ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมสาร phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) และผลของสารนี้ต่อการทำงานของมดลูกหนูขาวเพศเมีย (*Rattus norvegicus*)

นางสาวจารุจินันท์ หล้ากวนวัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2549

FACTORS AFFECTING VEGETATIVE GROWTH AND ACCUMULATION OF PHYTOSTEROL IN THE TUBEROUS ROOTS OF RED KWAO KRUA [*Butea superba* Roxb.] AND THE EFFECTS OF THIS COMPOUND ON UTERINE FUNCTIONS IN THE FEMALE RAT [*Rattus norvegicus*]

Charuchinan Laguanwan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Crop Production Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2006

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมสาร phytosterol ในรากสะสมอาหาร ของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) และผลของสารนี้ต่อ การทำงานของมดลูกหนูขาวเพศเมีย (*Rattus norvegicus*)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อ. ดร.โสภณ วงศ์แก้ว)
ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร.ขุวดี มานะเกษม)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(รศ. ดร.พูนศุข ศรีโยธา)
กรรมการ

(ผศ. สพ. ญ. ดร.ศจีรา คุปพิทยานันท์)
กรรมการ

(รศ. ดร.เสาวณีย์ รัตนพานี)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(ผศ. ดร.สุเวทย์ นิงสานนท์)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

จารุจินันท์ หล้ากวนวัน : ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมสาร phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) และผลของสารนี้ต่อการทำงานของมดลูกหนูขาวเพศเมีย (*Rattus norvegicus*) (FACTORS AFFECTING VEGETATIVE GROWTH AND ACCUMULATION OF PHYTOSTEROL IN THE TUBEROUS ROOTS OF RED KWAO KRUA [*Butea superba* Roxb.] AND THE EFFECTS OF THIS COMPOUND ON UTERINE FUNCTIONS IN THE FEMALE RAT [*Rattus norvegicus*]) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี มานะเกษม, 89 หน้า.

ปัจจุบันมีการขุดหัวกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ในธรรมชาติออกมาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการเพาะปลูกกวาวเครือแดง จึงทำการทดลอง 2 การทดลองในปี 2548-2549 ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของ ปุ๋ย NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง วางแผนการทดลองแบบ 3^2 factorial in RCBD 3 ซ้ำ จำนวน 9 ทรีตเมนต์ ศึกษา 2 ปัจจัยๆ ละ 3 ระดับ คือ 1) ปัจจัยปุ๋ย (ไม่ให้ปุ๋ย ให้ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ และให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่) 2) ปัจจัย NAA และ GA_3 (ไม่ฉีดพ่น NAA 100 ppm และ GA_3 100 ppm ฉีดพ่น NAA 100 ppm และฉีดพ่น GA_3 100 ppm) การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของ phytosterol ในรากกวาวเครือแดงต่อการทำงานของมดลูกหนูขาว วิเคราะห์ความแตกต่างของการหดตัวของมดลูกหนู ระหว่างการให้สารสกัดกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ จากการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ให้สารสกัดกวาวเครือแดง โดยวิเคราะห์ทางสถิติแบบ independent sample t-test และเปรียบเทียบทั้ง 9 ทรีตเมนต์ แบบ 3^2 factorial in RCBD พบว่า กวาวเครือแดงมีการเจริญเติบโตของลำต้น ราก และการสะสม phytosterolในราก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ NAA 100 ppm ทำให้ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางและทำให้รากมีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm ทำให้รากมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้ความยาว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของรากมากที่สุด ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm ทำให้รากมีปริมาณ phytosterol มากที่สุด แต่การให้ปุ๋ยและการฉีดพ่น NAA 100 ppm และ GA_3 100 ppm ไม่ทำให้รากมีเส้นผ่าศูนย์กลางและปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกัน การทดลองที่ 2 พบว่า การให้สารสกัดจากรากกวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้การหดตัวของมดลูกหนูแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ให้สารสกัด การนำสารสกัดจากรากกวาวเครือแดงมาเปรียบเทียบกันทั้ง 9 ทรีตเมนต์ ไม่พบความแตกต่างของการหดตัวของมดลูกหนู

ดังนั้นการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm เป็นปัจจัยที่มีนัยสำคัญในการทำให้รากมีปริมาณ phytosterol สูงสุด และสารนี้ทำให้มดลูกหนูมีการหดตัวเพิ่มขึ้น

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
ปีการศึกษา 2549

ลายมือชื่อนักศึกษา จรจินันท์ หล้าทวนวัน
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

CHARUCHINAN LAGUANWAN : FACTORS AFFECTING VEGETATIVE GROWTH AND ACCUMULATION OF PHYTOSTEROL IN THE TUBEROUS ROOTS OF RED KWAO KRUA (*Butea superba* Roxb.) AND THE EFFECTS OF THIS COMPOUND ON UTERINE FUNCTIONS IN THE FEMALE RAT (*Rattus norvegicus*). THESIS ADVISOR : ASST. PROF. YUVADEE MANAKASEM, Ph.D., 89 PP.

Butea superba Roxb./VEGETATIVE GROWTH/PHYTOSTEROL/UTERINE FUNCTIONS/*Rattus norvegicus*

Red Kwao Krua (*Butea superba* Roxb.) has been continuously dug from forests because people have used the plant as a herbal medicine. This study aims to investigate whether there is phytosterol in Red Kwao Krua and the effect of this compound on uterine tension in the female rat (*Rattus norvegicus*). Two experiments were conducted during 2005-2006 at Suranaree University of Technology. The first experiment was a study of the effects of manure fertilizer, chemical fertilizer 15-15-15, NAA at 100 ppm and GA_3 at 100 ppm on vegetative growth and accumulation of phytosterol in the tuberous roots of Red Kwao Krua. The experimental was a 3^2 factorial in RCBD with 9 treatments and 3 replications of manure fertilizer, chemical fertilizer 15-15-15, NAA at 100 ppm and GA_3 at 100 ppm. The second experiment was a study of the effects of phytosterol in the tuberous roots of Red Kwao Krua on uterine tension in the female rat. The effects of the extracts of Red Kwao Krua from the 9 treatments in the first experiment were compared with the non treated extracts of Red Kwao Krua. The independent sample t-test was used to analyze the differences. A 3^2 factorial in RCBD was used to analyze the differences among 9 treatments.

There were statistically significant differences on vegetative growth and accumulation of phytosterol in the tuberous roots of Red Kwao Krua. NAA at 100 ppm gave the highest stem diameter and the largest amount of potassium in the tuberous roots. Manure fertilizer at the rate of 1,500 kg/rai plus NAA at 100 ppm and chemical fertilizer 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai plus GA_3 at 100 ppm gave the highest amount of phosphorus in the tuberous roots. Chemical fertilizer 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai gave the highest length, fresh weight, and dry weight of the tuberous roots. Chemical fertilizer 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai plus NAA at 100 ppm and chemical fertilizer 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai plus GA_3 at 100 ppm gave the highest amount of phytosterol in the tuberous roots. However, the root diameter and the amount of nitrogen in the tuberous roots were not statistically significantly different from the control. In the second experiment, the Red Kwao Krua treated with chemical fertilizer 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai, showed a significant increase in the uterine tension in the female rat when compared with the untreated extracts of Red Kwao Krua. However, there was no statistically significant difference in the extracts of Red Kwao Krua on uterine tension from 9 treatments. The results demonstrated that chemical fertilizer 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai plus NAA at 100 ppm and chemical fertilizer 15-15-15 at the rate of 25 kg/rai plus GA_3 at 100 ppm were significant factors in increasing the amount of phytosterol. Uterine tension in the female rat increased after treatment with phytosterol from the tuberous roots of Red Kwao Krua.

School of Crop Production Technology

Academic Year 2006

Student's Signature C. Laguanwan

Advisor's Signature Y. Manakasem

Co-advisor's Signature P. Siriyotha

Co-advisor's Signature S. Kupittayanant

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลต่างๆ ที่ได้ช่วยเหลือและสนับสนุนให้การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ผศ.ดร.ยุวดี มานะเกษม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.พูนศุข ศรีโยธา และ ผศ.สพ.ญ.ดร.ศจีรา คุปพิทยานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้โอกาสและให้คำปรึกษาในด้านวิชาการและการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

อาจารย์ในสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชทุกท่านที่ช่วยให้คำปรึกษาทางด้านวิชาการ อ.ดร.รจนา โอภาศิริ และ คุณนพรัตน์ พุทธกาล กรุณาให้คำปรึกษาในด้านการใช้เครื่องมือและการแปลผลทางเคมี

คุณนวลปรางค์ อุทัยดา และ คุณสมยง พิมพ์พรหม เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์เครื่องมือที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ คุณวัชระ วงศ์วิริยะ เจ้าหน้าที่ประจำอาคารสัตว์ทดลอง ที่ช่วยเหลือในเรื่องหนูที่ใช้ในการทดลอง และเจ้าหน้าที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วยเหลือการปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและชมรมค่ายอาสาพัฒนาชนบทที่ให้การช่วยเหลือในด้านต่างๆ ในการปฏิบัติงานและเป็นกำลังใจ ขอขอบคุณเป็นพิเศษ คุณสุพินญา บุญมานพ คุณเกษร เมืองทิพย์ คุณบุญร่วม คิดค้า คุณพรทิพย์ จันทร์ราช คุณวิโรจน์ เชาว์วิเศษ คุณจุฬาลักษณ์ ทวีบุตรที่ช่วยเหลือในทุกๆ ด้านและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ทบวงมหาวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้โอกาสในการศึกษาระดับมหาบัณฑิตแก่ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ด้วยทุนสนับสนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณครอบครัวหล้ากวนวันที่ให้โอกาสในการศึกษาต่อพร้อมทั้งช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีที่ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษา และการดำเนินชีวิตตลอดมา

.

จารุจินันท์ หล้ากวนวัน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)……..……...ง

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....……..……ฉ

กิตติกรรมประกาศ……...……....ช

สารบัญ……...……...……...ฌ

สารบัญตาราง……...……...…… ฎ

สารบัญภาพ……...……...……ฐ

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……...……..……..…….....1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย……...……..……..…….3

ขอบเขตของการวิจัย……...……..……..……...….3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……...……..……..3

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้……...……..……...4

รายการอ้างอิง……...……..……...5

บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……...……..……....7

บทที่ 3 อิทธิพลของปุ๋ย NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.)

บทคัดย่อ……...……..……....25

บทนำ……...……..……....26

วิธีดำเนินการวิจัย……...……..……...……....27

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล……...……..……..…….....39

สรุปผลการวิจัย……...……..……...……....58

รายการอ้างอิง……...……..……..……....59

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

บทที่ 4 ผลของ phytosterol ในรากกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ต่อการทำงานของมดลูกหนูขาว (*Rattus norvegicus*)

บทคัดย่อ……...…….……....62

บทนำ…….…...…….……....63

วิธีดำเนินการวิจัย……...…….……...……....64

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....……...…….……....66

สรุปผลการวิจัย……...…….……...……....69

รายการอ้างอิง……...…….……...……...……....70

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ…….……...……...……...……....72

ภาคผนวก…….……...……..……...……....74

ประวัติผู้เขียน…….……...……..……89

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

บทที่ 2

1 ลักษณะภูมิอากาศในบริเวณที่พบกวาวเครือแดง……...……..…….....12
2 ค่าวิเคราะห์ดินในบริเวณที่พบกวาวเครือแดงในพื้นที่ที่ต่างกัน……...…….....13

บทที่ 3

1 การจัดทรีตเมนต์ของการทดลองแบบ 3^2 factorial in RCBD จำนวน 9 ทรีตเมนต์…….....28

บทที่ 4

1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟของการหดตัวมดลูกหนูขณะไม่ได้ให้สารสกัด (control) กับการได้รับสารสกัดกวาวเครือแดงในกลุ่มทรีตเมนต์ต่างๆ (T1-T9)…….....67

ตารางภาคผนวกที่

1 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น เส้นผ่าศูนย์กลางราก และความยาวของรากกวาวเครือแดง.....75
2 ความแน่นเนื้อ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของรากกวาวเครือแดง…….....75
3 เปอร์เซ็นต์ความชื้นและปริมาณ phytosterol ของรากกวาวเครือแดง……...……....76
4 ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และอินทรียวัตถุของดินในแปลงปลูก…….…….....76
5 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของดินในแปลงปลูก……..…77
6 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในรากกวาวเครือแดง……..…….77
7 ผลของปุ๋ยต่อความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของรากกวาวเครือแดง…….....78
8 ผลของปุ๋ยต่อความเป็นกรด-ด่างและค่าการนำไฟฟ้าของดินในแปลงปลูก…….....78
9 ผลของปุ๋ยต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของดินในแปลงปลูก…….78
10 ผลของ NAA และ GA_3 ต่อน้ำหนักสดและปริมาณโพแทสเซียมในรากกวาวเครือแดง……79
11 ผลของ NAA และ GA_3 ต่อค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณไนโตรเจนของดินในแปลงปลูก…....79
12 ผลของปุ๋ยร่วมกับ NAA และ GA_3 ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นกวาวเครือแดง……....80
13 ผลของปุ๋ยร่วมกับ NAA และ GA_3 ต่อความชื้นของรากกวาวเครือแดง……...……....80

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

14 ผลของปุ๋ยร่วมกับ NAA และ GA_3 ต่อปริมาณ phytosterol ในรากกวาวเครือแดง.....81
15 ผลของปุ๋ยร่วมกับ NAA และ GA_3 ต่อปริมาณฟอสฟอรัสในรากกวาวเครือแดง……....81
16 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น เส้นผ่าศูนย์กลางราก ความยาวราก ความแน่นเนื้อ
น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของรากกวาวเครือแดง……..……..82
17 ความชื้นของราก ปริมาณ phytosterol ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า
และอินทรียวัตถุของดินในแปลงปลูกกวาวเครือแดง…….…….....….....83
18 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของดินในแปลงปลูก และปริมาณ
ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากรากกวาวเครือแดง…….…….....84
19 ผลของสารสกัดกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ต่อการหดตัวของมดลูกหนู……..…..87

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

บทที่ 2

1 ต้นของกวาวเครือแดง……..……..……..8

2 ใบของกวาวเครือแดง……..……..……..8

3 ดอกของกวาวเครือแดง……..……..……..8

4 ฝักของกวาวเครือแดง……..……..……..8

5 รากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง……..……..……..9

6 ลักษณะดอกและฝักของกวาวเครือแดง……..……..……..9

7 สูตรโครงสร้างของ β–sitosterol ……..……..……..11

8 สูตรโครงสร้างของ stigmasterol ...…..……..……..11

9 สูตรโครงสร้างของ campesterol ...…..……..……..11

บทที่ 3

1 แผนผังการปลูกกวาวเครือแดง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี...……..……..29

2 แผนผังแสดงขั้นตอนการสกัดและการวิเคราะห์ปริมาณ phytosterol...……..38

3 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……..……..40

4 เส้นผ่าศูนย์กลางของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ ……..……..40

5 ความยาวของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……..……..41

6 ความแน่นเนื้อของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……..……..41

7 น้ำหนักสดของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……..……42

8 น้ำหนักแห้งของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……..……..42

9 ความชื้นของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……..……..43

10 ความเป็นกรด-ด่างของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์……..……..45

11 ค่าการนำไฟฟ้าของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์……..…….. 45

12 ปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์……..46

13 ปริมาณไนโตรเจนของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์……..……..46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

บทที่ 3

14 ปริมาณฟอสฟอรัสของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์……47
15 ปริมาณโพแทสเซียมของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์……47
16 ปริมาณไนโตรเจนจากรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……49
17 ปริมาณฟอสฟอรัสจากรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……49
18 ปริมาณโพแทสเซียมจากรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……50
19 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสาร β-sitosterol มาตรฐาน……51
20 ปริมาณ phytosterol ในรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์……52
21 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดง ที่ไม่ได้รับปุ๋ยและไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3 (T1)……53
22 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดง ที่ได้รับการฉีดพ่น NAA 100 ppm (T2)……54
23 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดง ที่ได้รับการฉีดพ่น GA_3 (T3)……54
24 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดง ที่ได้รับการให้ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่(T4)……55
25 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดง ที่ได้รับการให้ปุ๋ยคอกและฉีดพ่น NAA 100 ppm (T5)……55
26 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดง ที่ได้รับการให้ปุ๋ยคอกและฉีดพ่น GA_3 100 ppm (T6)……56
27 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดง ที่ได้รับการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่(T7)……56
28 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดง ที่ได้รับการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และฉีดพ่น NAA 100 ppm (T8)……57
29 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดง ที่ได้รับการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และฉีดพ่น GA_3 100 ppm (T9)……57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

บทที่ 4

1 ผลของสารสกัดกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ต่อการหดตัวของมดลูกหนู……..…68
2 ผลการหดตัวของมดลูกหนูขณะไม่ได้ใส่สารสกัดและผลของสารสกัดกวาวเครือแดง ในทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ (T7)……...……...68

ภาพภาคผนวกที่

1 ลักษณะรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง ……...85
2 ขั้นตอนการชีวสังเคราะห์ของ β-sitosterol, stigmasterol และ campesterol……...……...86
3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มกับปริมาณ phytosterol (standard curve)……..87
4 เครื่องบันทึกการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ (power lab system)…….…...88
5 หนูขาวเพศเมีย สายพันธุ์ Wistar Rat ……...……...…….....…..88

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) เป็นพืชสมุนไพรไทยที่ใช้มาแต่โบราณ มีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะบำรุงสมอง บำรุงโลหิต บำรุงกำลัง บำรุงผมทำให้ผมหงอกกลับดำ พบตามป่าเบญจพรรณ มีมากในภาคเหนือ กวาวเครือแดงเป็นหนึ่งในสี่ประเภทของชนิดกวาวเครือ คือ กวาวเครือขาว กวาวเครือแดง กวาวเครือมอ และกวาวเครือดำ (นิสากร ปานประสงค์, 2542) วิธีการนำกวาวเครือมาปรุงเป็นยาเพื่อผลิตเป็นยาอายุวัฒนะแบบพื้นบ้านคือนำหัวกวาวเครือมาหั่น ตากแห้ง บดเป็นผง ผสมน้ำผึ้งเดือนห้าทำเป็นลูกกลอนขนาดเท่าเม็ดพริกไทย ขนาดที่ใช้ ตามตำราโบราณฉบับของหลวงอนุสารสุนทรระบุว่า กวาวเครือขาวให้ปั้นรับประทานวันละหนึ่งเม็ดเท่าเม็ดพริกไทย กวาวเครือแดงให้รับประทานวันละสองในสามส่วนของเม็ดพริกไทย แต่ถ้าเป็นกวาวเครือดำให้รับประทานวันละหนึ่งในสามส่วนของเม็ดพริกไทย (จิรศักดิ์ กีรติคุณากร และ ไพฑูรย์ พิศุทธ์สินธุ์, 2543; รุจน์ สุทธิศรี, 2542) แต่บางตำราก็ระบุให้ปั้นเท่าขนาดลูกมะขามป้อม หรือปลายข้อนิ้วก้อย และตำราโบราณยังมีข้อห้ามกินกวาวเครือ คือ ห้ามเด็กหนุ่มสาวรับประทาน ห้ามรับประทานของดองเปรี้ยว ดองเค็ม รับประทานแล้วต้องอาบน้ำวันละ 3 ครั้ง ให้ถือศีลห้าและห้ามอยู่ตากอากาศเย็น (นิสากร ปานประสงค์, 2542)

ปัจจุบันพบว่ามีสารในกวาวเครือแดงคือกลุ่ม phytosterol ได้แก่ β-sitosterol, stigmasterol และ campesterol ที่มีคุณสมบัติคล้ายเอสโตรเจนและเป็นสารธรรมชาติที่สามารถแสดงฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์ โดยใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ผลิตยาคุมกำเนิดได้ แต่ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกวาวเครือแดงมาใช้ในการคุมกำเนิด จึงได้นำผลจากการวิจัยของกวาวเครือขาวต่อการคุมกำเนิดมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาผลของกวาวเครือแดง และจากการศึกษาของขนิษฐา ทองโปร่ง และ ยุทธนา สมิตะศิริ (2530) รายงานว่า กวาวเครือขาวที่พบในพื้นที่แตกต่างกันมีฤทธิ์ต่อสัตว์ทดลองต่างกัน คาดว่าเป็นผลมาจากธาตุอาหารในดินแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน มีผลต่อปริมาณการสะสมสารสำคัญของหัวกวาวเครือขาว และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล (2544) ได้รายงานถึงการวิเคราะห์สารอินทรีย์ในดินจากพื้นที่ที่พบกวาวเครือแดง พบว่า อ.สูงเม่น จ.แพร่ มีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และสารอินทรีย์ตัวอื่นๆ สูงกว่า อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา จึงอาจเป็นไปได้ว่ากวาวเครือแดงจาก อ.สูงเม่น ออกฤทธิ์ได้แรงกว่ากวาวเครือแดง

จาก อ.วังน้ำเขียว เช่นเดียวกับนิสากร ปานประสงค์ (2542) รายงานว่า กวาวเครือเป็นพืชที่มีการแปรผันค่อนข้างสูง กวาวเครือในแต่ละท้องถิ่นจะมีความแตกต่างกัน ตั้งแต่สายพันธุ์ที่แตกต่าง สภาพดิน การให้ปุ๋ย ฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้มีผลต่อปริมาณสารสำคัญในหัวกวาวเครือ

จากสรรพคุณทำให้มีการขุดหัวกวาวเครือแดงในธรรมชาติออกมาผลิตเป็นยาลูกกลอน ยาเม็ด ยาแคปซูล และสารสกัดทำเป็นครีม (กองบรรณาธิการ, 2542) แต่ไม่มีความแน่นอนด้านคุณภาพ เมื่อความต้องการของตลาดที่สูงขึ้นเป็นสาเหตุทำให้ต้นกวาวเครือแดงที่เกิดในธรรมชาติถูกทำลาย เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ จากความคิดที่จะกลับคืนสู่ธรรมชาติ ทั่วโลกจึงให้ความสนใจผลิตภัณฑ์สมุนไพรอย่างมาก การที่จะส่งผลิตภัณฑ์สมุนไพรไปขายนั้น สินค้าจะต้องมีมาตรฐานตามหลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดี (good agricultural practices) การพัฒนาสมุนไพรให้มีคุณภาพมาตรฐานสากลขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ปัจจุบันวัตถุดิบสมุนไพรส่วนใหญ่จะได้จากการเก็บจากป่า ยังไม่มีการปลูกอย่างเป็นระบบ (นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, ม.ป.ป.) เช่นเดียวกับอรดี สหวัชรินทร์ (2542) รายงานว่า ชาวบ้านเลือกขุดเฉพาะหัวขนาดใหญ่ หัวขนาดเล็กจะเก็บไว้ขุดในปีต่อๆ ไป แต่ความจริงแล้วหัวที่เกิดอยู่บนรากเดียวกัน เมื่อเก็บหัวขนาดใหญ่สุดแล้ว หัวขนาดเล็กที่เกิดในรากเดียวกันจะขาดอาหารและตายไป

รัฐบาลได้ตระหนักถึงความสำคัญของกวาวเครือ เพื่อเป็นการป้องกันการสูญพันธุ์และป้องกันการส่งออกกิ่งพันธุ์ เมล็ด และ/หรือหัวไปยังต่างประเทศที่มีความก้าวหน้าในการวิจัย เช่น ในยุโรป ญี่ปุ่น และสหรัฐอเมริกา จึงได้ออกประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่องกำหนดชนิดและชื่อพันธุ์ของพืชให้กวาวเครือเป็นพืชสงวน ตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2546 มีผลบังคับใช้วันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2546 กำหนดให้กวาวเครือและทองเครือทุกพันธุ์เป็นพืชสงวน ยกเว้นที่ผ่านขบวนการและไม่สามารถใช้เป็นส่วนขยายพันธุ์ได้ (สุรไกร สังฆสุบรรณ์, 2549) และกำหนดให้กวาวเครือเป็นพืชสมุนไพรควบคุมชนิดแรกของประเทศไทย ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข เรื่องสมุนไพรควบคุม พ.ศ. 2549 (กระทรวงสาธารณสุข, 2549)

การวิจัยด้านการปลูก การรวบรวมอนุรักษ์ คัดเลือกสายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และการขยายพันธุ์กวาวเครือแดง จึงเป็นทางออกที่ดีอีกทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งในปัจจุบันมีการศึกษาโดยตรงกับกวาวเครือแดงน้อยมาก และยังสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 (2545-2549) ที่ให้กวาวเครือเป็นพืชสำคัญด้านสาธารณสุขและโภชนาการ (กรมวิชาการเกษตร, 2549) ดังนั้น การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยสูตร 15-15-15 NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง และนำ phytosterol มาศึกษาต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์หนูขาวเพศเมีย เพื่อเป็นข้อมูลการผลิตและพัฒนากวาวเครือแดงให้มีประสิทธิภาพและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยสูตร 15-15-15 NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง

2. ศึกษาผลของ phytosterol ต่อการทำงานของมดลูกหนูขาว เพื่อเป็นข้อมูลในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับยาคุมกำเนิดต่อไป

3. ได้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนา การนำรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงมาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรและด้านเภสัชวิทยา เพื่อให้เป็นพืชเศรษฐกิจ

ขอบเขตการวิจัย

อิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยสูตร 15-15-15 NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงในแปลงปลูก และศึกษาผลของ phytosterol ต่อการทำงานของมดลูกหนูขาวในการทดลองแบบ in vitro

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ด้านพื้นฐาน

1. ได้ข้อมูลของอิทธิพลปุ๋ยคอก ปุ๋ยสูตร 15-15-15 NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตของกวาวเครือแดง
2. ได้ข้อมูลของอิทธิพลปุ๋ยคอก ปุ๋ยสูตร 15-15-15 NAA และ GA_3 ต่อการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง
3. ทำให้ทราบถึงผลของกวาวเครือแดงที่มีต่อมดลูกหนูขาว

2. ด้านประยุกต์

1. เป็นแนวทางในการเพาะปลูกกวาวเครือแดงให้ได้ปริมาณ phytosterol สูง
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของกวาวเครือแดงและเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับยาคุมกำเนิด
3. ลดปัญหาการนำกวาวเครือแดงออกจากแหล่งธรรมชาติและป้องกันการสูญพันธุ์ของกวาวเครือแดง สามารถปลูกกวาวเครือแดงให้เป็นพืชเศรษฐกิจได้

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้

1. หน่วยงานราชการและสถาบันการศึกษาที่ศึกษาเกี่ยวกับกวาวเครือแดง
2. ผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรม เภสัชกรรม ผู้ประกอบโรคศิลปะ สาขาการแพทย์แผนไทยประยุกต์และหมอพื้นบ้าน
3. บริษัทเอกชนที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับกวาวเครือแดง
4. เกษตรกรและประชาชนทั่วไป

รายการอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2549). ศูนย์วิทยบริการ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา [ออนไลน์] ได้จาก : http://elib.fda.moph.go.th/default.asp?page=news_detail&id=2753

กรมวิชาการเกษตร. (2549). การปรับปรุงพันธุ์พืชสวนอดีต ปัจจุบัน อนาคต [ออนไลน์] ได้จาก : http://www.doa.go.th/th/ShowArticles.aspx?id=1759

กองบรรณาธิการ. (2542). เปิดใจ รศ.ดร.วิชัย เชิดชีวศาสตร์ ผู้เปิดประเด็นกวาวเครือสู่สังคมไทย. วารสาร UPDATE กันยายน-ตุลาคม. หน้า 47-51.

ขนิษฐา ทองโปร่ง และ ยุทธนา สมิตะศิริ. (2530). การศึกษากวาวเครือขาวที่ได้จากต่างแหล่ง : ฤทธิ์เอสโตรเจน ผลต่อพฤติกรรมการขันและผลวิเคราะห์ดิน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จิรศักดิ์ กีรติคุณากร และ ไพฑูรย์ พิศุทธ์สินธุ์. (2543). คู่มือการตรวจสอบกวาวเครือและทองเครือ. ฝ่ายพันธุ์พืช กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

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

นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. (ม.ป.ป.). ผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่ดียุค 2001…ควรเป็นอย่างไร?. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

รุจน์ สุทธิศรี. (2542). บทความกวาวเครือขาว. ภาควิชาเภสัชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2544). การศึกษาเปรียบเทียบผลของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่พบในพื้นที่ที่แตกต่างกันสองพื้นที่ ต่อ อวัยวะสืบพันธุ์ พฤติกรรมการสืบพันธุ์ และการแข็งตัวของอวัยวะเพศในหนูขาวเพศผู้ (*Rattus norvegicus*). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สุรไกร สังฆสุบรรณ์. (2549). แนวทางและขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อต้องนำสมุนไพรควบคุม (กวาวเครือ) มาใช้ประโยชน์ของกรมวิชาการเกษตร. ใน การบรรยายแนวทางและขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อต้องนำสมุนไพร (ควบคุม) มาใช้ประโยชน์ ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ วันที่ 20-22 มิถุนายน 2549.

อรดี สหวัชรินทร์. (2542). กวาวเครือ สมุนไพรครอบจักรวาล. วารสารเคหการเกษตร. 23(4): 127-136.

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กวาวเครือแดงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Butea superba* Roxb. เป็นพืชตระกูลถั่ว (family : leguminosae) อยู่ในอนุวงศ์พาพิไลออนอยดี (sub-family: papilionoideae) ชื่อท้องถิ่นของพืชชนิดนี้ใช้เรียกในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน เช่น ภาคกลางเรียกทองเครือ ภาคเหนือเรียกกวาวเครือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกจานเครือ (จิรศักดิ์ กีรติคุณากร และ ไพฑูรย์ พิศุทธ์สินธุ์, 2543) จ.ชุมพรเรียกตานจอมทอง ชาวกะเหรี่ยงกาญจน์เรียกโพ้ตะกุหรือโพะตะกุ ชาวกะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอนเรียกโพมือ (เต็ม สมิตินันท์, 2523; ชวลิตร นิยมธรรม, 2538; วุฒิ ธรรมวุฒิเวช, 2540)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น เป็นไม้เถายืนต้นขนาดใหญ่ เนื้อไม้แข็งและผลัดใบ ถ้าในธรรมชาติแสงแดดไม่เพียงพอลำต้นจะเลื้อยพันต้นไม้อื่น แต่ถ้าอยู่ที่โล่งลำต้นจะตรงและเป็นพุ่มแทนการเลื้อยพัน (ภาพที่ 1) (ชวลิตร นิยมธรรม, 2538; วุฒิ ธรรมวุฒิเวช, 2540; ภาวนา อัศวประภา, 2545)

ใบ เป็นใบประกอบแบบฝ่ามือ มีใบย่อยสามใบ ใบกลางมีปลายใบโค้งมน โคนใบเรียว ผิวด้านบนเรียบ ด้านล่างมีขนอ่อนสั้นๆ ใบย่อยลักษณะเป็นรูปไข่ มีเส้นใบข้างละ 5-7 เส้น ใบแข็งและหนามีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของดินและสภาพป่า (ภาพที่ 2) (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2537; ชวลิตร นิยมธรรม, 2538; สมพร ภูติยานันท์, 2542)

ดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ช่อดอกเป็นแบบอินดีเทอร์มิเนท ชนิดราซีม เกิดจากตาโคนใบที่ร่วงแล้ว ก้านดอกย่อยมีขนหนา ดอกที่อยู่ล่างสุดจะบานและแก่ก่อนดอกที่อยู่เหนือขึ้นไป ก้านดอกย่อย ยาวใกล้เคียงกัน ลักษณะคล้ายดอกแคและสีส้ม เกสรตัวผู้ 10 อัน มีก้านเชื่อมติดกัน รังไข่เป็นชนิด superior ซึ่งจะวางอยู่เหนือฐานรองดอก ภายในรังไข่มี 1 ห้อง มีไข่ตั้งแต่ 1 อันขึ้นไป ดอกของกวาวเครือแดงจะออกตามซอกกิ่งในระยะผลัดใบ (ภาพที่ 3 และภาพที่ 6) (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2537; ชวลิตร นิยมธรรม, 2538; วุฒิ ธรรมวุฒิเวช, 2540; สมพร ภูติยานันท์, 2542)

ฝัก ฝักแบน ฝักที่ยังอ่อนเป็นสีเขียว เมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาล แต่ละฝักมีเมล็ดสมบูรณ์ 1 เมล็ด (ภาพที่ 4 และภาพที่ 6) (อรดี สหวัชรินทร์, 2542)

ราก เป็นรากสะสมอาหาร (tuberous root) ลักษณะเรียวยาวคล้ายหัวมันสำปะหลัง เมื่อเกิดบาดแผลจะมียางสีแดงซึมออกมา (ภาพที่ 5) (ชวลิตร นิยมธรรม, 2538; อรดี สหวัชรินทร์, 2542)

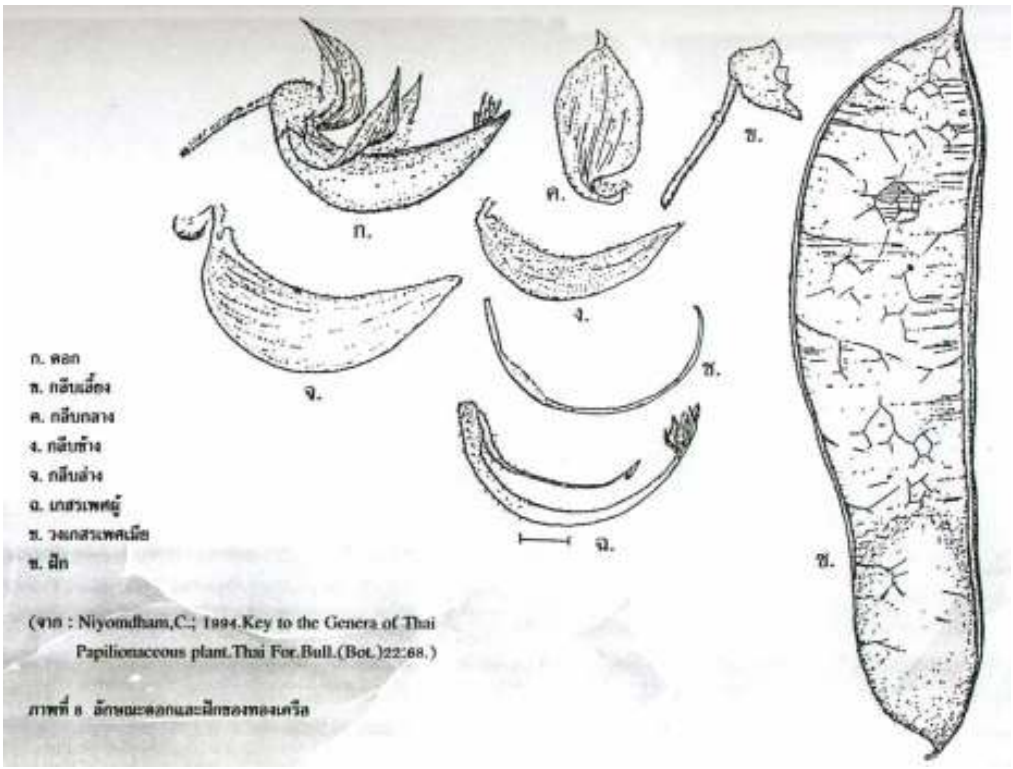
ภาพที่ 1 ต้นของกวาวเครือแดง

ภาพที่ 2 ใบของกวาวเครือแดง

ภาพที่ 3 ดอกของกวาวเครือแดง

ภาพที่ 4 ฝักของกวาวเครือแดง

ภาพที่ 5 รากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง
หมายเหตุ ถ่ายจาก อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา



ภาพที่ 6 ลักษณะดอกและฝักของกวาวเครือแดง

หมายเหตุ จาก ชวลิตร นิยมธรรม (2537) อ้างโดย จิรศักดิ์ กีรติคุณากร และ ไพฑูรย์ พิศุทธ์สินธุ์ (2543)

องค์ประกอบทางเคมีในรากสะสมอาหาร (tuberous roots) ของกวาวเครือแดง

องค์ประกอบทางเคมีที่สะสมในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงจัดได้หลายกลุ่ม ดังการศึกษาของธนาธิป รักศิลป์ (2538); อรัญญา มโนสร้อย สมศักดิ์ ทะระถา พิศิษฐ์ ใจนนถีย์ และจีรเดช มโนสร้อย (ม.ป.ป.) และ Yadava and Reddy (1998) ได้รายงานไว้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 อินทรีย์โซ่ตรง (carboxylic acid) ได้แก่

(1) dodecosanoic acid สูตรโมเลกุล $C_{22}H_{44}O_2$

(2) tricosanoic acid สูตรโมเลกุล $C_{23}H_{46}O_2$

(3) tetracosanoic acid สูตรโมเลกุล $C_{24}H_{48}O_2$

(4) pentacosanoic acid สูตรโมเลกุล $C_{25}H_{50}O_2$

(5) hexacosanoic acid สูตรโมเลกุล $C_{26}H_{52}O_2$

กลุ่มที่ 2 สารกลุ่มไขมันพืช (phytosterol) ได้แก่

(1) β-sitosterol (ภาพที่ 7)

(2) stigmasterol (ภาพที่ 8)

(3) campesterol (ภาพที่ 9)

กลุ่มที่ 3 สเตอรอยด์ไกลโคไซด์ (steroid glycosoid) ได้แก่

(1) β-sitosteryl-3-o-β-D-glucopyranoside

(2) stigmasteryl-3-o-β-D-glucopyranoside

กลุ่มที่ 4 ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ได้แก่

(1) 3,7,5'–trihydroxy-4'–methoxyflavone

กลุ่มที่ 5 ฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ (flavonoid glycosoid) ได้แก่

(1) 3,3'–dihydroxy-4'–methoxyflavone–7-o-β-D-glucopyranoside

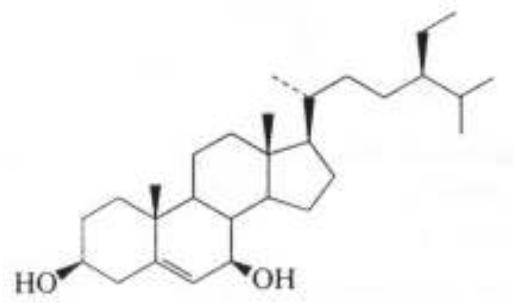
(2) 3,5,7,3',4'–pentahydroxy-8–methoxy-flavonol–3-o-β-D-xylopyranosyl(1-->2)-alpha-L-rhamnopyranoside

กลุ่มที่ 6 ไอโซฟลาโวน (isoflavone) ได้แก่

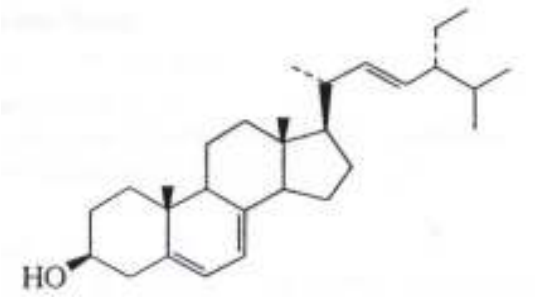
(1) puerarin

(2) daizein

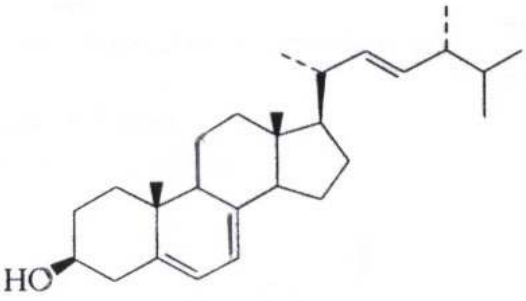
(3) genistein



ภาพที่ 7 สูตรโครงสร้างของ β–sitosterol
ที่มา Bisby, Buckingham and Harbone (1994)



ภาพที่ 8 สูตรโครงสร้างของ stigmasterol
ที่มา Bisby, Buckingham and Harbone (1994)



ภาพที่ 9 สูตรโครงสร้างของ campesterol
ที่มา Bisby, Buckingham and Harbone (1994)

การกระจายพันธุ์ของกวาวเครือแดง

พบกวาวเครือแดงตามป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ บริเวณป่าพื้นราบทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ป่าแถบศรีราชาจนถึงจันทบุรี ภาคตะวันตกของประเทศไทย และมีรายงานพบในประเทศพม่าในบริเวณป่าทั่วไป ตั้งแต่ Pegu และ Mortaban ลงไปถึงตอนบนของ Tenasserim (เสงี่ยม พงษ์บุญรอด, 2522 และ Kurz, S., 1877 อ้างโดย จิรศักดิ์ กีรติคุณากร และ ไพฑูรย์ พิศุทธ์สินธุ์, 2543)

ในธรรมชาติกวาวเครือแดงมีการกระจายพันธุ์และขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด เช่นเดียวกันกับกวาวเครือขาวที่มีการกระจายพันธุ์ด้วยเมล็ดและมีความหลากหลายทางพันธุกรรมค่อนข้างสูง (จิรศักดิ์ กีรติคุณากร และ ไพฑูรย์ พิศุทธ์สินธุ์, 2543) แต่อรดี สหวัชรินทร์ (2542) กล่าวว่ากวาวเครือเป็นพืชวงศ์ถั่วมีการผสมตัวเอง ดังนั้นความแปรปรวนทางพันธุกรรมจากการเพาะเมล็ดน่าจะมีน้อย ส่วนเรื่องความหลากหลายทางพันธุกรรมของกวาวเครือแดงยังไม่มีการศึกษาเท่าที่ควร

ลักษณะพื้นที่และสภาพภูมิอากาศที่พบกวาวเครือแดง

อรดี สหวัชรินทร์ (2542) รายงานว่า กวาวเครือแดงสามารถเจริญได้ดีในดินที่มีระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่ 5.5 สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล (2544) และ อธิพงษ์ มานะเสถียร (2544) รายงานว่าที่ อ.สูงเม่น จ.แพร่ พบกวาวเครือแดงในที่ดอน ความลาดชันไม่เกิน 20 องศาและอยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 300-700 ม. อากาศหนาวเย็นในฤดูหนาวและร้อนจัดในฤดูร้อน ดินเป็นดินร่วนปนทราย พบกวาวเครือแดงขึ้นปนอยู่ในสภาพที่เคยเป็นป่าเบญจพรรณแล้วถูกทำลาย และพบกวาวเครือแดงที่ อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา บนภูเขาที่มีความลาดชันปานกลาง มีเนินเขาและที่ราบสลับกันกระจายอยู่ทั่วไป ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 280-762 ม. อากาศหนาวเย็นในฤดูหนาวและค่อนข้างร้อนในฤดูร้อน ดินเป็นดินร่วนปนทราย ลักษณะภูมิอากาศและค่าวิเคราะห์ดินในบริเวณที่พบกวาวเครือแดงของทั้งสองพื้นที่ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ลักษณะภูมิอากาศในบริเวณที่พบกวาวเครือแดง

ภูมิอากาศ	อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา	อ.สูงเม่น จ.แพร่
อุณหภูมิสูงสุด ($^{\circ}$C)	34.98 $\pm$ 0.67	39.60 $\pm$ 0.90
อุณหภูมิต่ำสุด ($^{\circ}$C)	23.17 $\pm$ 0.61	20.53 $\pm$ 0.59
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	96.91 $\pm$ 2.31	83.88 $\pm$ 2.35
ปริมาณน้ำฝน (มม./ปี)	1,072 $\pm$ 139.41	1,157.43 $\pm$ 224.02

หมายเหตุ จาก สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล (2544) และอธิพงษ์ มานะเสถียร (2544)

ตารางที่ 2 ค่าทางเคมีในดินที่พบกวาวเครือแดง

ชนิดธาตุอาหาร	อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา	อ.สูงเม่น จ.แพร่
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.4	6.09
ความชื้น (%)	85.43	89.12
ความเค็ม (ds/m)	0.07	0.12
ไนโตรเจน (%)	0.5	1.5
ฟอสฟอรัส (ppm)	2	10
โพแทสเซียม (ppm)	28	48
แคลเซียม (ppm)	3,150	7,570
อินทรียวัตถุ (%)	0.5	1.5

หมายเหตุ จาก สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล (2544) และอธิพงษ์ มานะเสถียร (2544)

ลักษณะภูมิอากาศและค่าวิเคราะห์ดินในบริเวณที่พบกวาวเครือแดงของทั้งสองพื้นที่ คือ อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมาและอ.สูงเม่น จ.แพร่ ที่แตกต่างกันพบว่า คุณภาพของกวาวเครือแดงที่พบในทั้งสองพื้นที่มีความแตกต่างกัน โดยอธิพงษ์ มานะเสถียร (2544) ได้ทำการศึกษาพบว่า การให้ผงป่นกวาวเครือแดงจาก อ.วังน้ำเขียว ขนาด 50 มก./มล./วัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ทำให้หนูขาวมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน น้ำหนักสัมพัทธ์เฉลี่ยของหัวใจ ค่าเฉลี่ยของ cholesterol ค่าเฉลี่ยของเม็ดเลือดขาว ค่าเฉลี่ยปริมาตรของเซลล์เม็ดเลือดแดงหนึ่งเซลล์ และค่าเฉลี่ยของฮีโมลโกลบินต่อเม็ดเลือดแดงหนึ่งเซลล์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกวาวเครือแดงจาก อ.สูงเม่น และการให้สารสกัดจาก อ.วังน้ำเขียว ขนาด 0.5 มก./มล./วัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และขนาด 50 มก./มล./วัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำให้ค่าเฉลี่ยของเม็ดเลือดขาวและน้ำหนักสัมพัทธ์เฉลี่ยของไต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากกวาวเครือแดงจาก อ.สูงเม่น การทดลองของสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล (2544) พบว่า การให้ผงป่นและสารสกัดกวาวเครือแดงจาก อ.สูงเม่น จ.แพร่ เป็นเวลา 21 วัน และ 42 วันแก่หนูขาว ทำให้จำนวนอสุจิและน้ำหนักสัมพัทธ์เฉลี่ยของ seminal vesicles ของหนูขาว มากกว่าจาก อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประโยชน์จากกวาวเครือแดง

มีการศึกษาด้านฤทธิ์ทางชีวภาพ ด้านพิษวิทยา และความปลอดภัยของผู้บริโภคของกวาวเครือแดง เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อรดี สหวัชรินทร์ (2542) รายงานการนำเอาดอกของกวาวเครือแดงมาตากแห้งแล้วหั่น ชงเป็นชาได้

กวาวเครือแดงมีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะบำรุงสมอง บำรุงโลหิต บำรุงกำลัง บำรุงผมทำให้ผมหงอกกลับดำ (นิสากร ปานประสงค์, 2542) นิยมใช้มากในกลุ่มชายไทยเพื่อเสริมสมรรถภาพทางเพศ เนื่องจากมีสารที่สามารถออกฤทธิ์เป็น phytoandrogen ที่มีโครงสร้างและทำหน้าที่คล้ายฮอร์โมนเพศชาย (androgen) เมื่อร่างกายได้รับในปริมาณที่พอเหมาะจะออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศชาย ซึ่งไปกระตุ้นให้ผมดกดำ กระตุ้นให้น้ำอสุจิมากขึ้น กระตุ้นให้หลอดเลือดในร่างกายขยายตัว ทำให้ไขมันในเส้นเลือดลดลง ลดอาการปวดข้อกระดูกและความดันโลหิตสูง ช่วยให้ระบบไหลเวียนโลหิตดีขึ้น โดยเฉพาะหลอดเลือดที่อวัยวะเพศชายไหลเวียนเข้าไปได้มากยิ่งขึ้น ทำให้เซลล์ในอวัยวะเพศชายขยายตัวได้มากกว่าเดิม ยืดระยะเวลาการมีเพศสัมพันธ์นานกว่าปกติ ป้องกันมะเร็งที่ต่อมลูกหมาก และป้องกันไม่ให้ต่อมลูกหมากโต (มหัศจรรย์แห่งสมุนไพรไทย, 2547) กวาวเครือแดงยังมีสารกลุ่ม phytosterol ที่สามารถออกฤทธิ์เป็น phytoestrogen ที่มีโครงสร้างและทำหน้าที่คล้ายกับฮอร์โมนเพศหญิง (estrogen) ทำให้ร่างกายแสดงผลฮอร์โมนเพศได้มากขึ้น ทำให้ทรวงอกเพิ่มขึ้น ผิวพรรณดีและผมนุ่มสลวย ป้องกันมะเร็งในระยะยาวและทำให้ทรวดทรงกระชับ ร่างกายอยู่ในภาวะที่สมดุล (ทองทิศ ทองใหญ่, 2546) และเป็นฮอร์โมนควบคุมลักษณะทางเพศตลอดจนการทำงานของระบบสืบพันธุ์ในเพศหญิง (มยุรี ตันติสิระ, 2542)

สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล (2544) ได้ศึกษาโดยให้หนูขาวกินผงป่นรากกวาวเครือแดง 5 มก./ครั้ง/วัน เป็นเวลา 21 วัน พบว่า น้ำหนักตัวและปริมาณอสุจิของหนูขาว เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการให้เป็นเวลา 21 วัน และ 42 วัน พบว่า หนูขาวแสดงพฤติกรรมทางเพศมากขึ้น และพบว่าขนาดและความยาวขององคชาตของหนูขาวโตและยาวขึ้น องคชาตแข็งตัวนานขึ้นและสรุปว่าน่าจะเป็นผลมาจากสารประกอบ steroids และ flavonoid glycosoids ที่มีผลต่อเทสโทสเตอร์โรน (testosterone) ฮอร์โมนเพศชาย ทำให้หลอดเลือดของหนูขาวขยายตัว

ไพลิน สิทธิวิเชียรวงศ์ (2542) พบว่าสาร 3,7,3'–trihydroxy-4'–methoxyflavone ในรากกวาวเครือแดง สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cyclic-adenosine 3',5'-monophosphate phosphodiesterese (cAMP–phosphodiesterese) ได้สูงกว่า 50% ที่ความเข้มข้นของสารสกัดจากกวาวเครือแดง 200 ไมโครกรัม/มล. โดยเอนไซม์ cAMP–phosphodiesterese ตัวนี้จะไปยับยั้งการแข็งตัวขององคชาตโดยทำให้เลือดไหลเข้าสู่องคชาตได้ไม่เต็มที่ ทำให้เกิดอาการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศของผู้ชาย เช่นเดียวกับโสภณ เริงสำราญ และคณะ (2543) พบว่าสาร 3,7,3'–trihydroxy-4'–

methoxyflavone และ 3,3'–dihydroxy-4'–methoxyflavone–7-o-β-d-glucopyranoside ในรากกวาวเครือแดง มีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cAMP–phosphodiesterese ได้ที่ระดับค่า inhibitory concentration 50% (IC_{50}) เท่ากับ 190 และ 58 ไมโครกรัม/มล. ตามลำดับ การที่กวาวเครือแดงสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cAMP–phosphodiesterese จึงสามารถรักษาอาการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศของผู้ชายได้ด้วย

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่มีส่วนประกอบของกวาวเครือแดง โดยอ้างสรรพคุณในการบำรุงร่างกายและรักษาอาการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศของบุรุษ ในรูปยาลูกกลอน ยาเม็ด ยาแคปซูล และสารสกัดทำเป็นครีม (กองบรรณาธิการ, 2542) แต่ยังไม่มีรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกวาวเครือแดงมาใช้ในการคุมกำเนิด ส่วนผลข้างเคียงของกวาวเครือแดง ถ้าใช้ในปริมาณที่เกินขนาดทำให้เกิดอันตรายต่ออวัยวะภายในของสัตว์ทดลองและการได้รับติดต่อกันนานๆ มีส่วนทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งบางชนิดสูงขึ้น (มยุรี ตันติสิระ, 2542; อธิพงษ์ มานะเสถียร, 2544)

คุณสมบัติทางชีววิทยาของสารกลุ่ม phytosterol

สารกลุ่มไขมันพืช (phytosterol) ที่พบในพืชหลายชนิด มีผลต่อเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันในร่างกาย ความสมดุลของเกลือแร่ อิเล็กโทรไลต์ และน้ำในร่างกาย มีฤทธิ์บรรเทาการอักเสบ ฤทธิ์กดภูมิคุ้มกัน ผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด ผลต่อการเจริญเติบโต การแบ่งเซลล์กล้ามเนื้อและกระดูก (Nes, Parker, Crumley and Ross, 1993) มีผลต่อการป้องกันการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่และมะเร็งเต้านม (Awad and Fink, 2005) และมีฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์ (Ryokkynen *et al*., 2005)

phytosterol ที่พบในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง ได้แก่ β-sitosterol, stigmasterol และ campesterol มีโครงสร้างเหมือนกับ cholesterol ในสัตว์ (Ryokkynen *et al*., 2005) มีคุณสมบัติคล้ายเอสโตรเจนซึ่งเป็นฮอร์โมนควบคุมลักษณะทางเพศตลอดจนการทำงานของระบบสืบพันธุ์ในเพศหญิง และสามารถนำมาสังเคราะห์ steroid hormone ได้ (วิทย์ เที่ยงบุญธรรม, 2540; มยุรี ตันติสิระ, 2542) กลไกการออกฤทธิ์ของยาคุมกำเนิดที่มีเอสโตรเจนเป็นส่วนประกอบยังไม่ทราบชัดเจน อาจไปเพิ่มการหดตัวของมดลูกและปีกมดลูก จึงรบกวนการเดินทางของอสุจิและขัดขวางกระบวนการปฏิสนธิหรือฝังตัวของตัวอ่อน (นงลักษณ์ สุขวาณิชย์ศิลป์, 2544)

β-sitosterol พบในน้ำมันข้าวโพด น้ำมันข้าวสาลี น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันข้าวไรย์ เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่สามารถแสดงฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์โดยเป็นสารตั้งต้นของ steroid hormone ลดระดับ cholesterol ในเลือด ยับยั้งกระบวนการที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง (carcinogenesis)

และนำมารักษาอาการต่อมลูกหมากโต (benign prostatic hypertrophy) (วิทย์ เที่ยงบูรณะธรรม, 2540; Ryokkynen *et al*., 2005; Wilt, MacDonald and Ishani, 1999) เฉลิมพล กุประดิษฐ์ (2549) รายงานถึงการใช้ประโยชน์จาก β-sitosterol ว่าเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการลดไข้ (antipyretic agent) ช่วยเพิ่มระดับภูมิคุ้มกันในร่างกาย (immune modulation) ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (blood sugar control) ชะลอการติดเชื้อจาก Felive Immonodeficiency Virus (FIV) และ Human Immonodeficiency Virus (HIV) สำหรับ stigmasterol และ campesterol มีสรรพคุณเหมือน β-sitosterol พบในน้ำมันถั่วเหลือง rape oil, hazel และ mungbean เป็นต้น

การทดลองของ Salah, Gathumbi, Vierling and Wagner (2002) พบว่าสารสกัดจาก *Ruellia praetermissa* มีผลต่อการหดตัวของมดลูกหนู ซึ่งเป็นผลมาจากสารกลุ่มเอสโตรเจนคือ β-sitosterol และ stigmasterol และ Ryokkynen, Kayhko, Mustonen, Kukkonen and Nieminen (2005) รายงานว่า การให้ phytosterol mixture ปริมาณ 5 มก./กก./วัน ที่มี β-sitosterol ผสมอยู่ด้วย ทำให้ testicular และจำนวนอสุจิของหนูขาวเพศผู้ลดลง แต่ทำให้มดลูกหนูขาวเพศเมียมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และการให้ β-sitosterol ปริมาณ 50 มก./กก./วัน ส่งผลต่ออวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของ mink (*Mustele vison*)

อิทธิพลของปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและการสร้างสารสำคัญในพืช

ปุ๋ยเป็นธาตุอาหารพืช ช่วยให้พืชเจริญเติบโตเป็นปกติ ปุ๋ยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นปุ๋ยที่ได้จากมูลสัตว์ และส่วนต่างๆ จากพืชหรือสัตว์ อาจอยู่ในรูปที่ยังคงสภาพหรือแปรสภาพไปแล้วก็ได้ แบ่งได้หลายชนิด ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด

ปุ๋ยคอกส่วนใหญ่ประกอบด้วยฮิวมัส แบคทีเรีย และส่วนของอาหารสัตว์ที่ยังย่อยไม่หมด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกเซลลูโลสและลิกนิน นอกจากนั้นยังเป็นพวกวิตามินและฮอร์โมน เช่น thiamine, biotin, pyridoxine เป็นต้น (ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) และเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานที่สำคัญของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์มีผลช่วยย่อยสลายอินทรีย์สาร แปรสภาพอนินทรีย์สาร ตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และสามารถผลิตสารเร่งการเจริญเติบโตออกมาได้ เช่น auxin, gibberellic acid รวมถึง cytokinin (ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์ พิทยากรลิ่มทอง และวรรณดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, 2535) ปุ๋ยคอกช่วยปรับปรุงดินให้โปร่ง ร่วนซุย และทำให้การเตรียมดินง่าย ถั่วแขกพุ่มควรใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1,000-1,500 กก./ไร่ หอมหัวใหญ่ควรใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 1,500-3,000 กก./ไร่ (นิพนธ์ ไชยมงคล, 2541) หญ้าเนเปียร์ยักษ์ควรใส่มูลโค อัตรา 3,000 กก./ไร่ (ศุภชัย อุดชาชน, 2545) เป็นต้น เพื่อทำให้ต้นกล้ามีการตั้งตัวเร็วทำให้มีโอกาสรอดได้มาก และช่วยในการเจริญของราก

2. ปุ๋ยเคมี คืออนินทรีย์สารที่ได้มาจากแร่ธาตุ หรือผลสังเคราะห์จากขบวนการทางอุตสาหกรรม ปุ๋ยธาตุหลักได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N) ธาตุฟอสฟอรัส (P) และธาตุโพแทสเซียม (K) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากจึงจะเพียงพอต่อการเจริญเติบโตตามปกติ การใช้ปุ๋ยร่วมระหว่าง N-P-K, N-P และ P-K ทำให้ถั่วเขียวมีจำนวนฝักต่อต้นและน้ำหนักเมล็ดเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้ปุ๋ยเชิงเดี่ยว (Malik, Asif and Ali, 1991) ทางวิชาการแนะนำให้ใช้ปุ๋ย ที่มีอัตราส่วนของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม คือ 1.0:1.5-2.0:1.0 ในพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วฝักยาว เป็นพืชที่ต้องการธาตุฟอสฟอรัสสูงในการสร้างดอก ในสภาพดินเหนียวเหมาะกับปุ๋ยสูตร 15-15-15 ($N-P_2O_5-K_2O$) สภาพที่เป็นดินทรายเหมาะกับปุ๋ยสูตร 13-13-21 ($N-P_2O_5-K_2O$) อัตรา 25-30 กก./ไร่ (กรมวิชาการเกษตร, 2543) มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 ควรใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25-50 กก./ไร่ หลังปลูก 1-2 เดือน เพื่อเพิ่มผลผลิต (มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย, 2548)

ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

ไนโตรเจนในระดับที่เพียงพอในพืชคือ 2-5% แต่ปริมาณที่พบทั่วไปในพืชคือ 0.2-4.0% (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547) มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของโมเลกุลของ ATP และเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์กรดอะมิโน อามีน โปรตีน กรดนิวคลีอิก นิวคลีโอไทด์ พิวรีน ไพริมิดีน โคเอนไซม์ และเฮกโซสอามีน และเป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ รวมถึงเป็นองค์ประกอบของออกซินกับไซโตไคนิน (ยงยุทธ โอสถสภา, 2543) Nunes and Silva (1996) รายงานว่า การเพิ่มไนโตรเจนในอัตราที่สูงขึ้นจะช่วยเพิ่มองค์ประกอบของผลผลิต (yield component) ในถั่วเหลืองได้

ฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญในกระบวนการหายใจ กระบวนการสังเคราะห์แสง และเมทาบอลิซึมหลักอื่นๆ ฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบของซูการ์ฟอสเฟต กรดนิวคลีอิก นิวคลีโอไทด์ใน DNA และ RNA ฟอสฟอลิปิดซึ่งเป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่ออื่นๆ และเป็นส่วนประกอบของโมเลกุลของ ATP, ADP และ P_i ซึ่งมีบทบาทสำคัญในเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตและการสังเคราะห์แสง (ยงยุทธ โอสถสภา, 2543) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 0.3-0.5% ของน้ำหนักแห้งของพืช (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547)

โพแทสเซียมเป็นตัวควบคุมระบบเอนไซม์ต่างๆ ในพืชซึ่งเป็นตัวกำหนดเอนไซม์ RuBP carboxylase ในกระบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการหายใจ เอนไซม์ pyruvate kinase และ 6-phosphofructokinase ที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์แป้ง เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีน และยังทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นการทำงานตัวแรกของเอนไซม์มากกว่า 40 ชนิด เป็นธาตุที่มีประจุบวก มีมากในเซลล์

ของพืช ทำหน้าที่หลักในการรักษาค่าออสโมติกโพเทนเชียลของเซลล์ (ยงยุทธ โอสถสภา, 2543) โพแทสเซียมทั้งหมดในระดับที่เพียงพอในพืชคือปริมาณ 1-5% แต่โดยทั่วไปแล้วปริมาณโพแทสเซียมที่พบในพืชอยู่ระหว่าง 0.2-3.5% (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547)

อิทธิพลของ NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสร้างสาร phytosterol ในพืช

NAA (naphthalene acetic acid) เป็นสารสังเคราะห์ในกลุ่มออกซิน ได้จากกรดอะมิโนชื่อทริฟโทเฟน (tryptophane) มีหน้าที่ทำให้ cell elongation และ cell differentiation การเกิดราก การเจริญเติบโตของผล โดยกระตุ้นให้พืชสร้างเอนไซม์ที่ทำให้ผนังเซลล์ (cell wall) ขยายตัวหรือหลวม ซึ่งจะทำให้เซลล์ยาวขึ้น (นพดล จรัสสัมฤทธิ์, 2537; Peter, 2004) ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์ (2545) รายงานว่าทางเกษตรนิยมนำมาใช้ในการเพิ่มการติดผลในมะเขือเทศ พริกและส้ม และใช้ในการป้องกันการร่วงก่อนกำหนดของผลไม้ ใช้ NAA เปลี่ยนเพศของดอก ปรับสัดส่วนระหว่างดอกเพศผู้และดอกเพศเมียให้เหมาะสม ทำให้มีการติดผลดีขึ้น เช่น เงาะ แตงกวา ฟักทอง นพดล จรัสสัมฤทธิ์ (2537) รายงานว่า พืชที่ออกรากยากมาก ได้แก่ กิ่งที่พักตัว ไม้ผลที่เติบโตช้าและพืชที่มียาง ต้องใช้ออกซินความเข้มข้นที่สูงมาก เช่น 1-2% (10,000-20,000 ppm) เพื่อเร่งการออกรากของพืช ในถั่วแขกพุ่มฉีดพ่นด้วย NAA ความเข้มข้น 5-20 ppm และถั่วเหลืองและถั่วเขียวฉีดพ่นด้วย NAA ความเข้มข้น 2.5-5 ppm ทำให้ต้นเจริญเติบโตและตั้งตัวเร็ว (นิพนธ์ ไชยมงคล, 2541) พรทิพย์ จันทร์ราช (2547) พบว่ากวาวเครือขาวที่ให้ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 35 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยแคลเซียมโบรอน 10 ppm ร่วมกับ NAA 100 ppm มีความยาวช่อดอก จำนวนฝักต่อช่อดอก จำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนัก 100 เมล็ดมากที่สุด และแตกต่างทางสถิติกับกวาวเครือขาวกลุ่มควบคุม และ Geuns and Vendrig (1973) พบว่า เมื่อทำการแช่ hypocotyl ของถั่วเขียว (*Phaseolus aureus*) ที่ถูกตัดเป็นชิ้นแช่ไว้ใน NAA เป็นเวลา 20 ชม. ทำให้สารกลุ่ม sterol ได้แก่ β-sitosterol และ stigmasterol มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

GA_3 (gibberellic acid) เป็นสารในกลุ่ม terpenoid สร้างมาจากสาร isoprene กระตุ้นการแบ่งเซลล์และยืดตัวของเซลล์ ส่งเสริมการเจริญโดยการชักนำให้ลำต้นยืดตัว เช่น ในถั่วลันเตาพันธุ์แคระ (Hopkins, 1995) ช่วยในการเคลื่อนย้ายอาหารสะสม กระตุ้นการเจริญของผล การงอก และการพักตัวของเมล็ดธัญพืช องุ่น แกลดิโอลัส (ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์, 2545) การฉีดพ่น GA_3 5-10 ppm ช่วยให้ต้นพริก ถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา และพืชตระกูลแตง เจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตได้ (นิพนธ์ ไชยมงคล, 2541) จากการศึกษาของ Shewry and Stobart (1974) พบว่า การให้ GA_3 3×10^{-4} M แก่เมล็ดเฮเซล (*Corylus avellana*) ทำให้เมล็ดงอกเร็วขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ stigmasterol และ campesterol เพิ่มขึ้น Westerman and Roddick (1982, 1983) พบว่า การให้ GA_3

ในถั่วลันเตาพันธุ์แคระและพันธุ์สูง จะทำให้ปริมาณของสารกลุ่ม sterol ได้แก่ β-sitosterol, stigmasterol และ campesterol ในส่วนยอดมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นและส่งเสริมการยืดตัวของส่วนยอดด้วย และการให้ GA_3 ที่ความเข้มข้น 3 x 10^{-4} M แก่ดอกแดนดิไลอัน (*Taraxacum officinale*) ทำให้ปริมาณ β-sitosterol มากขึ้น

รายการอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2543). การปลูกสมุนไพร [ออนไลน์] ได้จาก : http://www.doae.go.th/library/html/detail/linn/linn2.htm

กองบรรณาธิการ. (2542). เปิดใจ รศ.ดร.วิชัย เชิดชีวศาสตร์ ผู้เปิดประเด็นกวาวเครือสู่สังคมไทย. วารสาร UPDATE กันยายน-ตุลาคม. หน้า 47-51.

จิรศักดิ์ กีรติคุณากร และ ไพฑูรย์ พิศุทธ์สินธุ์. (2543). คู่มือการตรวจสอบกวาวเครือและทองเครือ. ฝ่ายพันธุ์พืช กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์ พิทยากร ลิ่มทอง และวรรณดา สุนันทพงศ์ศักดิ์. (2535). อิทธิพลของอินทรียวัตถุต่อปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน. วารสารดินและปุ๋ย (14) : 24-35

เฉลิมพล กุประดิษฐ์. (2549). การศึกษาการเจริญเติบโต ชนิดและปริมาณของสารทุติยภูมิบางชนิดของพญายอ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชวลิต นิยมธรรม. (2538). กวาวเครือ. อนุกรมวิธานพืช อักษร ก. ราชบัณฑิตยสถาน. เพื่อนพิมพ์. 495 หน้า.

ทองทิศ ทองใหญ่. (2546). กวาวเครือ ความภูมิใจของผู้ชาย ความมั่นใจของผู้หญิง [ออนไลน์] ได้จาก : http://www.airissophia.com/mcontents/marticle.php?headtitle=mcontents&id=14801

ธนาธิป รักศิลป์. (2538). องค์ประกอบทางเคมีในหัวกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เต็ม สมิตินันท์. (2523). ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 379 หน้า.

นิพนธ์ ไชยมงคล. (2541). ระบบข้อมูลพืชผัก. สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นงลักษณ์ สุขวาณิชย์ศิลป์. (2544).บทความเกี่ยวกับคุมกำเนิด-ท้อง-แท้ง [ออนไลน์] ได้จาก : http://www.clinicrak.com

นพดล จรัสสัมฤทธิ์. (2537). ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพฯ. 124 หน้า.

บุญร่วม คิดค้า. (2547). อิทธิพลของสภาพแวดล้อม และการเขตกรรม ต่อ การเจริญเติบโต และการสะสมสารเคมีในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ปิยะดา ธีระกุลพิสุทธิ์. (2545). สรีรวิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพของพืชเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 227 หน้า.

พรทิพย์ จันทร์ราช. (2547). การออกดอก การติดฝักและการสะสมสาร Coumestrol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือขาว (*Pueraria candollei* Grah var. *mirifica*). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มยุรี ตันติสิระ. (2542). ข้อมูลเกี่ยวกับกวาวเครือ [ออนไลน์] ได้จาก :
http://www.pharm.chula.ac.th/surachai/misce/khao-01.htm

มหัศจรรย์แห่งสมุนไพรไทย. (2547). [ออนไลน์] ได้จาก :
http://www.thai.net

มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (2548). [ออนไลน์] ได้จาก :
http://tapiocathai.org/about_tapioca/about_tapioca.htm

ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. 547 หน้า.

ภาวนา อัศวประภา. (2545). คู่มือการปลูกพืชสมุนไพร. กรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพ. 45 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2543). ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

รุจน์ สุทธิศรี. (2542). บทความกวาวเครือขาว. ภาควิชาเภสัชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วิทย์ เที่ยงบูรณะธรรม. (2540). พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรุงเทพฯ. 1036 หน้า.

วุฒิ ธรรมวุฒิเวช. (2540). สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย. ไทย-ยูโร โปรเจคท์. กรุงเทพ. 206 หน้า

ศุภชัย อุดชาชน. (2545). จะผลิตหญ้าเนเปียร์ยักษ์อย่างไรจึงได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง. นครราชสีมา.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. (2547). การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 141 หน้า.

โสภณ เริงสำราญ และ คณะ. (2543). ฟลาโวนอยด์และฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ จากกวาวเครือแดงและฤทธิ์ต่อต้านไซคริกเอเอ็มพีฟอสโฟไดเอสเทอเรส. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 25(1): 169-176

สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2545). การศึกษาเปรียบเทียบผลของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่พบในพื้นที่ที่แตกต่างกันสองพื้นที่ ต่อ อวัยวะสืบพันธุ์ พฤติกรรมการสืบพันธุ์ และการแข็งตัวของอวัยวะเพศในหนูขาวเพศผู้ (*Rattus norvegicus*). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2537). พฤกษศาสตร์. รั้วเขียว. กรุงเทพ. 277 หน้า.

สมพร ภูติยานันท์. (2542). ตรวจเอกลักษณ์พืชสมุนไพร: ภาคพิเศษ. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. กรุงเทพ. 991 หน้า.

สมพร สุริยันต์ สมสุข ศรีจักรวาฬ และปราโมทย์ เกิดศิริ. (2546). ศึกษาการงอกของเมล็ดกวาวเครือขาว. วารสารวิชาการเกษตร. 21(1): 12-18.

อรดี สหวัชรินทร์. (2542). กวาวเครือ สมุนไพรครอบจักรวาล. วารสารเคหการเกษตร. 23(4): 127-136.

อธิพงษ์ มานะเสถียร. (2545). การศึกษาเปรียบเทียบผลของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่พบในพื้นที่ที่แตกต่างกันสองพื้นที่ ต่อ หัวใจ ตับ ไต ต่อมหมวกไต และองค์ประกอบของเลือดในหนูขาวเพศผู้ (*Rattus norvegicus*). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อรัญญา มโนสร้อย สมศักดิ์ ทะระถา พิศิษฐ์ ใจนนถีย์ และจีรเดช มโนสร้อย. (ม.ป.ป.). การเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญในหัวกวาวเครือขาว (*Pueraria mirifica*, Airy Shaw Suvatabhandhu) และกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่มีช่วงอายุต่างๆ จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย. [ออนไลน์] ได้จาก : http://www.scisoc.or.th/stt/28/web/content/C_03/C02.htm

Attajarusit, J. and Smitasiri, Y. (2001). Effect of phytoestrogen from *Pueraria mirifica* extract on reproduction biology of the American cockroach *Periplaneta Americana* L. Seminar on Postharvest Technology. Chiang Mai. Thailand.

Awad, A.B. and Fink, C.S. (2005). [On-line]. Available: http://www.nutrition.org/cgi/content/full/130/9/2127#F1

Bisby, F.A., Buckingham, J. and Harbone, J.B. (1994). Phytochemical Dictionary of the Leguminosae : Volume 2 Chemical Constituents. CHAPMAN & HALL, London. 593 pp.

Geuns, M.C.J. and Vendrig, J.C. (1973). Hormonal control of sterol biosynthesis in *Phaseolus aureus*. Journal of Phytochemistry. (13): 919-922.

Hopkins, W.G. (1995). Introduction to plant physiology. John Wiley & Sons, New York.

Kushwaha, H.S. and Chandel, A.S. (1997). Effect of soybean (*Glycine max*) intercropping under different nitrogen levels on yield, yield attributes and quality of maize (*Zea mays*). Indian J. Agri. Sci. (67): 249-252.

Malik, M.A., Asif, T. and Ali, A. (1991). Seed yield and protein contents of lentil (*Lense Culinaris medick*) as influenced by NPK application. J. Agric. Res. (29): 333-336.

Nes, W.D., Parker, S.R., Crumley, F.G. and Ross, S.A. (1993). Regulation of Phytosterol Biosynthesis. Lipid matabolism in plant. United States.

Nunes, G.H. and Silva, P.S.L. (1996). Response of maize to nitrogen levels and weed control. Ciencia-e-Agrotecnologia. (20): 205-211.

Ryokkynen, A., Kayhko, U-R., Mustonen, A-M., Kukkonen, J.V.K. and Nieminen, P. (2005). Multigeneration exposure to phytosterols in the mouse. Journal of Reproductive Toxicology. (19): 535-540.

Ryokkynen, A., Nieminen, P., Mustonen, A-M., Pyykonen, T., Asikainen, J., Hanninen, S., Mononen, J. and Kukkonen, J.V.K. (2005). Phytoestrogens alter the reproductive organ development in the mink. Journal of Toxicology and Applied Pharmacology. (202): 132-139.

Salah, A.M., Gathumbi, J., Vierling, W. and Wagner, H. (2002). Estrogenic and cholinergic properties of the methanol extract of *Ruellia praetermissa* Sceinf. ex. Lindau (Acanthaceae) in female rats. Journal of Phytomedicine. (9): 52-55.

Shewry, P.R. and Stobart, A.K. (1974). Effect of gibberellic acid on sterol production in *Corylus avellana* seeds. Journal of Phytochemistry. (13): 347-355.

Westerman, L. and Roddick, J.G. (1983). Effects of senescence and gibberellic acid treatment on sterol levels in detached leaves of dandelion (*Taraxacum officinale*) . Journal of Phytochemistry. (22): 2318-2319.

Westerman, L. and Roddick, J.G. (1982). Sterol composition of dwarf and tall *Pisum sativum* seedlings in relation to gibberellic-acid-enhanced shoot growth. Journal of Phytochemistry. (21): 1567-1572.

Wilt, T.J., MacDonald, R. and Ishani. (1999). Beta-sitosterol for the treatment of benign prostatic hyperplasia: A systematic review. BJU. Int. 83(9): 976-983.

Yadava, R.N. and Reddy, K.I. (1998). A new bio-active flavonol glycoside from the stems of *Butea superba* Roxb. J. Asian Nat. Prod. Res. 1(2):139-45.

บทที่ 3
อิทธิพลของปุ๋ย NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.)

บทคัดย่อ

กวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) มีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะบำรุงสมอง บำรุงโลหิต บำรุงกำลัง ในปัจจุบันมีการขุดหัวกวาวเครือแดงในธรรมชาติออกมาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น วัตถุประสงค์ของการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของ ปุ๋ย NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง เพื่อเป็นแนวทางในการเพาะปลูกกวาวเครือแดง ทำการทดลองตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2548 ถึงกันยายน 2549 ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี วางแผนการทดลองแบบ 3^2 factorial in RCBD 3 ซ้ำ จำนวน 9 ทรีตเมนต์ ศึกษา 2 ปัจจัยๆ ละ 3 ระดับ คือ 1) ปัจจัยปุ๋ย (ไม่ให้ปุ๋ย ให้ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ และให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่) 2) ปัจจัย NAA และ GA_3 (ไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3 ฉีดพ่น NAA 100 ppm และฉีดพ่น GA_3 100 ppm) พบว่า กวาวเครือแดงมีการเจริญเติบโตของลำต้นและราก ปริมาณธาตุอาหารและการสะสม β-sitosterol ในรากและค่าทางเคมีของดินในแปลงปลูกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ NAA 100 ppm ทำให้ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุด ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm ทำให้รากมีความชื้น ปริมาณฟอสฟอรัส ปริมาณโพแทสเซียมและดินในแปลงปลูกมีความเค็มมากที่สุด ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้รากมีความยาว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm ทำให้รากมีปริมาณ β-sitosterol มากที่สุด ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm ทำให้ดินในแปลงปลูกมีความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด แต่การให้ปุ๋ยและการฉีดพ่น NAA และ GA_3 ไม่ทำให้รากมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ความแน่นเนื้อ ปริมาณไนโตรเจนและดินมีปริมาณอินทรียวัตถุแตกต่างกัน ดังนั้นการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับ NAA 100 ppm เป็นปัจจัยที่มีนัยสำคัญในการทำให้รากมีปริมาณ phytosterol สูงสุด

บทนำ

กวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) มีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะ ในการบำรุงสมอง บำรุงโลหิต บำรุงกำลัง บำรุงผมทำให้ผมหงอกกลับดำ (นิสากร ปานประสงค์, 2542) ปัจจุบันมีการนำหัวกวาวเครือแดงจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง นอกจากจะเป็นการกระทำที่ผิดกฎหมายแล้วยังพบว่ามีปัญหาด้านคุณภาพของหัวกวาวเครือแดงด้วย ในรากของกวาวเครือแดงมี phytosterol สะสมอยู่คือ β-sitosterol, stigmasterol และ campesterol ซึ่งสาร phytosterol เป็นสารที่สามารถแสดงฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์ และมีการนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ผลิตยาคุมกำเนิด (วิทย์ เที่ยงบุญธรรม, 2540; มยุรี ตันติสิระ, 2542) ขนิษฐา ทองโปร่ง และ ยุทธนา สมิตะศิริ (2530) พบว่า กวาวเครือขาวที่พบในพื้นที่แตกต่างกันมีฤทธิ์ต่อสัตว์ทดลองต่างกันซึ่งคาดว่าอาจเป็นผลมาจากธาตุอาหารในดินในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน อรัญญา มโนสร้อย สมศักดิ์ ทะระถา พิศิษฐ์ ใจนนถีย์ และจีรเดช มโนสร้อย (ม.ป.ป.) พบว่า puerarin, daizein และ genistein ในหัวกวาวเครือขาวและกวาวเครือแดงที่เก็บจาก จ.เชียงใหม่ มีมากกว่าที่ จ.กาญจนบุรี และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล (2544) ได้รายงานว่า ดินที่พบกวาวเครือแดงจาก อ.สูงเม่น จ.แพร่ มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอินทรียวัตถุสูงกว่าดินจาก อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา และมีฤทธิ์ต่อสัตว์ทดลองแรงกว่ากวาวเครือแดงจาก อ.วังน้ำเขียว นิสากร ปานประสงค์ (2542) รายงานว่า กวาวเครือในแต่ละท้องถิ่นจะมีความแตกต่างกัน ตั้งแต่สายพันธุ์ สภาพดิน การใช้ปุ๋ย ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อปริมาณสารสำคัญในหัวกวาวเครือ ลิลลี่ กาวีต๊ะ (2549) รายงานว่า ธาตุอาหารและสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและการสะสมสารในพืชหลายชนิด Geuns and Vendrig (1974) พบว่า การแช่ hypocotyl ของถั่วเขียว (*Phaseolus aureus*) ที่ถูกตัดเป็นชิ้นไว้ใน NAA เป็นเวลา 20 ชม. ทำให้สาร phytosterol มีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และ Shewry and Stobart (1974) พบว่า การให้ GA_3 ที่ความเข้มข้น 3 x 10^{-4} M แก่เมล็ดเฮเซล (*Corylus avellana*) ทำให้เมล็ดงอกเร็วขึ้นและ sterol เพิ่มขึ้น Westerman and Roddick (1982, 1983) พบว่า ในถั่วลันเตาพันธุ์แคระและพันธุ์สูง เมื่อให้สาร GA_3 ระดับของ sterol ในส่วนยอดเพิ่มขึ้นและทำให้ส่วนยอดยืดตัวได้ดี และการใช้ GA_3 3 x 10^{-4} M ทำให้ sterol มากขึ้นในดอกแดนดิไลอัน (*Taraxacum officinale*)

เนื่องจากกวาวเครือแดงเป็นพืชสงวนที่ต้องได้รับการคุ้มครองตามกฎหมาย จึงต้องเร่งศึกษาถึงแนวทางการปลูกและการควบคุมคุณภาพของผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมปริมาณของสารออกฤทธิ์สำคัญ เช่น phytosterol เป็นต้น เพื่อรองรับความต้องการของวัตถุดิบที่จะมีมากขึ้นในอนาคตเช่นเดียวกับกรณีของกวาวเครือขาว การศึกษาถึงอิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยสูตร 15-15-15 NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง เป็นแนวทางหนึ่งในการควบคุมคุณภาพของผลผลิตกวาวเครือแดง โดยใช้วิธีการที่สอดคล้องกับหลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดี (good agricultural practices) สำหรับการเพาะปลูกมาเป็นปัจจัยที่สำคัญในการศึกษาในครั้งนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย

ทำการทดลองเมื่อกรกฎาคม 2548 ถึง กันยายน 2549 ที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ต้นกวาวเครือแดงที่อายุ 2 ปี 9 เดือน ระยะปลูก 2x2 เมตร และวิเคราะห์ผลทางเคมีที่ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาการผลิตพืช อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F3) และห้องปฏิบัติการเคมี อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนการทดลอง การให้ปุ๋ย NAA และ GA_3

วางแผนการทดลองแบบ 3^2 factorial in RCBD 3 ซ้ำ จำนวน 9 ทรีตเมนต์ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) โดยใช้ปัจจัยที่ต้องการศึกษา 2 ปัจจัยๆ ละ 3 ระดับ คือ

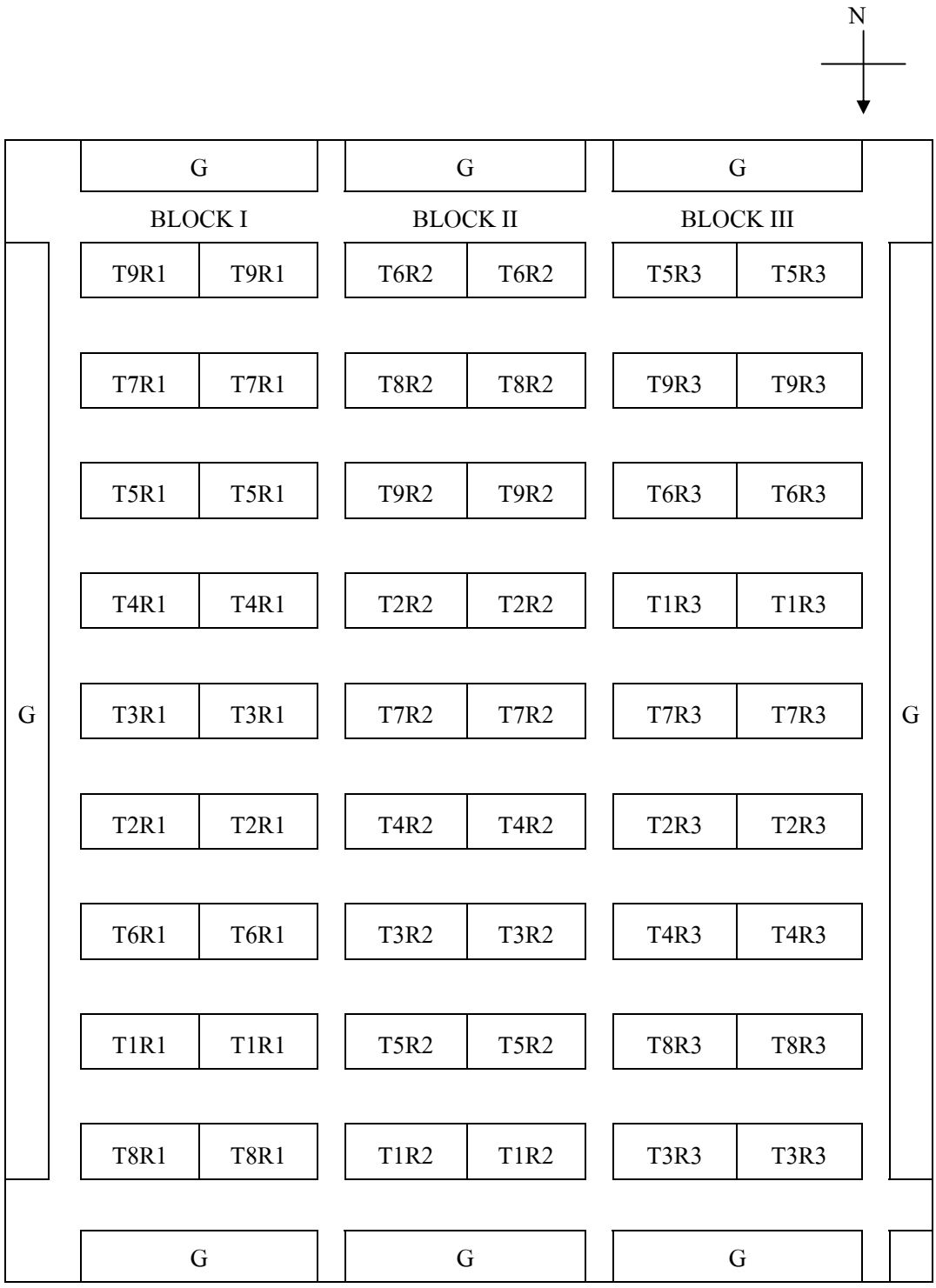
1. ปัจจัยปุ๋ย ได้แก่
   - ไม่ให้ปุ๋ย
   - ปุ๋ยคอก อัตรา 3.75 กก./ต้น (อัตรา 1,500 กก./ไร่)
   - ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 62.5 ก./ต้น (อัตรา 25 กก./ไร่)
2. ปัจจัย NAA และ GA_3 ได้แก่
   - ไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3
   - ฉีดพ่น NAA 100 ppm
   - ฉีดพ่น GA_3 100 ppm

ใ

ห้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยสูตร 15-15-15 โดยหว่านให้ทั่วบริเวณรอบโคนต้นรัศมี 30 ซม. แล้วฝังกลบและฉีดพ่นสาร NAA และ GA_3 ที่ใบของกวาวเครือแดงให้ทั่วทั้งต้น โดยให้ 3 ระยะการเจริญเติบโตของกวาวเครือแดง คือ ระยะใบอ่อน ระยะใบอ่อนถึงเพสลาด ระยะใบเพสลาด เริ่มให้ปุ๋ยและฉีดพ่นสารครั้งแรกเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม 2548 ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 15 กันยายน 2548 และครั้งที่ 3 เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2548 เว้นระยะเวลาหลังใส่ปุ๋ยและฉีดพ่นสาร 3 สัปดาห์ก่อนทำการเก็บข้อมูล ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์ 3 วันต่อครั้ง กำจัดวัชพืชทุก 2 สัปดาห์ ปุ๋ยคอกที่ใช้นำมาจากฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 1 การจัดทรีตเมนต์ของการทดลองแบบ 3^2 factorial in RCBD จำนวน 9 ทรีตเมนต์

ปุ๋ย	สารควบคุมการเจริญเติบโต	สัญลักษณ์
ไม่ให้ปุ๋ย	ไม่ฉีดพ่น	T1
	ฉีดพ่น NAA 100 ppm	T2
	ฉีดพ่น GA_3 100 ppm	T3
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	ไม่ฉีดพ่น	T4
	ฉีดพ่น NAA 100 ppm	T5
	ฉีดพ่น GA_3 100 ppm	T6
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	ไม่ฉีดพ่น	T7
	ฉีดพ่น NAA 100 ppm	T8
	ฉีดพ่น GA_3 100 ppm	T9



ภาพที่ 1 แผนผังการปลูกกวาวเครือแดง ณ ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

G แทน กวาวเครือแดงที่ปลูกเป็น guard row

T แทน ทรีตเมนต์ของการทดลอง

R แทน ซ้ำของการทดลอง

ศึกษาการเจริญเติบโตของกวาวเครือแดง

เก็บข้อมูลแบบตัวอย่างย่อย (sub sampling) จำนวน 3 บลอก ในแต่ละบลอกเก็บตัวอย่างลำต้นและรากกวาวเครือแดงทรีตเมนต์ละ 2 ต้นและหาค่าเฉลี่ยของแต่ละบลอก โดยรากกวาวเครือแดงที่เลือกเก็บข้อมูลมีขนาดใกล้เคียงกัน ทำการเก็บข้อมูลดังนี้

1. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่อยู่เหนือจากดิน 5 ซม. ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (vernier calipper)
2. วัดเส้นผ่าศูนย์กลางรากส่วนที่ขยายใหญ่ที่สุด ด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์
3. วัดความยาวของราก ด้วยสายมาตราวัด
4. วัดความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่องวัดความแน่นเนื้อ (รุ่น LTC ยี่ห้อ Chatillon)
5. ชั่งน้ำหนักสดของรากจากแปลงปลูก ล้างรากให้สะอาด เช็ดให้แห้ง แล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
6. ชั่งน้ำหนักแห้ง นำรากจากข้อ 5. มาหั่นบางๆ แล้วชั่งน้ำหนักก่อนอบ นำไปอบที่อุณหภูมิ 55 ^{0}C นาน 72 ชม. แล้วชั่งน้ำหนักหลังอบด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
7. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นของราก จาก $\frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$

การวิเคราะห์ดินบริเวณแปลงปลูก

เก็บตัวอย่างดินในแต่ละบริเวณของแปลงปลูกกวาวเครือแดง จำนวน 15 จุด ในระดับความลึก 0-15 ซม. นำตัวอย่างดินที่ได้คลุกเคล้าให้เข้ากันและผึ่งลมให้แห้ง แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มม. แล้วนำไปใช้วิเคราะห์ ตามวิธีของจำเป็น อ่อนทอง (2547)

1. การหาความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (ds/m)

ชั่งตัวอย่างดิน 5 ก. ใส่ลงใน beaker ขนาด 50 มล. เติมน้ำ 25 มล. คนให้เข้ากันและคนเป็นครั้งคราว ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่า pH โดยใช้ probe สำหรับวัดค่า pH และวัดค่าการนำไฟฟ้า โดยใช้ probe สำหรับวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย ซึ่งแสดงถึงความเค็มของดิน ด้วยเครื่อง pH meter (รุ่น WTW ยี่ห้อ TetraCon® 325) ที่ standardize แล้ว

2. การหาอินทรีย์คาร์บอนและอินทรียวัตถุ (%)

2.1 ชั่งตัวอย่างดินจำนวน 0.3 ก. ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มล.

2.2 เติม $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 มล. โดยการปิเปต แกว่ง flask เบาๆ ให้ดินผสมกับ

สารละลาย

2.3 เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้นจำนวน 20 มล.โดยเร็ว ให้กรดผสมกับ soil suspension โดยตรง แกว่ง flask ไปรอบๆ เบาๆ จนดินและสารละลายผสมกันดี หลังจากนั้นเขย่าด้วยมือแรงขึ้นเป็นเวลา 1 นาที (ระวัง flask ร้อน)

2.4 ตั้ง flask ทิ้งไว้ให้ทำปฏิกิริยา 30 นาที

2.5 เติมน้ำ 30 มล. และหยด o-phenanthroline-ferrous complex indicator 3 หยด

2.6 ไทรเทรต soil suspension ด้วย 0.5 N $FeSO_4.7H_2O$ เมื่อใกล้ถึง end point สารละลายจะเปลี่ยนสีจากเขียวเป็นเขียวเข้ม ที่จุดนี้ค่อยๆ เติม $FeSO_4$ ลงไปช้าๆ จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวอมน้ำเงินเป็นสีแดงอ่อนๆ

2.7 ทำ blank ควบคู่กันไป (ไม่มีตัวอย่างดิน) เพื่อเป็นตัว standardize $K_2Cr_2O_7$ และเป็นตัวเปรียบเทียบปริมาณ $K_2Cr_2O_7$ ที่ถูก reduced โดยตัวอย่างดิน

การคำนวณ

$$\% \text{ organic carbon} = \frac{(\text{มล. ของ } FeSO_4 \text{ ของ blank} - \text{มล. ของ } FeSO_4 \text{ ของตัวอย่าง}) \times N \text{ ของ } FeSO_4 \times 0.003 \times 100 \times 1.33}{\text{นน.ของดินแห้ง (ก.)}}$$

0.003 = milliequvalent weight ของ C ที่ถูก oxidized

1.33 = ค่าที่ได้จากการคำนวณ โดยคิดค่าเฉลี่ย % recovery ของ carbon ในดินเท่ากับ 75 %

การคำนวณ

$$\% \text{ organic matter} = 1.724 \times \% \text{ organic carbon}$$

3. การหาปริมาณไนโตรเจน (%)

3.1 การย่อย

3.1.1 ชั่งตัวอย่างดินที่บดผ่านตะแกรงขนาด 0.15 มม. จำนวน 0.5 ก. ใน micro-kjeldahl digestion flask

3.1.2 เติม catalyst mixture 1.1 ก.

3.1.3 เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 3 มล. เขย่า flask เบาๆ ด้วยมือให้ดินผสมกับกรด

3.1.4 ตั้ง flask บนเตาย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใส และย่อยต่อไปอีก

ประมาณ 1 ชม. ในระหว่างการย่อยควรเขย่า flask ด้วยมือเป็นระยะๆ เพื่อให้กรดละลายดินที่ติดอยู่ข้าง flask ลงมา

3.1.5 ยก flask ลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจึงนำไปกลั่น

3.1.6 ทำ blank (ไม่มีตัวอย่างดิน) โดยนำหลอดไปเติมสารและย่อยเช่นเดียวกับตัวอย่าง

3.2 การกลั่น

3.2.1 จัดเครื่อง kjeltech auto sampler system (รุ่น 1035 analyzer ยี่ห้อ TECATOR) ให้พร้อมในการใช้งาน นำหลอดใส่เข้าเครื่อง

3.2.2 เครื่องจะเติมน้ำกลั่นลงไปในตัวอย่างประมาณ 10 มล. และเติม NaOH 40% ลงไปประมาณ 15 มล. จากนั้นเครื่องจะทำการต้มเพื่อกลั่นก๊าซแอมโมเนีย

3.2.3 เมื่อเครื่องกลั่นจนได้ปริมาตร 30 มล. จะหยุดและฉีดล้างปลาย condensor ด้วยน้ำกลั่น แล้วทำการไทรเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับ H_2SO_4 0.1196 N จนได้สารละลายที่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู

3.2.4 ทำ blank (ไม่มีตัวอย่างดิน) เช่นเดียวกับตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\% N = \frac{(V1 - V2) \times N \times 14 \times 100}{X \times 1000}$$

เมื่อ V1 = ปริมาณสารไทรเทรตที่ใช้กับตัวอย่าง (มล.)

V2 = ปริมาณสารไทรเทรตที่ใช้กับ blank (มล.)

N = Normality ของกรด

X = น้ำหนักของตัวอย่างดิน (ก.)

4. การหาปริมาณฟอสฟอรัส (ppm)

4.1 การสกัดฟอสฟอรัสจากดิน

4.1.1 ชั่งตัวอย่างดิน 2 ก.

4.1.2 ใส่น้ำยาสกัด Bray II 15 มล. เขย่าด้วยมือ 1 นาที

4.1.3 กรองผ่านกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 เก็บสารละลายที่ได้เพื่อนำไปวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

4.2 การวิเคราะห์หาปริมาตร

4.2.1 ปิเปต aliquot ที่ได้จากการสกัดดิน 1 มล. ใส่ลงใน flask ขนาด 25 มล. หรือใส่ใน test tube ขนาด 1.5 cm x 25 cm

4.2.2 เติมน้ำกลั่น 20 มล. แล้วเติม reagent B 4 มล. เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10 นาที วัดค่า % transmittance ด้วยเครื่อง spectrophotometer (ยี่ห้อ spectronic® genesys™ 5) ที่ wavelength 882 nm แล้วอ่านค่าความเข้มข้นของ P ในสารละลายจาก standard curve

4.3 การทำ standard curve

4.3.1 เตรียม standard phosphate 5 ppm โดยใช้ standard phosphate 100 ppm P มาทำให้เจือจางลง 10 เท่า

4.3.2 ปิเปต standard phosphate 5 ppm จำนวน 0, 1, 2, 3, 4, และ 5 มล. ใส่ใน volumetric flask ขนาด 25 มล. เติมสารละลายที่ใช้สกัด (extracting solution) จำนวนเท่ากับที่ใช้ในตัวอย่าง แล้วเติมน้ำลงไปให้ได้มีปริมาตรประมาณ 20 มล. เขย่าด้วยมือให้เข้ากัน เติม reagent B ลงไป 4 มล. และปรับปริมาตรเป็น 25 มล. เขย่าด้วยมือให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที (สารละลายที่ได้มีความเข้มข้นของ P เท่ากับ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 ppm)

4.3.3 plot กราฟระหว่างค่าของ % transmittance ที่อ่านจาก spectrophotometer กับความเข้มข้นของ P โดยใช้กระดาษกราฟแบบ semi-logarithmic

การคำนวณ

$$\text{ppm P} = \frac{\text{Z x Y x final volume (มล.)}}{\text{aliquot used (มล.)}}$$

เมื่อ Y = อัตราส่วนของสารละลายที่ใช้สกัด : ดิน

Z = ppm P ที่อ่านได้จาก standard curve

5. การหาปริมาณโพแทสเซียม (ppm)

5.1 ชั่งตัวอย่างดิน 5 ก. ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 125 มล.

5.2 เติม NH_4OAc 50 มล.

5.3 เขย่าโดยใช้ shaker เป็นเวลา 30 นาที

5.4 กรองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 40 ใส่ในกระป๋องพลาสติก

5.5 นำตัวอย่างที่กรองได้ รอนำไปวิเคราะห์หา K โดยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer หรือ AAs (รุ่น SpectrAA-250 Plus)

5.6 ใช้ NH_4OAc เป็น blank (ไม่มีตัวอย่างดิน)

การคำนวณ

$$\text{ppm K} = \frac{\text{(ppm จาก AAs x น้ำยาสกัด) x dilution factor}}{\text{นน.ของดิน (ก.)}}$$

การวิเคราะห์ธาตุอาหารในรากกวาวเครือแดง

เก็บตัวอย่างรากกวาวเครือแดงนำไปอบที่อุณหภูมิ 55 ^{o}C เวลา 72 ชม. หลังจากนั้นบดด้วยเครื่องบดตัวอย่าง แล้วนำผงบดที่ได้ไปทำการเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในรากกวาวเครือแดง ตามวิธีของจำเป็น อ่อนทอง (2547) และศรีสม สุวรรณวงศ์ (2547)

การย่อยสลายพืช

1. การย่อยสลายพืชโดยวิธี conventional kjeldahl เพื่อใช้วิเคราะห์ธาตุ N

1.1 สารเคมีสำหรับย่อย (digest)

1.1.1 กรด H_2SO_4 เข้มข้น

1.1.2 salt-mixture

1.2 วิธีการย่อยสลาย

1.2.1 ชั่งตัวอย่างพืชจำนวน 0.2 ก. ใส่ใน kjeldah flask ขนาด 250 มล.

1.2.2 เติม salt-mixture ปริมาณใกล้เคียงกับน้ำหนักพืชที่ใช้ (0.2 ก.)

1.2.3 เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 15 มล.

1.2.4 นำไปย่อยสลายบนเตาด้วยความร้อนต่ำๆ หลังจากนั้นจึงเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่ง 350^{0}C เมื่อได้สารละลายใส แล้วยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

2. การย่อยสลายพืชโดยวิธี acid mixture digest เพื่อใช้วิเคราะห์ธาตุ P และ K

2.1 สารเคมีสำหรับย่อย (digest)

2.1.1 กรด HNO_3 เข้มข้น (16 N)

2.1.2 กรด H_2SO_4 เข้มข้น (36 N)

2.1.3 กรด $HClO_4$ 60-62 %

เตรียมสารละลาย mixed acid HNO_3 : H_2SO_4 : $HClO_4$ ในอัตราส่วน 5:1:2

2.2 วิธีการย่อยสลาย

ชั่งตัวอย่างพืชจำนวน 0.5 ก. ใส่ในหลอดย่อยขนาด 75 มล. เติม mixed acid 15 มล. และ predigest ไว้ใน fume hood อย่างน้อย 2 ชม. หลังจากนั้นย่อยด้วยอุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 50-60^{0}C) จนควันสีน้ำตาลหายไป (ระวังอย่าใช้อุณหภูมิสูงในช่วงแรกเพราะสารละลายอาจจะเดือดและล้นออกจากหลอดได้ ควรเขย่าหลอดด้วยมือเป็นระยะๆ เพื่อไม่ให้ตัวอย่างแห้งติดข้างหลอด) ต่อจากนั้นเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงประมาณ 200-220^{0}C จนได้สารละลายใส แต่อย่าปล่อยให้สารละลายแห้ง ยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเติม HCl 3 N 5 มล. ย่อยต่ออีกประมาณ 10 นาที ยกลงตั้งทิ้งไว้ให้เย็น และปรับปริมาตรเป็น 50 มล. ด้วยน้ำกลั่น แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1

การหาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในรากกวาวเครือแดง

1. การหาปริมาณไนโตรเจน (ppm)

1.1 จัดเครื่อง kjeltech auto sampler system ให้พร้อมในการใช้งาน นำหลอดใส่เข้าเครื่อง

1.2 เครื่องจะเติมน้ำกลั่นลงไปในตัวอย่างประมาณ 10 มล. และเติม NaOH 40% ลงไปประมาณ 15 มล. จากนั้นเครื่องจะทำการต้มเพื่อกลั่นก๊าซแอมโมเนีย

1.3 เมื่อเครื่องกลั่นจนได้ปริมาตร 30 มล. จะหยุดและฉีดล้างปลาย condensor ด้วยน้ำกลั่น แล้วทำการไทรเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับ H_2SO_4 0.1196 N จนได้สารละลายที่เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู

1.4 ทำ blank เช่นเดียวกับตัวอย่าง (ไม่มีตัวอย่างพืช)

การคำนวณ

$$\% N = \frac{(V1 - V2) \times N \times 14 \times 100}{X \times 1000}$$

เมื่อ V1 = ปริมาณสารไทรเทรตที่ใช้กับตัวอย่าง (มล.)

V2 = ปริมาณสารไทรเทรตที่ใช้กับ blank (มล.)

N = normality ของกรด

X = น้ำหนักของตัวอย่างพืช (ก.)

2. การหาปริมาณฟอสฟอรัส (ppm)

2.1 การวิเคราะห์หาปริมาตร (การ develop สี)

2.1.1 ปิเปต aliquot 1 มล.ใส่ในหลอดที่มีขีดบอกปริมาตร 10 มล.

2.1.2 เติม HNO_3 2 N 2 มล.

2.1.3 เติมน้ำจนได้ปริมาตร 8 มล. (เติม H_2O 5 มล.)

2.1.4 เติม molybdate vanadate solution 1 มล. แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 10 มล. ด้วยน้ำกลั่น

2.1.5 เขย่าและตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสี 20 นาที วัดค่า % transmittance ที่ wavelength 420 nm

2.2 การทำ standard curve

เตรียม standard solution โดยปิเปต standard 25 ppm P จำนวน 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 มล. ใส่ในหลอดทดลอง 10 มล. แล้วเติมกรด HNO_3 2 N จำนวน 2 มล. และทำการ develop สีตัวอย่าง standard ที่ได้มีความเข้มข้นเท่ากับ 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5 และ 15.0 ppm P ตามลำดับ

การคำนวณ

$$\%P = \frac{X \times Y \times 50 \times 100}{10^6 \times \text{นน.ของพืช (ก.)} \times \text{มล.ของ aliquot}}$$

เมื่อ X = ppm จาก standard curve

Y = final volume

3. การหาปริมาณโพแทสเซียม (ppm)

นำสารละลายที่ได้จากการย่อยสลายโดยวิธี acid mixture digest ไปวิเคราะห์ธาตุโดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAs)

การคำนวณ

$$\%K = \frac{(\text{ppm จาก AAs} \times 50 \times 10 \times 10^{-6}) \times \text{dilution factor}}{\text{นน.ของพืช (ก.)}}$$

การตรวจหา phytosterol ในรากกวาวเครือแดง

1. การสกัด phytosterol

1.1 เก็บตัวอย่างรากกวาวเครือแดงจากแปลงปลูก ล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นบางๆ อบที่อุณหภูมิ 55^0C นาน 72 ชม. แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดให้เป็นผงละเอียด นำผงกวาวเครือแดง 60 ก. สกัดด้วย 70% MeOH ปริมาตร 180 มล. ใน erlenmeyer flask เขย่าบนเครื่องเขย่าเป็นเวลา 7 วัน แล้วกรองแยกกากด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 และกรองซ้ำด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 42

1.2 ระเหยตัวทำละลายโดยลดความดันด้วยเครื่องระเหยสูญญากาศแบบหมุน (รุ่น Rotavapor ยี่ห้อ Buchi) จนตัวทำละลายระเหยออกหมด แล้วเติม $CHCl_3$ 50 มล. เทใส่ในกรวยแยก เติมน้ำกลั่นลงไป 50 มล. เขย่ากรวยเบาๆ ด้วยมือ ปล่อยให้แยกชั้น แยกเอาชั้น $CHCl_3$ ออก ทำซ้ำอีกหลายๆ ครั้งจนชั้น $CHCl_3$ ที่แยกออกมาใสไม่มีสี รวมส่วน $CHCl_3$ เข้าด้วยกัน แล้วเติม anhydrous Na_2SO_4 ลงไป ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง กรองแยก anhydrous Na_2SO_4 ออก

1.3 นำสารสกัดที่ได้จากข้อ 1.2 มาระเหยตัวทำละลายโดยลดความดันด้วยเครื่องระเหยสูญญากาศแบบหมุน จนตัวทำละลายระเหยออกหมด ละลายส่วนที่เหลือ (residue) ด้วย 80% MeOH 50 มล. เทใส่กรวยแยก เติม hexane 50 มล. ลงไปเขย่าเบาๆ 2 นาที ปล่อยให้แยกชั้น แล้วแยกเอาชั้น hexane ออก

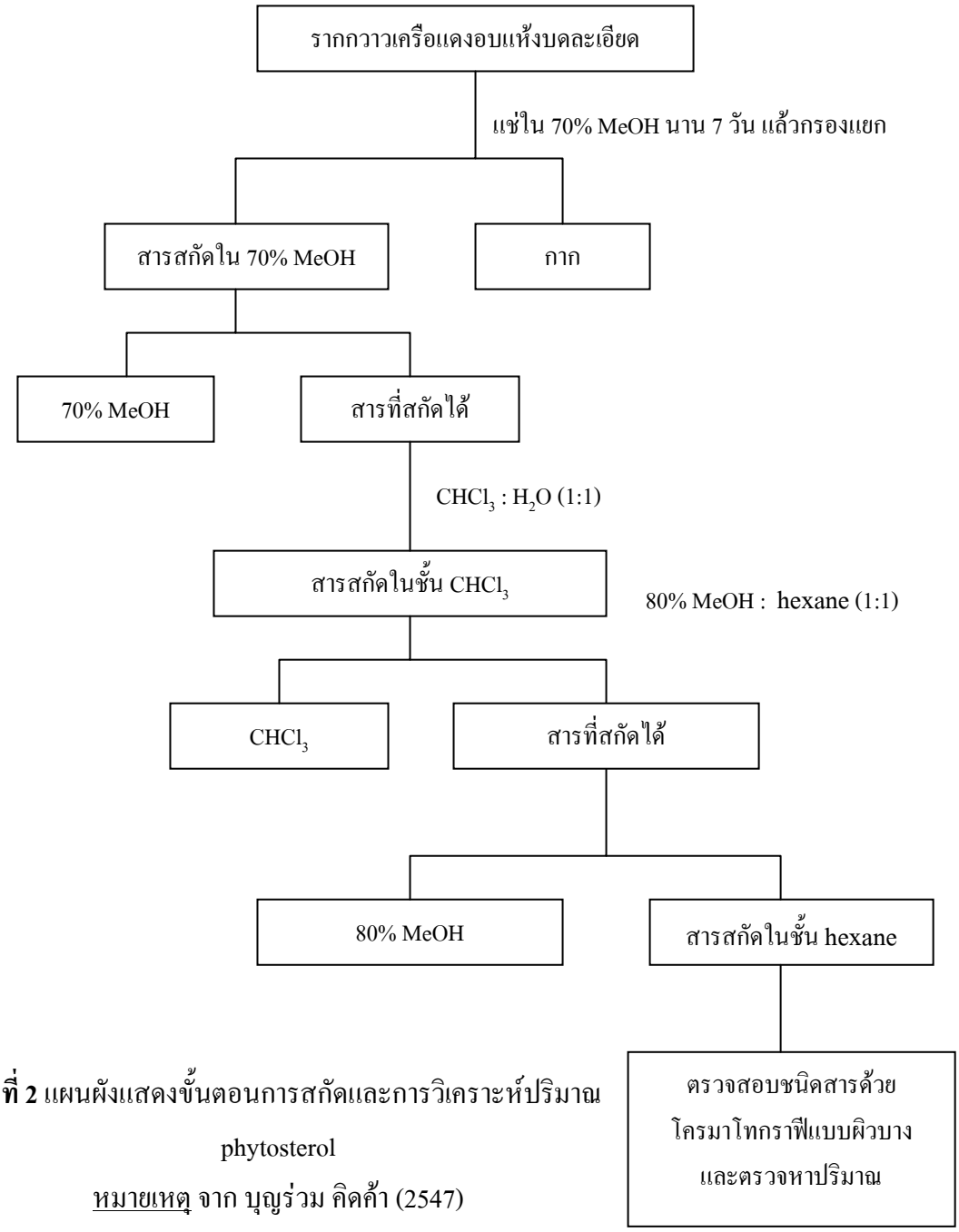
1.4 นำส่วนสารสกัดใน hexane ไประเหยตัวทำละลาย โดยลดความดันด้วยเครื่องระเหยสูญญากาศแบบหมุน จนตัวทำละลายระเหยออกหมดแล้วเติม hexane 5 มล. นำสารที่สกัดได้ ไปตรวจสอบชนิดสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบผิวบาง (thin layer chromatography, TLC) และตรวจหาปริมาณโดยวิธีใน 2. (ธนาธิป รักษ์ศิลป์, 2537 และ บุญร่วม คิดค้า, 2547) ขั้นตอนต่างๆ สรุปไว้ในภาพที่ 2

2. การวิเคราะห์ปริมาณสาร phytosterol

2.1 spot สาร β-sitosterol มาตรฐาน (ACROS ORGANICS, U.S.A.) ความเข้มข้น 2000 ppm 1500 ppm 1000 ppm และ 500 ppm อย่างละ 1 จุดๆ ละ 2 ไมโครลิตร ลงบนแผ่นโครมาโทกราฟีแบบผิวบางที่เคลือบด้วยซิลิกาเจล (TLC plate silica gel $60F_{254}$, E. Merck) แล้ว spot สารสกัดจากกวาวเครือแดงที่ได้จากแต่ละทรีตเมนต์ๆ ละ 6 จุด (6 ซ้ำ) โดย spot จุดละ 2 ไมโครลิตร บนแผ่นโครมาโทกราฟีผิวบางแผ่นเดียวกัน (พรทิพย์ จันทร์ราช, 2547)

2.2 ชะแผ่นโครมาโทกราฟีแบบผิวบางด้วยเฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) $CHCl_3$ และ MeOH ในอัตราส่วน 9:1 โดยปริมาตร (พรรณิภา ชุมศรี, 2536) ปล่อยให้แห้งแล้วพ่นด้วย 10% H_2SO_4 จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 100^0C 5 นาที (Lamparczyk, 1992)

2.3 ทำกราฟมาตรฐาน (standard curve) โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มสีของ spot (pixels) กับปริมาณของ β-sitosterol มาตรฐาน บนแผ่นโครมาโทกราฟีแบบผิวบางที่ได้จากข้อ 2.2 ด้วยเครื่อง Fluor-s Multi Imager (ยี่ห้อ Fluor-s™ MultiImager, Bio-Active Co, Ltd.) ปริมาณ phytosterol หาได้จากความเข้มสีของ spot ของสารสกัดกวาวเครือแดงจากแต่ละทรีตเมนต์บนแผ่นโครมาโทกราฟีแบบผิวบาง (โดยขนาดของ spot มีขนาดเท่ากัน) เทียบกับค่าบนกราฟมาตรฐาน



ภาพที่ 2 แผนผังแสดงขั้นตอนการสกัดและการวิเคราะห์ปริมาณ phytosterol

หมายเหตุ จาก บุญร่วม คิดค้า (2547)

การวิเคราะห์ข้อมูล

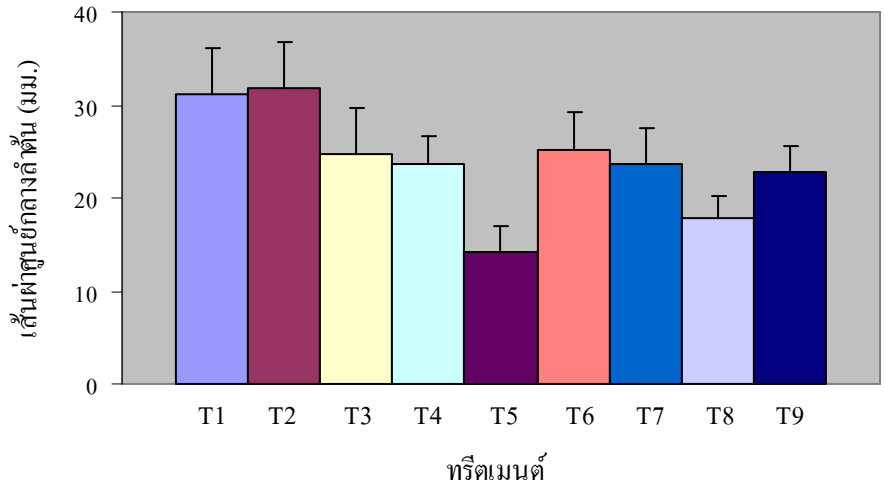
วิเคราะห์ทางสถิติ analysis of variance (ANOVA) แบบ 3^2 factorial in RCBD ของการเจริญเติบโตของลำต้นและราก ค่าทางเคมีของดินในแปลงปลูก ธาตุอาหารในรากกวาวเครือแดง และปริมาณ phytosterol ในรากของกวาวเครือแดง ด้วยโปรแกรม SPSS v.13 for window และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (duncan's new multiple range test)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

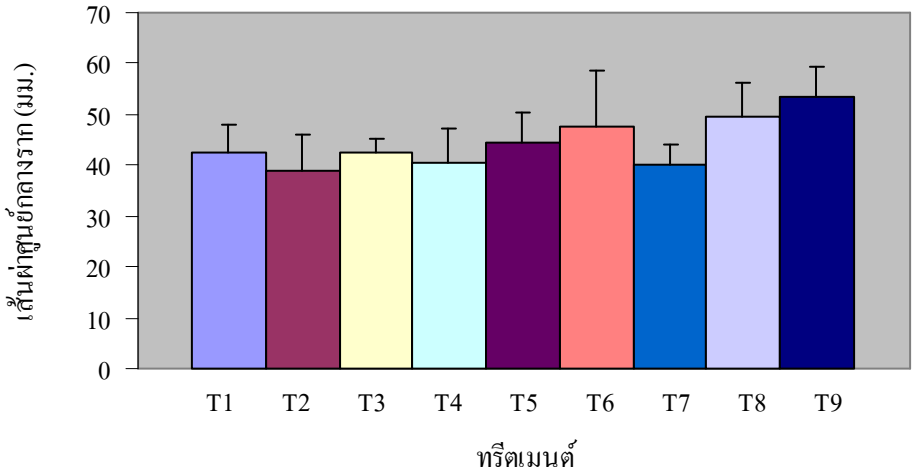
การเจริญเติบโตของลำต้นและรากกวาวเครือแดง

วัดการเจริญเติบโตของลำต้นโดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นและวัดการเจริญเติบโตของรากโดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางราก ความยาว ความแน่นเนื้อ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้น พบว่าการให้ปุ๋ยร่วมกับการให้ NAA และ GA_3 ทำให้ลำต้นของกวาวเครือแดงมีเส้นผ่าศูนย์กลางแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการให้ NAA 100 ppm ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด (31.84 มม.) (ภาพที่ 3 และตารางภาคผนวกที่ 1, 12) ปุ๋ยทำให้รากกวาวเครือแดงมีความยาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ให้รากมีความยาวมากที่สุด (23.93 มม.) รองลงมาคือปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ (19.44 มม.) ไม่แตกต่างจากการไม่ให้ปุ๋ย (16.98 มม.) NAA และ GA_3 ไม่ทำให้รากกวาวเครือแดงมีความยาวแตกต่างกัน (ภาพที่ 5 ตารางภาคผนวกที่ 1, 7 และภาพผนวกที่ 1B) ปุ๋ยทำให้รากกวาวเครือแดงมีน้ำหนักสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ให้น้ำหนักสดมากที่สุด (295.83 ก.) รองลงมาคือปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ (259.17 ก.) การไม่ให้ปุ๋ยให้น้ำหนักสดน้อยที่สุด (180.56 ก.) NAA และ GA_3 ทำให้รากกวาวเครือแดงมีน้ำหนักสดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3 ให้น้ำหนักสดมากที่สุด (262.22 ก.) ไม่แตกต่างจาก NAA 100 ppm (258.06 ก.) ส่วน GA_3 100 ppm ให้น้ำหนักสดน้อยที่สุด (215.28 ก.) (ภาพที่ 7 และตารางภาคผนวกที่ 2, 7, 10) ปุ๋ยทำให้รากกวาวเครือแดงมีน้ำหนักแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ให้น้ำหนักแห้งมากที่สุด (48.22 ก.) รองลงมาคือปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ (37.17 ก.) ไม่แตกต่างจากการไม่ให้ปุ๋ย (31.81 ก.) NAA และ GA_3 ไม่ทำให้รากกวาวเครือแดงมีน้ำหนักแห้งแตกต่างกัน (ภาพที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 2, 7) การให้ปุ๋ยร่วมกับการฉีดพ่น NAA และ GA_3 ทำให้รากกวาวเครือแดงมีความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm มีความชื้นมากที่สุด (88.06%) (ภาพที่ 9 และตารางภาคผนวกที่ 3, 13) ปุ๋ย

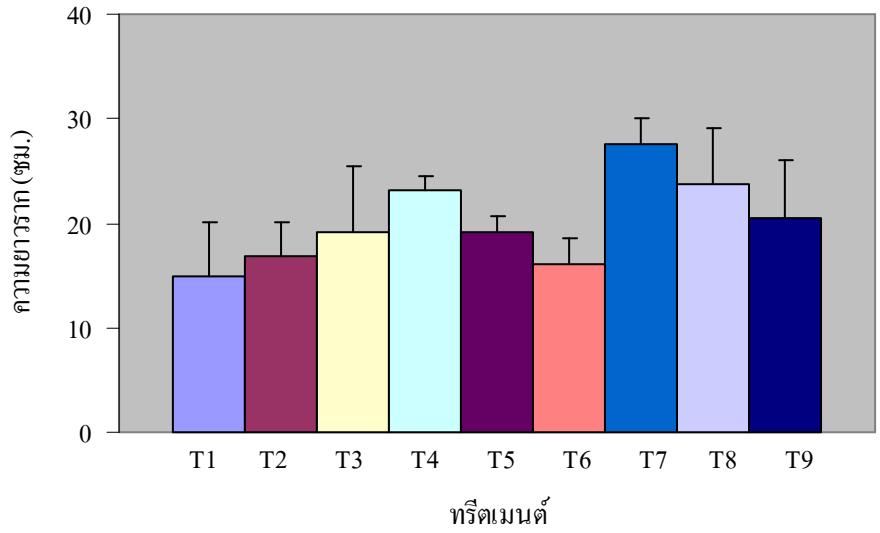
NAA และ GA_3 ไม่ทำให้รากกวาวเครือแดงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความแน่นเนื้อแตกต่างกัน (ภาพที่ 4 , 6 ตารางภาคผนวกที่ 1, 2, 16 และภาพผนวกที่ 1A)



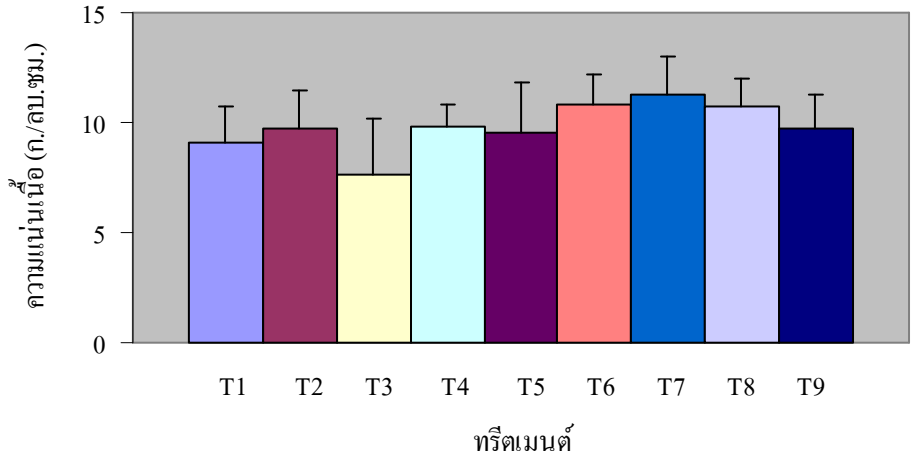
ภาพที่ 3 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นของกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



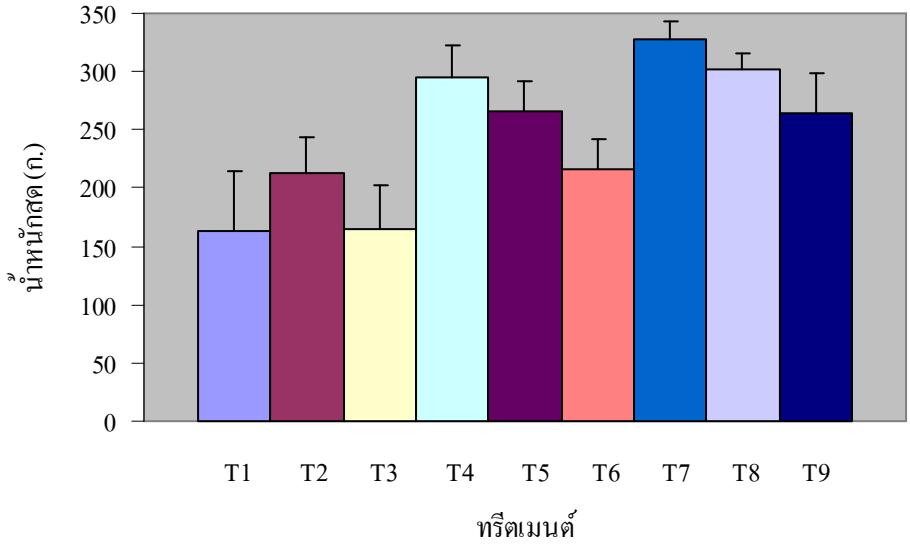
ภาพที่ 4 เส้นผ่าศูนย์กลางของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



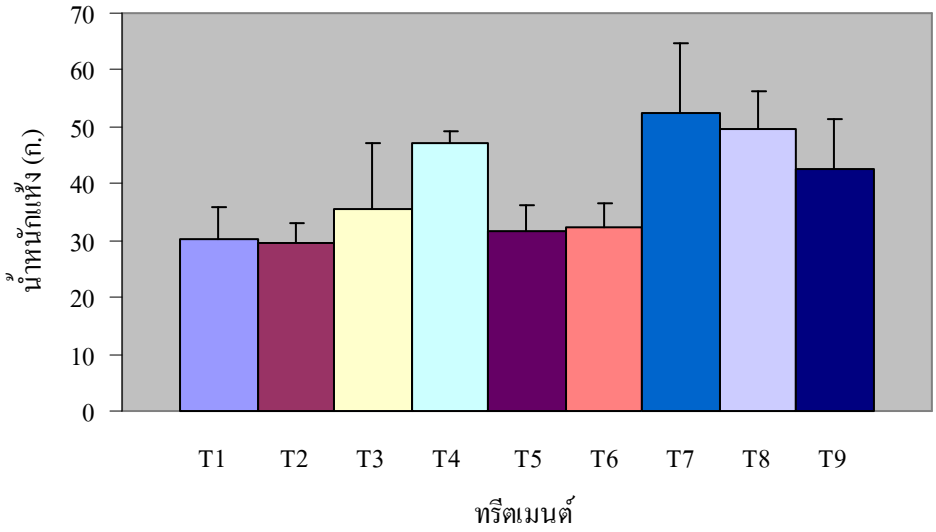
ภาพที่ 5 ความยาวของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



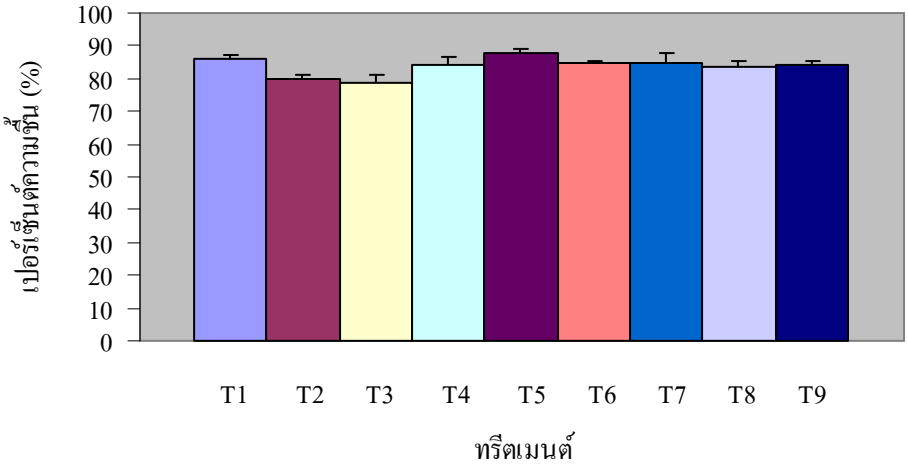
ภาพที่ 6 ความแน่นเนื้อของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



ภาพที่ 7 น้ำหนักสดของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



ภาพที่ 8 น้ำหนักแห้งของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



ภาพที่ 9 ความชื้นของรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)

การให้ปุ๋ย NAA และ GA_3 ทำให้การเจริญเติบโตของลำต้นและรากแตกต่างกัน NAA 100 ppm ทำให้ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุด NAA จะไปเพิ่มความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ (wall plasticity) โดยส่งผลต่อการยืดตัวของเซลล์และการขยายตัวของผนังเซลล์เป็นการยืดตัวแบบถาวร (ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์, 2545; ลิลลี่ กาวีต๊ะ, 2549) แต่ NAA 100 ppm ทำให้รากกวาวเครือแดงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความยาว น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความชื้นค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับลิลลี่ กาวีต๊ะ (2549) ที่พบว่า การให้ออกซินที่ความเข้มข้นต่ำจะสามารถกระตุ้นการยืดตัวของรากและกระตุ้นการเติบโตของรากได้ แต่ถ้าความเข้มข้นที่สูงเช่นในการทดลองครั้งนี้จะยับยั้งการยืดของราก Taiz and Zeiger (1991) รายงานว่า ออกซินเป็นกลุ่มของสารที่สามารถชักนำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ลำต้น โดยทำให้ receptive cell ในส่วนของลำต้นเกิดการปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนเข้าไปในผนังเซลล์ขั้นที่หนึ่ง (primary wall) ที่อยู่รอบๆ ซึ่งทำให้ค่า pH ลดลง เกิดการคลายตัวของผนังเซลล์และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

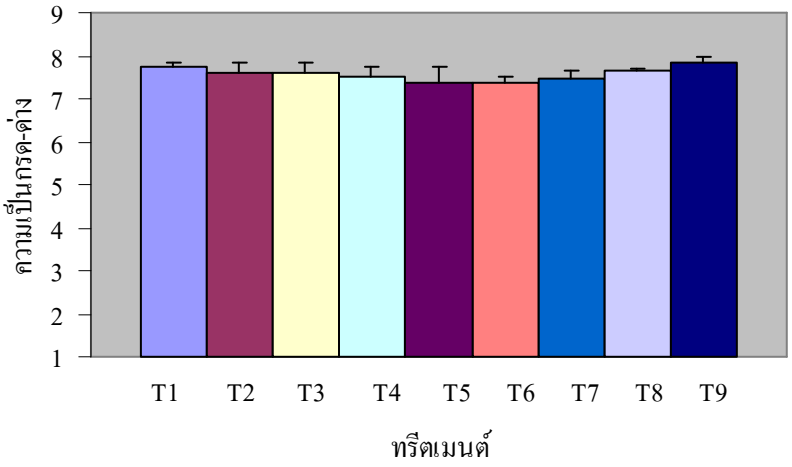
การให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้รากกวาวเครือแดงมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และความแน่นเนื้อสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ สอดคล้องกับที่มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย (2548) ได้แนะนำให้ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25-50 กก./ไร่ เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตแก่มันสำปะหลังพันธุ์ห้วยบง 60 โดยรากของกวาวเครือแดงมีลักษณะคล้ายกับมันสำปะหลัง (นิสากร ปานประสงค์, 2542; อรดี สหวัชรินทร์, 2542) และแปลงปลูกกวาวเครือแดงที่ทดลองเป็นดินเหนียว การใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จึงทำให้ดินดีขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2543) รากกวาวเครือแดงจึงเจริญได้ดีกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้การทดลองจะอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน แต่ช่วงที่ทำการทดลองเป็นช่วงฤดูฝนและมีปริมาณฝนมาก ทำให้น้ำระบาย

ออกจากแปลงทดลองไม่ทันและเกิดการท่วมขังบางส่วนของแปลงทดลอง จึงอาจส่งผลต่อการทดลองได้

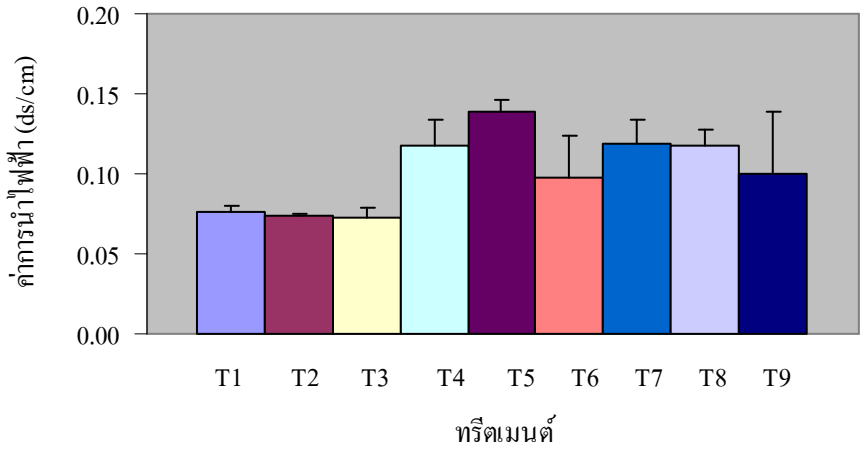
ค่าทางเคมีของดินในแปลงปลูก

จากการนำดินในแปลงปลูกที่ได้รับอิทธิพลจากการให้ปุ๋ย NAA และ GA_3 มาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียม พบว่า การให้ปุ๋ยทำให้ดินในแปลงปลูกมีความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการไม่ให้ปุ๋ยและให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้ความเป็นกรด-ด่างเท่ากัน (7.65) ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ให้ความเป็นกรด-ด่างน้อยที่สุด (7.41) การฉีดพ่น NAA และ GA_3 ไม่ทำให้ดินในแปลงปลูกมีความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกัน (ภาพที่ 10 และตารางภาคผนวกที่ 4, 8) ปุ๋ยทำให้ดินในแปลงปลูกมีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ทำให้ดินมีค่าการนำไฟฟ้ามากที่สุด (0.118 ds/cm) ไม่แตกต่างจากปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ (0.112 ds/cm) การไม่ให้ปุ๋ยทำให้ดินมีค่าการนำไฟฟ้าน้อยที่สุด (0.074 ds/cm) การฉีดพ่น NAA และ GA_3 ทำให้ดินในแปลงปลูกมีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การฉีดพ่น NAA 100 ppm ทำให้ดินมีค่าการนำไฟฟ้ามากที่สุด (0.110 ds/cm) ไม่แตกต่างจากการไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3 (0.105 ds/cm) ส่วน GA_3 100 ppm มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยที่สุด (0.090 ds/cm) (ภาพที่ 11 และตารางภาคผนวกที่ 4, 8, 11) ปุ๋ยและการฉีดพ่น NAA และ GA_3 ไม่ทำให้ดินในแปลงปลูกมีปริมาณอินทรียวัตถุแตกต่างกัน (ภาพที่ 12 และตารางภาคผนวกที่ 4, 17) ปุ๋ยทำให้ดินในแปลงปลูกมีปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด (0.096%) ไม่แตกต่างจากปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ (0.091%) การไม่ให้ปุ๋ยทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด (0.079%) การฉีดพ่น NAA และ GA_3 ทำให้ดินในแปลงปลูกมีปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การฉีดพ่น GA_3 100 ppm ทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด (0.092%) ไม่แตกต่างจากการไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3 (0.087%) ส่วน NAA 100 ppm ทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด (0.086%) (ภาพที่ 13 และตารางภาคผนวกที่ 5, 9, 11) ปุ๋ยทำให้ดินในแปลงปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ทำให้ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด (4.344 ppm) ไม่แตกต่างจากปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ (4.133 ppm) การไม่ให้ปุ๋ยมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุด (2.267 ppm) การฉีดพ่น NAA และ GA_3 ไม่ทำให้ดินในแปลงปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสแตกต่างกัน (ภาพที่ 14 และตารางภาคผนวกที่ 5, 9) ปุ๋ยทำให้ดินในแปลงปลูกมีปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้ดินมีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด (268.73 ppm) รองลงมา

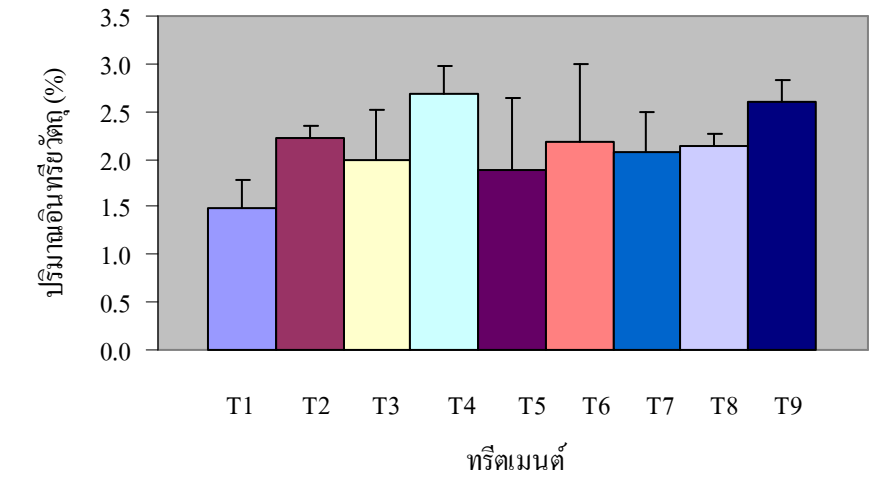
คือปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ (183.75 ppm) และไม่แตกต่างจากการไม่ให้ปุ๋ย (164.10 ppm) การฉีดพ่น NAA และ GA_3 ไม่ทำให้ดินในแปลงปลูกมีปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกัน (ภาพที่ 15 และตารางภาคผนวกที่ 5, 9)



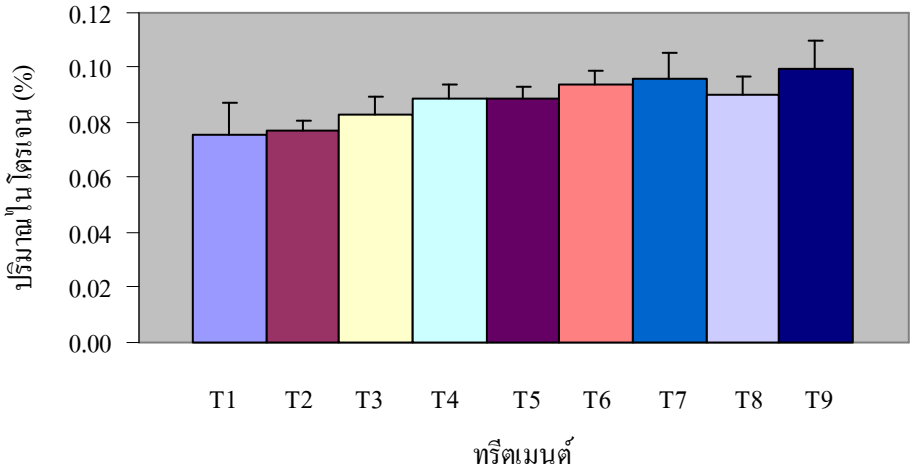
ภาพที่ 10 ความเป็นกรด-ด่างของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



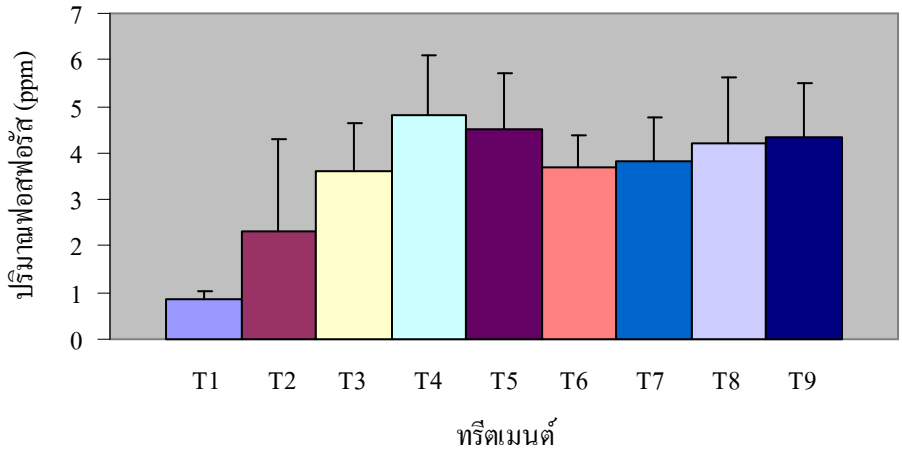
ภาพที่ 11 ค่าการนำไฟฟ้าของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



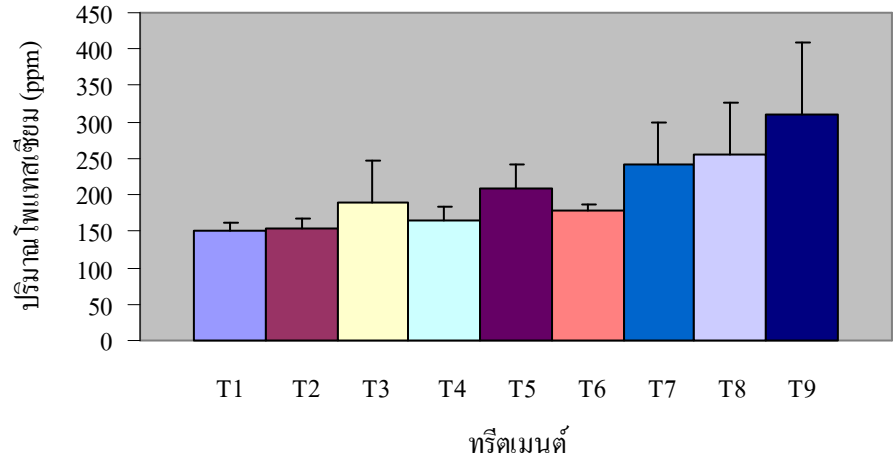
ภาพที่ 12 ปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



ภาพที่ 13 ปริมาณไนโตรเจนของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



ภาพที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัสของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



ภาพที่ 15 ปริมาณโพแทสเซียมของดินในแปลงปลูกแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)

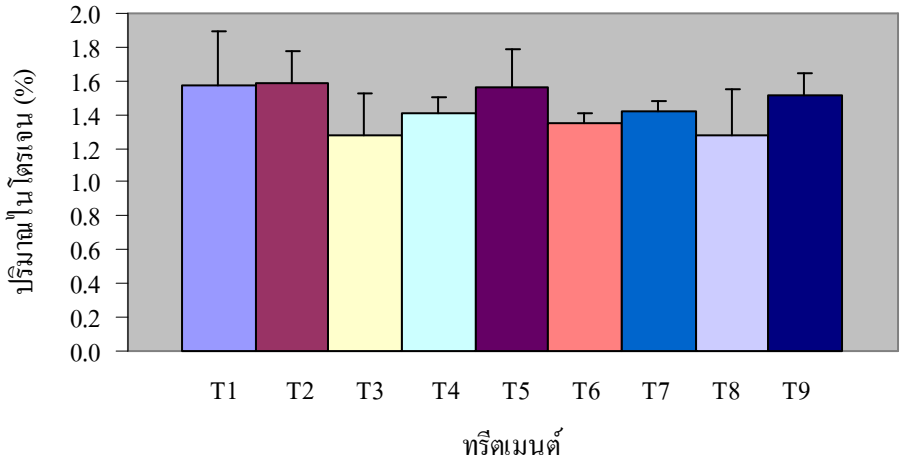
การให้ปุ๋ยร่วมกับการฉีดพ่น NAA และ GA_3 ไม่ทำให้ค่าทางเคมีของดินในแปลงปลูกมีความแตกต่างกัน แต่การให้ปุ๋ยทำให้ดินในแปลงปลูกมีความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส และปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การฉีดพ่น NAA และ GA_3 ทำให้ดินในแปลงปลูกมีค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ทำให้ดินในแปลงปลูกมีปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้ปุ๋ย การให้ปุ๋ยทั้ง 2 แบบทำให้

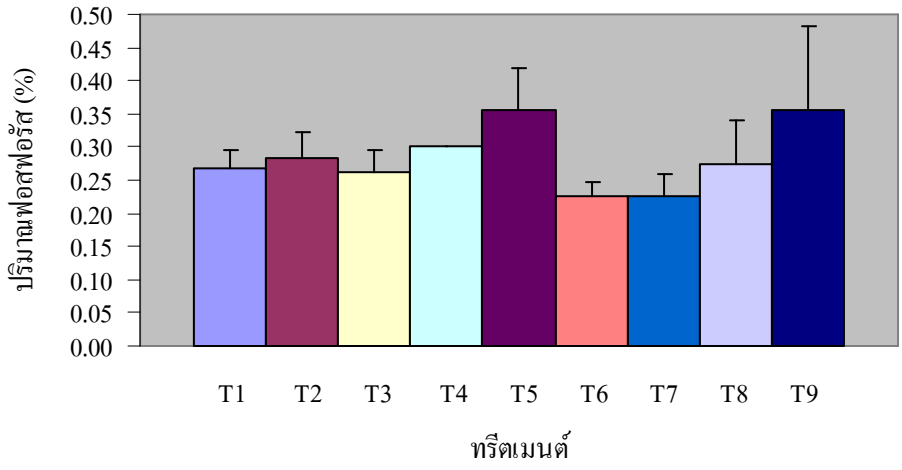
ดินในแปลงปลูกมีปริมาณไนโตรเจนและปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากปุ๋ยคอกที่ใช้ในการทดลองได้จากมูลสัตว์ซึ่งมีส่วนของอาหารสัตว์ที่ยังย่อยไม่หมด เมื่อเกิดการสลายตัวธาตุอาหารซึ่งเคยเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างจะแปรสภาพมาอยู่ในรูปที่ง่ายต่อการใช้ประโยชน์ของพืช โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัสมีอยู่ค่อนข้างมากในอินทรียสาร (ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) และเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อแบคทีเรีย และเชื้อรามีผลต่อการเพิ่มกิจกรรมเอนไซม์ไซแลนเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายสารประกอบเฮมิเซลลูโลสและ phosphatase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์ของสารประกอบฟอสฟอรัสในดิน (ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์ พิทยากร ลิ่มทอง และวรรณดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, 2535) จึงทำให้ผลของการใส่ปุ๋ยคอกในแปลงปลูกกวาวเครือแดงมีปริมาณธาตุทั้งสองใกล้เคียงกับการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ซึ่งเป็นปุ๋ยเคมีที่มีธาตุครบทั้งสามธาตุและสามารถปลดปล่อยธาตุออกมาให้พืชได้ใช้ประโยชน์โดยง่าย (ยงยุทธ โอสถสภา, 2543; ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547)

ธาตุอาหารในรากกวาวเครือแดง

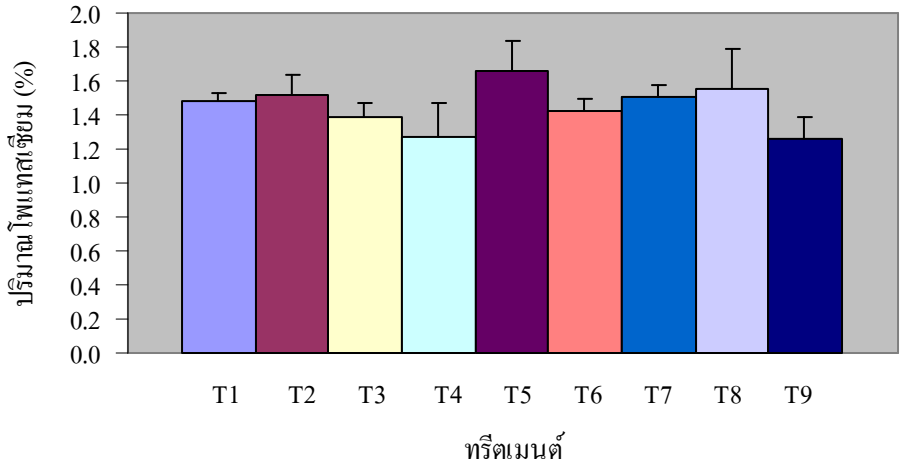
การให้ปุ๋ย NAA และ GA_3 ไม่ทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกัน (ภาพที่ 16 และตารางภาคผนวกที่ 6, 18) แต่ปุ๋ยร่วมกับการฉีดพ่น NAA และ GA_3 ทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณฟอสฟอรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm ให้ปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดเท่ากัน (0.354%) (ภาพที่ 17 และตารางภาคผนวกที่ 6, 15) ปุ๋ยไม่ทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกัน แต่การฉีดพ่น NAA และ GA_3 มีผลทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ NAA 100 ppm ให้ปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด (1.575%) รองลงมาคือไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3 (1.422%) ไม่แตกต่างจาก GA_3 100 ppm (1.355%) (ภาพที่ 18 และตารางภาคผนวกที่ 6, 10)



ภาพที่ 16 ปริมาณไนโตรเจนในรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



ภาพที่ 17 ปริมาณฟอสฟอรัสในรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)



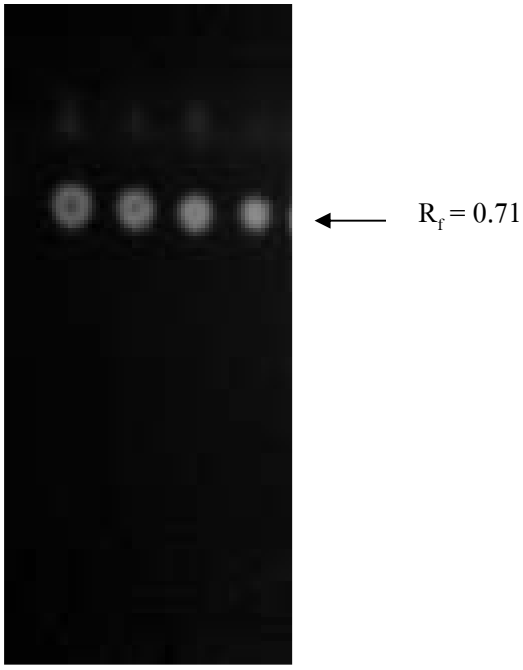
ภาพที่ 18 ปริมาณโพแทสเซียมในรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)

การให้ปุ๋ยร่วมกับการฉีดพ่น NAA และ GA_3 ไม่ทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณไนโตรเจนแตกต่างกัน แต่ปริมาณฟอสฟอรัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการฉีดพ่น NAA และ GA_3 ทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณโพแทสเซียมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ

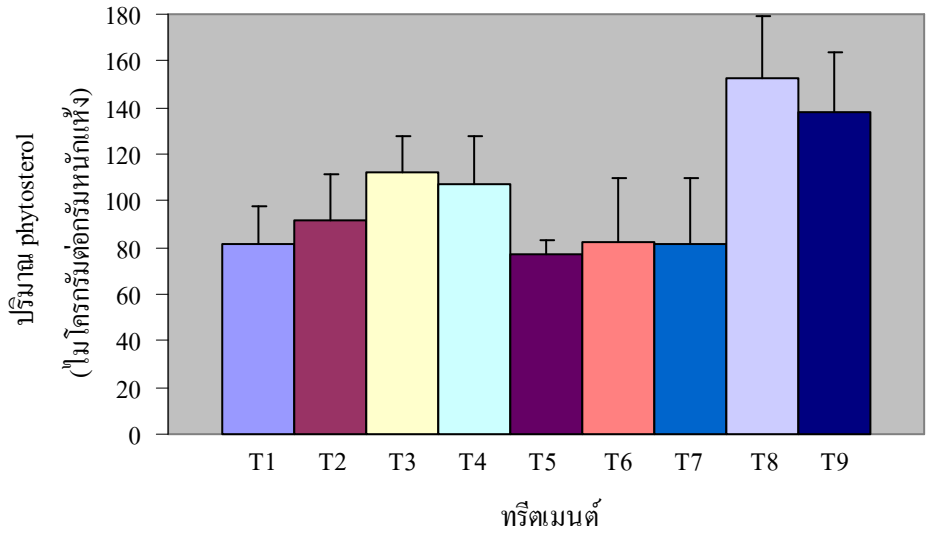
ปริมาณธาตุอาหารที่พบในรากของกวาวเครือแดง อาจทำให้ผลการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากไม่ได้ทำการเก็บใบซึ่งเป็นส่วนของพืชที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชและผลการวิเคราะห์จะมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ศรีสม สุวรรณวงศ์, 2547) สาเหตุที่ไม่สามารถทำการเก็บใบกวาวเครือแดงมาทำการวิเคราะห์ เนื่องจากช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างครั้งสุดท้ายคือเดือนพฤศจิกายน เป็นช่วงที่กวาวเครือแดงอยู่ในระยะผลัดใบ ซึ่งในแปลงปลูกที่ฟาร์มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (กันยายนถึงธันวาคม) กวาวเครือแดงจะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาที่ช้ากวาวเครือแดงที่อยู่ในธรรมชาติ (กรกฎาคมถึงตุลาคม) ประมาณ 2 เดือน (บุญร่วม คิดค้า, 2547) ดังนั้นหากมีการทดลองต่อไปควรพิจารณาถึงฤดูปลูกและช่วงของการเจริญเติบโตและพัฒนาด้วย

ปริมาณ phytosterol ในรากกวาวเครือแดง

การตรวจสอบสารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง มีสารที่มีค่า retention mobility (R_f) เท่ากับ R_f ของสาร β-sitosterol มาตรฐาน คือ 0.71 (ภาพที่ 19) และจากการวิเคราะห์ความเข้มสีของ spot ของสารสกัดกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์เปรียบเทียบกับความเข้มสีของสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ ด้วยเครื่อง Fluor-s Multi Imager (ภาพที่ 21 ถึง 29) พบว่ากวาวเครือแดงที่ไม่ได้รับปุ๋ยและไม่ได้รับ NAA และ GA_3 (T1) และกวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ (T7) ให้ปริมาณ β-sitosterol ไม่แตกต่างกัน ส่วนกวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm (T8) และกวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm (T9) มีปริมาณ phytosterol เฉลี่ยมากที่สุด คือ เทียบเป็นปริมาณ β-sitosterol 152.26 และ 138.17 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ แต่กวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่น NAA 100 ppm หรือ GA_3 100 ppm ไม่กระตุ้นให้ปริมาณ β-sitosterol สูงขึ้น แต่กลับทำให้ปริมาณลดลง (ภาพที่ 20 และตารางภาคผนวกที่ 3, 14)



ภาพที่ 19 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสาร β-sitosterol มาตรฐานปริมาณ 2 ไมโครลิตรที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ



ภาพที่ 20 ปริมาณ β-sitosterol ในรากกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ (I = SD)

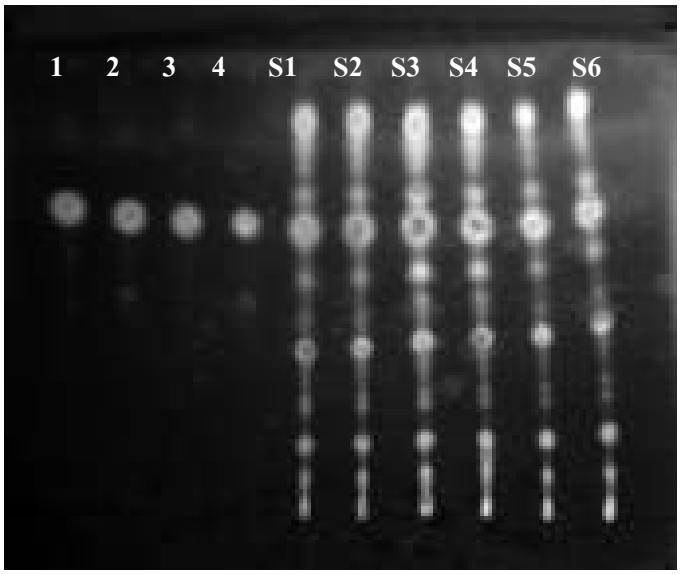
ดังนั้น การฉีดพ่น NAA 100 ppm หรือ GA_3 100 ppm สามารถกระตุ้นให้มีปริมาณ β-sitosterol สูงขึ้นได้ ไม่ว่าจะใช้ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ หรือไม่ ผลของการฉีดพ่น NAA และ GA_3 สอดคล้องกับการศึกษาของ Geuns and Vendrig (1973) ที่พบว่า เมื่อทำการแช่ hypocotyl ของถั่วเขียว (*Phaseolus aureus*) ที่ถูกตัดเป็นชิ้นไว้ใน NAA เป็นเวลา 20 ชม. จะส่งผลให้สารกลุ่ม sterol ได้แก่ β-sitosterol และ stigmasterol มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เนื่องจาก NAA กระตุ้นการเปลี่ยน cycloartenol ไปเป็น sterol โดยทำให้ isofucosterol เปลี่ยนเป็น β-sitosterol และ stigmasterol เพิ่มขึ้น (ภาพผนวกที่ 2) (Davies, 2004; Geuns and Vendrig, 1973; Srivastava, 2002) และสอดคล้องกับการศึกษาของ Shewry and Stobart (1974) ที่พบว่าการให้ GA_3 3×10^{-4} M แก่เมล็ดเฮเซล (*Corylus avellana*) มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณ stigmasterol และ campesterol ในทางที่เพิ่มขึ้น และ Westerman and Roddick (1982, 1983) พบว่า การให้ GA_3 ในถั่วลันเตาพันธุ์แคระและพันธุ์สูง จะทำให้ปริมาณของสารกลุ่ม sterol ได้แก่ β-sitosterol, stigmasterol และ campesterol ในส่วนยอดมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นและส่งเสริมการยืดตัวของส่วนยอดด้วย และการให้ GA_3 ที่ความเข้มข้น 3×10^{-4} M แก่ดอกแดนดิไลอัน (*Taraxacum officinale*) ทำให้ปริมาณ β-sitosterol มากขึ้น การให้ gibberellic acid ทำให้ activity ของเอนไซม์ในกระบวนการสร้าง mevalonic acid เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการสร้าง squalene ได้มากขึ้น (Srivastava, 2002)

สรุปว่า ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ มีผลร่วมกับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นผลของ NAA มากกว่าการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลมาจากการกระตุ้นด้วย GA_3

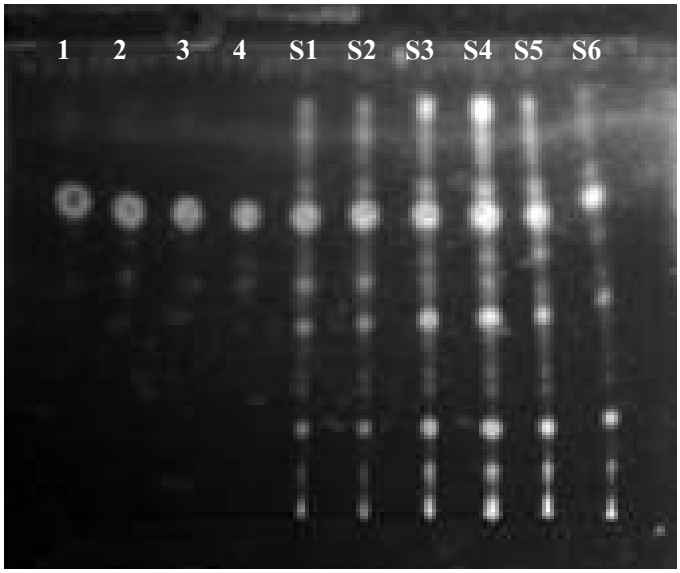
กรณีของปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่น NAA 100 ppm หรือ GA_3 100 ppm พบว่า การให้ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ (T4) สามารถเพิ่ม phytosterol ได้เช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Burnison, *et al*. (2003) ที่พบว่าใน hog manure มีสารกลุ่ม phytosterol ซึ่งสามารถแสดงฤทธิ์เป็น estrogen ได้แก่ 17-β-estradiol และ estrone และการศึกษาของ Loughrin and Szogi (2006) พบว่า ใน swine manure มีสารกลุ่ม free fatty acid 8 ชนิด และสารกลุ่ม sterol 5 ชนิด แต่การให้ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับการฉีดพ่น NAA 100 ppm หรือ GA_3 100 ppm กลับทำให้ปริมาณของ phytosterol น้อยกว่าการให้ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียว แสดงว่า NAA และ GA_3 มีผลต่อการนำปุ๋ยคอกไปใช้ในการสะสม phytosterol จึงควรศึกษาถึงผลการให้ปุ๋ยคอกร่วมกับการฉีดพ่น NAA และ GA_3 ต่อไป

ส่วนกวาวเครือแดงได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 ร่วมกับการฉีดพ่น NAA 100 ppm และ GA_3 100 ppm มีปริมาณ phytosterol สูงกว่ากวาวเครือแดงที่ได้รับการฉีดพ่น NAA 100 ppm หรือ GA_3 100 ppm เพียงอย่างเดียว อาจเป็นเพราะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมซึ่งเป็นองค์ประกอบของปุ๋ยสูตร 15-15-15 อาจมีผลทำให้สารที่ใช้ในการสังเคราะห์ phytosterol เพิ่มขึ้น

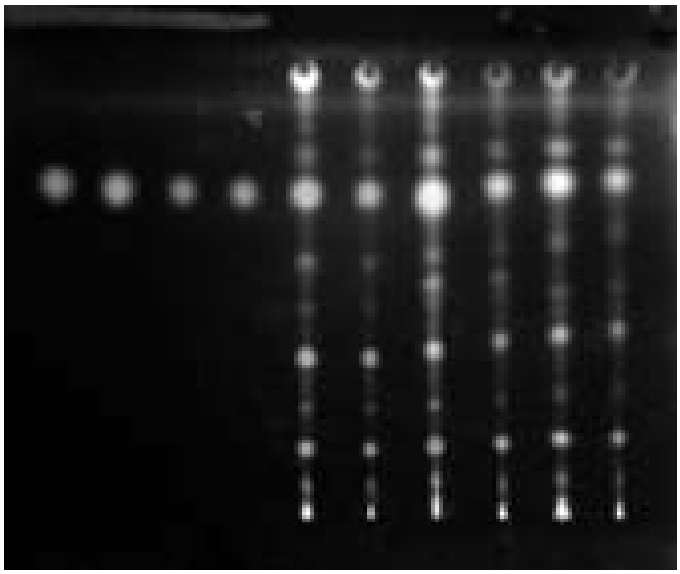
สามารถใช้ข้อมูลจากผลการศึกษานี้ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่แสดงแนวโน้มอิทธิพลของปุ๋ยคอก ปุ๋ยสูตร 15-15-15 NAA และ GA_3 ต่อการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารกวาวเครือแดงได้ แต่เนื่องจากปริมาณการให้ปุ๋ยและความเข้มข้นของ NAA และ GA_3 ในการศึกษานี้มีเพียงระดับเดียว จึงควรมีการศึกษาเพื่อหาปริมาณการให้ปุ๋ยและความเข้มข้นของ NAA และ GA_3 ที่จะทำให้เพิ่มปริมาณการสะสม phytosterol ต่อไป ทั้งนี้ต้องอาศัยหลักเกณฑ์การปฏิบัติที่ดี (good agricultural practices) ของพืชสมุนไพรมาเป็นขอบเขตในการศึกษาและการผลิตเพื่อรบกวนสภาพแวดล้อมให้น้อยที่สุด



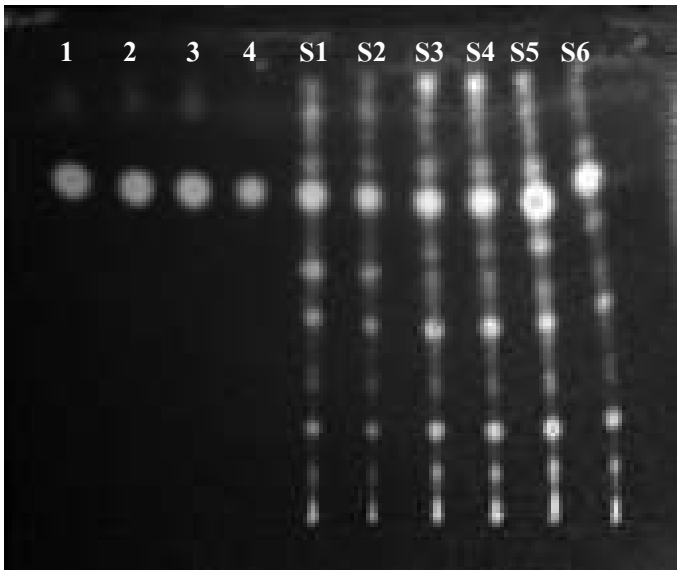
ภาพที่ 21 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดงที่ไม่ได้รับปุ๋ย และไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3 (T1) จำนวน 6 ซ้ำ (S1-S6) เปรียบเทียบกับสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ



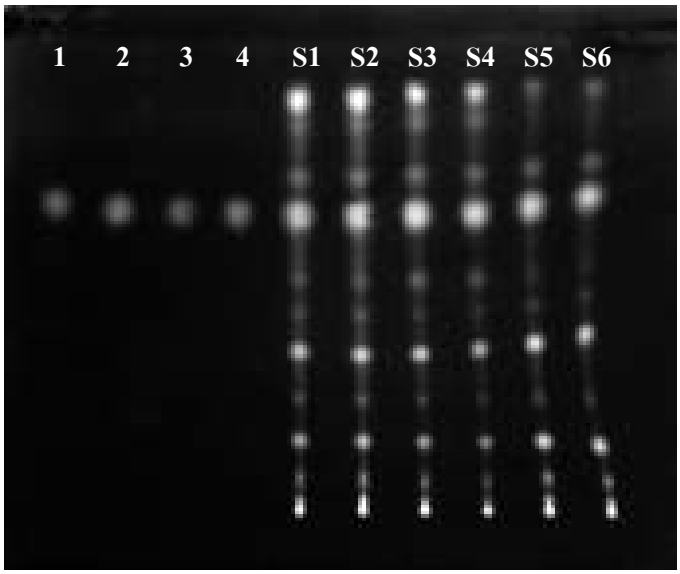
ภาพที่ 22 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดงที่ได้รับการฉีดพ่น NAA 100 ppm (T2) จำนวน 6 ซ้ำ (S1-S6) เปรียบเทียบกับสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ



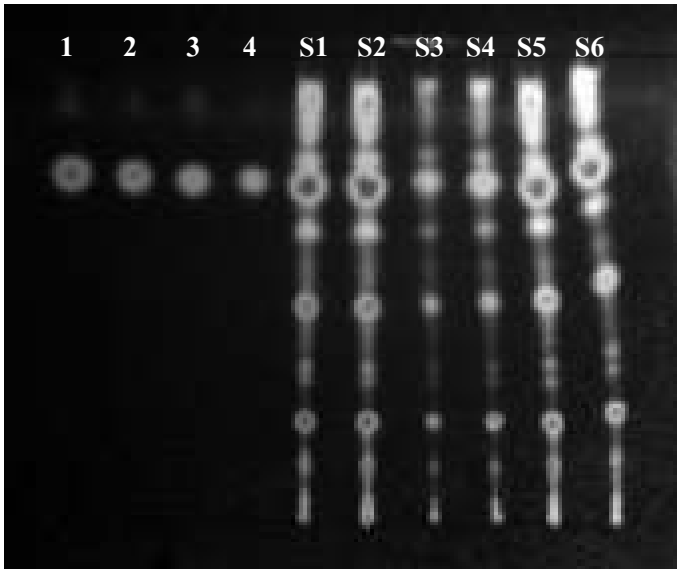
ภาพที่ 23 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดงที่ได้รับการฉีดพ่น GA_3 100 ppm (T3) จำนวน 6 ซ้ำ (S1-S6) เปรียบเทียบกับสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ



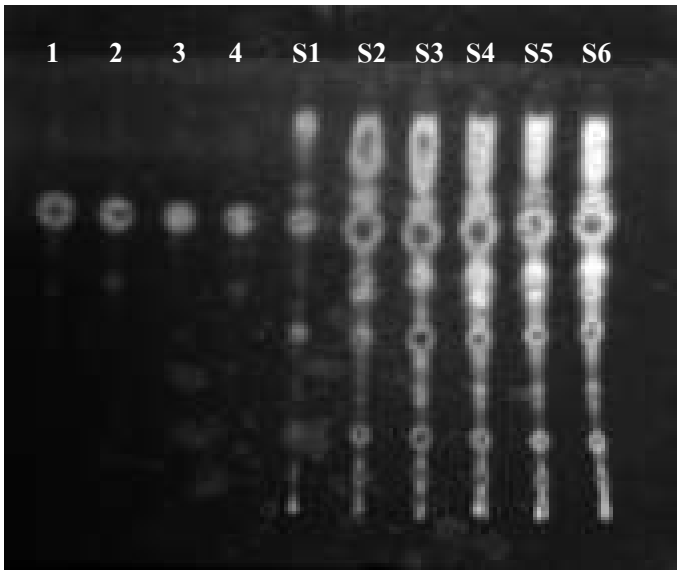
ภาพที่ 24 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดงที่ได้รับการให้ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ (T4) จำนวน 6 ซ้ำ (S1-S6) เปรียบเทียบกับสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ



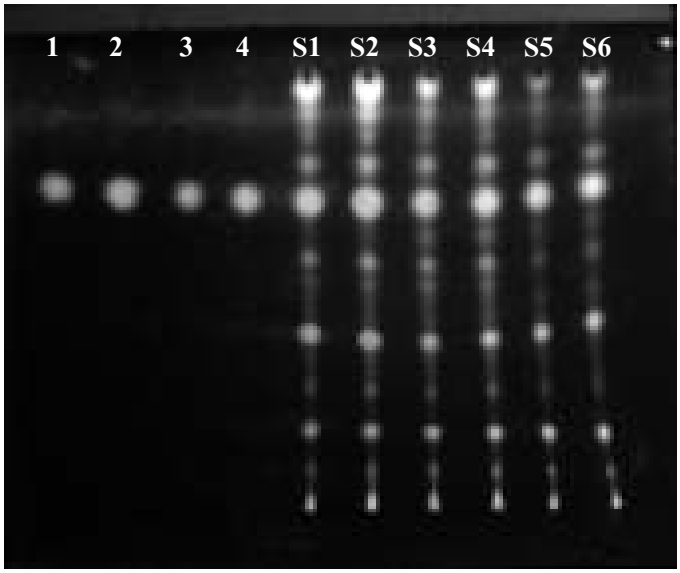
ภาพที่ 25 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดงที่ได้รับการให้ปุ๋ยคอกและฉีดพ่น NAA 100 ppm (T5) จำนวน 6 ซ้ำ (S1-S6) เปรียบเทียบกับสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ



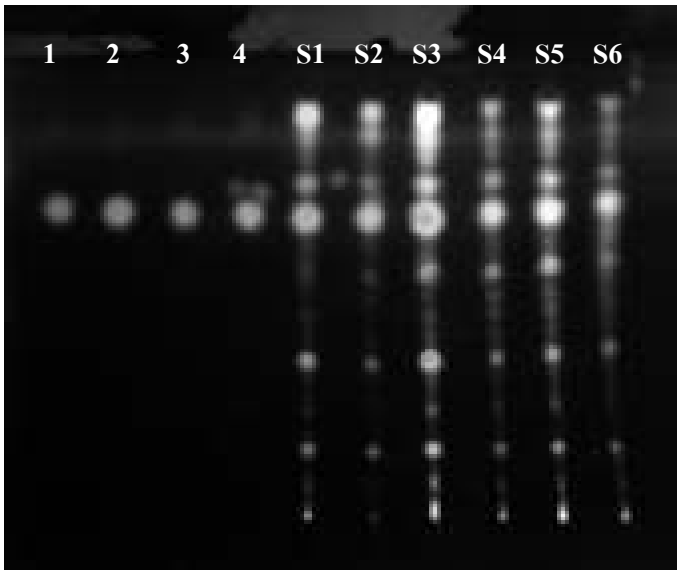
ภาพที่ 26 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดงที่ได้รับการให้ปุ๋ยคอกและฉีดพ่น GA_3 100 ppm (T6) จำนวน 6 ซ้ำ (S1-S6) เปรียบเทียบกับสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ



ภาพที่ 27 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดงที่ได้รับการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ (T7) จำนวน 6 ซ้ำ (S1-S6) เปรียบเทียบกับสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ



ภาพที่ 28 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดงที่ได้รับการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และฉีดพ่น NAA 100 ppm (T8) จำนวน 6 ซ้ำ (S1-S6) เปรียบเทียบกับสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ



ภาพที่ 29 โครมาโตแกรมของโครมาโทกราฟีแบบผิวบางของสารสกัดกวาวเครือแดงที่ได้รับการให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และฉีดพ่น GA_3 100 ppm (T9) จำนวน 6 ซ้ำ (S1-S6) เปรียบเทียบกับสาร β-sitosterol มาตรฐานที่ความเข้มข้น 2000 ppm (1) 1500 ppm (2) 1000 ppm (3) และ 500 ppm (4) ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

การฉีดพ่น NAA 100 ppm ทำให้ลำต้นกวาวเครือแดงมีเส้นผ่าศูนย์กลางและรากกวาวเครือแดงมีปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm ทำให้รากกวาวเครือแดงมีความชื้นมากที่สุด ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm ทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้รากกวาวเครือแดงมีความยาว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง และทำให้ดินในแปลงปลูกมีความเป็นกรด-ด่างและปริมาณโพแทสเซียมมากที่สุด ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้ดินในแปลงปลูกมีความเค็ม ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุด ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm ทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณ phytosterol มากที่สุด แต่การให้ปุ๋ยและการฉีดพ่น NAA และ GA_3 ไม่ทำให้รากมีเส้นผ่าศูนย์กลาง ความแน่นเนื้อ ปริมาณไนโตรเจน และดินในแปลงปลูกมีปริมาณอินทรียวัตถุแตกต่างกัน

รายการอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2543). การปลูกสมุนไพร [ออนไลน์] ได้จาก : http://www.doae.go.th/library/html/detail/linn/linn2.htm

ขนิษฐา ทองโปร่ง และ ยุทธนา สมิตะศิริ. (2530). การศึกษากวาวเครือขาวที่ได้จากต่างแหล่ง : ฤทธิ์เอสโตรเจน ผลต่อพฤติกรรมการขันและผลวิเคราะห์ดิน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จำเป็น อ่อนทอง. (2547). คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 167 หน้า.

ฉวีวรรณ เหลืองวุฒิวิโรจน์ เสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์ พิทยากร ลิ่มทอง และวรรณดา สุนันทพงศ์ศักดิ์. (2535). อิทธิพลของอินทรียวัตถุต่อปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน. วารสารดินและปุ๋ย (14) : 24-35

ธนาธิป รักศิลป์. (2538). องค์ประกอบทางเคมีในหัวกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (เคมี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

บุญร่วม คิดค้า. (2547). อิทธิพลของสภาพแวดล้อม และการเขตกรรม ต่อ การเจริญเติบโต และการสะสมสารเคมีในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ปิยะดา ธีระกุลพิศุทธิ์. (2545). สรีรวิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพของพืชเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 227 หน้า.

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2547). สถิติแผนการทดลองและการวิเคราะห์. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พรทิพย์ จันทร์ราช. (2547). การออกดอก การติดฝักและการสะสมสาร Coumestrol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือขาว (*Pueraria candollei* Grah var. mirifica). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พรรณิภา ชุมศรี. (2536). การสกัด แยก และตรวจวิเคราะห์สารสำคัญจากเนื้อเยื่อพืชสมุนไพร. มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพ. หน้า 216-225.

ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2541). ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. 547 หน้า.

มยุรี ตันติสิระ. (2542). ข้อมูลเกี่ยวกับกวาวเครือ [ออนไลน์] ได้จาก : http://www.pharm.chula.ac.th/surachai/misce/khao-01.htm

มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (2548).[ออนไลน์] ได้จาก : http://tapiocathai.org/about_tapioca/about_tapioca.htm

ยงยุทธ โอสถสภา. (2543). ธาตุอาหารพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ. (2549). การเติบโตและพัฒนาการของพืช. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. หน้า 177-199.

วิทย์ เที่ยงบูรณะธรรม. (2540). พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรุงเทพฯ. 1036 หน้า.

ศุภชัย อุดชาชน. (2545). จะผลิตหญ้าเนเปียร์ยักษ์อย่างไรจึงได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดี. ศูนย์วิจัยอาหารสัตว์ปากช่อง. นครราชสีมา.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. (2547). การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 141 หน้า.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. (2549). คาร์บอนเมทาบอลิซึม. สรีรวิทยาของพืช. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. หน้า 97-159.

สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2544). การศึกษาเปรียบเทียบผลของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่พบในพื้นที่ที่แตกต่างกันสองพื้นที่ ต่อ อวัยวะสืบพันธุ์ พฤติกรรมการสืบพันธุ์ และการแข็งตัวของอวัยวะเพศในหนูขาวเพศผู้ (*Rattus norvegicus*). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาชีววิทยาสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2548). ชีววิทยาพืช. จามจุรีโปรดักท์. กรุงเทพ. 297 หน้า.

อรดี สหวัชรินทร์. (2542). กวาวเครือ สมุนไพรครอบจักรวาล. วารสารเคหการเกษตร. 23(4): 127-136.

อรัญญา มโนสร้อย สมศักดิ์ ทะระถา พิศิษฐ์ ใจนนถีย์ และจีรเดช มโนสร้อย. (ม.ป.ป.). การเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญในหัวกวาวเครือขาว (*Pueraria mirifica*, Airy Shaw Suvatabhandhu) และกวาวเครือแดง (*Butea superba Roxb.*) ที่มีช่วงอายุต่างๆ จากแหล่งต่างๆ ในประเทศไทย. [ออนไลน์] ได้จาก :

http://www.scisoc.or.th/stt/28/web/content/C_03/C02.htm

Burnison, B., Hartmann , A., Lister, A., Servos, R.M., Teernes, T. and Derkraak, G. (2003). A toxicity identification evaluation approach to studying estrogenic substances in hog manure and agricultural runoff. Journal of Environmental toxicology and chemistry. (22): 2243-2250.

Davies, P.J. (2004). Plant Hormones Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Kluwer Academic Publishers, London.

Geuns, M.C. Jan and Vendrig, J.C. (1973). Hormonal control of sterol biosynthesis in *Phaseolus aureus*. Journal of Phytochemistry. (13): 919-922.

Lamparczyk, H. (1992). Sample preparation. p. 10-19 *In* Sherma, J. (ed.) Handbook of Chromatography Analysis and Characterization of Steroids. CRC Press, United States of America.

Loughrin, J.H. and Szogi, A.A. (2006). Free Fatty Acids and Sterols in Swine Manure. Journal of Environmental Science and Health. (41): 31-42.

Moore, S.T. (1993). Lipid Metabolism in Plants. United States of America.

Seigler, D.S. (1995). Plant secondry metabolism. United States of America.

Shewry, P.R. and Stobart, A.K. (1974). Effect of gibberellic acid on sterol production in *Corylus avellana* seeds. Journal of Phytochemistry. (13): 347-355.

Srivastava, L.M. (2002). Plant Growth and Development : Hormones and Environment. Academic Press, China.

Taiz, L. and Zeiger, E. (1991). Plant physiology. California: The Benjamin / Cummings.

Westerman, L. and Roddick, J.G. (1982). Sterol composition of dwarf and tall *Pisum sativum* seedlings in relation to gibberellic-acid-enhanced shoot growth. Journal of Phytochemistry. (21): 1567-1572.

Westerman, L. and Roddick, J.G. (1983). Effects of senescence and gibberellic acid treatment on sterol levels in detached leaves of dandelion (*taraxacum officinale*) . Journal of Phytochemistry. (22): 2318-2319.

บทที่ 4

ผลของ phytosterol ในรากกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ต่อการทำงานของมดลูกหนูขาว (*Rattus norvegicus*)

บทคัดย่อ

กวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) มีสารกลุ่ม phytosterol ได้แก่ β-sitosterol, stigmasterol และ campesterol ที่มีคุณสมบัติคล้ายเอสโตรเจน เป็นสารธรรมชาติที่สามารถแสดงฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์ และนำมาใช้เป็นสารตั้งต้นของยาคุมกำเนิดได้ แต่ยังไม่มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกวาวเครือแดงมาใช้ในการคุมกำเนิด จึงได้ศึกษาผลของ phytosterol ที่สกัดจากรากกวาวเครือแดงต่อการทำงานของมดลูกหนูขาว ทำการทดลองตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม 2549 ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี วิเคราะห์ความแตกต่างของการหดตัวของมดลูกหนูระหว่างการให้สารสกัดกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ให้สารสกัดกวาวเครือแดง โดยวิเคราะห์ทางสถิติแบบ independent sample t-test และเปรียบเทียบทั้ง 9 ทรีตเมนต์ แบบ 3^2 factorial in RCBD ศึกษา 2 ปัจจัยๆ ละ 3 ระดับ คือ 1) ปัจจัยปุ๋ย (ไม่ให้ปุ๋ย ให้ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ และให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่) 2) ปัจจัย NAA และ GA_3 (ไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3 ฉีดพ่น NAA 100 ppm และฉีดพ่น GA_3 100 ppm) พบว่า การให้สารสกัดกวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้การหดตัวของมดลูกหนูแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้ให้สารสกัดกวาวเครือแดง การนำสารสกัดจากรากกวาวเครือแดงที่ได้รับการปฏิบัติทั้ง 9 ทรีตเมนต์ มาเปรียบเทียบกันไม่ทำให้การหดตัวของมดลูกหนูแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้น phytosterol ในกวาวเครือแดงมีผลทำให้เกิดการหดตัวของมดลูกหนูเพิ่มขึ้นได้

บทนำ

กวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) เป็นพืชสมุนไพรไทยที่มีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะ มีการใช้มาแต่โบราณ phytosterol ที่พบในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง ได้แก่ β-sitosterol, stigmasterol และ campesterol มีคุณสมบัติคล้ายเอสโตรเจนซึ่งเป็นฮอร์โมนควบคุมลักษณะทางเพศตลอดจนการทำงานของระบบสืบพันธุ์ในเพศหญิง และสามารถนำมาสังเคราะห์ steroid hormone ได้ (วิทย์ เที่ยงบุญธรรม, 2540; มยุรี ตันติสิระ, 2542; Ryokkynen *et al*., 2005) แต่ในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกวาวเครือแดงมาใช้ในการคุมกำเนิด จึงนำการวิจัยผลของกวาวเครือขาวต่อการคุมกำเนิดมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ในกวาวเครือขาว Attajarusit and Smitasiri (2001) พบว่า การให้สารสกัดกวาวเครือขาวแก่แมลงสาบอเมริกันมีผลทำให้จำนวนไข่ จำนวนไข่ต่อ ootheca และเปอร์เซ็นต์ของ hatch แตกต่างทางสถิติจากกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นผลมาจากสารกลุ่มเอสโตรเจนที่พบในกวาวเครือขาว รุจน์ สุทธิศรี (2542) รายงานว่า เมื่อให้ผงกวาวเครือขาวผสมในอาหารแก่นกพิราบตัวเมีย สามารถยับยั้งการออกไข่ การสร้างไข่และการตกไข่ได้ ในหนูถีบจักรเพศเมีย เมื่อให้ผงกวาวเครือขาวผสมในอาหารปริมาณ 30 มก./วัน เป็นเวลา 30 วัน พบว่าสามารถคุมกำเนิดหนูถีบจักรได้ โดยไม่พบการออกลูกเลย และเมื่อผ่าหน้าท้องออกดู พบว่ามีการตั้งท้องโดยมีตัวอ่อนฝังอยู่ในมดลูกเพียง 1 ตัวเท่านั้น ในหนูขาวพบว่าเมื่อให้ผงกวาวเครือขาวป่นแห้งปริมาณ 100 มก./วัน ในช่วงวันที่ 1-10 ของการตั้งครรภ์ สามารถคุมกำเนิดหนูหลังผสมพันธุ์ได้ 100% สำหรับสุนัขที่เพิ่งผสมพันธุ์ เมื่อให้กินผงกวาวเครือขาวป่นในปริมาณ 1.5-4.5 ก./สัปดาห์ ติดต่อกัน 2-3 สัปดาห์ สามารถคุมกำเนิดหลังผสมพันธุ์ได้ ซึ่งประสิทธิภาพของการคุมกำเนิดขึ้นอยู่กับปริมาณและวิธีในการให้ การทดลองของ Salah, Gathumbi, Vierling and Wagner (2002) พบว่า β-sitosterol และ stigmasterol ที่สกัดจาก *Ruellia praetermissa* มีผลต่อการหดตัวของมดลูกหนูเช่นกัน

ขนิษฐา ทองโปร่ง และ ยุทธนา สมิตะสิริ (2530) พบว่า กวาวเครือขาวที่พบในพื้นที่แตกต่างกันมีฤทธิ์ต่อสัตว์ทดลองต่างกัน อาจเป็นผลมาจากธาตุอาหารในดินแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน มีผลต่อปริมาณการสะสมสารสำคัญของหัวกวาวเครือขาวที่ต่างกัน สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล (2544) พบว่า การให้ผงป่นและสารสกัดกวาวเครือแดงจาก อ.สูงเม่น จ.แพร่ เป็นเวลา 21 วัน และ 42 วันแก่หนูขาว ทำให้จำนวนอสุจิและน้ำหนักสัมพัทธ์เฉลี่ยของ seminal vesicles ของหนูขาวมากกว่าการให้จาก อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทำการ

วิเคราะห์สารอินทรีย์ในดินจากทั้ง 2 พื้นที่ พบว่า อ.สูงเม่น มีปริมาณไนโตรเจน ปริมาณฟอสฟอรัส ปริมาณโพแทสเซียม และปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่า อ.วังน้ำเขียว

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง และการนำสารสกัดที่ได้นั้นมาศึกษาฤทธิ์ต่อการหดตัวของมดลูกหนูขาวเพศเมีย จึงเป็นแนวทางและเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการผลิตและพัฒนากวาวเครือแดงให้มีประสิทธิภาพและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับยาคุมกำเนิดที่ได้มาตรฐานต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย

ทำการทดลองตั้งแต่กุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม 2549 ที่ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาพืช อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F3) และห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของมนุษย์ อาคารศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (F2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำหนูขาวสายพันธุ์ Wistar Rat เพศเมีย น้ำหนักตัวประมาณ 250 กรัม (ภาพผนวกที่ 4) จากสำนักสัตว์ทดลองแห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่เลี้ยงไว้ในห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง อาคารสัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วงของแสงสว่าง 12 ชม. มืด 12 ชม. และอุณหภูมิห้องอยู่ในช่วง 21-23 ^{0}C ให้อาหารและน้ำอย่างเต็มที่

การเตรียมสารสกัดกวาวเครือแดง

เก็บตัวอย่างรากกวาวเครือแดงจาก 9 ทรีตเมนต์ (T) ดังต่อไปนี้

T1 = กวาวเครือแดงที่ไม่ได้รับปุ๋ยและไม่ได้รับการฉีดพ่น NAA และ GA_3

T2 = กวาวเครือแดงที่ได้รับ NAA 100 ppm

T3 = กวาวเครือแดงที่ได้รับ GA_3 100 ppm

T4 = กวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่

T5 = กวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยคอกและรับการฉีดพ่น NAA 100 ppm

T6 = กวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยคอกและรับการฉีดพ่น GA_3 100 ppm

T7 = กวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่

T8 = กวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 และรับการฉีดพ่น NAA 100 ppm

T9 = กวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 และรับการฉีดพ่น GA_3 100 ppm

วิธีการเตรียมสารสกัด ตามวิธีการทดลองในบทที่ 3

การทดสอบผลของกวาวเครือแดงต่อการหดตัวของมดลูกหนูขาวเพศเมีย

1. สลบหนูโดยการให้ดมคลอโรฟอร์ม จากนั้นจับตัวหนูนอนหงายบนถาด parafin แล้วใช้กรรไกรตัดเปิดบริเวณช่องท้อง ใช้ปากคีบจับส่วนมดลูกขึ้นและใช้กรรไกรตัด เก็บตัวอย่างมดลูกใน Krebs' solution ที่ 4°C ตัวอย่างที่ได้จะใช้เพื่อการทดลองทันทีหรือเก็บที่ 4°C ไม่เกิน 12 ชม. ก่อนที่จะใช้ในการทดลอง

2. ทำการแยก longitudinal myometrial strips จำนวน 9 ชิ้น ต่อ 1 ตัวอย่างมดลูก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ stereo-microscope

3. ทำการทดลองใน organ bath โดยใช้เครื่องมือบันทึกการหดตัวของกล้ามเนื้อ (power lab system) (ภาพผนวกที่ 5) ตามวิธีของ Longbottom และคณะ (2000) โดยชิ้นของกล้ามเนื้อเรียบที่แยกได้จากมดลูกจะถูกแช่ใน Krebs' solution ที่ pH 7.4 อุณหภูมิ 37°C จนกว่ากล้ามเนื้อเรียบมดลูกจะเกิดการหดตัวเป็นจังหวะ หลังจากนั้นให้สารสกัดกวาวเครือแดงจาก 9 ทรีตเมนต์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างของพื้นที่ใต้กราฟการหดตัวของมดลูกหนู (area under the curve, AUC) ระหว่างการให้สารสกัดกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์จากการทดลองที่ 1 กับที่ไม่ได้ให้สารสกัดกวาวเครือแดงซึ่งคิดเป็น 100% โดยวิเคราะห์ทางสถิติแบบ independent sample t-test (การทดลองนี้ ไม่สามารถหาความถี่ (frequency) ได้ เนื่องจากมดลูกหนูเป็นการหดตัวแบบ tetranous) และเปรียบเทียบทั้ง 9 ทรีตเมนต์ โดยวิเคราะห์ทางสถิติ analysis of variance (ANOVA) แบบ 3^2 factorial in RCBD เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT (duncan's new multiple range test) ใช้โปรแกรม SPSS v.13 for window

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

พื้นที่ใต้กราฟการหดตัวของมดลูกหนู (AUC) เมื่อให้สารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง พบว่า การให้สารสกัดจากรากกวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับขณะไม่ได้ให้สารสกัดซึ่งคิดเป็น 100% (ตารางที่ 1 และภาพที่ 2) ส่วนการนำสารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงที่ได้รับการปฏิบัติทั้ง 9 ทรีตเมนต์มาเปรียบเทียบกัน พบว่า ไม่ทำให้การหดตัวของมดลูกหนูแตกต่างกันทางสถิติ แต่สารสกัดกวาวเครือแดงจากทุกทรีตเมนต์มีผลต่อการหดตัวของมดลูกหนูไปในทางลักษณะเดียวกัน (ภาพที่ 1 และตารางภาคผนวกที่ 19) คือเพิ่มแนวโน้มในการหดตัวของมดลูกได้ แสดงว่า phytosterol ที่สกัดจากรากกวาวเครือแดง มีฤทธิ์เป็น phytoestrogen ซึ่งส่งผลโดยตรงต่ออวัยวะที่มี estrogen receptor อย่างมดลูก โดยมีบางส่วนของสูตรโครงสร้างคล้ายหรือเทียบได้กับ steroid nucleus ของ estradiol ซึ่งเป็นเอสโตรเจนที่พบในธรรมชาติ จึงสามารถแสดงฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์ได้ (มยุรี ตันติสิระ, 2542; Ryokkynen *et al*., 2005) สอดคล้องกับ ดาราวรรณ ปิ่นทอง (2538) รายงานว่าฮอร์โมนเอสโตรเจนทำให้เยื่อบุมดลูกเปลี่ยนแปลงสภาพและไม่เหมาะกับการฝังตัวของไข่ที่ถูกผสมแล้ว และจะเพิ่มการเคลื่อนไหวของท่อนำไข่ โดยจะกระตุ้นการเคลื่อนตัวของไข่ที่ถูกผสมแล้วให้ผ่านตำแหน่งที่จะฝังได้ และนงลักษณ์ สุขวาณิชย์ศิลป์ (2544) รายงานว่า กลไกการออกฤทธิ์ของยาคุมกำเนิดของเอสโตรเจนยังไม่ทราบแน่นอน อาจไปเพิ่มการหดตัวของมดลูกและปีกมดลูก ทำให้ขัดขวางกระบวนการปฏิสนธิหรือฝังตัวของตัวอ่อน การทดลองของ Salah, Gathumbi, Vierling and Wagner (2002) พบว่าสารสกัดจาก *Ruellia praetermissa* มีผลต่อการหดตัวของมดลูกหนู ซึ่งเป็นผลมาจากสารกลุ่มเอสโตรเจนคือ β-sitosterol และ stigmasterol

การหดตัวของมดลูกหนูที่ได้รับสารสกัดจากรากกวาวเครือแดงทั้ง 9 ทรีตเมนต์ ซึ่งมีธาตุอาหารในดินแตกต่างกัน แต่ไม่ทำให้การหดตัวของมดลูกหนูแตกต่างกัน เนื่องจากการจับตัวของสาร phytosterol ที่สกัดจากรากกวาวเครือแดงกับ receptor มีอยู่ในระดับหนึ่ง เมื่อปริมาณสารมากขึ้น อาจจะทำให้เกิดความเฉื่อยหรือความสามารถในการจับกับ receptor ไม่ได้มากตามปริมาณสาร และต่างจากรายงานของ ขนิษฐา ทองโปร่ง และ ยุทธนา สมิตะสิริ (2530) ที่พบว่า กวาวเครือขาวที่พบในพื้นที่แตกต่างกันมีฤทธิ์ต่อสัตว์ทดลองต่างกัน โดยกวาวเครือขาวที่เก็บจาก อ.สันป่าตอง อ.ดอยสะเก็ด และ อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ มีฤทธิ์ของฮอร์โมนเอสโตรเจนสูงกว่ากวาวเครือขาวที่เก็บมาจาก อ.เมือง และ อ.หางดง จ.เชียงใหม่ อาจเป็นผลมาจากธาตุอาหารในดินแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน จึงมีผลต่อปริมาณการสะสมสารสำคัญของหัวกวาวเครือขาวที่ต่างกัน และสิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล (2544) ทำการวิเคราะห์สารอินทรีย์ในดินพบว่า อ.สูงเม่น จ.แพร่ มีปริมาณไนโตรเจน

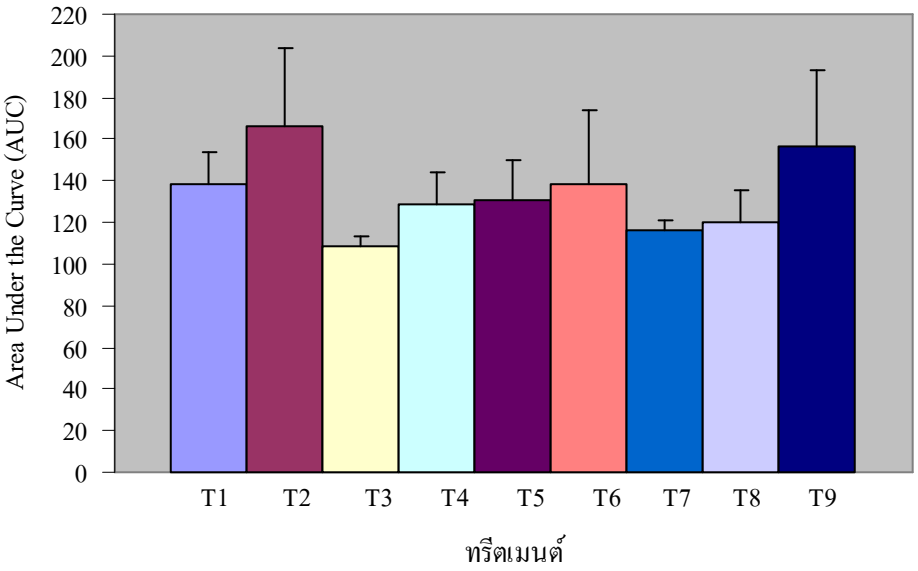
ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และอินทรียวัตถุสูงกว่า อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา จึงอาจทำให้กวาวเครือแดงจาก อ.สูงเม่น ออกฤทธิ์ได้แรงกว่ากวาวเครือแดงจาก อ.วังน้ำเขียว

การทดลองนี้ต่างจากการทดลองอื่นที่มักเป็นการทดลองแบบ in vivo ที่ทำการทดลองในร่างกายสัตว์ทดลองโดยตรง ทำให้ไม่ทราบว่ากวาวเครือแดงที่ทดลองนั้นจะไปมีผลหรือทำปฏิกิริยาที่ส่วนไหนของอวัยวะภายในสัตว์ทดลองบ้าง ส่วนการทดลองนี้เป็นแบบ in vitro โดยนำชิ้นเนื้อเยื่อของมดลูกมาทดลองใน organ bath และสัมผัสสารโดยตรง แต่ใช้ปริมาณสารสกัดกวาวเครือแดงเพียงแค่ระดับเดียวคือ 200 ไมโครลิตร ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพื่อหาปริมาณการใช้สารสกัดกวาวเครือแดงที่จะทำให้เกิดการหดตัวของมดลูกหนูขาวสูงที่สุดต่อไป

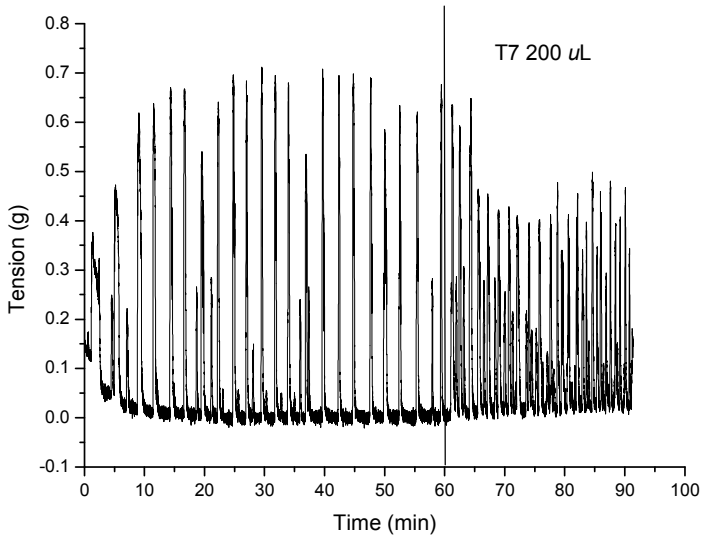
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟของการหดตัวมดลูกหนูขณะไม่ได้ให้สารสกัด (control) กับการได้รับสารสกัดกวาวเครือแดงในกลุ่มทรีตเมนต์ต่างๆ (T1-T9)

กลุ่มทดลอง	ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟของการหดตัว $\bar{X}$ ± S.D.
control	100
T1	138.77 ± 14.83
T2	166.03 ± 37.76
T3	108.69 ± 4.88
T4	128.64 ± 15.31
T5	130.63 ± 19.00
T6	137.98 ± 35.72
T7	116.06 ± 5.20 *
T8	120.03 ± 15.78
T9	156.76 ± 36.31

* $p < 0.05$ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 1 ผลของสารสกัดกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ต่อการหดตัวของมดลูกหนู (I = SD)



ภาพที่ 2 ผลการหดตัวของมดลูกหนูขณะไม่ได้ใส่สารสกัด (นาทีที่ 0-60) และผลของสารสกัดกวาวเครือแดงในทรีตเมนต์ที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ (T7) (นาทีที่ 60-90)

สรุปผลการวิจัย

ผลของการให้สารสกัดจากรากกวาวเครือแดงจากแต่ละทรีตเมนต์เปรียบเทียบกับขณะไม่ได้ให้สารสกัดซึ่งคิดเป็น 100% สามารถทำให้เกิดการหดตัวของมดลูกหนูขาวเพศเมียเพิ่มขึ้น ส่วนการให้สารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงที่ได้รับปฏิบัติทั้ง 9 ทรีตเมนต์ ไม่ทำให้การหดตัวของมดลูกหนูแตกต่างกัน แสดงว่ากวาวเครือแดงมีสารที่เป็นเอสโตรเจนอยู่ในปริมาณที่เพียงพอที่ทำให้เกิดการหดตัวของมดลูกหนูอยู่แล้ว เนื่องจากการหดตัวของมดลูกถูกควบคุมด้วยเอสโตรเจน ถ้ามีเอสโตรเจนในปริมาณที่มากจะเพิ่มการหดตัวแรงขึ้นได้ในระดับหนึ่ง และสามารถชักนำให้เกิดการแท้งได้

เพื่อให้ได้ผลการทดลองจำเพาะใดๆ จึงควรมีการศึกษาต่อไป เพื่อหาความเข้มข้นและปริมาณการใช้สารสกัดที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการหดตัวของมดลูกโดยไม่มีผลกระทบและทำลายเนื้อเยื่อมดลูก จึงจะมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยต่อสิ่งที่ใช้ในการทดลอง

รายการอ้างอิง

ขนิษฐา ทองโปร่ง และ ยุทธนา สมิตะศิริ. (2530). การศึกษากวาวเครือขาวที่ได้จากต่างแหล่ง : ฤทธิ์เอสโตรเจน ผลต่อพฤติกรรมการขันและผลวิเคราะห์ดิน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดาราวรรณ ปิ่นทอง. (2538). ยาคุมกำเนิด : เภสัชวิทยา. ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. หน้า 668-677.

นงลักษณ์ สุขวาณิชย์ศิลป์. (2544).บทความเกี่ยวกับคุมกำเนิด-ท้อง-แท้ง [ออนไลน์] ได้จาก : http://www.clinicrak.com

ไพศาล เหล่าสุวรรณ. (2547). สถิติแผนการทดลองและการวิเคราะห์. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มยุรี ตันติสิระ. (2542). ข้อมูลเกี่ยวกับกวาวเครือ [ออนไลน์] ได้จาก : http://www.pharm.chula.ac.th/surachai/misce/khao-01.htm

รุจน์ สุทธิศรี. (2542). บทความกวาวเครือขาว. ภาควิชาเภสัชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วิทย์ เที่ยงบูรณะธรรม. (2540). พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรุงเทพฯ. 1036 หน้า.

สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2545). การศึกษาเปรียบเทียบผลของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่พบในพื้นที่ที่แตกต่างกันสองพื้นที่ต่ออวัยวะสืบพันธุ์ พฤติกรรมการสืบพันธุ์ และการแข็งตัวของอวัยวะเพศในหนูขาวเพศผู้ (*Rattus norvegicus*). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

Attajarusit. J. and Smitasiri. Y. (2001). Effect of phytoestrogen from *Pueraria mirifica* extract on reproduction biology of the American cockroach *Periplaneta Americana* L. Seminar on Postharvest Technology. Chiang Mai. Thailand.

Longbottom, E.R., Luckas, M.J.M., Kupittayanant, S., Badrick, E., Shmigol, T, and Wray, S. (2000). The effects of inhibiting myisin light chain kinase on contraction and calcium signalling in human and rat myometrium. Europe Journal Physiology. (440): 315-321.

Ryokkynen, A., Kayhko, U-R., Mustonen, A-M., Kukkonen, J.V.K. and Nieminen, P. (2005). Multigeneration exposure to phytosterols in the mouse. Journal of Reproductive Toxicology. (19): 535-540.

Ryokkynen, A., Nieminen, P., Mustonen, A-M., Pyykonen, T., Asikainen, J., Hanninen, S., Mononen, J. and Kukkonen, J.V.K. (2005). Phytoestrogens alter the reproductive organ development in the mink. Journal of Toxicology and Applied Pharmacology. (202): 132-139.

Salah, A.M., Gathumbi, J., Vierling, W. and Wagner, H. (2002). Estrogenic and cholinergic properties of the methanol extract of *Ruellia praetermissa* Sceinf. ex. Lindau (Acanthaceae) in female rats. Journal of Phytomedicine. (9): 52-55.

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

อิทธิพลของปุ๋ย NAA และ GA_3 ต่อการเจริญเติบโตและการสะสม phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.)

การเจริญเติบโตและผลผลิตของกวาวเครือแดง

1. NAA 100 ppm ทำให้ลำต้นกวาวเครือแดงใหญ่ขึ้น
2. ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้รากกวาวเครือแดงมีความยาว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพิ่มมากขึ้น
3. ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm เพิ่มความชื้นของรากได้

ค่าวิเคราะห์ทางเคมีของดินในแปลงปลูกกวาวเครือแดง

1. ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้ดินมีความเค็ม ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น
2. ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้ดินมีความเป็นกรด-ด่างและปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น
3. การไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3 และการฉีดพ่น GA_3 100 ppm ทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

ค่าวิเคราะห์ทางเคมีในรากกวาวเครือแดง

1. NAA 100 ppm ทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้น
2. ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm ทำให้รากกวาวเครือแดงมีปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น

ปริมาณสาร phytosterol ในรากกวาวเครือแดง

ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ NAA 100 ppm และปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ร่วมกับ GA_3 100 ppm ทำให้ปริมาณ β-sitosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงเพิ่มมากขึ้นได้

การปลูกกวาวเครือแดงเพื่อให้มีการเจริญเติบโตเพื่อให้ได้ผลผลิตมากขึ้น ควรให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ และเมื่อร่วมกับการฉีดพ่น NAA 100 ppm และ GA_3 100 ppm จะทำให้มีปริมาณ phytosterol ในรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงเพิ่มมากขึ้นได้ ควรทำการศึกษาปริมาณการใส่ปุ๋ยและความเข้มข้นของ NAA และ GA_3 ที่เหมาะสมอีกครั้ง เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด

ผลของ phytosterol ในรากกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ต่อการทำงานของมดลูกหนูขาว (*Rattus norvegicus*)

การให้กวาวเครือแดงที่ได้รับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ทำให้พื้นที่ใต้กราฟของการหดตัวมดลูกหนูแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ให้สารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง และกวาวเครือแดงที่ได้รับการปฏิบัติในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่สามารถเพิ่มการหดตัวของมดลูกหนูขาวเพศเมียได้

ควรมีการศึกษาเพื่อหาความเข้มข้นและปริมาณการใช้สารสกัดจากรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง เพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมให้มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยต่อไป

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น เส้นผ่าศูนย์กลางราก และความยาวรากกวาวเครือแดง

Source	df	MS		
		เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางราก (มม.)	ความยาวราก (ซม.)
Block	2	18.239 ns	19.805 ns	14.235 ns
Treatment	10	78.263 *	62.146 ns	42.971 ns
FER (F)	2	191.537 **	95.202 ns	111.169 **
PGR (P)	2	54.186 ns	107.477 ns	25.338 ns
F * P	4	63.677 *	44.124 ns	32.057 ns
Error	16	21.018	45.187	17.381
CV		19.17%	15.14%	20.73%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตารางภาคผนวกที่ 2 ความแน่นเนื้อ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของรากกวาวเครือแดง

Source	df	MS		
		ความแน่นเนื้อ (ก./ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (ก.)	น้ำหนักแห้ง (ก.)
Block	2	1.313 ns	133.565 ns	16.141 ns
Treatment	10	3.147 ns	8322.870 **	195.869 *
FER (F)	2	1.168 ns	31219.676 **	630.711 *
PGR (P)	2	7.661 ns	6076.620 **	121.419 ns
F * P	4	2.797 ns	2092.245 ns	105.537 ns
Error	16	3.209	1092.679	59.859
CV		18.24%	13.44%	19.75%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตารางภาคผนวกที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของรากและปริมาณ phytosterol ในรากกวาวเครือแดง

Source	df	MS	
		ความชื้น (%)	ปริมาณ phytosterol (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)
Block	2	6.761 ns	646.202 ns
Treatment	10	20.304 *	1900.312 **
FER (F)	2	37.448 *	3151.076 **
PGR (P)	2	11.869 ns	1109.293 ns
F * P	4	22.720 *	2297.495 **
Error	16	6.634	445.741
CV		3.07%	20.55%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตารางภาคผนวกที่ 4 ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และอินทรียวัตถุของดินในแปลงปลูก

Source	df	MS		
		ความเป็นกรด-ด่าง	ค่าการนำไฟฟ้า (ds/m)	อินทรียวัตถุ (%)
Block	2	0.146 *	0.0009 *	0.328 ns
Treatment	10	0.090 *	0.0015 *	0.374 ns
FER (F)	2	0.174 *	0.0051 **	0.388 ns
PGR (P)	2	0.006 ns	0.0009 *	0.095 ns
F * P	4	0.062 ns	0.0003 ns	0.529 ns
Error	16	0.034	0.0002	0.206
CV		2.44%	13.93%	2.12%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของดินในแปลงปลูก

Source	df	MS		
		ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)
Block	2	0.000256**	2.625^{ns}	7396.811*
Treatment	10	0.000210**	4.241*	8435.685**
FER (F)	2	0.000661**	11.769**	27833.983**
PGR (P)	2	0.000106*	1.233^{ns}	3622.042^{ns}
F * P	4	0.000014^{ns}	2.789^{ns}	1662.795^{ns}
Error	16	0.000027	1.266	2040.824
CV		5.90%	31.43%	21.98%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในรากกวาวเครือแดง

Source	df	MS		
		ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (%)	โพแทสเซียม (%)
Block	2	0.047^{ns}	0.005^{ns}	0.007^{ns}
Treatment	10	0.046^{ns}	0.006^{ns}	0.043^{ns}
FER (F)	2	0.012^{ns}	0.001^{ns}	0.001^{ns}
PGR (P)	2	0.023^{ns}	0.004^{ns}	0.114*
F * P	4	0.075^{ns}	0.011*	0.045^{ns}
Error	16	0.037	0.003	0.021
CV		13.33%	19.35%	9.99%

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลของปุ๋ยต่อความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของรากกวาวเครือแดง

ปัจจัยปุ๋ย	ความยาวราก (มม.)	น้ำหนักสด (ก.)	น้ำหนักแห้ง (ก.)
ไม่ให้ปุ๋ย	16.98 a[1/]	180.56 a[1/]	31.81 a[1/]
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	19.44 a	259.17 b	37.17 a
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	23.93 b	295.83 c	48.22 b

[1/]เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลของปุ๋ยต่อความเป็นกรด-ด่างและค่าการนำไฟฟ้าของดินในแปลงปลูก

ปัจจัยปุ๋ย	ความเป็นกรด-ด่าง	ค่าการนำไฟฟ้า (ds/m)
ไม่ให้ปุ๋ย	7.65 b[1/]	0.074 a[1/]
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	7.41 a	0.118 b
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	7.65 b	0.112 b

[1/]เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลของปุ๋ยต่อปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของดินในแปลงปลูก

ปัจจัยปุ๋ย	ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)
ไม่ให้ปุ๋ย	0.079 a[1/]	2.267 a[1/]	164.10 a[1/]
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	0.091 b	4.344 b	183.75 a
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	0.096 b	4.133 b	268.73 b

[1/]เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลของ NAA และ GA_3 ต่อน้ำหนักสดและปริมาณโพแทสเซียมในรากกวาวเครือแดง

ปัจจัยสารควบคุมการเจริญเติบโต	น้ำหนักสด (ก.)	โพแทสเซียม (%)
ไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3	262.22 b[1/]	1.422 a[1/]
NAA 100 ppm	258.06 b	1.575 b
GA_3 100 ppm	215.28 a	1.355 a

[1/]เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลของ NAA และ GA_3 ต่อความเค็มและปริมาณไนโตรเจนของดินในแปลงปลูก

ปัจจัยสารควบคุมการเจริญเติบโต	ค่าการนำไฟฟ้า (ds/m)	ไนโตรเจน (%)
ไม่ฉีดพ่น NAA และ GA_3	0.105 ab[1/]	0.087 ab[1/]
NAA 100 ppm	0.110 b	0.086 a
GA_3 100 ppm	0.090 a	0.092 b

[1/]เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลของปุ๋ยร่วมกับ NAA และ GA_3 ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นกวาวเครือแดง

ปุ๋ย	สารควบคุมการเจริญเติบโต		
	ไม่ฉีดพ่น	NAA	GA_3
ไม่ให้ปุ๋ย	31.09 cd[1/]	31.84 d	24.75 bcd
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	23.71 bcd	14.21 a	25.17 bcd
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	23.75 bcd	17.88 ab	22.75 bc

[1/]เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลของปุ๋ยร่วมกับ NAA และ GA_3 ต่อความชื้นของรากกวาวเครือแดง

ปุ๋ย	สารควบคุมการเจริญเติบโต		
	ไม่ฉีดพ่น	NAA	GA_3
ไม่ให้ปุ๋ย	85.87 bc[1/]	80.14 ab	78.80 a
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	83.92 bc	88.06 c	84.95 bc
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	84.77 bc	83.62 bc	83.97 bc

[1/]เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลของปุ๋ยร่วมกับ NAA และ GA_3 ต่อปริมาณ phytosterol ในรากกวาวเครือแดง

ปุ๋ย	สารควบคุมการเจริญเติบโต		
	ไม่ฉีดพ่น	NAA	GA_3
ไม่ให้ปุ๋ย	81.40 a[1/]	91.71 a	112.33 ab
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	107.25 ab	77.20 a	82.48 a
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	81.66 a	152.26 c	138.17 bc

[1/]เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลของปุ๋ยร่วมกับ NAA และ GA_3 ต่อปริมาณฟอสฟอรัสในรากกวาวเครือแดง

ปุ๋ย	สารควบคุมการเจริญเติบโต		
	ไม่ฉีดพ่น	NAA	GA_3
ไม่ให้ปุ๋ย	0.267 ab[1/]	0.283 ab	0.263 ab
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	0.300 ab	0.354 b	0.225 a
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	0.225 a	0.275 ab	0.354 b

[1/]เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 16 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น เส้นผ่าศูนย์กลางราก ความยาวราก ความแน่นเนื้อ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของรากกวาวเครือแดง

ทรีตเมนต์	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางราก (มม.)	ความยาวราก (ซม.)	ความแน่นเนื้อ (ก./ลบ.ซม.)	น้ำหนักสด (ก.)	น้ำหนักแห้ง (ก.)
กลุ่มควบคุม	31.09	42.39	14.93	9.09	165.00	30.25
สาร NAA 100 ppm	31.84	38.82	16.88	9.70	213.33	30.50
สาร GA_3 100 ppm	24.75	42.29	19.14	7.62	163.33	35.50
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	23.71	40.31	23.17	9.80	295.00	47.17
ปุ๋ยคอก + สาร NAA 100 ppm	14.21	44.48	19.13	9.51	266.67	31.83
ปุ๋ยคอก + สาร GA_3 100 ppm	25.17	47.68	16.03	10.84	215.83	32.50
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	23.75	40.08	27.58	11.32	343.33	52.50
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 + สาร NAA 100 ppm	17.88	49.37	23.64	10.74	301.67	49.50
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 + สาร GA_3 100 ppm	22.75	53.54	20.52	9.76	265.00	42.67

ตารางภาคผนวกที่ 17 ความชื้นของราก ปริมาณสาร phytosterol ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และอินทรียวัตถุของดินในแปลงปลูกกวาวเครือแดง

ทรีตเมนต์	ความชื้น (%)	ปริมาณ phytosterol (ไมโครกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)	ความเป็นกรด-ด่าง	ค่าการนำไฟฟ้า (ds/m)	อินทรียวัตถุ (%)
กลุ่มควบคุม	85.87	81.40	7.75	0.077	1.490
สาร NAA 100 ppm	80.14	91.71	7.62	0.073	2.216
สาร GA_3 100 ppm	78.80	112.33	7.59	0.073	1.991
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	83.92	107.25	7.51	0.118	2.679
ปุ๋ยคอก + สาร NAA 100 ppm	88.06	77.20	7.35	0.138	1.876
ปุ๋ยคอก + สาร GA_3 100 ppm	84.95	82.48	7.37	0.098	2.182
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	84.77	81.66	7.48	0.119	2.068
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 + สาร NAA 100 ppm	83.62	152.26	7.66	0.117	2.144
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 + สาร GA_3 100 ppm	83.97	138.17	7.82	0.101	2.599

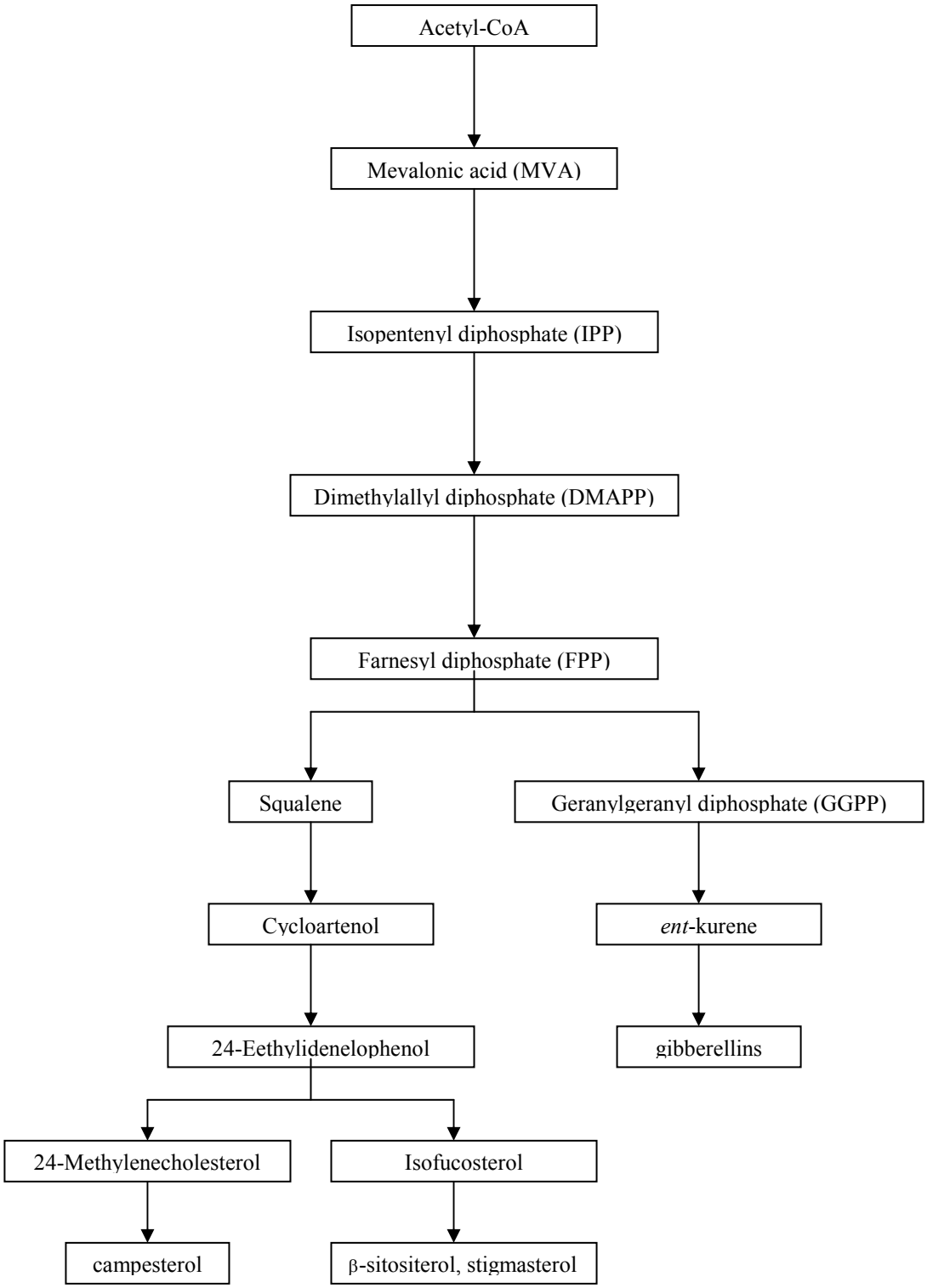
ตารางภาคผนวกที่ 18 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของดินในแปลงปลูก และปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมจากราก กวาวเครือแดง

ทรีตเมนต์	ดิน			ราก		
	ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)	ไนโตรเจน (%)	ฟอสฟอรัส (%)	โพแทสเซียม (%)
กลุ่มควบคุม	0.076	0.87	151.69	1.576	0.267	1.486
สาร NAA 100 ppm	0.077	2.33	152.39	1.585	0.283	1.512
สาร GA_3 100 ppm	0.083	3.60	188.21	1.279	0.263	1.385
ปุ๋ยคอก อัตรา 1,500 กก./ไร่	0.089	4.80	165.34	1.410	0.300	1.275
ปุ๋ยคอก + สาร NAA 100 ppm	0.089	4.53	207.62	1.566	0.354	1.664
ปุ๋ยคอก + สาร GA_3 100 ppm	0.094	3.70	178.29	1.355	0.225	1.425
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่	0.096	3.83	240.52	1.424	0.225	1.505
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 + สาร NAA 100 ppm	0.090	4.23	254.31	1.276	0.275	1.548
ปุ๋ยสูตร 15-15-15 + สาร GA_3 100 ppm	0.100	4.33	311.36	1.520	0.354	1.255

A

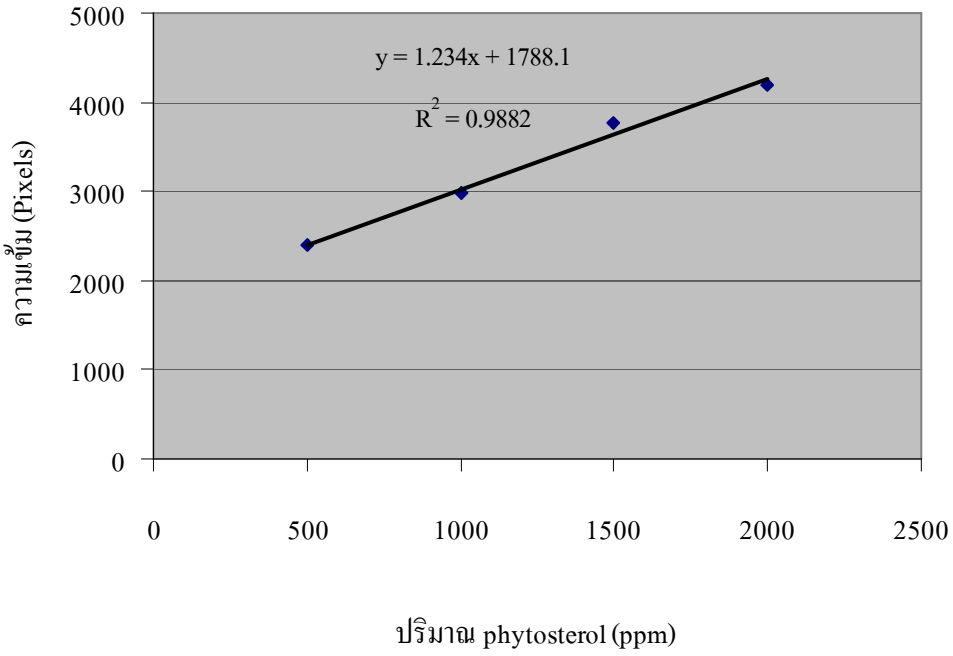
B

ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะรากสะสมอาหารของกวาวเครือแดง (A-B)



ภาพผนวกที่ 2 ขั้นตอนการชีวสังเคราะห์ของ β-sitosterol, stigmasterol, campesterol และ gibberellins

หมายเหตุ จาก Davies (2004); Moore (1993) and Srivastava (2002)



ภาพผนวกที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มกับปริมาณ phytosterol (standard curve)

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลของสารสกัดกวาวเครือแดงแต่ละทรีตเมนต์ต่อการหดตัวของมดลูกหนู

Source	df	MS
Block	3	2592.68^{ns}
Treatment	11	1620.32^{ns}
FER (F)	2	199.95^{ns}
PGR (P)	2	421.15^{ns}
F * P	4	2477.01^{ns}
Error	23	1969.30^{ns}
Total	35	

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 5%

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 1%

ภาพผนวกที่ 4 หนูขาวเพศเมีย สายพันธุ์ Wistar Rat

ภาพผนวกที่ 5 เครื่องบันทึกการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ (power lab system)

ประวัติผู้เขียน

นางสาวจารุจินันท์ หล้ากวนวัน เกิดเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2524 ที่อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ.2546 ภายหลังสำเร็จการศึกษาได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีการศึกษา 2546 สถานที่ติดต่อ บ้านเลขที่ 119/4 ถ.มิตรภาพอุดร-หนองคาย ต.หมูม่น อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000