รหัสโครงการ IRD3-304-62-12-01(R&D)

รายงานการวิจัย

การผลิต และการใช้ประโยชน์จากกัญชา (Marijuana)

Production and Utilization of Marijuana

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
กองทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ IRD3-304-62-12-01(R&D)

รายงานการวิจัย

การผลิต และการใช้ประโยชน์จากกัญชา (Marijuana)

Production and Utilization of Marijuana

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ศาสตราจารย์ ดร.หนึ่ง เตียอำรุง

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ศ.ดร.นันทกร บุญเกิด

รศ.ดร.พรรณลดา ติตตะบุตร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีงบประมาณ 2562-2563

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2564

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณกองทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผู้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณคณาจารย์ผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ชี้แนะและให้คำแนะนำต่างๆ ในการแก้ปัญหาการดำเนินการวิจัย โดยเฉพาะ รศ. ดร. อภิชาต บุญทาวัน ที่ได้ช่วยวิเคราะห์ปริมาณสาร THC และ CBD และอาจารย์ ดร. จริยา รอดดี ที่ช่วยทดลองสารชีวภัณฑ์ในการควบคุมแมลง

สุดท้ายนี้ ต้องขอขอบคุณ ผู้ช่วยวิจัย ดร. สุรชาติ สิบพลกรัง และ ดร. สุกัลยา สารพัฒน์ เป็นกำลังสำคัญในการช่วยทั้งงานด้านวิชาการ และการจัดการต่างๆ ในโรงผลิตและวิจัยกัญชา ทำให้งานมีความก้าวหน้าและประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี และอีกท่านหนึ่ง คือ พนักงานประจำ คุณธนภร รองจะโปะ ที่ดูแลเกี่ยวกับการเงินและเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับการทำ MOU การติดต่อประสานงาน และขออนุมัติการปฏิบัติงานต่างๆ เกี่ยวกับกัญชง กัญชา เพราะพืชนี้อยู่ในความควบคุมของกฎหมาย การทำงานวิจัย การผลิตและจำหน่าย ต้องอยู่ในความควบคุมทุกขั้นตอน

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

พืชกัญชาถือว่าเป็นพืชที่มีคุณค่ามากชนิดหนึ่ง เพราะว่าเป็นพืชที่ให้เส้นใย น้ำมัน และสารชีวภัณฑ์ในทางสุขภาพและยา (phytochemicals) ซึ่งเป็นที่รู้จักและมีการใช้ประโยชน์จากสิ่งเหล่านั้นมาเป็นเวลายาวนาน ในราชกิจจานุเบกษา 17 กุมภาพันธ์ 2562 ได้มีการแก้ไขพระราชบัญญัติว่าด้วยยาเสพติดให้โทษใหม่ (ฉบับที่ 7) 2562 เพื่อเปิดโอกาสให้นำกัญชาไปทำการศึกษาวิจัย และพัฒนาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และรักษาโรค ปัจจุบันประเทศไทยนั้นยังไม่มีรายงานการทำวิจัย เนื่องจากกัญชายังคงเป็นยาเสพติดประเภทที่ 5 การวิจัยด้านการผลิตและการใช้ประโยชน์ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นจะต้องทำการศึกษาวิจัย ในขณะนี้การวิจัยพบว่าวัสดุที่เหมาะสมในการเพาะกล้ากัญชาประกอบด้วยขุยมะพร้าวและกากหม้อกรองอัตราส่วนส่วน 1:1 โดยปริมาตร ส่งผลให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและมีความแข็งแรง เมื่อใส่เชื้อ PGPR ด้วย *Bacillus thuringiensis* P9 สามารถกระตุ้นต้นกล้าให้มีการเจริญเติบโตดียิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบระบบการปลูกกัญชาในกระถางและการปลูกลงดิน พบว่าการปลูกในกระถางและการปลูกลงดินให้ผลผลิตกัญชาไม่แตกต่างกัน แต่การปลูกในกระถางนั้นจำเป็นจะต้องมีการให้ธาตุอาหารพืชเพิ่มเติมมากกว่าการปลูกลงดิน การปลูกในกระถางด้วยวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตรนอกจากจะให้ผลผลิตกัญชาใกล้เคียงกับต้นที่ปลูกลงดินแล้ว วัสดุปลูกที่ใช้แล้วหนึ่งครั้งยังคงมีปริมาณธาตุอาหารที่ ค่อนข้างสูง อีกทั้ง ความเป็นกรด- ด่าง (pH) ยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชอีกด้วย แสดงให้เห็นว่าวัสดุปลูกที่ใช้แล้ว สามารถใช้ปลูกกัญชาต่อได้อย่างน้อยหนึ่งครั้งเพื่อช่วยลดต้นทุนให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง สารสกัดสะเดา สารสกัดหางไหล สารสกัดมะแขว่น และสารสกัดหนอนตายหยากลดอัตราการกินใบกัญชาลง นอกจากนี้ยังพบว่า *B. thuringiensis* (BT) ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลง และทำให้หนอนกระทู้ขนาดเล็ก ตายหลังพ่นด้วย BT 3 วัน ในขณะที่หนอนกระทู้ขนาดกลางตายหลังพ่นด้วย BT 4 วัน การใช้กับดักกาวเหนียวเพื่อดักแมลงขนาดเล็กมีประสิทธิภาพมากโดยเฉพาะแมลงหวี่ขาวและผีเสื้อขนาดเล็ก การขยายพันธุ์ด้วยวิธีการปักชำโดยใช้ฮอร์โมน 1-Naphthalene acetic acid (NAA) ที่มีความเข้มข้น 100 ppm และ Indole-3-butyric acid (IBA) 50 ppm ในอัตราส่วนส่วน 1:1 สามารถกระตุ้นการออกรากของกิ่งชำที่เป็นกิ่งอ่อนและแก่ปานกลางได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม การแช่กิ่งนาน 5 นาที ได้ผลดีเมื่อใช้กิ่งชำที่แก่และแก่ปานกลาง การให้แสง Light Emission Diode (LED) เป็นเวลา 18 ชั่วโมงต่อวัน สามารถกระตุ้นหรือเหนี่ยวนำการแตกยอดใหม่ได้ โดยเฉพาะกิ่งที่ต้นแม่ออกดอกไปแล้วหรือกำลังออกดอก ทั้งนี้เป็นผลมาจากอิทธิพลของแสงไฟสีแดงและสีน้ำเงิน การทดลองเพื่อหาสัดส่วนระหว่างสีแดง และสีน้ำเงินพบว่าที่ระดับ 1:1 ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้า ต้นกัญชาก่อนออกดอก และต้นกัญชาที่เริ่มออกดอกดีที่สุด เมื่อวิเคราะห์สารด้าน Bioactive พบว่า cannabidiol (CBD) และ Δ9-tetrahydrocannabinol (THC) THC มีมากที่สุดในช่อดอก ใบ และราก ตามลำดับ นอกจากนี้ยังไม่มีสารเคมีตกค้าง และไม่มีโลหะหนักในชิ้นส่วนของกัญชาอีกด้วย ดังนั้นการปลูกกัญชาในรูปแบบของงานทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีจึงเป็นระบบการปลูกกัญชาระบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ และมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้เพื่อปลูกกัญชาทางการแพทย์ได้อย่างปลอดภัย

Abstract

Cannabis is a very valuable plant because it is a plant that provides fiber, oil, and biological substances for health and medicine (phytochemicals) that have been known and utilized for a long time. In the Government Gazette, February 17, 2019, the new Narcotics Act (No. 7), 2019 has been amended to allow cannabis to be used for research and developed for the benefit of medical treatment. At present, there is no research has been reported in Thailand due to cannabis is still a Category 5 addictive substance. Researches concerning cannabis cultivation and utilization important to consider at the presence. From the research results, it was found that the suitable materials for cultivation cannabis seedlings was the formulation consisted of coconut coir dust and filter cake at the ratio of 1:1 by volume. This formulation could enhance seedling growth and vigorous growth of the seedlings. Moreover, the use of PGPR inoculation by *Bacillus thuringiensis* P9, could also stimulate the seedling's growth. In comparision the systems of growing cannabis in pots and in the soil, it was found that planting in pots and planting in the soil showed the same yield. However, growing in a pot required complete plant nutrition but planted in soil only nitrogen was used. Growing in a pot with substrates that contained coconut coir dust, coconut chopped peel, and filter cake at the ratio of 3: 1: 1 by volume not only gave the same cannabis yields but the used substrate could also be reused resulted in reduction costs for farmers. To control insects by using neem extract, tuba root extract, Indian ivy-rue extract, and stemona root extract could reduce the rate of eating cannabis leaves of armyworm. It was also found that BT reduced the rate of eating cannabis leaves and caused small cutworms dead after 3 days of *Bacillus thuringiensis* (BT) spraying. On the other hands, medium cutworms died after 4 days of BT spray. Cannabis propagation by cloning using 100 ppm Naphthalene acetic acid (NAA) and 50 ppm Indole-3-butyric acid (IBA) at a 1: 1 fraction ratio was able to stimulate rooting of softwood and young branches cutting. However, 5 minutes of soaking was effective when using semi-hardwood and hardwood cuttings. LED lighting for 18 hours per day could stimulate or induce the reversible of reproductive growth to vegetative growth. Especially, the branches that the mother tree had already blossomed or was blooming. This was due to the influence of red and blue lights. The result of the ratio between red and blue Light Emission Diode (LED) lighting at a level of 1: 1, provided the best condition for cannabis growth at seedlings stage, before the flowering stage, and at the flowering stage. Bioactive analysis, cannabidiol (CBD) and Δ9-tetrahydrocannabinol (THC) were found to be the highest in inflorescences, leaves, and roots respectively. There were also no chemical residues, and heavy metals found in the cannabis piece either. Therefore, the experimental model of cannabis cultivation at Suranaree University of Technology was one of the effective cannabis cultivation systems and the quality that could be safely used to grow medical cannabis.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

1.3 สมมติฐานการวิจัย..... 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ 3

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย 3

บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของพืชกัญชา และลักษณะทางพฤกษศาสตร์..... 4

2.1.1 ความสำคัญ..... 4

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์..... 4

2.2 พันธุ์และการขยายพันธุ์..... 6

2.3 การจัดการวัสดุปลูก 6

2.3.1 พีทมอส..... 7

2.3.2 ขุยมะพร้าวและเปลือกมะพร้าวสับ..... 7

2.3.3 แกลบดิบ..... 8

2.3.4 กากหม้อกรอง..... 9

2.4 หนอนกระทู้ศัตรูกัญชา..... 10

2.5 ไรแดง และแมลงขนาดเล็ก..... 12

2.6 การใช้ประโยชน์จากสาร Cannabinoids 14

2.7 การสังเคราะห์สาร Phytocanabinoids ในพืชกัญชา 14

2.8 การใช้ Light Emission Diode (LED) เพื่อการผลิตกัญชา..... 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่ทำการทดลอง 17

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 การคัดเลือกพันธุ์..... 17
3.3 การทดสอบการจัดการดิน ปุ๋ย และศัตรูพืช..... 17
3.3.1 การทดลองวัสดุเพาะกล้า เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเพาะเมล็ด..... 18
3.3.2 การทดลองใช้ PGPR กับต้นกล้ากัญชา..... 19
3.3.3 การทดลองการปลูกกัญชาเพื่อเปรียบเทียบระบบการปลูกกัญชาในกระถางและการปลูกลงดิน..... 19
3.3.4 การการทดลองวัสดุปลูก เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปลูกกัญชา..... 20
3.3.5 การการทดลองเพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่ใช้แล้วต่อการปลูกกัญชา..... 20
3.3.6 การทดลองควบคุมศัตรูพืชด้วยระบบเกษตรอินทรีย์..... 20
3.4 การขยายพันธุ์ และการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปักชำหรือโคลนนิ่งกิ่งกัญชา..... 21
3.4.1 การเตรียมวัสดุปักชำ..... 21
3.4.2 การเลือกและเตรียมกิ่งปักชำ..... 22
3.4.3 การดูแลรักษากิ่งชำหลังออกราก..... 22
3.5 การใช้แสง LED..... 22
3.6 การวิเคราะห์สารด้าน Bioactive จากชิ้นส่วนของกัญชา..... 23
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการดำเนินการวิจัย
4.1 ผลการทดสอบการจัดการดิน ปุ๋ย และศัตรูพืช..... 25
4.1.1 การทดลองวัสดุเพาะกล้า เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเพาะเมล็ด..... 25
4.1.2 การทดลองใช้ PGPR กับต้นกล้ากัญชา..... 27
4.1.3 การทดลองการปลูกกัญชาเพื่อเปรียบเทียบระบบการปลูกกัญชาในกระถางและการปลูกลงดิน..... 27
4.1.4 การการทดลองวัสดุปลูก เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปลูกกัญชา..... 29
4.1.5 การการทดลองเพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่ใช้แล้วต่อการปลูกกัญชา..... 30
4.1.6 การทดลองควบคุมศัตรูพืชด้วยพืชสมุนไพรในระบบเกษตรอินทรีย์..... 31
4.2 ผลการขยายพันธุ์ และการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปักชำหรือโคลนนิ่งกิ่งกัญชา..... 36
4.3 ผลการใช้แสง LED..... 39
4.4 ผลการวิเคราะห์สารด้าน Bioactive จากชิ้นส่วนของกัญชา..... 40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

สรุปผลการดำเนินการวิจัย…….…….. 43

บรรณานุกรม ……... 46

ภาคผนวก ……..... 50

ประวัติผู้วิจัย …….. 60

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงค่าวิเคราะห์สารเคมีในขุยมะพร้าว …….. 8

ตารางที่ 2 แสดงค่าวิเคราะห์สารเคมีในแกลบดิบ.....……..... 9

ตารางที่ 3 แสดงค่าวิเคราะห์สารเคมีในกากหม้อกรอง……..…… 9

ตารางที่ 4 แสดงสูตรปุ๋ย Hydroponic ที่ได้รับการปรับปรุง …….. 18

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความต้องการธาตุอาหารของกัญชา……... 25

ตารางที่ 6 แสดงค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินของแปลงปลูกกัญชา..…… 28

ตารางที่ 7 แสดงค่าวิเคราะห์โลหะหนักในดินของแปลงปลูกกัญชา ……... 28

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในวัสดุปลูกที่ใช้แล้วหนึ่งครั้ง…….. 30

ตารางที่ 9 ค่าวิเคราะห์สารสำคัญกัญชา THC และ CBD ในแต่ละช่วงอายุดอกตามลักษณะสีของไตรโคม……..... 41

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงวงจรชีวิตของหนอนกระทู้..... 12

ภาพที่ 2 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ A และคลอโรฟิลล์ B..... 15

ภาพที่ 3 แสดงสเปกตรัมของแสงที่ปลดปล่อยออกมาจากหลอด LED สีน้ำเงิน สีเหลือง-เขียว และสีแดง..... 16

ภาพที่ 4 แสดงผลการทดลองวัสดุเพาะกล้าจำนวน 3 สูตร คือ 1) ขุยมะพร้าวและพีชมอส อัตราส่วนส่วน 1:1 2) ขุยมะพร้าว พีชมอส และกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 1:1:1 และ 3) ขุยมะพร้าวและกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 1:1 โดยปริมาตร; A) ถาดหลุมขนาดเล็ก (200 หลุมต่อถาด) B) ถาดหลุมขนาดกลาง (105 หลุมต่อถาด) C) ถาดหลุมขนาดใหญ่ (60 หลุมต่อถาด) และ D) กระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว 26

ภาพที่ 5 แสดงผลการทดลองใช้ PGPR กับต้นกล้ากัญชาหลังทำการปลูกเชื้อ 15 วัน โดย Control: ไม่ใส่เชื้อ PGPR P9: ใส่เชื้อ *B. thuringiensis* P9 และ S141: ใส่เชื้อ *B. velezensis* S141..... 27

ภาพที่ 6 แสดงผลการทดลองการปลูกกัญชา A: ปลูกในกระถาง และ B: ปลูกลงดิน..... 29

ภาพที่ 7 แสดงผลการทดลองการปลูกกัญชาด้วยวัสดุปลูกสูตรต่างๆ A: การเตรียมวัสดุปลูกแต่ละสูตรในกระถาง และ B: การปลูกกัญชาในกระถางด้วยวัสดุปลูกสูตรต่างๆ 30

ภาพที่ 8 แสดงผลการทดลองการปลูกกัญชาด้วยวัสดุปลูกสูตรต่างๆ A: วัสดุปลูกใหม่ทั้งหมด และ B: วัสดุปลูกเก่าทั้งหมด..... 31

ภาพที่ 9 พื้นที่ใบกัญชาเฉลี่ยที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) วัยที่ 1-2 กิน หลังใช้สารสกัดสะเดา *Azadirachta indica* และสารสกัดหางไหล *Derris elliptica* ที่ 24 ชั่วโมง..... 32

ภาพ 10 พื้นที่ใบกัญชาเฉลี่ยที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) วัยที่ 1-2 กิน หลังใช้สารสกัดมะแขว่น (*Zanthoxylum limonella*) 16 ชั่วโมง..... 33

ภาพที่ 11 พื้นที่ใบกัญชาเฉลี่ยที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) วัยที่ 1-2 กิน หลังใช้สารสกัดหนอนตายหยาก (*Stemona tuberosa Lour*) 24 ชั่วโมง..... 34

ภาพที่ 12 พื้นที่ใบกัญชาเฉลี่ยที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) วัยที่ 3-4 กิน หลังใช้สารสกัดหนอนตายหยาก (*Stemona tuberosa* Lour) 24 ชั่วโมง..... 34

ภาพที่ 13 แสดงพื้นที่ใบกัญชาที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) ขนาดเล็ก (หนอนกระทู้วัย 1-2) และขนาดกลาง (หนอนกระทู้วัย 3-4) กิน หลังใช้ *Bacillus thuringiensis* 4 วัน..... 35

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 14 แสดงผลการทดลองใช้กับดักกาวเหนียวกับแมงและแมลงขนาดเล็ก A. กับดักกาวเหนียวที่ยังไม่ผ่านการใช้งานและ B. กับดักกาวเหนียวที่ผ่านการใช้งาน……..... 36

ภาพที่ 15 แสดงผลการทดลองปัจจัยปัจจัยต่างๆ ที่ประกอบด้วย สัดส่วน ชนิดของฮอร์โมน เวลาที่ใช้ในการแช่หรือจุ่มฮอร์โมนที่ 1 นาที โดยใช้กิ่งชำอายุน้อย (กิ่งอ่อน) และกิ่งอายุ (กิ่งแก่ปานกลาง) ของกิ่งชำกัญชา A. ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ 100 ppm ของ NAA และ 50 ppm ของ IBA ในอัตราส่วนส่วน 1:1 และ B. ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ 200 ppm ของ NAA และ 100 ppm ของ IBA ในอัตราส่วนส่วน 1:1…… 37

ภาพที่ 16 แสดงอิทธิพลของเวลาในการแช่กิ่งและอายุของกิ่งชำ (กิ่งอ่อน กิ่งแก่ปานกลาง และกิ่งแก่) ที่มีต่อการออกรากของกิ่งชำ A. กิ่งชำทั้ง 3 ประเภทที่แช่ในฮอร์โมนเร่งรากสูตรที่ 1 นาน 30 วินาที B. กิ่งชำที่แช่ในฮอร์โมนเร่งรากสูตรที่ 1 นาน 3 นาที C. กิ่งชำที่แช่ในฮอร์โมนเร่งรากสูตรที่ 1 นาน 5 นาที……..... 38

ภาพที่ 17 แสดงอิทธิพลของแสง LED (18 ชั่วโมงต่อวัน) ที่มีผลต่อการกระตุ้นหรือเหนี่ยวนำกิ่งชำให้แตกยอดใหม่และเจริญเติบโตเป็นลำต้น A. กิ่งชำที่ไม่ได้รับอิทธิของแสง LED (Control) B. กิ่งชำที่ได้รับอิทธิพลของแสง LED (18 ชั่วโมงต่อวัน) ที่มีผลต่อการแตกยอดใหม่และเจริญเติบโตเป็นลำต้นของกิ่งชำ……..... 38

ภาพที่ 18 แสดงอิทธิพลของแสง LED ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชา…….. 40

ภาพที่ 19 แสดงอิทธิพลของแสง LED ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกัญชาก่อนออกดอก..... 40

ภาพที่ 20 แสดงอิทธิพลของแสง LED ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกัญชาเริ่มออกดอก…….. 40

ภาพที่ 21 แสดงสีของไตรโคมและสายพันธุ์กัญชาที่ต่างกัน ภาพ A B และ C แสดงไตรโคมสีใส ขาวขุ่น และเหลืองอำพันของกัญชาสายพันธุ์ฝอยทองภูภายล ภาพ D E และ F แสดงไตรโคมที่สีใส ขาวขุ่น และเหลืองอำพันของกัญชาสายพันธุ์สกล ภาพ G H และ I แสดงไตรโคมที่สีใส ขาวขุ่น และเหลืองอำพันของกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก……... 42

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในราชกิจจานุเบกษา 17 กุมภาพันธ์ 2562 ได้มีการแก้ไขพระราชบัญญัติว่าด้วยยาเสพติดให้โทษ ใหม่ (ฉบับที่ 7) 2562 เพื่อเปิดโอกาสให้นำกัญชาไปทำการศึกษาวิจัย และพัฒนาเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และรักษาโรค กัญชา (Marijuana) หมายถึง พืชซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L. subsp. *indica* อันเป็นชนิดย่อยของกัญชา (*Cannabis sativa* L.) มีปริมาณสารเตตราไฮโดรแคนนาบินอล (Tatrahydrocannabinol, THC) เกินร้อยละ 1.0 ต่อน้ำหนักแห้ง

พืชในสกุล (genus) แคนนาบิส (Cannabis) มีอยู่ 4 ชนิด (species) (Zhang et al., 2014) (1) เฮมพ์ (Hemp) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cannabis sativa* (2) กัญชา (Marijuana) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cannabis indica* (3) *Cannabis ruderalis* ปลูกได้ในเขตอบอุ่นเท่านั้น ต้นมีขนาดเล็ก กลุ่มใบมี 5 แฉก (4) *Cannabis afghanica* อยู่ในเขตแดนใกล้ประเทศอัฟกานิสถานเป็นพันธุ์ต้นเตี้ย ใบกว้างหนา แตกกิ่งหนาแน่นมาก (Cervantes, 2006)

กัญชา (*Cannabis indica*) มีสาร THC เกิน 1% ใบมี 7 แฉก แต่ละแฉกมีลักษณะแคบ และยาว ลำต้นสูงใหญ่โดยเฉพาะต้นที่เป็นเพศผู้ ออกดอกเร็วและเห็นดอกได้ชัดเจน มีสารออกฤทธิ์น้อยมาก ส่วนต้นที่เป็นเพศเมีย ออกดอกเป็นกลุ่มมีสารออกฤทธิ์ปริมาณมาก เมื่อจับดูจะรู้สึกมียางเหนียว ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่เป็นตัวยา ในเมล็ดมีกรดอะมิโน arginine สูง ซึ่งช่วยผลิตไนตริกออกไซด์ (NO) ในร่างกาย ทำให้เส้นเลือดอ่อนตัว (dilate and relax) ทำให้เกิดการลดความดันในเลือด จึงมีผลต่อการลดความเสี่ยงของโรคหัวใจ ซึ่งเมล็ดกัญชาสามารถบริโภคสดได้ (Aluko, 2017) จากงานวิจัยของต่างประเทศ พบว่า สามารถลดไขมันหน้าท้องได้ดีมาก ทั้งใบและเมล็ดสดสามารถนำมาทำเป็น Canna-butter เช่นเดียวกับ Peanut-butter สรรพคุณทางด้านยารักษาโรคมีมากมาย (Louis, 2018)

ปัจจุบันนี้มีหลายประเทศในยุโรป อเมริกา ออสเตรเลีย แคนนาดา ได้มีการอนุญาตให้มีการผลิตและจำหน่าย กัญชา (Marijuana) อย่างถูกต้องตามกฎหมาย เนื่องจากผลงานวิจัย พบว่า มีสารเคมีที่สามารถสกัดเป็นยาได้ เนื่องจากกัญชาเป็นพืชอยู่ในตระกูลเดียวกับปอกระเจา เมล็ดจึงสามารถแปรรูปเป็นอาหารได้ ในประเทศไทยกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับอนุญาตในกรณีพิเศษ ให้มีการครอบครองเพื่อรักษาโรค และอีก 3 ปีข้างหน้า คาดว่าจะมีการผลิตอย่างกว้างขวาง ทำให้ปัญหาเรื่องการเพิ่มผลผลิตและแปรรูปก็จะมีตามมา ในขณะที่การศึกษาวิจัยเรื่องกัญชาในประเทศไทยนั้นพบว่ายังไม่มีรายงานทางวิชาการด้านสายพันธุ์กัญชา การปลูกกัญชา วิธีการปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในประเทศไทยนั้นยังไม่มีการทำวิจัย เนื่องจากกัญชายังคงเป็นยาเสพติดประเภทที่ 5 ทำให้การศึกษาวิจัยด้านการปลูกกัญชา วิธีการปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว จึงเป็นสิ่งสำคัญที่โครงการนี้สนใจในการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกษตรกรสามารถนำมาประยุกต์ใช้ อีกทั้งยังได้ข้อมูลเชิงลึกเพื่อประกอบรายงานทางวิชาการ ทำให้เป็นการศึกษาที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในฐานะมหาวิทยาลัยวิจัย โดยเฉพาะสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตรจึงควรมีบทบาทที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัยเกี่ยวกับกัญชา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษากัญชา (*Cannabis indica*) ในด้านการผลิต และการใช้ประโยชน์ ดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกสายพันธุ์
2. ขยายพันธุ์
3. การจัดการดิน ปุ๋ย และศัตรูพืช
4. แนวทางการใช้ประโยชน์
   4.1 ด้านอาหาร
   4.2 ด้านสาร bioactive และยารักษาโรค

1.3 สมมติฐานการวิจัย

การปลูกกัญชามีหลากหลายวิธีการที่แตกต่างกัน การทดลองเพื่อให้ได้วิธีการปลูกที่เหมาะสม โดยใช้วัสดุปลูกที่มีต้นทุนต่ำสามารถหาได้ภายในประเทศโดยที่เกษตรกรสามารถนำมาประยุกต์ใช้ ได้ในอนาคต รวมถึงการทดลองปลูกกัญชาลงแปลงปลูกโดยให้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกัน สามารถจัดการการดูแลรักษา การป้องกันและกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีที่เหมาะสมโดยใช้หลักการของเกษตรอินทรีย์ อาทิการใช้จุลินทรีย์บางประเภท เพื่อไม่ให้เกิดการตกค้างของสารเคมีที่เป็นพิษและโลหะหนัก เนื่องจากกัญชาที่ได้หลังจากทำการทดลองจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ต่อไป การขยายพันธุ์ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การปักชำในแต่ละช่วงอายุของกิ่งและกิ่งที่นำมาชำ มีผลกับการเจริญเติบโตของกิ่งชำ จึงต้องทำการทดลองหาช่วงอายุของกิ่งที่นำมาชำเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด แสง LED ในแต่ละช่วงความยาวคลื่นมีผลกับการสังเคราะห์แสงของพืช อีกทั้งระยะเวลาการให้แสงและความเข้มของแสงยังมีผลกับการเจริญเติบโตของพืชอีกด้วย ในขณะที่อายุการเก็บเกี่ยวมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารออกฤทธิ์ที่มีสรรพคุณทางยา ช่อดอกที่แก่หรืออ่อนเกินไป จะมีปริมาณสารออกฤทธิ์น้อยจึงควรทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบหาอายุที่เหมาะสมกับการเก็บเกี่ยว ตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมจากการปลูกกัญชาเพื่อการทำวิจัยในครั้งนี้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

เนื่องจากประโยชน์ของกัญชาเกี่ยวข้องกับการเป็นอาหารและยา ดังนั้นงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นด้านการผลิตกัญชาในระบบเกษตรปลอดภัยและเกษตรอินทรีย์ จึงใช้สถานที่ทดลองของสวนเกษตรเฉลิมพระเกียรติ 50 พรรษา โดยทำการทดลองในโรงเรือนทดลอง ระบบและตู้ container ที่ให้พลังงานแสงระบบ LED

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีระบบการผลิตกัญชาในระบบเกษตรอินทรีย์และพืชปลอดภัย ผลงานที่ได้จากโครงการนี้เป็นองค์ความรู้ในเชิงปฏิบัติได้จริง สามารถถ่ายทอดให้เกษตรกรนำไปปฏิบัติได้ และสามารถนำไปทำการผลิตเชิงพาณิชย์ได้

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

ส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาขั้นต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของพืชกัญชา และลักษณะทางพฤกษศาสตร์

2.1.1 ความสำคัญ

พืชกัญชาถือว่าเป็นพืชที่มีคุณค่ามากชนิดหนึ่ง เพราะว่าเป็นพืชที่ให้เส้นใย น้ำมัน และสารชีวภัณฑ์ในทางสุขภาพและยา (phytochemicals) ซึ่งเป็นที่รู้จักและมีการใช้ประโยชน์จากสิ่งเหล่านั้นมาเป็นเวลายาวนาน (Russo et al., 2008, Skoglund et al., 2013) กัญชาเป็นพืชที่ขึ้นได้ทั่วๆ ไปในเขตอบอุ่นและเขตร้อน มีความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมได้ดี เช่น ทนแล้ง โรคแมลง เมื่อเปรียบเทียบกับพืชอื่นๆ ถ้าหากไม่มีข้อจำกัดทางด้านกฎหมาย พืชนี้ถือว่ามีคุณค่าทางด้านเศรษฐกิจสูงในภาคพื้นเอเชียใต้ เพราะการปลูกและการดูแลรักษาง่าย ให้ผลผลิตชีวมวลสูงในเวลาอันสั้น เส้นใยเฮมพ์เป็นที่รู้จักกันดีในไทยที่ชาวบ้านนำมาใช้ทอผ้าที่มีคุณภาพสูง แล้วยังมีการวิจัยเพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์แทนเส้นใยแก้ว (Glass fibers) โดยผลิตเป็น Bioplastics ซึ่งวัสดุนี้มีความแข็งแรงกว่า Poly propylene plastic และมีน้ำหนักเบากว่า (Marsh, 2003)

นอกจากมีประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมดังกล่าวแล้ว เส้นใยกัญชายังมีคุณสมบัติทางด้านมีความต้านทานเชื้อแบคทีเรีย (natural antibacterial) และการใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรม antibacterial finishing agent (Bao et al, 2014) surgical devices (Gu, 2006) คุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียได้แก่ β-sitosterol และ β-amyrin (Gutierrez and Jose, 2005) นอกจากสารดังกล่าวแล้ว Bouloc et al., 2013 พบว่ามีสาร cannabinoids 2%

Phytocannabinoids เป็นสารในกลุ่ม C21 หรือ C22 (สำหรับ carboxylated forms) ได้แก่ terpenophenolic compounds มีมากในพืช Cannabis (ElSohly and Slade, 2005) สารที่เป็นตัวออกฤทธิ์ ได้แก่ THCA, CBDA และ canabinolic acids (CBNA) THCA มีมากในพืชกัญชา (*C. indica*) และ CBDA มีมาก ในกัญชา (*C. sativa*) สาร CBCA พบมากในพืชที่อายุยังน้อย และจะลดลงเมื่อพืชแก่ (De Meijer et al., 2009)

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กัญชาเป็นพืชดอก (flowering plant หรือ angiosperm) และเป็นพืชล้มลุกที่จัดอยู่ในตระกูลแคนนาบาซิอี (Cannabaceae) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* และมีชนิดย่อย (subspecies) อยู่ประมาณ 4 ชนิด (Kayis et al., 2010) ได้แก่

1. กัญชง (Hemp) *C. sativa* หรือ *C. sativa* var. *sativa* มีถิ่นกำเนิดในเอเชียใต้ ปากีสถาน และอินเดีย โดยมีการเผยแพร่ทางประวัติศาสตร์ไปยังเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แอฟริกาและอเมริกา (McPartland and Small, 2020) มีลักษณะลำต้นเป็นสีเขียวตั้งตรง มีความสูงประมาณ 1-6 เมตร มีรากเป็นระบบรากแก้วและมีรากแขนงเป็นจำนวนมาก ใบเป็นใบเดี่ยว ลักษณะของใบเป็นรูปฝ่ามือ แผ่นใบแก่แยกเป็นแฉกประมาณ 7-9 แฉก การเรียงตัวของใบค่อนข้างห่าง ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อยและเว้าลึกจนถึงโคนใบ ปลายใบ

แคบและเรียวแหลม ก้านใบยาวประมาณ 2-7 เซนติเมตร แตกกิ่งแขนงสั้นและห่าง (McPartland, 2017) เมื่อมีการสร้างดอกจำนวนแฉกของใบจะลดลงตามลำดับ ดอกเป็นช่อออกตามซอกใบและปลายยอด ดอกมีขนาดเล็กสีขาว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-4 มิลลิเมตร ดอกเป็นแบบแยกเพศและอยู่ต่างต้นกัน บางครั้งมีเพศผู้และเพศเมียในต้นเดียวกัน (Hermaphrodite) อาจจะเกิดเป็นกระจุกติดอยู่ใกล้ๆ ดอกเพศเมีย (Andre et al., 2016) โดยช่อดอกเพศผู้จะเป็นแบบ panicle ประกอบไปด้วยกลีบเลี้ยง 5 กลีบ มีสีเขียวอมเหลือง มีเกสรเพศผู้ 5 อัน ส่วนดอกเพศเมียจะเกิดตามซอกใบและปลายยอด ช่อดอกจะอัดกันแน่นเป็นแบบ spike ประกอบไปด้วยกลีบเลี้ยงสีเขียวเข้มหุ้มรังไข่ไว้ ภายใน stigma 2 อัน สีน้ำตาลแดง ผลเป็นเมล็ดแห้งสีเทา ลักษณะเป็นรูปไข่ ผิวเรียบเป็นมันและมีลายประสีน้ำตาล เมื่อแห้งจะเป็นสีเทา (Cervantes, 2006) ภายในเมล็ดมีอาหารสะสมจำพวกแป้งและไขมันอัดแน่น โดยมีน้ำมันถึง 29-34%, มีไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง ประกอบไปด้วย linoleic acid 54-60%, linolenic acid 15-20%, oleic acid 11-13% (Mölleken and Theimer, 1997) ความแตกต่างระหว่างกัญชงกับกัญชาคือต่อมน้ำมันของกัญชงมีน้อยกว่า และจัดอยู่ในพืชซึ่งให้ประโยชน์หลักทางด้านสิ่งทอเป็นสำคัญ (Salentijn et al., 2015) เส้นใยเฮมพ์เป็นที่รู้จักกันดีในไทยที่ชาวบ้านนำมาใช้ทอผ้าที่มีคุณภาพสูง แล้วยังมีการวิจัยเพื่อนำมาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์แทนเส้นใยแก้ว (Glass fibers) โดยผลิตเป็น Bioplastics ซึ่งวัสดุนี้มีความแข็งแรงกว่า Poly propylene plastic และมีน้ำหนักเบากว่า (Marsh, 2003)

2. กัญชา (Marijuana) *C. indica* หรือ *C. sativa* var. *indica* มีถิ่นกำเนิดในเอเชียกลาง (อัฟกานิสถาน ปากีสถาน และ เตอร์กิสถาน) (McPartland and Small, 2020) มีลักษณะลำต้นเป็นสีเขียวตั้งตรง มีรากเป็นระบบรากแก้วและมีรากแขนงเป็นจำนวนมาก ใบเป็นใบเดี่ยว ลักษณะของใบเป็นรูปฝ่ามือ แผ่นใบแก่แยกเป็นแฉกประมาณ 7 แฉก มีแฉกใบกว้างเป็นรูปหอก การเรียงตัวของใบค่อนข้างหนาแน่น ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อยและเว้าลึกจนถึงโคนใบ ปลายใบแคบและเรียวแหลม แตกกิ่งแขนงหนาแน่น มีช่อดอกหนาแน่นมาก ทรงพุ่มเตี้ยเป็นรูปทรงกรวยสั้น สูงประมาณ 1.3 เมตร (McPartland, 2017) โดยทั่วไปแล้วกัญชามีอัตราส่วนระหว่าง CBD ต่อ THC สูง (Cervantes, 2006) หรือผลิต THC และ CBD ในอัตราส่วนที่เกือบเท่ากัน และมีเทอร์พีนอยด์ที่ให้กลิ่นหอมฉุน กัญชากระตุ้นให้เกิดผลผ่อนคลาย ระงับประสาทและลดความเจ็บปวด กัญชาถูกนำไปใช้ในการรักษาอาการนอนไม่หลับ อาการปวด อาการอักเสบ กล้ามเนื้อกระตุก โรคลมบ้าหมู และต้อหิน (McPartland, 2017) ในปี ค.ศ. 2000 McPartland และคณะ ได้จำแนก Sativa และ Indica ออกจาก European hemp และจำแนกใหม่โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มที่ประกอบด้วย *C. indica*, *C. afghanica*, และ *C. sativa*

3. *Cannabis afganica* หรือ *C. sativa* var. *afganica* มีถิ่นกำเนิดใน อัฟกานิสถาน (McPartland, 2017) มีลักษณะลำต้นสั้นเป็นสีเขียวตั้งตรง มีรากเป็นระบบรากแก้วและมีรากแขนงเป็นจำนวนมาก ใบเป็นใบเดี่ยว สีเขียวเข้ม ลักษณะของใบเป็นรูปฝ่ามือ แผ่นใบแยกเป็นแฉก มีแฉกใบที่กว้างเป็นรูปหอก การเรียงตัวของใบค่อนข้างหนาแน่น ก้านใบยาว ขอบใบจักเป็นฟันเลื่อยและเว้าลึกจนถึงโคนใบ ปลายใบแคบและเรียวแหลม มีข้อสั้น แตกกิ่งแขนงหนาแน่น มีช่อดอกหนาแน่นมาก ทรงพุ่มเตี้ยเป็นรูปทรงกรวยสั้น เป็นกัญชากลุ่มที่มีสารแคนนาบินอยด์สูง (Cervantes, 2006)

4. *Cannabis ruderalis* (รูเดอร์ราลิส) หรือ *C. sativa* var. *spondanea* กัญชา ruderalis ถูกกล่าวถึงเป็นครั้งแรกโดยนักพฤกษศาสตร์ชาวรัสเซีย D. E. Janischewsky ในปี ค. ศ. 1924 (Hillig and Mahlberg, 2004) คำว่า ruderalis มาจากภาษาละตินหมายถึง เศษหินหรืออิฐก้อนหรือชิ้นส่วนหยาบของทองสัมฤทธิ์ ภาษาละตินในทางพฤกษศาสตร์ ruderalis หมายถึง วัชพืช (Stearn, 1973) *C. ruderalis* มีถิ่นกำเนิดในยุโรปกลางและตะวันออกและรัสเซีย นักวิทยาศาสตร์ให้การยอมรับว่า *C. ruderalis* เป็นสายพันธุ์ที่แตกต่างจาก *C. indica* และ *C. sativa* เนื่องจากลักษณะเฉพาะและฟีโนไทป์ที่แตกต่างจาก *C. indica* และ *C. sativa* อย่างไรก็ตาม ยังคงมีการถกเถียงกันอย่างกว้างขวางโดยนักวิทยาศาสตร์บางกลุ่ม ว่า ruderalis เป็นสายพันธุ์ย่อยของ *C. sativa* (Resin, 2014) *C. ruderalis* มีขนาดเล็กกว่า Cannabis สายพันธุ์อื่น ๆ *C. ruderalis* มีความสูงไม่เกิน 60 เซนติเมตร ลำต้นบางและมีเส้นใยเล็กน้อย แตกกิ่งก้านได้น้อย (Joy et al., 1999) โดยทั่วไปแล้วใบจะมีขนาดใหญ่และแผ่กว้าง (Rätsch, 2001) *C. ruderalis* จะแก่เร็วกว่ากัญชาสายพันธุ์อื่นๆ โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วงห้าถึงเจ็ดสัปดาห์หลังจากเพาะเมล็ด (Stafford, 2013) ทรงพุ่มมีขนาดเล็ก มีสาร THC น้อยกว่าเมื่อเทียบกับกัญชาสายพันธุ์อื่น ๆ (Stafford, 2013) อย่างไรก็ตามมักมี cannabidiol (CBD) สูง อีกประการหนึ่งที่ทำให้ *C. ruderalis* แตกต่างจากกัญชาสายพันธุ์อื่นๆ คือ ruderalis มีการออกดอกตามช่วงเวลาที่เหมาะสมของพืชกล่าวคือช่วงแสงไม่มีผลกับการออกดอก (Rosenthal, 2010)

2.2 พันธุ์และการขยายพันธุ์

กัญชา (*C. indica*) เป็นพืชที่ปลูกใช้เมล็ดเป็นหลักเช่นเดียวกับพืชไร่ทั่วๆไป จึงมีความแปรปรวนเกิดขึ้นได้ทำให้เกิดเป็นสายพันธุ์ต่างๆ ทั้งทางด้านการเจริญเติบโต การต้านทานต่อสิ่งแวดล้อม และปริมาณสาร cannabinoids ข้อดีคือ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการได้ ข้อเสียคือ อาจได้ผลผลิตและคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควรเพราะว่า กัญชามี 3 เพศ คือ เพศเมีย เพศผู้ และเพศผู้และเพศเมียในต้นเดียวกัน แต่เพศที่ให้สารที่เป็นตัวยาได้แก่ เพศเมียเท่านั้น

การขยายพันธุ์อีกวิธีหนึ่งคือ การตัดชำโดยการเลือกเอาเฉพาะต้นเพศเมียเท่านั้น โดยตัดเอาเฉพาะส่วนที่มียอดชำลงในวัสดุปลูก และทำการปลูกในโรงเรือน ให้มีรากออกมาจนมีความแข็งแรงพอที่จะเลี้ยงต้นได้จึงนำไปปลูกภายนอก หรือจะทำการปลูกในกระถางขนาดใหญ่ปลูกในโรงเรือนก็ได้ จากงานวิจัยของ Coffman and Gentner, 1979) พบว่า การใช้เมล็ดปลูกได้ต้นที่มีลักษณะแตกต่างกัน ส่วนการปลูกโดยวิธีปักชำได้ลักษณะของต้นแตกกิ่งก้านมากกว่า และมีความสม่ำเสมอมากกว่า และมีสาร Delta-tetrahydrocannabinol มากกว่าการปลูกโดยเมล็ด 4.1 เท่า

2.3 การจัดการวัสดุปลูก

การจัดการวัสดุปลูกถือเป็นหัวใจสำคัญในการเตรียมความพร้อมสำหรับปลูกกัญชา เพราะวัสดุปลูกที่ดีจะส่งผลให้กัญชามีการเจริญเติบโตที่ดี การเตรียมวัสดุปลูก สามารถเตรียมได้โดยใช้วัสดุที่หาง่าย เช่น กาบมะพร้าวสับ ขุยมะพร้าว แกลบดิบ กากหม้อกรอง เปลือกมันสำปะหลัง ปุ๋ยอินทรีย์ มูลสัตว์ และวัสดุอื่นแต่ต้องเป็นวัสดุที่สะอาดปราศจากสารปนเปื้อนต่างๆ เช่น เปลือกมะพร้าวสับ ขุยมะพร้าว แกลบ จะต้องทำ

การแช่และล้างน้ำเพื่อกำจัดสารพิษบางชนิดที่มีมากเกินความจำเป็น โดยเฉพาะเกลือโซเดียม และโปแตสเซี่ยมที่มีอยู่ในเปลือกมะพร้าวออกให้มากที่สุด แต่การใช้วัสดุปลูกเหล่านี้เพียงอย่างเดียวจำเป็นจะต้องทำการให้ปุ๋ยเพิ่มเติม ซึ่งระบบนี้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น แต่ถ้าหากสามารถนำวัสดุอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และไม่มีโลหะหนักปนเปื้อนมาใช้ร่วมจะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยได้มากขึ้น

2.3.1 พีทมอส

พีทมอส (Peat moss) หรือ Sphagnum เป็นจีนัสของมอสประมาณ 380 ชนิด (Michaelis, 2019) ที่เรียกกันทั่วไปว่า "พีทมอส" ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในซีกโลกเหนือในป่าสนเขตทุนดราทางตอนเหนือสุดแถบอาร์กติก ประเทศนอร์เวย์ ในพื้นที่ป่าพรุที่ใหญ่ที่สุดทางตอนใต้ของประเทศชิลีและอาร์เจนตินาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทุ่งหญ้าแมกเจลแลนที่กว้างใหญ่ นอกจากนี้ยังพบในพื้นที่ป่าพรุในนิวซีแลนด์และแทสเมเนีย อย่างไรก็ตามในซีกโลกใต้ภูมิประเทศป่าพรุอาจมีมอสหลายชนิดนอกเหนือจาก Sphagnum (Arroyo et al., 2005) Sphagnum ที่ย่อยสลายและแห้งใช้เป็นสารปรับสภาพดินซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำและธาตุอาหารของดินโดยการเพิ่มความสามารถยึดเกาะโมเลกุลของน้ำและความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุ (Hood, 2008) พีทมอสเป็นวัสดุปลูกคุณภาพสูงจากธรรมชาติ สำหรับทดแทนดิน ที่สามารถอุ้มน้ำ แต่มีความโปร่งที่ทำให้พืชได้อากาศทั่วถึง ไม่เป็นกรดหรือด่างเกินไป มีธาตุอาหารเพียงพอที่พืชจะใช้ประโยชน์ได้นาน รักษาระดับความชื้นให้กับต้นกล้า พีทมอสมีเส้นใยที่มีความโปร่งแต่อุ้มน้ำ จึงทำให้รากพืชได้รับอากาศเพียงพอ ต้นพืชมีความแข็งแรง เปื่อยย่อยและสลายตัวช้า

2.3.2 ขุยมะพร้าวและเปลือกมะพร้าวสับ

เปลือกมะพร้าวสับได้มาจาก การนำเปลือกมะพร้าวที่แห้งแล้วมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ ซึ่งจะมีคุณสมบัติ สามารถเก็บความชื้นได้ดี เพิ่มช่องว่างในดิน เมื่อผสมกับดินทำให้ดินโปร่ง มีแร่ธาตุอาหาร และจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับพืช เมื่อเทียบกับดินแล้ว กาบมะพร้าวสับมีเชื้อโรคน้อยกว่าดิน กาบมะพร้าว ยังมีคุณสมบัติระบายน้ำได้ดี สามารถใช้ผสมวัสดุปลูกเพื่อให้วัสดุปลูกโปร่งระบายน้ำได้ดีไม่ให้วัสดุปลูกแข็งหรือแน่นเกินไป ช่วยดูดซับน้ำได้ดี

ขุยมะพร้าว คือ เปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือ ปั่นให้ใยละเอียดเป็นขุยๆ ละเอียดประมาณเม็ดทราย เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าวซึ่งได้ทุบกาบมะพร้าวเพื่อนำเส้นใยไปทำเบาะนั่ง เศษเหลือเหล่านี้เป็นผงๆ มีคุณสมบัติเบา อุ้มน้ำได้ดี และเก็บความชื้นไว้ได้นาน เมื่อจะใช้ต้องพรมน้ำให้ขุยมะพร้าวมีความชื้นพอเหมาะ ไม่แฉะ และไม่แห้งเกินไป เหมาะสำหรับใช้เป็นวัสดุในการปลูกพืช ใช้เป็นสารปรับสภาพดิน เนื่องจากมีธาตุอาหารอยู่ในระดับต่ำจึงมักใช้เป็นส่วนประกอบหนึ่งในวัสดุปลูกที่ใช้ในการปลูกพืช เมื่อทำการปลูกพืชในขุยมะพร้าวจำเป็นต้องเพิ่มธาตุอาหารตามความต้องการของพืช ขุยมะพร้าวมีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองหลายชนิด (ตารางที่ 1) เช่น โพแทสเซียม โพแทสเซียมในปริมาณมาก จะทำให้พืชขาดแมกนีเซียม จำเป็นต้องเพิ่มแมกนีเซียมโดยการเติมแมกนีเซียมซัลเฟตเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาพืชขาดแมกนีเซียมได้ (Mason, 2003) ก่อนที่จะนำกาบมะพร้าวสับ หรือขุยมะพร้าวมาใช้เป็น

วัสดุในการปลูกพืชต้องนำกาบมะพร้าวสับ หรือขุยมะพร้าวไปแช่น้ำ 2-3 วัน โดยทำการเปลี่ยนน้ำที่แช่ทุกวัน จนกว่าน้ำที่แช่จะไม่มีสีน้ำตาลละลายออกมา จึงนำกาบมะพร้าวสับไปใช้ได้ เพราะในกาบมะพร้าวสับมี สารแทนนินซึ่งเป็นสารสีน้ำตาลที่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน รสฝาดเมื่อละลายน้ำจะทำให้พืชขาดแคลเซียม เกิดอาการใบไหม้

ตารางที่ 1 แสดงค่าวิเคราะห์สารเคมีในขุยมะพร้าว

สารเคมี	แหล่งผลิต			
	ฟิลิปปินส์	ศรีลังกา	อินโดนีเซีย	มาเลเซีย
pH	5.9-6.6	6.3	5.8	5.3
EC (ds/cm^2)	0.8-2.5	1.4	2.5	1.96
CEC (mE/100g)	39-60	43	57	-
NH_4^+ (mg/ml)	0.1-1.9	0.1	0.1	0.9
NO_3 (mg/ml)	0.4-1.9	0.7	1.0	2.0
P (mg/ml)	30-66	40	37	41
K (mg/ml)	200-800	388	327	239
Ca (mg/ml)	1-1.7	1.0	5.0	1.8
Mg (mg/ml)	1-2.8	7.0	5.0	1.1
Cl (mg/ml)	180-700	337	1636	-
Na (mg/ml)	22-48	32	30	-

2.3.3 แกลบดิบ

แกลบดิบ คือ แกลบที่ได้มาจากการสีเมล็ดข้าวใหม่ๆ มีสารซิลิก้าที่ยังไม่ย่อยสลายให้ธาตุซิลิกอน สามารถกักเก็บไนโตรเจนและออกซิเจนในอากาศไว้ในดิน มีประโยชน์ต่อพืช แต่ไม่ควรนำแกลบดิบไปใช้สำหรับปลูกพืชโดยตรง เพราะไม่มีความสามารถในการอุ้มน้ำและเนื่องจากแกลบดิบที่ยังไม่ผ่านการหมักหากนำมาปลูกพืชเมื่อโดนความชื้นที่ระบายน้ำออกไม่ได้จะเกิดการหมัก โดยจุลินทรีย์จะดึงไนโตรเจนและออกซิเจนในดินมาย่อยสลายแกลบดิบ ทำให้พืชบริเวณนั้นขาดออกซิเจน นอกจากนี้ยังทำให้บริเวณนั้นมีความร้อนและก๊าซ (พิษ) จากการย่อยสลาย แกลบดิบเป็นอินทรียวัตถุที่ใช้เวลานานในการย่อยสลาย ระหว่างที่ย่อยสลายจะเกิดความร้อน ความร้อนบริเวณรากจะส่งผลโดยตรงต่อระบบการเจริญเติบโตของรากพืช อาจทำให้เกิดรากเน่า ต้นไม้อาจตายได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้แกลบดิบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการย่อยสลาย แต่สามารถนำมาเป็นส่วนประกอบหนึ่งในการผสมวัสดุปลูกได้ เพื่อช่วยเกิดการการระบายน้ำดีขึ้น แกลบดิบที่ผ่านการหมักและย่อยสลายแล้วจะมีซิลิก้าสูง ทำให้พืชเจริญเติบโต และยังทำให้ดินร่วนซุย ราก

พืชหาอาหารง่าย ช่วยเติมอากาศในดินและช่วยไม่ให้ดินแน่น ลดการบีบรัดของรากพืช สามารถนำไปผสมเพื่อปรับสภาพดินได้อีกด้วย

ตารางที่ 2 แสดงค่าวิเคราะห์สารเคมีในแกลบดิบ

ค่าวิเคราะห์ (%)	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe	C
แกลบดิบ	0.44	0.02	0.57	0.07	0.03	0.01	0.02	0.001	0.02	45

2.3.4 กากหม้อกรอง

กากตะกอนหม้อกรอง หรือ Filter Cake เป็นตะกอนที่เหลือจากการกรองแยกน้ำอ้อยด้วยเครื่องกรองในกระบวนการผลิตน้ำตาลทราย กากหม้อกรองมีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลปนดำ โดยตะกอนที่ถูกกรองออกมาใหม่ ๆ จะมีลักษณะคล้ายขี้เป็ด และประกอบด้วยอินทรียวัตถุที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงดิน ประมาณ 60% ของ Filter Cake จะเป็นพวกเศษกากอ้อย เศษชิ้นส่วนของใบ กาบใบ ราก และไขขี้ผึ้ง เศษดิน ทราย หินหรือกรวด ที่ติดมากับลำอ้อยขณะทำการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ใน Filter Cake หรือกากหม้อกรองจากโรงงานน้ำตาล ยังมีปูนขาวและสารที่ช่วยเร่งการตกตะกอนของน้ำอ้อยที่ใส่ในขั้นตอนของการทำใส จึงมีสภาพเป็นด่างอ่อน-ด่างปานกลาง (ค่า pH ประมาณ 8.0 – 9.0) ซึ่งสามารถลดความเป็นกรดของดินได้ แต่หากทิ้งไว้นาน ๆ ความเป็นด่างจะลดลงอย่างช้าๆ อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์พบว่า Filter Cake มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน (N) ประมาณ 1.33% ฟอสฟอรัส (P) ประมาณ 0.24% และโพแทสเซียม (K) ประมาณ 0.2% จึงมีคุณสมบัติเป็นวัสดุปรับปรุงดินได้เป็นอย่างดี โดยมีประโยชน์ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุในดินให้สูงขึ้น ลดความเป็นกรดของดิน ช่วยให้ดินร่วนซุย โปร่ง ไม่แน่นทึบ (Office of the cane and sugar board, n.d.) เพิ่มธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อกัญชา เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดินที่เป็นประโยชน์ นอกจากนี้ยังมีการผลิตให้อยู่ในรูปปุ๋ยอินทรีย์พร้อมใช้งาน สามารถขนส่งสะดวก ช่วยประหยัดต้นทุนให้เกษตรกร (Mitr Phol ModernFarm, 2019) การใส่กากหม้อกรองเพื่อปรับปรุงดิน นอกจากจะทำให้ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุเพิ่มมากขึ้นแล้ว ยังทำให้ดินมีปริมาณธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อกัญชามากขึ้นด้วย ซึ่ง Filter Cake นั้นหาได้ง่ายจากโรงงานน้ำตาลต่างๆ

ตารางที่ 3 แสดงค่าวิเคราะห์สารเคมีในกากหม้อกรอง

ค่าวิเคราะห์ (%)	pH	OM	N	P	K
กากหม้อกรอง	5.4	88	1.33	0.24	0.25

2.4 หนอนกระทู้ศัตรูกัญชา

หนอนกระทู้ หรือ Fall armyworm มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Spodoptera litura* ถือเป็นแมลงศัตรูพืชของพืชเศรษฐกิจเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะพืชไร่ และพืชผัก มักพบการแพร่ระบาดในทุกพื้นที่ และสร้างความเสียหายให้แก่พืชอย่างวงกว้าง โดยเฉพาะในระยะหนอนที่ชอบกัดกินใบพืชเป็นอาหาร หนอนกระทู้เป็นแมลงที่มีการแพร่ระบาด กระจายไปทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศแถบประเทศเอเชียที่มีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นจะพบการแพร่ระบาดมากกว่าประเทศอื่นๆ ในประเทศไทยสามารถพบได้ทั่วทุกภาคตลอดทั้งปี และไม่จำกัดฤดูกาล โดยเฉพาะพื้นที่ปลูกพืชไร่ พืชผักในจังหวัดต่างๆ

ตัวเต็มวัยของหนอนกระทู้ผักจะเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก มีปากแบบ Siphoning type มีหนวดแบบ Filiform กลางวันจะชอบเกาะตัวนิ่งบริเวณที่มืดหรือใต้ใบพืช และจะออกบินเมื่อพระอาทิตย์ตก เพศเมียปีกคู่หน้ายาวประมาณ 38- 40 มิลลิเมตร และเพศผู้ยาวประมาณ 32-35 มิลลิเมตร ความยาวจากหัวถึงปลายหางมีขนาดใกล้เคียงกันทั้ง 2 เพศ ประมาณ 18-20 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้ามีลวดลายออกสีน้ำตาลอ่อน สีเทา สีดำ และขาวสลับกัน ส่วนปีกคู่หลังเป็นแผ่นบางสีขาวนวล บริเวณขอบปีกมีขนสีน้ำตาลอ่อน ขนาดเล็กกว่าปีกคู่หน้า การแยกเพศผีเสื้อหนอนกระทู้มีหลายวิธี ได้แก่ เพศผู้จะมีปีกคู่หน้าสีเข้ม และลวดลายสีขาวเด่นชัดกว่าเพศเมีย ด้านท้องเพศผู้บริเวณปล้องที่ 7, 8, 9 และ 10 จะมีลักษณะคอดเล็กลง และส่วนปลายปล้องที่ 10 จะเป็นพู่หางยาว ส่วนเพศเมียจะมีลักษณะปล้องท้องใหญ่ และมีขนาดเท่ากันทุกปล้อง ไม่มีพู่หางหรือถ้ามีจะเล็กกว่าเพศผู้

การผสมพันธุ์ และวางไข่ จะเริ่มที่ตัวเต็มวัยที่มีอายุ 1 วัน โดยจะออกบิน และผสมพันธุ์ในเวลากลางคืน เมื่อผสมพันธุ์แล้ว ตัวเมียจะวางไข่ในเวลากลางคืนของอีกวัน ลักษณะการวางไข่จะวางเป็นกลุ่ม ๆ ใต้ใบพืช เรียงตัวกันอย่างมีระเบียบเป็นชั้นๆ มีลักษณะขนสีน้ำตาลอ่อนบางๆปกคลุม ไข่มีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลมแบบคว่ำ มีลายเส้นบางใสเป็นรัศมีโดยรอบ ไข่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 มิลลิเมตร ตัวเมียหนึ่งตัวจะวางไข่ได้ 4-6 กลุ่ม ประมาณ 2,000-4,000 ฟอง โดยใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน แต่ละกลุ่มไข่จะมีไข่ประมาณ 400 – 900 ฟอง ไข่จะมีสีเหลืองอ่อน และวันถัดมาจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลือง วันที่ 3 ไข่จะฟักออกเป็นตัวหนอน ซึ่งไข่ในระยะก่อนฟักจะมีสีดำจางๆ ที่เป็นสีของหัว และขนของตัวอ่อน เมื่อถึงกำหนดฟัก ตัวอ่อนจะกัดเปลือกไข่เป็นวง แล้วใช้หัวมุดออกมา ซึ่งส่วนใหญ่จะฟักในเวลากลางวัน ตัวอ่อนหนอนกระทู้จะเป็นแบบ Eruciform มีลักษณะหัว Hypognathous types มีขาจริง 3 คู่ ขาเทียม 5 คู่ บริเวณท้องมีรูหายใจ 10 คู่ ที่ปล้องที่ 1 และปล้องท้องทุกปล้อง ตัวอ่อนลอกจะคราบประมาณ 5 ครั้ง โดยแบ่งตัวอ่อนออกเป็น 6 ระยะ (ดังภาพที่ 1) แต่ละระยะมีลักษณะ และอุปนิสัย ดังนี้

ระยะที่ 1: ตัวอ่อนระยะนี้มีอายุ 3 วัน สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ลำตัวมีรูปทรงกระบอก สีเขียวอมเหลืองส่วนหัวจะดำสนิท มีขนาดเท่าส่วนอก ส่วนอกปล้องแรกจะมีแผ่นแข็ง (Sclerite) สีน้ำตาลเข้ม มีขนสีน้ำตาลอ่อนกระจายข้างลำตัว ขาจริง และขาเทียมจะมองเห็นชัดเจน ส่วนรูหายใจจะยังมองไม่เห็น ตัวอ่อนวัยนี้มักอยู่รวมเป็นกลุ่ม และจะกัดกินผิวใบพืชบริเวณโดยรอบๆ เมื่อตัวหนอนถูกรบกวนจะทิ้งตัวลงที่ต่ำ ด้วยการปล่อยเส้นใยออกจากปากเพื่อพยุงตัวให้ห้อยในอากาศ เมื่อผ่านไป 3 วัน ตัวหนอนจะมีสีเขียวขึ้นมากกว่าเดิม ลำตัวเป็นมันวาว ส่วนหัวจะเล็กกว่าส่วนอกปล้องแรก บริเวณท้องปล้องที่ 1 จะเริ่มมีแถบสีดำ

จางๆ พาดขวางลำตัว ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของตัวอ่อนหนอนกระทู้ผัก และจะเริ่มเห็นรูหายใจได้ชัดในวันสุดท้ายของระยะที่ 1 โดยจะมีลวดลายสีเทาอ่อน-แก่ เป็นเส้นตามยาว และตามขวางลำตัว ด้านหลังส่วนอกปล้องที่ 1 และ 2 มีสีดำปล้องละ 2 จุด เรียงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เมื่อตัวหนอนได้รับการรบกวนจะพ่นน้ำสีเขียวออกมาในขณะที่สะบัดหัวซ้ายขวา

ระยะที่ 2-4: ตัวอ่อนเริ่มแยกออกจากกลุ่มเพื่อออกหากิน หากพบในแปลงพืชจะพบว่า ตัวหนอนกระจายกันออกทำลายพืชผักทั่วทั้งแปลง ซึ่งจะหลบตัวอยู่ใต้ใบหรือเงามืด ระยะนี้ ส่วนอกปล้องที่ 1จะกว้างที่สุดทั้งลำตัว ซึ่งบริเวณนี่จะมีแถบสีดำคาดขวางลำตัว

ระยะที่ 5: ระยะนี้ตัวอ่อนจะโตเร็วมาก หากเลี้ยงในที่แคบ และขาดอาหาร ตัวหนอนจะกัดกินกันเอง ลำตัวที่มีสีเขียวจะเริ่มซีดลง เปลี่ยนเป็นสีเทา และมีแถบสีดำจางๆ พาดตามยาว ทั้งซ้าย และขวาด้าน ด้านละ 2 แถบ? บริเวณระหว่างแถบสีดำนี้จะมีแนวสีขาวเล็กๆ คั่นไว้ และต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทอง ด้านท้องเปลี่ยนเป็นสีเทาอ่อน ระยะนี้จะซ่อนตัวในเวลากลางวัน และออกหากินในเวลากลางคืน

ระยะที่ 6: ระยะนี้เป็นระยะสุดท้าย ลำตัวจะมีลักษณะอ้วนกลม กินอาหารจุ ขับถ่ายมาก สีลำตัวจะเข้มจนดำสนิท ลวดลาย บนลำตัวจะค่อยๆ หายไป ซึ่งจะเป็นระยะก่อนเข้าดักแด้ที่จะหยุดกินอาหาร ระยะก่อนเข้าดักแด้นี้ ลำตัวจะมีสีดำเป็นมัน แบน และหดสั้นลง ชอบกัดใบพืชเป็นชิ้นเล็กๆ สำหรับนำมาสร้างรัง (Cocoon) เพื่อหุ้มดักแด้ ทำให้ใบพืชแลดูสกปรก และพืชเกิดการตายมาก หากตัวอ่อนถูกรบกวน และตกลงดินก็จะมุดลงดิน จนลำตัวเป็นรูปกระสวย เดินไม่ได้ แต่จะใช้การพลิกตัวเพื่อเคลื่อนที่แทน เมื่อถึงระยะสุดท้ายก่อนการเข้าระยะดักแด้ ลำตัวจะมีสีเทาดำ ส่วนด้านท้องมีสีขาวอมเหลือง และเข้าดักแด้ในวันถัดมา

ระยะดักแด้ หนอนกระทู้ระยะดักแด้เป็นแบบ Obtected pupa เมื่อเข้าดักแด้ใหม่ๆ มีสีเขียวอมเหลือง และเป็นสีน้ำตาลแดง ส่วนหัวจะมีสีเข้ม ดักแด้เพศเมียจะมีขนาดใหญ่ และยาวกว่าเพศผู้ เมื่อใกล้ระยะฟักตัวดักแด้จะหดตัวลง การแยกเพศดักแด้จะใช้วิธีสังเกตที่อวัยวะเพศ โดยเพศผู้มีอวัยวะเพศเป็นแถบนูนสีเข้มเล็กๆ 2 แถบ ประกบกันที่ปล้องท้องปล้องที่ 8 ส่วนเพศเมียอวัยวะแบนเรียบ มีจุดสีดำเล็กๆ ที่ปล้องสุดท้าย ดักแด้ทั้ง 2 เพศ จะมีระยางค์แหลมขนาดเล็ก 2 อัน (Cremasters) ระยะดักแด้จะใช้เวลาประมาณ 7-8 วัน แล้วจะฟักออกเป็นตัวเต็มวัย และตัวเมียจะฟักออกก่อนตัวผู้ประมาณ 2-3 วัน

ระยะตัวเต็มวัย เมื่อฟักออกจากรังแล้วจะเป็นผีเสื้อกลางคืน ตัวเมียมีส่วนท้องอ้วนป้อม ลำตัวมีขนเล็กน้อย ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาล มีลวดลายสีขาวทั่วปีก ปีกคู่หลังมีสีเทาบาง ส่วนผีเสื้อตัวผู้ ท้องเรียวยาว ส่วนปลายของท้องมีขนเป็นกระจุก ลำตัวมีขนปกคลุมเล็กน้อย ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาล มีลวดลายคล้ายตัวเมีย แต่จะต่างกันที่ปลายปีก ปีกคู่หลังบางใสออกสีเทาขาว ตัวผู้ และตัวเมียจะเริ่มผสมพันธุ์ครั้งแรกเมื่อ 3-5 วัน หลังออกจากฟักตัว และใช้เวลาวางไข่ 5-7 วัน ตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 7-10 วัน

ภาพที่ 1 แสดงวงจรชีวิตของหนอนกระทู้ (ที่มา: https://www.fallarmyworm.com.au/)

2.5 ไรแดง และแมลงขนาดเล็ก

ไรแดงหรือไรแมงมุม Spider mite จัดเป็นศัตรูที่สำคัญต่อพืชหลายๆชนิด โดยไรแดงจะดูดกินน้ำเลี้ยงของพืชโดยใช้ส่วนปากที่มีลักษณะเป็นเข็มแหลมแทงเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืชและดูดทำลาย ซึ่งในขณะที่ไรแดงกำลังดูดทำลายพืชอยู่นั้น จะปล่อยสารพิษออกมาด้วยทำให้เกิดแผลที่ผิวของพืชในบริเวณนั้น พืชจึงเกิดการสูญเสียคลอโรฟิล ทำให้ใบและส่วนต่างๆของพืชที่ถูกทำลายมีลักษณะเป็นจุดเล็กๆ สีขาวซีด และถ้าเกิดการทำลายหรือแพร่ระบาดอย่างรุนแรง จุดเล็กๆนี้จะแพร่ขยายติดต่อกันเป็นวงกว้าง และใบจะเปลี่ยนจากสีขาวซีดเป็นสีน้ำตาล แห้งและร่วงหล่นจากต้นในที่สุด ไรแดงหรือไรแมงมุมเพศเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้ เพศเมียมีสีแดงสด เพศผู้สีเหลืองอมส้ม ก้นแหลม ไรแดงหรือไรแมงมุมนั้นสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ โดยเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์แบบอาศัยเพศลูกที่ได้จะมีทั้งเพศผู้และเพศเมีย ส่วนเพศเมียที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้ลูกที่ได้จะมีแต่เพศผู้เท่านั้น ซึ่งเพศเมียจะวางไข่เป็นฟองเดี่ยวรูปร่างครึ่งวงกลมครั้งละ 4-13 ฟอง ระยะไข่จะมีอายุประมาณ 4-5 วัน เมื่อตัวอ่อนฟักออกจากไข่จะเจริญเติบโตโดยการลอกคราบทั้งหมด 3 ระยะ ระยะที่ 1 เรียกว่า ลาร์วา (larva) มีขา 6 ขา รูปร่างคล้ายไข่สีขาวใส ใช้เวลาในการเจริญเติบโต 3-6 วัน ระยะที่ 2 เรียกว่า โปรโตนิมพ์ (protonymph)ใช้เวลาในการเจริญเติบโต 3-6 วัน ซึ่งในระยะนี้ตัวอ่อนจะมีการพัฒนาการเจริญเติบโต โดยมีขาเพิ่มขึ้นจาก 6 ขาเป็น 8 ขา

และระยะที่ 3 เรียกว่า ดิวโตนิมพ์ (deutonymph) ใช้เวลาในการเจริญเติบโต 2-4 วัน และพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย มีอายุประมาณ 24 วัน เมื่อโตเต็มวัยจะไม่ค่อยเคลื่อนไหวและอยู่รวมกันเป็นกลุ่มและสร้างเส้นใยปกคลุมไข่ตัวอ่อน และตัวเต็มวัยเอาไว้ โดยเส้นใยเหล่านี้จะถูกปล่อยออกมาจากต่อมสร้างใย และยังสามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งในการป้องกันภัยจากศัตรูทางธรรมชาติได้อีกด้วย ไรแดงชอบอากาศร้อนอุณหภูมิสูง ความชื้นต่ำ การแพร่กระจายจึงสามารถเกิดได้อย่างรวดเร็ว ประกอบกับกระแสลมที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติยังเป็นส่วนในการที่จะพาไรแดงหรือไรแมงมุมแพร่กระจายไปได้ในบริเวณกว้าง ไรแดงหรือไรแมงมุมจัดอยู่ในกลุ่มแมง เนื่องจากวงจรชีวิตในช่วงหนึ่งของไรแดงหรือไรแมงมุมที่มีการพัฒนาการเจริญเติบโตของตัวอ่อนในระยะลาร์วา (larva) โดยมีการพัฒนาการเจริญเติบโตและมีขา จำนวน 6 ขา (มี 6 ขา เหมือนแมลง) และหลังจากนั้นในการเจริญเติบโตระยะโปรโตนิมพ์ (protonymph) มีการพัฒนาการเจริญเติบโตของขาเพิ่มขึ้นจาก 6 ขา เป็น 8 ขา (มี 8 ขา เหมือนแมง) ทั้งแมลงและแมงเป็นกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง โดยแมลงมี 6 ขา ส่วนแมงจะมี 8 ขา ทั้งนี้แมลงนั้นลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้องส่วนในกลุ่มแมงลำตัวจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัวกับส่วนอกจะรวมกันเป็น 1 ส่วน และส่วนท้องอีก 1 ส่วน ซึ่งแมลงจะมีหนวดและมีปีกสามารถบินได้ ส่วนแมงจะไม่มีทั้งหนวดและปีก ดังนั้นตัวเต็มวัยของไรแดงหรือไรแมงมุมนั้น ลำตัวมี 2 ส่วนคือ ส่วนหัวกับส่วนอกจะรวมกันเป็น 1 ส่วน และส่วนท้องอีก 1 ส่วน ขามี 8 ขา และขามีลักษณะเป็นปล้อง ไม่มีทั้งหนวดและปีก ดังนั้นไรแดงหรือไรแมงมุมจึงจัดให้เป็นศัตรูพืชในกลุ่มแมง

แมลงหวี่ขาว (White fly) เป็นแมลงประเภทปากดูดขนาดเล็ก มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใต้ใบกัญชา ตัวเต็มวัย ยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร มีปีก 1 คู่ ปกคลุมด้วยฝุ่นขาว ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่เป็นฟองเดี่ยวหรือเรียงติดกัน ไข่มีสีเหลืองอ่อน เรียวยาว ตัวอ่อนมีลักษณะคล้ายรูปไข่สีเหลืองปนเขียว แบนราบติดกับผิวใบ มีสีเหลืองอมเขียวใสมองเห็นส่วนต่างๆ ภายใน มีการเคลื่อนไหวเมื่อถูกรบกวน แมลงหวี่ขาวตัวเต็มวัยมีอายุได้นาน 10-24 วันและสามารถวางไข่ได้ 66-300 ฟอง ตัวอ่อนวัยแรกมีอายุ 2-3 วัน เป็นระยะที่เคลื่อนที่ได้และดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่ใต้ใบพืช มีลำตัวค่อนข้างแบน หลังจากลอกคราบจะเป็นวัยที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ในระยะ 2 และ 3 ใช้เวลาแต่ละระยะ 2-3 วัน แมลงหวี่ขาวจะมีการสร้างไขรอบๆ ตัว เพื่อให้จับยึดกับผิวใบได้ดีขึ้น เนื่องจากไม่มีการเคลื่อนย้ายที่เมื่อเป็นระยะที่ 4 โดยแมลงหวี่ขาวระยะที่ 4 จะมีการเปลี่ยนแปลงภายในเป็นระยะที่มีตาแดงบางทีเรียกว่าระยะดักแด้ โดยไม่มีการลอกคราบ ลักษณะลำตัวหนานูนขึ้นกว่าระยะ 2-3 และมีสีออกเหลืองๆ ใช้เวลาพัฒนาตัวเอง 5-6 วัน ก่อนออกมาเป็นตัวเต็มวัยต่อไป สำหรับประเทศไทยได้รวบรวมรายชื่อแมลงหวี่ขาวได้ 93 ชนิด ซึ่งในจำนวนนี้มีแมลงหวี่ขาวที่เป็นศัตรูพืชสำคัญสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจไม่น้อยกว่า 50 ชนิด

เพลี้ยไฟ *Stenchaetothrips biformis* เป็นแมลงจำพวกปากดูด ขนาดเล็กลำตัวยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร มีทั้งชนิดมีปีกและไม่มีปีก ตัวเต็มวัยมีสีดำ ตัวอ่อนสีเหลืองอ่อน ตัวเต็มวัยวางไข่ในเนื้อเยื่อของใบพืช ตัวอ่อนมี 2 ระยะ ระยะเวลาตั้งแต่ตัวอ่อนถึงตัวเต็มวัยนานประมาณ 15 วัน เพลี้ยไฟทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะทำลายกัญชาโดยการดูดกินน้ำเลี้ยง จากใบกัญชาที่ยังอ่อนโดยอาศัยอยู่ตามซอกใบ ระบาดในระยะ

กล้า เมื่อใบกัญชาโตขึ้นใบที่ถูกทำลายปลายใบจะเหี่ยวขอบใบจะม้วนเข้าหากลางใบและเพลี้ยไฟจะอาศัยอยู่ในใบที่ม้วนนั้น โดยเฉพาะในอากาศร้อนแห้งแล้งหรือฝนทิ้งช่วงนานติดต่อกันหรือกัญชาที่ขาดน้ำ ถ้าระบาดมากๆ ทำให้ต้นกัญชาแห้งตายได้ทั้งแปลง

เพลี้ยอ่อน (aphid) ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Aphis gossypii* เพลี้ยอ่อนเป็นศัตรูของพืชผัก พืชไร่ และไม้ผลหลายชนิด เพลี้ยอ่อนเป็นแมลงปากดูดขนาดเล็ก ขนาด 1-2 มิลลิเมตร ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากทุกๆ ส่วนของพืช เช่น ใบ ลำต้น ยอด กิ่ง ดอก และฝัก โดยใช้ปากแบบเจาะดูดแทงเข้าไปในเนื้อเยื่อพืชแล้วดูดกินน้ำเลี้ยง ทำให้ยอด และใบอ่อน มีอาการหงิกงอ เหี่ยวแห้ง ทำให้ ใบเหลือง และร่วงหล่นไป พืชจะแคระแกร็น ผลผลิตลดลง เมื่อพืชถูกทำลายมากๆ จะชงักการเจริญเติบโตและตายได้ เพลี้ยอ่อนตัวเต็มวัยสามารถขยายพันธุ์โดยไม่ต้องผสมพันธุ์ และออกลูกเป็นตัว ตัวอ่อน ลอกคราบ 4 ครั้ง และเป็นตัวเต็มวัยภายใน 5-8 วัน ตัวเต็มวัยมีทั้งชนิดมีปีกและไม่มีปีก รูปร่างค่อนข้างกลมคล้ายลูกแพร์ หัวและอกเล็ก ส่วนท้องโต พบตามใต้ใบพืช เพลี้ยอ่อนสามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีท่อเล็กๆ 2 ท่อยื่นออกมาที่ปลายของส่วนท้อง เพลี้ยอ่อนจัดเป็นศัตรูพืชที่สำคัญเพราะถึงแม้ว่าจะพบในปริมาณต่ำแต่สามารถเป็นพาหะของไวรัสที่เป็นปัญหาของโรคพืช ทำให้เกิดความเสียหายรุนแรงได้ เพลี้ยอ่อนมีทั้งที่บินได้ และไม่มีปีกบินไม่ได้ โดยส่วนใหญ่แล้วไม่ค่อยเคลื่อนที่ชอบเกาะกลุ่มอยู่กับที่ตรงแหล่งที่หากินนั้น ตามปกติเพลี้ยกระจายตัวไปยังบริเวณใกล้เคียงอย่างช้าๆ แต่มีมดหลายชนิดเป็นตัวนำเพลี้ยไปปล่อยตามต้นพืชต่างๆ โดยมดจะได้ประโยชน์จากเพลี้ยอ่อนซึ่งมีน้ำหวานเป็นอาหาร หลังจากพืชถูกทำลายจะแสดงอาการเหี่ยวเฉาและอาจถึงตาย มูลของแมลงชนิดนี้มีน้ำหวานทำให้พืชปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้

2.6 การใช้ประโยชน์จากสาร Cannabinoids

ในพืช Cannabis มีสารเคมีที่มีผลทางยาคือ cannabinoids ซึ่งมีสาร 2 ตัว ที่มีการนำมาศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์ ได้แก่ delta- 9-tetrahydrocannabinol (THC) และ cannabidiol (CBD) THC มีผลทำให้เกิดอาการง่วงนอน ลุกไม่ขึ้น ช่วยลดอาการปวด และคลื่นไส้ ลดการอักเสบ สำหรับ CBD ช่วยรักษาอาการลมชัก แก้ปวด นอนไม่หลับ และอัลไซเมอร์ เป็นต้น มีงานวิจัยโดย Velasco et al., 2012 ว่าสาร cannabiniol สามารถทำให้เซลล์มะเร็ง (cancer cells) ตายได้ โดยมีกลไกที่ THC ไปกระตุ้น autophagy-mediated apoptotic cancer-cell death และ Pertwee, 2009 พบว่า CBD สามารถกระตุ้น apoptosis ในเซลล์มะเร็งได้เช่นกัน โดย ผ่านทางกระบวนการเร่งการผลิต ROS (reactive oxygen species) (Massi et al., 2008; Shrivastava et al, 2011) และ Nabissi et al., 2013 ยังพบว่า CBD ไปกระตุ้น TRPV2 receptors เพื่อส่งเสริมให้เซลล์มะเร็งตายเร็วขึ้น

2.7 การสังเคราะห์สาร Phytocanabinoids ในพืชกัญชา

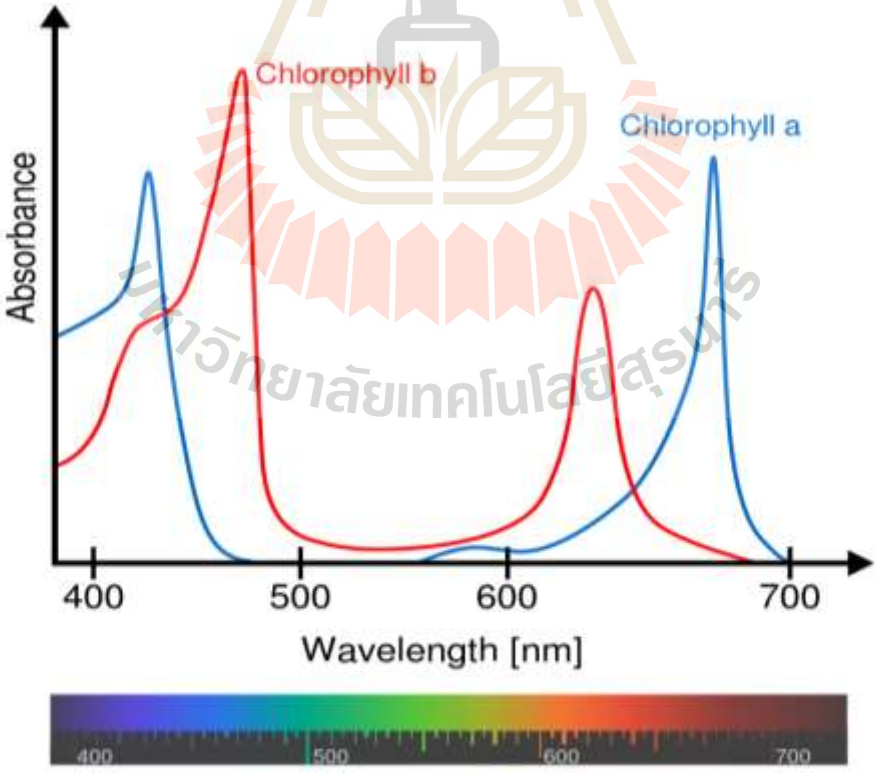
การเกิดปฏิกิริยา alkylation ระหว่าง OLA และ GPP ก่อให้เกิดสาร CBGA ซึ่งเป็นสารหลักในการผลิตสาร cannabinoids ชนิดต่างๆ เช่น THC, THCA, CBC, CBDA (Fellermeier and Zenk, 1998) ซึ่งสาร

กลุ่มนี้เป็นสารสำคัญที่ช่วยให้เกิดสุขภาพที่ดี โดยที่กิจกรรมของ THCA และ THC อยู่ในความควบคุมของ cannabinoid receptors CB และ CB2 แต่ใน CB1 มี affinity มากกว่าโดยส่วนใหญ่อยู่ที่บริเวณระบบประสาทส่วนกลางของสมอง และ CB1 ยังพบในลำไส้ใหญ่ ในอวัยวะสืบพันธุ์ ปอด หัวใจ เนื้อเยื่อกระเพาะปัสสาวะ CB2 receptors ควบคุมระบบ immunomodulatory and regulate cytokine activity

THC มีผลต่อการเป็น anti-inflammatory, anti-cancer, analergic, muscle relaxant, nauro-antioxidative (De Petrocellis et al, 2012) สำหรับ CBDA, CBD มีมากในพืชกัญชง (Hemp) เป็นสารที่แก้อาการเมาจาก THC จึงเป็นตัวช่วยลดความรุนแรงที่เกิดจากการบริโภค THC เกินขนาด (Englund et al., 2012)

2.8 การใช้ Light Emission Diode (LED) เพื่อการผลิตกัญชา

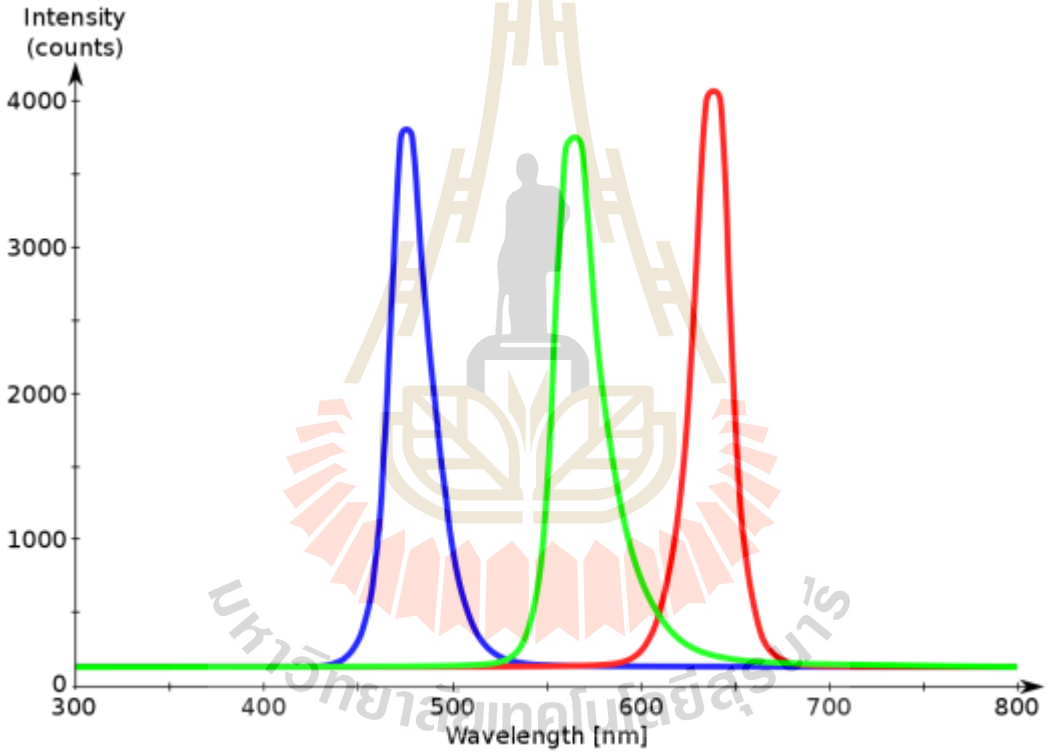
ด้วยองค์ความรู้ในเรื่องการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของ chlorophyll pigment กับอนุภาคของแสงในช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร พบแสงที่ถูกใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช โดยเฉพาะพืชสีเขียวจะอยู่ในช่วงของสีน้ำเงิน (ความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร) หรือช่วงสีแดง (ความยาวคลื่น 600-700 นาโนเมตร) เท่านั้น (Nanya et al., 2012) (ดังภาพที่ 2) ในช่วงความยาวคลื่นอื่นนั้น เช่น ช่วงสีเหลือง-เขียว (ความยาวคลื่น 500-600 นาโนเมตร) จะไม่ถูกใช้ในการสังเคราะห์แสง พืชจึงจะสะท้อนแสงในช่วงสีเหลือง-เขียวออก ทำให้พืชปรากฏเป็นสีเขียวให้เห็น (Mitchell et al., 2012)



ภาพที่ 2 แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ A และคลอโรฟิลล์ B

(ที่มา:https://bioslighting.com/horticulture-lighting/grow-light-spectrum-led-plants/)

แหล่งกำเนิดแสงที่ใช้ในการปลูกพืชนั้น ปกติจะมาจากแสงจากดวงอาทิตย์ หรือหลอดไฟฟ้าที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ความร้อนที่เกิดจากหลลลอออดที่มีความมมเข้มสูง หรือความเข้มต่ำ ในหลอดไฟฟ้าบางชนิด หรือมีราคาแพง แต่ด้วยเทคโนโลยีของหลอด LED (Light Emitting Diode) ที่ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในเรื่องของสี ความเข้ม รวมถึงราคาที่ถูกลง ทำให้หลอด LED ถูกนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในเรื่องการใช้เป็นแสงส่องสว่าง การใช้แสงสำหรับตกแต่ง เช่น ป้ายโฆษณา เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วในช่วงระยะเวลาไม่นานมานี้ก็มีการนำหลอด LED มาใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงสำหรับสังเคราะห์แสงในพืชหลายๆ ชนิด (Massa et al, 2008, Olle et al, 2013) เช่น แตงกวา (Brazaityte et al, 2009) เนื่องจากหลอด LED สีต่างๆ ให้แสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะ (ดังภาพที่ 3) จึงจะทำให้พืชหลายๆ ชนิดมีความเจริญเติบโตได้ดีกว่า และแข็งแรงกว่า เมื่อเทียบกับพืชที่ปลูกในระบบแสงทั่วไป



ภาพที่ 3 แสดงสเปกตรัมของแสงที่ปลดปล่อยออกมาจากหลอด LED สีน้ำเงิน สีเหลือง-เขียว และสีแดง (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red-YellowGreen-Blue_LED_spectra.png)

การใช้ LED เพื่อการผลิตกัญชาในโรงเรือนมีการใช้กันมากในต่างประเทศ โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกา จีน และยุโรป โดยเฉพาะยุโรปมีตลาดใหญ่มาก สำหรับกัญชา และการผลิตเน้นปลูกในโรงเรือนปิด และแสง LED (Darko et al, 2014) Magagnini et al., 2018 การใช้ LED ที่ 450 µmole/m^2/s พบว่า กัญชาให้สาร CBD สูงกว่าการใช้แสงจากหลอด HPS

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่ทำการทดลอง

1. สวนเกษตรเฉลิมพระเกียรติ 50 พรรษาบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ได้รับใบอนุญาตปลูกจาก อย.

2. อาคารปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 และ 10 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2 การคัดเลือกพันธุ์

ทำการศึกษาและรวบรวมสายพันธุ์กัญชง-กัญชาที่ได้จากโครงการหลวง กัญชงสายพันธุ์ RPF1, RPF2, RPF3 และที่อนุญาตให้ปลูกกัญชาพันธุ์ฝอยทองภูผายล มาทำการปลูกในเรือนเพาะ ซึ่งที่ มทส. เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะที่ดี เช่น ให้ผลผลิตสูง ให้คุณภาพทางด้านโภชนาการ มี THC สูง เพื่อได้สายพันธุ์ (โคลน) ที่เหมาะสม จากนั้นนำสายพันธุ์ ที่ได้จากการพัฒนาภายใต้โครงการวิจัยนี้ไปศึกษาหาวิธีการผลิต และการเพิ่มผลผลิต

3.3 การทดสอบการจัดการดิน ปุ๋ย และศัตรูพืช

การที่จะทำการผลิตกัญชาให้ได้ผลผลิตสูง และได้สารออกฤทธิ์สูงจำเป็นจะต้องทราบว่ากัญชามีความต้องการธาตุอาหารที่จำเป็น 13 ธาตุ ในปริมาณธาตุละเท่าใด การจัดการดินที่เหมาะสมว่าต้องทำอย่างไร การใส่ปุ๋ย และน้ำที่พอเพียงมีปริมาณเท่าใด การควบคุมศัตรูพืชใช้ระบบเกษตรอินทรีย์สูตรปุ๋ยหลักที่ใช้ได้ทำการปรับปรุงจากสูตรปุ๋ย Hydroponic ตามตารางที่ 4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4 แสดงสูตรปุ๋ย Hydroponic ที่ได้รับการปรับปรุง

สารละลาย A		
ชนิดปุ๋ย	**สูตรปุ๋ย**	**ปริมาณที่ใช้ละลายน้ำ/10 ลิตร**
1. แคลเซียมไนเตรต ($Ca(NO_3).4H_2O$)	15-0-0	1.2 กิโลกรัม หรือ 1200 กรัม
2. เหล็กคีเลต (DTPA7%) หรือ DPTA ที่ 50 กรัม + EDTA ที่ 25 กรัม		0.075 กิโลกรัม หรือ 75 กรัม
สารละลาย B		
ชนิดปุ๋ย	**สูตรปุ๋ย**	**ปริมาณที่ใช้ละลายน้ำ/10 ลิตร**
1. โพแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟส (KH_2PO_4)	0-52-34	0.3 กิโลกรัม หรือ 300 กรัม
2. โพแตสเซียมไนเตรต (KNO_3)	13-0-46	0.7 กิโลกรัม หรือ 700 กรัม
3. แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSo_4.7H_2O$)	-	0.5 กิโลกรัม หรือ 500 กรัม
4. เทรส-สเปรย์	-	0.05 กิโลกรัม หรือ 50 กรัม
5. ลิเบรลแมงกานีส (Mn-EDTA 3%)	-	0.01 กิโลกรัม หรือ 10 กรัม
6. โซเดียมโมลิบเดต (Mo-EDTA 39.5%)	-	0.001 กิโลกรัม หรือ 1 กรัม
7. นิเกลซัลเฟต (Ni-22.3%)	-	0.0005 กิโลกรัม หรือ 0.5 กรัม

อัตราส่วนที่ใช้ 1:100 คือ ถ้าต้องการสารละลายปลูก 100 ลิตร จะต้องเอาน้ำใส่ถังที่มีความจุ 100 ลิตร ก่อนประมาณ 50 ลิตร จากนั้นเติมสารละลาย A ปริมาณ 500 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันดี แล้วจึงเติมสารละลาย B ปริมาณ 500 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันดี จากนั้นทำการเติมน้ำให้ได้ 100 ลิตร จึงนำไปใช้ ห้ามเอาสารละลาย A ผสมกับสารละลาย B โดยตรงเพราะจะทำให้ธาตุอาหารบางตัวตกตะกอนพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้

3.3.1 การทดลองวัสดุเพาะกล้า เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเพาะเมล็ด

เมล็ดกัญชาสามารถนำไปสกัดน้ำมันเพื่อการบริโภคและปรุงอาหารได้เนื่องจากมีโอเมกา 3 สูง การที่เมล็ดพืชกัญชามีน้ำมันสูงจึงเป็นเหตุที่ทำให้เมล็ดพืชกัญชามีความงอกลดลงอย่างรวดเร็ว ถ้าเก็บไว้ในที่ร้อน ดังนั้น ทุกครั้งที่ทำการเพาะเมล็ดเพื่อปลูกในปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องทดสอบความงอกก่อนโดยใช้วัสดุเพาะที่มีลักษณะร่วนอุ้มน้ำได้ดี และมีการระบายน้ำได้ดี ที่หาได้ง่ายได้แก่ ขุยมะพร้าว โดยใช้ขุยมะพร้าวที่เปียกชื้น ทำให้ร่วน และบรรจุลงในกล่องพลาสติกใส่หนาประมาณ 2 ซม. ปรับพื้นผิวหน้าให้เรียบ การเตรียมเมล็ดเพื่อเพาะกล้าจะต้องนำเมล็ดแช่ในน้ำทิ้งไว้ค้างคืนและนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด เอาเฉพาะเมล็ดที่จมน้ำ โรยในกล่องเพาะแล้วกลบด้วยขุยมะพร้าวชื้นให้มีความหนาประมาณ 1 ซม. แล้วปิดฝา นำไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วางไว้ในที่ร่ม เมล็ดจะเริ่มงอกหลังเพาะภายใน 2-5 วัน เมื่อต้นกล้าสูงประมาณ 2 ซม. ให้ทำการย้ายปลูกในถาดหลุมขนาดต่างที่ประกอบด้วย ถาดหลุมขนาดเล็ก (200 หลุมต่อถาด) ถาดหลุมขนาดกลาง (105 หลุมต่อถาด) ถาดหลุมขนาดใหญ่ (60 หลุมต่อถาด) และกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว โดยทำการทดลองวัสดุเพาะกล้าจำนวน 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 ขุยมะพร้าวและพีทมอส อัตราส่วนส่วน 1:1 โดยปริมาตร

สูตรที่ 2 ขุยมะพร้าว พีทมอส และกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 1:1:1โดยปริมาตร

สูตรที่ 3 ขุยมะพร้าวและกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 1:1 โดยปริมาตร

หลังจากทำการย้ายกล้าจากกล่องเพาะลงถาดหลุมขนาดต่างๆ แล้วให้นำไปไว้ในโรงเพาะกล้าเพื่อสังเกตและบันทึกผลการทดลอง

3.3.2 การทดลองใช้ PGPR กับต้นกล้ากัญชา

ทำการทดลองเพื่อทดสอบความสามารถของ PGPR ในการกระตุ้นการเจริญเติบโต โดยทำการย้ายกล้าลงปลูกในถาดหลุมขนาดกลาง (105 หลุมต่อถาด) โดยใช้วัสดุเพาะกล้า (จาการทดลอง 3.3.1 สูตรที่ 3) ที่มีการผสม PGPR ปริมาณ 1 มิลลิลิตรต่อ 1 หลุม ที่มีปริมาณเซลล์ 10^6 CFU ต่อมิลลิลิตร ดังนี้

1 ไม่ใส่เชื้อ PGPR

2 ใส่เชื้อ *Bacillus thuringiensis* P9

3 ใส่เชื้อ *Bacillus velezensis* S141

หลังจากทำการย้ายกล้าและปลูกลงในถาดหลุมขนาดกลางแล้ว ให้นำไปไว้ในโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต

3.3.3 การทดลองการปลูกกัญชาเพื่อเปรียบเทียบระบบการปลูกกัญชาในกระถางและการปลูกลงดิน

ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบระบบการปลูกกัญชาในกระถางและการปลูกลงดินโดยการปลูกในกระถางจะใช้กระถางพลาสติกสีขาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว และทำการย้ายกล้าลงปลูกในกระถางที่มีวัสดุปลูกประกอบด้วย ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร หลังจากทำการย้ายกล้าแล้วให้นำไปไว้ในโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต สำหรับการปลูกลงดิน จะทำการเตรียมดินภายในโรงเรือนปลูกกัญชา โดยการไถเตรียมดินและยกร่องกว้าง 1 เมตร ทำการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากกากหม้อกรองปริมาณ 2,000 กก. ต่อไร่ ใส่มูลค้างคาว 500 กก. ต่อไร่ ใส่ชีวภัณฑ์ไตรโคเดอร์มา และแพซิไลมัยซีส วางระบบน้ำโดยใช้เทปน้ำหยดร่องละ 1 เส้นคลุมด้วยพลาสติกที่เจาะรูโดยมีระยะห่าง 80 เซนติเมตร หลังจากนั้นทำการย้ายกล้าลงปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต

3.3.4 การการทดลองวัสดุปลูก เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปลูกกัญชา

ทำการทดลองโดยการย้ายกล้าและปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว ที่ประกอบด้วยวัสดุปลูกจำนวน 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 ขุยมะพร้าว และเปลือกมะพร้าวสับ อัตราส่วนส่วน 3:1 โดยปริมาตร

สูตรที่ 2 ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และแกลบดิบ อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร

สูตรที่ 3 ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร

หลังจากทำการย้ายกล้าและปลูกลงในกระถางที่มีวัสดุปลูกสูตรต่างๆ แล้วให้นำไปไว้ในโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต

3.3.5 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่ใช้แล้วต่อการปลูกกัญชา

ทำการทดลองโดยใช้วัสดุปลูกที่ใช้แล้ว (จากการทดลอง 3.4.3 สูตรที่ 3) หนึ่งครั้ง เพื่อทดสอบความสามารถในการใช้ซ้ำของวัสดุปลูก โดยทำการย้ายกล้าและปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว ที่ประกอบด้วยวัสดุปลูกจำนวน 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 วัสดุปลูกใหม่ทั้งหมด (ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และและกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร)

สูตรที่ 2 วัสดุปลูกใหม่ (ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และและกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร) และวัสดุปลูกเก่า (จากการทดลอง 3.4.3 สูตรที่ 3) อัตราส่วนส่วน 1:1 โดยปริมาตร

สูตรที่ 3 วัสดุปลูกเก่าทั้งหมด (จากการทดลอง 3.4.3 สูตรที่ 3)

หลังจากทำการย้ายกล้าและปลูกลงในกระถางที่มีวัสดุปลูกสูตรต่างๆ แล้วให้นำไปไว้ในโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต

3.3.6 การทดลองควบคุมศัตรูพืชด้วยระบบเกษตรอินทรีย์

3.3.6.1 การทดลองสารสกัดสะเดาและหางไหลต่ออัตราการกินของหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.)

โดยทดสอบหนอนกระทู้วัยที่ 1-2 ใส่ในกล่องทดลองขนาด 750 ml นำใบกัญชาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร จุ่มในสารสกัดสะเดาความเข้มข้น 1% w/v และ สารสกัดหางไหลความเข้มข้น 2.5% w/v ให้ทั่วใบ นำใบกัญชาวางในกล่องที่มีหนอนกระทู้วัย 1-2 จำนวน 1 ใบต่อกล่อง ทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำต่อทรีตเมนท์การทดลอง (ใช้ตัวหนอน 1 ตัวต่อ 1 ซ้ำการทดลอง) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกพื้นที่ใบของกัญชาที่แมลงกัดกินและการตายของหนอนกระทู้

3.3.6.2 การทดลองสารสกัดมะแขว่นต่ออัตราการกินของหนอนกระทู้ armyworm (Spodoptera sp.)

โดยทดสอบหนอนกระทู้วัยที่ 1-2 ใส่ในกล่องทดลองขนาด 750 ml นำใบกัญชาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร จุ่มในสารสกัดมะแขว่นความเข้มข้น 2% w/v และ 4 % w/v ให้ทั่วใบ นำใบกัญชาวางในกล่องที่มีหนอนกระทู้วัย 1-2 จำนวน 1 ใบต่อกล่อง ทำการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำการทดลอง (หนอน 2 ตัวต่อซ้ำการทดลอง) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ที่ระยะเวลา 16 ชั่วโมง ทำการทดสอบในสภาพโรงเรือน บันทึกพื้นที่ใบของกัญชาที่แมลงกัดกิน

3.3.6.3 การทดลองสารสกัดหนอนตายหยากต่ออัตราการกินของหนอนกระทู้ armyworm (Spodoptera sp.)

โดยทดสอบหนอนกระทู้วัยที่ 2 ใส่ในกล่องทดลองขนาด 750 ml นำใบกัญชาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร จุ่มในสารสกัดหนอนตายหยากความเข้มข้น 1% w/v ให้ทั่วใบ นำใบกัญชาวางในกล่องที่มีหนอนกระทู้วัย 1-2 และวัย 3-4 จำนวน 1 ใบต่อกล่อง ตามลำดับ ทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำการทดลอง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบในสภาพโรงเรือน บันทึกพื้นที่ใบของกัญชาที่แมลงกัดกิน

3.3.6.4 การทดลองใช้ BT: *Bacillus thuringiensis* ต่ออัตราการกินของหนอนกระทู้

โดยทดสอบหนอนกระทู้สามวัย ใส่ในกล่องทดลองขนาด 750 ml นำใบกัญชาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร จุ่มในน้ำที่ผสม BT ความเข้มข้น 10^6-10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ให้ทั่วใบ นำใบกัญชาวางในกล่องที่มีหนอนกระทู้แต่ละวัย จำนวน 1 ใบต่อกล่อง ทำการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำต่อทรีตเมนท์การทดลอง (ใช้ตัวหนอน 1 ตัวต่อ 1 ซ้ำการทดลอง) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกพื้นที่ใบของกัญชาที่แมลงกัดกินและการตายของหนอนกระทู้

3.3.6.5 การทดลองใช้กับดักกาวเหนียวกับแมงและแมลงขนาดเล็ก

การควบคุมความสะอาดรอบโรงเรือนโดยไม่ให้มีหญ้าแทงเข้าไปในโรงเรือนเพราะหนอนสามารถเข้าโรงเรือนตามหญ้าที่เข้าโรงเรือน นอกจากนี้ยังทำการทดลองวางกับดักกาวเหนียวโดยใช้แผ่นพลาสติกสีเหลืองสวมทับด้วยถุงพลาสติกและทากาวเหนียว วางกระจายทั่วแปลงปลูกกัญชา

3.4 การขยายพันธุ์ และการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปักชำหรือโคลนนิ่งกิ่งกัญชา

ทำการทดลองขยายพันธุ์ด้วยวิธีการปักชำกิ่ง ซึ่งวิธีนี้สามารถให้ต้นที่เป็นตัวเมีย 100 เปอร์เซนต์ แต่จำเป็นจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะกิ่ง อายุของกิ่ง และวัสดุเพาะที่เหมาะสมเพื่อให้ผลการปักชำดีที่สุดที่จะได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์ แข็งแรง รวมทั้งใช้ฮอร์โมนในกลุ่มของออกซินเช่น NAA และ IBA เพื่อกระตุ้นการงอกของรากร่วมด้วย

3.4.1 การเตรียมวัสดุปักชำ

นำขุยมะพร้าวที่ร่อนแล้วผสมกับกากหม้อกรองในอัตราส่วน 1:1 ใส่ลงในกระถางขนาด 17×15 เซนติเมตร (ซม.) จากนั้นทำให้วัสดุปักชำที่เตรียมไว้ชุ่มน้ำโดยการแช่กระถางที่มีวัสดุปักชำในถาดรองเพื่อให้วัสดุปลูกดูดซับน้ำ

3.4.2 การเลือกและเตรียมกิ่งปักชำ

เลือกตัดกิ่งจากต้นแม่ (Mother plant) ที่มีอายุอย่างน้อยสองเดือน โดยอายุของกิ่งที่เลือกใช้ในการทดลอง ได้แก่ กิ่งอ่อน ปานกลาง และแก่ ตัดกิ่งจากต้นแม่โดยใช้กรรไกรตัดกิ่งหรือคัตเตอร์ จากนั้นนำกิ่งที่ตัดจากต้นแม่มาตัดแต่งใบ โดยตัดใบออกไปครึ่งหนึ่งของขนาดใบทั้งหมด ด้วยคัตเตอร์ เพื่อลดการคายน้ำ และให้มียอดที่แตกออกจากกิ่งหลัก 1-2 ยอด ที่ด้านบนสุดของกิ่งปักชำ หรือส่วนยอด ใช้คัตเตอร์ตัดส่วนปลายของกิ่งชำที่จะปักลงไปในวัสดุปลูกทำมุม 45 องศา ปล่อยส่วนด้านล่างของกิ่งให้มีความยาวอย่างน้อย 2-3 ซม. เพื่อให้สามารถปักลงไปในวัสดุปลูกได้ ก่อนทำการปักกิ่งชำลงวัสดุปลูกได้แช่ส่วนโคลนของกิ่งชำ หรือด้านที่ตัดทำมุม 45 องศา ลงในฮอร์โมนเร่งรากจำนวน 2 สูตร ได้แก่

สูตรที่ 1 ประกอบด้วย 100 ppm NAA (1-Naphthalene acetic acid) และ 50 ppm IBA (Indole-3-Butyric Acid) ในอัตราส่วนส่วน 1:1

สูตรที่ 2 ประกอบด้วย 200 ppm NAA และ 100 ppm IBA ในอัตราส่วนส่วน 1:1

โดยในแต่ละสูตรได้ทำการแช่กิ่งชำที่เวลาต่างกัน ได้แก่ 30 วินาที 1 นาที 3 นาที และ 5 นาที เมื่อดำเนินการแช่กิ่งตามที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งได้แก่ ความเข้มข้นของฮอร์โมน เวลาที่ใช้ในการแช่กิ่งในฮอร์โมน และอายุของกิ่งแล้ว ให้นำกิ่งชำปักใส่ลงไปในกระถางที่เตรียมไว้ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น กระถางละ 3-5 กิ่ง จากนั้นนำกระถางดังกล่าวใส่ลงไปในถุงพลาสติก มัดปากถุงเพื่อควบคุมความชื้นให้ภายในถุงมีความชื้น 100% แล้วนำไปวางไว้ในที่ที่มีอากาศเย็นและอากาศถ่ายเทสะดวก ประมาณ 1-2 สัปดาห์รากจะเริ่มออก เมื่อรากออกจากกิ่งปักชำแล้ว โดยสังเกตได้จากรากที่งอกออกมาจากก้นกระถาง ให้เปิดปากถุงทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ เพื่อให้กิ่งโคลนนิ่งค่อยๆ ปรับตัวเข้ากับความชื้นและอากาศที่แท้จริง และเป็นการกระตุ้นการทำงานของระบบรากที่งอกออกมา

3.4.3 การดูแลรักษากิ่งชำหลังออกราก

หลังจากเปิดปากถุงได้ประมาณ 5-7 วัน ทำการแยกกิ่งออกเป็น 1 กิ่งหรือ 1 ต้นต่อกระถาง โดยย้ายกิ่งที่ออกรากลงกระถางขนาน 17×15 ซม. และใช้วัสดุเหมือนกันกับที่ใช้ปักชำกิ่ง ประกอบด้วยขุยมะพร้าวและกากหม้อกรองที่ร่อนแล้วอัตราส่วน 1:1 จากนั้นนำกิ่งที่แยกออกแล้วไปวางใต้แสง LEDs (Light-emitting diodes) แสงสีแดง (ความยาวคลื่นแสง 610-720 nm) และน้ำเงิน (ความยาวคลื่นแสง 400-520 nm) เป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยให้มีช่วงเวลามืด 6 ชั่วโมงต่อวัน จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงและเติบโตของต้นที่ทำการปักชำ

3.5 การใช้แสง LED

ทำการทดลองหาความเหมาะสมของสัดส่วนระหว่างสีแดง (Red: R) (ความยาวคลื่นแสง 610-720 nm) และสีน้ำเงิน (Blue: B) (ความยาวคลื่นแสง 400-520 nm) ในอัตราส่วนต่างๆ กันเพื่อใช้กับอายุพืช 3 ระยะประกอบด้วย ต้นกล้ากัญชา ต้นกัญชาก่อนออกดอก และต้นกัญชาเริ่มออกดอก โดยวางแผนการทดลองดังนี้

3.5.1 ต้นกล้ากัญชา

การทดลองใช้แสง LEDs กับต้นกล้ากัญชาโดยใช้แสง LEDs อัตราส่วน B:R เป็น 3 ระดับ คือ 1:1, 2:1, 1:2 โดยให้ปริมาณแสงรวม Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD) 300 μmole/m^2/s โดยใช้ต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ดปลูกอยู่ภายในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว และทำการให้แสงวันละ 16 ชั่วโมง

3.5.2 ต้นกัญชาก่อนออกดอก

การทดลองใช้แสง LEDs กับต้นกัญชาก่อนออกดอก โดยทำการทดลองกับต้นกัญชาเพศเมียที่ได้จากการปักชำและปลูกอยู่ในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว โดยใช้แสง LEDs อัตราส่วน B:R 3 ระดับเช่นเดียวกับต้นกล้า แต่ให้ PPFD 400-450 μmole/m^2/s และทำการให้แสงวันละ 16 ชั่วโมง

3.5.3 ต้นกัญชาเริ่มออกดอก

การทดลองใช้แสง LEDs กับต้นกัญชาเริ่มออกดอก โดยทำการทดลองกับต้นกัญชาเพศเมียที่ได้จากการปักชำและอยู่ในระยะออกดอก ต้นกัญชาปลูกอยู่ในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว โดยใช้แสง LEDs อัตราส่วน B:R 3 ระดับเช่นเดียวกับต้นกล้า แต่ให้ PPFD 400-450 μmole/m^2/s และทำการให้แสงวันละ 12 ชั่วโมง

การเก็บข้อมูลการทดลองใช้แสง LEDs กับต้นกล้ากัญชา โดยมีวัตถุประสงค์คือ ต้องการต้นกัญชาที่มีข้อสั้น ใบหนา เพื่อนำไปปลูกในกระถางและคัดเลือกเอาต้นเพศเมียไปทำการปักชำและทำการทดลองสำหรับข้อ 3.5.2 โดยจะคัดเลือกต้นที่มีการแตกกิ่งก้านจำนวนมาก ข้อสั้น ทรงพุ่มที่หนาแน่น และสำหรับข้อ 3.5.2 โดยจะดูการสร้างดอกเพื่อให้ได้ปริมาณดอกมาก สาร CBD สูง และให้น้ำหนักดอกต่อต้นสูง

3.6 การวิเคราะห์สารด้าน Bioactive จากชิ้นส่วนของกัญชา

ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์สารด้าน Bioactive จากชิ้นส่วนของกัญชา เพื่อหาความเข้มข้นของปริมาณสารออกฤทธิ์ที่เป็น CBD และ THC วิเคราะห์สารเคมีตกค้าง และวิเคราะห์โลหะหนักที่อาจมีอยู่ในชิ้นส่วนต่างๆ ของกัญชา

การทดสอบเพื่อหาช่วงเวลา หรืออายุเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการตัดช่อดอกกัญชาที่ให้ปริมาณสาร THC สูงที่สุด

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Gas chromatography ยี่ห้อ Agilent รุ่น GC-8890
2. Autopipette
3. กระบอกตวง
4. Duran 50 ml, 100 ml และ 500 ml

5. เครื่อง rotary evaporator

6. กรวยกรอง

7. กระดาษกรอง No.1

8. เครื่องปั่น

สารเคมี

ตัวอย่างกัญชา

Ethanol 95%

Methanol

GC Vial

Standard Δ9-THC, Δ8-THC และ CBD

วิธีวิเคราะห์

วิธีการสกัดโดยเตรียมตัวอย่างกัญชาแห้งโดยทำการปั่นตัวอย่างกัญชาแห้งให้ละเอียด ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม แช่ 200 ml Ethanol 95% แช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง กรองตัวอย่างกระดาษกรอง No.1 ระเหยด้วยเครื่อง rotary evaporator

วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Gas chromatography โดยเจือจางตัวอย่าง 10 เท่า ด้วย Ethanol 95% ปริมาตร 500 µl กรองสารตัวอย่างด้วย Sterile Syringe ใส่ GC Vial จากนั้นนำตัวอย่างวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC Condition ในการวิเคราะห์มีดังนี้ Column: Rxi-5ms, 12m, 0.20mm ID, 0.33µm (cat.# 13497) Inj.: 1.0µL, split, split ratio 25:1, 4 mm ID base-deactivated, single gooseneck inlet liner w/wool (cat.# 20798-211.1), Inj. temp.: 40°C to 340°C @ 20°C/min. (hold 5 min.), Carrier gas: helium, constant flow, Flow rate: 1mL/min., Oven temp.: 250°C, Det: MS, Transfer line temp.: 280°C, Scan range: 100-550amu, Ionization: EI, Mode: scan บันทึกผลและรายงายผลการวิเคราะห์ Qualitative และ Quantitative เปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน การวิเคราะห์ทุกครั้งจะต้องทำการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยทุกครั้ง

การเตรียมตัวอย่างสารละลายมาตรฐาน โดยสารละลายมาตรฐาน Δ9-THC, Δ8-THC และ CBD ความเข้มข้น 1.0 mg/ml ทำการเจือจางสารละลายมาตรฐาน Δ9-THC และ Δ8-THC ให้ได้ความเข้มข้น 0.05, 0.10 และ 0.20 mg/ml และทำการเจือจางสารละลายมาตรฐาน CBD ให้ได้ความเข้มข้น 0.25, 0.35 และ 0.50 mg/ml โดยทำการเจือจางด้วย Methanol กรองสารละลายด้วย Sterile Syringe Filter ขนาด 0.22 µm ใส่ GC Vial และทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกันกับตัวอย่าง จากนั้นทำ Standard curve

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบการจัดการดิน ปุ๋ย และศัตรูพืช

การทำการผลิตกัญชาให้ได้ผลผลิตสูง และได้สารออกฤทธิ์สูงจำเป็นจะต้องทราบปริมาณธาตุอาหารที่กัญชาต้องการ และการจัดการดินที่เหมาะสม การใส่ปุ๋ย การให้น้ำที่เพียงพอ และการควบคุมศัตรูพืชใช้ระบบเกษตรอินทรีย์มีผลกับคุณภาพของกัญชา การจัดการธาตุอาหารให้กับพืชกัญชา จะต้องให้สอดคล้องกับความต้องการของพืชกัญชา จากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่กัญชาต้องการ (ตารางที่ 5) พบว่าพืชกัญชาต้องการไนโตรเจน (N) มากถึง 6.34% รองลงมาคือแคลเซียม (Ca) 4.32% โพแทสเซียม (K) 3.91% แมกนีเซียม (Mg) 1.26% และฟอสฟอรัส (P) 0.87% ตามลำดับ เนื่องจากกัญชาเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุสั้นแต่มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ส่งผลให้กัญชามีความต้องการไนโตรเจนในปริมาณสูงเพื่อการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความต้องการธาตุอาหารของกัญชา

ตัวอย่าง	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	นน. แห้ง (กรัม/ต้น)
ต้น	0.84	0.16	0.75	0.60	0.28	136
ราก	1.96	0.22	1.24	0.57	0.39	61
ใบ	3.54	0.49	1.92	3.15	0.59	116
รวม	6.34	0.87	3.91	4.32	1.26	313

4.1.1 การทดลองวัสดุเพาะกล้า เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเพาะเมล็ด

วัสดุที่ใช้ในการเพาะเมล็ดกัญชามีผลกับอัตราการงอกและความแข็งแรงของต้นกล้ากัญชา หากต้นกล้ากัญชามีความแข็งแรงจะส่งผลให้กัญชามีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว จากการทดลองทำการย้ายกล้าจากกล่องเพาะลงถาดหลุมขนาดต่างๆ ให้ทำการย้ายปลูกในถาดหลุมขนาดต่างที่ประกอบด้วย ถาดหลุมขนาดเล็ก (200 หลุมต่อถาด) ถาดหลุมขนาดกลาง (105 หลุมต่อถาด) ถาดหลุมขนาดใหญ่ (60 หลุมต่อถาด) และกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว โดยทำการทดลองวัสดุเพาะกล้าจำนวน 3 สูตร ดังนี้

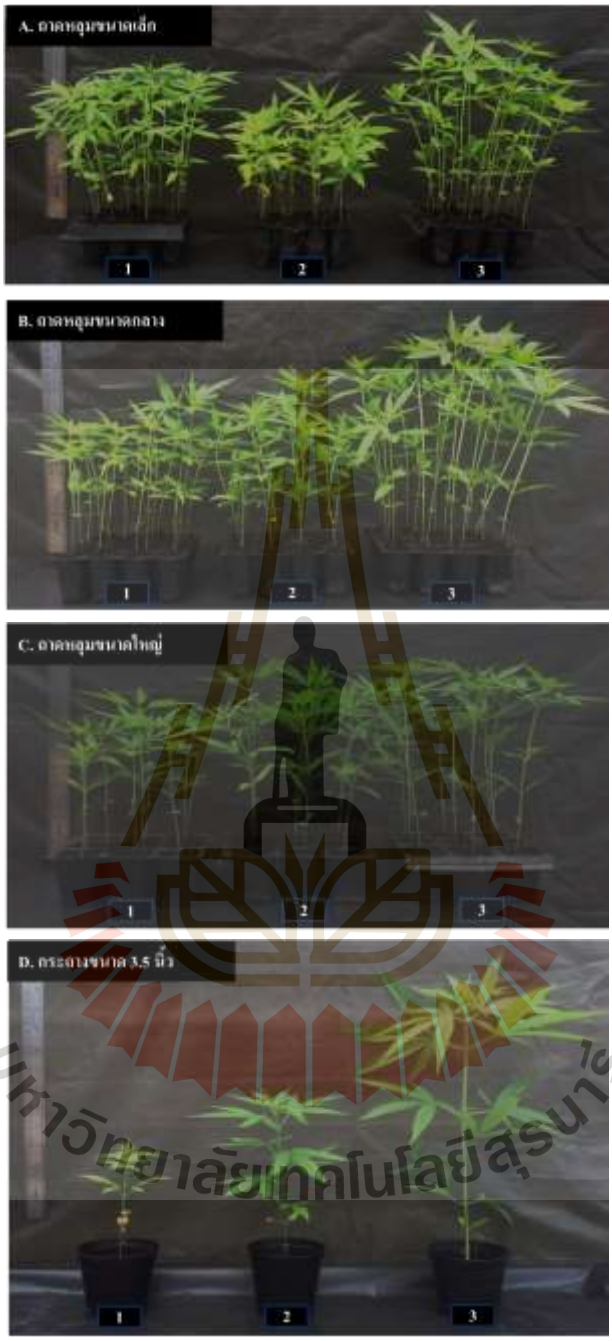
สูตรที่ 1 ขุยมะพร้าวและพีทมอสอัตราส่วนส่วน 1:1 โดยปริมาตร

สูตรที่ 2 ขุยมะพร้าว พีทมอสและกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 1:1:1 โดยปริมาตร

สูตรที่ 3 ขุยมะพร้าวและกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 1:1 โดยปริมาตร

หลังจากทำการย้ายกล้าจากกล่องเพาะลงถาดหลุมขนาดต่างๆ แล้วให้นำไปไว้ในโรงเพาะกล้าเพื่อสังเกตและบันทึกผลการทดลอง ผลการทดลอง (ภาพที่ 4) พบว่าวัสดุเพาะกล้าสูตรที่ 3 ที่ประกอบด้วยขุยมะพร้าวและ

กากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 1:1 โดยปริมาตร ทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและมีความแข็งแรงที่สุดในทุกขนาดของถาดเพาะที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 4 แสดงผลการทดลองวัสดุเพาะกล้าจำนวน 3 สูตร คือ 1) ขุยมะพร้าวและพีทมอสอัตราส่วน 1:1 2) ขุยมะพร้าว พีทมอสและกากหม้อกรอง อัตราส่วน 1:1:1 และ 3) ขุยมะพร้าวและกากหม้อกรอง อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร; A) ถาดหลุมขนาดเล็ก (200 หลุมต่อถาด) B) ถาดหลุมขนาดกลาง (105 หลุมต่อถาด) C) ถาดหลุมขนาดใหญ่ (60 หลุมต่อถาด) และ D) กระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว

4.1.2 การทดลองใช้ PGPR กับต้นกล้ากัญชา

การทดลองเพื่อทดสอบความสามารถของ PGPR ในการกระตุ้นการเจริญเติบโต โดยทำการย้ายกล้าลงปลูกในถาดหลุมขนาดกลาง (105 หลุมต่อถาด) โดยใช้วัสดุเพาะกล้า (จากการทดลอง 3.4.1 สูตรที่ 3) ที่มีการผสม PGPR ดังนี้

1 ไม่ใส่เชื้อ PGPR

2 ใส่เชื้อ *B. thuringiensis* P9

3 ใส่เชื้อ *B. velezensis* S141

หลังจากทำการย้ายกล้าและปลูกลงในถาดหลุมขนาดกลางแล้ว ให้นำไปไว้ในโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต ผลการทดลอง (ภาพที่ 5) หลังปลูกเชื้อ 15 วัน พบว่าเชื้อ *B. thuringiensis* P9 สามารถกระตุ้นต้นกล้าให้มีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อ PGPR ในขณะที่เชื้อ *B. velezensis* S141 ไม่สามารถกระตุ้นต้นกล้าให้มีการเจริญเติบโตเมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อ PGPR เป็นไปได้ว่า *B. velezensis* S141 ไม่เหมาะสมที่จะใช้กับพืชกัญชา หรืออาจต้องทำการทดลองซ้ำเพื่อผลการทดลองที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 5 แสดงผลการทดลองใช้ PGPR กับต้นกล้ากัญชาหลังทำการปลูกเชื้อ 15 วัน โดย Control: ไม่ใส่เชื้อ PGPR P9: ใส่เชื้อ *B. thuringiensis* P9 และ S141: ใส่เชื้อ *B. velezensis* S141

4.1.3 การทดลองการปลูกกัญชาเพื่อเปรียบเทียบระบบการปลูกกัญชาในกระถางและการปลูกลงดิน

ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบระบบการปลูกกัญชาในกระถางและการปลูกลงดินโดยการปลูกในกระถางจะใช้กระถางพลาสติกสีขาวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว และทำการย้ายกล้าลงปลูกในกระถางที่มีวัสดุปลูกประกอบด้วย ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร หลังจากทำการย้ายกล้าแล้วให้นำไปไว้ในโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต สำหรับการปลูกลงดิน จะทำการเตรียมดินภายในโรงเรือนปลูกกัญชา โดยการไถเตรียมดินและ

ยกร่องกว้าง 1 เมตร จากนั้นทำการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากกากหม้อกรองปริมาณ 2,000 กก. ต่อไร่ ใส่มูลค้างคาว 500 กก. ต่อไร่ ใส่ชีวภัณฑ์ไตรโคเดอร์มา (Trichoderma) และแพซิไลมัยซีส (Paecilomyces) วางระบบน้ำโดยใช้เทปน้ำหยดร่องละ 1 เส้นคลุมด้วยพลาสติกที่เจาะรูโดยมีระยะห่าง 80 เซนติเมตร หลังจากนั้นทำการย้ายกล้าลงปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต โดยก่อนทำการทดลองนั้นจะต้องทำการสุ่มตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน และวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในดินก่อน เนื่องจากการปลูกกัญชาทางการแพทย์นั้นไม่สามารถมีโลหะหนักปนเปื้อนในผลผลิตกัญชาได้ ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน (ตารางที่ 6) พบว่าแปลงปลูกกัญชามีปริมาณธาตุอาหารในดินที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ค่อนข้างสูง หรือเพียงพอต่อการปลูกกัญชาแต่เนื่องจากกัญชาเป็นพืชที่ต้องการปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณสูงจึงจำเป็นจะต้องทำการให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติม

ตารางที่ 6 แสดงค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินของแปลงปลูกกัญชา

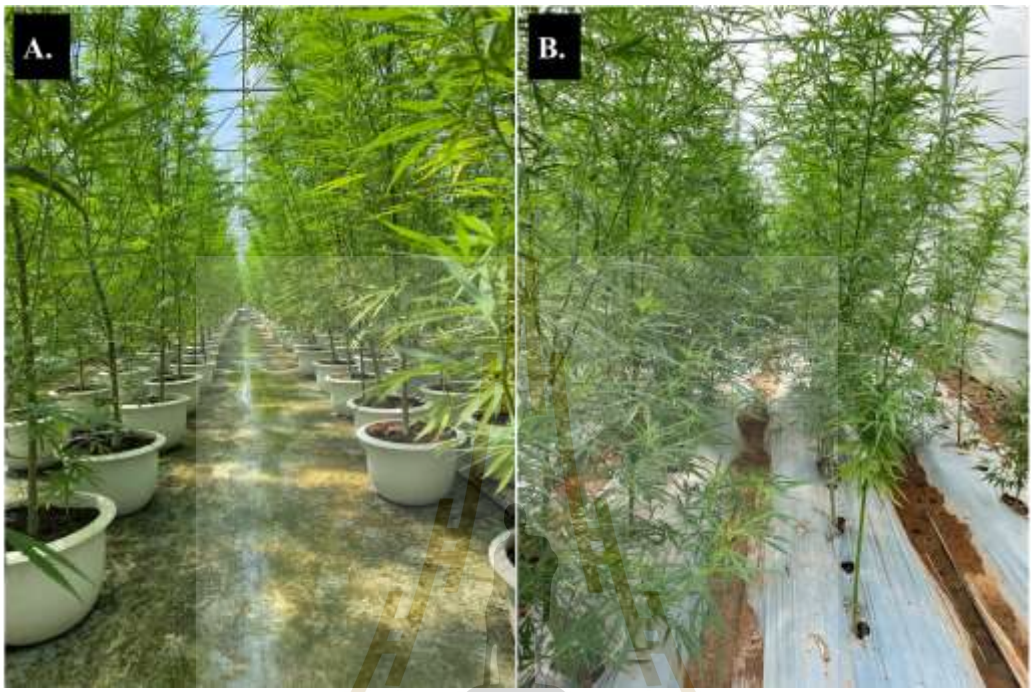
แปลง	pH	OM (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
กัญชา 1	7.0/7.8	1.43/0.92	87.5/78.2	75.0/95.5	1597/1527	235/288
กัญชา 2	8.0/7.6	0.77/2.22	55.7/117.3	62.4/120	1316/1746	207/259
กัญชา 3	6.5/7.4	0.79/2.17	34.3/119.0	69.3/182	1384/2980	226/352

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในดิน(ตารางที่ 7) พบว่าแปลงปลูกกัญชาไม่มีโลหะหนัก Cadmium, Mercury และ Selemum อีกทั้งยังพบว่ามี Arsenic, Chromium, Lead และ Nickel ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าดินจากแปลงปลูกนั้นสามารถทำการปลูกกัญชาทางการแพทย์ได้เนื่องจากไม่มีโลหะหนักปนเปื้อนในแปลงปลูก

ตารางที่ 7 แสดงค่าวิเคราะห์โลหะหนักในดินของแปลงปลูกกัญชา

โลหะหนัก	แปลงกัญชา 1 ปริมาณ (mg/kg)	แปลงกัญชา 2 ปริมาณ (mg/kg)	แปลงกัญชา 3 ปริมาณ (mg/kg)	ค่ามาตรฐาน ค่า (mg/kg)
Arsenic	0.124	1.52		<5.0
Cadmium	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	<1.0
Chromium	1.20	1.14	0.94	<10
Lead	2.38	2.18	1.94	<5.0
Mercury	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	<0.2
Nickel	0.082	0.074	0.116	<0.1
Selemum	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	<0.2

ผลการทดลอง (ภาพที่ 6) พบว่าการปลูกในกระถางและการปลูกลงดินให้ผลผลิตกัญชาไม่แตกต่างกัน แต่การปลูกในกระถางนั้นจำเป็นจะต้องมีการให้ธาตุอาหารพืชเพิ่มเติมมากกว่าการปลูกลงดิน แต่การปลูกลงดินนั้นมีข้อเสียเนื่องจากการขุดรากกัญชาเพื่อนำไปใช้ในทางการแพทย์นั้นทำได้ยากกว่าการปลูกในกระถาง



ภาพที่ 6 แสดงผลการทดลองการปลูกกัญชา A: ปลูกในกระถาง และ B: ปลูกลงดิน

4.1.4 การการทดลองวัสดุปลูก เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปลูกกัญชา

ทำการทดลองโดยการย้ายกล้าและปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว ที่ประกอบด้วยวัสดุปลูกจำนวน 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 ขุยมะพร้าว และเปลือกมะพร้าวสับ อัตราส่วน 3:1 โดยปริมาตร

สูตรที่ 2 ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และแกลบดิบ อัตราส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร

สูตรที่ 3 ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และกากหม้อกรอง อัตราส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร

หลังจากทำการย้ายกล้าและปลูกลงในกระถางที่มีวัสดุปลูกสูตรต่างๆ แล้วให้นำไปไว้ในโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต ผลการทดลอง (ภาพที่ 7) พบว่าการปลูกในกระถางด้วยวัสดุปลูกทั้ง 3 สูตร ให้ผลผลิตกัญชาไม่แตกต่างกัน แต่การปลูกในกระถางด้วยวัสดุปลูกสูตรที่ 3 ที่ประกอบด้วยขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตรนั้นให้ผลผลิตกัญชาที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่การปลูกในกระถางสูตรที่ 1 ที่ประกอบด้วยขุยมะพร้าว และเปลือกมะพร้าวสับ อัตราส่วนส่วน 3:1 โดยปริมาตร และสูตรที่ 2 ประกอบด้วยขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และแกลบดิบ อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตรนั้นจำเป็นจะต้องมีการให้ธาตุอาหารพืชเพิ่มเติมมากกว่าวัสดุปลูกสูตร

ที่ 3 เนื่องจากวัสดุปลูกทั้งสองสูตรไม่มีส่วนประกอบของปุ๋ยอินทรีย์โดยเฉพาะสูตรที่มีแกลบผสมทำให้การระบายน้ำเร็วมากจึงต้องมีการให้น้ำมากกว่าปกติและให้ปุ๋ยในปริมาณที่มากขึ้นด้วย แต่การปลูกและการทดลองในครั้งนี้ไม่สามารถปล่อยให้ต้นกัญชาเกิดผลกระทบจากการขาดธาตุอาหารได้ในระยะยาว เพราะจำเป็นจะต้องได้ผลผลิตกัญชาเพื่อนำไปใช้ในทางการแพทย์ จึงมีการให้ธาตุอาหารพืชเพิ่มเติมเพื่อไม่ให้สูญเสียผลผลิตกัญชา

ภาพที่ 7 แสดงผลการทดลองการปลูกกัญชาด้วยวัสดุปลูกสูตรต่างๆ A: การเตรียมวัสดุปลูกแต่ละสูตรในกระถาง และ B: การปลูกกัญชาในกระถางด้วยวัสดุปลูกสูตรต่างๆ

4.1.5 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่ใช้แล้วต่อการปลูกกัญชา

ทำการทดลองโดยใช้วัสดุปลูกที่ใช้แล้ว (จากการทดลอง 4.1.4 สูตรที่ 3) หนึ่งครั้ง เพื่อทดสอบความสามารถในการใช้ซ้ำของวัสดุปลูก โดยก่อนทำการทดลองนั้นต้องทำการสุ่มวัสดุปลูกที่ใช้แล้วหนึ่งครั้งไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่ ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่ (ตารางที่ 8) พบว่าวัสดุปลูกที่ใช้แล้ว (จากการทดลอง 4.1.4 สูตรที่ 3) มีปริมาณธาตุอาหารที่ประกอบด้วย ไนโตรเจน (N) 1.02 % ฟอสฟอรัส (P) 0.75 % โพแทสเซียม (K) 0.06% แคลเซียม (Ca) 1.24% และแมกนีเซียม (Mg) 0.59% ซึ่งธาตุอาหารที่เหลืออยู่ทั้งหมดค่อนข้างสูง อีกทั้ง ความเป็นกรด- ด่าง (pH) ยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชอีกด้วย ดังนั้นวัสดุปลูกที่ใช้แล้ว (จากการทดลอง 4.1.4 สูตรที่ 3) สามารถใช้ปลูกกัญชาต่อได้

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่เหลืออยู่ในวัสดุปลูกจากการทดลอง 4.1.4 สูตรที่ 3 ที่ใช้แล้วหนึ่งครั้ง

ตัวอย่าง	EC (ds/m) 1:5	pH 1:5	% OM	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
วัสดุปลูก (หลังเก็บเกี่ยว)	1.60	6.51	36.98	1.02	0.75	0.06	1.24	0.59

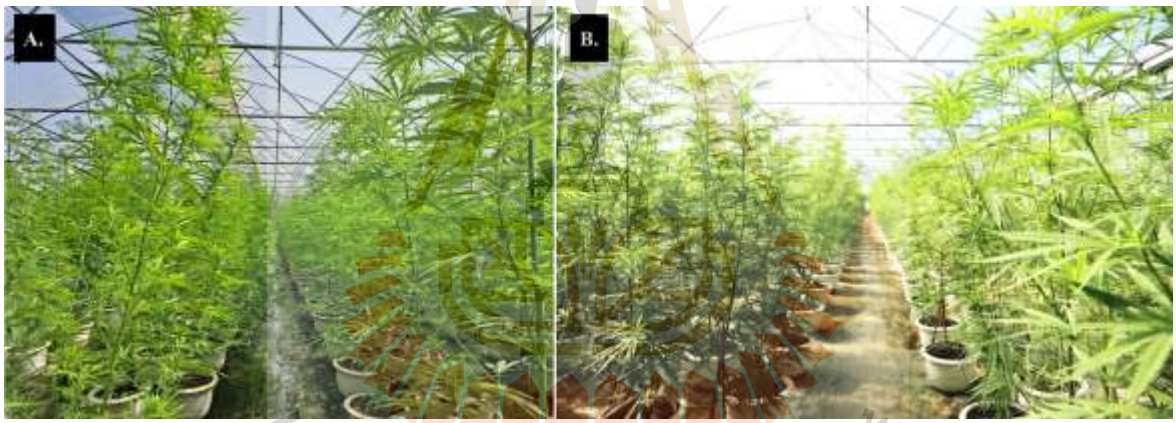
จากการทำการทดลองโดยทำการย้ายกล้าและปลูกลงในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 17 นิ้ว ที่ประกอบด้วยวัสดุปลูกจำนวน 3 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 วัสดุปลูกใหม่ทั้งหมด (ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และและกากหม้อกรอง อัตราส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร)

สูตรที่ 2 วัสดุปลูกใหม่ (ขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และและกากหม้อกรอง อัตราส่วน 3:1:1 โดยปริมาตร) และวัสดุปลูกเก่า (จากการทดลอง 3.4.3 สูตรที่ 3) อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร

สูตรที่ 3 วัสดุปลูกเก่าทั้งหมด (จากการทดลอง 3.4.3 สูตรที่ 3)

หลังจากทำการย้ายกล้าและปลูกลงในกระถางที่มีวัสดุปลูกสูตรต่างๆ แล้วให้นำไปไว้ในโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อสังเกตและบันทึกผลการเจริญเติบโต ผลการทดลอง (ภาพที่ 8) พบว่าการปลูกในกระถางด้วยวัสดุปลูกทั้ง 3 สูตร ให้ผลผลิตกัญชาไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าวัสดุปลูกที่ใช้แล้ว (จากการทดลอง 4.1.4 สูตรที่ 3) สามารถใช้ปลูกกัญชาต่อได้อย่างน้อยหนึ่งครั้งเพื่อช่วยลดต้นทุนให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่งเนื่องจากวัสดุใช้แล้วไม่มีการสะสมธาตุอาหารหลักที่สูงเกินปกติเมื่อผสมแล้วจึงไม่จำเป็นต้องปรับสูตรปุ๋ย นอกจากนี้ยังไม่มีการสะสมเชื้อสาเหตุของโรคพืช



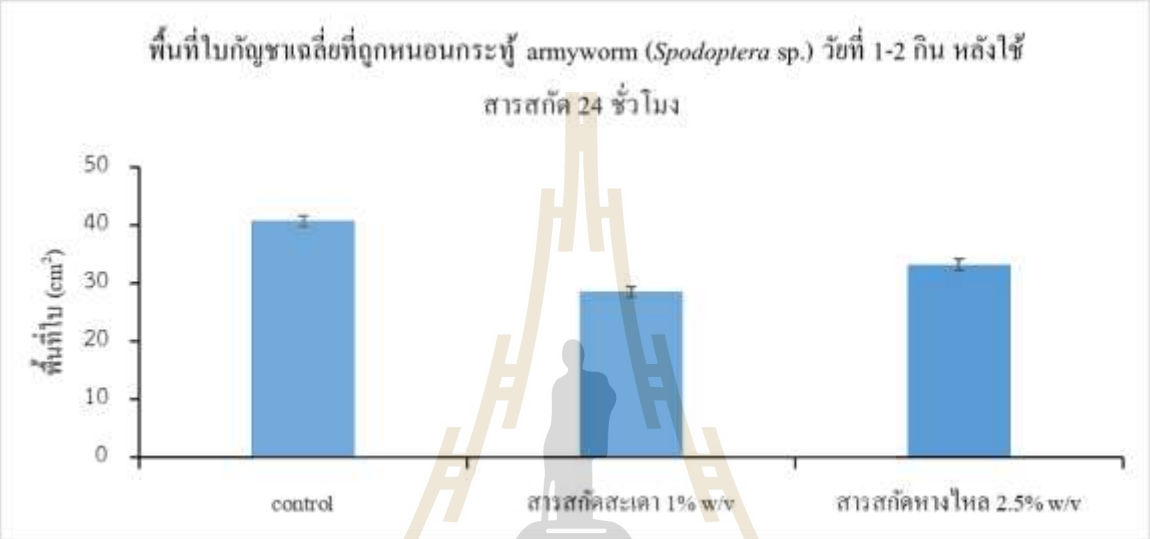
ภาพที่ 8 แสดงผลการทดลองการปลูกกัญชาด้วยวัสดุปลูกสูตรต่างๆ A: วัสดุปลูกใหม่ทั้งหมด และ B: วัสดุปลูกเก่าทั้งหมด

4.1.6 การทดลองควบคุมศัตรูพืชด้วยพืชสมุนไพรในระบบเกษตรอินทรีย์

4.1.6.1 การทดลองสารสกัดสะเดาและหางไหลต่ออัตราการกินของหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.)

โดยทดสอบหนอนกระทู้วัยที่ 1-2 ใส่ในกล่องทดลองขนาด 750 ml นำใบกัญชาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร จุ่มในสารสกัดสะเดาความเข้มข้น 1% w/v และ สารสกัดหางไหลความเข้มข้น 2.5% w/v ให้ทั่วใบ นำใบกัญชาวางในกล่องที่มีหนอนกระทู้วัย 1-2 จำนวน 1 ใบต่อกล่อง ทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำต่อทรีตเมนท์การทดลอง (ใช้ตัวหนอน 1 ตัวต่อ 1 ซ้ำการทดลอง) เปรียบเทียบ

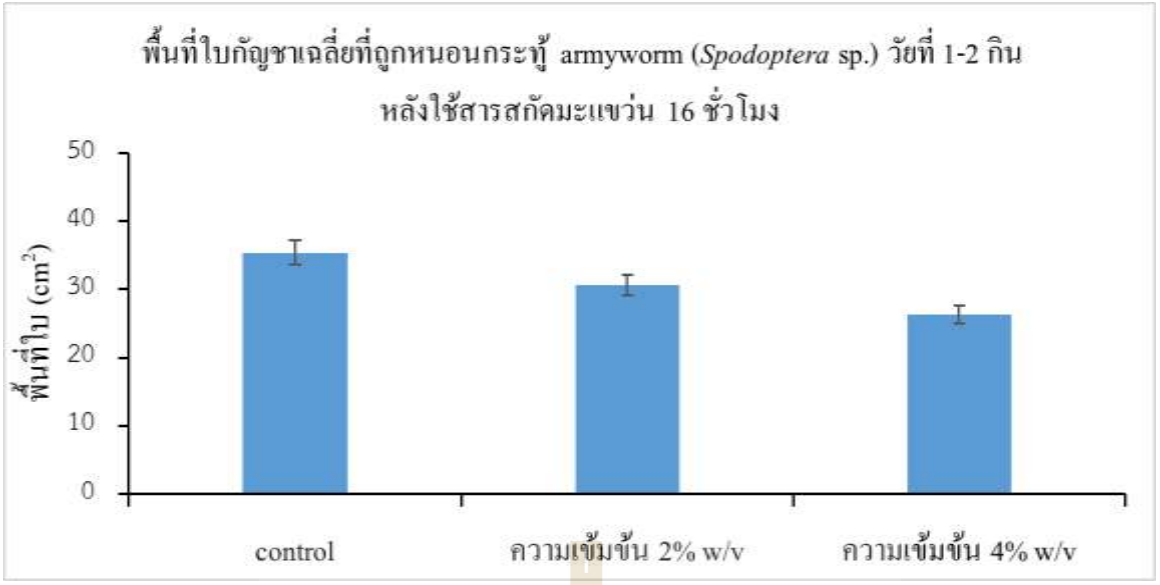
กับกรรมวิธีควบคุม ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกพื้นที่ใบของกัญชาที่แมลงกัดกินและการตายของหนอนกระทู้ ผลการทดลองพบว่า สารสกัดสะเดาไม่ได้ทำให้หนอนกระทู้ตายแต่ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลง ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งอัตราการกินของหนอนกระทู้วัย 1-2 ลดลง เมื่อทดสอบสารสกัดสะเดาที่ความเข้มข้น 1% w/v แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม การทดสอบสารสกัดหางไหลที่ความเข้มข้น 2.5% w/v พบว่าทำให้หนอนกระทู้ตาย 20% ของจำนวนหนอนทั้งหมดที่ทดสอบ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม สารสกัดสะเดาและสารสกัดหางไหลลดอัตราการกินได้ 13.34 เปอร์เซ็นต์ 8.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 พื้นที่ใบกัญชาเฉลี่ยที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) วัยที่ 1-2 กิน หลังใช้สารสกัดสะเดา *Azadirachta indica* และสารสกัดหางไหล *Derris elliptica* ที่ 24 ชั่วโมง

4.1.6.2 การทดลองสารสกัดมะแขว่นต่ออัตราการกินของหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.)

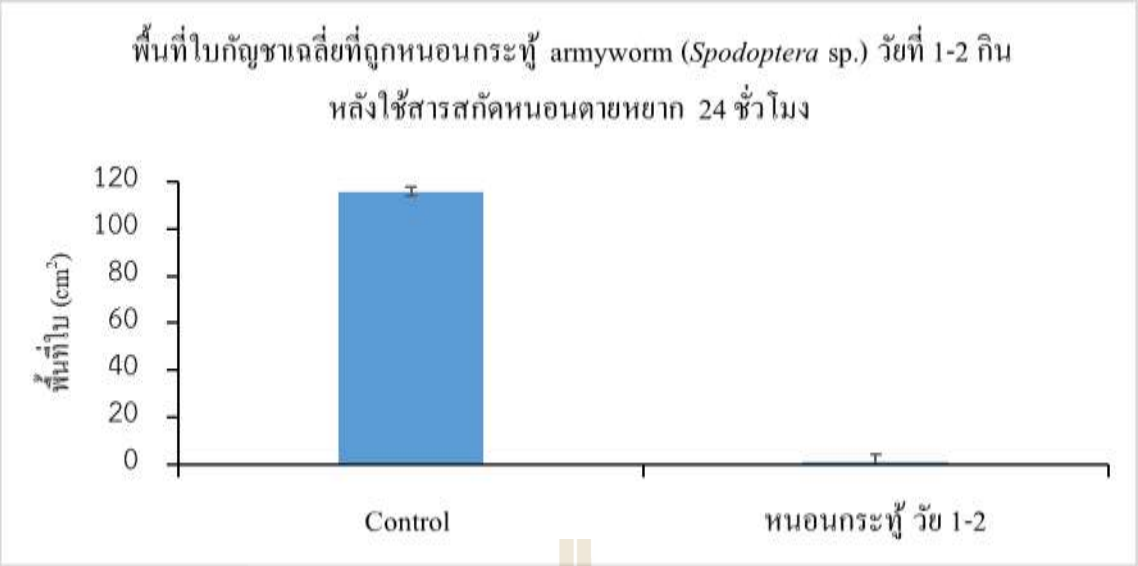
โดยทดสอบหนอนกระทู้วัยที่ 1-2 ใส่ในกล่องทดลองขนาด 750 ml นำใบกัญชาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร จุ่มในสารสกัดมะแขว่นความเข้มข้น 2% w/v และ 4 % w/v ให้ทั่วใบ นำใบกัญชาวางในกล่องที่มีหนอนกระทู้วัย 1-2 จำนวน 1 ใบต่อกล่อง ทำการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำการทดลอง (หนอน 2 ตัวต่อซ้ำการทดลอง) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ที่ระยะเวลา 16 ชั่วโมง ทำการทดสอบในสภาพโรงเรือน บันทึกพื้นที่ใบของกัญชาที่แมลงกัดกิน ผลการทดสอบพบว่า สารสกัดมะแขว่นไม่ได้ทำให้หนอนกระทู้ตายแต่ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลง ซึ่งอัตราการกินของหนอนกระทู้วัย 1-2 ลดลง เมื่อทดสอบสารสกัดมะแขว่นที่ความเข้มข้น 2% w/v แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม 4.25 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้น 4% w/v ทำให้หนอนกระทู้วัย 1-2 ลดอัตราการกิน 8.11 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10) จากผลการทดสอบสารสกัดมะแขว่นมีประสิทธิภาพในการลดอัตราการกินของหนอนกระทู้ วัยที่ 1-2 ได้ 4 - 8 เปอร์เซ็นต์



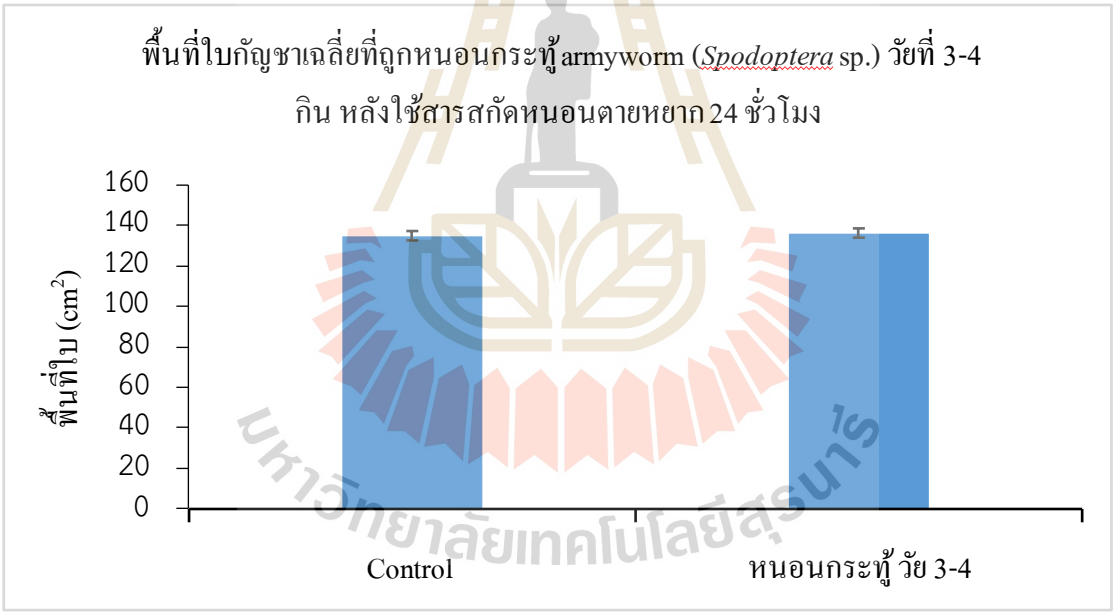
ภาพที่ 10 พื้นที่ใบกัญชาเฉลี่ยที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) วัยที่ 1-2 กิน หลังใช้สารสกัดมะแขว่น (*Zanthoxylum limonella*) 16 ชั่วโมง

4.1.6.3 การทดลองสารสกัดหนอนตายหยากต่ออัตราการกินของหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.)

โดยทดสอบหนอนกระทู้วัยที่ 2 ใส่ในกล่องทดลองขนาด 750 ml นำใบกัญชาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร จุ่มในสารสกัดหนอนตายหยากความเข้มข้น 1% w/v ให้ทั่วใบ นำใบกัญชาวางในกล่องที่มีหนอนกระทู้วัย 1-2 และวัย 3-4 จำนวน 1 ใบต่อกล่อง ตามลำดับ ทำการทดสอบจำนวน 10 ซ้ำการทดลอง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดสอบในสภาพโรงเรือน บันทึกพื้นที่ใบของกัญชาที่แมลงกัดกิน ผลการทดสอบพบว่า สารสกัดหนอนตายหยากไม่ได้ทำให้หนอนกระทู้ตายแต่ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลง ซึ่งอัตราการกินของหนอนกระทู้วัย 1-2 ลดลง เมื่อทดสอบสารสกัดหนอนตายหยาก ที่ความเข้มข้น 1% w/v แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม 65.59 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 11) ในขณะที่ผลการทดสอบสารสกัดหนอนตายหยากกับหนอนกระทู้วัย 3-4 ไม่มีผลต่อการลดอัตราการกินใบกัญชา (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 11 พื้นที่ใบกัญชาเฉลี่ยที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) วัยที่ 1-2 กิน หลังใช้สารสกัดหนอนตายหยาก (*Stemona tuberosa Lour*) 24 ชั่วโมง

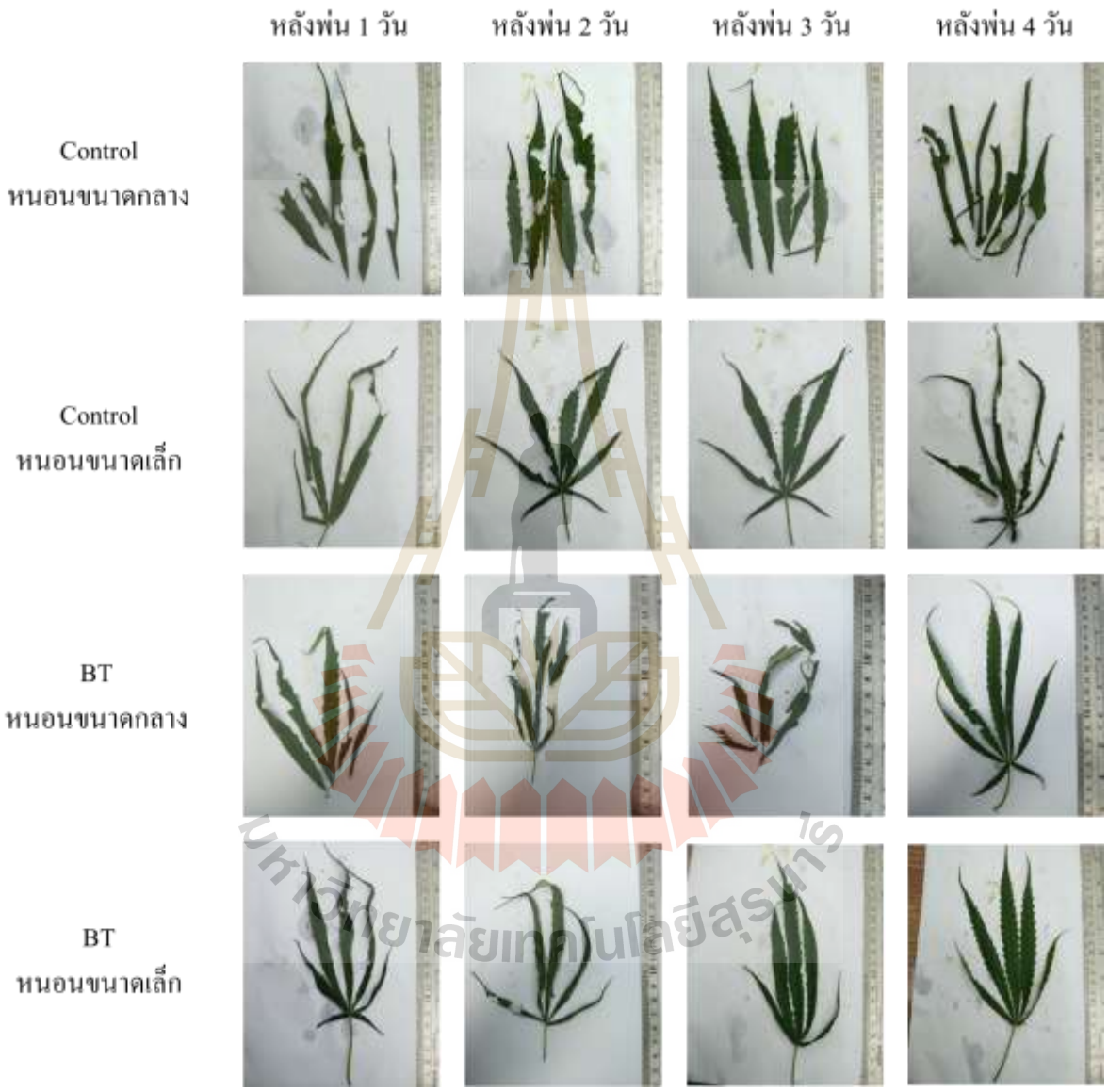


ภาพที่ 12 พื้นที่ใบกัญชาเฉลี่ยที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) วัยที่ 3-4 กิน หลังใช้สารสกัดหนอนตายหยาก (*Stemona tuberosa* Lour) 24 ชั่วโมง

4.1.6.4 การทดลองใช้ BT: *Bacillus thuringiensis* ต่ออัตราการกินของหนอนกระทู้

โดยทดสอบหนอนกระทู้สามวัย ใส่ในกล่องทดลองขนาด 750 ml นำใบกัญชาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร พ่นด้วยน้ำที่ผสม BT ความเข้มข้น 10^6-10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร ให้ทั่วใบ นำใบกัญชาวางในกล่องที่มีหนอนกระทู้แต่ละวัย จำนวน 1 ใบต่อกล่อง ทำการทดสอบจำนวน 5 ซ้ำต่อ

ทรีตเมนท์การทดลอง (ใช้ตัวหนอน 1 ตัวต่อ 1 ซ้ำการทดลอง) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ที่ระยะเวลา 4 วัน บันทึกพื้นที่ใบของกัญชาที่แมลงกัดกินและการตายของหนอนกระทู้ ผลการทดสอบพบว่า BT ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลง และทำให้หนอนกระทู้ขนาดเล็ก (หนอนกระทู้วัย 1-2) ตายหลังพ่นด้วย BT 3 วัน ในขณะที่ผลการทดสอบด้วย BT กับหนอนกระทู้ขนาดกลาง (หนอนกระทู้วัย 3-4) พบว่า BT ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลง และทำให้หนอนกระทู้ขนาดกลางตายหลังพ่นด้วย BT 4 วัน (ภาพที่ 13)

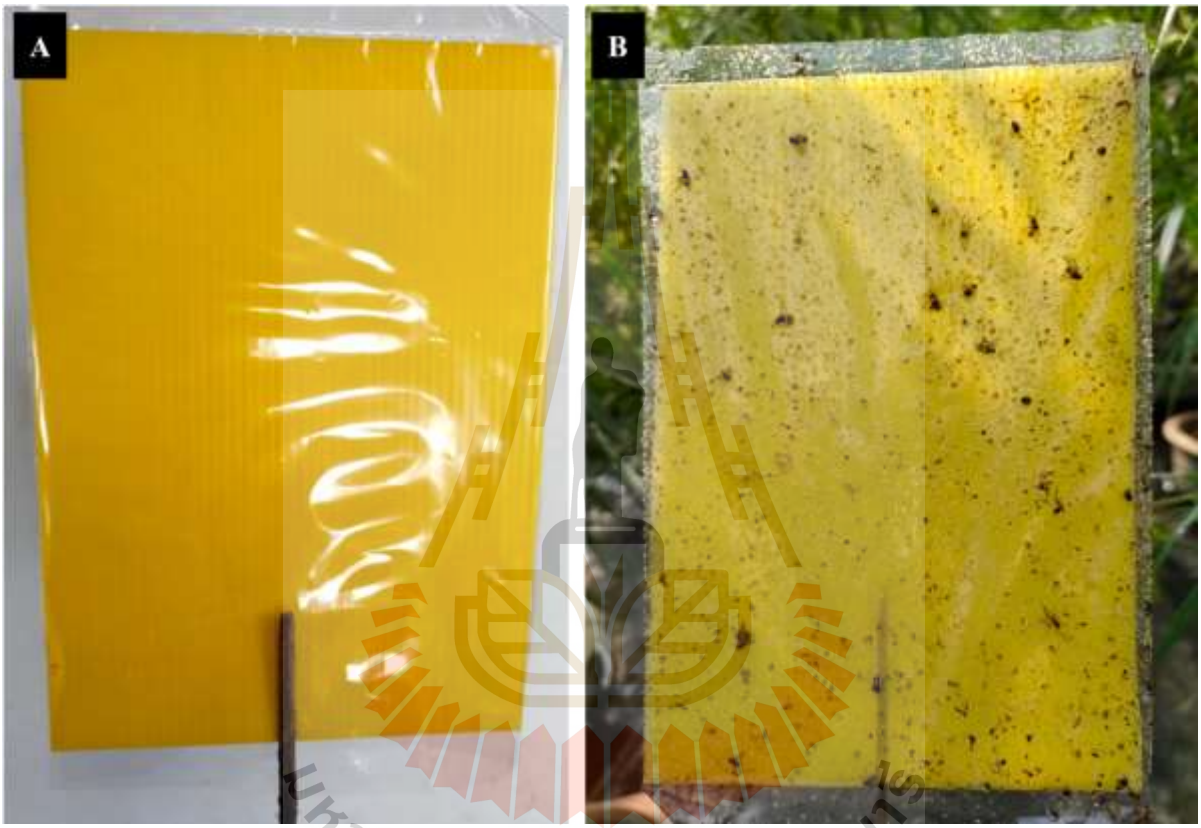


ภาพที่ 13 แสดงพื้นที่ใบกัญชาที่ถูกหนอนกระทู้ armyworm (*Spodoptera* sp.) ขนาดเล็ก (หนอนกระทู้วัย 1-2) และขนาดกลาง (หนอนกระทู้วัย 3-4) กิน หลังใช้ *Bacillus thuringiensis* 4 วัน

4.1.6.5 ผลการทดลองใช้กับดักกาวเหนียวกับแมงและแมลงขนาดเล็ก

แมงและแมลงขนาดเล็ก เช่น ไรแดง แมลงหวี่ขาว เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยไฟ จากการปลูกกัญชาพบว่าแมลงเหล่านี้มีความสำคัญมากเช่นกัน เพราะสามารถเข้าสู่โรงเรือนปลูกโดยลอดมุ้งตาข่าย

เข้าไป และเข้าโดยการเปิดประตูเพื่อเข้าไปปฏิบัติงานต่างๆ ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยปลูกกัญชาพบว่าไรแดงและแมลงหวี่ขาวมีผลต่อคุณภาพใบกัญชา การควบคุมไรแดงสามารถใช้กำมะถันผงฉีดพ่นที่ใบได้ สำหรับเพลี้ยอ่อนและแมลงหวี่ขาวสามารถใช้ไวท์ออยด์ควบคุมได้ระดับหนึ่ง โดยเฉพาะแมลงหวี่ขาวไม่สามารถใช้ไวท์ออยด์ควบคุมได้อย่างเด็ดขาดจึงทดลองใช้กับดักกาวเหนียวโดยใช้แผ่นพลาสติกสีเหลืองสวมทับด้วยถุงพลาสติกและทากาวเหนียว วางกระจายทั่วแปลงปลูกกัญชาสามารถควบคุมแมลงหวี่ขาวได้ 100% (ภาพที่ 14) สำหรับเพลี้ยไฟไม่พบการเข้าทำลายเนื่องจากในโรงเรือนใช้ระบบพ่นหมอกซึ่งเพลี้ยไฟไม่ชอบน้ำ



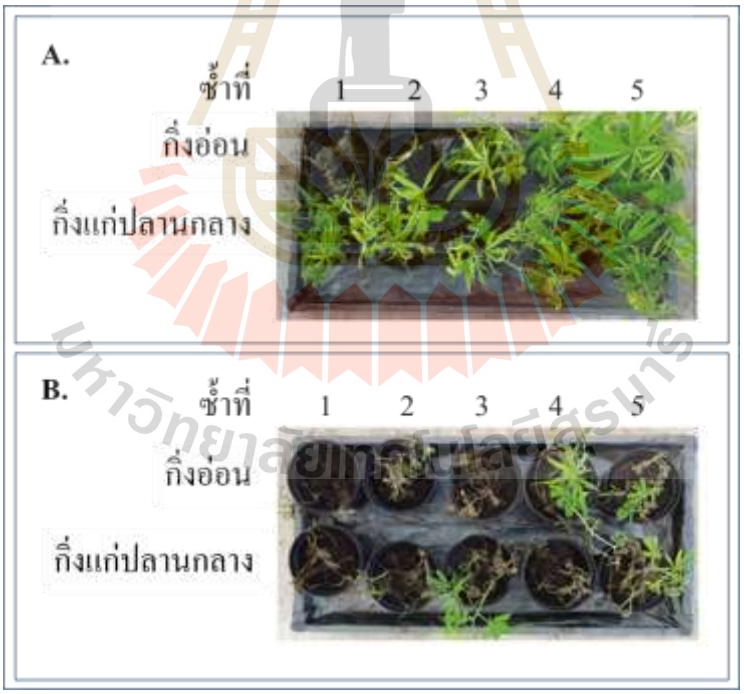
ภาพที่ 14 แสดงผลการทดลองใช้กับดักกาวเหนียวกับแมงและแมลงขนาดเล็ก A. กับดักกาวเหนียวที่ยังไม่ผ่านการใช้งานและ B. กับดักกาวเหนียวที่ผ่านการใช้งาน

4.2 ผลการขยายพันธุ์ และการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปักชำหรือโคลนนิ่งกิ่งกัญชา

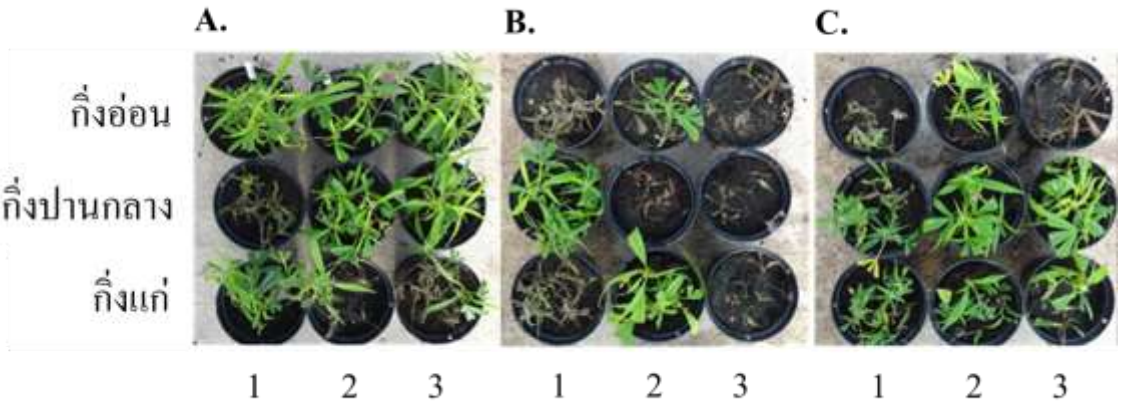
การทดลองขยายพันธุ์ด้วยวิธีการปักชำกิ่ง ซึ่งวิธีนี้สามารถให้ต้นที่เป็นตัวเมีย 100 เปอร์เซนต์ แต่จำเป็นจะต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะกิ่ง อายุของกิ่ง และวัสดุเพาะที่เหมาะสม เพื่อให้ผลการปักชำดีที่สุดที่จะได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์ แข็งแรง รวมทั้งใช้ฮอร์โมนในกลุ่มของออกซินเช่น NAA และ IBA เพื่อกระตุ้นการงอกของรากร่วมด้วย

การทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปักชำหรือโคลนนิ่งกิ่งกัญชา พบว่าความเข้มข้นของฮอร์โมน เวลาที่ใช้ในการแช่หรือจุ่มฮอร์โมน และอายุของกิ่งชำกัญชา มีผลต่อการประสบความสำเร็จใน

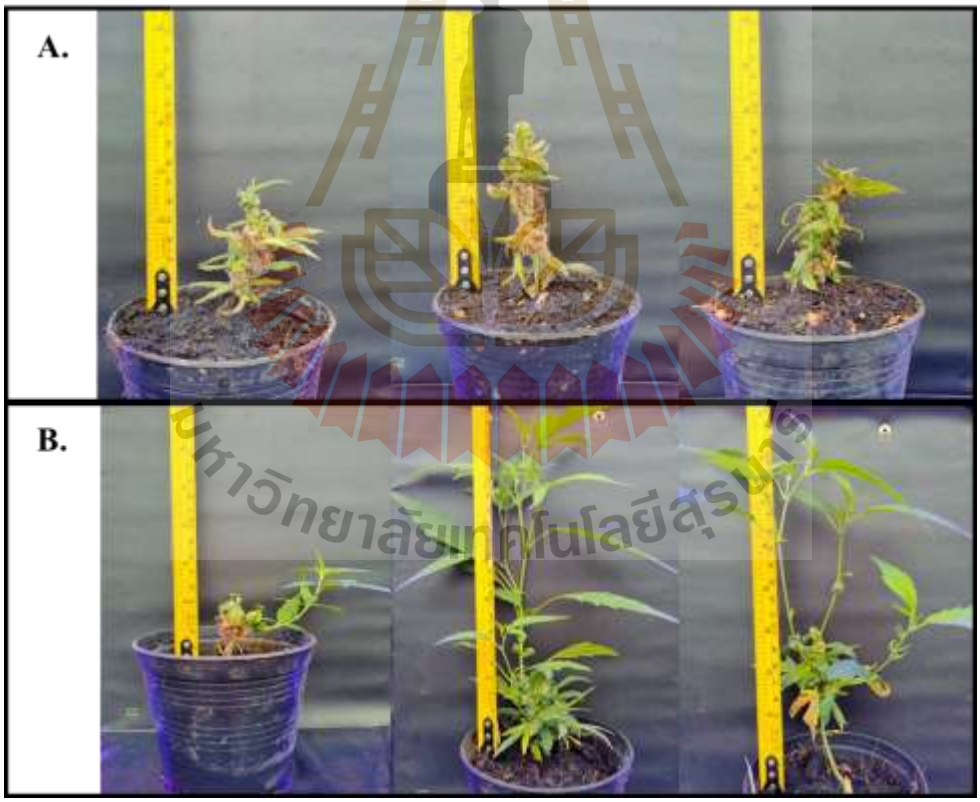
การออกรากของกิ่งชำ จากการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ 100 ppm ของ NAA และ 50 ppm ของ IBA (สูตรที่ 1) ในอัตราส่วนส่วน 1:1 (ภาพที่ 15 A.) มีผลต่อการออกรากของกิ่งชำที่แก่ปานกลางมากกว่ากิ่งที่แช่ในฮอร์โมนที่มีความเข้มข้น 200 ppm ของ NAA และ 100 ppm ของ IBA (สูตรที่ 2) ที่อัตราส่วนเดียวกัน (ภาพที่ 15 B.) เมื่อแช่ฮอร์โมนนาน 1 นาที นอกจากนี้ยังได้ทำการทดลองเพื่อหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการแช่กิ่งในฮอร์โมนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งเวลาที่ใช้ได้แก่ 30 วินาที 3 นาที และ 5 นาที (ภาพที่ 16) ผลการทดลองพบว่า มีความเป็นไปได้ในการออกรากของกิ่งในฮอร์โมนสูตรที่ 1 ที่เวลา 30 วินาที 3 นาที และ 5 นาทีเห็นได้จากอัตราการรอดตายที่สูง และการแช่ฮอร์โมนที่เวลาดังกล่าวสามารถกระตุ้นการออกราก ซึ่งนำไปสู่การประสบความสำเร็จในการชำกิ่งทั้งกิ่งอ่อนและแก่ปานกลางเมื่อแช่ฮอร์โมนนาน 30 วินาที (ภาพที่ 16 A.) ส่วนกิ่งที่แก่และแก่ปานกลางทำให้ประสบความสำเร็จในการออกรากเมื่อแช่กิ่งในฮอร์โมนนาน 5 นาที (ภาพที่ 16 C.) อย่างไรก็ตาม การแช่กิ่งในฮอร์โมนนาน 3 นาที มีผลต่อการกระตุ้นการออกรากที่ต่ำในทุกอายุของกิ่งชำ (กิ่งอ่อน กิ่งปานกลาง และกิ่งแก่) เมื่อเทียบกับการแช่กิ่งที่ 30 วินาที และ 5 นาที (ภาพที่ 16 B.) นอกจากนี้ การนำกิ่งชำที่ได้ไปว่างใต้แสง LED เป็นเวลา 18 ชั่วโมงต่อวัน มีผลให้กิ่งชำถูกกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาเป็นยอดโดยเฉพาะกิ่งชำที่กำลังออกดอกหรืออยู่ในช่วงของของระยะเวลาการออกดอก (ภาพที่ 17 A.) ซึ่งการแตกของกิ่งจะแตกออกมาจากส่วนยอดและมีการพัฒนาเป็นลำต้นเมื่อวางไว้ใต้แสง LED เป็นเวลา 3-4 สัปดาห์เป็นต้นไป (ภาพที่ 17 B.)



ภาพที่ 15 แสดงผลการทดลองปัจจัยปัจจัยต่างๆ ที่ประกอบด้วย สัดส่วน ชนิดของฮอร์โมน เวลาที่ใช้ในการแช่หรือจุ่มฮอร์โมนที่ 1 นาที โดยใช้กิ่งชำอายุน้อย (กิ่งอ่อน) และกิ่งอายุ (กิ่งแก่ปานกลาง) ของกิ่งชำกัญชา A. ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ 100 ppm ของ NAA และ 50 ppm ของ IBA ในอัตราส่วนส่วน 1:1 และ B. ความเข้มข้นของฮอร์โมนที่ 200 ppm ของ NAA และ 100 ppm ของ IBA ในอัตราส่วนส่วน 1:1



ภาพที่ 16 แสดงอิทธิพลของเวลาในการแช่กิ่งและอายุของกิ่งชำ (กิ่งอ่อน กิ่งแก่ปานกลาง และกิ่งแก่) ที่มีต่อการออกรากของกิ่งชำ A. กิ่งชำทั้ง 3 ประเภทที่แช่ในฮอร์โมนเร่งรากสูตรที่ 1 นาน 30 วินาที B. กิ่งชำที่แช่ในฮอร์โมนเร่งรากสูตรที่ 1 นาน 3 นาที C. กิ่งชำที่แช่ในฮอร์โมนเร่งรากสูตรที่ 1 นาน 5 นาที



ภาพที่ 17 แสดงอิทธิพลของแสง LED (18 ชั่วโมงต่อวัน) ที่มีผลต่อการกระตุ้นหรือเหนี่ยวนำกิ่งชำให้แตกยอดใหม่และเจริญเติบโตเป็นลำต้น A. กิ่งชำที่ไม่ได้รับอิทธิของแสง LED (Control) B. กิ่งชำที่ได้รับอิทธิพลของแสง LED (18 ชั่วโมงต่อวัน) ที่มีผลต่อการแตกยอดใหม่และเจริญเติบโตเป็นลำต้นของกิ่งชำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

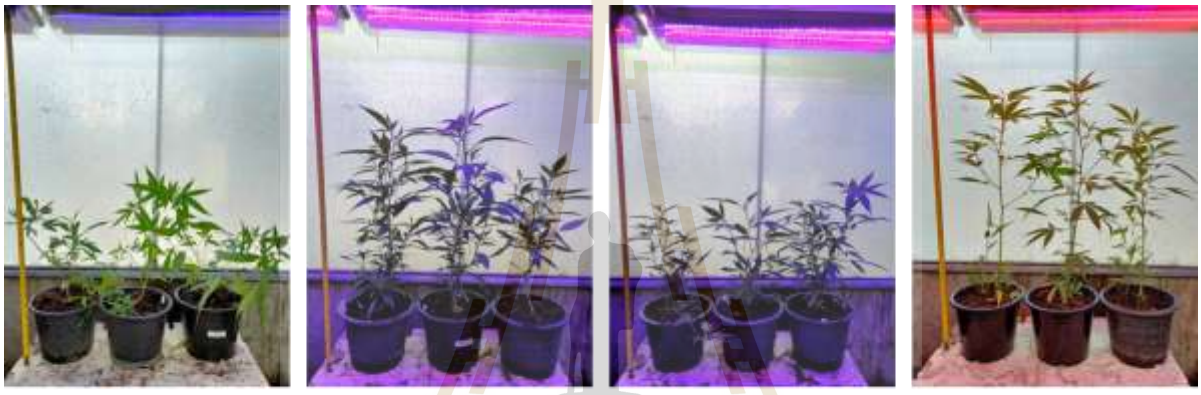
4.3 ผลการใช้แสง LED

ทำการทดลองหาความเหมาะสมของสัดส่วนระหว่างสีแดง (Red: R) (ความยาวคลื่นแสง 610-720 nm) และสีน้ำเงิน (Blue: B) (ความยาวคลื่นแสง 400-520 nm) ในอัตราส่วนต่างๆ กันเพื่อใช้กับอายุพืช 3 ระยะประกอบด้วย ต้นกล้ากัญชา ต้นกัญชาก่อนออกดอก และต้นกัญชาเริ่มออกดอก ผลการทดลองใช้แสง LEDs โดยให้ปริมาณแสงรวม Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD) 300 μmole/m^2/s กับต้นกล้ากัญชา และทำการให้แสงวันละ 16 ชั่วโมง พบว่าอัตราส่วน B:R ที่ระดับ 1:1 ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าดีมาก สมบูรณ์แข็งแรง ได้สัดส่วนการเจริญของต้นกล้าที่เหมาะสม เมื่อทำการย้ายต้นกล้าลงปลูก ต้นกล้าสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และที่อัตราส่วน B:R ที่ระดับ 2:1 ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าแข็งแรง แต่ช่วงข้อสั้นถี่ ในขณะที่อัตราส่วน B:R ที่ระดับ 1:2 นั้นทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้ายืดยาว ข้อปล้องห่าง เมื่อทำการย้ายต้นกล้าลงปลูกจะทำให้ต้นกล้าโค้งงอส่งผลให้ต้นกล้าปรับตัวได้ช้า (ภาพที่ 18)

ผลการทดลองใช้แสง LEDs โดยใช้แสง LEDs อัตราส่วน B:R 3 ระดับเช่นเดียวกับต้นกล้า แต่ให้ PPFD 400-450 μmole/m2/s และทำการให้แสงวันละ 16 ชั่วโมงกับต้นกัญชาก่อนออกดอก โดยทำการทดลองกับต้นกัญชาเพศเมียที่ได้จากการปักชำและปลูกอยู่ในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้วพบว่าอัตราส่วน B:R ที่ระดับ 1:1 ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกัญชาแตกข้อสั้น ทรงพุ่มที่หนาแน่น ได้สัดส่วนการเจริญของต้นกัญชาที่เหมาะสม และที่อัตราส่วน B:R ที่ระดับ 2:1 ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกัญชาแตกข้อสั้นถี่ ทรงพุ่มที่หนาแน่นมาก ในขณะที่อัตราส่วน B:R ที่ระดับ 1:2 นั้นทำให้การเจริญเติบโตของต้นกัญชายืดยาว ข้อปล้องและทรงพุ่มห่าง (ภาพที่ 19)

การทดลองใช้แสง LEDs กับต้นกัญชาเริ่มออกดอก โดยทำการทดลองกับต้นกัญชาเพศเมียที่ได้จากการปักชำและอยู่ในระยะออกดอก ต้นกัญชาปลูกอยู่ในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว โดยใช้แสง LEDs อัตราส่วน B:R 3 ระดับเช่นเดียวกับต้นกล้า แต่ให้ PPFD 400-450 μmole/m^2/s และทำการให้แสงวันละ 12 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วน B:R ที่ระดับ 1:1 ทำให้การเจริญเติบโตของช่อดอกกัญชาหนาแน่น ได้สัดส่วนการเจริญของช่อดอกกัญชาที่เหมาะสม และที่อัตราส่วน B:R ที่ระดับ 2:1 ทำให้การเจริญเติบโตของช่อดอกกัญชาสั้นถี่ ช่อดอกกัญชาหนาแน่นมากไม่ได้สัดส่วนที่เหมาะสม ในขณะที่อัตราส่วน B:R ที่ระดับ 1:2 นั้นทำให้การเจริญเติบโตของช่อดอกกัญชายืด ช่อดอกกัญชาค่อนข้างห่าง (ภาพที่ 20)

ภาพที่ 18 แสดงอิทธิพลของแสง LED ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชา



ภาพที่ 19 แสดงอิทธิพลของแสง LED ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกัญชาก่อนออกดอก

ภาพที่ 20 แสดงอิทธิพลของแสง LED ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกัญชาเริ่มออกดอก

4.4 ผลการวิเคราะห์สารด้าน Bioactive จากชิ้นส่วนของกัญชา

ทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์สารด้าน Bioactive จากชิ้นส่วนของกัญชา เพื่อหาความเข้มข้นของปริมาณสารออกฤทธิ์ที่เป็น CBD และ THC ที่จากส่วนต่างๆของกัญชา ผลการวิเคราะห์ชิ้นส่วนต่างๆ ของกัญชา

พบว่าไม่มีสารเคมีตกค้างในชิ้นส่วนของกัญชาที่ประกอบด้วย ราก (ภาคผนวก 1) ใบ (ภาคผนวก 4) ช่อดอก (ภาคผนวก 7) และไม่มีโลหะหนักในชิ้นส่วนของกัญชาที่ประกอบด้วย ราก (ภาคผนวก 2) ใบ (ภาคผนวก 5) ช่อดอก (ภาคผนวก 8) ผลการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปริมาณสารออกฤทธิ์ที่เป็น CBD และ THC พบว่าชิ้นส่วนของรากมี CBD 0.00061% และ THC 0.0069% (ภาคผนวก 3) ชิ้นส่วนของใบมี CBD 0.067% และ THC 1.68% (ภาคผนวก 6)และชิ้นส่วนของช่อดอกมี CBD 0.15% และ THC 3.27% (ภาคผนวก 9)

การทดสอบเพื่อหาช่วงอายุเก็บเกี่ยวช่อดอกกัญชาที่เหมาะสมหรือเพื่อให้ได้ช่อดอกที่มีปริมาณสารสำคัญอย่างสาร THC และ CBD สูงที่สุด ด้วยการดูสีของไตรโครมของกัญชาจำนวน 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ฝอยทองภูภายล สกล และหางกระรอก (ตารางที่ 9) พบว่า สีของไตรโคมที่มีลักษณะใสให้เปอร์เซ็นของ THC ต่ำสุด อยู่ที่ 14.2, 7.3 และ 2.4 ในกัญชาสายพันธุ์ฝอยทองภูภายล สกล และหางกระรอก ตามลำดับ (ภาพที่ 21 A D และ G) เมื่อเทียบกับสีของไตรโคมที่ขาวขุ่นซึ่งมีเปอร์เซ็นของ THC อยู่ที่ 16.0, 8.0 และ 15.8 (ภาพที่ 21 B E และ H) และเหลืองอำพันที่มีเปอร์เซ็นของ THC อยู่ที่ 17.8, 15.3 และ 10.5 (ภาพที่ 21 C F และ I) ในกัญชาสายพันธุ์ฝอยทองภูภายล สกล และหางกระรอก ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณสารสำคัญ CBD แสดงผลที่ต่างออกไป โดยพบว่า สีของไตรโคมที่มีลักษณะใสให้เปอร์เซ็นของ CBD สูงที่สุด ทั้ง 3 สายพันธุ์ โดยพบมากที่สุดในกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก (4.6%) รองลงมาคือ สายพันธุ์ฝอยทองภูภายล (1.9%) และ สายพันธุ์สกล (0.4%) ส่วนสีของไตรโคมที่มีลักษณะขาวขุ่นและเหลืองอำพันให้เปอร์เซ็นของ CBD ลดลง ซึ่งมีเปอร์เซ็น CBD ของไตรโคมที่มีลักษณะขาวขุ่นอยู่ที่ 0.3 0.1 และ 0.7 ในกัญชาสายพันธุ์ฝอยทองภูภายล สกล และหางกระรอก ตามลำดับส่วนสีเหลืองอำพันมีเปอร์เซ็นต์ CBD อยู่ที่ 0.3 ในกัญชาทั้ง 3 สายพันธุ์

ตารางที่ 9 ค่าวิเคราะห์สารสำคัญกัญชา THC และ CBD ในแต่ละช่วงอายุดอกตามลักษณะสีของไตรโคม

ชื่อตัวอย่าง	ปริมาณสาร THC (%) ที่สีไตรโคมต่างกัน			ปริมาณสาร CBD (%) ที่สีไตรโคมต่างกัน		
	ใส	ขาวขุ่น	สีเหลืองอำพัน	ใส	ขาวขุ่น	สีเหลืองอำพัน
สายพันธุ์ฝอยทองภูภายล	14.2	16.0	17.8	1.9	0.3	0.3
สายพันธุ์สกล	7.3	8.0	15.3	0.4	0.1	0.3
สายพันธุ์หางกระรอก	2.4	15.8	10.5	4.6	0.7	0.3

ภาพที่ 21 แสดงสีของไตรโคมและสายพันธุ์กัญชาที่ต่างกัน ภาพ A B และ C แสดงไตรโคมสีใส ขาวขุ่น และเหลืองอำพันของกัญชาสายพันธุ์ฝอยทองภูภายล ภาพ D E และ F แสดงไตรโคมที่สีใส ขาวขุ่น และเหลืองอำพันของกัญชาสายพันธุ์สกล ภาพ G H และ I แสดงไตรโคมที่สีใส ขาวขุ่น และเหลืองอำพันของกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินการวิจัย

การผลิตกัญชาให้ได้ผลผลิตสูงอย่างมีคุณภาพเพื่อใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ และได้สารออกฤทธิ์สูง จำเป็นจะต้องมีการจัดการเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารที่กัญชาต้องการ และการจัดการดินที่เหมาะสม การใส่ปุ๋ย การให้น้ำที่เพียงพอ และการควบคุมศัตรูพืชโดยใช้ระบบเกษตรอินทรีย์มีผลกับคุณภาพของกัญชา การจัดการธาตุอาหารให้กับพืชกัญชา จะต้องให้สอดคล้องกับความต้องการของพืชกัญชา จากผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่กัญชาต้องการ พบว่าพืชกัญชาต้องการไนโตรเจน (N) ในปริมาณมากถึง 6.34% รองลงมาคือแคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) และฟอสฟอรัส (P) ตามลำดับ เนื่องจากกัญชาเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุสั้นแต่มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว ส่งผลให้กัญชามีความต้องการไนโตรเจนในปริมาณสูงเพื่อการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว

วัสดุที่ใช้ในการเพาะเมล็ดกัญชามีผลกับอัตราการงอกและความแข็งแรงของต้นกล้ากัญชาหากต้นกล้ากัญชามีความแข็งแรงจะส่งผลให้กัญชามีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว จากผลการทดลองพบว่าวัสดุเพาะกล้าสูตรที่ 3 ที่ประกอบด้วยขุยมะพร้าวและกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 1:1 โดยปริมาตร ทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและมีความแข็งแรงที่สุดในทุกขนาดของถาดเพาะที่ใช้ในการทดลอง เนื่องจากกากหม้อกรองมีไนโตรเจนสูงและมีจุลธาตุครบโดยเฉพาะซัลเฟอร์แต่มีโพแทสเซียมต่ำมากเมื่อผสมกับขุยมะพร้าวที่มีโพแทสเซียมสูงจึงทำให้ระดับโพแทสเซียมเหมาะสม ไม่สูงเกิน เนื่องจากโพแทสเซียมที่สูงเกินไปสามารถขัดขวาง (block) แมกนีเซียมและแคลเซียมไม่ให้เข้าสู่ราก การทดลองเพื่อทดสอบความสามารถของ PGPR ในการกระตุ้นการเจริญเติบโต พบว่าเชื้อ *B. thuringiensis* P9 สามารถกระตุ้นต้นกล้าให้มีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อ PGPR ในขณะที่เชื้อ *B. velezensis* S141 ไม่สามารถกระตุ้นต้นกล้าให้มีการเจริญเติบโตเมื่อเปรียบเทียบกับไม่ใส่เชื้อ PGPR อาจเป็นไปได้ว่า *B. velezensis* S141 ไม่เหมาะสมที่จะใช้กับพืชกัญชา หรืออาจต้องทำการทดลองซ้ำเพื่อผลการทดลองที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น จากการทดลองเพื่อเปรียบเทียบระบบการปลูกกัญชาในกระถางและการปลูกลงดิน พบว่าการปลูกในกระถางและการปลูกลงดินให้ผลผลิตกัญชาไม่แตกต่างกัน แต่การปลูกในกระถางนั้นจำเป็นจะต้องมีการให้ธาตุอาหารพืชเพิ่มเติมมากกว่าการปลูกลงดิน แต่การปลูกลงดินนั้นมีข้อเสียเนื่องจากการขุดรากกัญชาเพื่อนำไปใช้ในทางการแพทย์นั้นทำได้ยากกว่าการปลูกในกระถาง การปลูกในกระถางด้วยวัสดุปลูกที่ประกอบด้วยขุยมะพร้าว เปลือกมะพร้าวสับ และกากหม้อกรอง อัตราส่วนส่วน 3:1:1 โดยปริมาตรนั้นให้ผลผลิตกัญชาที่มีคุณภาพดีที่สุด การทดลองโดยใช้วัสดุปลูกที่ใช้แล้วหนึ่งครั้ง เพื่อทดสอบความสามารถในการใช้ซ้ำของวัสดุปลูก พบว่าวัสดุปลูกที่ใช้แล้ว มีปริมาณธาตุอาหารที่ประกอบด้วยไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ค่อนข้างสูง อีกทั้งความเป็นกรด- ด่าง (pH) ยังอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชอีกด้วย ดังนั้นวัสดุปลูกที่ใช้แล้วจึงสามารถใช้ปลูกกัญชาต่อได้ ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวัสดุปลูกที่ใช้แล้ว สามารถใช้ปลูกกัญชาต่อได้อย่างน้อยหนึ่งครั้งเพื่อช่วยลดต้นทุนให้กับเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง

สารสกัดสะเดาไม่ได้ทำให้หนอนกระทู้ตายแต่สามารถลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดสอบสารสกัดหางไหลที่ความเข้มข้น 2.5% w/v พบว่าทำให้หนอนกระทู้ตาย 20% ของจำนวนหนอนทั้งหมดที่ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สารสกัดสะเดาและสารสกัดหางไหลลดอัตราการกินใบกัญชาได้ ส่วนสารสกัดมะแขว่นไม่ได้ทำให้หนอนกระทู้ตายแต่ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลงเช่นเดียวกันกับสารสกัดสะเดา และสารสกัดหางไหล ซึ่งอัตราการกินของหนอนกระทู้วัย 1-2 ลดลง ดังนั้น สารสกัดมะแขว่นมีประสิทธิภาพในการลดอัตราการกินของหนอนกระทู้ วัยที่ 1-2 ได้ นอกจากนี้สารสกัดหนอนตายหยากไม่ได้ทำให้หนอนกระทู้ตายแต่ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลง ซึ่งอัตราการกินของหนอนกระทู้วัย 1-2 ลดลง ดังนั้น แนะนำได้ว่าควรใช้สารสกัดหนอนตายหยากในช่วงระยะที่หนอนเริ่มเข้าทำลายเพื่อประสิทธิภาพในการลดการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ และไม่ควรใช้เมื่อหนอนอายุมากหรือมีการเข้าทำลายไปแล้ว ในขณะที่ผลการทดสอบสารสกัดหนอนตายหยากกับหนอนกระทู้วัย 3-4 ไม่มีผลต่อการลดอัตราการกินใบกัญชา ผลการทดสอบ BT พบว่า BT ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลง และทำให้หนอนกระทู้ขนาดเล็ก (หนอนกระทู้วัย 1-2) ตายหลังพ่นด้วย BT 3 วัน ในขณะที่ผลการทดสอบด้วย BT กับหนอนกระทู้ขนาดกลาง (หนอนกระทู้วัย 3-4) พบว่า BT ลดอัตราการกัดกินใบกัญชาลง และทำให้หนอนกระทู้ขนาดกลางตายหลังพ่นด้วย BT 4 วัน

ผลการทดลองการขยายพันธุ์ และการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการปักชำหรือโคลนนิ่งกิ่งกัญชาแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของฮอร์โมน เวลาในการแช่ฮอร์โมนและอายุของกิ่งชำมีผลต่อการแตกรากของกิ่งกัญชา การแช่กิ่งชำด้วยฮอร์โมนที่มีความเข้มข้น 100 ppm ของ NAA และ 50 ppm ของ IBA ในอัตราส่วนส่วน 1:1 ตามสูตรที่ 1 นั้นสามารถกระตุ้นการออกรากของกิ่งชำที่เป็นกิ่งอ่อนและแก่ปานกลางได้ดีกว่าการแช่กิ่งด้วยฮอร์โมนตามสูตรที่ 2 เมื่อแช่กิ่งดังกล่าวนาน 30 วินาที – 1 นาที อย่างไรก็ตาม การแช่กิ่งนาน 5 นาที ได้ผลดีเมื่อใช้กิ่งชำที่แก่และแก่ปานกลาง นอกจากนี้การทดลองยังแสดงให้เห็นว่ากิ่งอ่อนไม่เหมาะที่จะแช่ในฮอร์โมนนานมากกว่า 3 นาที การแช่กิ่งที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 30 วินาที – 1 นาที เนื่องจากการแช่กิ่งที่อ่อนหรืออายุน้อยในฮอร์โมนมีผลต่อเนื้อเยื่อของกิ่งชำที่ได้รับฮอร์โมนมากเกินไป ส่วนกิ่งที่มีอายุมาก (กิ่งแก่ปานกลาง) หรือแก่มากเกินไป (กิ่งแก่) การแช่ที่ 3 นาที น่าจะเกี่ยวข้องกับปริมาณฮอร์โมนที่ได้รับนั้นไม่เพียงพอต่อการไปกระตุ้นให้กิ่งชำนั้นให้ออกราก ในขณะที่การแช่ในฮอร์โมนนาน 5 นาที ซึ่งนานพอที่จะกระตุ้นให้เนื้อเยื่อของพืชหรือกิ่งชำออกรากในกิ่งแก่ปานกลางและแก่ ในขณะที่การให้แสงด้วยแสงไฟ LED เป็นเวลา 18 ชั่วโมงต่อวัน สามารถกระตุ้นหรือเหนี่ยวนำการแตกยอดใหม่ได้โดยเฉพาะกิ่งที่ต้นแม่ได้ออกดอกไปแล้วหรือกำลังออกดอก ทั้งนี้เป็นผลมาจากอิทธิพลของแสงไฟสีแดงและสีน้ำเงิน

ความเหมาะสมของสัดส่วนระหว่างสีแดง (Red: R) (ความยาวคลื่นแสง 610-720 nm) และสีน้ำเงิน (Blue: B) (ความยาวคลื่นแสง 400-520 nm) พบว่าอัตราส่วน B:R ที่ระดับ 1:1 ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าดีที่สุด ต้นกล้าสมบูรณ์แข็งแรง ได้สัดส่วนการเจริญของต้นกล้าที่เหมาะสม เมื่อทำการย้ายต้นกล้าลงปลูก ต้นกล้าสามารถปรับตัวและเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่อัตราส่วน B:R ที่ระดับ 1:1 ทำให้การเจริญเติบโตของต้นกัญชาแตกข้อสั้น ทรงพุ่มที่หนาแน่น ได้สัดส่วนการเจริญของต้นกัญชาที่เหมาะสม

นอกจากนี้การทดลองใช้แสง LEDs กับต้นกัญชาที่เริ่มออกดอก พบว่าอัตราส่วน B:R ที่ระดับ 1:1 ทำให้การเจริญเติบโตของช่อดอกกัญชาหนาแน่น ได้สัดส่วนการเจริญของช่อดอกกัญชาที่เหมาะสมที่สุด

ดอกกัญชาที่มีไตรโคมที่ยังใสอยู่มีเปอร์เซ็นต์ THC น้อยที่สุดในทุกสายพันธุ์ แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่อไตรโคมมีสีขาวขุ่นและเหลืองอำพันซึ่งเป็นไปตามรายงานก่อนหน้านี้ที่ระบุไว้ว่าช่วงที่เหมาะสมต่อการตัดช่อดอก คือ ช่วงที่สีไตรโคมเป็นสีขาวขุ่นไปจนถึงสีเหลืองอำพัน การตรวจสอบนี้ แสดงให้เห็นว่า ช่วงที่เหมาะสมต่อการตัดช่อดอกกัญชาของสายพันธุ์ฝอยทองภูผาผลและสกลคือช่วงที่สีไตรโคมมีสีเหลืองอำพัน ในขณะที่การตัดช่อดอกสายพันธุ์หางกระรอกควรตัดในระยะที่ไตรโคมมีสีขาวขุ่น แต่อย่างไรก็ตาม การตัดช่อดอกที่ยังใสอยู่นั้นจะได้เปอร์เซ็นต์ CBD ที่สูง กว่าการตัดในช่วงอื่น ซึ่งสิ่งนี้แสดงให้เห็นว่า ช่วงอายุเก็บเกี่ยวหรือสีของไตรโคมที่ช่วงอายุต่างกันมีผลต่อระดับสารสำคัญของกัญชา รวมทั้งสายพันธุ์ของกัญชาก็เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อระดับสารสำคัญในช่อดอกกัญชาด้วย เมื่อวิเคราะห์สารด้าน Bioactive จากชิ้นส่วนของกัญชา เพื่อหาความเข้มข้นของปริมาณสารออกฤทธิ์ที่เป็น CBD และ THC ที่จากส่วนต่างๆของกัญชา พบว่า CBD และ THC มีมากที่สุดในช่อดอก ใบ และราก ตามลำดับ นอกจากนี้ยังไม่มีสารเคมีตกค้าง และไม่มีโลหะหนักในชิ้นส่วนของกัญชาที่ประกอบด้วย ราก ใบ และ ช่อดอกอีกด้วย ดังนั้นการปลูกกัญชาในรูปแบบของงานทดลองของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีจึงเป็นระบบการปลูกกัญชาระบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ และมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้เพื่อปลูกกัญชาทางการแพทย์ได้อย่างปลอดภัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

Aluko, R. E. (2017). Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) Proteins: Composition, structure, enzymatic modification, and functional or bioactive properties. In Sustainable protein sources (pp. 121-132). Academic Press.

Andre, C. M., Hausman, J. F. and Guerriero, G. (2016). *Cannabis sativa*: The plant of the thousand and one molecules. Frontiers in plant science. 7. 19.

Arroyo, M.T.K., Mihoc, P., Pliscoff, P. and Arroyo-Kalin, M. (2005). The Magellanic moorland. P. 424-445 in L.H. Fraser and P.A. Keddy (eds.). The World's Largest Wetlands: Ecology and Conservation. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Bao Q., Liu H., Fu K., Zhang C., Wang C., Feng Y. (2014). Hemp Bast Fiber Extract with Antibacterial Activity, Preparation Method and Application of Hemp Bast Fiber Extract. Patent publication number CN104018343A. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Bouloc, P., Allegret S., Arnaud L. (2013). Hemp: Industrial Production and Uses. Wallingford, CT: CABI Publishing.

Brazaityte, A., Duchovskis, P., Urbonaviciute, A., Samuoliene, G., Jankauskiene, J., Kasiuleviciute-Bonakere, A., Bliznikas, Z., Nivickovas, A., Breive, K. and Žukauskas, A. (2009). The effect of light-emitting diodes lighting on cucumber transplants and after-effect on yield. Zemdirbyste-Agriculture. 96(3). 102-118.

Cervantes, J. (2006). Marijuana Horticulture: The indoor/outdoor medical grower's bible. Van Patten Publishing.

Coffman, C. B. and Gentner, W. A. (1979). Greenhouse propagation of Cannabis Sativa L. by vegetative cuttings. Economic Botany, 33(2), 124-127.

Dailynews. 2021. กาบมะพร้าวสับ รักษาความชื้น (Online). Available: https://www.dailynews.co.th/article/829624

De Meijer, E. P. M., Hammond, K. M. and Micheler, M. (2009). The inheritance of chemical phenotype in Cannabis sativa L.(III): variation in cannabichromene proportion. Euphytica. 165(2). 293-311.

De Petrocellis, L., Orlando, P., Moriello, A. S., Aviello, G., Stott, C., Izzo, A. A. and Di Marzo, V. (2012). Cannabinoid actions at TRPV channels: effects on TRPV3 and TRPV4 and their potential relevance to gastrointestinal inflammation. Acta physiologica, 204(2), 255-266.

ElSohly, M. A. and Slade, D. (2005). Chemical constituents of marijuana: the complex mixture of natural cannabinoids. Life sciences, 78(5). 539-548.

Englund, A., M Stone, J. and D Morrison, P. (2012). Cannabis in the arm: what can we learn from intravenous cannabinoid studies?. Current pharmaceutical design, 18(32), 4906-4914.

Fellermeier, M. and Zenk, M. H. (1998). Prenylation of olivetolate by a hemp transferase yields cannabigerolic acid, the precursor of tetrahydrocannabinol. FEBS letters, 427(2), 283-285.

Gu L. F. (2006). Surgical Sewing Free Zipper Made of Antibiotic Material Hemp Fiber. Patent publication number CN 2829641 Y. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Gutiérrez, A. and Jose, C. (2005). Chemical characterization of pitch deposits produced in the manufacturing of high-quality paper pulps from hemp fibers. Bioresource technology. 96(13). 1445-1450.

Hillig, K. W. and Mahlberg, P. G. (2004). A chemotaxonomic analysis of cannabinoid variation in Cannabis (*Cannabaceae*). American journal of botany, 91(6), 966-975.

Hood, G. (2008). Don't confuse sphagnum moss with peat moss. Journal of the Bromeliad Society, 58(5), 225-226.

Horticulture Lighting. (2020). The Ideal LED Grow Light Spectrum for Plants (Online). Available: https://bioslighting.com/horticulture-lighting/grow-light-spectrum-led-plants/

Joy, J. E., Watson, S. J., & Benson, J. A. (1999). Marijuana and medicine. Assessing the Science Base. Washington DC: National Academy.

Kayis, S. A., Hakki, E. E. and Pinarkara, E. (2010). Comparison of effectiveness of ISSR and RAPD markers in genetic characterization of seized marijuana (*Cannabis sativa* L.) in Turkey. African journal of agricultural research. 5(21). 2925-2933.

Louis, B. W. S. (2018). Cannabis nutrition. Cannabis: A Clinician's Guide, 31.

Marsh, G. (2003). Next step for automotive materials. Materials today. 4(6). 36-43.

Mason, J. (2003). Sustainable agriculture. Landlinks Press.

Massa, G. D., Kim, H. H., Wheeler, R. M. and Mitchell, C. A. (2008). Plant productivity in response to LED lighting. HortScience. 43(7). 1951-1956.

Massi, P., Valenti, M., Vaccani, A., Gasperi, V., Perletti, G., Marras, E., Fezza, F., Maccarrone, M. and Parolaro, D. (2008). 5-Lipoxygenase and anandamide hydrolase (FAAH) mediate the antitumor activity of cannabidiol, a non-psychoactive cannabinoid. Journal of neurochemistry, 104(4), 1091-1100.

McPartland, J. M. (2017). *Cannabis sativa* and *Cannabis indica* versus "Sativa" and "Indica". In Cannabis sativa L.-botany and biotechnology (pp. 101-121). Springer, Cham.

McPartland, J. M. and Small, E. (2020). A classification of endangered high-THC cannabis (*Cannabis sativa* subsp. *indica*) domesticates and their wild relatives. PhytoKeys, 144, 81.

McPartland, J. M., Clarke, R. C. and Watson, D. P. (2000). Hemp diseases and pests: management and biological control: an advanced treatise. CABI.

Michaelis, D. (2019): The Sphagnum Species of the World (Sphagnum bible: keys for all peat moss species by continents, and Sphagnum species lists for 20 phytogeographic regions of the world). Schweizerbart.

Mitchell, C. A., Both, A. J., Bourget, C. M., Burr, J. F., Kubota, C., Lopez, R. G., Morrow, R. C. and Runkle, E. S. (2012). LEDs: The future of greenhouse lighting!. Chronica Horticulturae, 52(1). 6-12.

Mitr Phol ModernFarm. (2019). Filter Cake ตัวช่วยปรับปรุงดินชั้นเลิศ (Online). Available: http://www.mitrpholmodernfarm.com/news/2019/09/filter-cake-%E0%B8%95%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B8%8A%E0%B9%88%E0%B8%A7%E0%B8%A2%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B8%87%E0%B8%94%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%8A%E0%B8%B1%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%A8

Mölleken, H. and Theimer, R. R. (1997). Survey of minor fatty acids in *Cannabis sativa* L. fruits of various origins. Journal of the International Hemp Association, 4(1), 13-17.

Nabissi, M., Morelli, M. B., Santoni, M. and Santoni, G. (2013). Triggering of the TRPV2 channel by cannabidiol sensitizes glioblastoma cells to cytotoxic chemotherapeutic agents. Carcinogenesis, 34(1), 48-57.

Nanya, K., Ishigami, Y., Hikosaka, S. and Goto, E. (2012). Effects of blue and red light on stem elongation and flowering of tomato seedlings. In VII International Symposium on Light in Horticultural Systems. 956. 261-266.

Office of the cane and sugar board. (n.d.). การปรับปรุงดินที่ใช้ ปลูกอ้อยด้วยอินทรียวัตถุ. Available: http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/144-4003.pdf

Olle, M., and Viršile, A. (2013). The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. Agricultural and food science. 22(2). 223-234.

Pertwee, R. G. (2009). Emerging strategies for exploiting cannabinoid receptor agonists as medicines. British journal of pharmacology, 156(3), 397-411.

Rätsch, C. (2001). Marijuana medicine: a world tour of the healing and visionary powers of cannabis. Inner Traditions/Bear & Co.

Resin, H. (2014). "5 Differences Between Sativa and Indica". High Times. Archived from the original on 16 July 2015. Retrieved 15 July 2015.

Rosenthal, E. (Ed.). (2010). The big book of buds: More marijuana varieties from the world's great seed breeders (Vol. 4). Ed Rosenthal.

Russo, E. B., Jiang, H. E., Li, X., Sutton, A., Carboni, A., Del Bianco, F., Mandolino, G., Potter, D. J., Zhao, Y. X., Bera, S., Zhang, Y. B., Lü, E. G., Ferguson, D. K., Hueber, F., Zhao, L. C., Liu, C. J., Wang, Y. F. and Li, C. S. (2008). Phytochemical and genetic analyses of ancient cannabis from Central Asia. Journal of experimental botany. 59(15). 4171-4182.

Salentijn, E. M., Zhang, Q., Amaducci, S., Yang, M. and Trindade, L. M. (2015). New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. Industrial crops and products, 68, 32-41.

Shrivastava, A., Kuzontkoski, P. M., Groopman, J. E. and Prasad, A. (2011). Cannabidiol induces programmed cell death in breast cancer cells by coordinating the cross-talk between apoptosis and autophagy. Molecular cancer therapeutics, 10(7), 1161-1172.

Skoglund, G., Nockert, M. and Holst, B. (2013). Viking and early Middle Ages northern Scandinavian textiles proven to be made with hemp. Scientific reports. 3(1). 1-6.

Stafford, P. (2013). Psychedelics encyclopedia. Ronin Publishing.

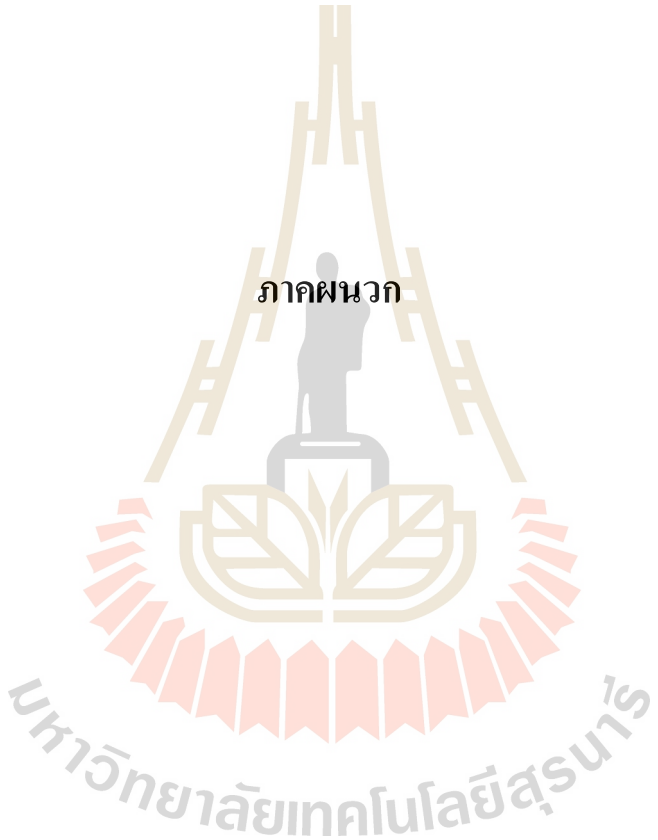
Stearn, W. T. (1973). Botanical Latin. Botanical Latin., (Ed. 2).

Velasco, G., Sánchez, C. and Guzmán, M. (2012). Towards the use of cannabinoids as antitumour agents. Nature Reviews Cancer, 12(6), 436-444.

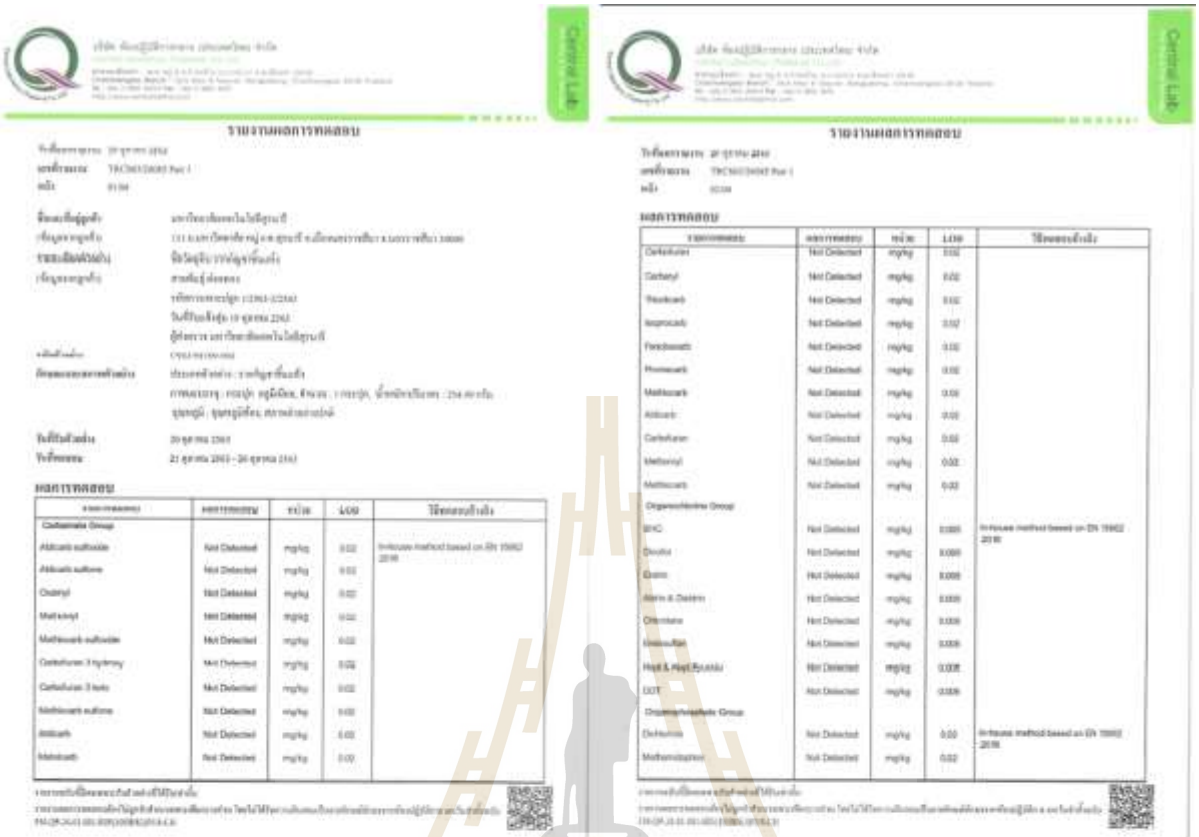
Zhang, L. G., Chang, Y., Zhang, X. F., Guan, F. Z., Yuan, H. M., Yu, Y. and Zhao, L. J. (2014). Analysis of the genetic diversity of Chinese native Cannabis sativa cultivars by using ISSR and chromosome markers. Genetics and Molecular Research. 13(4). 490-500.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

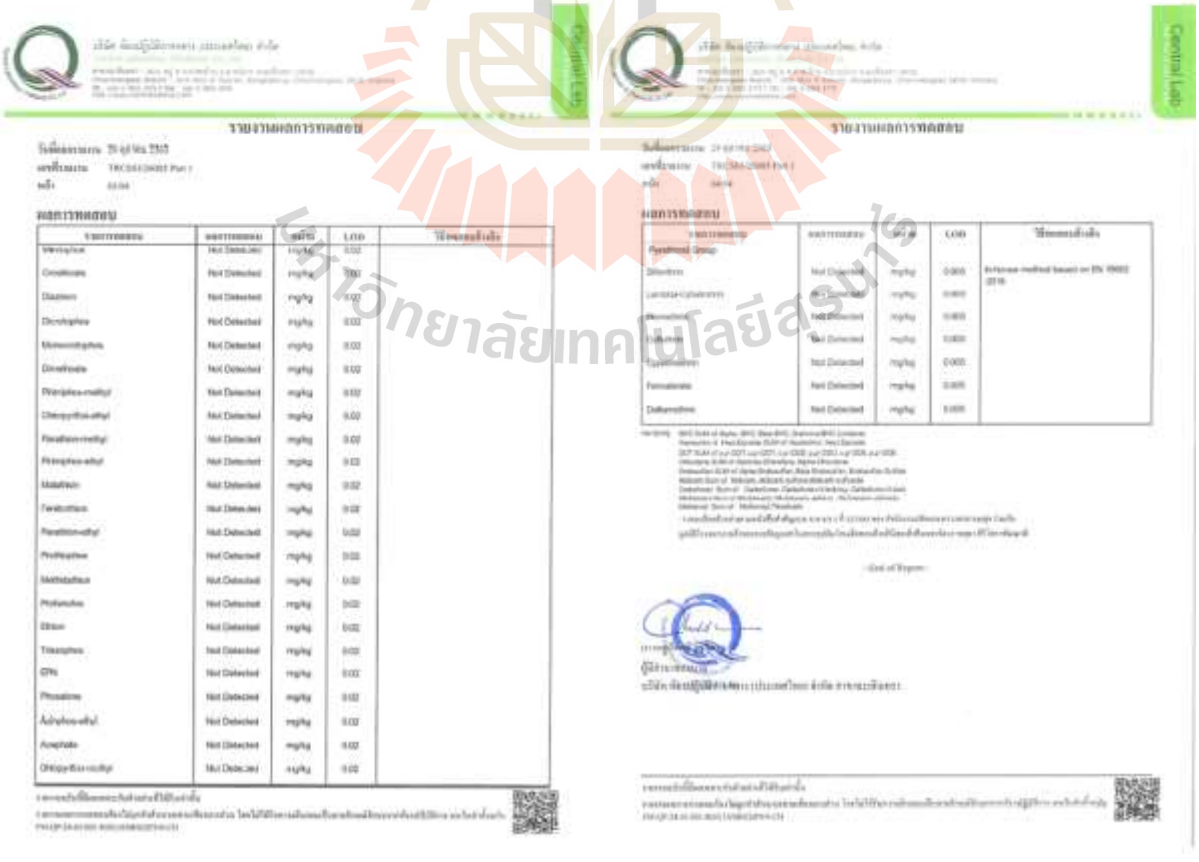
ภาคผนวก



ภาคผนวก



รายงานผลการทดสอบ



รายงานผลการทดสอบ

ภาคผนวก 1 แสดงผลการวิเคราะห์สารเคมีตกค้างจากชิ้นส่วนของรากกัญชา

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

Central Lab

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 29 ตุลาคม 2563
เลขที่รายงาน TRCS63/26085 Part 2
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
(ข้อมูลจากลูกค้า)	111 ถ.มหาวิทยาลัย หมู่ 6 ต.สุรนารี อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000
รายละเอียดตัวอย่าง	ชื่อวัตถุดิบ รากกัญชาชิ้นแห้ง
(ข้อมูลจากลูกค้า)	สายพันธุ์ ฝอยทอง
	รหัสการเพาะปลูก 1/2563-2/2563
	วันที่รับแจ้งสุ่ม 19 ตุลาคม 2563
	ผู้ส่งตรวจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รหัสตัวอย่าง	CS63/08100-003
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : รากกัญชาชิ้นแห้ง
	ภาชนะบรรจุ : กระปุก อลูมิเนียม, จำนวน : 1 กระปุก, น้ำหนักปริมาตร : 254.99 กรัม
	อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	20 ตุลาคม 2563
วันที่ทดสอบ	22 ตุลาคม 2563 - 26 ตุลาคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย		วิธีทดสอบอ้างอิง
Arsenic (As)	0.020	mg/kg	0.003	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01
Cadmium (Cd)	Not Detected	mg/kg	0.003	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01
Lead (Pb)	Not Detected	mg/kg	0.005	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01
Mercury (Hg)	<0.020	mg/kg	0.005	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01

หมายเหตุ : LOQ (Limit of Quantitation) for Arsenic (As) = 0.015 mg/kg, Mercury (Hg) = 0.020 mg/kg

: รายละเอียดตัวอย่างตามคำขอใช้บริการ ร.ย.4-3-2 ที่ 32/2563 ของ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข ร่วมกับ

บุคลิกโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศรในพระบรมราชูปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าพัชรกิติยาภา สิริโสภาพัณณวดี

~End of Report~

(นายชูเกียรติ แสงสม)
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาฉะเชิงเทรา

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R05(15/08/63)P1/1-CH

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก 2 แสดงผลการวิเคราะห์สารโลหะหนักจากชิ้นส่วนของรากกัญชา

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.
สาขาฉะเชิงเทรา : 36/6 หมู่ 6 ตำบลท่าไข่ อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา 24130
Chachoengsao Branch : 36/6 Moo 6 Tasai-tai, Bangkakeng, Chachoengsao 24130 Thailand
Tel : (66) 0 3853 3476-9 Fax : (66) 0 3853 3475
http://www.centralbkk.com

Central Lab

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 29 ตุลาคม 2563
เลขที่รายงาน TRCS63/26085 Part 3
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
(ข้อมูลจากลูกค้า)	111 ถ.มหาวิทยาลัย หมู่ 6 ต.สุรนารี อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000
รายละเอียดตัวอย่าง	ชื่อวัตถุดิบ รากกัญชาอบแห้ง
(ข้อมูลจากลูกค้า)	สายพันธุ์ ฝอยทอง
	รหัสการเพาะปลูก 1/2563-2/2563
	วันที่รับแห้งสุ่ม 19 ตุลาคม 2563
	ผู้ส่งตรวจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รหัสตัวอย่าง	CS63/08100-003
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : รากกัญชาอบแห้ง
	ภาชนะบรรจุ : กระปุก อลูมิเนียม, จำนวน : 1 กระปุก, น้ำหนักปริมาตร : 254.99 กรัม,
	อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	20 ตุลาคม 2563
วันที่ทดสอบ	21 ตุลาคม 2563 - 02 พฤศจิกายน 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Cannabinoids				
Tetrahydrocannabinol (THC)	0.0069	%(w/w)	-	Analysed by HPLC-DAD/MSD
Cannabidiol (CBD)	0.00081	%(w/w)	-	

หมายเหตุ : รายละเอียดตัวอย่างตามหนังสือสำคัญแบบ ย.ท.43-2 ที่ 32/2563 ของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ร่วมกับ
ดูดมิริโรงพยาบาลพระจอมเกล้าพระนครในพระบรมราชูปถัมภ์ศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สิริโภคาพัฒนาลี

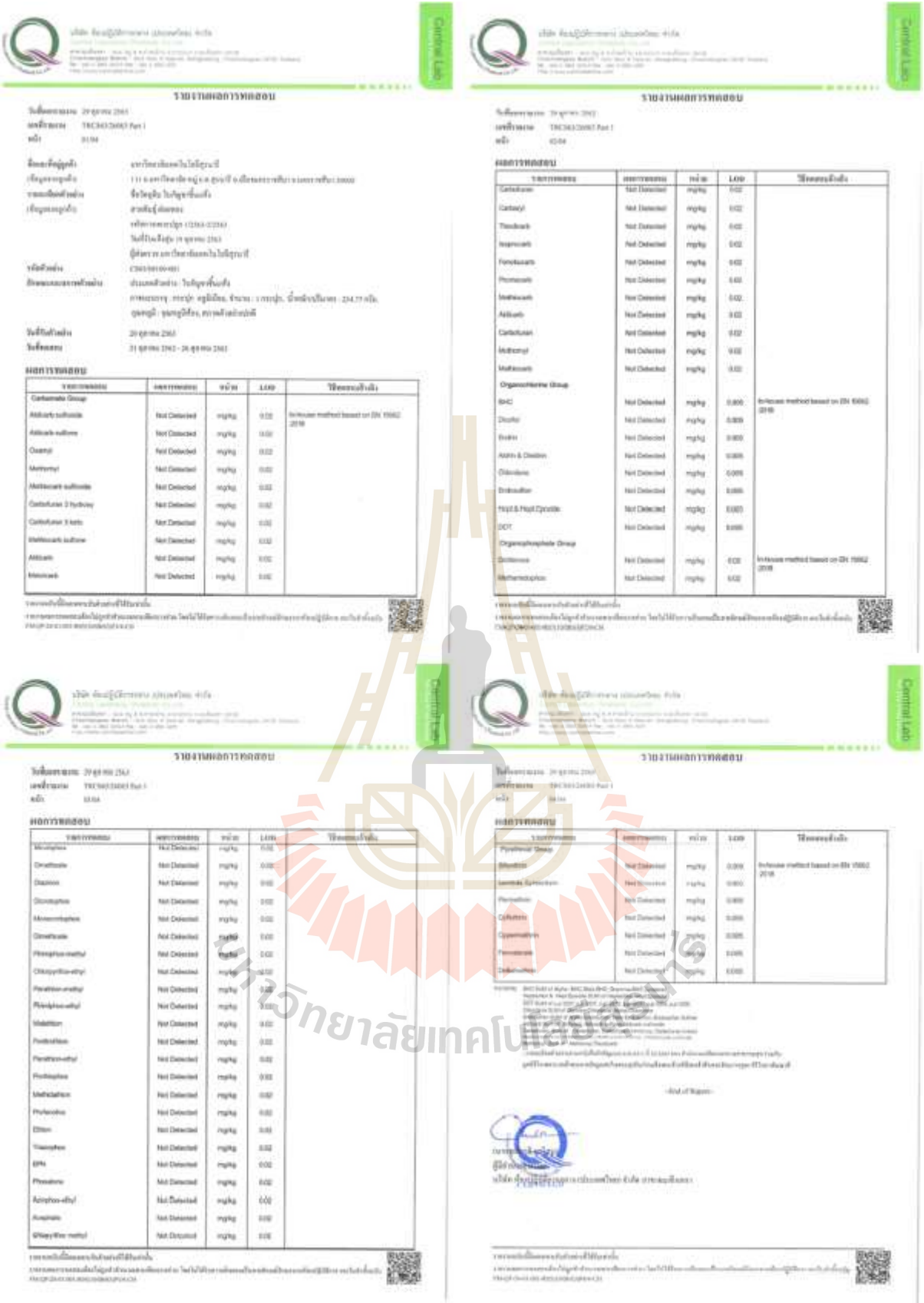
-End of Report-

(นายชูเกียรติ [illegible])
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาฉะเชิงเทรา

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาบางส่วน โดยไม่ได้รับความเห็นชอบเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ และต้องทำทั้งฉบับ
TM-QP-24-01-001-R05(1008/63)P1/1-CH

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก 3 แสดงผลการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปริมาณสารออกฤทธิ์ที่เป็น CBD และ THC จากชิ้นส่วนของรากกัญชา



ภาคผนวก 4 แสดงผลการวิเคราะห์สารเคมีตกค้างจากชิ้นส่วนของใบกัญชา

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขาฉะเชิงเทรา : 38/8 หมู่ 6 ต.ท่าไข่ อ.เมืองฉะเชิงเทรา จ.ฉะเชิงเทรา 24130
Chachoengsao Branch : 38/8 Moo 6 Tambon Bangkaeng, Chachoengsao 24130 Thailand
โทร : 0 3851 3474-5 โทรสาร : 0 3851 3475
http://www.centrallabthai.com

Central Lab

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 27 ตุลาคม 2563
เลขที่รายงาน TRCS63/26083 Part 2
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
(ข้อมูลจากลูกค้า)	111 ถ.มหาวิทยาลัย หมู่ 6 ต.สุรนารี อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000
รายละเอียดตัวอย่าง	ชื่อวัตถุดิบ ใบกัญชาชิ้นแห้ง
(ข้อมูลจากลูกค้า)	สายพันธุ์ ฝอยทอง
	รหัสการเพาะปลูก 1/2563-2/2563
	วันที่รับแช่อุ่น 19 ตุลาคม 2563
	ผู้ส่งตรวจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รหัสตัวอย่าง	CS63/08100-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : ใบกัญชาชิ้นแห้ง
	สภาพบรรจุ : กระปุก อลูมิเนียม, จำนวน : 1 กระปุก, น้ำหนักปริมาตร : 254.77 กรัม.
	อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	20 ตุลาคม 2563
วันที่ทดสอบ	22 ตุลาคม 2563 - 26 ตุลาคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย		วิธีทดสอบอ้างอิง
Arsenic (As)	<0.015	mg/kg	0.003	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01
Cadmium (Cd)	Not Detected	mg/kg	0.003	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01
Lead (Pb)	0.015	mg/kg	0.005	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01
Mercury (Hg)	Not Detected	mg/kg	0.005	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01

หมายเหตุ LOQ (Limit of Quantitation) for Arsenic (As) = 0.015 mg/kg, Lead (Pb) = 0.015 mg/kg
: รายละเอียดตัวอย่างตามหนังสือสำคัญแนบ ธ.ส.4/5-2 ที่ 33/2563 ของสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดนครราชสีมา ร่วมกับ
มูลนิธิโครงการหลวงเพื่อการศึกษาในพระบรมราชินีนาถ ศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรหนองกวาง ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สิริโสภาพัณณวดี

--End of Report--

(นายชูเกียรติ [illegible])
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาฉะเชิงเทรา

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบห้ามลูกค้านำไปอ้างอิงเพื่อการโฆษณาไม่ว่ากรณีใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นจะได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
FM-QP-24-01-001-R05(19/08/63)P1/1-CH

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก 5 แสดงผลการวิเคราะห์สารโลหะหนักจากชิ้นส่วนของใบกัญชา

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขาฉะเชิงเทรา : 26/6 หมู่ 8 ต.คลองอุดมชลจร อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา 24130
Chachoengsao Branch : 26/6 Moo 8 Tasa-on, Bangpakong, Chachoengsao 24130 Thailand
Tel : 0 3852 3474-9 Fax : 0 3852 3475
http://www.centralthai.com

Central Lab

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 29 ตุลาคม 2563
เอกสารรายงาน TRCS63/26083 Part 3
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
(ข้อมูลจากลูกค้า)	111 ถ.มหาวิทยาลัย หมู่ 6 ต.สุรนารี อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000
รายละเอียดตัวอย่าง	ชื่อวัตถุดิบ: ใบกัญชาชิ้นแห้ง
(ข้อมูลจากลูกค้า)	สายพันธุ์ ห้อยทอง
	รหัสการเพาะปลูก 1/2563-2/2563
	วันที่รับแจ้งสุ่ม 19 ตุลาคม 2563
	ผู้ส่งตรวจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รหัสตัวอย่าง	CS63/08100-001
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : ใบกัญชาชิ้นแห้ง
	ภาชนะบรรจุ : กระปุก อลูมิเนียม, จำนวน : 1 กระปุก, น้ำหนักปริมาตร : 254.77 กรัม,
	อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	20 ตุลาคม 2563
วันที่ทดสอบ	21 ตุลาคม 2563 - 02 พฤศจิกายน 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย		วิธีทดสอบอ้างอิง
Cannabinoids				
Tetrahydrocannabinol (THC)	0.08	%(w/w)	-	Analysed by HPLC-DAD/MSD
Cannabidiol (CBD)	0.067	%(w/w)	-	

หมายเหตุ : ...

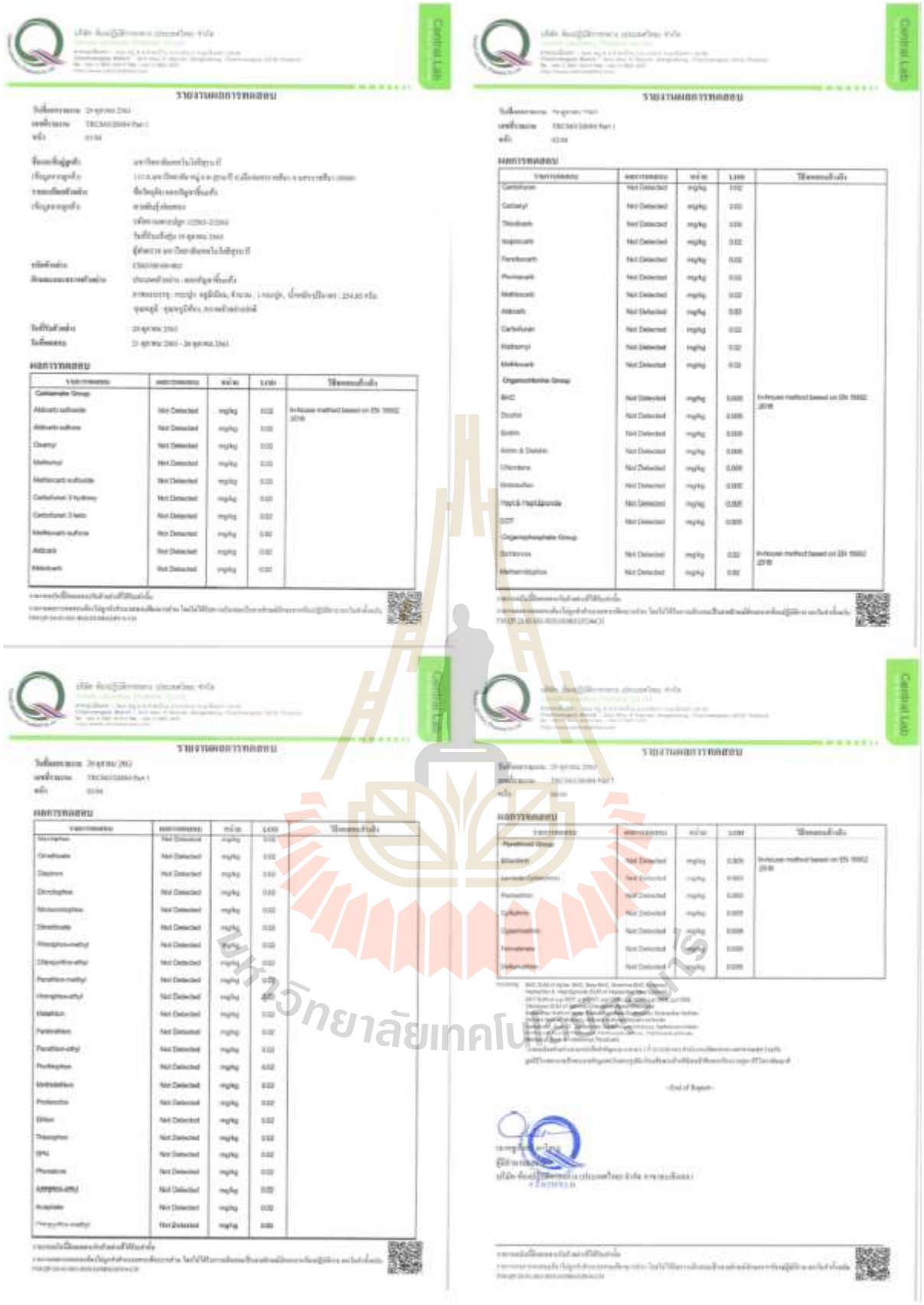
-End of Report-

(นาย...)
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาฉะเชิงเทรา
CERTIFIED

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานฉบับนี้ผลเฉพาะกับตัวอย่างที่ได้รับเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเผยแพร่บางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ตรวจสอบได้ที่นี่
FM-QP-24-01-001-R05(10/08/63)P1/1-CH

ภาคผนวก 6 แสดงผลการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปริมาณสารออกฤทธิ์ที่เป็น CBD และ THC จากชิ้นส่วนของใบกัญชา



ภาคผนวก 7 แสดงผลการวิเคราะห์สารเคมีตกค้างจากชิ้นส่วนของช่อดอกกัญชา

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 29 ตุลาคม 2563
เลขที่รายงาน TRCS63/26084 Part 2
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ผู้ลูกค้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
(ข้อมูลจากลูกค้า) 111 ถ.มหาวิทยาลัย หมู่ 6 ต.สุรนารี อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000
รายละเอียดตัวอย่าง ชื่อวัตถุดิบ ดอกกัญชาอบแห้ง
(ข้อมูลจากลูกค้า) สายพันธุ์ ฝอยทอง
รหัสการเพาะปลูก 1/2563-2/2563
วันที่รับแจ้งชุ่น 19 ตุลาคม 2563
ผู้ส่งตรวจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รหัสตัวอย่าง CS63/08100-002
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : ดอกกัญชาอบแห้ง
สภาพบรรจุ : กระปุก อลูมิเนียม, จำนวน : 1 กระปุก, น้ำหนักบรรจุ : 254.85 กรัม
อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง 20 ตุลาคม 2563
วันที่ทดสอบ 22 ตุลาคม 2563 - 26 ตุลาคม 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย		วิธีทดสอบอ้างอิง
Arsenic (As)	<0.015	mg/kg	0.003	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01
Cadmium (Cd)	Not Detected	mg/kg	0.003	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01
Lead (Pb)	Not Detected	mg/kg	0.005	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01
Mercury (Hg)	Not Detected	mg/kg	0.005	In-house method TE-CH-193 based on AOAC (2019) 2015.01

หมายเหตุ: LOQ (Limit of Quantitation) for Arsenic (As) = 0.015 mg/kg

--End of Report--

(นายธนิต [illegible])
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาชะอำ-หัวหิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก 8 แสดงผลการวิเคราะห์สารโลหะหนักจากชิ้นส่วนของช่อดอกกัญชา

บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Central Lab

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 29 ตุลาคม 2563
เลขที่รายงาน TRCS63/26084 Part 3
หน้า 01/01

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
(ข้อมูลจากลูกค้า)	111 อ.มหาวิทยาลัย หมู่ 6 ต.สุรนารี อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000
รายละเอียดตัวอย่าง	ชื่อวัตถุดิบ ดอกกัญชาชิ้นแห้ง
(ข้อมูลจากลูกค้า)	สายพันธุ์ Alooha
	รหัสการเพาะปลูก 1/2563-2/2563
	วันที่รับมอบตัวอย่าง 19 ตุลาคม 2563
	ผู้ส่งตรวจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รหัสตัวอย่าง	CS63/08100-002
ลักษณะและสภาพตัวอย่าง	ประเภทตัวอย่าง : ดอกกัญชาชิ้นแห้ง
	สภาพบรรจุ : กระปุก อลูมิเนียม, จำนวน : 1 กระปุก, น้ำหนักบริสุทธิ์ : 254.85 กรัม
	อุณหภูมิ : อุณหภูมิห้อง, สภาพตัวอย่างปกติ
วันที่รับตัวอย่าง	20 ตุลาคม 2563
วันที่ทดสอบ	21 ตุลาคม 2563 - 02 พฤศจิกายน 2563

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Cannabinoids				
Tetrahydrocannabinol (THC)	3.27	%(w/w)	-	Analysed by HPLC-DAD/MSD
Cannabidiol (CBD)	0.15	%(w/w)	-	

หมายเหตุ : ...

-End of Report-

(นายชูเกียรติ ...)
ผู้มีอำนาจลงนาม
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง(ประเทศไทย) จำกัด สาขานะเชิงทรา

...

FM-QP-24-03-001-R05(10/08/63)-CSI

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก 9 แสดงผลการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปริมาณสารออกฤทธิ์ที่เป็น CBD และ THC จากชิ้นส่วนของช่อดอกกัญชา

ประวัติผู้วิจัย

NAME : Nantakorn Boonkerd

POSITION : Professor

ADDRESS : School of Biotechnology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000,E-mail: nantakon@sut.ac.th

DATE OF BIRTH : October 15, 1942

EDUCATION : **Ph.D.** Soil Microbiology 1981,Texas A&M University, USA. Dissertation: Survival and Effectiveness Stability of Cowpea Rhizobium as Affected by Soil Temperature and Moisuture.

M.S. Soil Microbiology 1972, University of Maryland, USA. Thesis: Influence of *Rhizobium japonicum* Strains and Inoculation Methods in *Rhizobium* Free and *Rhizobium* Established Soils.

B.S. Soil Science 1966, Kasetsart University Thailand. Thesis: Decomposition of Municipal waste: II. Gaseous Ammonia Loss at Elevated Temperature.

EMPLOYMENT :

1993-Present School of Biotechnology, Institute of Agricutural Technology, Suranaree University of Technology

1966-1993 Department of Agricuture, Bangkok, Thailand.

1985-1993 Director of Biological Nitrogen Fixation Resource Center for South and Southeast Asia. Chief of Soil Microbiology Research Group and Research Leader in BNF. Responsible for researches in biological nitrogen fixation, especially in rhizobia and inoculant production.

1981-1985 Research Leader in *Rhizobium* and *Frankia.* Supervisor in industrial rhizobial inoculant production and quality control. Develope large scale inoculant production (200 tons/year) as well as small scale production.

1879-1981 Graduate Research Assistant study for Ph.D. at Texas A&M University College Station, Texas.

1973-1979 Research Leader in *Rhizobium* and inoculant production.

1970-1973 FAO Fellowship study for M.S. at Univetsity of Maryland, USA.

1966-1973 Research Leader in the use of *Rhizobium* to increase yield of economic legumes and green manuring legumes.