

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณสาร
เตตราไฮโดรแคนนาบินอลในสายพันธุ์กัญชง

องอาจ ชันตะ

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พ.ศ. 2549

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณสาร
เตตราไฮโดรแคนนาบินอลในสายพันธุ์กัญชง

องอาจ ชันตะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่

ชื่อเรื่อง

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณสาร
เตตราไฮโดรแคนนาบินอยด์ในสายพันธุ์กัญชง

โดย

องอาจ ชันตะ

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์อัครม กาญจนประโชติ)

วันที่ 4 เดือน ๕ พ.ศ. ๕๖

กรรมการที่ปรึกษา

(อาจารย์อนันต์ ปิ่นตารักษ์)

วันที่ 4 เดือน ๕ พ.ศ. ๕๖

กรรมการที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทฤทธิ์ โชคถาวร)

วันที่ 4 เดือน ๕ พ.ศ. ๕๖

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวิทย์ วินิจเขตคำนวน)

วันที่ ๕ เดือน ๕ พ.ศ. ๕๖

โครงการบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

ประธานคณะกรรมการ โครงการบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 6 เดือน ๕ พ.ศ. ๕๖

ชื่อเรื่อง	อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลในสายพันธุ์กัญชง
ชื่อผู้เขียน	นายองอาจ ขันตะ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร่
ประธานกรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์อคม กาญจนประโชติ

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (THC) ในสายพันธุ์กัญชง วางแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (RCBD) โดยใช้กัญชง 3 สายพันธุ์ เป็นกรรมวิธี มี 3 ซ้ำ ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีความสูงต่างระดับ

การศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อลักษณะทางพืชไร่ พบว่า การเจริญเติบโตทางความสูงของลำต้น และขนาดลำต้นของกัญชง ไม่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น แต่จะมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์

การศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณสาร THC ในสายพันธุ์กัญชง พบว่า ปริมาณการสังเคราะห์สาร THC ในทุกสายพันธุ์กัญชง ไม่มีความสัมพันธ์กับ สภาพแวดล้อมที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น แต่กัญชงแต่ละพันธุ์จะมีการสังเคราะห์ปริมาณสาร THC แตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อมและแต่ละสายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ปางดะ-1 จะมีปริมาณสาร THC ต่ำในสภาพแวดล้อมต่างๆ มากที่สุด และการศึกษาระยะการเจริญเติบโตต่อปริมาณสาร THC ในพืชกัญชง พบว่า พืชกัญชงจะมีการสังเคราะห์สาร THC ในทุกระยะการเจริญเติบโต โดยปริมาณสาร THC จะเพิ่มสูงขึ้นในใบตามอายุการเจริญเติบโต จนมีปริมาณสาร THC สูงที่สุด ในระยะ 90 วัน หลังจากนั้นปริมาณสาร THC ในใบจะลดลงแล้วมีปริมาณสารเพิ่มสูงขึ้นในดอก

Title	Effects of Environment on Tetrahydrocannabinol Content of Industrial Hemp
Author	Mr. Ongart Khanta
Degree of	Master of Science in Agronomy
Advisory Committee Chairperson	Associate Professor Arkom Kanjanaprachote

ABSTRACT

The study on the effects of environment on tetrahydrocannabinol contents (THC) of industrial hemp varieties was conducted using a randomized complete block design (RCBD) with 3 treatments consisting of 3 varieties of industrial hemp and which were replicated three times under conditions of high altitude environment.

The study on the effects of environment on the agronomic characteristics of industrial hemp showed no relationship with plant growth in terms of length and width of plant stem at an increasing altitude although there was significant relationship with high altitude environment among the varieties.

The study on the effects of the environment on tetrahydrocannabinol contents of industrial hemp indicated that the amount of synthesis in each variety was not related with increasing altitude. However, each variety showed significantly different amount of THC synthesis in each environment and variety. Pangda-1 variety showed the lowest tetrahydrocannabinol synthetic content in various locations. In addition, the study on the growth of synthetic THC in industrial hemp showed that industrial hemp had synthetic tetrahydrocannabinol substance in every growth stage in increased amount in leaves to the highest level at 90 days. Afterwards, THC amount in leaves decreased while amount in flowers increased.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ อาคม กาญจนประโชติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทฤทธิ์ โชคถาวร และ อาจารย์อรรถนัย ปิ่นตารักษ์ ที่ได้ให้ความรู้ทางด้านการเรียน และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับงานวิจัย ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

การวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการวิจัย ในพื้นที่ แปลงวิจัยพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ. สันทราย จ. เชียงใหม่ และพื้นที่เขตรับผิดชอบของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโงะ ต. ศรีดอนมูล อ. เชียงแสน จ. เชียงใหม่, ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปิงค่า ต. ผาช้างน้อย อ. ปง จ. พะเยา, สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต. สะเมิงใต้ อ. สะเมิง จ. เชียงใหม่, ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ต. แม่ศึก อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยแล้ง ต. ท่าข้าม อ. เวียงแก่น จ. เชียงราย ซึ่งการดำเนินการวิจัยได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ หัวหน้าศูนย์ ฯ และสถานี ฯ เจ้าหน้าที่ศูนย์ที่รับผิดชอบ และ ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นอย่างยิ่ง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงาน และดูแลแปลงปลูกเป็นอย่างดี ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณ กองควบคุมวัตถุเสพติด สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ที่ได้อนุญาตให้ดำเนินการปลูก และขอขอบคุณสำนักงานป้องกันและปราบปรามยาเสพติดที่ได้อำนวยความสะดวกในการดำเนิน งานวิจัยในครั้งนี้

และเหนือจากสิ่งอื่นใด ที่ทำให้ข้าพเจ้าได้ประสบความสำเร็จในวันนี้ ข้าพเจ้าขอระลึกถึงคุณบิดามารดาวงศ์ตระกูลชั้นตะ คุณพ่อประพิศ ชั้นตะ คุณแม่ระเบียบ ชั้นตะ ผู้ให้กำเนิด ที่ให้แนวทางในการดำเนินชีวิต และคอยให้กำลังใจเสมอมา สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ให้แก่บุคคลที่มีความสนใจใฝ่ศึกษาเนื้อหาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้

องอาจ ชั้นตะ

ธันวาคม 2549

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญเรื่อง	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
สารบัญตารางภาคผนวก	(10)
สารบัญภาพภาคผนวก	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างกัญชากับกัญชา	2
การเปรียบเทียบลักษณะกายภาพของกัญชากับกัญชา	2
การเปรียบเทียบทางเคมีระหว่างกัญชากับกัญชา	8
วัตถุประสงค์	10
ขอบเขตการศึกษา	10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	11
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์กัญชง	11
ภูมิอากาศที่สูง	12
บทบาทของสภาพแวดล้อมกับการผลิตพืช	14
ความสัมพันธ์ของพลังงานรังสีกับพืช	14
ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับพืช	14
ความสัมพันธ์ของลมกับพืช	15
ความสัมพันธ์ของความชื้นกับพืช	15
การเจริญและการพัฒนาของพืช	16
ส่วนประกอบเคมีของสารในกัญชง-กัญชา	17
โครงสร้างทางเคมีของสารใน กัญชง-กัญชา	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	24
วัสดุและอุปกรณ์	24
วิธีการดำเนินงาน	24
วิธีการศึกษาและการบันทึกข้อมูล	25
แผนการเก็บข้อมูล	25
การเก็บข้อมูล	25
การเจริญเติบโตของต้นกัญชง	25
ปริมาณของสาร Delta-9- tetrahydrocannabinol (THC)	25
ข้อมูลสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่	28
การวิเคราะห์ข้อมูล	28
สถานที่ดำเนินงาน	30
ระยะเวลาและแผนในการดำเนินงาน	31
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	32
1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อม	32
2. การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนลักษณะต่างๆ ของกัญชง	39
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม	42
วิจารณ์ผล	47
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	54
ภาคผนวก ข	81

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงการเปรียบเทียบการเกิดสีกับ Fast Blue B Salt ในส่วนต่างๆ ระหว่างกัญชงกับกัญชา	8
2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารแคนนาบินอยด์ในส่วนต่างๆ ระหว่างกัญชงกับกัญชา โดยการสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด	9
3 แสดงแผนการดำเนินงาน	31
4 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ปลุกทดสอบที่ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ ในฤดูฝน 2548	32
5 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ปลุกทดสอบที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ อ.ปง จ.พะเยา ในฤดูฝน 2548	34
6 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ปลุกทดสอบที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ในฤดูฝน 2548	35
7 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ปลุกทดสอบที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ในฤดูฝน 2538	37
8 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้น (ซม.) ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ที่ปลุกทดสอบ ภายใต้สภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ในฤดูฝน 2548	39
9 แสดงค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงของลำต้น (ซม.) ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ที่ปลุกทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ในฤดูฝน 2548	40
10 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณสาร THC (%) ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ที่ปลุกทดสอบ ภายใต้สภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ในฤดูฝน 2548	40
11 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะความสูงของลำต้นกัญชง (ซม.) อายุ 90 วัน	42
12 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะของเส้นรอบลำต้นกัญชง (ซม.) อายุ 90 วัน	43
13 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณสาร THC (หน่วย) ของกัญชงอายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	44
14 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะของปริมาณสาร THC (หน่วย) ในกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน	45
15 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยช่วง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายน ในสภาพแวดล้อม 4 แห่ง ฤดูฝนปี 2548	46
16 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในแปลงปลูกของสภาพแวดล้อม 4 แห่ง	46

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงปริมาณสาร THC เฉลี่ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกัญชง 3 สายพันธุ์ ที่แปลงมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.แม่โจ้	33
2 แสดงปริมาณสาร THC เฉลี่ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกัญชง 3 สายพันธุ์ ที่แปลงศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปั่งคำ อ.ปง จ.พะเยา	34
3 แสดงปริมาณสาร THC เฉลี่ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกัญชง 3 สายพันธุ์ ที่แปลงสถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	36
4 แสดงปริมาณสาร THC เฉลี่ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกัญชง 3 สายพันธุ์ ที่แปลงศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	37
5 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่ของกัญชง 3 สายพันธุ์ ภายใต้อสภาพแวดล้อม 4 สถานที่	38
6 แสดงปริมาณสาร THC เฉลี่ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกัญชง 3 สายพันธุ์ ใน 4 สภาพแวดล้อม	41

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะความสูงลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้	55
2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้	55
3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะปริมาณสาร THC กัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้	55
4 แสดงข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	56
5 แสดงข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่	56
6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะความสูงลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปึงค่า	57
7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปึงค่า	57
8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะปริมาณสาร THC กัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปึงค่า	57
9 แสดงข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปึงค่า ต.ผาช้างน้อย อ.ปง จ.พะเยา	58
10 แสดงข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปึงค่า ต.ผาช้างน้อย อ.ปง จ.พะเยา	58
11 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะความสูงลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน สถานีเกษตรหลวงปางดะ	59
12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน สถานีเกษตรหลวงปางดะ	59
13 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะปริมาณสาร THC กัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน สถานีเกษตรหลวงปางดะ	59
14 แสดงข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	60

ตารางภาคผนวก	หน้า
15 แสดงข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	60
16 แสดงข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตต้นกัญชงสถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่	61
17 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะความสูงลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง	61
18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง	62
19 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะปริมาณสาร THC กัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง	62
20 แสดงข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	62
21 แสดงข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	63
22 แสดงข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตต้นกัญชงศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่	63
23 แสดงการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน ของลักษณะความสูงของ ลำต้นกัญชง (ชม.) อายุ 90 วัน 4 สถานี โดยวิธีการตรวจสอบของบาทเลต์ (Bartlett's test)	64
24 แสดงการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน ของลักษณะเส้นรอบวงของ ลำต้นกัญชง (ชม.) อายุ 90 วัน 4 สถานี โดยวิธีการตรวจสอบของบาทเลต์ (Bartlett's test)	64
25 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	65
26 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชงสายพันธุ์ ปางดะ-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	65
27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชงสายพันธุ์ ปางอุ๋ง-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	65

ตารางภาคผนวก	หน้า
28 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชงสายพันธุ์ สองแคว-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	66
29 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชงรวม 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	66
30 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	66
31 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชงสายพันธุ์ ปางตะ-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	67
32 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชงสายพันธุ์ ปางอู่-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	67
33 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชงสายพันธุ์ สองแคว-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	67
34 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นกัญชงรวม 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	68
35 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม	68
36 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ต่อปริมาณ สาร THC ของกัญชงสายพันธุ์ปางตะ-1 อายุ 90 วัน	68
37 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ต่อปริมาณ สาร THC ของกัญชงสายพันธุ์ปางอู่-1 อายุ 90 วัน	69
38 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ต่อปริมาณ สาร THC ของกัญชงสายพันธุ์สองแคว-1 อายุ 90 วัน	69

สารบัญภาพภาคผนวก

[illegible]

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

กัญชงเป็นพืชที่มีต้นกำเนิดมาจากพืชชนิดเดียวกันกับกัญชา ดังนั้นจึงมีสารเสพติด Delta-9-tetrahydrocannabinol คล้ายกับกัญชา มีการจำแนกพืชทั้งสองชนิดนี้ออกจากกันโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและพฤกษเคมี โดยกัญชามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* subspecies *Indica* (Lam) ใช้ประโยชน์เพื่อระงับอาการปวดและเสพติด ส่วนกัญชงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* subspecies *sativa*. และใช้ประโยชน์ด้านเส้นใย สามารถแปรรูปเป็น กระดาษ สิ่งทอ ยาอาหาร วัสดุก่อสร้าง พลาสติก น้ำมัน และประโยชน์ทางการเกษตร ปัจจุบันมีสินค้าจากเส้นใยกัญชงวางขายในประเทศไทยทั่วไปโดยเฉพาะในจังหวัดในภาคเหนือของไทย เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย มีการหมุนเวียนซื้อขายจำนวนหลายล้านบาทต่อเดือน การปลูกกัญชงของเกษตรกรภาคเหนือบางรายได้ผลผลิตต้นสด 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ เชื้อยาวแห้ง เชื้อกระดาษ 193 กิโลกรัมต่อไร่ และเชื้อทั้งต้น (เส้น + ยาว) 646 กิโลกรัมต่อไร่ หรือเส้นใยสำหรับผลิตสิ่งทอ 160-193 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถแปรรูปขายต้นสด และเส้นใยสิ่งทอและกระดาษจะได้เงิน 4,246-67,550 บาทต่อไร่ ขึ้นอยู่กับชนิดสินค้าที่ทำการผลิต เป็นการปลูกพืชเป็นวัตถุดิบได้เองและเป็นการลดการนำเข้าไม้สูญเสียเงินตราให้กับต่างประเทศ สร้างงานให้กับประชาชนทั้งภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ลดปัญหาการว่างงาน ประชาชนมีรายได้ และส่งเสริมเศรษฐกิจของประเทศให้ดีขึ้นไปด้วย ซึ่งแบ่งประโยชน์เป็น 9 กลุ่ม สรุปย่อๆ ได้แก่

- กระดาษ ทำกระดาษได้หลายชนิด กระดาษพิมพ์ กระดาษละเอียดพิเศษ ฯลฯ การปลูกใช้เวลาเพียง 75-90 วัน สามารถผลิตกระดาษได้อย่างดี สามารถนำไปทดแทนการใช้เชื้อกระดาษจากต้นไม้ใหญ่ที่ตัดจากป่าหรือจากการปลูก ซึ่งต้องใช้เวลาในการปลูก 6-20 ปี จากรายงานการปลูกกัญชงในประเทศไทยที่อายุ 75 วัน ให้ผลผลิตเชื้อยาวแห้ง 193 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถขายได้เงินในรูปเชื้อกระดาษ 4,246-19,300 บาทต่อไร่

- เส้นใยเพื่อสิ่งทอ การผลิตเส้นใยในประเทศไทยได้ผลผลิตเฉลี่ย 160-193 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถขายได้เงิน 28,800-67,550 บาทต่อไร่ (180-350 บาทต่อกิโลกรัม)

- วัสดุก่อสร้าง เช่น ทำ fiberboard particleboard คอนกรีต ฯลฯ

- ยา ใช้ในทางรักษาโรคเบาหวาน ข้ออักเสบ กระเพาะ มะเร็ง ฯลฯ

- อาหาร ใช้เมล็ดเป็นอาหารของคนและสัตว์ เป็นอาหารที่มีคุณค่าอุดมด้วยแร่ธาตุ วิตามิน ที่เป็นประโยชน์ต่างๆ สามารถย่อยได้ง่าย

- น้ำมัน มีปริมาณน้ำมันในเมล็ดถึง 30 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ได้ทั้งเป็นอาหาร และน้ำมันเชื้อเพลิง มีคุณสมบัติที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ประโยชน์ทางการเกษตร เป็นพืชที่สามารถปลูกได้ง่าย ทนทานต่อศัตรู ไม่ต้องใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช หรือใช้เพียงเล็กน้อย มีการปรับปรุงดินจากระบบเศษเหลือ เช่น ใบ และรากทำให้ทำให้ดินสมบูรณ์

ในประเทศไทยกฎหมายได้ระบุให้ กัญชง – กัญชา เป็นพืชเสพติดประเภท 5 ในบัญชีท้ายประกาศของกฎกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135/2539 เรื่องระบุชื่อและประเภทของยาเสพติดให้โทษ ตามพระราชบัญญัติยาเสพติดให้โทษ พ.ศ. 2522 การเพาะปลูกพืชกัญชงในประเทศไทยจึงเป็นเรื่องผิดกฎหมาย แต่กฎหมายสากลได้กำหนดไว้ว่า พืชที่ให้ปริมาณสาร THC น้อยกว่า 0.3% ไม่ถือว่าเป็นพืชเสพติด และพืชที่ปลูกเป็นอุตสาหกรรมจะต้องมีปริมาณ THC ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นการเพาะปลูกพืชกัญชงจึงจำเป็นต้องวิจัยทางด้านพันธุ์ให้ได้ตามมาตรฐานของกฎหมาย

การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างกัญชงกับกัญชา

กัญชงและกัญชาพบว่าแหล่งกำเนิดอยู่ก่อนไปทางเหนือของทวีปเอเชียได้แก่ทางตอนเหนือของประเทศจีน ไชบีเรีย มองโกเลีย แล้วค่อยกระจายไปทางเหนือคือทวีปยุโรป ยุโรปนำไปปลูกแล้วทำการพัฒนาพันธุ์เพื่อใช้ประโยชน์ด้านเส้นใย ส่วนที่กระจายมาทางใต้ คือ ประเทศอินเดีย จีน ไทย ใช้ในการสูบจึงพัฒนาโดยการคัดเลือกให้มีปริมาณสารมากและเข้มข้นขึ้น

เนื่องจากกัญชงเป็นพืชที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายกับกัญชาจึงถูกรวมอยู่ในกลุ่มพืชเสพติด แต่ก็มีข้อแตกต่างที่สามารถแยกพืช 2 ชนิดนี้ ออกจากกันได้ในระดับ subspecies โดยกัญชามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* subspecies *Indica* (Lam) ส่วนกัญชงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* subspecies. *sativa*. เมื่อศึกษาโดยละเอียดแล้วจะมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านกายภาพ ในระดับดีเอ็นเอ และปริมาณของสารสังเคราะห์ที่พืชสร้างขึ้น ดังต่อไปนี้

1. การเปรียบเทียบลักษณะกายภาพของกัญชงกับกัญชา

1.1 ลำต้น

กัญชง ลำต้นสูงเรียวมากกว่า 2 เมตร หรืออาจสูงถึง 4 เมตร บริเวณโคนต้นสูงจากดินประมาณ 30 เซนติเมตร จะมีลักษณะกลม แล้วถัดขึ้นมาลำต้นจะเป็นหยักนูน

กัญชา ลำต้นมักสูงน้อยกว่ากัญชงลักษณะกลม บางชนิดออกพุ่มเตี้ย ทรงพุ่มฐานกว้างแล้วเรียวแหลมขึ้นไปปลายยอดคล้ายเจดีย์

กัญชง



กัญชา



1.2 การแตกกิ่ง

กัญชง



กัญชา



กัญชง แตกกิ่งน้อย และการแตกกิ่งจะไปในทิศทางเดียวกัน กิ่งที่แตกออกมาจะมีลักษณะเป็นหยักนูน

กัญชา แตกกิ่งมาก การแตกกิ่งจะเป็นแบบสลับ กิ่งที่แตกออกมามีลักษณะกลม

1.3 การเรียงตัวของใบ

กัญชง ใบใหญ่ การเรียงตัวของใบบนลำต้นและกิ่งก้าน จะค่อนข้างห่างทำให้ ทรงพุ่มมีความโปร่งแสง

กัญชา ใบเล็กแคบเรียวยาว การเรียงตัวของใบจะชิดกัน ลักษณะทรงพุ่มแน่นทึบ ไม่โปร่งแสง

กัญชง



กัญชา



1.4 ลักษณะข้อ

กัญชง



กัญชา



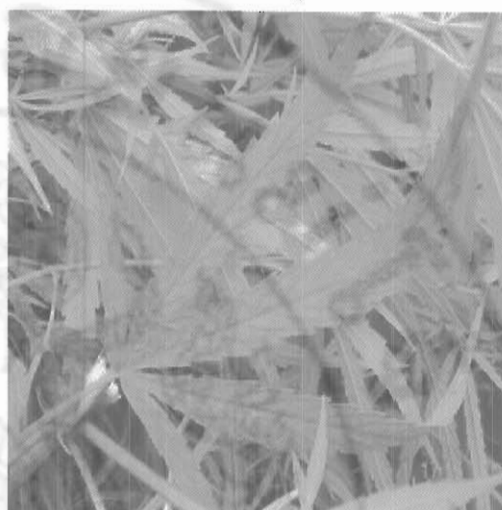
กัญชง ข้อของลำต้นห่างกว่ากัญชา กิ่งและใบบนต้นห่างทำให้ทรงต้นโปร่ง
 กัญชา ข้อของลำต้นสั้น กิ่งและใบชิดกันทำให้ทรงต้นทึบ

1.5 ลักษณะใบ

กัญชง



กัญชา



กัญชง ขอบใบหย่อยแต่ละแฉกโค้งแผ่กว้าง

กัญชา ขอบใบหย่อยแต่ละแฉกเรียวยาว

1.6 ช่อดอก

กัญชง



กัญชา

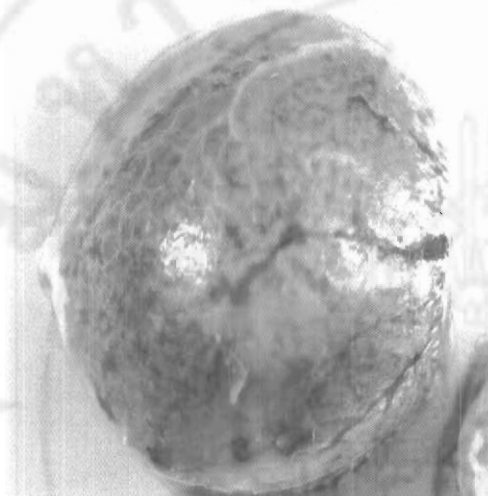


กัญชง เมื่อออกดอกช่อดอกห่างมีขางที่ช่อดอกไม่มาก เมื่อนำมาสูบจะมีกลิ่นหอม
น้อยและทำให้ผู้เสพปวดหัว

กัญชา เมื่อออกดอกช่อดอกชิดติดกันมีขางที่ช่อดอกมากเมื่อนำมาจุดไฟ จะมีกลิ่น
หอมคล้ายหญ้าแห้ง มีฤทธิ์หลอนประสาท

1.7 เมล็ด

กัญชง



กัญชา



กัญชง เมล็ดค่อนข้างกลมขนาดใหญ่มีลายเล็กน้อย

กัญชา เมล็ดรีข้วนขนาดเล็กมีสันขอบ

1.8 ขนาดท่อลำเลียงน้ำ

กัญชง



กัญชง

กัญชา



กัญชา

กัญชง ท่อลำเลียงน้ำ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่

กัญชา ท่อลำเลียงน้ำเล็กกว่า และมีเยื่อบางสีขาว

1.9 เปลือก

กัญชง เปลือกกับลำต้นแยกชั้นกันเหนียว

หนาลอกง่าย เส้นใยขาว คุณภาพสูง

กัญชา เปลือกยึดกับลำต้นบางลอกยาก

ขาดง่าย ได้เส้นใยสั้น คุณภาพต่ำ

1.10 ปริมาณสารเสพติด (THC)

กัญชง มีสาร Tetrahydrocannabinol

หรือ THC ไม่เกินร้อยละ 0.3

กัญชา มีสาร THC ร้อยละ 1-10

สรุป

1. กัญชงลำต้นสูงเรียวยาวเป็นเหลี่ยมจะกลมเฉพาะบริเวณ โคนต้นเหนือจากดินประมาณ 30 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 2 เมตร ท่อส่งน้ำมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ลำต้นหักง่าย ส่วนกัญชาลำต้นมักสูงน้อยกว่ากัญชงและมีลำต้นกลม บางชนิดออกพุ่มเตี้ย ท่อส่งน้ำเล็กกว่า และมีเยื่อบางสีขาวลำต้นหักยาก
2. กัญชงแตกกิ่งก้านน้อย และก้านทำมุมกับลำต้นมากกว่าประมาณ 65 องศา ส่วนกัญชาแตกกิ่งก้านมากและก้านทำมุมกับลำต้นน้อยกว่าประมาณ 45 องศา
3. กัญชงใบใหญ่ขอบด้านข้างของแฉกใบย่อยโค้งกว้าง การเรียงตัวของใบค่อนข้างห่าง ใบสีเขียวอมเหลือง ส่วนกัญชาใบเล็กขอบด้านข้างของแฉกใบย่อยแคบเรียวยาวการเรียงตัวของใบจะชิดกัน ใบมีสีเขียว ถึงเขียวจัด
4. กัญชงปล้องหรือข้อยาวระยะห่างของใบบนลำต้นกว้าง ทำให้ทรงพุ่มโปร่ง กัญชาปล้องหรือข้อสั้นระยะห่างของใบบนลำต้นแคบทรงพุ่มทึบ
5. กัญชงเปลือกเส้นใยละเอียดเหนียวหนาลอกง่ายให้เส้นใยขาว คุณภาพสูง กัญชาเปลือกเส้นใยหยาบบางลอกยาก ให้เส้นใยสั้น คุณภาพต่ำ
6. กัญชงเมื่อออกดอกมียางที่ช่อดอกไม่มากมีสาร Tetrahydrocannabinol หรือ THC ไม่เกินร้อยละ 0.3 ใบและกะหล่ำนำมาสูบจะมีกลิ่นหอมน้อยและทำให้ผู้เสพปวดหัว ส่วนกัญชาเมื่อออกดอกมียางที่ช่อดอกมากมีสาร THC ร้อยละ 1-10 ใบและกะหล่ำเมื่อนำมาจุดไฟจะมีกลิ่นหอมคล้ายหญ้าแห้ง มีฤทธิ์หลอนประสาท

2. การเปรียบเทียบทางเคมีระหว่างกัญชากับกัญชา

ปฏิกิริยาการเกิดสี (Color Test)

การทดสอบปฏิกิริยาการเกิดสีกับ Fast Blue B Salt พบว่า กัญชา และกัญชงจะให้ผลเป็นบวกเหมือนกัน แต่จะมีความเข้มของสีแตกต่างกันในแต่ละส่วนของต้น และกัญชาจะให้ความเข้มของสีเข้มกว่ากัญชง ดังตาราง

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบการเกิดสีกับ Fast Blue B Salt ในส่วนต่างๆ ระหว่างกัญชงกับกัญชา

ตัวอย่าง	กัญชา	กัญชง
ช่อดอก	+++++	++++
ใบ	++++	+++
กิ่ง	+++	++
ลำต้น	++	+
ราก	+	+

หมายเหตุ: + คือให้ผลเป็นบวกกับ Fast Blue B Salt จำนวนเครื่องหมาย + แสดงให้เห็นถึงความเข้มของ สีที่เกิดขึ้น เช่น ++ จะเข้มกว่า +

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas

Chromatography, GC)

การปฏิบัติการวิเคราะห์หาปริมาณสาร โดยการสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยตัวทำละลาย ใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิดคือ Petroleum Ether, Hexane, Methanol พบปริมาณสารแตกต่างกันระหว่างกัญชง กับกัญชา โดยมีปริมาณแตกต่างกันไปในแต่ละส่วนของลำต้น ดังแสดงในตาราง

สรุป

ในการทดสอบปฏิกิริยาการเกิดสีกับ Fast Blue B Salt พบว่ากัญชงจะมีการติดสีน้อยกว่ากัญชา แสดงให้เห็นว่ากัญชงมีปริมาณสารน้อยกว่าจึงทำให้เกิดการติดสีจางกว่ากัญชาที่มีการติดสีเข้มสามารถมองเห็นได้ชัดเจนกว่า

เมื่อปฏิบัติการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณสารจะเห็นได้ว่ากัญชงจะมีปริมาณสาร CBD มากกว่ากัญชา และมีปริมาณมากกว่าสาร THC ส่วนในกัญชาจะมีปริมาณสาร THC ที่เป็นสารเสพติดในใบมากกว่ากัญชง และปริมาณมากกว่าสาร CBD

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารแคนนาบินอยด์ในส่วนต่างๆ ระหว่างกัญชงกับกัญชา
โดยการสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด

ส่วนของพืช	ตัวทำละลายที่ใช้สกัด	กัญชา ปริมาณที่ตรวจพบ (%)			กัญชง ปริมาณที่ตรวจพบ (%)		
		ปริมาณที่ตรวจพบ (%)			ปริมาณที่ตรวจพบ (%)		
		CBD	THC	CBN	CBD	THC	CBN
ช่อดอก	Pet. Ether	0.70	3.10	0.03	2.22	0.40	-
	Hexane	0.65	1.70	0.03	4.13	1.02	0.05
	Methanol	0.54	1.40	0.03	-	-	-
ใบ	Pet. Ether	0.82	1.60	0.0	1.00	0.12	0.04
	Hexane	0.53	1.00	0.04	3.22	0.29	0.06
	Methanol	1.39	1.61	0.04	6.50	0.56	0.02
กิ่ง	Pet. Ether	0.05	0.06	0.005	0.21	0.05	0.004
	Hexane	0.05	0.13	0.008	0.08	0.02	-
	Methanol		0.35		0.18	0.014	
ลำต้น	Pet. Ether	-	0.002	-	-	0.001	-
	Hexane	-	0.001	-	-	0.006	-
	Methanol	,	,	,	,	,	,
ราก	Pet. Ether	-	0.003	-	-	0.001	-
	Hexane	,	,	,	,	,	,
	Methanol	,	,	,	,	,	,

หมายเหตุ - หมายถึง ตรวจไม่พบ

, หมายถึง ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

* Petroleum Ether เป็นสารที่ใช้ในการสกัดได้ดี

การเพาะปลูกกัญชงในพื้นที่ หรือบางสภาพแวดล้อมประเทศไทยยังได้ผลผลิตต้นกัญชงปริมาณน้อย และมีสาร Delta-9-tetrahydrocannabinol มากกว่า 0.3% ซึ่งเกินกว่าทางกฎหมายสากลกำหนด สภาพแวดล้อมของพื้นที่ในภูมิประเทศที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างกัน เช่น ปริมาณความชื้น ความลึกของระดับน้ำใต้ดิน ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ลักษณะของเนื้อดิน อุณหภูมิ ลม อาจมีผลให้การสังเคราะห์สาร THC ในกัญชงแตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของสภาพแวดล้อมในระดับความสูงจากน้ำทะเลที่แตกต่างกัน ที่มีต่อปริมาณของสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลของกัญชง 3 สายพันธุ์
2. ศึกษากระบวนการเจริญเติบโต ที่มีผลต่อปริมาณของสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลของสายพันธุ์กัญชง
3. เปรียบเทียบหาสายพันธุ์กัญชงที่มีปริมาณสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลต่ำ

ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาอิทธิพลของกระบวนการเจริญเติบโต และสภาพแวดล้อมต่างระดับความสูง ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ปริมาณสาร Delta-9-tetrahydrocannabinol ของสายพันธุ์กัญชง โดยใช้กัญชง 3 สายพันธุ์ ปลูกในพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างกัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงระดับความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลที่เหมาะสมในการเพาะปลูกกัญชง และมีการสังเคราะห์สารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลในปริมาณต่ำ
2. ได้ทราบถึงอายุการเก็บเกี่ยวกัญชงในระยะเวลาที่มีปริมาณสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลต่ำ
3. ได้สายพันธุ์ที่มีปริมาณสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลต่ำเพื่อใช้ในการเพาะปลูก

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์กัญชง

กัญชงมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* (L) SEREBR ssp. *culta*. Prol. *Asiatica*. SEREBR และใช้ประโยชน์ด้านเส้นใย โดยทั่วไปจะมีสารเสพติด Delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) ต่ำกว่า 0.3% ซึ่งทางกฎหมายสากลไม่ถือว่าเป็นพืชเสพติด โดยอุตสาหกรรมที่สำคัญของเส้นใยกัญชง ได้แก่ การใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเส้นใยของเสื้อผ้าและการทำเยื่อกระดาษสำหรับประเทศไทยยังจัดเป็นพืชห้ามปลูกตามกฎหมายยกเว้นเพื่อการวิจัย และต้องขออนุญาตพิเศษ

ราก: เป็นระบบรากแก้ว (tap root system) มีรากแขนงจำนวนมากจากการศึกษาทางกายวิภาคของรากพบว่ารากมีการเจริญขึ้นที่ตอประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่างๆตามลำดับคือ ชั้นของ epidermis ชั้น Cortex ประกอบด้วยเซลล์ parenchyma มีผนังบางถัดเข้ามาเป็นกลุ่มท่อลำเลียง โดยเป็นเนื้อเยื่อ secondary xylem และยังคงพบ primary xylem เรียงตัวกันแบบ diarch เป็นสองวงอยู่ตรงกลาง

ดอก: พบว่าดอกมีทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่ต่างต้นกัน ออกดอกตามซอกใบและปลายยอด

ดอกเพศผู้: ช่อดอกเพศผู้เป็นแบบ panicle ประกอบไปด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ แยกกันเป็นอิสระมีสีเขียวมเหลือง พบเกสรเพศผู้ 5 อัน ลักษณะช่อดอกห้อยลง ระยะเวลาในการบานประมาณ 2 เดือน

ดอกเพศเมีย: เกิดตามซอกใบและปลายยอดในบริเวณช่อดอกจะอัดตัวกันแน่น ช่อดอกเป็นแบบ spike ประกอบด้วยกลีบเลี้ยงสีเขียวเข้มห่อหุ้มรังไข่ไว้ภายใน มี stigma 2 อัน สีน้ำตาลแดง ดอกจะไม่มีการบาน แต่จะขึ้นเพียง stigma ออกมาเท่านั้น อายุของดอกก่อนข้างสั้นประมาณ 3-4 สัปดาห์ก็จะติดผล

ผลและเมล็ด: พบว่าผลพัฒนาอย่างรวดเร็ว ภายใน 2-3 สัปดาห์หลังออกดอก ผลเป็นแบบ achene เมล็ดแห้งสีเทา รูปไข่ ผิวเรียบเป็นมันมีลายประ ขนาดประมาณ 3-4 มม. ปริมาณ 1 กิโลกรัม มีประมาณ 35,000 เมล็ด หรือจำนวน 35 เมล็ด มีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม

ใบ: การจัดเรียงตัวของใบมี 2 แบบ คือ ช่วงแรกมีการจัดเรียงตัวแบบ opposite จนถึงคู่ใบที่ 5-9 หลังจากนั้น มีการจัดเรียงตัวแบบ spiral ใบเป็นใบเดี่ยวรูปฝ่ามือ ใบจริงคู่แรกเป็นใบเดี่ยว จากนั้นเพิ่มจำนวนแฉก โดยใบแก่แฉกเป็น 5-7 แฉก เมื่อมีการสร้างดอกจำนวนแฉกของใบค่อยลดลงตามลำดับเหลือเพียง 1-3 แฉก เท่านั้น

ลักษณะกายวิภาคของใบที่ศึกษาด้วย กล้องจุลทรรศน์ พบผลึกในเซลล์ cystolith บริเวณชั้น upper epidermis ชั้นถัดมาเป็นชั้นของ palisade cell ที่เรียงตัวกันชั้นเดียวและชั้นถัดไปเป็น spongy cell สำหรับชั้น lower epidermis พบขน (hair) พบท่อลำเลียงน้ำ (xylem) อยู่ด้านบนและท่อลำเลียงอาหาร (phloem) อยู่ด้านล่าง มี collenchyma เสริมความแข็งแรงบริเวณด้านบนและด้านล่างของใบ

ลำต้น: พบว่าลำต้นตั้งตรง มีลักษณะอวบหนา เมื่อเป็นต้นกล้า และเมื่อเจริญได้ 2-3 สัปดาห์เริ่มมีการสร้างเนื้อไม้ทำให้ลำต้นแข็งแรงมากขึ้น ลำต้นที่เจริญเต็มที่มีลักษณะทึบเหลี่ยม การเจริญเติบโตของต้นทางด้านความสูง พบว่าจะช้าในช่วง 6 สัปดาห์แรก หลังจากนั้นจะเพิ่มความสูงอย่างรวดเร็วจนมีความสูงเฉลี่ยถึงที่ คือ ประมาณ 300 ซม. เนื่องจากการออกดอกแล้ว การศึกษากายวิภาคของลำต้น พบว่า เซลล์ชั้นสูงมีการสร้างชั้น periderm ชั้นถัดไปเป็นชั้นของ secondary phloem ซึ่งในชั้นนี้พบว่า fiber ผนังหนามาก เป็นส่วนที่ใช้ประโยชน์ด้านเส้นใย ถัดเข้ามาเป็น secondary xylem และ pith (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2545)

ภูมิอากาศที่สูง

ระดับความสูงของพื้นที่ เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ที่ตั้งอยู่ในละติจูดเดียวกัน เนื่องจากอุณหภูมิลดลงตามระดับความสูงของพื้นที่ตามอัตราเปลี่ยนอุณหภูมิตามความสูง โดยทั่วไปจะลดลง โดยเฉลี่ยประมาณ 6.5 องศาเซลเซียส ต่อความสูงที่เพิ่มขึ้น 1,000 เมตร นอกจากนี้บริเวณที่สูงยังได้รับจากดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน โดยลาดเขาด้านที่ได้รับแสงอาทิตย์มากจะมีอุณหภูมิสูงกว่า ลักษณะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของภูมิอากาศแบบนี้คือ เป็นอากาศที่มีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างกลางวันกับกลางคืนมาก ทั้งนี้เพราะในเวลากลางวันได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์อย่างเต็มที่ และเวลากลางคืนก็คายความร้อนอย่างรวดเร็ว ภูมิอากาศที่สูงในเขตร้อนเป็นภูมิอากาศที่เหมาะสมแก่การตั้งถิ่นฐานของประชากร ทั้งนี้เพราะมีลักษณะอากาศไม่ร้อนมากเหมือนกับบริเวณที่ราบที่ตั้งอยู่ละติจูดเดียวกัน และสามารถทำการเพาะปลูกพืชผลไม่หลายชนิด โดยทั่วไปปริมาณน้ำฝนของภูมิอากาศที่สูง กับภูเขาสูงจะมีปริมาณมากขึ้นเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น และปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้นจนถึงความสูงระดับหนึ่ง ซึ่งเป็นเขตที่ได้รับความชื้นมากที่สุด ต่อจากนั้นความชื้นจะลดลง ภูเขาด้านที่รับลมจะเป็นบริเวณที่มีฝนตกชุก ส่วนด้านปลายลมจะแห้งแล้ง

การแบ่งพื้นที่ตามลาดเขาสูงออกเป็น 4 เขต คือ

1. เตียร์ราคาเลียนเต (tierra Caliente) เป็นเขตร้อนอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลขึ้นไปจนถึงประมาณ 914 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 28 องศาเซลเซียส ถึง 28 องศาเซลเซียส มีปริมาณฝนตกมาก พืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าไม้เขตร้อน ส่วนการเพาะปลูกมีการปลูกพืชผลจำพวกยางพารา ถั่ว อ้อย และโกโก้

2. เตียร์ราเตมปลาดา (tierra Templada) เป็นเขตอบอุ่นอยู่ในระดับความสูงประมาณ 914 ถึง 1,981 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 24 องศาเซลเซียส ถึง 18 องศาเซลเซียส เป็นเขตที่ปลูกพืชผลได้หลายชนิด เช่น กาแฟ ชา ฝ้าย ข้าวโพด ข้าวเจ้า และยาสูบ

3. เตียร์ราฟรียา (tierra Fria) เป็นเขตหนาวอยู่ในระดับความสูงประมาณ 1,981 ถึง 3,505 เมตร อุณหภูมิเฉลี่ย 18 องศาเซลเซียส ถึง 12 องศาเซลเซียส พืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าสน และเมื่อระดับสูงขึ้นไปสนจะเปลี่ยนเป็นป่าแคระ และทุ่งหญ้า ตะไคร่น้ำ เป็นเขตที่ปลูกพืชได้ทั้งเขตอบอุ่นเขตหนาว เช่น ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ มันฝรั่ง แอปเปิล และหญ้าสำหรับเลี้ยงสัตว์

4. เตียร์ราเอลาดา (tierra Helada) เป็นเขตหนาวจัดตามเทือกเขาสูง ๆ เช่น เทือกเขาแอนดิส ในทวีปอเมริกาใต้ เขตนี้จะไม่สามารถเพาะปลูกได้เป็นเขตทุ่งหญ้าแอลไพน์ (alpine) ตอนเหนืออยู่ติดเส้นขอบหิมะ (snow Line) ถ้าอยู่เหนือระดับความสูง 4,267 เมตร ขึ้นไปจะมีหิมะปกคลุมตลอดปี

ระดับความสูง (altitude) จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับภูมิอากาศ (climate) ซึ่งเป็นลักษณะภูมิอากาศในเขตที่สูง ความเกี่ยวข้องของ climate กับ altitude มีดังนี้

1. ที่ระดับความสูงมาก ๆ ความหนาแน่นของอากาศจะน้อย เนื่องจากบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก (envelop) มีความหนาแน่นมากในระดับผิวพื้นและจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อความสูงเพิ่มขึ้น นอกจากนั้น อุณหภูมิของอากาศก็มีผลเช่นเดียวกัน ดังนั้น พื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงจะถูกปกคลุมด้วยหิมะซึ่งเป็นการยากที่จะใช้พื้นที่นั้นให้เป็นประโยชน์ในด้านเกษตรกรรม

2. พื้นที่ที่เป็นที่สูงหรือภูเขาจะก่อให้เกิดฝนปะทะภูเขา (orographic rain) แต่การเกิดฝนแบบนี้ต้องมีสภาวะแวดล้อมเหมาะสม ไม่จำเป็นว่าเมื่อมีภูเขาจะทำให้เกิดฝนปะทะภูเขาเสมอไป ถ้าสภาวะแวดล้อมของอากาศเหมาะสม การยกตัวของอากาศที่มีความชื้น จะก่อให้เกิดเมฆและมีฝนตกบริเวณด้านหน้าเขา ส่วนบริเวณหลังเขาจะแห้งแล้งและอัปฝน การเกษตรกรรมประสบผลสำเร็จเฉพาะด้านหน้าเขาเท่านั้น

3. ในเขตละติจูด (latitudes) สูง ๆ ที่มีระดับพื้นที่สูง การได้รับแสงอาทิตย์จะมีระยะเวลา น้อยและเป็นบางฤดูเท่านั้น ก็จะได้รับแสงอาทิตย์มากในช่วงฤดูร้อน และความสูงของภูเขาจะบัง แสงอาทิตย์ซึ่งกันและกันอีกด้วย ลักษณะเช่นนี้มีผลต่อการเลี้ยงสัตว์และการเพาะปลูกธัญญาชาติ (ดวงพร, 2537)

บทบาทของสภาพแวดล้อมกับการผลิตพืช

ความสัมพันธ์ของพลังงานรังสีกับพืช

พลังงานรังสี: พลังงานสุริยะมีบทบาทต่อกระบวนการสรีรวิทยาต่างๆของพืช กระบวนการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์ของใบพืชก็ใช้พลังงานรังสีดวงอาทิตย์ การระเหยน้ำจากพืชก็ต้องใช้การพลังงานรังสีดวงอาทิตย์จำนวนมาก

ความเข้มของแสงอาทิตย์: แสงอาทิตย์ที่ส่องจากดวงอาทิตย์มายังโลกนั้นประกอบ ด้วยแสงสี ที่มีความยาวคลื่น (wavelength) ต่างๆจะมีแสงมากกว่า 99% ที่อยู่ในระหว่างช่วงคลื่นแสง 0.3-0.4 ไมครอน แสงที่มองเห็นด้วยตา (visible radiation) มีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.4-0.7 ไมครอน ซึ่งจะมีอยู่ประมาณ 41% ของทั้งหมด ประกอบด้วยแสงสีเขียว น้ำเงิน เหลือง แดง และแสงส่วนนี้เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงของพืช

คุณภาพของแสง: คุณภาพของแสงในการที่จะเป็นประโยชน์หรือก่อให้เกิดผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากการกระจายพลังงานคลื่นแสงของดวงอาทิตย์ คือ แสงที่ส่องลงมาถึงผิวโลกนั้นมีช่วงคลื่นแสงแตกต่างกันและมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน เนื่องจากแสงบางส่วนถูกบรรยากาศดูดซับเอาไว้มากน้อยแตกต่างกัน และปลดปล่อยออกมาเล็กน้อยแตกต่างกัน

ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับพืช

อุณหภูมิสะสม: การเจริญเติบโตของพืชขึ้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสะสม ที่เรียกว่า Growing degree day (GDD) สภาพอากาศที่ปลูกพืชจะผันแปรอย่างไรก็ตามพืชจะเจริญถึงระยะนั้นๆ ได้จะต้องมี GDD ถึงจำนวนที่พืชต้องการ ถ้าในระหว่างที่พืชขึ้นขึ้นอยู่มีอากาศหนาวเย็นหรือมีอุณหภูมิต่ำพืชจะต้องใช้เวลานานขึ้น เพื่อสะสมอุณหภูมิให้ได้ตามจำนวนที่พืชต้องการก่อน ในทางตรงข้ามกันถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะใช้ระยะเวลาเร็วขึ้น

อุณหภูมิดิน: อุณหภูมิได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ขณะเดียวกันก็มีการคายความร้อนออกโดยการแผ่รังสี ตอนกลางวันดินจะได้รับความร้อนมากกว่าการคายความร้อนออก พื้นดินจึงมีอุณหภูมิสูงที่สุด ส่วนในเวลากลางคืนไม่ได้รับความร้อนแต่ยังคงคายความร้อนออกจึงทำให้มีอุณหภูมิต่ำสุด

ความสัมพันธ์ของลมกับพืช

ความเร็วลมในระดับใกล้ๆ พื้นดินจะแตกต่างกันมาก บริเวณที่ติดกับผิวดินความเร็วลมจะลดลงเป็นอย่างมาก เพราะผิวดินและพืชที่ปกคลุมอยู่จะเป็นตัวต้านทานความเร็วลมในขณะที่ความเร็วลมที่ระดับสูงขึ้นไปจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ถ้าความเร็วของลมกำลังแรงขึ้นแรงต้านทานที่ผิวดินโลกจะลดน้อยลง ความเร็วลมบริเวณที่ปลูกพืชที่ใกล้ผิวดินโดยทั่วๆ ไปมักจะใกล้ศูนย์ (อาคม, 2543)

ความสัมพันธ์ของความชื้นกับพืช

บทบาทและหน้าที่ของน้ำต่อพืช: น้ำเป็นองค์ประกอบหลักของเซลล์พืชที่กำลังเจริญเติบโต พบว่าเซลล์พืชล้มลุกหรือไม้เนื้ออ่อนจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 80-90% น้ำมีบทบาทและหน้าที่ต่างๆ ภายในต้นพืชมากมาย เช่น เป็นตัวละลาย (solvent), เป็นตัวร่วมในปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆ (reactant), รักษาความเต่งของเซลล์ (turgidity) เพื่อการขยายขนาดของเซลล์ หรือเพื่อรักษารูปทรงของพืชไว้ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการมีชีวิต ต่อการเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิตของพืช ซึ่ง เฉลิมพล (2535) สรุปบทบาทและหน้าที่ของน้ำได้ดังนี้

1. เป็นส่วนประกอบของเซลล์
2. เป็นตัวทำละลาย และเป็นตัวกลางของปฏิกิริยาเคมี
3. เป็นตัวกลางการเคลื่อนย้ายสารพวกอินทรีย์ และอนินทรีย์วัตถุ
4. เป็นตัวกลางรักษาความเต่ง และรูปทรงของเซลล์
5. เป็นวัตถุดิบสำหรับการสังเคราะห์แสง
6. เป็นตัวระบายความร้อนของพืชโดยผ่านกระบวนการคายน้ำ และรักษาอุณหภูมิภายในต้นไม้มิให้ร้อนเกินไป

ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน: รากพืชจะเจริญไปในดินบริเวณที่มีความชื้น และดูดน้ำจนกระทั่งศักยภาพของน้ำในดินนั้นลดลงถึงระดับวิกฤติ จากนั้นรากจะไม่สามารถดูดน้ำได้อีกต่อไป ส่วนของน้ำในดินที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้เรียกว่า น้ำที่เป็นประโยชน์ (available water)

ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระดับความชื้นในดินที่จุลชีพอาศัยด้วยน้ำของดิน (field capacity, FC) และจุดเหี่ยวเฉาถาวร (permanent wilting point, PWP)

ปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ในดินขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ดินที่มีเนื้อดินเหนียวมากกว่าจะสามารถอุ้มน้ำส่วนนี้ได้มากกว่า เช่น ดิน clay loam จะมีเปอร์เซ็นต์น้ำที่เป็นประโยชน์อยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เปรียบเทียบกับดินทรายละเอียดจะมีอยู่เพียงประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเท่านั้น

การเจริญและการพัฒนาของพืช

การเจริญเติบโต (growth) ของพืชจะเกิดควบคู่กัน กับการพัฒนา (development) เสมอ โดยจะมีความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญและการพัฒนา ดังนี้

$$\text{Development} = \text{Growth} + \text{Differentiation}$$

Growth: การเจริญ

คำว่า การเจริญเติบโตในทางพืชนั้น นักวิชาการกลุ่มหนึ่งได้ให้ความหมายว่าเป็น การแบ่งเซลล์ ขยายเซลล์ และการเพิ่มขนาดของเซลล์ นักวิชาการทางพืชไร่จะหมายถึงการเพิ่ม น้ำหนักแห้ง

Differentiation: การทำหน้าที่ของเซลล์

เนื้อเยื่อเจริญของพืชหลังจากที่มีการแบ่งเซลล์และขยายตัวของเซลล์แล้ว เซลล์นั้น ก็จะมีหน้าที่ซึ่งจะนำไปสู่การสะสมน้ำหนักแห้ง หรือเพิ่มความเข้มข้นของสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นภายใน เซลล์ เรียกว่าเซลล์นั้นมีกระบวนการ differentiation เกิดขึ้น ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นได้นั้น จะต้องมียุคประกอบ 3 สิ่งต่อไปนี้

1. มีสารสังเคราะห์ (assimilate หรือ photosynthate) ที่เหลือจากใช้ใน กระบวนการเจริญเติบโต

2. มีอุณหภูมิที่เหมาะสม

3. มีเอนไซม์เพื่อใช้ในกระบวนการ

growth เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างปริมาณผลผลิต ได้แก่การแบ่งเซลล์ และการ ขยายตัวของเซลล์ differentiation เป็นการเพิ่มคุณภาพผลผลิต เพราะว่าเป็นการสะสมแป้ง น้ำตาล หรือกรดให้มากขึ้นในเซลล์ ถ้าพืชมีการ growth มากกว่า differentiation เซลล์พืชก็จะเปราะบาง ผนังเซลล์บางไม่แข็งแรง และถ้ามีการ differentiation เร็วและมากกว่า growth พืชก็จะสุกแก่เร็วกว่า ปกติ รสชาติและสีต้นเปลี่ยนไป ดังนั้นผลผลิตของพืชจึงขึ้นอยู่กับความสมดุลระหว่าง growth และ differentiation (เจลิมพล, 2535)

ส่วนประกอบเคมีของสารในกัญชง-กัญชา

กัญชง-กัญชา สามารถสังเคราะห์สารที่เรียกว่า แคนนาบินอยด์ (cannabinoids) ชนิดต่าง ๆ มากมายที่มีโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกัน ได้แก่ แคนนาบิไดออล (cannabidiol, CBD) และ ไอโซเมอร์ (isomers) ต่าง ๆ ของเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (tetrahydrocannabinol, THC) ได้แก่ (1) เดลต้า-9-เตตราไฮโดรแคนนาบินอล (Δ^9 -tetrahydrocannabinol, Δ^9 -THC) มีฤทธิ์ทางด้านจิตใจ ทำให้เกิดอารมณ์เคลิบเคลิ้มและเป็นสุข ถ้าเสพโดยการสูบจะออกฤทธิ์เร็วกว่ารับประทาน (2) เดลต้า-8-ไฮโดรแคนนาบินอล (Δ^8 -tetrahydrocannabinol, Δ^8 -THC) ไม่มีฤทธิ์ต่อจิตใจทำให้เกิดอารมณ์เคลิบเคลิ้มจึงไม่ใช่สารเสพติด (3) แคนนาบินอล (cannabinol, CBN) เป็นสารผลิตภัณฑ์จากการออกซิเดชัน (oxidation) ของเดลต้า-9-เตตราไฮโดรแคนนาบินอล และยังเป็นสารมีฤทธิ์ทำให้เกิดการเสพติด (4) แคนนาบิโครมีน (cannabichromine, CBCh) (5) แคนนาบิโนลิกแอซิด (cannabinolic acid, CBNA) มีฤทธิ์ทำให้สงบและเป็นยานอนหลับ และยังมีการตรวจพบสารแคนนาบินอยด์ชนิดอื่น ๆ อีกหลายชนิด ได้แก่ (6) แคนนาบิไดโอลลิกแอซิด (cannabidiolic acid, CBDA), (7) แคนนาบิโครมินิกแอซิด (cannabichromenic acid, CBChA), (8) แคนนาบิไซโคล (cannabicyclol), (9) แคนนาบิไดวารอล (cannabidivanol) ปริมาณของสารแต่ละชนิดในพืชแต่ละรุ่นจะแตกต่างกันไปและขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ (climate), ดิน (soil) ที่ใช้ปลูก และปัจจัยอื่นอีกหลายอย่าง ไอโซเมอร์ที่เป็นเดลต้า-9-เตตราไฮโดรแคนนาบินอล (delta-9-tetrahydrocannabinol) เป็นส่วนประกอบในกัญชาที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อจิตและประสาทรวมทั้งมีผลทางสรีรวิทยาได้มากที่สุด เตตราไฮโดรแคนนาบินอล มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำมัน ไม่ค่อยละลายในน้ำ การเรียกชื่อสารเสพติดชนิดนี้โดยทั่วไปนิยมเรียกชื่อสั้น ๆ ว่า สารทีเอชซี (THC) ปริมาณสารเสพติดทีเอชซีในกัญชาจะอยู่ในช่วง 0.5-6%, และปริมาณของสารเสพติดในรูปผลึกของแข็งที่ตกผลึกในน้ำมันกัญชา (hashish oil) อาจสูงได้ถึง 60%

ในการจำแนกพืชกัญชงจากกัญชาโดยใช้วิธีเคมีแต่ก่อนจะใช้ปริมาณของเดลต้า-เก้า-เตตราไฮโดรแคนนาบินอล (Δ^9 -tetrahydrocannabinol, Δ^9 -THC) และแคนนาบิไดออล (cannabidiol, CBD) เป็นสารหลักที่สำคัญ โดยกำหนดหลักเกณฑ์ว่า

กัญชา (drug type *Cannabis sativa* L.) มีปริมาณ Δ^9 -THC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนักแห้ง) และปริมาณ CBD น้อยกว่า 0.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนักแห้ง)

กัญชงแท้ปลูกไว้เพื่อต้องการเส้นใย (fiber hemp) มีปริมาณ Δ^9 -THC น้อยกว่า 0.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนักแห้ง) และปริมาณ CBD มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนักแห้ง)

กัญชงพวกที่อยู่กลาง ๆ ระหว่างพืชเส้นใยและพืชเสพติด (intermediate) มีปริมาณ Δ^9 -THC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนักแห้ง) และปริมาณ CBD มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5% (น้ำหนักต่อน้ำหนักแห้ง)

สาร cannabidiol (CBD) เป็นสารตั้งต้นในการสร้าง tetrahydrocannabinol (THC) และ THC บางส่วนอาจจะเกิด oxidation ออกซิเจนในอากาศเปลี่ยนต่อไปเป็น cannabinol (CBN) ซึ่งยังถือว่าเป็นสารเสพติด (Smith, 1975)



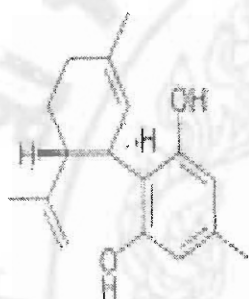
โครงสร้างทางเคมีของสารใน กัญชา-กัญชา

Natural cannabinoids (From Wikipedia, the free encyclopedia)

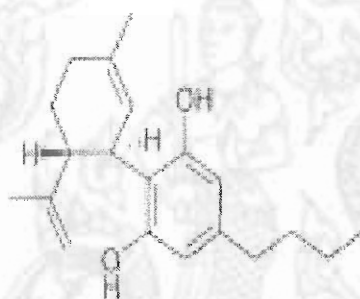
Cannabidiol-type (CBD)

Chemical name 2-((1S,6S)-3-methyl-6-(prop-1-en-2-yl) cyclohex - 2-enyl) -5- pentyl benzene-1,3- diol

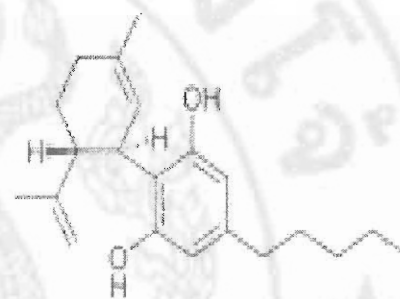
Chemical formula $C_{21}H_{30}O_2$



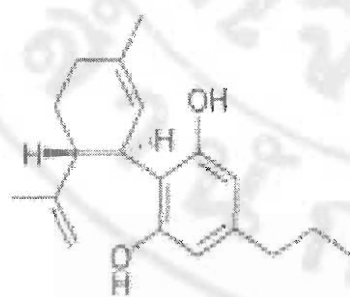
Cannabidiol-C₁, **CBD- C₁**



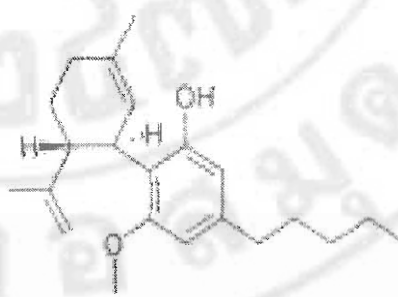
Cannabidiol-C₄, **CBD- C₄**



(-)-Cannabidiol , **CBD- C₅**



(-)-Cannabidivarin, **CBDV-C₃**

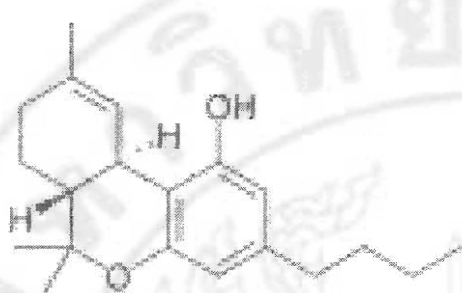


Cannabidiol momomethyl ether **CBDM-C₅**

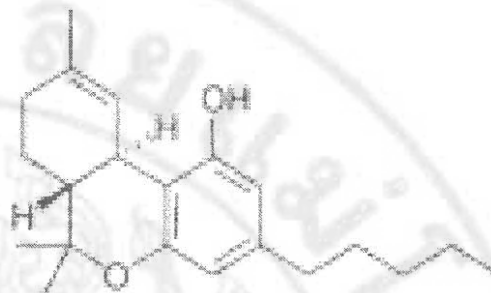
Tetrahydrocannabinol-type (THC)

Chemical name (–)-(6a*R*,10a*R*)-6,6,9-trimethyl-3-pentyl-6a,7,8,10a-tetrahydro-6*H*-benzo[*c*] chromen-1-ol

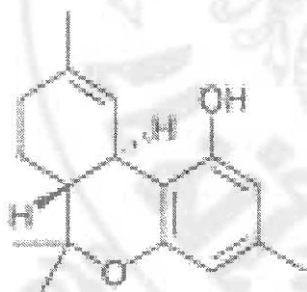
Chemical formula $C_{21}H_{30}O_2$



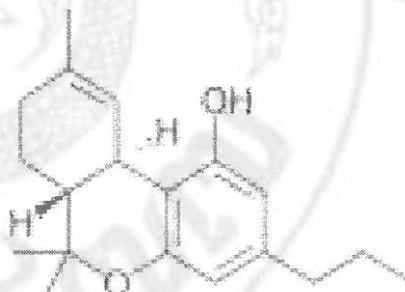
Δ^9 -Tetrahydrocannabinol- C_4 , Δ^9 -THC- C_4



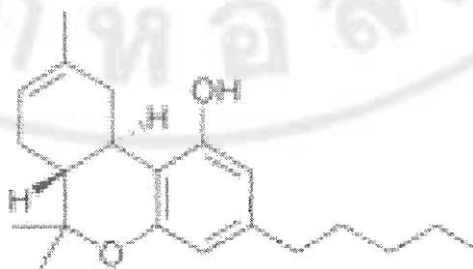
Δ^9 -Tetrahydrocannabinol, Δ^9 -THC- C_5



Tetrahydrocannabiorcol, Δ^9 -THCO- C_1



Δ^9 -Tetrahydrocannabivarin, Δ^9 -THCV- C_3

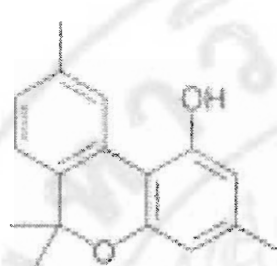


(–)- Δ^8 -*trans*-(6a*R*,10a*R*)- Δ^8 -Tetrahydrocannabinol, Δ^8 -THC- C_5

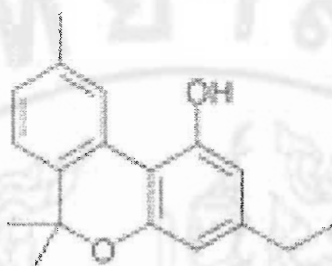
Cannabinol-type (CBN)

Chemical name 6,6,9-trimethyl-3-pentyl-6*H*-benzo[*c*]chromen-1-ol

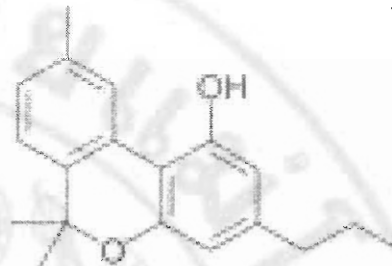
Chemical formula $C_{21}H_{26}O_2$



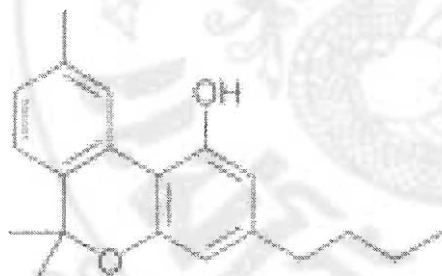
Cannabiorcol, **CBN-C₁**



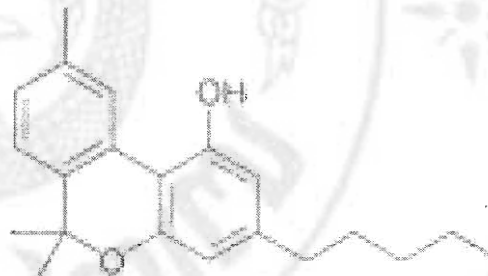
Cannabinol-C₂, **CBN-C₂**



Cannabivarin, **CBN-C₃**



Cannabinol-C₄, **CBN-C₄**



Cannabinol, **CBN-C₅**

This page was last modified 20:20, 27 October 2006.

All text is available under the terms of the [GNU Free Documentation License](#). (See [Copyrights](#) for details.)

Wikipedia® is a registered trademark of the Wikimedia Foundation, Inc.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Latta and Eaton (1975) รายงานเกี่ยวกับสาร THC ว่าสารเสพติด Delta-9-tetrahydrocannabinol (delta-9-THC) เป็นสารอยู่ในกลุ่มของ Cannabinoid ซึ่งสาร Cannabinoid จะมีความสัมพันธ์กับพืช Cannabis โดยเฉพาะ Marijuana (กัญชา) ตามระยะของการเจริญเติบโตส่วนต่างๆ ของพืช เพศ และสภาพแวดล้อมดังนี้ การเจริญของต้นกัญชาระยะกล้าหรือต้นอ่อนจะมีปริมาณของ Cannabinoid ต่ำสุด และสูงสุดระยะออกดอก จะมีระดับปานกลางหลังจากออกดอกถึงระยะเก็บเกี่ยว ส่วนของต้นกัญชาสาร Cannabinoid จะมีปริมาณสูงสุดในดอกแล้วลดต่ำลงในส่วนต่างๆ ตามลำดับคือ จากดอก ใบ Petiole ลำต้น เมล็ด และราก ซึ่งในต้นเพศผู้และเพศเมียจะมีปริมาณ Cannabinoid ไม่แตกต่างกัน พันธุกรรมและสภาพแวดล้อมจะมีอิทธิพลต่อการเกิดสาร Cannabinoid พันธุกรรมของพันธุ์ Cannabis จะเป็นปัจจัยควบคุมประการแรก ส่วนสภาพแวดล้อมจะเป็นปัจจัยจำกัดประการที่สอง สภาพแวดล้อมที่มีลักษณะ Stress เช่น ความชื้น (moisture stress) ปริมาณธาตุอาหาร (nutrient stress) การแข่งขันกับพืชอื่นๆ นอกจากนั้นศัตรูพืช เช่น โรคพืชจะเป็นตัวชักนำให้เกิด Cannabinoid ซึ่งพบว่าเกิดขึ้นในหลายพืช ซึ่ง ไพศาล (2540) ได้อธิบายถึงการนำเอาพืชจากแหล่งอื่นๆ เข้าเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ว่า เมื่อนำพืชมาจากพื้นที่หรือประเทศอื่น อาจตั้งสมมุติฐานไว้เป็นการล่วงหน้าว่า ลักษณะบางอย่างของพืชนั้นย่อมแตกต่างไปจากเดิมไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะสภาพแวดล้อมใหม่ที่พืชได้รับแตกต่างไปจากแหล่งเดิมที่พืชนั้นเจริญอยู่ เช่น ผลผลิตอาจลดลง ออกดอกเร็วขึ้น หรือไม่ออกดอก ต้นอาจเล็กสูงกว่าเดิม อาจมีโรค – แมลงชนิดใหม่เข้าทำลาย และอื่นๆ พืชบางพันธุ์อาจประสบความสำเร็จโดยสิ้นเชิง แต่บางพันธุ์อาจเจริญเติบโตได้ดี ดังนั้นหลังจากนำพืชมาจากแหล่งอื่นแล้ว เราควรปลูกเพื่อศึกษาเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญๆ ของพืชนั้นเสียก่อน โดยปกติแล้วในการนำพืชพันธุ์เข้ามาในแต่ละครั้งเรามักจะนำเข้ามาครั้งละหลายๆ พันธุ์ ดังนั้นการปลูกเพื่อศึกษาเพื่อศึกษาควปลูกพร้อมกันหลายๆ พันธุ์ในแปลงเดียวกัน และในท้องที่เดียวกัน และถ้ามีพันธุ์พื้นเมืองหรือพันธุ์เก่าที่ปลูกกันอยู่แล้วก็ใช้เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ การปลูกและปฏิบัติรักษาก็ใช้วิธีเดียวกันที่เคยใช้ในพื้นที่นั้นเป็นมาตรฐาน

อาคม (2547) รายงานว่าเมื่อนำผลผลิตถั่วอะซูกิไปเปรียบเทียบตามสภาพพื้นที่ปลูก ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด โดยที่ขุนแปะให้ผลผลิตสูงกว่าแม่สะป๊อก แม้ว่าที่ขุนแปะจะมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำในช่วงเดือนมีนาคมเป็นต้นมา แสดงว่าระดับพื้นที่ที่มีความสูงเหนือระดับทะเลสูงกว่า อุณหภูมิเย็นกว่า ย่อมจะเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ดัดฟ้า และให้ผลผลิตที่สูงกว่า นอกจากนี้เมื่อนำดินในแปลงไปวิเคราะห์ก่อนทำการวิจัย พบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ขุนแปะมีปริมาณธาตุอาหาร ความเป็นกรดเป็นด่าง และอินทรีย์วัตถุ ที่ค่อนข้างดีกว่าแม่สะป๊อก จึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตถั่วอะซูกิของที่ขุนแปะสูงกว่าอีกด้วย ซึ่งคล้ายกันกับ สัมพันธ์ (2547)

แสดงผลการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตถั่วลูกไก่ เมื่อปลูกถั่วลูกไก่ในสภาพแวดล้อม 3 สภาพแวดล้อม ที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลแตกต่างกันไป พบว่าถั่วลูกไก่ที่ปลูกในสภาพแวดล้อม ที่มีระดับความสูงจากน้ำทะเลที่ 420 เมตร มีการเจริญเติบโต และให้ค่าเฉลี่ยของผลผลิตในแต่ละสายพันธุ์มากที่สุด แต่ถั่วลูกไก่ที่ปลูกในสภาพแวดล้อม ที่มีระดับความสูงจากน้ำทะเลที่ 700 เมตร นั้นมีการเจริญเติบโตในค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยทั้งนี้ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลอย่างมากคือ ปริมาณอุณหภูมิสะสมของถั่วลูกไก่ และประกิตต์ (2548) สรุปผลการศึกษาความสูงของพื้นที่เพาะปลูกต่อผลผลิตข้าวไร่บนพื้นที่สูง พบว่า ผลผลิตข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่เพาะปลูกที่มีระดับความสูง 1,000 ถึง 1,200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง แสดงค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 305.80 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ ข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่เพาะปลูกที่มีระดับความสูง 700 ถึง 1,000 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 271.92 กิโลกรัมต่อไร่ และข้าวไร่ที่ปลูกในพื้นที่เพาะปลูกที่มีระดับความสูง 500 ถึง 700 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ 217.24 กิโลกรัมต่อไร่

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

- เมล็ดพันธุ์กัญชงที่ใช้ปลูกเปรียบเทียบ 3 สายพันธุ์ ได้แก่

1. สายพันธุ์ปางคะ-1 (T1) มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 258.84 เซนติเมตร ใบเมื่อเจริญเต็มที่แผ่นใบย่อยกว้างประมาณ 2.4-2.8 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวอ่อน เป็นพันธุ์ที่นำมาจากเกษตรกรในเขตรับผิดชอบของ สถานีเกษตรหลวงปางคะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่
2. สายพันธุ์ปางอุ้ง-1 (T2) มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 271.68 เซนติเมตร ใบเมื่อเจริญเต็มที่แผ่นใบย่อยกว้างประมาณ 2.7-3.2 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวอมเหลือง เป็นพันธุ์ที่นำมาจากเกษตรกรในเขตรับผิดชอบของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่
3. สายพันธุ์สองแคว-1 (T3) มีลักษณะ ความสูงเฉลี่ยประมาณ 269.78 เซนติเมตร ใบเมื่อเจริญเต็มที่แผ่นใบย่อยกว้างประมาณ 2.0-2.5 เซนติเมตร ใบมีสีเขียว เป็นพันธุ์ที่นำมาจากเกษตรกรใน อ.สองแคว จ.พิษณุโลก

- อุปกรณ์การเกษตรที่ใช้ในการปลูก

วิธีการดำเนินงาน

ดำเนินการทดลองในแปลงทดลองของ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวง และสถานีเกษตรหลวง ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลแตกต่างกัน โดยนำสายพันธุ์กัญชง 3 สายพันธุ์ ปลูกในสภาพแปลงในพื้นที่แต่ละแห่งแล้วเก็บใบ และดอกในระยะออกดอกนำมาทดสอบเปรียบเทียบปริมาณสาร Delta-9-tetrahydrocannabinol (THC) ที่สกัดได้ในแต่ละพันธุ์กับสารมาตรฐานตามระดับที่กฎหมายสากลกำหนด และมีการบันทึกการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นควบคู่ไปด้วยทุกครั้งที่ทำกรเก็บตัวอย่าง เมื่อมีการเจริญเติบโตเต็มที่ในระยะที่เส้นใบมีคุณภาพดี ทำการเก็บเกี่ยวเพื่อหาน้ำหนักผลผลิตต้นสด กิโลกรัมต่อไร่

ในแต่ละสถานีที่มีการทดลองวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized complete block) มี 3 ซ้ำ โดยใช้พันธุ์เป็น สิ่งทดลอง (Treatment) และมีการจัดบล็อก (block) เป็นแปลงย่อย (plot) ขนาดกว้าง 2.5 เมตร ยาว 5 เมตร แต่ละแปลงย่อยปลูก 12 แถว ใช้ระยะปลูกระหว่างแถว 20 เซนติเมตร ระหว่างต้น 20 เซนติเมตร หยอดเมล็ด 5 เมล็ดต่อหลุม แล้วถอนให้เหลือ 3 ต้นต่อหลุม การดูแลรักษาประกอบด้วยการให้น้ำ ให้น้ำปุ๋ย กำจัดวัชพืช และการป้องกันกำจัดโรค แมลง

ในแต่ละสภาพแวดล้อมแตกต่างกันไปของแต่ละระดับความสูงจากน้ำทะเล ตามความเหมาะสมตลอดฤดูกาลปลูก

วิธีการศึกษาและการบันทึกข้อมูล

ดำเนินการทดลองในสภาพแปลงปลูกแล้วเก็บข้อมูลต้นกัญชงในระหว่างการเจริญ 4 ระยะ ได้แก่

1. ระยะต้นกล้า (seedling) เริ่มจากมีใบจริงคู่แรกออกตรงข้ามกัน
2. ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth) ใบเริ่มเปลี่ยนเป็นแบบสลับ (alternate)
3. ระยะออกดอก (flowering) ในระยะเริ่มออกดอกได้ 5 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งหมด
4. ระยะการสร้างเมล็ด (seedset) หลังจากมีการผสมเกสร (pollination)

แผนการเก็บข้อมูล ตามระยะที่กำหนดดังนี้

1. ทำการเก็บตัวอย่างครั้งแรกเมื่อกัญชงมีการเจริญเติบโตครบ 1 เดือน หรือประมาณ 30 วัน นับตั้งแต่วันเริ่มงอก
2. เมื่อกัญชงมีการเจริญเติบโตครบ 1 เดือน นับตั้งแต่วันเริ่มงอก ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ หรือประมาณ 15 วัน
3. หลังจากกัญชงมีอายุครบ 90 วัน หรือ 3 เดือน ทำการเก็บตัวอย่างทุกสัปดาห์

เก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. การเจริญเติบโตของต้นกัญชงประกอบด้วย
 - ความสูงของลำต้นกัญชง โดยใช้ตลับเมตรและไม้เมตรวัดจากโคนลำต้นถึงปลายยอด
 - ขนาดของลำต้น โดยใช้เชือกพันรอบลำต้นเหนือข้อที่ 3 จากพื้นดิน แล้วนำเชือกไปเทียบความยาวกับไม้บรรทัด

2. ปริมาณของสาร Delta-9- tetrahydrocannabinol (THC) ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต โดยเก็บใบกัญชงสดของแต่ละสายพันธุ์ ตัวอย่างละประมาณ 10 กรัม นำมาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักแห้งและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

Wheals and Smith (1975) ได้รายงานคำแนะนำการตรวจสอบแคนนาบินอยด์ไว้ดังนี้

1. การเตรียมสารสกัดจากพืชกัญชง

ชั่งใบกัญชงแห้งตัวอย่างน้ำหนัก 0.70 กรัม นำมาบดกับเมทานอล (methanol) ในโกร่งบดยาให้ละเอียด จากนั้นนำสารสกัดไปกรองผ่านกระดาษกรอง นำสารสกัดที่กรองได้ปรับปริมาตรเป็น 7.00 มล. พอดีด้วยเมทานอล จากนั้นนำไปตรวจพิสูจน์ด้วยสารทดสอบการเกิดสี

2. การเตรียมสารทดสอบการเกิดสี

(ก) ชั่งโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide, KOH) 1.00 กรัม ละลายลงในเอทานอล (ethanol) แล้วปรับปริมาตรรวมให้เป็น 10.0 มล. พอดี

(ข) ชั่งวานิลลิน (vanillin) 0.80 กรัม ละลายลงในเอทานอล (ethanol) 39 มล. แล้วเติม อะซีตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) ลงไป 1.0 มล. เขย่าให้เข้ากัน

3. วิธีการทดสอบการเกิดสี

3.1 แบ่งสารสกัดจากใบกัญชงตัวอย่างในข้อ 1 มา 0.10 มล. ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารทดสอบการเกิดสีในข้อ 2 (ก) ลงไป 1.0 มล. เขย่าให้เข้ากัน สังเกตความเข้มของสีม่วงที่เกิดขึ้นในสารละลาย หากเป็นสีม่วงจางมาก ๆ จัดเป็นพืชกัญชงเพราะมีสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (tetrahydrocannabinol) เพียงเล็กน้อย แต่ถ้าสังเกตเห็นสารละลายเป็นสีม่วงเข้มชัดเจนทันทีแสดงว่าเป็นกัญชาเพราะมีสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลมากกว่าหลายเท่า

3.2 แบ่งสารสกัดจากกัญชงตัวอย่างในข้อ 1 มา 0.20 มล. ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารทดสอบการเกิดสีในข้อ 2 (ข) ลงไป 1.0 มล. เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติมไดคลอโรมีเทน (dichloromethane, CH_2Cl_2) ลงไป 2.0 มล. เขย่าให้เข้ากัน หากสังเกตเห็นสีม่วงที่เกิดขึ้นจางมากในชั้นไดคลอโรมีเทน (ที่อยู่ชั้นล่าง) แสดงว่ามีสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จัดว่าพืชตัวอย่างเป็นกัญชง แต่ถ้าสังเกตเห็นสีม่วงเข้มเกิดขึ้นในชั้นไดคลอโรมีเทน (ที่อยู่ชั้นล่าง) แสดงว่ามีสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอลมากกว่าหลายเท่า จัดเป็นกัญชา

4. การตรวจด้วยโครมาโทกราฟีผิวบาง (thin-layer chromatography, TLC)

4.1 หยดสารสกัดจากใบพืชตัวอย่างในข้อ 1 ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ลงบนแผ่นโครมาโทกราฟีผิวบางที่ฉาบด้วยซิลิกาเจล 60 จีเอฟ 254 (silica gel 60 GF 254) แล้วนำไปชะด้วยตัวทำละลายผสมที่ประกอบด้วย โทลูอีน : นอร์มัล-เฮกเซน : ไดเอทิลเอมีน อัตราส่วน 25 : 10 : 1 โดยปริมาตร (toluene : *n*-hexane : diethylamine = 25 : 10 : 1, v/v/v) ปล่อยให้ตัวทำละลายผสม

เคลื่อนที่ขึ้นไปได้ประมาณ 14 ซม. จึงยกแผ่นโครมาโทกราฟีขึ้นจากอ่างโครมาโทกราฟีวางนอนไว้บนพื้นที่ราบในตู้ควันทันประมาณ 5 นาที ให้ตัวทำละลายระเหยไปเอง

4.2 นำแผ่นโครมาโทกราฟีวางตั้งขึ้น แล้วพ่นด้วยสารละลาย Fast Blue BB salt 0.10 กรัม ในเอทานอล (ethanol) 20.0 มล. (ในตู้ควันทัน) สังเกตจุดสีม่วงเข้มปนแดงที่ปรากฏขึ้นของ สารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (THC) ที่ปรากฏขึ้นทันที ถ้าจุดสีม่วงปนแดงมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หรือตรวจไม่พบแสดงว่าพืชตัวอย่างเป็นกัญชา แต่ถ้าจุดสีม่วงปนแดงปรากฏเป็นจุดเข้มชัดเจน แสดงว่าเป็นกัญชา ทั้งนี้ควรสังเกตจุดของสารแคนนาบินอยด์อื่นอีก 2-3 ชนิด ที่ปรากฏขึ้นมาประกอบด้วย โดยจุดที่ขึ้นไปสูงกว่าจุดสีม่วงเข้มปนแดงของ THC เป็นจุดของแคนนาบิไดโอด (cannabidiol, CBD) ซึ่งปรากฏเป็นสีส้มชัดเจน (orange) และยังมีจุดสีม่วงแดงที่อยู่ต่ำกว่า THC ลงมาเล็กน้อย เป็นจุดของแคนนาบินอล (cannabinol, CBN) ซึ่งเป็นสารที่เปลี่ยนมาจาก THC โดยการออกซิเดชัน (oxidation product of THC)

4.3 เปรียบเทียบปริมาณของ THC + CBN เทียบกับปริมาณของ CBD ที่ปรากฏบนโครมาโทกราฟีผิวบาง

กรณีที่ 1 ปริมาณ THC + CBN น้อยกว่า CBD จัดเป็นพืชกัญชา

กรณีที่ 2 ปริมาณ THC + CBN เท่ากับ CBD เป็นกัญชาที่มีสารกัญชาปานกลาง

กรณีที่ 3 ปริมาณ THC + CBN มากกว่า CBD เป็นกัญชาหรือเป็นกัญชาที่มีสารกัญชามากมาตรฐานเกินกำหนด

5. การตรวจด้วยโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

(High-performance liquid chromatography, HPLC)

5.1 สารสกัดจากใบพืชตัวอย่างในข้อ 1 ที่เจือจางด้วยเฟสเคลื่อนที่ในอัตราส่วน 1/10 เท่า แล้วกรองก่อนฉีด ปริมาตร 0.5 ถึง 2.0 ไมโครลิตร เข้าเครื่อง HPLC

คอลัมน์ (column): Inertsil™ ODS (3)

อุณหภูมิ (temperature): 40 °C

เฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase): เมทานอล : น้ำ = 80 : 20 โดยปริมาตร

(methanol: Water = 80 : 20, v/v)

การตรวจสอบ (detection): UV 220, 254, และ 280 นาโนเมตร เปรียบเทียบกัน

5.2 เปรียบเทียบพื้นที่ใต้กราฟ (peak area) ภายในแกน x และ y ของสารแคนนาบินอยด์ต่างๆ เปรียบเทียบกัน

3. ข้อมูลสภาพแวดล้อมของแต่ละพื้นที่ เช่น ปริมาณความชื้น ปริมาณแสงอาทิตย์ และ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลแต่ละลักษณะ ในแต่ละสภาพแวดล้อม ตามสมการแบบหุ้नของแผนการทดลองแบบสุ่มลงในบล็อกอย่างสมบูรณ์ (RCBD) ซึ่งเสนอโดย สุรพล (2536) ดังต่อไปนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + E_{ij}$$

โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, v$ (จำนวนพันธุ์)
 $J = 1, 2, 3, \dots, r$ (จำนวนซ้ำ)
 Y_{ij} = ค่าสังเกตที่ได้จากสิ่งทดลอง i ในซ้ำ j
 μ = ค่าเฉลี่ยของประชากร
 T_i = อิทธิพลของสิ่งทดลอง i
 R_j = อิทธิพลของซ้ำ j
 E_{ij} = ความคลาดเคลื่อนการสุ่ม

ANOVA

SOV	df
Block	2
Treatment	2
Error	4
Total	8

2. การวิเคราะห์ความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน โดยใช้ค่า Chi – square (χ^2 – test) ตามวิธีการของ Bartlett's test ซึ่งเสนอโดย Dixon and Massey (1983) เพื่อทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนสภาพแวดล้อม (homogeneity of variance) ดังสูตรต่อไปนี้

$$\chi^2 = M/C$$

$$M = 2.3026 f(a \log S^2 - \log Si^2)$$

$$C = 1 + (a + 1/3af)$$

โดยที่	a	=	จำนวนความแปรปรวน
	f	=	ค่าของ df
	S^2	=	ค่าความแปรปรวน

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) ของการทดลองที่มีความแปรปรวนเป็นเอกภาพเพื่อทดสอบ ($G \times E$) ตามแบบสุ่ม

	Y_{ijk}	=	$\mu + Li + V_j + R_{k/i} + (L \times V)_{ij} + E_{ijk}$
โดยที่	i	=	1, 2, 3,, n (จำนวนสภาพแวดล้อม)
	j	=	1, 2, 3,, v (จำนวนพันธุ์)
	k	=	1, 2, 3,, r (จำนวนซ้ำ)
	Y_{ijk}	=	ค่าสังเกตของพันธุ์ที่ j ซ้ำที่ k ในสภาพแวดล้อมที่ i
	μ	=	ค่าเฉลี่ยของประชากร
	Li	=	อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่ i
	V_j	=	อิทธิพลของพันธุ์ที่ j
	$R_{k/i}$	=	อิทธิพลของซ้ำที่ k ในสภาพแวดล้อมที่ i
	$(L \times V)_{ij}$	=	อิทธิพลของปฏิกริยาร่วมระหว่างพันธุ์ที่ j กับสภาพแวดล้อมที่ i
	E_{ijk}	=	ความคลาดเคลื่อนที่ไม่สามารถควบคุมได้ของพันธุ์ที่ j ซ้ำที่ k ในสภาพแวดล้อมที่ i

ANOVA

SOV	df
Places	3
Replication with places	6
Treatments	2
Places x Treatment	6
Pooled Error	22
Total	39

เมื่อตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ก็ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

LSR 0.05, p หรือ LSR 0.01, p	=	(SSR, p) / (error MS)/n
โดยที่ R หรือ LSR	คือ	least significant range
SSR	คือ	ค่าจากตาราง significant studentized range
		ที่ df ของความคลาดเคลื่อน (error)
0.05 หรือ 0.01	คือ	ระดับที่เป็นไปได้ที่ 5 และ 1 เปอร์เซนต์
p	คือ	จำนวนค่าเฉลี่ยในช่วงการเปรียบเทียบซึ่ง
		$p = (\text{ผลต่างของอันดับ} + 1)$
n	คือ	จำนวนข้อมูลหรือตัวหารในการหาค่าเฉลี่ย

สถานที่ดำเนินงาน

ดำเนินงานทดลอง ณ สถานที่ดังนี้

1. แปลงวิจัยพืชมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 300 เมตร ดินมีฤทธิ์เป็นกลางซึ่งค่า pH เท่ากับ 6.60 มีความต้องการปูนค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมากเท่ากับ 0.31 เปอร์เซนต์ และมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่ำมากเท่ากับ 0.02 เปอร์เซนต์ ลักษณะภูมิอากาศในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน มีจำนวนวันฝนตกรวมทั้งหมด 91 วัน ปริมาณน้ำฝน 1099.8 มิลลิเมตร มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 72.80 เปอร์เซนต์ อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 22.90 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 35.10 องศาเซลเซียส

2. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ ต.ผาซำน้อย อ.ปง จ.พะเยา ความสูงจากระดับน้ำทะเล 640 เมตร ดินมีฤทธิ์เป็นกรดจัดซึ่งค่า pH เท่ากับ 5.10 มีความต้องการปูนสูง ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมากเท่ากับ 4.57 เปอร์เซนต์ และมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์สูงมากเท่ากับ 0.23 เปอร์เซนต์ ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน มีจำนวนวันฝนตกรวมทั้งหมด 105 วัน ปริมาณน้ำฝน 1231.1 มิลลิเมตร มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 78.60 เปอร์เซนต์มีอุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 14.86 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 28.69 องศาเซลเซียส

3. สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 720 เมตร ดินมีฤทธิ์เป็นกลางซึ่งค่า pH เท่ากับ 6.83 มีความต้องการปูนต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลางเท่ากับ 1.54 เปอร์เซนต์ และมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่ำเท่ากับ 0.08 เปอร์เซนต์ ลักษณะภูมิอากาศในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน มีจำนวนวันฝนตกรวมทั้งหมด 113 วัน ปริมาณน้ำฝน 1708.8 มิลลิเมตร มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 84.72 เปอร์เซนต์ อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 21.09 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 31.82 องศาเซลเซียส

4. ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,345 เมตร ดินมีฤทธิ์เป็นกรดจัดซึ่งค่า pH เท่ากับ 4.90 มีความต้องการปูนสูง ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมากเท่ากับ 7.31 เปอร์เซ็นต์ และมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์สูงมากเท่ากับ 0.37 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะภูมิอากาศในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน มีจำนวนวันฝนตกรวมทั้ง 119 วัน ปริมาณน้ำฝน 1362.4 มิลลิเมตร อุณหภูมิต่ำสุดเท่ากับ 17.19 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 30.16 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาและแผนในการดำเนินงาน

เริ่มดำเนินการ	วันที่ 1 เดือน พฤษภาคม	พ.ศ. 2548
เสร็จสิ้น	วันที่ 31 เดือน ธันวาคม	พ.ศ. 2548

ตาราง 3 แสดงแผนการดำเนินงาน

รายละเอียดงาน	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค
1. เตรียมพื้นที่และเมล็ดพันธุ์กล้วยง	◀							
2. ปลูกและถอนแยก								
3. ดูแลรักษาและเก็บข้อมูล		↔						
4. รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ					↔			
5. วิเคราะห์ข้อมูล						↔		
6. สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย							↔	

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อม

1.1 การทดลองในสภาพแวดล้อมที่ 1 ดำเนินการทดลองที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ปี 2548 (ตาราง 4)

ลักษณะความสูงของลำต้น ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์ สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 272.96 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่พันธุ์ ปางอุ้ง-1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 252.83 เซนติเมตร และพันธุ์ ปางคะ-1 ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 236.36 เซนติเมตร ตามลำดับ

ลักษณะเส้นรอบลำต้น ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์ สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 10.21 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ ปางอุ้ง-1 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.59 และ 7.93 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ปลูกทดสอบที่ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ ฤดูฝน 2548 df = 2

สายพันธุ์	ความสูงต้น (ซม.)	เส้นรอบลำต้น (ซม.)	ปริมาณสาร THC (หน่วย)
ปางคะ -1	236.36bc	7.93b	0.0074b
ปางอุ้ง -1	252.83b	8.59b	0.0092a
สองแคว -1	272.96a	10.21a	0.0092a
AVERAGE	254.05	8.91	0.0086
F-test	**	**	**
CV (%)	2.88	4.30	1.34

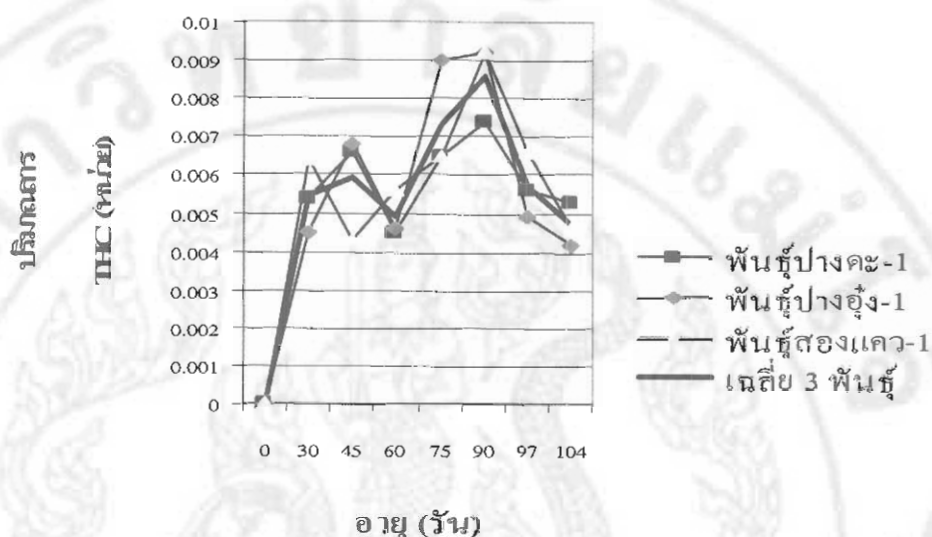
หมายเหตุ: - ns หมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ** หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.01$)

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

- ตัวเลขสาร THC เป็นพื้นที่ได้กราฟภายในแกน x และ y เพื่อใช้เปรียบเทียบสายพันธุ์กัญชง

ลักษณะปริมาณสาร THC ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์ ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.0074 หน่วย มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าสายพันธุ์ ปางอู่-1 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสายพันธุ์ สองแคว-1 มีค่าเท่ากันเท่ากับ 0.0092 หน่วย



ภาพ 1 แสดงปริมาณสาร THC เฉลี่ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกิ่งกึ่ง 3 สายพันธุ์ ที่แปลงมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

1.2 การทดลองในสภาพแวดล้อมที่ 2 คำนึงการทดลองที่ศูนย์พัฒนา โครงการหลวงมิ่งคำ อ.ปง จ.พะเยา ปี 2548 (ตาราง 5)

ลักษณะความสูงของลำต้น ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยสายพันธุ์ สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ปางคะ-1 และ สายพันธุ์ปางอู่-1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 206.80, 205.09 และ 179.88 เซนติเมตร ตามลำดับ

ลักษณะเส้นรอบลำต้น ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์ ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.16 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.81 เซนติเมตร และ สายพันธุ์ปางอู่-1 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.45 เซนติเมตร

ลักษณะปริมาณสาร THC ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์ ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.0074 หน่วย รองลงมาได้แก่

สายพันธุ์ สายพันธุ์ ปางอุ้ง-1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0082 หน่วย และสายพันธุ์สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.0098 หน่วย

ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ปลูกทดสอบที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ อ.ปง จ.พะเยา ฤดูฝน 2548 df=2

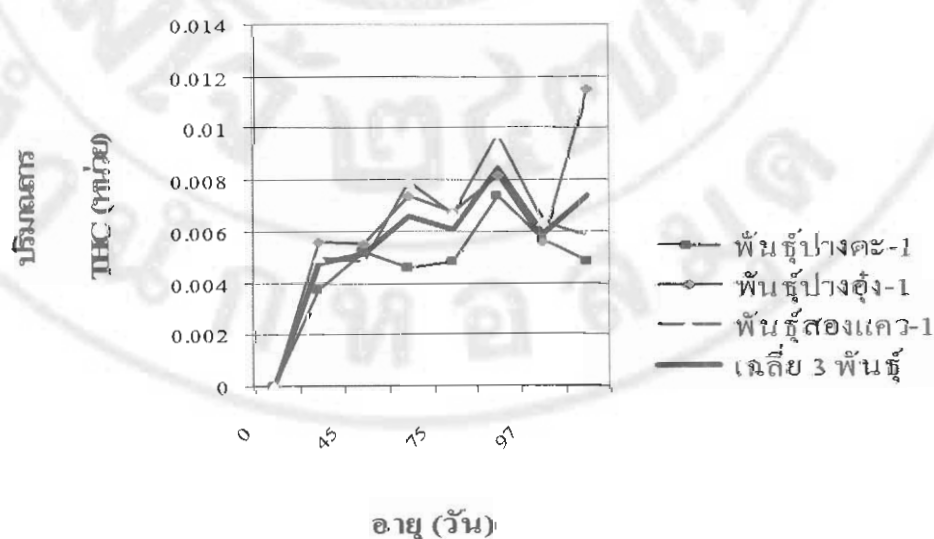
สายพันธุ์	ความสูงต้น (ซม.)	เส้นรอบลำต้น (ซม.)	ปริมาณสาร THC (หน่วย)
ปางคะ-1	205.09	7.16a	0.0074c
ปางอุ้ง -1	179.88	4.45c	0.0082b
สองแคว -1	206.80	5.81b	0.0098a
AVERAGE	197.26	5.81	0.0085
F-test	ns	**	**
CV (%)	9.69	2.37	1.36

หมายเหตุ: - ns หมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ** หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.01$)

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

- ตัวเลขสาร THC เป็นพื้นที่ใต้กราฟภายในแกน x และ y เพื่อใช้เปรียบเทียบสายพันธุ์กัญชง



ภาพ 2 แสดงปริมาณสาร THC เฉลี่ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกัญชง 3 สายพันธุ์ ที่แปลงศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ อ.ปง จ.พะเยา

1.3 การทดลองในสภาพแวดล้อมที่ 3 ดำเนินการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ

อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ปี 2548 (ตาราง 6)

ลักษณะความสูงของลำต้น ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าไม่มีความแตกต่างสถิติ โดยสายพันธุ์ ปางอุ้ง-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ ปางดะ-1 และ สายพันธุ์ สองแคว-1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 262.83, 256.41 และ 246.97 เซนติเมตร ตามลำดับ

ลักษณะเส้นรอบลำต้น ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าไม่มีความแตกต่างสถิติ โดยสายพันธุ์ ปางดะ-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ ปางอุ้ง-1 และ สายพันธุ์ สองแคว-1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.69, 13.37 และ 12.77 เซนติเมตร ตามลำดับ

ลักษณะปริมาณสาร THC ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์ ปางอุ้ง-1 มีค่าเฉลี่ยต่ำเท่ากับสายพันธุ์ สองแคว-1 มีค่าเท่ากับ 0.0076 หน่วย ส่วนสายพันธุ์ ปางดะ-1 ซึ่งมีค่าสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.0102 หน่วย

ตาราง 6 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ปลูกทดสอบที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่ ฤดูฝน 2548 df = 2

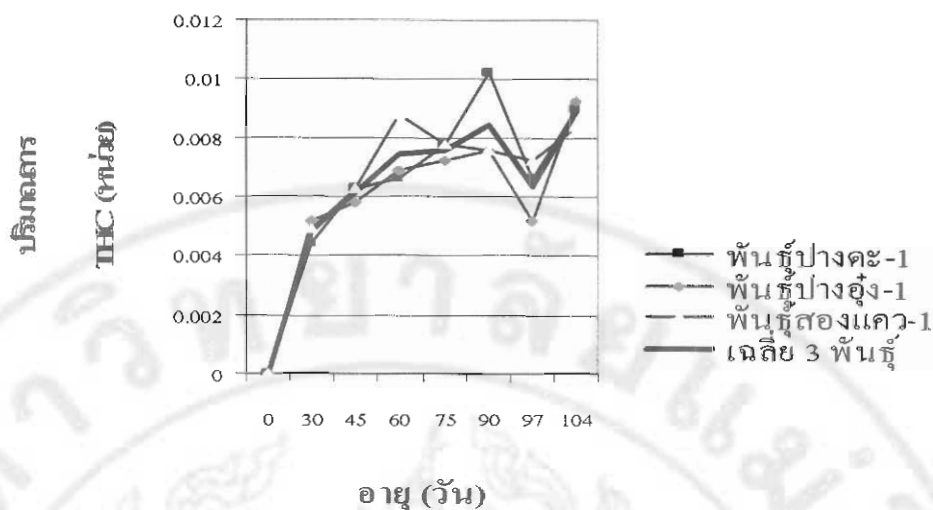
สายพันธุ์	ความสูงต้น (ซม.)	เส้นรอบลำต้น (ซม.)	ปริมาณสาร THC (หน่วย)
ปางดะ -1	256.41	14.69	0.0102a
ปางอุ้ง -1	262.83	13.37	0.0076b
สองแคว -1	246.97	12.77	0.0076b
AVERAGE	255.40	13.61	0.0085
F-test	ns	ns	**
CV (%)	8.41	18.35	0.00

หมายเหตุ: - ns หมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ** หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.01$)

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

- ตัวเลขสาร THC เป็นพื้นที่ได้กราฟภายในแกน x และ y เพื่อใช้เปรียบเทียบสายพันธุ์กัญชง



ภาพ 3 แสดงปริมาณสาร THC เฉลี่ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกัญชง 3 สายพันธุ์ ที่แปลง สถานีเกษตรหลวงปางดะ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่

1.4 การทดลองในสภาพแวดล้อมที่ 4 ดำเนินการทดลองที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอู่ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ปี 2548 (ตาราง 7)

ลักษณะความสูงของลำต้น ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยสายพันธุ์ ปางอู่-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ สองแคว-1 และ สายพันธุ์ ปางคะ-1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 391.10, 348.77 และ 337.50 เซนติเมตร ตามลำดับ

ลักษณะเส้นรอบลำต้น ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์ ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 8.88 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ ปางอู่-1 มีค่าเท่ากับ 8.67 เซนติเมตร และ สายพันธุ์ สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 8.10 เซนติเมตร

ลักษณะปริมาณสาร THC ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยสายพันธุ์ ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.0068 หน่วย รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ ปางอู่-1 และ สายพันธุ์ สองแคว-1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ 0.0071 และ 0.0133 หน่วย ตามลำดับ

ตาราง 7 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่และปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ปลูกทดสอบที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ฤดูฝน 2548
df = 2

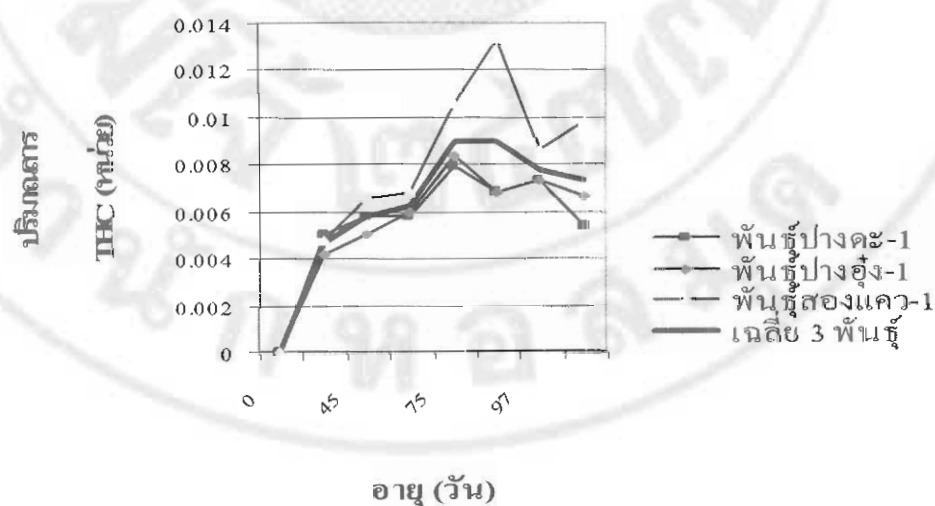
สายพันธุ์	ความสูงต้น (ซม.)	เส้นรอบลำต้น (ซม.)	ปริมาณสาร THC (หน่วย)
ปางตะ -1	337.50	8.88	0.0068c
ปางอุ๋ง -1	391.10	8.67	0.0072b
สองแคว -1	348.77	8.10	0.0133a
AVERAGE	359.12	8.55	0.0091
F-test	ns	ns	**
CV (%)	15.34	6.61	0.00

หมายเหตุ: - ns หมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

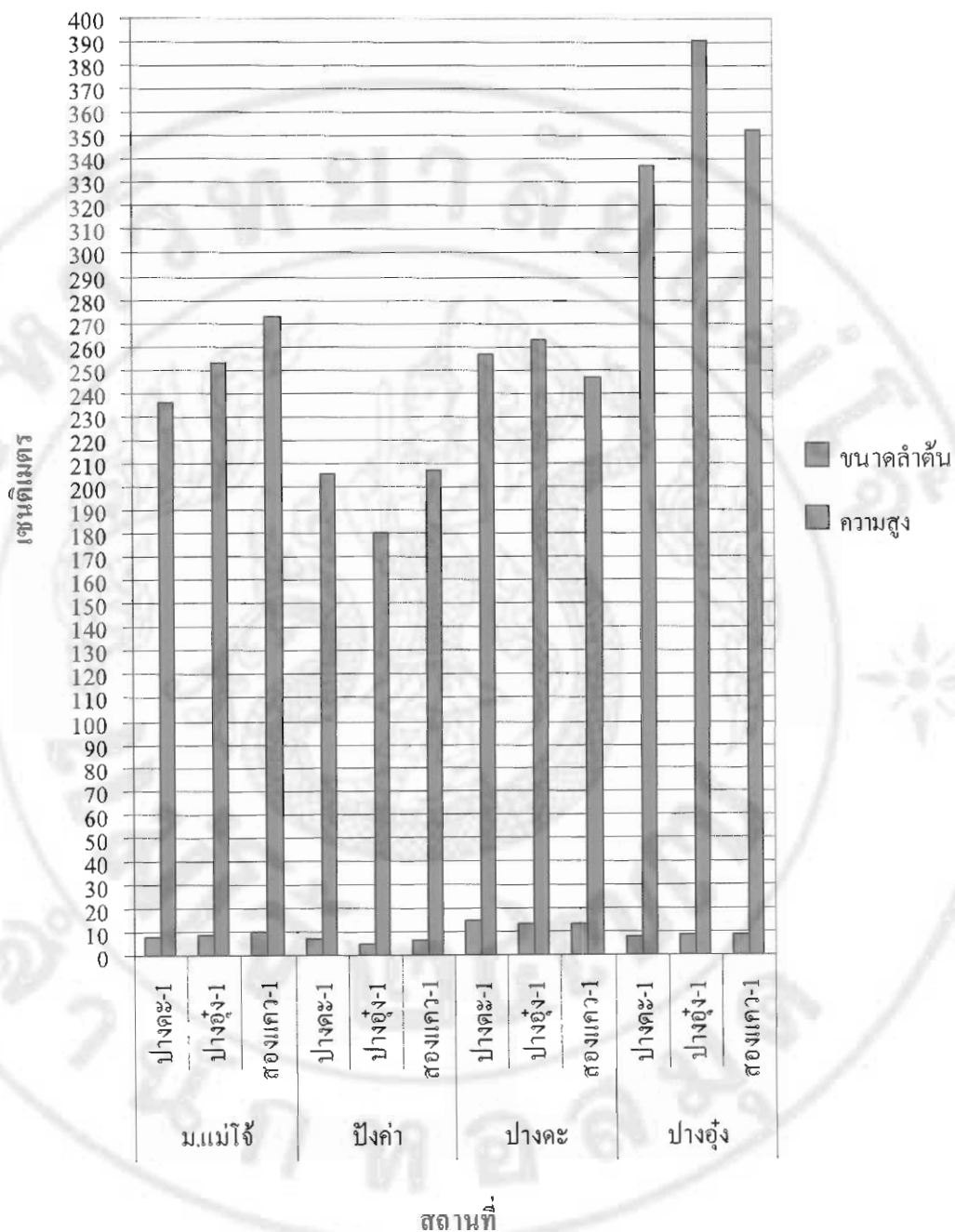
- ** หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.01$)

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

- ตัวเลขสาร THC เป็นพื้นที่ได้กราฟภายในแกน x และ y เพื่อใช้เปรียบเทียบสายพันธุ์กัญชง



ภาพ 4 แสดงปริมาณสาร THC เปลี่ยนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกัญชง 3 สายพันธุ์ ที่แปลง ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่



ภาพ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะทางพืชไร่ของกัญชง 3 สายพันธุ์ ภายใต้สภาพแวดล้อม 4 สถานที่

2. การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนลักษณะต่างๆ ของกัญชง

2.1 การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของลักษณะความสูงของลำต้น

ผลการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนลักษณะความสูงของลำต้น โดยวิธีการวิเคราะห์ของ Bartlett's test พบว่า ค่าไคแควร์ที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่าค่าจากตาราง ($\chi^2 = 0.0^{ns} < 7.81$ ที่ระดับ 0.05) แสดงว่า ลักษณะความสูงของลำต้น (ซม.) ของกัญชงที่ปลูกทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อม 4 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ จ.พะเยา สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง จ.เชียงใหม่ มีความเป็นเอกภาพ สามารถนำลักษณะความสูงของลำต้น (ซม.) มาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมได้

ตาราง 8 แสดงค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้น (ซม.) ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ที่ปลูกทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ในฤดูฝน 2548

สายพันธุ์	สถานที่			
	ม.แม่โจ้	ส.ปางคำ	ส.ปางดะ	ส.ปางอุ๋ง
ปางดะ -1	236.36	205.09	256.41	337.50
ปางอุ๋ง -1	252.83	179.88	262.83	391.10
สองแคว -1	272.96	206.80	246.97	348.77
AVERAGE	254.05	197.26	255.40	359.12
CV (%)	2.88	9.69	8.41	15.34

2.2 การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของลักษณะเส้นรอบวงของลำต้น

ผลการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนลักษณะเส้นรอบวงของลำต้น โดยวิธีการวิเคราะห์ของ Bartlett's test พบว่า ค่าไคแควร์ที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่าค่าจากตาราง ($\chi^2 = 0.0^{ns} < 7.81$ ที่ระดับ 0.05) แสดงว่า ลักษณะความสูงของลำต้น (ซม.) ของกัญชงที่ปลูกทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อม 4 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ จ.พะเยา สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง จ.เชียงใหม่ มีความเป็นเอกภาพ สามารถนำลักษณะความสูงของลำต้น (ซม.) มาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมได้

ตาราง 9 แสดงค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงของลำต้น (ซม.) ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ที่ปลูก
ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ในฤดูฝน 2548

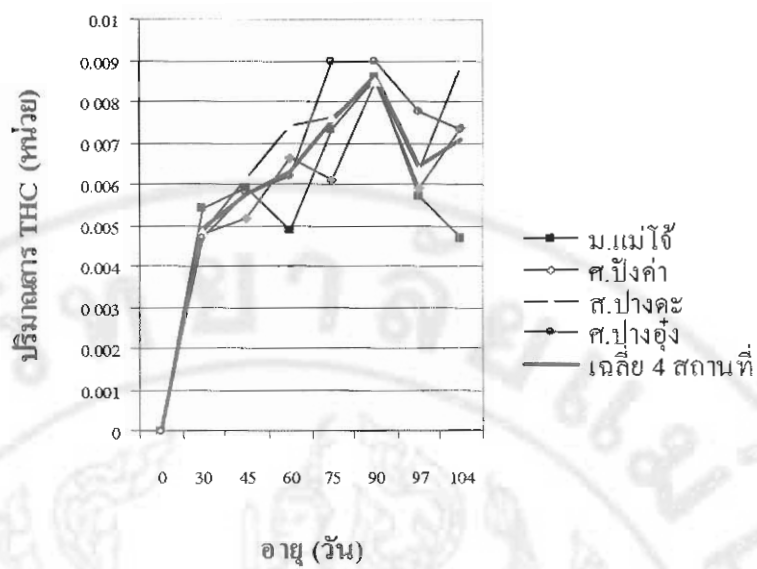
สายพันธุ์	สถานที่			
	ม.แม่โจ้	ส.ปึงค่า	ส.ปางดะ	ส.ปางอุ้ง
ปางดะ -1	7.93	7.16	14.69	8.88
ปางอุ้ง -1	8.59	4.45	13.37	8.67
สองแคว -1	10.21	5.81	12.77	8.10
AVERAGE	8.91	5.81	13.61	8.55
CV (%)	4.30	2.37	18.35	6.61

2.3 การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนของลักษณะปริมาณสาร THC

การทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนลักษณะปริมาณสาร THC ไม่สามารถทดสอบความเป็นเอกภาพโดยวิธีการวิเคราะห์ของ Bartlett's test ได้ เนื่องจาก มีค่าเข้าใกล้ 0 ทำให้ค่า Mean square error ที่คำนวณได้เท่ากับ 0 แสดงว่าค่า ไคแควร์ที่คำนวณได้ย่อมมีค่าต่ำกว่าค่าจากตาราง ($\chi^2 = 0.0^{ns} < 7.81$ ที่ระดับ 0.05) ดังนั้น ลักษณะปริมาณสาร THC (%) ของกัญชงที่ปลูกทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อม 4 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปึงค่า จ.พะเยา สถานีเกษตรหลวงปางดะ จ.เชียงใหม่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้ง จ.เชียงใหม่ มีความเป็นเอกภาพ สามารถนำลักษณะปริมาณสาร THC (%) มาวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมได้

ตาราง 10 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณสาร THC (หน่วย) ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ที่ปลูก
ทดสอบภายใต้สภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ในฤดูฝน 2548

สายพันธุ์	สถานที่			
	ม.แม่โจ้	ส.ปึงค่า	ส.ปางดะ	ส.ปางอุ้ง
ปางดะ -1	0.0074	0.0074	0.0102	0.0068
ปางอุ้ง -1	0.0092	0.0082	0.0076	0.0071
สองแคว -1	0.0092	0.0098	0.0076	0.0133
AVERAGE	0.0086	0.0085	0.0085	0.0091
CV (%)	1.34	1.36	0.00	0.00



ภาพ 6 แสดงปริมาณสาร THC เฉลี่ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของกัญชง 3 สายพันธุ์ ใน 4
สภาพแวดล้อม

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม

3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะความสูงของลำต้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของสภาพแวดล้อม 4 แห่ง พบว่า สภาพแวดล้อม 4 แห่ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนลักษณะความสูงลำต้นของสายพันธุ์กัญชง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (G×E) ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อพบว่าสภาพแวดล้อม 4 แห่ง มีความแตกต่างทางสถิติ จึงทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT (ตารางที่ 11) พบว่า กัญชง 3 สายพันธุ์ มีค่าความสูงเฉลี่ยสูงที่สุดที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง มีค่าเท่ากับ 359.12 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ มีค่าเท่ากับ 255.40 เซนติเมตร ส่วนที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติกับศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปิงค่า มีค่าเท่ากับ 254.07 และ 197.26 เซนติเมตร

โดยสายพันธุ์ปางอุ๋ง -1 มีค่าความสูงเฉลี่ยใน 4 สภาพแวดล้อมสูงที่สุด มีค่าเท่ากับเท่ากับ 271.67 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ สายพันธุ์สองแคว -1 มีค่าเท่ากับ 268.87 เซนติเมตร และปางดะ -1 มีความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 258.84 เซนติเมตร

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะความสูงของลำต้นกัญชง (ชม.) อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

สถานที่	สายพันธุ์			เฉลี่ย
	ปางดะ -1	ปางอุ๋ง -1	สองแคว -1	
ม.แม่โจ้	236.36b	252.89b	272.96ab	254.07b
ศ.ปิงค่า	205.09b	179.88c	206.80b	197.26bc
ศ.ปางดะ	256.41ab	262.83b	246.97ab	255.40b
ศ.ปางอุ๋ง	337.50a	391.10a	348.77a	359.12a
AVERAGE	258.84	271.67	268.87	266.46
F-test	**	**	**	**
CV (%)	10.92	7.93	12.22	7.64

หมายเหตุ: - ns หมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ** หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.01$)

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะเส้นรอบวงของลำต้น

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของสภาพแวดล้อม 4 แห่ง พบว่า สภาพแวดล้อม 4 แห่ง มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนลักษณะเส้นรอบวงของลำต้นสายพันธุ์กัญชงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (G×E) ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อพบว่าสภาพแวดล้อมจำนวน 4 แห่ง มีความแตกต่างทางสถิติ จึงทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT (ตารางที่ 12) พบว่า กัญชง 3 สายพันธุ์ มีค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงของลำต้นมากที่สุดที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ มีค่าเท่ากับ 13.61 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง มีค่าเท่ากับ 8.91 และ 8.15 ตามลำดับ ส่วนศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปิงค่า มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 5.81 เซนติเมตร

โดยสายพันธุ์ปางดะ -1 มีค่าเส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ยใน 4 สภาพแวดล้อม มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 9.67 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่สายพันธุ์สองแคว -1 มีค่าเท่ากับ 9.22 เซนติเมตร และสายพันธุ์ปางอุ๋ง -1 มีเส้นรอบวงของลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 8.77 เซนติเมตร

ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ยของลักษณะของเส้นรอบลำต้นกัญชง (ชม.) อายุ 90 วัน

สถานที่	สายพันธุ์			เฉลี่ย
	ปางดะ -1	ปางอุ๋ง -1	สองแคว -1	
ม.แม่โจ้	7.93b	8.59b	10.21ab	8.91b
ศ.ปิงค่า	7.16b	4.45c	5.81bc	5.81c
ส.ปางดะ	14.69a	13.37a	12.77a	13.61a
ศ.ปางอุ๋ง	8.88b	8.67b	8.10 b	8.15b
AVERAGE	9.67	8.77	9.22	9.22
F-test	**	**	**	**
CV (%)	11.12	11.59	16.17	11.78

หมายเหตุ: - ns หมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ** หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.01$)

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

3.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะปริมาณสาร THC

การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม 4 สภาพแวดล้อม พบว่า สภาพแวดล้อมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนสายพันธุ์ก็ยุงมีปริมาณสาร THC แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (G×E) ก็มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

เมื่อพบว่าสายพันธุ์ก็ยุง มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณสาร THC ของสายพันธุ์ก็ยุง ในสภาพแวดล้อม 4 แห่ง โดยวิธี DMRT (ตารางที่ 13) พบว่า 1. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สายพันธุ์ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.0074 หน่วย ส่วนสายพันธุ์ปางอุ้ง-1 กับ สายพันธุ์สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยสูงเท่ากัน เท่ากับ 0.0092 หน่วย 2. ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคะ สายพันธุ์ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ 0.0074 หน่วย รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ปางอุ้ง-1 มีค่าเท่ากับ 0.0082 เปอร์เซ็นต์ และสายพันธุ์สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.0098 หน่วย 3. ที่สถานีเกษตรหลวงปางคะ สายพันธุ์ปางอุ้ง-1 กับ สายพันธุ์สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยต่ำเท่ากันมีค่าเท่ากับ 0.0076 หน่วย ส่วนสายพันธุ์ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดที่ค่าเท่ากับ 0.0102 หน่วย 4. ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้ง สายพันธุ์ปางคะ-1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.0068 หน่วย รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ปางอุ้ง-1 มีค่าเท่ากับ 0.0071 หน่วย และสายพันธุ์สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.0133 หน่วย

ตาราง 13 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณสาร THC (หน่วย) ของก็ยุงอายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

สายพันธุ์	สถานที่			
	MJU	RYPK	RYPD	RYPO
ปางคะ -1	0.0074b	0.0074c	0.0102a	0.0068c
ปางอุ้ง -1	0.0092a	0.0082b	0.0076b	0.0071b
สองแคว -1	0.0092a	0.0098a	0.0076b	0.0133a
AVERAGE	0.0086	0.0085	0.0085	0.0091
F-test	**	**	**	**
CV (%)	1.34	1.36	0.00	0.00

หมายเหตุ: - ns หมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ** หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P > 0.01$)

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

- ตัวเลขสาร THC เป็นพื้นที่ได้กราฟภายในแกน x และ y เพื่อใช้เปรียบเทียบสายพันธุ์ก็ยุง

และเมื่อพบความแตกต่างกันทางสถิติของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมกับพันธุ์กัญชง (G×E) จึงทำการเปรียบเทียบการสังเคราะห์ปริมาณสาร THC ในสภาพแวดล้อมของสายพันธุ์กัญชง 3 สายพันธุ์ โดยวิธี DMRT (ตารางที่ 14) พบว่า 1. สายพันธุ์ปางคะ-1 จะมีการสังเคราะห์ปริมาณสาร THC เฉลี่ยต่ำที่สุดที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง มีค่าเท่ากับ 0.0068 หน่วย และสูงที่สุดที่สถานีเกษตรหลวงปางคะ มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.0102 หน่วย 2. สายพันธุ์ปางอุ๋ง-1 จะมีการสังเคราะห์ปริมาณสาร THC เฉลี่ยต่ำที่สุดที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง และ สูงที่สุดที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยมีค่าเท่ากับ 0.0071 และ 0.0092 หน่วย 3. สายพันธุ์สองแคว-1 จะมีการสังเคราะห์ปริมาณสาร THC เฉลี่ยน้อยที่สุดที่สถานีเกษตรหลวงปางคะ และ สูงที่สุดที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง โดยมีค่าเท่ากับ 0.0076 และ 0.0133 หน่วย

ตาราง 14 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณสาร THC (หน่วย) ในกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน

สถานที่	สายพันธุ์		
	ปางคะ -1	ปางอุ๋ง -1	สองแคว -1
ม.แม่โจ้	0.0074b	0.0092a	0.0092c
ศ.ปิงค่า	0.0074b	0.0082b	0.0098b
ศ.ปางคะ	0.0102a	0.0076c	0.0076d
ศ.ปางอุ๋ง	0.0068c	0.0071d	0.0133a
AVERAGE	0.0080	0.0080	0.0100
F-test	**	**	**
CV (%)	1.26	0.0	0.0

หมายเหตุ: - ns หมายความว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

- ** หมายความว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P > 0.01)

- ตัวอักษรภาษาอังกฤษต่างกันแสดง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

- ตัวเลขสาร THC เป็นพื้นที่ได้กราฟภายในแกน x และ y เพื่อใช้เปรียบเทียบสายพันธุ์

ตารางที่ 15 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยช่วง เดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายน ในสภาพ
แวดล้อม 4 แห่ง ฤดูฝนปี 2548

สถานที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		จำนวนวันที่ฝนตก เฉลี่ย (วัน / เดือน)	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)
	ต่ำสุด	สูงสุด			
แม่โจ้	22.90	35.10	18	1099.8	72.8
ปึงค่า	14.86	28.69	21	1231.1	77.4
ปางคะ	21.09	31.82	23	1708.8	84.7
ปางอุ้ง	17.19	30.16	24	1362.4	81.9

ตารางที่ 16 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินในแปลงปลูกของสภาพแวดล้อม 4 แห่ง

ตัวอย่าง ดิน				Available-P	Extractable forms (ppm)			ความต้องการ
	pH	%OM	%N	(ppm)	K	Fe	Cu	การป้อน
แม่โจ้	6.60 (กลาง)	0.31 (ต่ำมาก)	0.02 (ต่ำมาก)	156 (สูงมาก)	82 (ปานกลาง)	107.30 (สูงมาก)	1.98 (สูง)	ต่ำ
ปึงค่า	5.10 (กรดจัด)	4.57 (สูงมาก)	0.23 (สูงมาก)	12.50 (ปานกลาง)	21.05 (ต่ำมาก)	31.36 (สูง)	0.74 (ปานกลาง)	สูง
ปางคะ	6.83 (กลาง)	1.54 (ปานกลาง)	0.08 (ต่ำ)	113 (สูงมาก)	275 (สูงมาก)	35.50 (สูง)	1.93 (สูง)	ต่ำ
ปางอุ้ง	4.90 (กรดจัด)	7.31 (สูงมาก)	0.37 (สูงมาก)	5.48 (ต่ำ)	275 (สูงมาก)	21.74 (สูง)	5.37 (สูงมาก)	สูง

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างกันต่อ ปริมาณสาร THC ในสายพันธุ์กัญชง ซึ่งเป็นการทดสอบพันธุ์กัญชง 3 สายพันธุ์ ในฤดูฝน 2548 (พ.ค.- ก.ย.) เนื่องจากที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงสะโงะ ต.ศรีดอนมูล อ.เชียงแสน จ.เชียงใหม่ และ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยแล้ง ต.ท่าข้าม อ.เวียงแก่น จ.เชียงราย พบปัญหาเกี่ยวกับความงอกของของเมล็ด และแมลงศัตรูพืชกัดกินต้นกล้า การทดสอบพันธุ์เบื้องต้นภายใต้สภาพแวดล้อมของแหล่งปลูก 4 สถานที่ เมื่อวิเคราะห์หาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อการสังเคราะห์ปริมาณสาร THC และลักษณะที่มีผลต่อผลผลิตแล้ว พบว่า

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของความสูงของลำต้นกัญชงในแต่ละสภาพแวดล้อมที่มีความเป็นเอกภาพ (ตารางที่ 11) พบว่า ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้งมีค่าเฉลี่ยความสูงของลำต้นกัญชง 3 สายพันธุ์ สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ส่วนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปิงค่า มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งสามารถจัดลักษณะความสูงของลำต้นของสายพันธุ์กัญชงที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ สายพันธุ์ปางดะ-1 และ สายพันธุ์ปางอุ้ง-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้ง รองลงมาได้แก่ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ และ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปิงค่ามีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ส่วนสายพันธุ์สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้ง รองลงมาได้แก่ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และ สถานีเกษตรหลวงปางดะ ส่วนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปิงค่า มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด

และการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของลักษณะเส้นรอบวงของลำต้นกัญชงในแต่ละสภาพแวดล้อมที่มีความเป็นเอกภาพ (ตารางที่ 12) พบว่า ค่าเฉลี่ยของเส้นรอบลำต้นกัญชง 3 สายพันธุ์ที่สถานีเกษตรหลวงปางดะมีค่ามากที่สุด รองลงมาได้แก่ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้ง ส่วนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปิงค่า มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด และสามารถจัดลักษณะความสูงของลำต้นของสายพันธุ์กัญชงที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ สายพันธุ์ปางดะ-1 และ สายพันธุ์ปางอุ้ง-1 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ รองลงมาได้แก่ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้ง และ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ส่วนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปิงค่า มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนสายพันธุ์สองแคว-1 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ รองลงมาได้แก่ที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้งตามลำดับ ส่วนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปิงค่า มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

แสดงว่าการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นรอบวงของลำต้นไม่มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่มีความสูงเพิ่มขึ้นจากระดับน้ำทะเล แต่จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารใน

ดิน (ตารางที่ 16) จะเห็นได้จากความสูงของลำต้นกล้วยง 3 สายพันธุ์ ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมากที่สุดทำให้ดินมีความสมบูรณ์สูงเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของพืช เพราะอินทรีย์วัตถุเมื่อสลายตัวแล้วทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้นแล้ว ยังให้ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง รวมถึงธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยที่สำคัญอื่นๆ และความสูงและเส้นรอบวงของลำต้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางค่า มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด เนื่องจากมีปริมาณทองแดง (Cu) ต่ำที่สุดทำให้พืชแสดงอาการขาด โดยใบจะมีสีเขียวจัดในระยะแรกๆ ต่อมาจะค่อยๆ เหลืองลง จนในที่สุดจะชะงักการเจริญเติบโต

การศึกษาความสัมพันธ์ของระยะการเจริญเติบโตของกล้วยงต่อการสังเคราะห์สาร THC พบว่า (ภาพที่ 6) ปริมาณสาร THC ในใบจะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเจริญเติบโต แล้วจะมีปริมาณสูงสุดในช่วงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นเมื่ออายุ 90 วัน หลังจากนั้นจะมีปริมาณในใบลดลงช่วงอายุ 97 วัน แล้วเพิ่มขึ้นอีกครั้งในระยะการเจริญเติบโตทางด้านสปีพันธุ์ และมีปริมาณสูงสุดในดอก

และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณสาร THC โดยใช้หน่วยจากการวิเคราะห์ตัวอย่างในเครื่อง HPLC ของกล้วยง 3 สายพันธุ์ ในแต่ละสภาพแวดล้อม (ตารางที่ 13) จะเห็นได้ว่า สายพันธุ์ ปางคะ-1 มีปริมาณสาร THC ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ปริมาณต่ำได้มากที่สุด รองลงมาได้แก่สายพันธุ์ ปางอุ้ง-1 และสายพันธุ์สองแคว-1 มีการสังเคราะห์ปริมาณสาร THC สูงที่สุด แต่ยังไม่สามารถเปรียบเทียบปริมาณสาร THC กับมาตรฐานที่กฎหมายสากลกำหนดได้ เพราะตัวเลขสาร THC ที่วิเคราะห์ได้จากเครื่องเป็นพื้นที่ใต้กราฟที่ใช้เปรียบเทียบสารแคนนาบินอยด์ และยังขาดสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบ จะเห็นได้ว่าการสังเคราะห์ปริมาณสาร THC ของสายพันธุ์กล้วยงไม่มีความสัมพันธ์กันกับระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นของสภาพแวดล้อม แต่จะมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมเฉพาะแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันไป (ตารางที่ 14) ดังนี้

สายพันธุ์ ปางคะ-1 และสายพันธุ์ ปางอุ้ง-1 จะมีปริมาณสาร THC ต่ำที่สุดในสภาพแวดล้อมของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0068 และ 0.0071 หน่วย ตามลำดับ ซึ่งมีปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ดังนี้ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,345 เมตร ดินมีฤทธิ์เป็นกรดจัดซึ่งค่า pH เท่ากับ 4.90 มีความต้องการปุ๋ยสูง ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงมากเท่ากับ 7.31 เปอร์เซ็นต์ และมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์สูงมากเท่ากับ 0.37 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะภูมิอากาศในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน มีจำนวนวันฝนตกรวมทั้ง 119 วัน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1362.4 มิลลิเมตร มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 81.90 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิค่าสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 17.19 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 30.16 องศาเซลเซียส

ส่วนสายพันธุ์สองแถว-1 มีปริมาณสาร THC ต่ำที่สุดที่สถานีเกษตรหลวงปางดะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0076 หน่วย ซึ่งมีปัจจัยแวดล้อมต่างๆ ดังนี้ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 720 เมตร ดินมีฤทธิ์เป็นกลางซึ่งค่า pH เท่ากับ 6.83 มีความต้องการปุ๋นต่ำ ปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลางเท่ากับ 1.54 เปอร์เซ็นต์ และมีไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่ำเท่ากับ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะภูมิอากาศในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน มีจำนวนวันฝนตกทั้งหมด 113 วัน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1708.8 มิลลิเมตร มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 84.72 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 21.09 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 31.82 องศาเซลเซียส

เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยสิ่งแวดล้อมของ 2 สภาพแวดล้อม ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง และสถานีเกษตรหลวงปางดะ ที่สายพันธุ์กัญชงมีการสังเคราะห์ปริมาณสาร THC ต่ำ พบ มีจำนวนวันที่ฝนตก ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณธาตุโปรแตสเซียม มากกว่าอีก 2 สภาพแวดล้อม คล้ายกัน ฉะนั้น ปัจจัยเกี่ยวกับแสง ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณของธาตุโปรแตสเซียม จึงน่าจะมีผลต่อการสังเคราะห์สาร THC ของสายพันธุ์กัญชง ซึ่งต้องมีการศึกษาต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อลักษณะทางพืชไร่ ได้แก่ การเจริญเติบโตทาง ความสูงของลำต้น และขนาดของลำต้น พบว่า การเจริญเติบโตของลักษณะทางพืชไร่ของกัญชง ไม่ มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น แต่จะมีความสัมพันธ์กับ สภาพแวดล้อมที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้นแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์

ส่วนการศึกษาด้านอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณสาร THC ในสายพันธุ์กัญชง ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณการสังเคราะห์สาร THC ในทุกสายพันธุ์กัญชง ไม่มีความสัมพันธ์กับ สภาพแวดล้อมที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น แต่กัญชงแต่ละพันธุ์จะมีการสังเคราะห์ปริมาณ สาร THC แตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อมและแต่ละสายพันธุ์ โดยสายพันธุ์ปางคะ-1 จะมี ปริมาณสาร THC ต่ำในสภาพแวดล้อมต่างๆ มากที่สุด แต่มีค่าเฉลี่ยใน 4 สภาพแวดล้อม ไม่ แตกต่างกับ สายพันธุ์ปางอู้ง-1 การศึกษาระยะการเจริญเติบโตของพืชกัญชงที่มีผลต่อการ สังเคราะห์ปริมาณสาร THC พบว่า พืชกัญชงที่ปลูกใน 4 สภาพแวดล้อม นั้นจะมีการสังเคราะห์สาร THC ในหลายระยะการเจริญเติบโต โดยปริมาณสาร THC จะเพิ่มสูงขึ้นในใบตามอายุการ เจริญเติบโตตั้งแต่ระยะ 30 วัน จนมีปริมาณสาร THC สูงที่สุด ในช่วงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น ที่ระยะ 90 วัน หลังจากนั้นปริมาณสาร THC ในใบจะลดลง (ช่วงระยะออกดอก) แล้วมีปริมาณสาร เพิ่มสูงขึ้นในดอกในช่วงการการเจริญเติบโตทางด้านสืบพันธุ์

ข้อเสนอแนะ

1. การทำวิจัยในครั้งนี้ใช้พันธุ์กัญชงเพียง 3 สายพันธุ์ เป็นตัวแทนในการทดสอบ ความสัมพันธ์ระหว่างพืชกัญชงกับสภาพแวดล้อม เพื่อให้การดำเนินการวิจัยพืชกัญชงต่อไปมี ประสิทธิภาพมากขึ้นควรเพิ่มสายพันธุ์กัญชงที่ใช้ในการวิจัย จะทำให้ข้อมูลที่ได้เป็นตัวแทนที่ดีขึ้น ในการการนำมาแปลผล

2. สายพันธุ์พืชกัญชงที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1. สายพันธุ์ ปางคะ-1, 2. สายพันธุ์ ปางอู้ง-1, 3. สายพันธุ์ สองแคว-1 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ดั้งเดิมของชาวเขาเผ่าม้ง ที่อยู่ใน พื้นที่รับผิดชอบของมูลนิธิโครงการหลวง นั้น ยังคงมีปริมาณสาร สารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (THC) ที่เกินมาตรฐานกำหนด ดังนั้นแนวทางต่อไปที่จะดำเนินการวิจัยและพัฒนาทางด้านสาย พันธุ์พืชกัญชง ได้แก่

- ค้นหาสายพันธุ์กัญชง อื่นๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทย ที่มีปริมาณสาร THC น้อยกว่าสายพันธุ์ที่ใช้อยู่

- นำสายพันธุ์พืชกัญชงจากต่างประเทศ ที่ได้รับการยืนยันว่ามีปริมาณสาร THC ไม่เกินมาตรฐานกำหนด เข้ามาทดลองปลูกวิจัยและทดสอบ ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย แล้ววิเคราะห์ หาปริมาณสาร THC เพื่อดูความแปรปรวนของปริมาณสาร THC

- ใช้หลักวิธีการปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อให้ได้พันธุ์พืชกัญชง ที่ปลอดสาร THC หรือให้มีปริมาณสาร THC ไม่เกินมาตรฐานกำหนด และมีเสถียรภาพ

- ใช้หลักวิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพ เพื่อให้ได้พันธุ์พืชกัญชง ที่ปลอดสาร THC หรือให้มีปริมาณสาร THC ไม่เกินมาตรฐานกำหนด

3. การวิเคราะห์หาสาร THC ในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ โครมาโทกราฟีผิวบาง (thin-layer chromatography) เบื้องต้น และ โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (high-performance liquid chromatography, HPLC) โดยวิเคราะห์สารแคนนาบินอยด์ (cannabinoids) ในใบกัญชงแห้ง วิธีการดังกล่าวขาดสารมาตรฐานในการเปรียบเทียบ ซึ่งต้องซื้อจากต่างประเทศ และใช้เวลานาน ควรจัดหาสารมาตรฐานมารับ เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องสามารถอ้างอิงในเชิงวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

- เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. **สารวิทยาการผลิตพืชไร่**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 188 น.
- ฉัตรตระกูล เจียจันทร์พงษ์. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกรดไขมันจำเป็น. **วารสารอาหาร และสุขภาพ**. 14(1994): 20-25.
- ดวงพร นพคุณ. 2537. **ภูมิอากาศวิทยา**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาภูมิศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 255 น.
- ประกิตต์ โกะสูงเนิน. 2548. **ความแตกต่างของผลิตข้าวไร่บนพื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 123 น.
- ปานเดช ปุระณะพรรค. 2537. **การวางแผนทดลองสำหรับงานวิจัยพืช**. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 275 น.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2540. **หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช**. นครราชสีมา: สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 257 น.
- สัมพันธ์ ดาตวงศ์. 2547. **การปลูกถั่วลูกไก่บนพื้นที่สูงในในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 127 น.
- สำนักนายกรัฐมนตรี. 2545. **รายงานความก้าวหน้าโครงการการศึกษาคัญงเพื่อพัฒนาศักยภาพเป็นพืชเศรษฐกิจตามพระราชดำริ**. เชียงใหม่. 76 น.
- สุรพล อุปิสสกุล. 2536. **สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 1**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 328 น.
- อาคม กาญจนประโชติ. 2543. **ปัจจัยสิ่งแวดล้อมการผลิตพืชไร่**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 313 น.
- อาคม กาญจนประโชติ, สุรัตน์ นักหล่อ, ไชยา ผดุงนทรารักษ์, อภิชาติ สอนคำทอง, เรณู สุวรรณพรสกุล, ชีรพล ลิปนันท์, พุทธวรรณ ขันตันธง, วิรุพันธ์ กันแก้ว และ วินัยห์ แห้วทอง. 2547. **การศึกษานำร่องปลูกถั่วอะซูกิหลังการเก็บเกี่ยวข้าวนาดำบนที่สูงโดยวิธีการปลูกที่เหมาะสมในพื้นที่แปลงเกษตรกร**. เชียงใหม่: โครงการหลวง. 53 น.
- Dixon, W.T. and K. Kafoid. 1983. **Introduction to Statistical Analysis**. 4th ed. Tokyo: Kasaido. 678 p.
- Latta, R.P. And J.J. Eaton. 1975. Seasonal fluctuations in cannabinoid of Kansas Marijuana. **Economic Botany**. 29: 153-163.

Smith, R.N. 1975. High-pressure liquid chromatography of identification of separated Constituents. *J. Chromatogr.* 115(1975): 101-106.

Wheals, B.B. and R.N. Smith, 1975. Comparative cannabis analysis: a comparison of high-pressure liquid chromatography with other chromatographic techniques. *J. Chromatogr.* 105(1975): 396-400.





ตารางภาคผนวก 1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะความสูงลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	369.9768	184.9884	8.35*	6.94	18.00	0.0388
Treatment	2	2015.6059	1007.8030	45.49**	6.94	18.00	0.0033
Ex.Error	4	88.6179	22.1545				
Total	8	2474.2006					

CV = 2.88 %

ตารางภาคผนวก 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	2.1691	1.0845	7.38*	6.94	18.00	0.0468
Treatment	2	8.2388	4.1194	28.02**	6.94	18.00	0.0062
Ex.Error	4	0.5880	0.1470				
Total	8						

CV = 4.30 %

ตารางภาคผนวก 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะปริมาณสาร THC กัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.0000	0.0000	0.25	6.94	18.00	0.7906
Treatment	2	0.0000	0.0000	243.00**	6.94	18.00	0.0006
Ex.Error	4	0.0000	0.0000				
Total	8	0.0000					

CV = 1.34 %

ตารางภาคผนวก 4 แสดงข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร
อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		จำนวนวันที่ฝนตก เฉลี่ย (วัน / เดือน)	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)
	ต่ำสุด	สูงสุด			
พฤษภาคม	22.9	35.1	10	74.4	68.0
มิถุนายน	24.1	22.9	22	183.0	72.5
กรกฎาคม	23.4	32.8	16	235.6	72.5
สิงหาคม	23.4	30.1	22	210.8	75.5
กันยายน	23.1	31.3	21	396.0	75.5
เฉลี่ย	23.30	30.60	18	220.0	72.8

ตารางภาคผนวก 5 แสดงข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร
อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

ตัวอย่าง ดิน	pH	%OM	%N	Available-P' (ppm)	Extractable forms (ppm)			ความต้องการ ปุ๋ย
					K	Fe	Cu	
แม่โจ้	6.60(	0.31	0.02	156	82	107.30	1.98	ต่ำ
	กลาง)	(ต่ำมาก)	(ต่ำมาก)	(สูงมาก)	(ปานกลาง)	(สูงมาก)	(สูง)	

ตารางภาคผนวก 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะความสูงลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางค่า

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	2247.5757	1123.7878	3.08	6.94	18.00	0.1556
Treatment	2	1362.9978	681.4989	1.87	6.94	18.00	0.2677
Ex.Error	4	1461.3958	365.3489				
Total	8	5071.9692					

CV = 9.69 %

ตารางภาคผนวก 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางค่า

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.0734	0.0367	1.94	6.94	18.00	0.2581
Treatment	2	11.0162	5.5081	290.67**	6.94	18.00	0.0006
Ex.Error	4	0.0758	0.0189				
Total	8	11.1654					

CV = 2.37 %

ตารางภาคผนวก 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะปริมาณสาร THC กัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางค่า

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.0000	0.0000	0.25	6.94	18.00	0.7906
Treatment	2	0.0000	0.0000	336.00**	6.94	18.00	0.0005
Ex.Error	4	0.0000	0.0000				
Total	8	0.0000					

CV = 1.36 %

ตารางภาคผนวก 9 แสดงข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางค่า
ต.ผาช้างน้อย อ.ปง จ.พะเยา

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		จำนวนวันที่ฝนตก เฉลี่ย (วัน / เดือน)	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)
	ต่ำสุด	สูงสุด			
พฤษภาคม	16.7	25.08	-	-	-
มิถุนายน	14.9	18.76	-	-	-
กรกฎาคม	19	24	-	-	-
สิงหาคม	19.4	26.1	-	-	-
กันยายน	20	28.7	-	-	-
เฉลี่ย	17.99	24.53	21	246.2	78.6

ตารางภาคผนวก 10 แสดงข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางค่า
ต.ผาช้างน้อย อ.ปง จ.พะเยา

ตัวอย่าง ดิน	pH	%OM	%N	Available-P (ppm)	Extractable forms (ppm)			ความต้องการ การป้อน
					K	Fe	Cu	
ปางค่า	5.10	4.57	0.23	12.5	21.05	31.36	0.74	สูง
	(กรดจัด)	(สูงมาก)	(สูงมาก)	(ปานกลาง)	(ต่ำมาก)	(สูง)	(ปานกลาง)	

ตารางภาคผนวก 11 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะความสูงลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน สถานีเกษตรหลวงปางดะ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	186.6815	93.3407	0.20	6.94	18.00	0.8244
Treatment	2	382.0382	191.0191	0.41	6.94	18.00	0.6884
Ex.Error	4	1843.7697	460.9424				
Total	8	2412.4893					

CV = 8.41 %

ตารางภาคผนวก 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน สถานีเกษตรหลวงปางดะ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	5.8723	2.9361	0.47	6.94	18.00	0.6576
Treatment	2	5.7888	2.8944	0.46	6.94	18.00	0.6612
Ex.Error	4	24.9501	6.2375				
Total	8	36.6112					

CV = 18.35 %

ตารางภาคผนวก 13 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะปริมาณสาร THC กัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน สถานีเกษตรหลวงปางดะ

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.0000	0.0000	6046.00**	6.94	18.00	0.0001
Treatment	2	0.0000	0.0000	3670.00**	6.94	18.00	0.0001
Ex.Error	4	0.0000	0.0000				
Total	8	0.0000					

CV = 0.00 %

ตารางภาคผนวก 14 แสดงข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		จำนวนวันที่ฝนตก เฉลี่ย (วัน / เดือน)	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)
	ต่ำสุด	สูงสุด			
พฤษภาคม	21.2	31.8	16	434.6	79.59
มิถุนายน	21.8	29.5	26	268.5	87.62
กรกฎาคม	21.1	29.9	20	364.9	83.30
สิงหาคม	21.2	28	28	640.8	88.37
กันยายน	-	-	-	-	-
เฉลี่ย	21.30	29.78	23	427.2	84.72

ตารางภาคผนวก 15 แสดงข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่

ตัวอย่าง ดิน	pH	%OM	%N	Available-P (ppm)	Extractable forms (ppm)			ความต้องการ ปุ๋ย
					K	Fe	Cu	
ปางดะ	6.83	1.54	0.08	113	275	35.5	1.93	ต่ำ
	(กลาง)	(ปานกลาง)	(ต่ำ)	(สูงมาก)	(สูงมาก)	(สูง)	(สูง)	

ตารางภาคผนวก 16 แสดงข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตต้นกล้วยง่สถานีเกษตรหลวงปางดะ
ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่

เบอร์	ความสูงต้นตัวผู้ เฉลี่ย 5 ต้น (ซม.)	ความสูงต้นตัว เมียเฉลี่ย 5 ต้น (ซม.)	น้ำหนักต้น (ก.ก.)	น้ำหนัก เส้นใย (ก.ก.)	จำนวนต้นตัว ผู้	จำนวนต้น ตัวเมีย
R1T1	352.70	-	41.0	9.6	197	-
R1T2	332.60	169.10	22.6	6.4	157	23
R1T3	398.10	343.04	26.7	5.8	148	35
R2T1	410.00	326.05	25.1	8.0	165	2
R2T2	325.80	352.62	25.1	7.1	158	48
R2T3	350.20	372.04	23.7	4.5	243	31
R3T1	392.60	205.96	23.8	6.4	161	6
R3T2	387.80	341.56	30.7	7.8	260	22
R3T3	356.20	354.42	20.0	4.4	247	30

ตารางภาคผนวก 17 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะความสูงลำต้นของกล้วยง่ 3 สาย
พันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	326.2954	163.1477	0.05	6.94	18.00	0.9487
Treatment	2	4792.0064	2396.0032	0.79	6.94	18.00	0.5159
Ex.Error	4	12142.5092	3035.6273				
Total	8	17260.8110					

CV = 15.34 %

ตารางภาคผนวก 18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะเส้นรอบลำต้นของกล้วยง 3 สาย
พันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.2517	0.1258	0.39	6.94	18.00	0.6999
Treatment	2	0.9817	0.4908	1.54	6.94	18.00	0.3198
Ex.Error	4	1.2767	0.3192				
Total	8	2.5100					

CV = 6.61 %

ตารางภาคผนวก 19 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนลักษณะปริมาณสาร THC กล้วยง 3 สาย
พันธุ์ อายุ 90 วัน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.0000	0.0000	2080.00**	6.94	18.00	0.0001
Treatment	2	0.0001	0.0000	6550.00**	6.94	18.00	0.0001
Ex.Error	4	0.0000	0.0000				
Total	8	0.0001					

CV = 0.00 %

ตารางภาคผนวก 20 แสดงข้อมูลผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง
ด.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

ตัวอย่าง ดิน	pH	%OM	%N	Available-P (ppm)	Extractable forms (ppm)			ความต้องการ ปุ๋ย
					K	Fe	Cu	
ปางอุ๋ง	4.9	7.31	0.37	5.48	275	21.7	5.37	สูง
	(กรดจัด)	(สูงมาก)	(สูงมาก)	(ต่ำ)	(สูงมาก)	(สูง)	(สูงมาก)	

ตารางภาคผนวก 21 แสดงข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง
ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		จำนวนวันที่ฝนตก เฉลี่ย (วัน / เดือน)	ปริมาณน้ำฝน (ม.ม)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)
	ต่ำสุด	สูงสุด			
พฤษภาคม	18.5	27.1	14	158.4	-
มิถุนายน	17.3	26.3	26	312.0	-
กรกฎาคม	17.2	26.7	29	209.3	-
สิงหาคม	18.1	28.9	28	240.6	-
กันยายน	19.93	30.2	22	442.2	-
เฉลี่ย	18.21	27.82	24	272.5	81.9

ตารางภาคผนวก 22 แสดงข้อมูลองค์ประกอบผลผลิตต้นกล้วย ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง
ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

เบอร์	ความสูงต้นตัวผู้ เฉลี่ย 5 ต้น(ซม.)	ความสูงต้นตัว เมียเฉลี่ย 5 ต้น (ซม.)	น้ำหนัก ต้น (ก.ก.)	น้ำหนัก เส้นใย (ก.ก.)	จำนวน ต้นตัวผู้	จำนวนต้น ตัวเมีย	จำนวนต้น รวม
R1T1	-	-	36	5.0	-	-	42
R1T2	-	-	45	6.2	-	-	147
R1T3	-	-	30	4.1	-	-	120
R2T1	-	-	30	4.1	-	-	110
R2T2	-	-	30	4.2	-	-	150
R2T3	-	-	27	3.0	-	-	82
R3T1	-	-	20	2.0	-	-	31
R3T2	-	-	23	2.8	-	-	86
R3T3	-	-	35	4.8	-	-	146

ตารางภาคผนวก 23 แสดงการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน ของลักษณะความสูง
ของลำต้นกัญชง (ชม.) อายุ 90 วัน 4 สถานที่ โดยวิธีการตรวจสอบของบาทเลต์
(Bartlett's test) เมื่อความแปรปรวนมี df=2

สถานที่	Si ²	Log Si ²
ม.แม่โจ้	22.155	1.345462
ศ.ปึงค่า	365.349	2.562708
ศ.ปางดะ	460.942	2.663647
ศ.ปางอู่	3035.627	3.482248
รวม	3884.073	10.054065
เฉลี่ย	971.018	2.513516

$$\chi^2 = 0.0^{ns} < 7.81 \text{ ที่ระดับ } 0.05$$

ตารางภาคผนวก 24 แสดงการทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวน ของลักษณะเส้ารอบวง
ของลำต้นกัญชง (ชม.) อายุ 90 วัน 4 สถานที่ โดยวิธีการตรวจสอบของบาทเลต์
(Bartlett's test) เมื่อความแปรปรวนมี df=2

สถานที่	Si ²	Log Si ²
ม.แม่โจ้	14.70	1.167317
ศ.ปึงค่า	1.89	0.276462
ศ.ปางดะ	623.75	2.795011
ศ.ปางอู่	2.11	1.504063
รวม	642.45	5.742853
เฉลี่ย	160.61	1.140768

$$\chi^2 = 0.0^{ns} < 7.81 \text{ ที่ระดับ } 0.05$$

ตารางภาคผนวก 25 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Location	3	40954.0688	13651.3563	32.94**	4.76	9.78	0.0000
Error	6	2486.4393	414.4066				
Variety	2	1093.1695	546.5848	0.70	3.44	5.72	0.0000
Lo × Var	6	7459.4788	1243.2465	1.60	2.55	3.76	0.0000
Error	22	17115.7911	777.9905				
Total	39	69108.9500					

CV = 10.47 %

ตารางภาคผนวก 26 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชงสายพันธุ์ปางคะ-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	3550.6136	1775.3068	2.22	5.14	10.92	0.1891
Treatment	3	28764.2206	9588.0735	12.01**	4.76	9.78	0.0069
Ex.Error	6	4789.7300	798.2883				
Total	11	37104.5642					

CV = 10.92 %

ตารางภาคผนวก 27 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชงสายพันธุ์ปางอู่-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	732.0757	366.0378	0.79	5.14	10.92	0.5009
Treatment	3	69359.2861	23119.7620	49.82**	4.76	9.78	0.0004
Ex.Error	6	2784.1870	464.0312				
Total	11	72875.5488					

CV = 7.93 %

ตารางภาคผนวก 28 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชงสายพันธุ์สองแถว-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	332.7123	166.3562	0.15	5.14	10.92	0.8601
Treatment	3	32197.9429	10732.6476	9.94**	4.76	9.78	0.0104
Ex.Error	6	6477.5033	1079.5839				
Total	11	39008.1586					

CV = 12.22 %

ตารางภาคผนวก 29 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะความสูงลำต้นของกัญชงรวม 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	364.3712	182.1856	0.44	5.14	10.92	0.6668
Treatment	3	40954.0688	13651.3563	32.94**	4.76	9.78	0.0009
Ex.Error	6	2486.4393	414.4066				
Total	11	43804.8793					

CV = 7.64 %

ตารางภาคผนวก 30 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Location	3	94.4038	31.4679	26.67**	4.76	9.78	0.0000
Error	6	7.0781	1.1797				
Variety	2	4.8332	2.4166	1.55	3.44	5.72	0.0000
Lo × Var	6	21.1923	3.5320	2.27	2.55	3.76	0.0000
Error	22	34.1991	1.5545				
Total	39	161.7065					

CV = 13.52 %

ตารางภาคผนวก 31 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง
สายพันธุ์ป้างตะ-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	1.4546	0.7273	0.63	5.14	10.92	0.5679
Treatment	3	105.5064	35.1688	30.42 **	4.76	9.78	0.0010
Ex.Error	6	6.9357	1.1559				
Total	11	113.8966					

CV = 12.12 %

ตารางภาคผนวก 32 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง
สายพันธุ์ป้างอู่-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.9422	0.4711	0.46	5.14	10.92	0.6575
Treatment	3	119.6885	39.8962	38.61**	4.76	9.78	0.0007
Ex.Error	6	6.1997	1.0333				
Total	11	126.8304					

CV = 11.59 %

ตารางภาคผนวก 33 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นของกัญชง
สายพันธุ์สองแหว-1 อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	5.6435	2.8217	1.20	5.14	10.92	0.3648
Treatment	3	74.9762	24.9921	10.65**	4.76	9.78	0.0090
Ex.Error	6	14.0814	2.3469				
Total	11	94.7011					

CV = 16.17 %

ตารางภาคผนวก 34 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะเส้นรอบลำต้นกัญชงรวม 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	1.6021	0.8011	0.68	5.14	10.92	0.5450
Treatment	3	94.4038	31.4679	26.67**	4.76	9.78	0.0013
Ex.Error	6	7.0781	1.1797				
Total	11	103.0841					

CV = 11.78 %

ตารางภาคผนวก 35 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมลักษณะปริมาณสาร THC ของกัญชง 3 สายพันธุ์ อายุ 90 วัน ใน 4 สภาพแวดล้อม

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Location	3	0.0000	0.0000	0.06	4.76	9.78	0.0000
Error	6	0.0000	0.0000				
Variety	2	0.0000	0.0000	1933.77**	3.44	5.72	0.0000
Lo × Var	6	0.0001	0.0000	1591.46**	2.55	3.76	0.0000
Error	22	0.0000	0.0000				
Total	39	0.0001					

CV = 1.05 %

ตารางภาคผนวก 36 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ต่อปริมาณสาร THC ของกัญชงสายพันธุ์ปางคะ-1 อายุ 90 วัน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.0000	0.0000	1.00	5.14	10.92	0.4238
Treatment	3	0.0000	0.0000	699.00**	4.76	9.78	0.0000
Ex.Error	6	0.0000	0.0000				
Total	11	0.0001					

CV = 1.26 %

ตารางภาคผนวก 37 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ต่อปริมาณสาร THC ของกัญชงสายพันธุ์ปางอุ๋ง-1 อายุ 90 วัน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.0000	0.0000	2584.00**	5.14	10.92	0.0000
Treatment	3	0.0000	0.0000	6836.00**	4.76	9.78	0.0000
Ex.Error	6	0.0000	0.0000				
Total	11	0.0000					

CV = 0.00 %

ตารางภาคผนวก 38 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม 4 สถานที่ ต่อปริมาณสาร THC ของกัญชงสายพันธุ์สองแคว-1 อายุ 90 วัน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01	F-Prob
Block	2	0.0000	0.0000	2584.00**	5.14	10.92	0.0000
Treatment	3	0.0000	0.0000	3688.00**	4.76	9.78	0.0000
Ex.Error	6	0.0000	0.0000				
Total	11	0.0000					

CV = 0.00



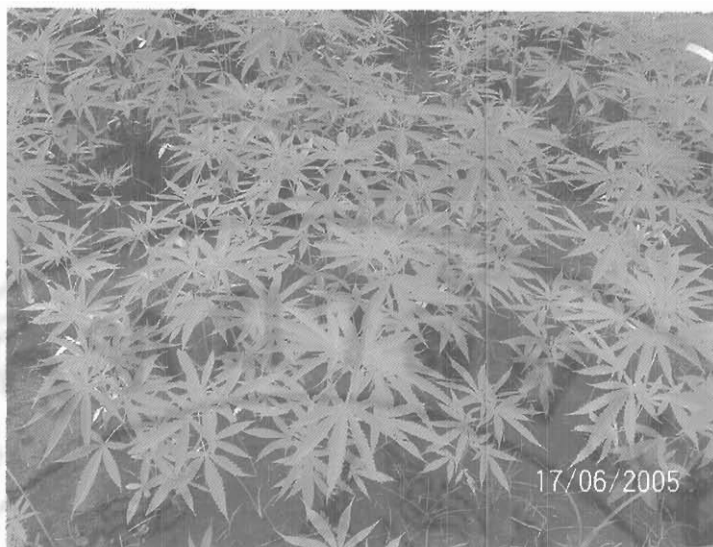
ขณะอายุ 21 วัน

ภาพภาคผนวก 1 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง
จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 39 วัน

ภาพภาคผนวก 2 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง
จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 39 วัน

ภาพภาคผนวก 3 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง
จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 65 วัน

ภาพภาคผนวก 4 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง
จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 101 วัน

ภาพภาคผนวก 5 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง
จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 137 วัน

ภาพภาคผนวก 6 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ สถานีเกษตรหลวงปางดะ ต.สะเมิงใต้ อ.สะเมิง
จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 37 วัน

ภาพภาคผนวก 7 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ ต.ผาช้างน้อย อ.ปง จ.พะเยา



ขณะอายุ 37 วัน

ภาพภาคผนวก 8 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ ต.ผาช้างน้อย อ.ปง จ.พะเยา



ขณะอายุ 85 วัน

ภาพภาคผนวก 9 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ ต.ผาช้างน้อย อ.ปง จ.พะเยา



ขณะอายุ 85 วัน

ภาพภาคผนวก 10 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ ต.ผาช้างน้อย อ.ปง จ.พะเยา



ขณะอายุ 104 วัน

ภาพภาคผนวก 11 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางคำ ต.ผาช้างน้อย อ.ปง จ.พะเยา



ขณะอายุ 37 วัน

ภาพภาคผนวก 12 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางฮุ้ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่



ระยะเวลา 37 วัน

ภาพภาคผนวก 13 แปลงปลูกพืชกัญชา ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม
จ.เชียงใหม่



ระยะเวลา 94 วัน

ภาพภาคผนวก 14 แปลงปลูกพืชกัญชา ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม
จ.เชียงใหม่



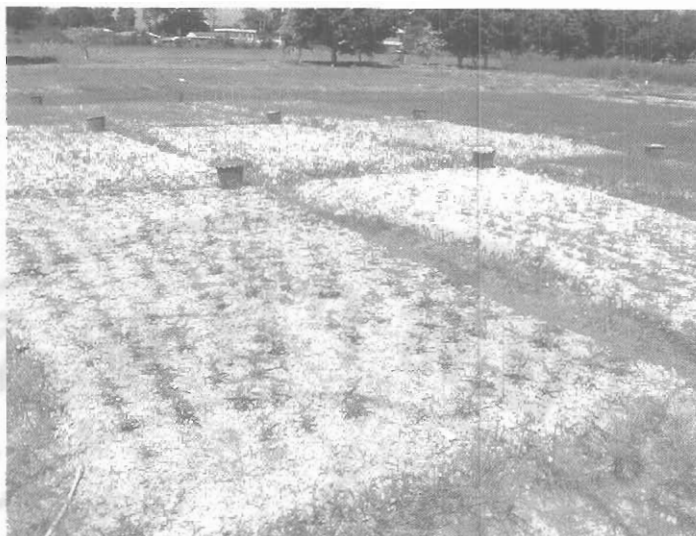
ขณะอายุ 94 วัน

ภาพภาคผนวก 15 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม
จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 136 วัน

ภาพภาคผนวก 16 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงปางอุ๋ง ต.แม่ศึก อ.แม่แจ่ม
จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 11 วัน

ภาพภาคผนวก 17 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 21 วัน

ภาพภาคผนวก 18 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 31 วัน

ภาพภาคผนวก 19 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 45 วัน

ภาพภาคผนวก 20 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 78 วัน

ภาพภาคผนวก 21 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่



ขณะอายุ 78 วัน

ภาพภาคผนวก 22 แปลงปลูกพืชกัญชง ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่



ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ - สกุล นายองอาจ จันตะ
เกิดเมื่อ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2522
ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2540 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย
จ. นครพนม
พ.ศ. 2542 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันราชภัฏจลวิทยาเขต ภาพสินธุ์
จ. ภาพสินธุ์
พ.ศ. 2545 ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
จ. เชียงใหม่
ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2548-2549 ผู้ช่วยนักวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง
จ. เชียงใหม่