว่าฝักมีลักษณะเรียวยาว ปลายแหลมมีขน ความยาวของฝักในระยะเริ่มแรกประมาณ 0.8-1.1 ซม. การเจริญของฝักเร็วมาก ความยาวของฝักส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 1.0 -7.5 ซม. ฝักอ่อนมีสีเขียวเมื่อแก่จะแห้งและเป็นสีน้ำตาล ภายในฝักมีเมล็ด 1-9 เมล็ด เมล็ดแก่มีสีน้ำตาลอ่อน เมล็ดขาวประมาณ 3 มม. ไม่กลม ปลายแบน น้ำหนักเมล็ดอยู่ระหว่าง 10-34 มก.

การติดผล

การติดผลเป็นกระบวนการเริ่มแรกของการพัฒนาจากดอกไปเป็นผล เมื่อดอกบานเต็มที่และพร้อมที่จะรับการผสมเกสร จะสังเกตได้ว่าอับละอองตัวผู้จะแตกออก และปลดปล่อยละอองเกสรตัวผู้ ซึ่งมีขนาดเล็กมากออกมา เมื่อละอองเกสรตัวผู้ไปสัมผัสกับยอดเกสรตัวเมียไม่ว่าด้วยวิธีใดก็ตาม จะเกิดการพัฒนาต่อไปโดยละอองเกสรตัวผู้จะยึดตัวออกเป็นหลอดยาวตกลงไปตามก้านเกสรตัวเมียเพื่อเข้าไปผสมกับไข่ซึ่งอยู่ภายในรังไข่นั้น และเกิดการปฏิสนธิขึ้น ซึ่งเป็นจุดเริ่มแรกของการติดผล ดังนั้น ปัจจัยสำคัญในการติดผล จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการงอกของละอองเกสรตัวผู้ และความสามารถในการปฏิสนธิภายในรังไข่ ละอองเกสรตัวผู้ที่มีจำนวนมากแต่ความสามารถในการงอกแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการติดผล ได้แก่ ความเข้ากันได้ระหว่างเกสรตัวผู้และตัวเมีย สัตว์ส่วนเพศดอก อาหารสะสมภายในพืชเป็นต้น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดผลบางปัจจัยอาจเป็นสาเหตุหลักของการไม่ติดผลหรือติดผลน้อย การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชอาจเข้า

ช่วยแก้ไขหรือตัดแปลงปัจจัยนั้น ๆ ให้เหมาะสมต่อการติดผลได้ (จงจันทร์ ดวงพัตรา, 2529 และ วันชัย จันทรประเสริฐ, 2542)

ลักษณะทางกายวิภาคของเมล็ดพืชตระกูลถั่ว

เมล็ดของพืชตระกูลถั่วเจริญมาจากไข่ (ovule) ที่มีสอง integument แต่ inner integument จะหายไปในช่วงระหว่างเมล็ดเจริญ ส่วน outer integument เปลี่ยนไปเป็นเนื้อเยื่อชนิดต่างๆของเมล็ด (เทียมใจ คมกฤษ, 2541) โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด seed coat มีลักษณะเป็นชั้นบางๆอยู่ได้ pericarp และส่วนที่สองคือ ส่วนของต้นอ่อน (embryo) ซึ่งพัฒนาและเจริญมาจาก zygote ต้นอ่อนประกอบด้วยส่วนของใบเลี้ยงสองใบ (dicotyledon) ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อน และส่วนของ embryonic axis ประกอบด้วย radicle เป็นส่วนที่จะเจริญไปเป็นราก hypocotyls เป็นส่วนของลำต้นที่อยู่ต่ำกว่าใบเลี้ยง epicotyl เป็นส่วนของลำต้นที่อยู่เหนือใบเลี้ยง และ plumule คือส่วนที่เจริญไปเป็นยอด (วันชัย จันทรประเสริฐ, 2537) ขนาดของเมล็ดมีความแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของพืช สำหรับเมล็ดถั่วเขียว ความยาวประมาณ 3 มม. น้ำหนักเมล็ดอยู่ระหว่าง 10 – 34 มก. เมล็ดค่อนข้างแบน (ยุทธนา สมิตะศิริ และ ชรินทร์วังใจ, 2529)

อิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการติดผลและเมล็ด

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งมีอิทธิพลต่อการติดผลและเมล็ดของพืช ความสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในระดับที่เหมาะสมในขณะที่พืชออกดอก จะทำให้การติดผลและเมล็ดเป็นไปอย่างปกติ (วันชัย จันทรประเสริฐ, 2537) การหลุดร่วงของอวัยวะพืชไม่ว่าจะเป็น ใบ ดอก ผล เกิดขึ้นเนื่องจาก ethylene และ ABA (abscisic acid) ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีบทบาทในการกระตุ้นให้เกิดรอยแยกของเนื้อเยื่อมีผลทำให้เกิดการหลุดร่วงในบริเวณ ที่สารทั้งสองชนิดนี้ถูกสร้างขึ้น อย่างไรก็ตาม ethylene และ ABA ไม่สามารถแสดงบทบาทได้อย่างชัดเจน เนื่องจากถูกควบคุมโดย auxin ซึ่งมีหน้าที่ยับยั้งการหลุดของข้อผล หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า auxin ยับยั้งการทำงานของ ethylene และ ABA ดังนั้น ถ้าพืชขาด auxin หรือมีในปริมาณต่ำจะทำให้ ethylene และ ABA แสดงบทบาทในการกระตุ้นให้เกิดรอยแยกมากขึ้น และจะทำให้เกิดการหลุดร่วงของอวัยวะที่ขาด auxin (วันชัย จันทรประเสริฐ, 2542) ซึ่ง Bangerth (1989) รายงานว่าการให้ IAA (indole-3-acetic acid) ซึ่งเป็นสาร auxin ชนิดหนึ่ง จะช่วยยับยั้งการเกิดรอยแยกและป้องกันการหลุดร่วงของอวัยวะต่างๆของพืชได้ นอกจากนี้ Nooden and Nooden (1985) รายงานว่าการใช้สารยับยั้งการเคลื่อนย้าย auxin

กับต้นถั่วเหลืองทำให้ปริมาณ auxin ในต้นสูงขึ้นมีผลควบคุมการทำงานของ ethylene และ ABA ที่กระตุ้นให้เกิดรอยแยกบริเวณ abscission zone ดังนั้นการติดฝักจึงมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าฮอร์โมนอีกหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับการร่วงของดอก เช่น การฉีดพ่น GA (Gibberellic acid) ทำให้ดอกที่มูมไบของถั่วเหลืองหลุดร่วงมากขึ้น (Birnberg and Brenner, 1987) หรือการฉีดพ่น Cytokinin กับช่อดอกถั่วเหลืองทำให้มีการติดฝักมากขึ้น (Carson et al., 1987) โดยทั่วไปการให้สารสังเคราะห์ที่เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตโดยการฉีดพ่นเพื่อให้พืชมีการติดฝักและเมล็ดตามที่ต้องการนั้น เชื่อกันว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของฮอร์โมนภายในพืชให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

อิทธิพลของ NAA ต่อการติดผลและเมล็ด

NAA (α -naphthaleneacetic acid) เป็นสารสังเคราะห์ในกลุ่ม auxin ที่นิยมใช้เพิ่มการติดผลและพัฒนาของผล โดยที่ NAA สามารถลดการหลุดร่วงของผลและกระตุ้นให้ผลมีการพัฒนาได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งนิยมใช้ในไม้ผลหลายชนิด นอกจากนี้ NAA ยังสามารถกระตุ้นการงอกของละอองเกสรตัวผู้ของพืชบางชนิด ซึ่งช่วยให้พืชมีโอกาสติดผลได้มากขึ้น ดังนั้นสารชนิดนี้จึงถูกนำมาใช้เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มการติดผลมากขึ้น (สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2534)

จากรายงานของ สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์ (2534) พบว่าในมะม่วงเขียวเสวยการให้ NAA 200 มก./ล. ในระยะที่มะม่วงออกดอกเพิ่มดอกสมบูรณ์เพศ เพิ่มเปอร์เซ็นต์ช่อดอกที่ติดผลและจำนวนผลเฉลี่ยต่อช่อสูงขึ้น นพดล จรัสสัมฤทธิ์ (2537) รายงานว่า การใช้สารละลาย NAA ความเข้มข้น 100-200 ppm ฉีดพ่นช่อดอกมะม่วงน้ำดอกไม้ขาว จะทำให้การติดผลเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้ NAA ในผลไม้ชนิดอื่นๆอีกหลายชนิดเช่น องุ่น ลองกอง มะม่วง ขนุน เงาะ ในมะม่วง ซึ่งพบว่า การใช้ NAA ความเข้มข้น 10 – 40 มก./ล. ฉีดพ่นเมื่อผลมีอายุประมาณ 5 – 6 สัปดาห์ จะช่วยลดการหลุดร่วงของผลได้ ในนางสาว มีการทดลองให้ NAA ความเข้มข้น 100 ถึง 400 มก./ล. ฉีดพ่นช่อดอกในระยะที่ผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง จะช่วยลดการหลุดร่วงของผลได้เช่นกัน Medhi and Borbora (2002) รายงานว่าการฉีดพ่น NAA ความเข้มข้น 10 และ 15 มก./ล. ให้กับ French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) ทำให้การออกดอกและการติดฝักเพิ่มขึ้น มีช่วงเวลาการออกดอกยาวนานขึ้นและยับยั้งการหลุดร่วงของฝักได้

อิทธิพลของ Daminozide ต่อการติดผลและเมล็ด

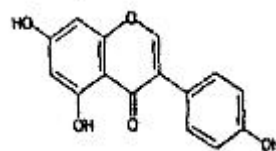
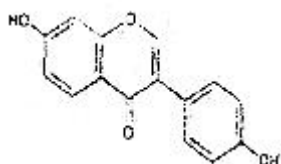
Daminozide เป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชมีชื่อทางเคมีว่า succinic acid-2,2-dimethyl hydrazide (SADH) เป็นสารที่มีผลึกสีขาว ระเหยง่ายและมีกลิ่นเล็กน้อย มีพิษสูงปาน

กลางละลายน้ำได้ดี สารในรูปสารละลายคงตัวอยู่ได้นานโดยไม่สลายตัว daminozide จัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดหนึ่งที่ช่วยในการติดผลของพืชได้ (นวลน้อย บรรณรัตน์พงศ์, 2536) การใช้ daminozide สามารถป้องกันการหลุดร่วงของผลมะม่วงในต่างประเทศ มีแนวโน้มก่อให้เกิดการติดผลมากขึ้นเช่นกัน (พีรเดช ทองอำไพ, 2537) และได้ผลดีกว่าการใช้ auxin นอกจากนี้การใช้ daminozide ช่วยเพิ่มการติดผลขององุ่นบางพันธุ์ได้ การใช้ daminozide กับพืชที่มีช่วงในการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ หรือในขณะที่พืชยังเล็กอยู่ ก็อาจส่งผลให้มีการติดผลมากขึ้นได้ในภายหลัง เช่น การใช้สารนี้กับมะเขือเทศ

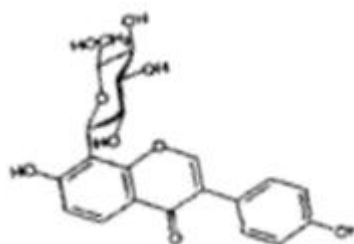
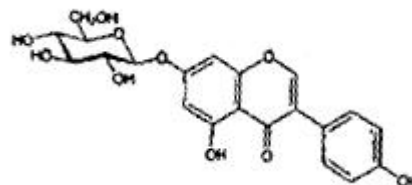
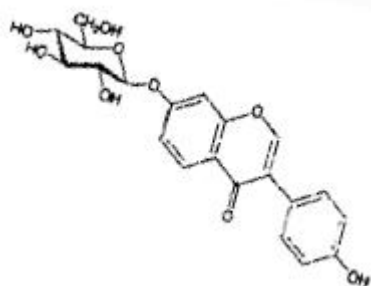
สารประกอบที่พบในหัวกวาวเครือขาว

สารประกอบที่สะสมในหัวกวาวเครือขาวจัดแบ่งออกเป็นหลายกลุ่มดังที่ Caine, 1960; Harborne , 1994; Ingham et al ., 1986; Ingham et. al ., 1989; สมภพ ประธานธูรารักษ์, 2542 ได้รายงานไว้ดังนี้ คือ

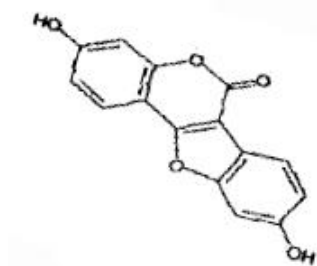
1. Isoflavones (ภาพที่ 2.2) เช่น
 - daidzein
 - genistein
 - kawakhurin
 - kawakhurin hydrate
2. Isoflavone glycosides (ภาพที่ 2.3) เช่น
 - daidzin
 - genistin
 - puerarin
 - mirificin
 - puerarin-6-Monoacetate
3. Coumestans (ภาพที่ 2.4) เช่น
 - coumestrol
 - mirificoumestan
 - mirificoumestan glycol
 - mirificoumestan hydrate
4. Miroestrol (ภาพที่ 2.5)
5. Steroids (ภาพที่ 2.6) เช่น



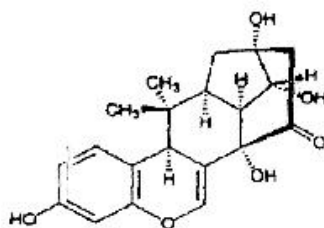
ภาพที่ 2.2 isoflavone ก. Daidzein ข. genistein



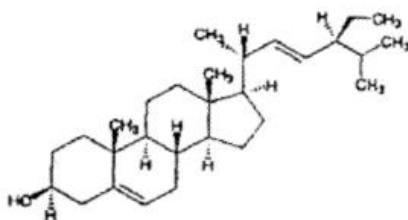
ภาพที่ 2.3 isoflavone glycosides ก. daidzin ข. Genistin ค. puerarin



ภาพที่ 2.4 coumestans (coumestrol)



ภาพที่ 2.5 miroestrol



ภาพที่ 2.6 steroids (stimasterol)

- β -sitosterol
- stigmasterol

6. สารอื่น ๆ ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส ไขมัน โปรตีน ใยอาหาร แอลกอฮอล์ แคลเซียมออกซาเลต และแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ เช่น ลิเทียม โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส

Isoflavonoids มีโครงสร้างพื้นฐานเป็น 3-phenylchromone ประกอบด้วยคาร์บอน 15 ตัว ($C_6-C_3-C_6$) แตกต่างจาก flavonoid ตรงตำแหน่งการเกาะของ aryl ring คือจะอยู่ตรงตำแหน่ง C-3 แทนที่จะอยู่ที่ C-2 เหมือน flavonoid สารกลุ่ม isoflavonoid ยังสามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ๆ ขึ้นกับ oxidation level และความซับซ้อนของโครงสร้าง (William and Harbone, 1989)

Isoflavonoids ส่วนใหญ่จะพบในพืชวงศ์ leguminosae และเกือบทั้งหมดจะอยู่ในอนุวงศ์ papilionioideae และมีรายงานว่าพบในอนุวงศ์ caesalpinioideae และ minosoideae เพียงไม่กี่ชนิด นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าพบในพืชวงศ์อื่นบ้างแต่ในจำนวนน้อย (Dewick, 1994) หรืออาจกล่าวได้ว่าสารกลุ่มนี้เป็นสารที่เป็นเอกลักษณ์ของพืชในอนุวงศ์ papilionioideae (Harbone, 1994)

สารกลุ่ม isoflavones จัดเป็นสารกลุ่มใหญ่ที่สุดในกลุ่มของ isoflavonoids และที่พบมากที่สุดมี 4 ชนิดด้วยกัน (William and Harbone, 1989) คือ

- daidzein (7, 4'-dihydroxyisoflavone)
- formononetin (7-hydroxy-4'-methoxyisoflavone)
- genistein (5, 7, 4' trihydroxyisoflavone)
- biochamin A (5, 7-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone)

สำหรับ daidzein และ genistein (ภาพที่ 2.2) มีรายงานว่าพบในหัวกวาวเครือขาวด้วยเช่นกัน

คุณสมบัติทางชีววิทยาของ daidzein และ genistein

daidzein และ genistein มีคุณสมบัติคล้าย phytoestrogen คือเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นและมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน William and Harbone (1989) และ Frank et al. (1994) รายงานว่าแคะที่เลี้ยงในทุ่งหญ้าที่มีต้นถั่ว *Trifolium subterraneum* เป็นเวลานานทำให้มีความสมบูรณ์พันธุ์ลดลงและทำให้เกิดการเป็นหมัน ภายหลังจึงพบว่าสารที่แคะได้รับจากต้นถั่วดังกล่าวคือ genistein และ formononetin ซึ่งเป็นสาร isoflavone ที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจนจากการศึกษาในระยะต่อมาเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของ phytoestrogen ทำให้ทราบว่ามิผลต่อร่างกายหลายประการคือ

1. ภาวะกระดูกพรุน (osteoporosis) เป็นอาการที่พบในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน เกิดเนื่องมาจากภาวะขาดฮอร์โมนเพศหญิง การเกิดภาวะกระดูกพรุนในหญิงชาวเอเชียมีอัตราต่ำกว่าในประเทศตะวันตก อาจกล่าวได้ว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดภาวะดังกล่าวคือลักษณะนิสัยการออกกำลังกายและโภชนาการ การบริโภคถั่วเหลืองซึ่งมี phytoestrogen มากของหญิงชาวเอเชียน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดภาวะกระดูกพรุนต่ำ เมื่อทดลองตัดรังไข่ของหนูขาวออกและให้ genistein ในระดับต่ำ พบว่าสามารถรักษาระดับเนื้อกระดูกได้แต่ถ้าให้ในระดับสูงจะยับยั้งการสร้างเนื้อกระดูก (Knight and Eden, 1996)

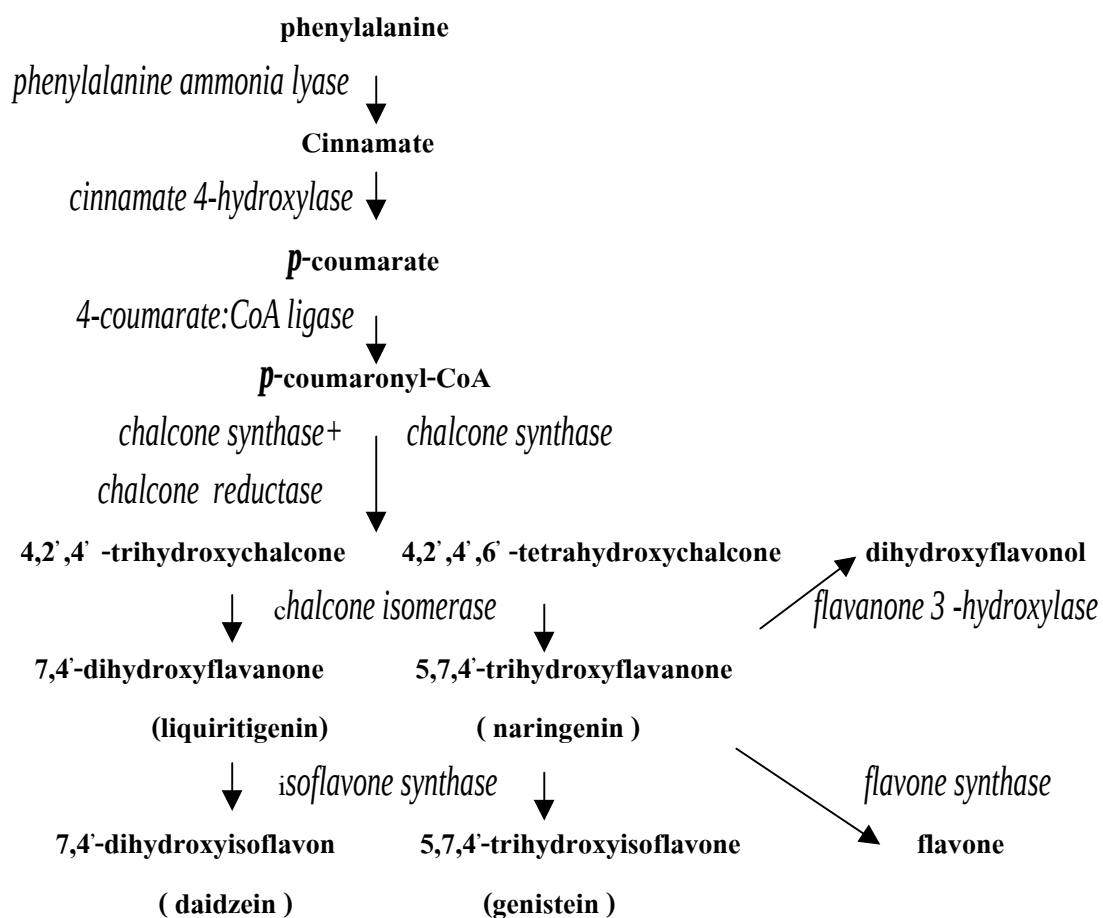
2. ไขมันอุดตันในเส้นเลือด จากรายงานการทดลองในลิงพบว่า phytoestrogen จากถั่วเหลืองสามารถลดระดับ LDL cholesterol (low-density lipoprotein cholesterol) (Anthony et al., 1996)

3. มะเร็ง isoflavones สามารถป้องกันมะเร็งได้ Frank et al. (1994) รายงานว่าสาร daidzein และ genistein ที่มีอยู่ในอาหารจากถั่วเหลืองสามารถลดอัตราการเติบโตของเซลล์มะเร็งได้ โดยสารดังกล่าว มีผลยับยั้งกระบวนการเกิดมะเร็งหลายประการ เช่น antimutagenic, antiproliferative, antiestrogenic, antioxidant และกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ เป็นต้น

กระบวนการชีวสังเคราะห์ daidzein และ genistein

daidzein และ genistein จัดเป็นสารในกลุ่ม isoflavones ซึ่งถูกสังเคราะห์ในวิถีของ phenylpropanoid ความก้าวหน้าในเรื่องของเอนไซม์ทำให้เข้าใจลำดับขั้นตอนในการสังเคราะห์สารในกลุ่มนี้ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ หลายขั้นตอน (ภาพที่ 2.7) โดยมี phenylalanine เป็นสารตั้งต้นชนิดแรกซึ่งถูกเปลี่ยนไปเป็นสารตัวกลางหลายชนิดคือ cinnamate, *p*-coumarate และ *p*-coumaronyl-CoA โดยการทำงานของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase, cinnamate 4-hydroxylase และ 4-Coumarate:CoA ligase ตามลำดับ จากนั้น *p*-coumaronyl-CoA จะถูกเปลี่ยนไปเป็นสารตัวกลาง 2 ชนิดคือ สารชนิดแรกเกิดจากการทำงานร่วมกันของเอนไซม์ chalcone synthase และ chalcone reductase ได้สาร 4,2',4' -trihydroxychalcone ซึ่งจะถูกละลายไปเป็น 7,4'-dihydroxyflavanone (liquiritigenin) และ 7,4'-dihydroxyisoflavone (daidzein) โดยการทำงานของเอนไซม์ chalcone isomerase และ isoflavone synthase ตามลำดับ สำหรับสารตัวกลางชนิดที่ 2 นั้นเกิดจากการเปลี่ยน *p*-coumaronyl-CoA ไปเป็น 4,2',4',6' -tetrahydroxychalcone โดยเอนไซม์ chalcone synthase ต่อจากนั้นสารชนิดนี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็น 5,7,4'-trihydroxyflavanone (naringenin) และ 5,7,4'-trihydroxyisoflavone (genistein) โดยการทำงานของเอนไซม์ chalcone

isomerase และ Isoflavone synthase นอกจากนี้ 5,7,4'-trihydroxyflavanone สามารถถูกเปลี่ยนไปเป็น dihydroxyflavonol และ flavone โดยการทำงานของเอนไซม์ flavanone 3-hydroxylase และ flavone synthase (Yu et al., 2000)



ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนการชีวสังเคราะห์ daidzein และ genistein

ทองแดง

ทองแดงเป็นธาตุทรานซิชัน (transition element) ธาตุหนึ่งและอยู่ในรูปคิวปริกไอออน (Cu^{2+}) อาจถูกรีดิวซ์เป็นคิวปริสไอออน (Cu^+) ได้แต่ไม่เสถียร ทองแดงในพืชเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์เร่งปฏิกิริยารีดอกซ์ รวมทั้งปฏิกิริยารีดอกซ์ขั้นสุดท้ายของกระบวนการหายใจซึ่งมีออกซิเจนเข้าร่วมนั้น เอนไซม์ออกซิเดสซึ่งทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยานี้มีทองแดงเป็นองค์ประกอบ (ยงยุทธ โอสดสภา, 2543)

ปริมาณทองแดงทั้งหมด (total copper) ในระดับที่เพียงพอในพืชคือ 5-20 ppm แต่โดยทั่วไปจะพบในปริมาณน้อยกว่า 1-25 ppm พืชดูดทองแดงในรูปอนุมูลคิวปริก (Cu^{2+}) เมื่อพืชดูดอนุมูลคิวปริกเข้าไปแล้วจะเปลี่ยนเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด เช่น ไซโตโครมออกซิเดส ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส หรือสารประกอบอินทรีย์อื่น ๆ เช่น พลาสโตไซยานิน (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2544)

อิทธิพลของธาตุทองแดงต่อการสร้าง Isoflavones

จากการศึกษาของ Hakanatsuka. (1991) พบว่า การให้สาร CuCl_2 10 mM กับลำต้นถั่ว *Pueraria lobata* ที่หั่นเป็นชิ้นๆ เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณของ daidzein genistein และ coumestrol เพิ่มขึ้น 5-10 เท่า

Parry et al. (1994) รายงานว่า CuCl_2 ทำให้เกิดการสลายสาร isoflavone ที่อยู่ในรูปของ glucoside ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า CuCl_2 กระตุ้นการทำงานของ β -glucosidase ซึ่งปล่อยจากรากแก้ว เมื่อถูกกระตุ้นด้วยจุลินทรีย์ สารชนิดนี้เป็นสาร daidzein ที่อยู่ในรูปของ glucoside เช่นเดียวกัน

กลไกการดูดธาตุอาหารทางใบ

การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารเข้าไปในใบเกิดขึ้นโดยสารละลายจะมีการแพร่แทรกซึมผ่านผิวเคลือบคิวทิน (cuticular penetration) อัตราเร็วของการแพร่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความแตกต่างของระดับความเข้มข้น และขนาดของไอออน สำหรับไอออนที่มีขนาดเล็กจะผ่านได้เร็วกว่าไอออนที่มีขนาดใหญ่ ตัวละลายต่าง ๆ มักซึมผ่านผิวเคลือบบริเวณปากใบ (stomatous cuticles) ได้เร็วกว่าผิวเคลือบส่วนอื่นของใบ (astomatous cuticles) บริเวณที่ผิวเคลือบค่อนข้างบางจะยอมให้มีการแพร่ผ่านได้เร็วกว่าบริเวณที่มีผิวเคลือบหนา นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับประจุบวกและลบของสารที่อยู่ผิวเคลือบ (ยงยุทธ โอสดสภา, 2543) เมื่อสารละลายผ่านผิวเคลือบได้แล้วจะเข้าสู่ผนังเซลล์ได้อย่างสะดวก เนื่องจากผนังเซลล์มีเซลล์โลสเป็นองค์ประกอบจึงไม่เป็นอุปสรรคในการซึมผ่านเหมือนกับผิวเคลือบ (Franke, 1971) จากนั้นตัวละลายในผนังเซลล์ชั้นผิวจะเคลื่อนย้ายต่อไปได้ 2 วิธี คือ

วิธีแรกโดยการเคลื่อนย้ายในวิธีอะโพพลาสต์แบบเพสซีฟไปทางผนังเซลล์ไปจนถึงโพลีเอม จากนั้นจะ absorb ผ่านเซลล์หลอดคดเคี้ยวด้วยกลไกแบบแอคทีฟ และวิธีที่สองโดยการเคลื่อนย้ายผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่เซลล์ใบทันทีโดยกลไกแบบแอคทีฟแล้วผ่านจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งในวิธีซิมพลาสต์จนถึงโพลีเอม (Franke, 1980) ธาตุอาหารที่ผ่านเส้นทางที่สองอาจถูกเซลล์นำไปใช้หรือผ่านกระบวนการ metabolism ได้สารประกอบชนิดใหม่ หรือเคลื่อนย้ายต่อไปจนถึงโพลีเอม อย่างไรก็ตามในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของการเคลื่อนย้ายตัวละลายที่พืชได้รับทางใบ หรืออินทรีย์สารที่สังเคราะห์ได้จากตัวละลายนั่น ทั้งตัวละลายหรือสารที่สังเคราะห์ได้ในซิมพลาสต์มีโอกาสเคลื่อนย้ายออกมาสู่วิธีอะโพพลาสต์ได้อีก (Shim et al., 1973) องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยและความเข้มข้นของสารละลายปุ๋ยที่ให้ทางใบมีอิทธิพลต่อการดูดธาตุอาหาร อัตราการดูดธาตุอาหารในรูปคีเลต และเกลืออนินทรีย์ของใบพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันเช่น ใบถั่วจะดูดเหล็กจาก FeSO_4 ได้ดีกว่าจาก FeEDTA ส่วนใบส้มดูดเหล็กจาก FeEDTA ได้ดีกว่า FeCl_3 (Basiouny and Biggs, 1976) เป็นต้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 อุปกรณ์การทดลอง

- 1) เครื่องชั่งชนิดทศนิยม 2 ตำแหน่ง Mettler-Toedo GmbH
- 2) เครื่องชั่งชนิดทศนิยม 4 ตำแหน่ง Mettler-Toedo GmbH
- 3) เครื่องชั่งชนิดทศนิยม 5 ตำแหน่ง Mettler-Toedo GmbH
- 4) เครื่องชั่งชนิด 2 จาน
- 5) เครื่องวัดปริมาตรแบบอัตโนมัติ (Micropipet Set)
- 6) เครื่องทำความสะอาดแบบอัลตราโซนิค (Ultrasonic Cleaning Bath)
Elma
- 7) เครื่องปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump)
- 8) เครื่องกลั่นน้ำ (Water Distillation Apparatus) Branstead Thermolyne
- 9) เครื่องกรองน้ำ (Water Purification System ; Ultrapure)
Millore Cooperation
- 10) เครื่องปั่นเหวี่ยงสารละลาย(Centrifuge)Andreashetich GmbH
- 11) เครื่องบดตัวอย่าง(Sample Mill) Kinematica
- 12) Water Bath and Shaker Heto
- 13) กล้องถ่ายภาพ
- 14) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Scanning Electron Microscopy) Jeol รุ่น
JSM 6400 ขนาด 0.2-40 kV
- 15) Atomic Absorption Spectrometer (AAS) Shimadzu
- 16) High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Shimadzu 10AVP
Dioad Array Detector
- 17) ตู้อบลมร้อน(Hot Air Oven) Memmert GmbH
- 18) ตู้เย็น(Refrigerator) Forma Scientific Inc.

- 19) Vortex Mixer Shaker Works Asia Sdn.
- 20) ตู้ดูดความชื้น(Desiccators Cabinet) Nalge Nunc Internation
- 21) เครื่องฉีดพ่นสารเคมี
- 22) เมมเบรนกรองสารชนิดไนลอน (Nylon Membrane 0.45 ไมโครเมตร)
Supelco
- 23) พาราฟิล์ม (Parafilm)
- 24) กระดาษฟอยด์
- 25) ถังมือยาง
- 26) Millipore ขนาด 0.45 ไมโครเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 13 และ 47 มม
- 27) กระดาษกรอง (Filter paper)
- 28) ขวดพลาสติกเก็บตัวอย่างสาร
- 29) เมล็ดพันธุ์กวางเครือขาว
- 30) น้ำกลั่น
- 31) น้ำกรอง

3.1.2 เครื่องแก้ว

- 1) Beaker
- 2) Erlenmeyer flask
- 3) Filter flask
- 4) Cylinder
- 5) Test tube
- 6) Volumetric flask
- 7) Pipette
- 9) Dropper
- 10) Spatula
- 11) Watch glass
- 12) Syringe
- 13) Suction flasks
- 14) Centrifuge tubes
- 15) ขวดใส่สารเคมีสีชา
- 16) แท่งแก้วคนสาร

3.1.3 สารเคมี

- 1) Methyl alcohol
- 2) Ethyl alcohol
- 3) Ammonium acetate
- 4) Copper standard solution
- 5) Copper chloride
- 6) Copper sulphate
- 7) Copper EDTA
- 8) Nitric acid
- 9) Hydrochloric acid
- 10) Perchloric acid
- 11) Genistein
- 12) Daidzein
- 13) Naphthylacetic acid (NAA)
- 14) Daminozide
- 15) Tween 20

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาการเจริญและพัฒนาของกวางเครือขาวในธรรมชาติในรอบปี (phenological cycle)

3.2.1.1 สถานที่ทำการทดลอง

พื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวบ้านเขาแผงม้า หมู่ที่ 4 ตำบลวังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

3.2.1.2 ระยะเวลาทำการทดลอง

กุมภาพันธ์ 2543 – เมษายน 2545

3.2.1.3 วิธีการทดลอง

โดยทำการคัดเลือกต้นกวางเครือขาวที่อยู่ในธรรมชาติและอยู่ในระยะแตกเครือเถาและใบอ่อนเพื่อเป็นตัวอย่างในการศึกษาจำนวน 40 ต้นจากนั้นแบ่งจำนวนต้นกวางเครือขาวออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 10 ต้น เพื่อทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ในรอบเวลาหนึ่งปีดังนี้

กลุ่มที่ 1 ศึกษาการเจริญของเครือเถาและใบอ่อน

กลุ่มที่ 2 ศึกษาการเจริญและการพัฒนาของเครือเถาและใบ

กลุ่มที่ 3 ศึกษาการผลัดใบ

กลุ่มที่ 4 ศึกษาการออกดอก

โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1) การศึกษาการเจริญและพัฒนาที่ระยะต่างๆในรอบปี โดยสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูล จากต้นกวาวเครือขาวในแต่ละกลุ่มที่ติดหมายเลขไว้ ทุกๆ 15 วัน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2543 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2544 โดยสังเกตลักษณะการแตกเครือเถา และใบอ่อน การเจริญและพัฒนาของใบ การผลัดใบ การออกดอก การติดฝักและการแก่ของฝัก โดยประเมินด้วยสายตา แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ

2) นำข้อมูลทางสภาพแวดล้อม จากสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ข้อมูลทางสภาพแวดล้อมที่ใช้คือค่าเฉลี่ยทุก ๆ 15 วันของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด ($^{\circ}\text{C}$) ปริมาณน้ำฝน(มม./วัน) และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นนำข้อมูลการเจริญและพัฒนาของกวาวเครือขาวในรอบปี เปรียบเทียบหาความสัมพันธ์กับข้อมูลสภาพแวดล้อม

3.2.1.4 การรวบรวมข้อมูล

1) ทำการรวบรวมข้อมูลด้านการพัฒนาการด้านลำต้นและใบ (vegetative stage) ได้แก่ การแตกเครือเถาและใบอ่อน การเจริญและพัฒนาของใบ การผลัดใบ ข้อมูลการพัฒนาการด้านสืบพันธุ์ (reproductive stage) ได้แก่การออกดอก การติดฝักและเมล็ด

2) การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ความยาวช่วงแสง

3.2.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าที่ได้จากการประเมินการเปลี่ยนแปลงการเจริญและการพัฒนาในด้านต่างๆที่เกิดขึ้นในรอบปี คำนวณผลเป็นเปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางภูมิอากาศกับการเปลี่ยนแปลงในระยะต่างๆของกวาวเครือขาวที่เกิดขึ้น

3.2.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาการเจริญเติบโตของกวาวเครือขาวในแปลงทดลอง

3.2.2.1 สถานที่ทำการทดลอง

1) เรือนเพาะชำและแปลงทดลองฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา

2) ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช และ ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์
อาคารศูนย์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.2.2 ระยะเวลาทำการทดลอง

พฤษภาคม 2543 – กันยายน 2544

3.2.2.3 วิธีการทดลอง

ทำการเพาะเมล็ดกวาวเครือขาวในเรือนเพาะชำเมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม 2543 โดยใช้ดินร่วนผสมกับปุ๋ยหมัก อัตราส่วน 2 ต่อ 1 รดน้ำเวลาเช้าและเย็น เมื่อต้นกล้าอายุ 7 วัน จึงย้ายปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. หลังจากนั้น 21 วันจึงทำการย้ายต้นกล้าไปปลูกในแปลงทดลองโดยใช้ระยะระหว่างต้นและระหว่างแถวเท่ากับ 2x2 ม. ก่อนปลูกทำค้างให้ต้นกวาวเครือขาวเลื้อยพันโดยใช้ไม้ยูคาลิปตัสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.5-12 ซม. ความสูง 2 ม. ฝังลงดิน 50 ซม. วิธีการรดน้ำใช้ระบบการให้น้ำแบบน้ำหยดวันละ 2 ครั้งเช้าและเย็นแต่ละครั้งนาน 2 ชั่วโมง ทำการพรุนดินและกำจัดวัชพืชพร้อมกับใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 15 ก. ต่อต้นทุกๆ 2 เดือน

3.2.2.4 การรวบรวมข้อมูล

- 1) โดยการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเครือเถาที่ระดับผิวดินที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน จากต้นกวาวเครือขาวที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ต้น
- 2) โดยการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาและเปอร์เซ็นต์การออกดอกจากต้นกวาวเครือขาวทั้งหมดจำนวน 100 ต้น และการนับจำนวนช่อดอกต่อต้น การวัดความยาวของช่อดอก การนับจำนวนฝักต่อช่อดอก การวัดขนาดของฝัก การนับจำนวนเมล็ดต่อฝักและการชั่งน้ำหนักต่อ 100 เมล็ดจากต้นกวาวเครือขาวที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ต้น
- 3) โดยการชั่งน้ำหนัก การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ของหัวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือนจากต้นกวาวเครือขาวที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ต้น
- 4) คำนวณความหนาแน่นของหัวกวาวเครือขาวโดยนำน้ำหนักของหัวหารด้วยปริมาตรของหัว (ลบ.มล.) ซึ่งหาได้จากการแทนที่น้ำดังสมการ (สุภาภรณ์ ภัทรสุทธิ, 2543)

$$\text{ความหนาแน่นของวัตถุ} = \frac{\text{น้ำหนักของวัตถุ}}{\text{ปริมาตรของวัตถุ}}$$

$$\text{ความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์} = 1 \text{ ก. / ลบ. ซม.}$$

3.2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในข้อ 3.2.2.4 โดยการคำนวณ และหาค่าเฉลี่ยจากข้อมูลจำนวน 10 ต้น (10 ซ้ำ)

3.2.3 การทดลองที่ 3 ปริมาณสาร daidzein และ genistein

3.2.3.1 สถานที่ทำการทดลอง

- 1) พื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว บ้านเขาแผงม้า หมู่ที่ 4 ตำบลวังน้ำเขียว อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา
- 2) แปลงทดลองฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 3) ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 4) ห้องปฏิบัติการเคมี อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเทพสตรี

3.2.3.2 ระยะเวลาทำการทดลอง

กุมภาพันธ์ 2543 - ธันวาคม 2545

3.2.3.3 วิธีการทดลอง

- 1) เก็บตัวอย่างหัวกวาวเครือขาวที่ระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตและพัฒนา 4 ระยะคือ ระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน ระยะใบเจริญเติบโตของใบและลำต้นเต็มที่ ระยะผลัดใบ และระยะออกดอก จากต้นกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติโครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติและในแต่ละระยะเก็บตัวอย่างจำนวน 10 ต้น (10 ซ้ำ) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสาร daidzein และ genistein
- 2) เก็บตัวอย่างหัวกวาวเครือขาวที่อายุต่าง ๆ กัน คือ 4 8 12 และ 16 เดือน โดยการสุ่มตัวอย่างจากต้นกวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในแต่ละอายุจำนวน 10 ต้น (10 ซ้ำ) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสาร daidzein และ genistein
- 3) การวิเคราะห์ปริมาณสาร daidzein และ genistein (Murphy P.A., 1981 และ Frank A. et al., 1994)

ก. ล้างทำความสะอาดหัวกวาวเครือขาว แล้วผึ่งลมจนแห้ง

ข. จากนั้นนำหัวกวาวเครือขาวไปปอกเปลือก หั่น แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50°C. นาน 48 ชม. จากนั้นจึงนำไปบดด้วยเครื่องบด นำผงกวาวเครือที่บดแล้วไปเก็บในตู้ดูดความชื้น

ค. ชั่งผงกวาวเครือขาว 5 ก. นำไปละลายในเมทานอล 50 มล. เขย่าด้วยเครื่องเขย่า นาน 12 ชม. นำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 แล้วนำสารสกัดที่ผ่านการกรองไปเซ็นตริฟิวส์ที่ความเร็ว 4000 รอบต่อนาที นาน 12 นาที กรองส่วนใสผ่านเมมเบรนไนลอน ขนาด 47 ไมโครเมตร

ง. ทำการวิเคราะห์ปริมาณ daidzein และ genistein ด้วยวิธี HPLC โดยใช้ diode array เป็น detector ผ่านสารสกัดบนคอลัมน์ C18 ขนาด 8x250 มม. ซึ่งต่อกับการ์ดคอลัมน์ขนาด 8x25 มม. mobile phase ที่ใช้คือ MeOH : 100 mM ของ (NH₄) acetate เท่ากับ 55 : 45 % (v/v) อัตราการเคลื่อนที่เท่ากับ 1 มล. ต่อนาที วัดการดูดกลืนแสงของ daidzein และ genistein ที่ 260 nm เปรียบเทียบปริมาณกับสารละลายมาตรฐานของ daidzein และ genistein ซึ่งเตรียมในเอทานอล 95% ความเข้มข้นของ daidzein และ genistein เท่ากับ 2 4 6 8 10 12 และ 14 ppm (ภาพภาคผนวกที่ 1 - 3)

3.2.3.4 การรวบรวมข้อมูล

รวบรวมข้อมูลปริมาณสาร daidzein และ genistein ของหัวกวาวเครือขาว ที่ระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตและพัฒนา 4 ระยะคือ ระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน ระยะใบเจริญเติบโตเต็มที่ ระยะผลัดใบ และระยะออกดอก และจากต้นกวาวเครือขาวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน

3.2.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณสาร daidzein และ genistein จากต้นกวาวเครือขาว ที่อยู่ในระยะการเจริญและพัฒนาต่างๆ รวม 4 ระยะ และจากต้นกวาวเครือขาวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน

3.2.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาอิทธิพลของ NAA และ daminozide ต่อการติดฝักและเมล็ด

3.2.4.1 สถานที่ทำการทดลอง

- 1) แปลงทดลองฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 2) ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช และห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.4.2 ระยะเวลาทำการทดลอง

ธันวาคม 2543 – พฤษภาคม 2544

3.2.4.3 วิธีการทดลอง

ใช้แผนการทดลอง CRD (Completely Randomized Design) โดยแบ่งการทดลองเป็น 7 กรรมวิธีคือฉีดพ่นด้วยน้ำเป็นกรรมวิธีควบคุม ฉีดพ่นด้วยสารละลาย NAA ความเข้มข้น 100 300 และ 500 ppm daminozide 500 1000 และ 2000 ppm ในแต่ละกรรมวิธีทำการทดลอง 4 ซ้ำ โดยใช้หนึ่งต้นเป็นหนึ่งซ้ำ ทำการฉีดพ่นช่อดอกขณะที่ยังไม่บานจากต้นกวาวเครือขาวที่ปลูกและดูแลรักษาตามวิธีการในข้อ 3.2.2.3 จัดผังการทดลองดังภาพที่ 3.1

3.2.4.4 การรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลโดยการนับจำนวนฝักต่อช่อดอก จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด

3.2.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test)

3.2.5 การทดลองที่ 5 การศึกษาทางกายวิภาคเปรียบเทียบเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์

3.2.5.1 สถานที่ทำการทดลอง

- 1) แปลงทดลองฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 2) ห้องปฏิบัติการกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.5.2 ระยะเวลาทำการทดลอง

กันยายน – ตุลาคม 2544

3.2.5.3 วิธีการทดลอง

ทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของโครงสร้างที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเมล็ดได้แก่ต้นอ่อน (embryo) ใบเลี้ยง (cotyledons) และเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) ระหว่างเมล็ดสมบูรณ์ โดยนำเมล็ดกวาวเครือขาวที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ดทำการคัดแยกเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ออกจากกัน โดยการสังเกตจากรูปร่างลักษณะภายนอก การลอยหรือจมน้ำ และการดูน้ำของเมล็ด จากนั้นนำเมล็ดไป ไปผ่านขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดดังนี้

	T_2R_4					T_5R_2	T_7R_3
		T_7R_2			T_3R_3	T_6R_1	
		T_5R_1		T_4R_2			T_6R_4
T_6R_3	T_1R_2	T_3R_4		T_7R_1	T_2R_3		
	T_4R_4				T_5R_3	T_2R_1	
T_3R_2			T_5R_4	T_2R_2	T_1R_1		
		T_1R_3	T_4R_3	T_3R_1			
	T_4R_1	T_7R_4				T_6R_2	T_1R_4

ภาพที่ 3.1 แผนผังการทดลองที่ 4

$T1$ = น้ำธรรมดา

$T2$ = NAA 100 ppm

$T3$ = NAA 300 ppm

$T4$ = NAA 500 ppm

$T5$ = daminozide 500 ppm

$T6$ = daminozide 1000 ppm

$T7$ = daminozide 2000 ppm

$R1$ = ลำที่ 1

$R2$ = ลำที่ 2

$R3$ = ลำที่ 3

$R4$ = ลำที่ 4

- 1) ฝ่าเม็ล็ดภายใต้งกล้องจุลทรรศน์ streomicroscopy
- 2) นำไปทำ critical point drying (CPD) ด้วย CO_2
- 3) เก็บตัวอย่างในตู้ดูดความชื้น
- 4) นำตัวอย่างไปติดไว้บน stub โดยใช้เทปกาว 2 หน้า
- 5) ฉาบผิวตัวอย่างด้วยทอง (Au) นาน 2 นาทีเพื่อป้องกันการcharge up
- 6) นำไปศึกษาและถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

3.2.5.4 การรวบรวมข้อมูล

ทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสังเกตรูปร่างลักษณะทางกายวิภาคของโครงสร้างเม็ล็ดได้แก่ ต้นอ่อน ใบเลี้ยง และเปลือกหุ้มเม็ล็ด

3.2.5.5 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบรายละเอียดเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะทางกายวิภาคของโครงสร้างเม็ล็ดได้แก่ต้นอ่อนใบเลี้ยง และเปลือกหุ้มเม็ล็ด ระหว่างเม็ล็ดสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

3.2.6 การทดลองที่ 6 การศึกษาอิทธิพลของธาตุทองแดงต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein

3.2.6.1 สถานที่ทำการทดลอง

- 1) แปลงทดลองฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 2) ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช และ ห้องปฏิบัติการเม็ล็ดพันธุ์ อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 3) ห้องปฏิบัติการเคมี อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเทพสตรี

3.2.6.2 ระยะเวลาทำการทดลอง

มิถุนายน 2544 – ธันวาคม 2545

3.2.6.3 วิธีการทดลอง

ฉีดพ่นสารละลายทองแดงที่อยู่ในรูปของสารประกอบต่าง ๆ 3 สาร คือ CuCl_2 CuSO_4 และ Cu-EDTA ให้กับต้นกวาวเครือขาวที่ปลูกตามวิธีการในข้อ 3.2.2 โดยเตรียมสารละลายทองแดงดังนี้

- 1) การเตรียม stock solution ของทองแดง

ก. การเตรียม stock solution ของทองแดงความเข้มข้น 10,000 ppm จาก CuCl_2 โดยชั่งสาร $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 2.68 ก. ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

ข. การเตรียม stock solution ของทองแดงความเข้มข้น 10,000 ppm จาก CuSO_4 โดยชั่งสาร $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 3.93 ก. ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

ค. การเตรียม stock solution ของทองแดงความเข้มข้น 10,000 ppm จาก CuEDTA โดยชั่งสาร CuEDTA 6.26 ก. ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มล.

2) การเตรียมสารละลายทองแดงความเข้มข้น 100 300 และ 500 ppm จาก Stock solution

ก. การเตรียมสารละลายทองแดงความเข้มข้น 100 300 และ 500 ppm จาก CuCl_2 โดยใช้ stock solution ของ CuCl_2 10 30 และ 50 มล. ตามลำดับ ละลายในน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล. เติม tween 20 0.1 มล.

ข. การเตรียมสารละลาย copper ความเข้มข้น 100 300 และ 500 ppm จาก stock solution ของ CuSO_4 10 30 และ 50 มล. ตามลำดับ ละลายในน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 มล. เติม tween 20 0.1 มล.

ค. การเตรียมสารละลาย copper ความเข้มข้น 100 300 และ 500 ppm จาก stock solution ของ CuEDTA 10 30 และ 50 มล. ตามลำดับ ละลายในน้ำแล้วปรับปริมาตรเป็น 10,000 มล. เติม tween 20 0.1 มล.

ใช้แผนการทดลอง Factorial in RCBD (Randomized Complete Block Design) แบ่งการทดลองเป็น 10 กรรมวิธีตามชนิดของสารประกอบทองแดงและความเข้มข้นต่างๆ กันคือ 100 300 และ 500 ppm และการฉีดพ่นด้วยน้ำเป็นกรรมวิธีควบคุม โดยในแต่ละกรรมวิธีทำการทดลอง 4 ซ้ำ (4 ต้น) จัดแผนผังการทดลองดังภาพที่ 3.2 ก่อนสารละลายของสารประกอบทองแดงในทุกกรรมวิธีเติมสารจับใบ (tween 20) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมทำการฉีดพ่นสารประกอบทองแดง 1 เดือนได้ทำการใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ทางดินโดยใช้ปุ๋ยที่มีอัตราส่วนผสมของ N:P:K เท่ากับ 1:2:3 ผสมกับธาตุอาหารรองทุกชนิดยกเว้นทองแดง การฉีดพ่นสารละลายทองแดง ทำ 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 3 สัปดาห์ โดยครั้งแรกฉีดพ่นเมื่อกวาวเครือขาวอายุ 1 ปี และใบกำลังอยู่ในระยะอยู่ในระยะ ใบเพสลาด (young fully expanded leaf) โดยฉีดพ่นทั้งทรงพุ่มจนเปียกทั่วทั้งใบ (run off) กำหนดการฉีดพ่นเป็นดังนี้

ครั้งที่ 1 วันที่ 9 มิถุนายน 2544

ครั้งที่ 2 วันที่ 30 มิถุนายน 2544

ครั้งที่ 3 วันที่ 21 กรกฎาคม 2544

ทำการเก็บตัวอย่างหัวกวาวเครือขาว วันที่ 20 สิงหาคม 2544 หรือหลังจากการฉีดพ่นครั้งที่ 3 เป็นเวลา 1 เดือน แล้ววิเคราะห์หาปริมาณสาร daidzein genistein โดยวิธีในข้อ 3.2.3.1

3.2.6.4 การรวบรวมข้อมูล

วัดปริมาณสาร daidzein และ genistein

3.2.6.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Factorial in RCBD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test)

3.2.7 การทดลองที่ 7 ปริมาณธาตุทองแดงที่สะสมในใบ

3.2.7.1 สถานที่ทำการทดลอง

- 1) แปลงทดลองฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 2) ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาของพืช และ ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F3) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- 3) ห้องปฏิบัติการเคมี อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเทพสตรี

3.2.7.2 ระยะเวลาทำการทดลอง

มิถุนายน 2544 – ธันวาคม 2545

3.2.7.3 วิธีการทดลอง

เก็บตัวอย่างใบกวางเครือขาวจากต้นกวางเครือขาวที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายทองแดงตามวิธีการในข้อ 3.2.6.3 เมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2544 นำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุทองแดงดังนี้ (ศรีสม สุวรรณวงศ์ 2544)

1) การอบตัวอย่างพืช

ก. ล้างใบกวางเครือขาวล้างด้วยน้ำ ฟิ้งลมให้แห้งแล้วนำไปใส่ในถุงกระดาษ

ข. อบใบกวางเครือขาวที่อุณหภูมิ 80^oซ. นาน 48 ชม.

ค. นำไปบดด้วยเครื่องบดอย่างละเอียดแล้วเก็บตัวอย่างที่บดแล้วในตู้ดูดความชื้น

Block 1

Block 2

A_2B_3	A_2B_1	A_2B_4	A_2B_2	A_1B_4	A_1B_2	A_1B_3	A_1B_1
A_3B	A_3B_2	A_3B_1	A_3B_3	A_2B_1	A_2B_3	A_2B_2	A_2B_4
A_1B_2	A_1B_4	A_1B_1	A_1B_3	A_3B_3	A_3B_2	A_3B_4	A_3B_1
A_3B_3	A_3B_4	A_3B_2	A_3B_1	A_1B_3	A_1B_3	A_1B_4	A_1B_1
A_2B_3	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_4	A_3B_4	A_3B_1	A_3B_3	A_3B_2
A_1B_2	A_1B_3	A_1B_1	A_1B_4	A_2B_1	A_2B_1	A_2B_3	A_2B_2

Block 3

Block 4

ภาพที่ 3.2 แผนผังการทดลองที่ 6

$A_1 = \text{CuCl}_2$

$A_2 = \text{CuSO}_4$

$A_3 = \text{Cu-EDTA}$

$B_1 =$ ความเข้มข้นทองแดง 0 ppm (น้ำ)

$B_2 =$ ความเข้มข้นทองแดง 100 ppm

$B_3 =$ ความเข้มข้นทองแดง 300 ppm

$B_4 =$ ความเข้มข้นทองแดง 500 ppm

2) การย่อยตัวอย่าง

ก. ชั่งตัวอย่างใบพืชที่บดละเอียด 2 ก. ใส่ในหลอดทดลอง
สำหรับย่อยตัวอย่าง

ข. เติมกรดผสมระหว่างกรดไนตริกความเข้มข้น 65% กับกรด
เปอร์คลอริกความเข้มข้น 65% อัตราส่วน 2:1 (v/v) ปริมาตร 20 มล.

ค. อุ่นที่อุณหภูมิ 50-60 °ซ. นาน 2 ชม.

ง. ปรับอุณหภูมิเป็น 150 °ซ. และย่อยต่อไปนาน 2 ชม.

จ. ปรับอุณหภูมิเป็น 200 °ซ. และย่อยต่อไปจนสารละลายใส

ฉ. วางหลอดทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดควัน

ช. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 50 มล.

ซ. ทิ้งไว้ค้างคืนให้ซิลิกาตกตะกอน

ฅ. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และเก็บสารละลายไว้ในขวด
พลาสติก

ญ. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกัน

3) การทำกราฟมาตรฐาน

ก. เตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0
1.2 1.4 และ 1.6 ppm จากสารละลายมาตรฐานที่มีทองแดงความเข้มข้น 1000 ppm

ข. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชัน
สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 324.8 nm

ค. ทำกราฟมาตรฐาน จากค่าความเข้มข้นสารละลายมาตรฐาน
กับค่าการดูดกลืนแสง (ภาพภาคผนวกที่ 4)

4) การวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในตัวอย่างพืช

ก. วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปก
โตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 324.8 nm

ข. หาความเข้มข้นของทองแดงจากกราฟมาตรฐาน โดยนำค่า
การดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานซึ่งเตรียมทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์

. คำนวณหาปริมาณทองแดงในตัวอย่างพืชโดยใช้สมการ

$$\text{ปริมาณทองแดงในตัวอย่างพืช (ppm)} = \frac{C_s \times V_d}{W}$$

C_s = ความเข้มข้นของทองแดงในสารละลายตัวอย่างพืชจากกราฟมาตรฐาน (ppm)

V_d = ปริมาตรสารละลายตัวอย่างพืชที่ได้รับการย่อยสลาย (50 มล.)

W = น้ำหนักตัวอย่างพืช (ก.)

3.2.7.4 การรวบรวมข้อมูล

ปริมาณทองแดงที่สะสมในใบ

3.2.7.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์(ANOVA) เช่นเดียวกับข้อ 3.2.6.5

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองที่ 1 การศึกษาการเจริญและพัฒนาของกวางเครือขาวในธรรมชาติในรอบปี (phenological cycle)

4.1.1 การเจริญและพัฒนาของเครือเถาและใบ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเจริญและการพัฒนาในด้านต่างๆที่เกิดขึ้นในรอบปี โดยคัดเลือกต้นกวางเครือขาวจำนวน 40 ต้น จากต้นกวางเครือขาวที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติ ในพื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว บ้านเขาแผงม้า หมู่ 4 ต.วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา (ภาพที่ 4.1 - 4.2) เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาในรอบระยะเวลา 1 ปี ผลจากการศึกษา พบว่าการเจริญและการพัฒนาของกวางเครือขาวทางด้านต้นและใบสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนคือ ระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน ระยะการเจริญและพัฒนาของเครือเถาและใบ ระยะใบแก่ และระยะผลัดใบ (ภาพที่ 4.3) ซึ่งในแต่ละระยะมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1.1 ระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน

พบว่ากวางเครือขาวมีการแตกเครือเถาและใบอ่อนในเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม โดยที่เครือเถาใหม่จะเกิดจากเครือเถาเดิมที่ระดับผิวดินในระยะที่กวางเครือขาวผลัดใบหมดทั้งต้น ลักษณะของเครือเถาที่เกิดใหม่มีสีเขียวเข้ม (ภาพที่ 4.4) หลังจากนั้นเครือเถาเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเลื้อยพันไปกับต้นไม้อื่นๆที่อยู่บริเวณใกล้เคียง ใบอ่อนที่เกิดที่บริเวณข้อจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นตามการเจริญเติบโตของเครือเถา โดยที่ใบอ่อนจะเพิ่มขึ้นถึง 90-100 % ในเดือนเมษายน คอข่ายที่เกิดขึ้นจะเจริญและพัฒนาเป็นเถาแขนงข้างโดยจะมีเพียง 2-3 คอข่าย คอข่ายที่เหลือจะเหี่ยวแห้งไปในที่สุด

4.1.1.2 ระยะการเจริญและพัฒนาของเครือเถาและใบ

ใบกวางเครือขาวจะเกิดที่บริเวณข้อทุกข้อของเครือเถาที่แตกใหม่ ยกเว้นข้อที่อยู่บริเวณล่างของเครือเถาจะมีใบอยู่เป็นจำนวนน้อยกว่าส่วนปลายของเครือเถา การเกิดใบอ่อนจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วพร้อมกับการเจริญเติบโตของเครือเถาในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน หลังจากนั้นจะเจริญเติบโตถึงระยะที่ใบเจริญและพัฒนาเต็มที่ 100 % ในเดือนกรกฎาคม ระยะเวลา

ของการเปลี่ยนแปลงจากใบอ่อนจนกระทั่งถึงระยะที่ใบเจริญและพัฒนาเต็มที่ประมาณ 4 เดือน (ภาพที่ 4.5)

4.1.1.3 ระยะใบแก่

ใบกวาวเครือขาวจะเริ่มแก่ในเดือนมิถุนายน และเพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึง 100 % ใบแก่ในเดือนพฤศจิกายน (ภาพที่ 4.6)

4.1.1.4 ระยะผลัดใบ

การผลัดใบของกวาวเครือขาว พบว่าเริ่มผลัดใบในเดือนตุลาคม จากนั้นเปอร์เซ็นต์การผลัดใบจะเพิ่มขึ้นถึง 50 % ในเดือนธันวาคม หลังจากนั้นกวาวเครือขาวจะผลัดใบอย่างรวดเร็วและผลัดใบ 100% ในเดือนกุมภาพันธ์

4.1.2 การออกดอก การติดฝักและเมล็ด

การศึกษการออกดอกของกวาวเครือขาว พบว่าต้นกวาวเครือขาวที่สุ่มเลือกเป็นตัวอย่างในการศึกษาจำนวน 40 ต้นไม่มีการออกดอก อย่างไรก็ตามจากการสำรวจต้นกวาวเครือขาวที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงในพื้นที่ที่ทำการศึกษพบว่า มีต้นกวาวเครือขาวที่ออกดอกจำนวน 3 ต้น จึงได้เก็บข้อมูลจากต้นดังกล่าว ซึ่งพบว่ากวาวเครือขาวเริ่มออกดอกในเดือนกุมภาพันธ์ ดอกจะเริ่มบานและติดฝักในเดือนมีนาคม (ภาพที่ 4.7) หลังจากนั้นฝักจะเจริญและพัฒนาจนถึงระยะฝักแก่ในเดือนเมษายน รวมระยะเวลาดังแต่อกดอกจนถึงฝักแก่ประมาณ 3 เดือน

4.1.3 สภาพแวดล้อมกับการเจริญและพัฒนาของกวาวเครือขาว

จากการศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมกับการเจริญและพัฒนาของกวาวเครือขาวในรอบปี โดยคำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสภาพแวดล้อมจากสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช (ภาพที่ 4.8) กับข้อมูลด้านการเจริญและพัฒนาของกวาวเครือขาวในรอบปี พบว่าส่วนใหญ่ให้ค่าสหสัมพันธ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.1) ยกเว้นค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับการแก่ของฝัก อุณหภูมิสูงสุดกับการเจริญและพัฒนาของใบ และความชื้นสัมพัทธ์กับการผลัดใบมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9911 0.6829 และ 0.6822 ตามลำดับซึ่งแสดงว่ามีความสัมพันธ์กัน

ภาพที่ 4.1 พื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
บ้านเขาแผงม้า หมู่ 4 ต.วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา

ภาพที่ 4.2 พื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
บ้านเขาแผงม้า หมู่ 4 ต.วังน้ำเขียว อ.วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา

ภาพที่ 4.3 การเจริญและพัฒนาของกาวเครือขาวในรอบปี

ภาพที่ 4.4 กวาวเครือขาวระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน

ภาพที่ 4.6 กวาวเครือขาวระยะใบแก่

ภาพที่ 4.7 กวาวเครือขาวระยะออกดอก

เวลา

ภาพที่ 4.8 อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณน้ำฝน

ตารางที่ 4.1 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การเจริญและการพัฒนาของกวางเครือขาวในระยะต่าง ๆ กับ อุณหภูมิสูงสุดอุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลภูมิอากาศ (เฉลี่ยทุกๆ 15 วัน)	% การเจริญและพัฒนาในด้านต่างๆ					
	การออกดอก	การแก่ของฝัก	การแตกใบอ่อน	การเจริญและพัฒนาของใบ	การแก่ของใบ	การผลัด
อุณหภูมิสูงสุด (°C.)	0.8223 ^{ns}	0.4028 ^{ns}	0.8731 ^{ns}	0.6829 [*]	0.3492 ^{ns}	0.3169 ^{ns}
อุณหภูมิต่ำสุด (°C.)	0.9419 ^{ns}	0.6535 ^{ns}	0.4684 ^{ns}	0.0082 ^{ns}	0.3492 ^{ns}	0.0642 ^{ns}
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	0.9514 ^{ns}	0.9650 ^{ns}	0.8621 ^{ns}	0.4825 ^{ns}	0.1402 ^{ns}	0.6821 ^{ns}
ปริมาณน้ำฝน (มม./วัน)	0.3301 ^{ns}	0.9911 [*]	0.0360 ^{ns}	0.1419 ^{ns}	0.0266 ^{ns}	0.1567 ^{ns}

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

4.2 ผลการทดลองที่ 2 การศึกษาการเจริญเติบโตของกวางเครือขาวในแปลงทดลอง

4.2.1 การเจริญเติบโตของเครือเถา และหัว การออกดอกติดฝักและเมล็ด

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของเครือเถา และหัวจากต้นกวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2543 โดยทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของเครือเถาและหัว การออกดอก การติดฝักและเมล็ด พบว่ากวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตของเครือเถาและหัว การออกดอกติดฝักและเมล็ดดังนี้

4.2.1.1 การเจริญเติบโตของเครือเถา

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของเครือเถาโดยการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเครือเถาที่ระดับผิวดินที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือนพบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเครือเถาเฉลี่ยที่อายุ 4 เดือนมีค่าเท่ากับ 0.45 ซม. และเพิ่มขึ้นเป็น 1.33 2.43 และ 3.23 ซม. เมื่อต้นกวาวเครือขาวอายุ 8 12 และ 16 เดือนตามลำดับ สำหรับความยาวของเครือเถาไม่สามารถวัดได้ทั้งนี้เพราะว่าเครือเถามีการเจริญเติบโตเร็วมากและมีการเลื้อยพันกับหลักที่ใช้ทำค้ำให้เครือเถายึดเกาะซึ่งมีผลทำให้ค่าที่วัดได้ไม่เที่ยงตรง (ภาพที่ 4.9 - 4.13 และตารางภาคผนวกที่ 1)

4.2.1.2 การออกดอก การติดฝักและเมล็ด

การศึกษการออกดอก การติดฝักและเมล็ด โดยการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาและเปอร์เซ็นต์การออกดอก จำนวนช่อดอกต่อต้น ความยาวของช่อดอกจำนวนฝักต่อช่อดอก ขนาดของฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนักต่อ 100 เมล็ดพบว่า กวาวเครือขาวออกดอกในระหว่างเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม 2543 และมกราคม 2544 หรือมีอายุประมาณ 6 เดือนนับจากวันเพาะเมล็ดจำนวนต้นที่ออกดอกคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การออกดอกในแต่ละเดือนเท่ากับ 8 47 และ 6 % ตามลำดับ(ภาพที่ 4.14) รวมจำนวนต้นที่ออกดอกทั้งหมด 61 % จำนวนช่อดอกเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 41.90 ช่อ และความยาวของช่อดอกเฉลี่ยเท่ากับ 36.80 ซม. จำนวนฝักเฉลี่ยต่อช่อดอกเท่ากับ 23.40 ฝัก ความกว้างของฝักเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 ซม. ความยาวของฝักเฉลี่ยเท่ากับ 6.52 ซม. และน้ำหนักแห้งต่อ 100 เมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 2.52 ก. (ตารางภาคผนวกที่ 2) ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มออกดอกในเดือนพฤศจิกายนจนกระทั่งเมล็ดแก่ในเดือนมีนาคมประมาณ 4 เดือน

4.2.1.3 การเจริญเติบโตของหัว

การศึกษการเจริญเติบโตของหัวกวาวเครือขาวโดยการชั่งน้ำหนัก การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น และ ความหนาแน่นของหัวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ น้ำหนักหัวเฉลี่ยที่อายุ 4 เดือนเท่ากับ 38.59 ก. และเพิ่มขึ้นเป็น 99.13 166.85 และ 249.88 ก. เมื่อต้นกวาวเครือขาวอายุ 8 12 และ 16 เดือนตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของหัวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือนเท่ากับ 90.29 87.56 89.23 และ 90.69 % ตามลำดับความหนา

แน่นเฉลี่ยของหัวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือนเท่ากับ 0.98 0.96 1.020 และ 1.03 ก./ลบ.ซม. (ภาพที่ 4.15 - 4.20 และตารางภาคผนวกที่ 3)

4.3 ผลการทดลองที่ 3 การวิเคราะห์ปริมาณสาร daidzein และ genistein

4.3.1 ปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัวกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ

จากการศึกษาปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัวของกวาวเครือขาวในธรรมชาติที่ระยะต่างๆของการเจริญและพัฒนา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณสาร daidzein ในระยะออกดอกให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด 88.47 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ในระยะผลัดใบ ระยะใบแก่ และระยะแตกใบอ่อน พบปริมาณสาร daidzein อยู่ในระดับต่ำรองลงมา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.26 65.75 และ 59.07 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ ปริมาณสาร genistein แสดงลักษณะเดียวกันกับปริมาณสาร daidzein แต่พบปริมาณที่ต่ำกว่า คือ ปริมาณสาร genistein ในระยะออกดอกให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 38.06 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง สำหรับในระยะผลัดใบ ระยะใบแก่ และระยะแตกใบอ่อน ปริมาณสาร genistein พบในระดับต่ำรองลงมา คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.48 27.23 และ 22.89 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ (ภาพที่ 4.21 และตารางภาคผนวกที่ 4 - 5)

4.3.2 ปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัวกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในแปลงทดลอง

จากการศึกษาการสะสมสาร daidzein และ genistein ในหัวจากต้นกวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยเก็บตัวอย่างหัวกวาวเครือขาวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน พบว่าปริมาณสาร daidzein ในหัวกวาวเครือขาวที่อายุ 4 เดือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.27 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 18.96 28.38 และ 40.37 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อหัวกวาวเครือขาวมีอายุ 8 12 และ 16 เดือน ตามลำดับ สำหรับปริมาณสาร genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่อายุ 4 เดือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.81 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 12.04 14.57 และ 24.84 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งเมื่อหัวกวาวเครือขาวมีอายุ 8 12 และ 16 เดือน ตามลำดับ (ภาพที่ 4.22 และตารางภาคผนวกที่ 6)

ภาพที่ 4.9 เส้นผ่านศูนย์กลางของเถากวาวเครือขาวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน

ภาพที่ 4.10 เปอร์เซ็นต์การออกดอกของกวาวเครือขาวที่เวลาต่าง ๆ กัน

ภาพที่ 4.11 ต้นกวาวเครือขาวที่อายุ 1 เดือน

ภาพที่ 4.12 ต้นกวาวเครือขาวที่อายุ 5 เดือน

ภาพที่ 4.13 คั่นกวาวเครือขาวที่อายุ 12 เดือน

ภาพที่ 4.14 ต้นกวาวเครือขาวที่อายุ 16 เดือน

ภาพที่ 4.15 น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของหัวกวาวเครือขาว
ที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน

ภาพที่ 4.16 ความหนาแน่นเฉลี่ยของหัวกวาวเครือขาว
ที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน

ภาพที่ 4.17 หัวกวาวเครือขาวที่อายุ 4 เดือน

ภาพที่ 4.18 หัวกวาวเครือขาวที่อายุ 8 เดือน

ภาพที่ 4.19 หัวกวาวเรือขาวที่อายุ 12 เดือน

ภาพที่ 4.20 หัวกวาวเรือขาวที่อายุ 16 เดือน

ภาพที่ 4.21 ปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่ระยะต่างๆ
ของการเจริญ และพัฒนา

ภาพที่ 4.22 ปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่อายุอายุ 4 8 12 และ 16 เดือน

4.4 ผลการทดลองที่ 4 การศึกษาอิทธิพลของ NAA และ daminozide ต่อการติดฝักและเมล็ด

จากการศึกษาอิทธิพลของ NAA ความเข้มข้น 100 300 และ 500 ppm และ daminozide ความเข้มข้น 500 1000 และ 2000 ppm ต่อการติดฝักและเมล็ดของกวางเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่า การใช้ NAA และ daminozide ที่ความเข้มข้นต่างๆ กันมีผลต่อการติดฝักและเมล็ดดังนี้

4.4.1 จำนวนฝักต่อช่อดอก

การฉีดพ่นสารละลาย NAA และ daminozide ที่ความเข้มข้นต่างๆ กันมีผลต่อจำนวนฝักต่อช่อดอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ daminozide ความเข้มข้น 500 ppm มีผลทำให้จำนวนฝักต่อช่อดอกสูงสุดคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.83 ฝักต่อช่อดอก รองลงมาคือความเข้มข้น 1000 2000 ppm และไม่ได้รับฮอร์โมนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.42 24.00 และ 23.84 ฝักต่อช่อดอก ตามลำดับ สำหรับการฉีดพ่น NAA ทุกระดับความเข้มข้นมีผลทำให้จำนวนฝักต่อช่อดอกต่ำกว่าการไม่ฉีดพ่นด้วยฮอร์โมนโดยเฉพาะการฉีดพ่น NAA ที่ความเข้มข้น 500 ppm ให้จำนวนฝักต่อช่อดอกเฉลี่ยต่ำสุดคือมีค่าเท่ากับ 18.50 (ภาพที่ 4.23 และภาคผนวกที่ 7 - 8)

4.4.2 จำนวนเมล็ดต่อฝัก

การฉีดพ่นสารละลาย NAA และ daminozide ที่ความเข้มข้นต่างๆ กันมีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ กล่าวคือทุกการทดลองให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักอยู่ในช่วงระหว่าง 4.43 – 4.60 เมล็ดต่อฝัก (ภาพที่ 4.23 และภาคผนวกที่ 7 - 8)

4.4.3 น้ำหนักต่อ 100 เมล็ด

การฉีดพ่นสารละลาย NAA และ daminozide ที่ความเข้มข้นต่างๆ กันมีผลต่อ น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ดไม่แตกต่างทางสถิติ กล่าวคือทุกการทดลองให้น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ดอยู่ในช่วงระหว่าง 2.45 – 2.54 ก. (ภาพที่ 4.23 และภาคผนวกที่ 7 - 8)

ภาพที่ 4.23 ผลของ NAA ความเข้มข้น 100 300 และ 500 ppm และ daminozide
ความเข้มข้น 500 1000 และ 2000 ppm ต่อการติดฝักและเมล็ด

4.5 ผลการทดลองที่ 5 การศึกษาทางกายวิภาคเปรียบเทียบเมล็ดสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์

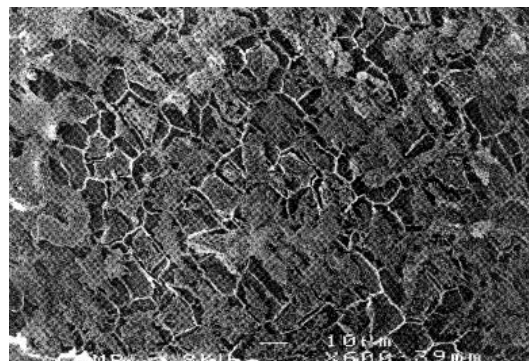
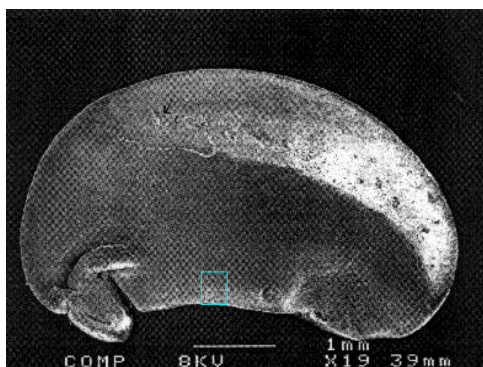
จากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของโครงสร้างที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเมล็ด ได้แก่ ดันอ่อน (embryo) ใบเลี้ยง (cotyledons) และเปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat) ของเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ที่ได้จากต้นกวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองโดยศึกษาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่าเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์มีส่วนประกอบของดันอ่อน ใบเลี้ยง และเปลือกหุ้มเมล็ดที่แตกต่างกันดังนี้

4.5.1 เมล็ดสมบูรณ์

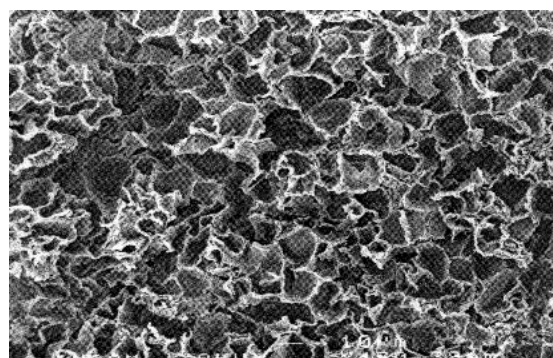
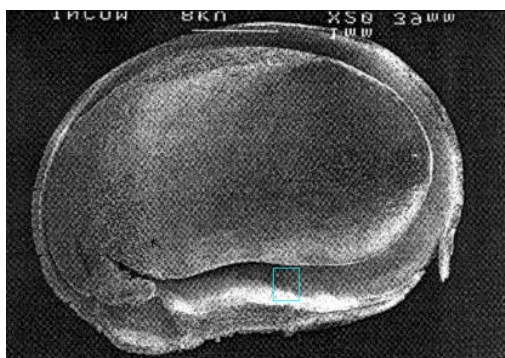
เมล็ดสมบูรณ์คือเมล็ดที่มีลักษณะผิวภายนอกของเมล็ดเรียบ เมล็ดเต่งเปลือกหุ้มเมล็ดไม่มีรอยเหี่ยวย่น เมื่อทำการศึกษาโครงสร้างลักษณะภายในเมล็ดจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่า ดันอ่อนมีขนาดใหญ่ ส่วนของปลายยอดและปลายรากมีขนาดใหญ่สมบูรณ์สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ส่วนของใบเลี้ยงมีการเจริญและพัฒนาเต็มเมล็ด ไม่พบช่องว่างระหว่างใบเลี้ยงกับเปลือกหุ้มเมล็ด เมื่อทำการศึกษากลุ่มเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบในใบเลี้ยงพบว่าเซลล์มีลักษณะเต่งภายในเซลล์มีอาหารสะสมเต็มเซลล์ (ภาพที่ 4.24)

4.5.2 เมล็ดไม่สมบูรณ์

เมล็ดไม่สมบูรณ์คือเมล็ดที่มีลักษณะผิวภายนอกของเมล็ดไม่เรียบ เมล็ดไม่เต่งเปลือกหุ้มเมล็ดมีรอยเหี่ยวย่น เมื่อทำการศึกษาโครงสร้างลักษณะภายในเมล็ดจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่า ดันอ่อนมีขนาดเล็ก ส่วนของปลายยอดและปลายรากสังเกตเห็นได้ไม่ชัดเจน ส่วนของใบเลี้ยงมีการเจริญและพัฒนาไม่เต็มที่ ใบเลี้ยงมีขนาดเล็ก และพบช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่าง ใบเลี้ยงกับเปลือกหุ้มเมล็ด เมื่อทำการศึกษากลุ่มเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบในใบเลี้ยงพบว่าภายในเซลล์มีอาหารสะสมน้อยไม่เต็มเซลล์จึงทำให้เซลล์มีลักษณะเหี่ยวย่น (ภาพที่ 4.25)



ภาพที่ 4.24 โครงสร้างของเมล็ดสมบุรณ์ (ก) embryo (ข) cotyledons (ค) seed coat
(ง) ช่องว่างระหว่าง cotyledons กับ seed coat และ (จ) เซลล์สะสมอาหาร



ภาพที่ 4.25 โครงสร้างของไม้เมล็ดสมบุรณ์ (ก) embryo (ข) cotyledons (ค) seed coat
(ง) ช่องว่างระหว่าง cotyledons กับ seed coat และ (จ) เซลล์สะสมอาหาร

4.6 ผลการทดลองที่ 6 การศึกษาอิทธิพลของธาตุทองแดงต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein

จากการศึกษาอิทธิพลของทองแดงที่อยู่ในรูปของสารประกอบชนิดต่าง ๆ คือ CuCl_2 , CuSO_4 และ Cu-EDTA ที่มีผลต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาว โดยเตรียมสารประกอบทองแดงแต่ละชนิดให้ที่มีความเข้มข้นของทองแดงเท่ากับ 100 300 และ 500 ppm ทำการฉีดพ่นต้นกวาวเครือขาวที่มีอายุ 12 เดือนซึ่งปลูกในแปลงทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี หลังจากฉีดพ่น 3 สัปดาห์จึงนำหัวกวาวเครือขาวไปวิเคราะห์หาปริมาณสาร daidzein และ genistein พบว่า

4.6.1 ปริมาณสาร daidzein

การฉีดพ่นสารละลายของทองแดงมีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein ในหัวกวาวเครือขาว เปลี่ยนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การฉีดพ่นสารละลายของทองแดงความเข้มข้น 300 ppm มีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 44.69 ppm รองลงมาคือการฉีดพ่นสารละลายของทองแดงที่ความเข้มข้น 100 และ 500 ppm มีค่าเฉลี่ย 40.87 และ 38.46 ppm ตามลำดับ สำหรับต้นกวาวเครือขาวที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายทองแดงมีปริมาณสาร daidzein เฉลี่ยต่ำสุดคือ 34.47 ppm (ภาพที่ 4.26 และตารางภาคผนวกที่ 9 - 10) การฉีดพ่นสารละลายของทองแดงที่อยู่ในรูปสารประกอบต่างชนิดกันคือ CuCl_2 , CuSO_4 และ Cu-EDTA ไม่มีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein เปลี่ยนแตกต่างกัน(ภาพที่ 4.27 และตารางภาคผนวกที่ 10)

4.6.2 ปริมาณสาร genistein

การฉีดพ่นสารละลายของทองแดงมีผลทำให้ปริมาณสาร genistein เปลี่ยนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่การฉีดพ่นสารละลายของทองแดงความเข้มข้น 300 ppm มีผลทำให้ปริมาณสาร genistein มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือเท่ากับ 28.45 ppm รองลงมาคือการฉีดพ่นสารละลายของทองแดงที่ความเข้มข้น 100 ppm และต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายทองแดงก็มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.13 และ 18.02 ppm สำหรับต้นกวาวเครือขาวที่ฉีดพ่นสารละลายของทองแดงที่ความเข้มข้น 500 ppm ให้ปริมาณสาร genistein เฉลี่ยต่ำสุด 15.67 ppm (ภาพที่ 4.26 และตารางภาคผนวกที่ 9 - 10) การฉีดพ่นสารละลายของทองแดงที่อยู่ในรูปสารประกอบต่างชนิดกันคือ CuCl_2 , CuSO_4 และ Cu-EDTA ไม่มีผลทำให้ปริมาณสาร genistein เปลี่ยนแตกต่างกัน(ภาพที่ 4.27 และตารางภาคผนวกที่ 10)

ภาพที่ 4.26 ผลของทองแดงที่ความเข้มข้น 0 100 300 และ 500 ppm
ต่อปริมาณ สาร daidzein และ genistein

ภาพที่ 4.27 ผลของ CuCl_2 CuSO_4 และ Cu-EDTA ต่อปริมาณสาร
daidzein และ genistein

4.7 ผลการทดลองที่ 7 ปริมาณธาตุทองแดงที่สะสมในใบ

จากการศึกษาความเข้มข้นของธาตุทองแดงที่สะสมในใบกวาวเครือขาวภายหลังการฉีดพ่น CuCl_2 CuSO_4 และ Cu-EDTA ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยทำการฉีดพ่น 3 ครั้งแต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือนแล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างใบภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้ายนาน 1 เดือนเพื่อทำการวิเคราะห์ธาตุทองแดงซึ่งทำให้พบว่าความเข้มข้นของธาตุทองแดงที่สะสมในใบกวาวเครือขาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือการฉีดพ่น CuCl_2 ความเข้มข้น 500 ppm มีผลทำให้ธาตุทองแดงสะสมในใบมากที่สุด 37.31 ppm รองลงมาคือการฉีดพ่น CuEDTA ความเข้มข้น 500 ppm CuSO_4 ความเข้มข้น 500 ppm และ CuCl_2 ความเข้มข้น 300 ppm เท่ากับ 28.09 25.68 และ 21.12 ppm ตามลำดับ สำหรับความเข้มข้นของธาตุทองแดงในใบกวาวเครือที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นด้วยสารประกอบทองแดงชนิดต่างๆ มีค่าต่ำที่สุดคือ 7.55 ppm (ภาพที่ 4.28 และตารางภาคผนวกที่ 10 - 11)

ภาพที่ 4.28 ปริมาณทองแดงที่สะสมในใบกวาวเครือขาว

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การศึกษาการเจริญและพัฒนาของกวางเครือขาวในธรรมชาติในรอบปี (phenological cycle)

5.1.1 การเจริญเติบโตของเครือเถา และใบ

กวางเครือขาวเป็นพืชที่มีการแตกเครือเถาและใบอ่อนพร้อมกันในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้น ปริมาณน้ำฝนน้อย แห้งแล้ง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ดังนั้นจึงคาดคะเนได้ว่าสภาพภูมิอากาศดังกล่าวจะกระตุ้นการแตกเครือเถาและใบอ่อน นอกจากนี้การแตกเครือเถาและใบอ่อนในระยะเวลาดังกล่าวยังแสดงให้เห็นได้ชัดถึงความสัมพันธ์ของพืชกับสภาพแวดล้อม กล่าวคือหลังจากที่กวางเครือขาวสิ้นสุดระยะการเจริญและพัฒนาของเครือเถาและใบอ่อนแล้วก็จะเริ่มเข้าสู่ฤดูฝนซึ่งจะได้รับน้ำพอเพียงต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น เป็นอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญและการพัฒนาของเครือเถาและใบกวางเครือขาวด้วยเช่นเดียวกัน ใบแก่ของกวางเครือขาวจะเริ่มผลัดใบในช่วงเดือนตุลาคม และสิ้นสุดในต้นเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ปริมาณน้ำฝนน้อย และจากผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์พบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับการผลัดใบมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่สำคัญในการกระตุ้นการหลุดร่วงของใบซึ่งตรงกับรายงานของ Fisher and Khon (1966) ว่าอัตราการร่วงของใบพืชหลายชนิดจะสูงขึ้นเมื่อพืชอยู่ในสภาวะแห้งแล้งและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

5.1.2 การออกดอก การติดฝักและเมล็ด

จากการศึกษาการออกดอกของกวางเครือขาว พบว่าต้นกวางเครือขาวที่เลือกกลุ่มเป็นตัวแทนในการศึกษาจำนวน 40 ต้นไม่ออกดอก มีเพียงต้นกวางเครือขาวที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันในพื้นที่ ที่ทำการศึกษากวักออกจำนวน 3 ต้น จึงทำการเก็บข้อมูลจากต้นดังกล่าว จากการสังเกตพบว่าต้นกวางเครือขาวเริ่มออกดอกในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลากลางวันสั้น ตามข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา (2537) ซึ่งรายงานว่าช่วงความยาวแสง (sunshine duration) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเฉลี่ยในรอบ 30 ปีของเดือนกุมภาพันธ์ 245.4 ชม. หรือ 8.7 ชม./วัน ซึ่งเป็นช่วงวันสั้นแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของแสงในช่วงวันสั้นมีผลต่อการออกดอกของกวางเครือ

ชาวเช่นเดียวกับที่มีรายงานในพืชตระกูลถั่วชนิดอื่นๆอีกหลายชนิด (เฉลิมพล แซมเพชร, 2542) ใน ถั่วเหลืองที่ปลูกในสภาพแวดล้อมที่ความยาวแสงไม่เกิน 10 ชม. จะออกดอกเร็ว ถ้าได้รับแสงยาวนานกว่านี้จะออกดอกช้าและจะมีการเจริญเติบโตทางกิ่งก้านและใบแทน(วิไลลักษณ์ ตั้งเจริญ, 2540) ดังนั้นจึงจัดกวาวเครือขาวเป็นพืชวันสั้นเช่นเดียวกับถั่วเหลือง และจากการสังเกตต้น กวาวเครือขาวที่ออกดอกพบว่าเป็นต้นที่มีเครือเถาเลื้อยพันไปกับต้นไม้ ที่มีความสูงมากกว่าต้นไม้ อื่นๆ ที่อยู่ในบริเวณนั้น ซึ่งแตกต่างจากต้นกวาวเครือขาวที่ไม่ออกดอก พบว่าเครือเถาจะเลื้อยพัน ไปกับต้นไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า ลักษณะที่เกิดขึ้นดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการแข่งขันเพื่อรับแสง สำหรับการเจริญเติบโต และการสะสมอาหารเพื่อใช้ในการออกดอก (Major et al., 1975) ดังนั้น นอกจากช่วงความยาวของแสงแล้วความเข้มของแสงก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการออกดอก และจากการสังเกตการติดฝักของกวาวเครือขาวในธรรมชาติ พบว่า มีการติดฝักน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับที่ยุทธนา สมิตะศิริ และชรินทร์ วังใจ (2529) ที่รายงานว่าปัญหาในการติดฝักของ กวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ คือการหลุดร่วงของดอกเป็นจำนวนมากทั้งนี้อาจเนื่องมา จากในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่มีฝนตกน้อย แห้งแล้ง ฉะนั้นปริมาณน้ำและความชื้นในดิน จึงมีผลกระทบต่อติดฝัก และเมล็ดพืชตระกูลถั่วเป็นอย่างมาก การขาดน้ำในช่วงออกดอกและ ติดฝักจะทำให้อัตราการหลุดร่วงของดอกและฝักเพิ่มมากขึ้น (วันชัย จันทรประเสริฐ, 2542) เช่น เดียวกับกวาวเครือขาวที่เลือกเป็นตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ที่ตลอดระยะเวลาการออกดอก ติดฝัก และเมล็ดเป็นช่วงเวลาที่แห้งแล้ง ปริมาณน้ำฝนต่ำจึงทำให้มีการออกดอกติดฝักและเมล็ดต่ำ นอก จากปัจจัยที่เกี่ยวกับแสงและปริมาณน้ำแล้ว สภาพแวดล้อมที่กวาวเครือขาวเจริญเติบโตอยู่ยัง ประกอบด้วยพืชชนิดอื่นๆ เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้เนื่องจากสภาพป่าเดิมถูกบุกรุกทำลาย และมีการ ปลูกป่าขึ้นทดแทนภายหลัง สภาพแวดล้อมดังกล่าวนี้เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการแข่งขัน เพื่อ แย่งชิงปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโตระหว่างกวาวเครือขาวกับพืชชนิดอื่นๆที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง จึงก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อการออกดอก การติดฝักและเมล็ดกวาวเครือขาว

5.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของกวาวเครือขาวในแปลงทดลอง

5.2.1 การเจริญเติบโตของเครือเถา

เครือเถาของกวาวเครือขาวมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยการเลื้อยพันไปกับ ค้างซึ่งเป็นเสาไม้ความสูงประมาณ 2 เมตร นอกจากเครือเถาแรกที่ยื่นออกมาจากเมล็ดแล้ว ยังมีเครือ เถาที่เกิดจากตาข้างอีกเป็นจำนวนมาก ทำให้กวาวเครือขาวมีทรงพุ่มที่แน่นทึบ และเจริญเติบโต เลื้อยพันไปยังต้นข้างเคียงซึ่งมีระยะห่าง 2 ม. ทำให้ไม่สามารถวัดความยาวของเครือเถาได้ ดังนั้นจึง ศึกษาการเจริญเติบโตของเครือเถาโดยการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเครือเถาที่ระดับผิวดินที่

อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน ทำให้ทราบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเครือเถาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 4 – 8 เดือน หลังจากนั้นคือในช่วง 9 – 16 เดือนจะมีอัตราการเพิ่มที่ต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในระยะแรกของการเจริญเติบโตเครือเถามีอายุน้อย และเริ่มปลูกในช่วงต้นฤดูฝนการเจริญเติบโตของเครือเถารวดเร็ว เครือเถาอายุมากขึ้นการเจริญเติบโตจึงช้าลง

นอกจากการเจริญเติบโตของเครือเถาแล้วยังพบว่ากวางเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองมีการผลัดใบไม่พร้อมกันทั้งต้นจะมีเพียงใบแก่ที่หมดอายุและหลุดร่วงไปตามกาลเวลาเท่านั้น จึงทำให้สังเกตเห็นได้ว่ากวางเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองมีใบเขียวตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งแตกต่างจากกวางเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ ที่พบว่ามีผลัดใบจนหมดต้นในเดือนธันวาคม-มกราคม ซึ่งตรงกับรายงานของ วรรณลักษณ์ จันทรเงิน และ ยุทธนา สมิตะสิริ (2530) ว่ากวางเครือขาวเป็นพืชที่มีการผลัดใบ ซึ่งเห็นได้ชัดถึงความแตกต่างระหว่างกวางเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองกับกวางเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันกล่าวคือกวางเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติมีการผลัดใบในช่วงเดือนธันวาคม – มกราคมซึ่งเป็นช่วงเวลาที่แห้งแล้งปริมาณน้ำฝนและความชื้นต่ำซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นการผลัดใบของพืช แต่สำหรับกวางเครือขาวที่เจริญเติบโตในแปลงทดลองนั้นมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอโดยการใช้ระบบน้ำหยดทำให้ดินมีความชุ่มชื้นตลอดทั้งปี เครือเถาและใบมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง การผลัดใบจึงไม่เกิดขึ้น

5.2.2 การออกดอก การติดฝักและเมล็ด

การศึกษาการออกดอก การติดฝักและเมล็ดของกวางเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองพบว่ามีความแตกต่างจากกวางเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติกล่าวคือมีการออกดอกในเดือนพฤศจิกายนซึ่งเร็วกว่ากวางเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติประมาณ 2 เดือน เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นที่ออกดอกและจำนวนช่อดอกต่อต้นของกวางเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองสูงกว่ากวางเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ จากรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา (2537) ความยาวแสงของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเฉลี่ยในรอบ 30 ปีของเดือน พฤศจิกายน 255.1 ชม. หรือ 8.5 ชม./วัน นอกจากอิทธิพลของช่วงแสงจะมีผลต่อการออกดอกของกวางเครือขาวแล้วปัจจัยทางด้านการเกษตรกรรม เช่นการใช้ระยะปลูกที่เหมาะสมเพื่อลดการแข่งขันในเรื่องแสงแดดทำให้กวางเครือเจริญเติบโตได้ดีที่ การให้น้ำอย่างเพียงพอ การใส่ปุ๋ยเพื่อปรับปรุงบำรุงดิน และการกำจัดวัชพืชในระหว่างที่กวางเครือเจริญเติบโต ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้ต้นกวางเครือขาวมีความสมบูรณ์ทางสรีรวิทยาอันเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการออกดอกและมีผลต่อการพัฒนาไปเป็นฝักและเมล็ดต่อไป สำหรับ จำนวนช่อดอกต่อต้น ความยาวของช่อดอก จำนวนฝักต่อช่อดอก ขนาดของฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนักต่อ 100 เมล็ดจากการสังเกตพบว่ากวางเครือขาวที่ปลูกใน

แปลงทดลอง จะมีค่าต่างๆเหล่านี้สูงกว่ากวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติแต่ขาดข้อมูลที่ละเอียดทั้งนี้เพราะต้นกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติมีจำนวนต้นที่ออกดอกน้อยมากคือมีจำนวนเพียง 4 ต้นเท่านั้น มีจำนวนช่อดอกต่อต้นและการติดฝักต่างจากนี้เครือเถาของแต่ละต้นที่ออกดอกจะเลื้อยพันไปกับต้นไม้อื่นทำให้ยากต่อการเก็บข้อมูลโดยละเอียด

สำหรับระยะเวลาตั้งแต่เริ่มออกดอกจนกระทั่งเมล็ดแก่ทั้งกวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองและกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ มีระยะเวลาโดยประมาณใกล้เคียงกันคือประมาณ 4 เดือน

5.2.3 การเจริญเติบโตของหัว

การศึกษาการเจริญเติบโตของหัวกวาวเครือขาวโดยการชั่งน้ำหนัก การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น และ ความหนาแน่น ทำให้ทราบว่าหัวกวาวเครือขาวมีการเจริญและพัฒนาตั้งแต่ระยะเริ่มปลูกจนกระทั่งถึงอายุ 4 เดือนคือมีน้ำหนักเท่ากับ 38.59 ก. และเพิ่มขึ้นเป็นและ 249.88 ก. เมื่อต้นกวาวเครือขาวอายุ 16 เดือน สำหรับเปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของหัวตั้งแต่อายุ 4-16 เดือนมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือประมาณ 90 % ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยของหัวตั้งแต่อายุ 4-16 เดือนมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยที่อายุ 4 เดือนเท่ากับ 0.98 ก./ ลบ.ซม. และเพิ่มเป็น 1.03 ก./ ลบ.ซม. เมื่อกวาวเครือขาวอายุได้ 16 เดือน จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเมื่อหัวกวาวเครือขาวอายุมากขึ้นจะมีการสะสมมวลสารต่าง ๆ มากขึ้นทำให้มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำซึ่งใกล้เคียงกับหัวเผ้าขาม้อมที่อายุ 1-3 ปีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.08 – 1.24 ก./ ลบ.ซม (สุภาภรณ์ ภัทรสุทธิ และคณะ, 2543)

5.3 ปริมาณสาร daidzein และ genistein

การศึกษาปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่ระยะต่างๆของการเจริญและพัฒนาจากต้นกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ พบว่าหัวกวาวเครือขาวที่อยู่ในระยะแรกที่ทำการศึกษาคือระยะแตกเครือเถาและใบอ่อนจะมีปริมาณสาร daidzein และ genistein ต่ำกว่าระยะอื่นๆ เมื่อใบอ่อนเจริญและพัฒนาเต็มที่ ปริมาณสาร daidzein และ genistein จะเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งเข้าสู่ระยะผลัดใบและออกดอกซึ่งให้ปริมาณสาร daidzein และ genistein สูงสุด จากปริมาณสารทั้งสองชนิดที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องอาจเกิดจากการสะสมปริมาณสารตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น

สำหรับปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่อายุต่างๆกันจากต้นกวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลอง การสะสมสาร daidzein และ genistein ตั้งแต่ก่อนอายุ 4 เดือนจากนั้นปริมาณสารจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อต้นกวาวเครือขาวอายุมากขึ้น โดยที่หัวกวาวเครือขาวอายุ 4

เดือนปริมาณสาร daidzein และ genistein เท่ากับ 13.27 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และ 7.81 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และปริมาณสาร daidzein และ genistein เพิ่มขึ้นเป็น 40.37 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และ 24.48 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งเมื่อหัวกวาวเครือขาว อายุ 16 เดือน

จากลักษณะการเพิ่มขึ้นของปริมาณสาร daidzein และ genistein ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เมื่อกวาวเครือขาวเจริญเติบโตมากขึ้น เครือเถาและหัวมีขนาดเพิ่มขึ้นการสะสมสาร daidzein และ genistein จึงเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นในการนำหัวกวาวเครือขาวที่มีอายุมากไปใช้ประโยชน์จะทำให้ได้รับ สาร daidzein และ genistein เพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับในตำรายาจากหัวกวาวเครือของ หลวงอนุสารสุนทร (2476) ซึ่งแนะนำให้ใช้หัวกวาวเครือขาวที่มีอายุมากจะให้สรรพคุณยาที่ดีซึ่ง ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณสารทั้ง 2 ชนิดเป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่จะนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ จำเป็นสำหรับการผลิตหัวกวาวเครือขาวเป็นการค้าต่อไป นอกจากปัจจัยเกี่ยวกับอายุจะมีผลต่อการ เพิ่มปริมาณสาร daidzein และ genistein โดยตรงแล้ว Wang and Murphy (1994) รายงานว่าปริมาณ ของสารทั้งสองชนิดนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการเช่นในถั่วเหลืองพบว่าฤดูกาล สาย พันธุ์ และสถานที่เพาะปลูกมีผลต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสาร daidzein และ genistein ในทุกๆอายุและระยะการเจริญ และพัฒนาทำให้พบว่าปริมาณสาร daidzein มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าสาร genistein ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุมา จากในกระบวนการชีวสังเคราะห์(ภาพที่ 2.7) ทั้งนี้เพราะ 5,7,4'-trihydroxyflavanone (naringenin) ซึ่งเป็นสารตัวกลางในการสังเคราะห์ genistein นั้นสามารถถูกนำไปใช้เป็นสับสเตรทในการ สังเคราะห์สารอื่นๆ อีก 2 ชนิดคือ dihydroxyflavonol โดยเอนไซม์ flavanone 3 – hydroxylase และ การสังเคราะห์สาร flavone โดยเอนไซม์ flavone synthase (Yu et al., 2000) ดังนั้นจึงทำให้เกิดการ แข่งขันกันระหว่างเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดกับเอนไซม์ isoflavone synthase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ใน การเปลี่ยน 5,7,4'-trihydroxyflavanone ไปเป็น genistein สำหรับการสังเคราะห์สาร daidzein นั้นใช้ 7,4'-dihydroxyflavanone (Liquiritigenin) โดยที่สับสเตรทชนิดนี้มีความจำเพาะต่อเอนไซม์ isoflavone synthase ซึ่งเป็น เอนไซม์ที่เปลี่ยน 7,4'-dihydroxyflavanone ไปเป็นสาร daidzein เท่านั้น จึงไม่เกิดการแข่งขันกับเอนไซม์ชนิดอื่นจึงมีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein สูงกว่าสาร genistein

5.4 การศึกษาอิทธิพลของ NAA และ daminozide ต่อการติดฝักและเมล็ด

Daminozide ทุกระดับความเข้มข้นมีผลทำให้จำนวนฝักต่อช่อดอกสูงกว่าต้นกวาวเครือขาว ที่ไม่ได้รับ daminozide ซึ่งสารชนิดนี้เป็นสารชะลอการเจริญเติบโตของพืชซึ่งคุณสมบัติของสาร กลุ่มนี้มีผลต่อการยับยั้ง auxin ที่ดอกสร้างขึ้นไม่ให้เคลื่อนย้ายไปยังจุดอื่น จึงทำให้เกิดการสะสม

auxin เพิ่มมากขึ้นที่บริเวณดอก ทำให้เกิดการหลุดร่วงของดอกกลดลง ดังนั้นการติดผลของพืชจึงเพิ่มขึ้น ดังเช่นมีรายงานการใช้สารกลุ่มนี้เพื่อเพิ่มการติดผลในพืชบางชนิดเช่นการใช้สาร TIBA (2,3,5-triodobenzoic acid) ช่วยทำให้การติดผลของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น (พีรเดช ทองอำไพ, 2537) Miller (1978) รายงานว่าการใช้สาร alar 85 ความเข้มข้น 2,000 ppm ทำให้จำนวนช่อดอกของสาละเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า Suryanarayana (1981) รายงานว่าสาร alar 85 ความเข้มข้น 500 ppm ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอกของมะม่วงได้ นอกจากนี้ วันชัย จันทรประเสริฐ (2534) ยังรายงานสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดการหลุดร่วงของฝักอาจจะเกิดจากการแข่งขันภายในต้นพืช (intraplant competition) ระหว่างอวัยวะต่าง ๆ โดยเฉพาะในพืชหลายชนิดเช่น ถั่วเหลืองและถั่วเขียว ซึ่งเป็นพืชที่มีการทะยอยออกดอกและ มีการแข่งขันภายในต้นสูงในช่วงออกดอก ทำให้มีการหลุดร่วงของดอกและฝักสูง การใช้สารชะลอการเจริญเติบโตโดยใช้ในอัตราและเวลาเหมาะสมจะช่วยให้การเคลื่อนย้ายอาหารในต้นพืชเป็นไปอย่างเหมาะสมทำให้มีการติดผลเพิ่มขึ้นได้

สำหรับการใช้ NAA ทุกระดับความเข้มข้น มีผลทำให้จำนวนฝักต่อช่อดอกต่ำกว่าการไม่ใช้สาร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลหลายประการคือ ความเข้มข้นและช่วงเวลาที่ฉีดพ่นฮอร์โมนในการทดลองครั้งนี้ยังไม่เหมาะสม ซึ่ง ะวี เสฐฐภักดี (2532) รายงานว่า auxin ความเข้มข้นสูงทำให้เกิดการร่วงของดอกและผล จึงมีการนำสาร auxin ไปใช้ในการปลิดดอกและผลของพืชบางชนิด เช่นการปลิดดอกและผลของมะนาวไปในฤดูออกดอกเพื่อเตรียมผลิตมะนาวนอกฤดู สมมติฐานเกี่ยวกับฮอร์โมนของ Huff and Drybing (1980) ซึ่งเสนอว่าการหลุดร่วงของดอกถั่วเหลืองที่บริเวณปลายช่อดอกน่าจะเป็นผลมาจากสารบางชนิดที่ส่งมาจากดอก ที่อยู่บริเวณโคนช่อดอกที่ได้รับการผสมแล้ว และผลจากการทดลองใช้ auxin ทาที่ก้านดอกที่อยู่ส่วนล่าง ๆ ของช่อซึ่งได้เด็ดดอกออกไปแล้ว พบว่ามีผลไปยับยั้งการติดผลของดอกที่อยู่ปลายช่อ และผลของ auxin ยังเร่งให้เกิดการหลุดร่วงของดอกเร็วขึ้นอีกด้วย หลักฐานที่สนับสนุนผลการทดลองนี้ ได้แก่การทดลองที่ใช้สารยับยั้งการเคลื่อนย้าย auxin เช่น TIBA และ morphactin ซึ่งพบว่าการฉีดพ่นด้วยสารนี้แก่ต้นถั่วเหลืองจะทำให้ติดผลมากขึ้น (Nooden and Nooden, 1985)

สำหรับจำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนักต่อ 100 เมล็ดนั้นพบว่าการใช้ NAA และ daminozide ทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักและต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด เมื่อเปรียบเทียบกับต้นกวาวเครือขาวที่ไม่ได้รับสาร แสดงให้เห็นว่าทั้ง NAA และ daminozide ในความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักและต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดทั้งนี้ ลักษณะทั้งสองอาจเป็นผลมาจากปัจจัยทางพันธุกรรมและและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติแลกรักษา เช่นการให้น้ำ การใส่ปุ๋ย การป้องกันกำจัดศัตรูพืช น่าจะมีอิทธิพลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักและต่อน้ำหนัก 100 เมล็ดเหนือสารที่ใช้ ซึ่งปัจจัยต่างๆเหล่านี้จะให้ความสำคัญก่อนการใช้สาร ดังนั้นถ้า

ต้นพืชมีความสมบูรณ์โอกาสที่เมล็ดจะเจริญและพัฒนาเต็มที่ย่อมมีมาก ถึงแม้จะไม่มีการใช้สารต่างๆก็ตาม

5.5 การศึกษาทางกายวิภาคเปรียบเทียบเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์

ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของโครงสร้างที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเมล็ดระหว่างเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ทำให้พบว่าเมล็ดสมบูรณ์มีลักษณะผิวนอกของเมล็ดเรียบ เมล็ดเต่งเปลือกหุ้มเมล็ดไม่มีรอยเหี่ยวย่น ต้นอ่อนมีขนาดใหญ่ ส่วนของใบเลี้ยงมีการเจริญและพัฒนาเต็มเมล็ด กลุ่มเซลล์ที่เป็นโครงสร้างของใบเลี้ยงพบว่าภายในเซลล์มีอาหารสะสมเต็มเซลล์ แสดงให้เห็นว่าขณะที่เมล็ดมีการเจริญและพัฒนาพืชอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตมีการสร้างและเคลื่อนย้ายอาหารไปสะสมที่เมล็ดในปริมาณที่เพียงพอ

สำหรับเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์นั้นส่วนที่เป็นต้นอ่อนจะมีขนาดเล็กแสดงให้เห็นว่าดอกมีการผสมเกสรและมีการปฏิสนธิ สำหรับใบเลี้ยง มีขนาดเล็กเช่นเดียวกัน เมื่อทำการศึกษาเซลล์ที่เป็นโครงสร้างของใบเลี้ยงจะพบว่าเซลล์ที่มีผนังเซลล์เหี่ยวย่น ภายในเซลล์มีอาหารสะสมน้อย แสดงให้เห็นว่าในขณะที่เมล็ดอ่อนอยู่ในระยะกำลังเจริญและพัฒนาอาจจะขาดแคลนปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญและพัฒนาเช่น แสง น้ำ และแร่ธาตุอาหาร จึงทำให้ต้นอ่อนและใบเลี้ยงมีขนาดเล็ก ซึ่งจะพบในกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่กวาวเครือขาวออกดอกจะเป็นช่วงเวลาเดียวกับที่กวาวเครือขาวผลัดใบหมดทั้งต้นซึ่งอยู่ในเดือนกุมภาพันธ์ดังนั้นกวาวเครือขาวจึงไม่สามารถสร้างอาหารจากกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ อาหารที่นำไปใช้ในการเจริญและพัฒนาผักและเมล็ดจึงมาจากอาหารที่สะสมที่เครือเถา ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดจึงทำให้เกิดจากการแข่งขันภายในต้น (intraplant competition) และเกิดการขาดแคลนอาหารหล่อเลี้ยง (nutrient deficiency) เมล็ดจึงหยุดชะงักการเจริญเติบโตไม่สามารถพัฒนาไปเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ได้ เมล็ดจึงมีลักษณะที่ลีบ (วันชัย จันทรประเสริฐ, 2542)

นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของเมล็ดอีกประการหนึ่งคือการขาดน้ำในระยะออกดอกและระยะเริ่มติดเมล็ด เช่น ในข้าวโพดการขาดน้ำระหว่างการออกดอกและการพัฒนาของเมล็ดจะทำให้น้ำหนักของเมล็ดลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้สาเหตุใหญ่เนื่องมาจากการขาดน้ำ ทำให้ช่วงเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดสั้นลง (Jorge and Jeffery, 1995)

5.6 การศึกษาอิทธิพลของธาตุทองแดงต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein

การฉีดพ่นสารละลายของทองแดงมีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein และ genistein เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้มข้น 300 ppm มีผลทำให้ปริมาณสาร

daidzein และ genistein มีค่าเฉลี่ยสูงสุดลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 500 ppm มีผลทำให้ปริมาณสารทั้งสองชนิดลดต่ำลง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดอาการใบไหม้ ดังนั้นความเข้มข้นของทองแดงที่เหมาะสมคือ 300 ppm การฉีดพ่นสารละลายทองแดงที่เตรียมจากสารประกอบต่างชนิดกันคือ CuCl_2 , CuSO_4 และ Cu-EDTA พบว่าไม่มีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein และ genistein แตกต่างกันทางสถิติ จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าธาตุทองแดงไม่ว่าจะอยู่ในรูปสารประกอบใดก็ตามเมื่อเคลื่อนเข้าไปในใบพืชแล้วมีผลทำให้เกิดการสังเคราะห์ daidzein และ genistein สูงขึ้น การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารทั้ง 2 ชนิดนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของทองแดงที่ฉีดพ่นให้กับกวาวเครือขาว ซึ่งสอดคล้องกับที่ Hakanatsuka (1991) ได้รายงานว่าการให้สาร CuCl_2 10 mM กับลำต้นถั่ว *Pueraria lobata* ที่หั่นเป็นชิ้น ๆ เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณของ daidzein, genistein และ coumestrol เพิ่มขึ้น 5-10 เท่า

จากการศึกษาปฏิกิริยาการสังเคราะห์ daidzein และ genistein ซึ่งอยู่ในกระบวนการ phenylpropanoid pathway (Yu et al., 2000) การทำงานของเอนไซม์บางชนิดในกระบวนการนี้เช่น เอนไซม์ isoflavone synthase ซึ่งเป็นเอนไซม์สำคัญที่เปลี่ยน liquiritigenin ไปเป็น daidzein และเปลี่ยน naringenin ไปเป็น genistein เอนไซม์ชนิดนี้จำเป็นต้องมี NADPH และ O_2 เป็นโคแฟกเตอร์ และเป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการย้ายอิเล็กตรอน ดังนั้นธาตุทองแดงที่กวาวเครือขาวได้รับอาจจะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโครงสร้างของเอนไซม์หรือโคแฟกเตอร์หรือโปรตีนที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนเช่นเอนไซม์ในกลุ่ม cytochrome oxidase complex ซึ่งเอนไซม์ชนิดนี้มีธาตุเหล็กและทองแดงเป็นองค์ประกอบ ซึ่งทั้งเหล็กและทองแดงสามารถเปลี่ยนรูประหว่างออกซิไดส์และรีดิวส์เมื่อเกิดการสูญเสียหรือรับอิเล็กตรอน (Silva and Williams, 1993)

5.7 ปริมาณธาตุทองแดงที่สะสมในใบ

ความเข้มข้นของธาตุทองแดงที่สะสมในใบกวาวเครือขาว ภายหลังจากฉีดพ่นสารละลายของสารประกอบทองแดงชนิดและความเข้มข้นต่าง ๆ กัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงว่า การใช้สารประกอบทองแดงทุกชนิดและทุกความเข้มข้น มีผลทำให้ปริมาณธาตุทองแดงสะสมในใบกวาวเครือขาวเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับใบจากต้นกวาวเครือขาวที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นด้วยสารละลายทองแดง การใช้สารประกอบทองแดงที่อยู่ในรูป CuCl_2 มีผลทำให้ธาตุทองแดงสะสมในใบมากที่สุดรองลงมาคือ CuEDTA สำหรับ CuSO_4 มีผลทำให้ธาตุทองแดงสะสมในใบน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าธาตุทองแดงที่อยู่ในรูปของสารประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันมีประสิทธิภาพในการดูดซึมเข้าสู่ใบ และเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่างๆ พืชได้แตกต่างกันซึ่ง Basiouny and Biggs (1976) รายงานว่าอัตราการดูดแร่ธาตุอาหารในรูปคีเลต และ

เกลืออนินทรีย์ของใบพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันเช่น ใบถั่วคุดเหล็กจาก FeSO_4 ได้ดีกว่าจาก FeEDTA ส่วนใบส้มคุดเหล็กจาก FeEDTA ได้ดีกว่า FeCl_3 สำหรับการเพิ่มความเข้มข้นที่แตกต่างกันก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีปริมาณสารสะสมแตกต่างกัน การใช้ความเข้มข้นสูงโดยเฉพาะความเข้มข้น 500 ppm มีผลทำให้มีการสะสมที่ผิวใบมากทั้งนี้เพราะสารละลายจะแห้งเร็วเมื่อถูกแสงแดดและลมนอกจากนี้ยังพบว่าทำให้เกิดใบไหม้เป็นจุด ๆ

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณธาตุทองแดงที่สะสมในใบกับปริมาณสาร daidzein และ genistein ในห้วกวาวเครือขาวพบว่า มีความผันแปรในทางตรงข้ามกันคือถ้าปริมาณธาตุทองแดงสะสมในใบมากมีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein และ genistein ลดต่ำลง แสดงให้เห็นว่าการที่ธาตุทองแดงเคลื่อนย้ายจากใบไปยังส่วนต่างๆ ได้น้อยทำให้การสังเคราะห์ daidzein และ genistein ลดลง หรืออาจเป็นผลมาจากการฉีดพ่นสารประกอบทองแดงความเข้มข้นสูงทำให้ใบกวาวเครือขาวไหม้ กระบวนการ metabolism ต่างๆในใบไม่สามารถดำเนินไปได้ตามปกติ ซึ่งโดยทั่วไประดับความเข้มข้นของทองแดงที่เหมาะสมสำหรับพืชตระกูลถั่วหลายชนิดจะอยู่ในช่วง 7-30 ppm (Jones, 1998) การที่พืชได้รับทองแดงความเข้มข้นสูงเกินไปจะทำให้เกิดการสูญเสีย chlorophyll เนื่องจากปฏิกิริยา peroxidation ของไขมันที่บริเวณ thylakoid membrane ถูกทำลาย (Marschner, 1995)

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 การศึกษาการเจริญและพัฒนาของกวางเครือขาวในธรรมชาติ ในรอบปี (phenological cycle)

6.1.1 ระยะแตกเครือเถาและใบอ่อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม

6.1.2 ระยะการเจริญและพัฒนาของเครือเถาและใบเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม

6.1.3 ระยะผลัดใบเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์

6.1.4 ระยะออกดอกของกวางเครือขาว เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์หลังจากนั้นเข้าสู่ ระยะการติดฝัก จนเจริญและพัฒนาเป็นเมล็ดแก่ในเดือนเมษายน

6.1.5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับการเจริญและการพัฒนาของกวางเครือขาวในรอบปี ส่วนใหญ่ไม่มีความสัมพันธ์กันยกเว้นค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำฝน (มม./วัน) กับการแก่ของฝัก อุณหภูมิสูงสุดกับการเจริญและพัฒนาของใบและความชื้นสัมพันธ์กับการผลัดใบมีค่าสหพันธ์เท่ากับ 0.9911 0.6829 และ 0.6822 ตามลำดับซึ่งมีความสัมพันธ์กัน

6.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของกวางเครือขาวในแปลงทดลอง

6.2.1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเครือเถาที่ระดับผิวดินที่อายุ 4 เดือนมีค่าเท่ากับ 0.45 ซม. และเพิ่มขึ้นเป็น 3.24 ซม. เมื่อต้นกวางเครือขาวอายุ 16 เดือน

6.2.2 กวางเครือขาวมีการออกดอกในระหว่างเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม 2543 และ มกราคม 2544 หรือมีอายุประมาณ 6 เดือนนับจากวันเพาะเมล็ด จำนวนต้นที่ออกดอกคิดเป็น 61 เปอร์เซ็นต์จำนวนช่อดอกเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 41.90 น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดเท่ากับ 2.52 ก. ระยะเวลาดังกล่าวเริ่มออกดอกในเดือนพฤศจิกายนจนกระทั่งเมล็ดแก่ในเดือนมีนาคมหรือประมาณ 4 เดือน

6.2.3 น้ำหนักหัวกวางเครือขาวเฉลี่ยที่อายุ 4 เดือนเท่ากับ 38.59 ก. และเพิ่มขึ้นเป็น 249.88 กรัม เมื่อกวางเครือขาวอายุ 16 เดือน เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของหัวที่อายุ 4 เดือนเท่ากับ 90.29 และเพิ่มขึ้นเป็น 90.69 % เมื่อกวางเครือขาวอายุ 16 เดือน ความหนาแน่นเฉลี่ยของหัวที่อายุ 4 เดือนเท่ากับ 0.98 ก./ ลบ.ซม และเพิ่มขึ้นเป็น 1.03 ก./ลบ.ซม เมื่อกวางเครือขาวอายุ 16 เดือน

6.3 ปริมาณสาร daidzein และ genistein

6.3.1 ปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัวของกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติที่อยู่ในระยะแตกเครือเถาและใบอ่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.07 และ 22.89 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับและเพิ่มขึ้นเป็น 88.47 และ 38.06 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับเมื่อกวาวเครือขาวอยู่ในระยะออกดอกติดฝักและเมล็ด

6.3.2 ปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัวกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในแปลงทดลอง เมื่อหัวกวาวเครือขาวมีอายุ 4 เดือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.27 และ 7.81 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับและเพิ่มขึ้นเป็น 40.37 และ 24.48 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับเมื่อหัวกวาวเครือขาวมีอายุ 16 เดือน

6.4 การศึกษาอิทธิพลของ NAA และ daminozide ต่อการติดฝักและเมล็ด

6.4.1 การฉีดพ่นสารละลาย daminozide ที่ความเข้มข้น 500 ppm มีผลทำให้จำนวนฝักต่อช่อดอกสูงสุดคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.83 ฝักต่อช่อดอก สำหรับการฉีดพ่น NAA ทุกระดับความเข้มข้นมีผลทำให้จำนวนฝักต่อช่อดอกต่ำกว่าการไม่ฉีดพ่นด้วยฮอร์โมน โดยเฉพาะการฉีดพ่น NAA ที่ความเข้มข้น 500 ppm ให้จำนวนฝักต่อช่อดอกเฉลี่ยต่ำสุด 18.50 ฝักต่อช่อดอก

6.4.2 การฉีดพ่นสารละลาย NAA และ daminozide ทุกระดับความเข้มข้นมีผลต่อจำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักและน้ำหนักต่อ 100 เมล็ดเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ กล่าวคือทุกการทดลองให้จำนวนเมล็ดเฉลี่ยต่อฝักอยู่ในช่วงระหว่าง 4.43 – 4.60 เมล็ดต่อฝักและให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดอยู่ในช่วงระหว่าง 2.45 – 2.54 ก.

6.5 การศึกษาทางกายวิภาคเปรียบเทียบเมล็ดสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์

6.5.1 ลักษณะโครงสร้างภายในของเมล็ดสมบูรณ์ดูจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดมีลักษณะของ ต้นอ่อนขนาดใหญ่ ส่วนของใบเลี้ยงมีการเจริญและพัฒนาเต็มเมล็ด ไม่พบช่องว่างระหว่างใบเลี้ยงกับเปลือกหุ้มเมล็ด เมื่อทำการศึกษากลุ่มเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบในใบเลี้ยงพบว่าเซลล์มีลักษณะเต่งภายในเซลล์มีอาหารสะสมเต็มเซลล์

6.5.3 ลักษณะโครงสร้างภายในของเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ดูจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดมีลักษณะของ ต้นอ่อนขนาดเล็ก ส่วนของใบเลี้ยงมีการเจริญและพัฒนาไม่เต็มที่ ใบเลี้ยงมีขนาดเล็ก จึงทำให้พบช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่าง ใบเลี้ยงกับเปลือกหุ้มเมล็ด เมื่อทำการศึกษากลุ่มเซลล์ที่เป็นโครงสร้างในใบเลี้ยงมีอาหารสะสมน้อยไม่เต็มเซลล์จึงทำให้เซลล์มีลักษณะเหี่ยวแบน

6.6 อิทธิพลของธาตุทองแดงต่อปริมาณสาร daidzein และ genistein

การฉีดพ่นสารละลายของทองแดงที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันมีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein และ genistein เปลี่ยนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มข้นของสารละลายทองแดงที่เหมาะสมคือ 300 ppm ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein และ genistein มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือเท่ากับ 44.69 และ 28.45 ppm ความเข้มข้นของสารละลายทองแดงที่สูงเกินไปคือ 500 ppm ทำให้เกิดอาการใบไหม้และทำให้ปริมาณสารทั้ง 2 ชนิดลดลง การฉีดพ่นสารละลายของทองแดงที่อยู่ในรูปสารประกอบต่างชนิดกันคือ CuCl_2 , CuSO_4 และ Cu-EDTA ไม่มีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein และ genistein เปลี่ยนแตกต่างกันทางสถิติ

6.7 ปริมาณธาตุทองแดงที่สะสมในใบ

ชนิดของสารประกอบทองแดงและความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ที่นำไปฉีดพ่นลงบนใบต้นกวาวเครือขาวมีผลทำให้ปริมาณของธาตุทองแดงที่สะสมในใบกวาวเครือขาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฉีดพ่นสารละลาย CuCl_2 ความเข้มข้น 500 ppm มีผลทำให้ปริมาณธาตุทองแดงสะสมในใบมากที่สุดคือ 37.31 ppm นอกจากนี้การฉีดพ่นสารประกอบทองแดงทุกชนิดและทุกความเข้มข้นมีผลทำให้ปริมาณธาตุทองแดงสะสมในใบสูงกว่าต้นกวาวเครือที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นด้วยสารละลายทองแดงซึ่งมีค่าของธาตุทองแดงปกติเท่ากับ 7.55 ppm

6.8 สรุป

การเจริญและพัฒนาทางลำต้นของกวาวเครือขาวในธรรมชาติในรอบปีประกอบด้วย 4 ระยะคือ ระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน ระยะการเจริญและพัฒนาของเครือเถาและใบ ระยะผลัดใบ และระยะออกดอก ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการมีความสัมพันธ์กับการเจริญและพัฒนาของกวาวเครือขาวเช่น ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำมีผลต่อการร่วงของใบ นอกจากนี้ต้นกวาวเครือขาวที่เลือกเป็นตัวอย่างในการศึกษาไม่มีการออกดอก มีเพียงต้นที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงเท่านั้นที่ออกดอกจำนวน 3 ต้นและมีการติดฝักต่ำ แสดงให้เห็นว่ากวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติออกดอกน้อยมากทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมต่างๆที่อยู่ในบริเวณนั้น ซึ่งแตกต่างจากกวาวเครือขาวในแปลงทดลองที่มีการผลัดใบเกิดขึ้นน้อยและมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสูงกว่ากวาวเครือขาวที่เจริญตามธรรมชาติ เนื่องจากต้นกวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองได้รับการปฏิบัติดูแลรักษาเป็นอย่างดี เช่นการให้น้ำ การใส่ปุ๋ย การกำจัดวัชพืชเป็นต้น สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัวกวาวเครือขาวที่เจริญตามธรรมชาติซึ่งมีสารทั้งสองชนิดสูงกว่ากวาวเครือขาวที่ปลูกในแปลงทดลองนั้น อาจเป็นผลมาจากอายุของต้นและหัวกวาวเครือขาวที่แตก

ต่างกัน ซึ่งในธรรมชาติอาจมีอายุมากกว่า และการใช้สาร daminozide มีผลทำให้การติดฝักของ กวาวเครือขาวสูงขึ้นแต่ไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝัก และต่อน้ำหนัก 100 เมล็ด การใช้ทองแดง ความเข้มข้นต่าง ๆ มีผลทำให้ปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวสูงขึ้น แต่ ชนิดของสารประกอบทองแดงที่แตกต่างกันไม่ทำให้ปริมาณสาร daidzein และ genistein แตกต่าง กัน และการใช้ทองแดงความเข้มข้นสูงทำให้ปริมาณทองแดงสะสมในใบสูงด้วย

6.9 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 การปลูกกวาวเครือขาวควรใช้ระยะปลูกอย่างน้อย 2X2 ม. เพราะเครือเถากวาวเครือ ขาวมีการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก และควรมีการศึกษาเกี่ยวกับระยะปลูกที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผล ผลิตสูงสุด

6.2.2 การตัดแต่งเครือเถาจะช่วยทำให้กวาวเครือขาวได้รับแสงเพียงพอต่อการเจริญเติบโต

6.2.3 การปลูกกวาวเครือขาวเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ ควรเริ่มปลูกกวาวเครือขาวในต้นฤดูฝน เพื่อให้มีน้ำเพียงพอต่อการเจริญเติบโตทางลำต้นใบ และพร้อมที่จะออกดอกในเดือน พฤษภาคม ถึงเดือนธันวาคม

6.2.4 การให้น้ำอย่างเพียงพอในระยะออกดอกและติดฝักจะทำให้การติดฝักและการเจริญ ของเมล็ดสูงขึ้น

6.2.5 การใช้ daminozide ความเข้มข้น 1000 ppm จะช่วยทำให้การติดฝักของกวาวเครือ ขาวเพิ่มขึ้น สำหรับ NAA ควรมีการศึกษาความเข้มข้นและระยะเวลาที่เหมาะสมในการฉีดพ่นอีก ครั้ง

6.2.6 การเก็บเกี่ยวหัวกวาวเครือขาวขณะที่อายุน้อยจะทำให้มีปริมาณสาร daidzine และ genistein ต่ำทั้งนี้เพราะสารทั้งสองชนิดนี้มีอัตราการเพิ่มสูงขึ้นเมื่อต้นกวาวเครือขาวอายุมากขึ้น ดังนั้นจึงควรติดตามปริมาณสาร daidzine และ genistein ที่อายุมากกว่า 16 เดือน

6.2.7 การฉีดพ่นสารละลายทองแดงความเข้มข้น 300 ppm จะช่วยเพิ่มปริมาณสาร daidzine และ genistein สูงกว่าความเข้มข้นอื่น

รายการอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2542).สธ.ย้ำจุดยืนต่อการพัฒนาแพทย์แผนไทยและสมุนไพร : กรณีศึกษา
กาวเครือ. เอกสารแถลงข่าวกระทรวงสาธารณสุข. 7 ตุลาคม.

กองบรรณาธิการ. (2542). เปิดใจ รศ.ดร. วิชัย เชิดชูวิทยาศาสตร์ ผู้เปิดประเด็นกาวเครือสู่สังคมไทย.
วารสาร UPDATE กันยายน-ตุลาคม 47-51.

เฉลิมพล แซมเพชร. (2542). สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์.
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชลิต นิยมธรรม. (2538). กาวเครือ. อนุกรมวิธานพืชอักษร ก. ราชบัณฑิตสถาน. กรุงเทพฯ:
เพื่อนพิมพ์.

ชรินทร์ วังใจ และยุทธนา สมิตะสิริ. (2530a). ชีววิทยาบางประการของกาวขาว: 5) การเจริญของ
กาวขาวในธรรมชาติ. ใน เอกสารประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ครั้งที่ 13. (หน้า 476-477). สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชรินทร์ วังใจ และยุทธนา สมิตะสิริ. (2530b). ชีววิทยาบางประการของกาวขาว: 4) การเพาะเมล็ด
กาวเครือขาวและการงอก. ใน เอกสารประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง
ประเทศไทยครั้งที่ 13. (หน้า 474-475). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธระ สุขวัฒน์. (2484). รายงานเบื้องต้นส่วนของกาวขาวที่แสดงฤทธิ์ในเชิง Oestrogenic. จดหมาย
เหตุ ฯ แพทยสมาคม. 24 (2) : 83-91.

เทียมใจ คมกฤต (2541). กายวิภาคของพฤษภ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. (2537). สอโรโมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. กรุงเทพฯ :
รู้เขียว.

นวนน้อย บรรณรัตน์พงศ์. (2536). สอโรโมนพืชและสารสังเคราะห์ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช.
คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครูเทพสตรี.

นิสากร ปานประสงค์. (2542). กวาวเครือ ความหวังสมุนไพรไทย บทความพิเศษ. วารสาร
UPDATE. กันยายน-ตุลาคม. 40-45.

พีรเดช ทองอำไพ. (2537). **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์**. แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : วิจัยการพิมพ์.

เพ็ญภา ทรัพย์เจริญ. (2541a). การใช้กวาวเครือในแพทย์แผนไทยและแพทย์พื้นบ้าน. ใน **เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่องกวาวเครือ**. (หน้า 1-8) กรุงเทพฯ: สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์.

เพ็ญภา ทรัพย์เจริญ. (2541b). ปัญหาการใช้กวาวเครือของประชาชนชาวไทยและประเทศไทย. ใน **เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่องกวาวเครือ**. (หน้า 8-12) กรุงเทพฯ : สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์.

ขงยุทธ โอสธสภา. (2543). **ธาตุอาหารพืช**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุษนา สมิตะสิริ และชรินทร์ วังใจ. (2529). ชีวิตวิทยาบางประการของกวาวขาว: 1) ดอก ฝักและเมล็ด. ใน **เอกสารประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 12** (หน้า 264-265). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ระวี เสธภูักดี. (2532). การผลิตผลมะนาวอ่อนด้วย NAA . ใน**เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการใช้ฮอร์โมนพืชและสารที่เกี่ยวข้อง ครั้งที่ 2**. (หน้า 153-156). กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

วรรณลักษณ์ จันท์เงินและบุษนา สมิตะสิริ. (2530). ชีวิตวิทยาบางประการของกวาวขาว: 2) ใบและการเจริญ. ใน **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13**. (หน้า 470-471). สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

วันชัย จันท์ประเสริฐ. (2537). **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันชัย จันทรประเสริฐ. (2542). เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชัย เชิดชูชีวิต. (2541). ข้อเสนอแนะ และทิศทางการวิจัยกวางเครือขาวในอนาคต. ในเอกสาร
ประกอบการสัมมนาเรื่องกวางเครือ. (หน้า 36-38). กรุงเทพฯ : สถาบันการแพทย์แผนไทย.
กรมการแพทย์.

วิไลลักษณ์ ตั้งเจริญ. (2540) อุดุนิยมวิทยา. กรุงเทพฯ : อักษราพัฒนา.

วุฒิ วุฒิชัยธรรมเวช. (2540). สารานุกรมสมุนไพรไทย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. (2544). การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาพร ศิลตระกูล. (____). รายงานการสำรวจและจำแนกดินอย่างละเอียด. โครงการแปลงเกษตร
กรรม สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัด
นครราชสีมา. สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 3 กรมพัฒนาที่ดิน.

สมภพ ประธานธรรักษ์. (2542). กวางเครือและไฟโตรเอสโตรเจน. ใน ฉันทน์ สันชัยพานิช และ
คณะ. บรรณาธิการ. การประชุมวิชาการเภสัชกรรมประจำปี 2542: เภสัชกรพัฒนาเพื่อการ
พึ่งพาตนเอง. กรุงเทพฯ : เภสัชกรรมสมาคมแห่งประเทศไทย. 25-41.

สุภาภรณ์ ภัทรสุทธิ. (2543). ศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของท้ายยม่อม. ในเอกสาร
การประชุมวิชาการกองพฤกษศาสตร์และพืช เรื่องความก้าวหน้างานวิจัยด้านความ
หลากหลายทางชีวภาพ สมุนไพร และพืช. (หน้า 151 – 157). กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ
เกษตร.

อรดี สหวัชรินทร์. (2541). แนวทางในการคัดเลือกพันธุ์ ขยายพันธุ์และการปลูกกวางเครือ. ใน
เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่องกวางเครือ. (หน้า 37-43) กรุงเทพฯ : สถาบันการ
แพทย์แผนไทย กรมการแพทย์.

อรดี สหวัชรินทร์. (2542). “กาวเครือ” สมุนไพรครอบจักรวาล. *วารสารเคหการเกษตร*. 23 (3): 127-135.

อนุสารสุนทร. หลวง. (2472). *ตำรายาหัวกาวเครือ*. เชียงใหม่ : โรงพิมพ์อุปถัมภ์.

Addicott, F., T. (1982). **Abscission**. Berkeley :Univ. Carifornia Press.

Anthony, M.S., Clarkson, T.B., and Hughes, C.L. (1996). Soybean Isoflavones Improve Cardiovascular Risk Factors without Affecting the Reproductive System of Peripubertal Rhesus Monkeys. **J. Nutrition**. 126 (1): 43-50.

Basiouny, F.M.I. and R.H.Biggs. 1976. Penetration of Fe through Isolated Cuticles of Citrus Leaves. **Hort . Science**. 11: 417-419.

Bangerth, F. (1989). Dominance among Fruits/Sinks and the Search for Correlative Signal. **Physiol. Plant**. 76 : 608-614.

Birnberg, P. R. and Brenner, M. L. (1987) Effect of Gibberellic acid on Pod Set in Soybeans. **Plant Growth Reg**. 5 : 195-206.

Cain, J.C. (1960). Miroestrol: an Oestrogen from the Plant *Pueraria mirifica*. **Nature**. 168: 774-7.

Carson, D.R., Dyer, D. J., Cotterman, C. D. and Durley, R. C. (1987). The Physiological Basic for Cytokinin Induced Increases in Pod Set in IX93-100 Soybeans. **Plant Physiol**. 84 : 233-239.

Coward, L., Barnes, N.C., Stchell, K.D.R., and Barnes, S. (1993). The Antitumor Isoflavones, Genistein and Daidzein, in Soybean Foods of American and Asia Diets. **J. Agri. Food Chem**. 41: 1961-1967.

- Dewick, M.P. (1994). Isoflavonoides. In J.B. Harborne (ed.) **The Flavonoids Advances in Research Since 1986**. London: Chapman.
- Fisher, R.A. and Khon, G. D. (1966). The Relationship of Grain Yield to Vegetative Growth and Post. Flowering Leaf Area in Wheat Crop under Condition of Limited Soil Moisture. **Aust. J. Agric. Res.** 17 : 281 – 295.
- Frank, A.A., Custer, L. J., Cerna, C.M., and Narala, K.K. (1994). Quantitation of Phytoestrogens in Legumes by HPLC. **J. Agri. Food Chem.** 42: 1905-1913.
- Franke, S. (1980). Mechanisms of Foliar Uptake of Plant Nutrition : Accomplishments and Prospects. **J. Plant Nutr.** 2 : 717-735.
- Franke, W. (1971). The Entry of Residues into Plants via Ectodesmata. **Residue Rev.** 38 : 81-115.
- Graham T.L. (1991). Flavonoid and Isoflavonoid Distribution in Developing Soybean Seedling Tissue and in Seed and Root Exudates. **Plant Physiol.** 95: 594-603.
- Jorge, A.A.G., and White, J.W. (1995). Phenological Plasticity as an Adaptatin by Common Bean to Rainfed Environments. **Corp Sci.** 35: 199-204.
- Harborne, J. B. (1994). Phytochemistry of the Legminosae. In F. A. Bisby, J. Buckingham and J. B. Harborne (eds.) **Phytochemical Dictionary of the Leguminosae**. Volume 1. Cambridge: University Press.
- Hakamatsuka, T., Ebizuka, Y., and Sankawa, U. (1991). Induced Insoflavonoids from Copper Chloride-Treated Stems of *Pueraria lobata*. **Phytochemistry.** 30 (5): 1481-1482.

Hartwig, E.E., and Potts, H.C. (1987). Development and Evaluation of Impermeable Seed Coats for Presserving Soybean Seed Quality. **Crop Sci.** 27: 506-508.

Huff, A. and Dybing, C.D. (1980). Factors Affecting Shedding of Flowers on Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **J. Exp. Bot.** 31: 751-762.

Ingham, J.L., Tahara, S., and Dziedzic, S.Z. (1986). A Chemical Investigation of *Pueraria mirifica* Roots. **Z. Naturforsch.** 41c: 403-408.

Ingham, J.L., Tahara, S., and Dziedzic, S.Z. (1989). Minor Isoflavones from the Root of *Pueraria mirifica*. **Z. Naturforsch.** 44c: 742-726.

Jones, B. J. (1998). **Plant Nutrition Manual**. Boca : CRC Press.

Kashemsanta, L., Suvatabandhu, K. Airy Shaw, A.K. (1952). A New Species of *Pueraria* (Leguminosae) from Thailand, Yielding an Oestrogenic Principle. Kew Bull. 4: 549-51
อ้างอิงใน: สมภพ ประธานธรรักษ์ (2542) กวาวเครือและไฟโตเอสโตรเจน. ใน ฉันทน์นัท สิ้นชัยพานิช และคณะ, บรรณาธิการ, การประชุมวิชาการเภสัชกรรมประจำปี 2542: เภสัชกรพัฒนาเพื่อการพึ่งพาตนเอง กรุงเทพมหานคร: เภสัชกรรมสมาคมแห่งประเทศไทย. 25-41.

Kaufan, P.B., Warber, S., Duke, J. A., and Brielmann, H. I. (1999) **Natural Product from Plants**. Boca Raton : CRC Press

Knight, D.C. and Eden, J.A. (1996). A Review of the Clinical Effects of Phytoestrogens. **Obstetrics & Gynecology.** 87 (5): 897-904.

Major, J.D., Johnson, D.R., Tanner, J.W., and Anderson, I.C. (1975). Effects of Daylength and Temperatures on Soybean Development. **Crop Sci.** 15: 174-179.

- Marschner, H. (1995). **Mineral Nutrition of Higher Plants**. New York : Academic Press.
- Medhi, A. K., and Borbora, T. K. (2002). Effect of Growth Regulators on the Dry Matter Production, Flower Initiation and Pod Setting of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) **Res. On Crops**. 3 (1) : 119-122.
- Murphy, P.A. (1981). Separation of Daidzein and Their Aglucones, and Coumesterol by Gradient High – Performance Liquid Chromatography. **Journal of Chromatography**. 211 : 166 - 169
- Nooden, L.D., Blakley, K.A., and Grzybowski, J.M. (1985). Control of Seed Coat Thickness and Permeability in Soybean. **Plant Physiol**. 79: 543-545.
- Nooden, L.D., and Nooden, S. M. (1985). Effect of Morphactin and other Auxin Transport Inhibitors in Soybean Senescence and Pod Development. **Plant Physiol**. 78 : 263-266.
- Parry, A.D., Tiller, S.A., and Edwards, R. (1994). The Effects of Heavy Metals and Root Immersion on Isoflavonoid Metabolism in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) **Plant Physiol** 106 Z1X: 195-202.
- Shim, K.K., Splittstoesser, W. E, and Titus, J.S. (1973). Changes in Urease Activity in Apple Trees as Related to Urea Application. **Physiol Plant**. 28 : 327-331.
- Silva, Frausto da, J.J.R. and Williams, R.J.P. (1993). **The Biological Chemistry of the Elements**. Oxford: Clarendon Press.
- Wang, H.J. and Murhy, P.A. (1994). Isoflavone Composition of American and Japanese Soybeans in Iowa :Effects of Variety, Crop Year, and Location. **J. Agric. Food Chem**. 42 : 1674-1677.

- William, C.A. and Harborne, J.B. (1989). Isoflavonoides. In J. B. Harborne (ed.) **Method in Plant Biochemistry**. Vol. 1. Plant Phenolics (pp 421-449). London: Academic Press.
- Larry, G.H., and Kenty, M.M. (1995). Irrigation during Seedfill and Germinability of Soybean with Impermeable Seed Coat Character. . **Corp Sci**. 35: 205-208.
- Yu, O., Jung, W., Shi, J., Croes, R.A., Farder, G.M., MaGonigle, B. and Odell, J. T. (2000). Production of the Isoflavones Genistein and Daidzein in Non – Legume Dicot and Monocot Tissues. **Plant Physiol**.124: 781 – 793.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 เส้นผ่าศูนย์กลางของเรือเถกกวาวเรือขาวที่เจริญเติบโตในแปลงทดลอง
ที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน

ต้นที่	อายุ (เดือน)			
	4	8	12	16
1	0.3	0.85	2.1	2.9
2	0.51	1.4	2.6	3.25
3	0.6	1.82	2.9	3.3
4	0.5	1.55	3	3.45
5	0.4	1.4	2.3	3.5
6	0.65	1.5	2.6	3.8
7	0.4	1	2.1	2.7
8	0.35	1	1.8	2.5
9	0.38	1.48	2.66	3.75
10	0.44	1.3	2.2	3.16
รวม	4.53	13.3	24.26	32.31
เฉลี่ย	0.45	1.33	2.426	3.23
Sd	0.11	0.30	0.39	0.43

ตารางภาคผนวกที่ 2 จำนวนช่อดอกต่อต้น ความยาวช่อดอก จำนวนฝักต่อช่อดอกขนาดของฝัก
จำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 100 เมล็ดของกวางเครือขาว

ต้นที่	จำนวน ช่อดอก ต่อต้น	ความยาว ช่อดอก (ซม)	จำนวน ฝักต่อช่อ ดอก	ขนาดของฝัก		จำนวน เมล็ด ต่อฝัก	น้ำหนักต่อ 100 เมล็ด (ก)
				กว้าง(ซม)	ยาว (ซม)		
1	47.00	36.90	27.80	0.89	6.7	4.6	2.38
2	42.00	37.80	21.40	0.94	6.41	4.93	2.41
3	51.00	39.00	24.90	0.93	6.12	4.5	2.57
4	39.00	34.40	22.90	0.94	6.7	4.13	2.19
5	45.00	32.20	23.70	0.96	7.08	4.75	2.48
6	35.00	39.00	21.90	1.08	5.46	4	2.53
7	37.00	39.60	25.60	0.84	6.91	4.4	2.69
8	35.00	34.50	26.40	0.88	6.88	4.67	2.55
9	40.00	40.20	20.20	1.03	6.12	5.4	2.5
10	48.00	34.50	19.50	1.03	6.86	4.5	2.86
รวม	419.00	368.10	234.30	9.52	65.24	45.88	25.16
เฉลี่ย	41.90	36.80	23.40	0.95	6.52	4.59	2.52
Sd	5.65	2.74	2.74	0.08	0.50	0.40	0.18

ตารางภาคผนวกที่ 3 น้ำหนัก ความหนาแน่นและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของหัวกวาวเครือขาวที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน

ต้นที่	อายุ											
	4 เดือน			8 เดือน			12 เดือน			16 เดือน		
	น้ำหนัก	ความหนาแน่น	ความชื้น	น้ำหนัก	ความหนาแน่น	ความชื้น	น้ำหนัก	ความหนาแน่น	ความชื้น	น้ำหนัก	ความหนาแน่น	ความชื้น
	(ก.)	(ก./ลบ.ซม.)	(%)	(ก.)	(ก./ลบ.ซม.)	(%)	(ก.)	(ก./ลบ.ซม.)	(%)	(ก.)	(ก./ลบ.ซม.)	(%)
1	78.79	1.02	91.26	129.97	0.99	89.49	208.99	1.022	90.4	244.28	1.038	90.85
2	57.84	0.99	90.45	110.58	0.98	87.14	145.19	1.042	91.81	284.14	1.056	91.06
3	37.47	0.96	89.11	75.12	0.96	88.09	133.05	1.004	88.09	193.61	1.012	90.05
4	29.84	0.97	89.9	106.35	0.93	85.76	166.58	1.032	90.5	257.8	1.063	91.19
5	28.14	0.97	91.08	96.73	0.97	86.24	132.7	1.035	89.1	279.38	0.99	89.95
6	20.07	0.95	90.56	110.77	0.96	89.05	197.58	0.99	89.38	313.36	1.035	90.52
7	40.36	0.98	88.67	81.67	0.97	88.56	164.96	0.99	91.31	222.79	1.066	91.18
8	32.27	0.97	89.35	118.39	0.97	89.15	185.4	1.038	88.79	209.54	1.032	90.83
9	25.66	0.98	90.72	96.86	0.94	85.39	182.3	1.028	86.77	230.16	0.955	89.84
10	35.45	0.98	91.83	64.82	0.98	86.7	151.79	1.06	86.18	263.81	1.058	91.44
รวม	385.89	9.77	902.93	991.26	9.65	875.57	1668.54	10.241	892.33	2498.87	10.305	906.91
เฉลี่ย	38.59	0.98	90.293	99.13	0.96	87.55	166.85	1.024	89.23	249.88	1.03	90.69
Sd	17.44	0.02	1.02	20.30	0.02	1.50	26.48	0.02	1.85	36.94	0.04	0.57

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณสาร daidzein และ genistein จากหัวกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตในธรรมชาติที่อยู่ในระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน ระยะใบแก่ ระยะผลัดใบ และระยะออกดอก

ระยะการเจริญและพัฒนา	ปริมาณสาร (ppm / กรัมน้ำหนักแห้ง)	
	daidzein	genistein
ระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน	59.07 ^{bc}	22.89 ^b
ระยะใบแก่	65.75 ^{bc}	27.23 ^{ab}
ระยะผลัดใบ	75.26 ^{ab}	33.84 ^{ab}
ระยะออกดอก	88.47 ^a	38.06 ^a

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan' New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน = มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์ ปริมาณ daidzein และ genistein จากหัวกวาวเครือขาวในธรรมชาติที่อยู่ในระยะแตกเครือเถาและใบอ่อน ระยะใบแก่ ระยะผลัดใบ และระยะออกดอก

Source	df	MS	
		daidzein	genistein
Treatment	3	723.84**	222.3**
Error	20	137.55 ^{ns}	38.89 ^{ns}
Total	23		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณสาร daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวที่เจริญเติบโตใน
แปลงทดลองที่อายุ 4 8 12 และ 16 เดือน

ต้นที่	ปริมาณ (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)							
	daidzein				genistein			
	4 เดือน	8 เดือน	12 เดือน	16 เดือน	4 เดือน	8 เดือน	12 เดือน	16 เดือน
1	16.92	18.77	32.86	29.43	9.86	11.52	13.06	24.91
2	8.4	18.47	19.41	52.14	2.53	18.52	12.57	30.07
3	10.93	16.9	32.77	32.16	9.45	10.78	6.07	20.17
4	12.39	26.68	28.06	39.94	8.67	5.32	17.37	21.33
5	14.19	19.55	29.42	42.13	11.22	9.89	17.07	23.29
6	9.99	15.73	42.3	48.6	6.27	11.22	11.86	33.53
7	13.12	13.94	24.83	28.35	8.03	18.19	22.99	13.89
8	16.19	18.82	26.96	33.67	8.73	10.17	13.02	26.23
9	16.56	19.04	23.54	58.65	5.52	14.2	21.33	35.18
10	13.96	21.72	23.6	38.61	7.79	10.55	10.39	19.79
รวม	132.65	189.62	283.75	403.68	78.07	120.36	145.73	248.39
เฉลี่ย	13.27	18.96	28.38	40.37	7.81	12.04	14.57	24.84
Sd	2.88	3.46	6.46	10.13	2.49	3.98	5.13	6.61

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลของ NAA ความเข้มข้น 0 100 300 500 และ daminozide ความเข้มข้น 0 500 1000 และ 2000 ppm ต่อจำนวนฝักต่อช่อดอก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และน้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด

ชนิดและความเข้มข้น	จำนวนฝักต่อช่อดอก	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด
Control	23.84 ^b	4.45 ^a	2.49 ^a
NAA 100	21.08 ^c	4.55 ^a	2.53 ^a
NAA 300	20.17 ^c	4.54 ^a	2.54 ^a
NAA 500	18.50 ^c	4.48 ^a	2.51 ^a
Daminozide 500	26.83 ^a	4.6 ^a	2.47 ^a
Daminozide 1000	26.42 ^a	4.52 ^a	2.45 ^a
Daminozide 2000	24.00 ^b	4.43 ^a	2.46 ^a

เปรียบเทียบโดยวิธี DMRT (Duncan 's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์แวนเรียนซ์ จำนวนฝักต่อช่อดอก จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด ของต้นกวาวเครือขาวที่ได้รับ NAA ความเข้มข้น 0 100 300 500 และ daminozide ความเข้มข้น 0 500 1000 และ 2000 ppm

Sourec	df	MS		
		จำนวนฝักต่อช่อดอก	จำนวนเมล็ดต่อฝัก	น้ำหนักเฉลี่ย 100 เมล็ด
Treatment	6	40.01**	0.01 ^{ns}	0.005 ^{ns}
Error	21	3.00 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.01 ^{ns}
Total	27	43.01	0.11	0.015

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลของทองแดงที่ความเข้มข้น 0 100 300 และ 500 ppm ต่อปริมาณ daidzein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาว

ความเข้มข้นของทองแดง(ppm)	ปริมาณสาร (ppm / กรัม น้ำหนักแห้ง)	
	daidzein	genistein
0	34.47 ^b	18.02 ^b
100	40.87 ^a	26.13 ^a
300	44.69 ^a	28.45 ^a
500	38.46 ^a	15.67 ^b

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน = มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์หว่าเรียนซ์ ปริมาณ daidzeine และ genistein จาก หัวกวาวเครือขาว และปริมาณทองแดงที่สะสมในใบ ภายหลังการฉีดพ่น CuCl₂ CuSO₄ และ CuEDTA ความเข้มข้น 0 100 300 และ 500 ppm

Source	df	MS		
		daidzein	genistein	copper
Block	3	84.52 ^{ns}	32.42 ^{ns}	0.47 ^{ns}
Treatment	11	121.3 [*]	149.42 ^{**}	345.63 ^{**}
Copper(A)	2	170.01 ^{ns}	74.83 ^{ns}	94.39 ^{**}
Concentrate(B)	3	220.31 [*]	458.5 ^{**}	1139.97 ^{**}
AXB	6	55.56 ^{ns}	19.75 ^{ns}	32.2 ^{**}
Error	33	52.21	31.01	3.3
Total	47			

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

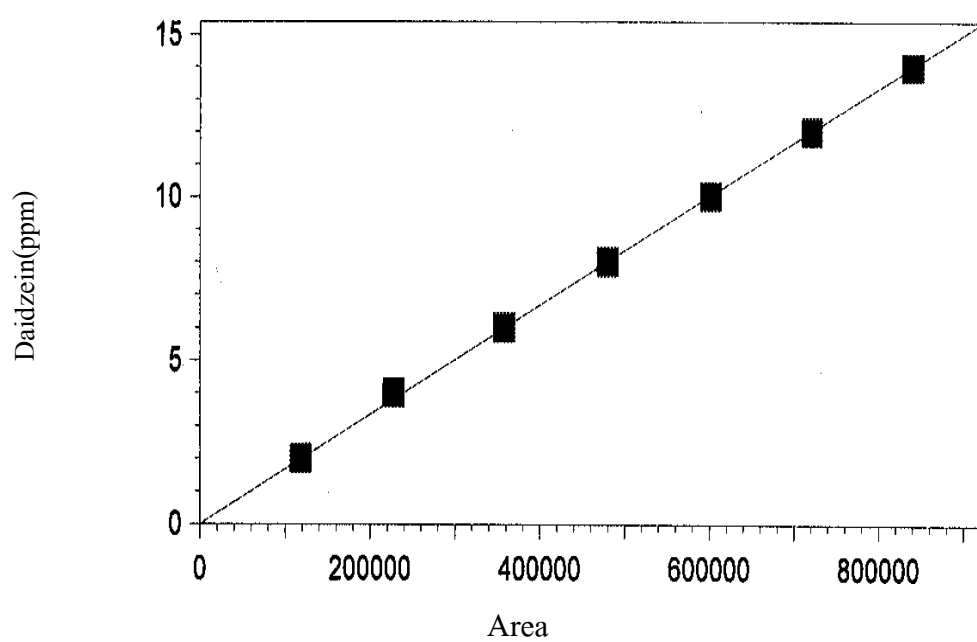
ตารางภาคผนวกที่ 11 ปริมาณทองแดงที่สะสมในใบกวางเครือขาว ภายหลังจากการฉีดพ่น CuCl_2 , CuSO_4 และ CuEDTA ความเข้มข้น 0 100 300 และ 500 ppm

ความเข้มข้นและชนิด ของทองแดง (ppm)	ปริมาณ Copper (ppm)		
	CuCl_2	CuSO_4	CuEDTA
0	7.43 ^f	7.22 ^f	8.01 ^f
100	14.58 ^d	12.12 ^d	13.30 ^d
300	21.12 ^c	15.99 ^d	20.90 ^c
500	37.31 ^a	25.68 ^b	28.09 ^b

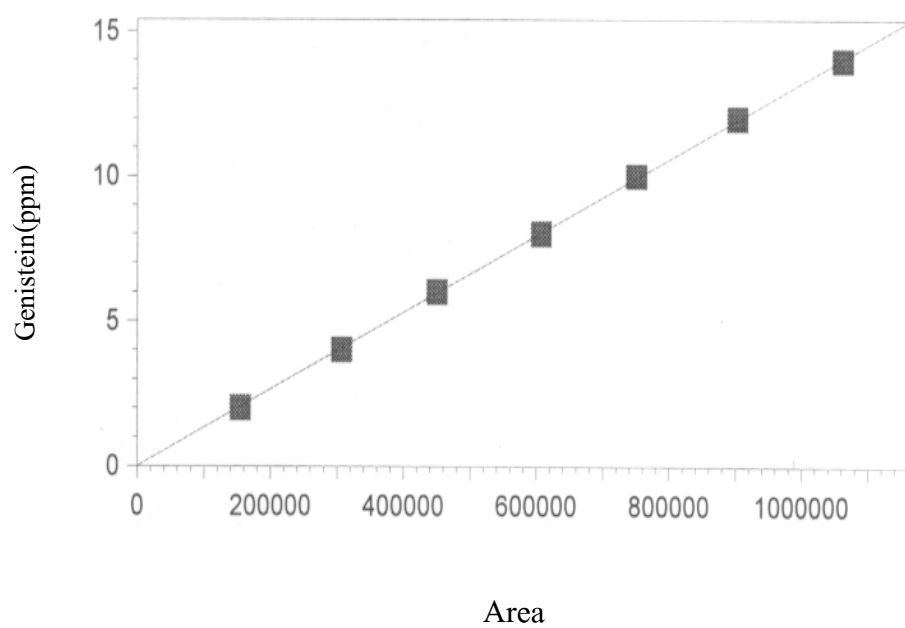
เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

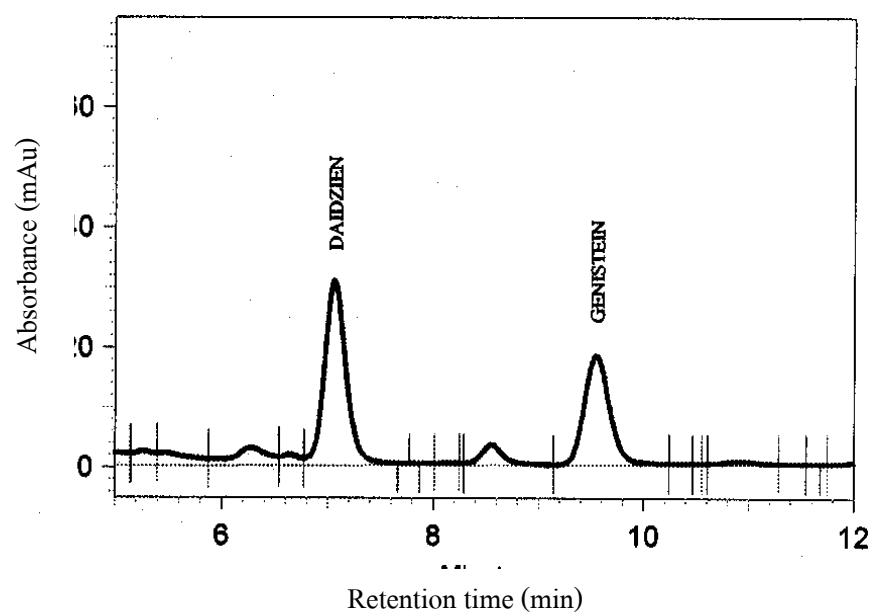
ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน = มีความแตกต่างกัน



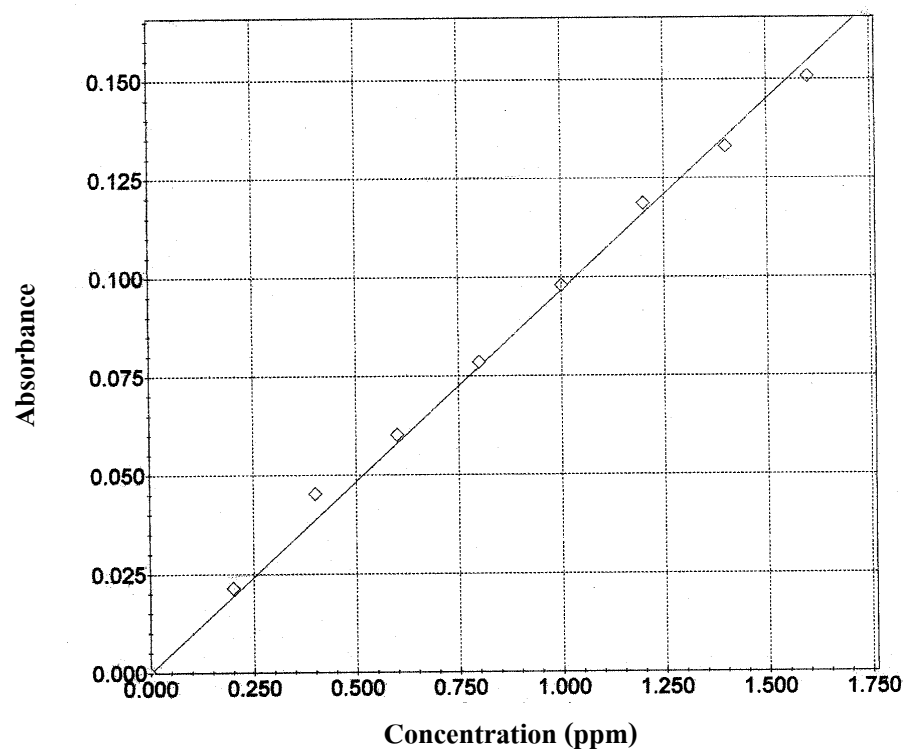
ภาพภาคผนวกที่ 1 กราฟมาตรฐานของ daidzein ที่ความเข้มข้น 2 4 6 8 10 12 และ 14 ppm



ภาพภาคผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานของ genistein ที่ความเข้มข้น 2 4 6 8 10 12 และ 14 ppm



ภาพภาคผนวกที่ 3 โครมาโตแกรมของ daidzein และ genistein



ภาพภาคผนวกที่ 4 กราฟมาตรฐานของทองแดงที่ความเข้มข้น 0.2 0.4
0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 และ 1.6 ppm

รายงานการสำรวจและจำแนกดิน

จากรายงานการสำรวจและจำแนกดินอย่างละเอียดของ สถาพร ศิลตระกูล (____) พบว่าดินในบริเวณที่ปลูกกวาวเครือขาวเป็นชุดดินลพบุรี มีเนื้อดินบนเป็นดินเหนียว ความลาดชัน 0 – 2 % จำแนกดินในระดับพวกเป็น veryfine, montmorillonitic, isohyperthermic, typic calciusterts. (USDA) เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำที่เกี่ยวข้องกับปูนมาร์ล โดยพบบนสภาพภูมิฐานแบบลานตะพักลำน้ำค่อนข้างใหม่หรือลานตะพักลำน้ำใหม่ที่ต้องเนื่องกับเนินเขาหินปูน สภาพพื้นที่ที่พบค่อนข้างราบเรียบ โดยจะพบรอยแยกหน้าดินเป็นร่องกว้างและลึกในฤดูแล้ง ความสามารถของดินที่ให้น้ำซึมผ่านได้ช้า ความสามารถในการดูดน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 ม. ในช่วงฤดูแล้ง ศักยภาพในการยึดหัดตัวของดินสูงมาก

ลักษณะของดิน ดินบนเนื้อดินเป็นดินเหนียวจัดและเป็นสีดำนานา (10 YR 2-3/1) แล้วสีจะค่อย ๆ จางลงไปเป็นสีเทาเข้ม (10 YR 4/1, 2.5 Y 4/0) ในตอนล่าง ๆ ปฏิกริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 6.5 – 8.0

ลักษณะดินล่างเป็นชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน ได้แก่ ปูนมาร์ล สีจะจางกว่าในชั้นบน เป็นสีเทาสีเทาอ่อน หรือสีน้ำตาลปนเทา เนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินเหนียวปนดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทราย โดยจะพบก้อนปูนปะปนอยู่ตลอดหน้าตัดดิน ปฏิกริยาดินเป็นด่างปานกลาง ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 8.0

ผลวิเคราะห์ทางเคมีของตัวแทนดินชุดลพบุรีได้แก่ ดินบน (0-30 ซม.) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (0.97%) และดินล่าง (30-100 ซม.) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (0.57%) เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างในดินบนสูง (93.3%) ในดินล่างสูง (97.8%) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินบนสูง (52.4 meq./100 ก. ดิน) ในดินล่างสูง (49.8 meq./100 ก. ดิน) ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดินบนต่ำ (3.5 ppm) ในดินล่างต่ำ (2.8 ppm) ปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ได้ในดินบนสูง (103.0 ppm) ในดินล่างสูง (88.8 ppm) สรุปความอุดมสมบูรณ์ของดินตามธรรมชาติ ปานกลางถึงสูง

ประวัติผู้เขียน

นายประสาร ฉลาดคิด เกิดวันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2506 ที่โรงพยาบาลศิริราช กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ (พืชสวน) จากคณะเกษตรศาสตร์ บางพระ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา จังหวัดชลบุรี เมื่อปี พ. ศ. 2530 เข้ารับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 สังกัดวิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช กรมการฝึกหัดครู เมื่อปี พ. ศ. 2531 หลังจากนั้นลาศึกษาต่อระดับปริญญาโทในปี พ. ศ. 2533 และสำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ. ศ. 2536 หลังจากนั้นย้ายไปรับราชการที่สถาบันราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี เมื่อปี พ. ศ. 2539 และลาศึกษาต่อระดับปริญญาเอกสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เมื่อปี พ. ศ. 2542 สถานที่ติดต่อ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเทพสตรี อ. เมือง จ. ลพบุรี 15000 โทร. 036 422607-9 หรือ 09-6155003