



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การผลิตกัญชงพืชทางเลือกของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์
เพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมด้วยนวัตกรรม

Hemp Production of Alternative Crops by Farmers in
Phetchabun Province for Industrial Benefits by Innovation

นุชจรี สิงห์พันธ์ และคณะ
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2566

รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การผลิตกัญชาพืชทางเลือกของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์
เพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมด้วยนวัตกรรม

Hemp Production of Alternative Crops by Farmers
in Phetchabun Province for Industrial Benefits by Innovation

นุชจรี สิงห์พันธ์	สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี อุตสาหกรรม
สุรเชษฐ เอี่ยมสำอาง	สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เสาวภา ชุมณี	สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นิสิต องอาจ	สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี อุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)

ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทสว.)

ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ 2566

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำให้แก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้ทุนอุดหนุนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.) ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (รหัสโครงการ 182069) ประจำปีงบประมาณ 2566 มา ณ ที่นี้ด้วย

นุชจรี สิงห์พันธ์ และคณะ

สิงหาคม 2566

ชื่องานวิจัย	การผลิตกล้วยงาช้างทางเลือกของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อประโยชน์ทาง อุตสาหกรรมด้วยนวัตกรรม
ผู้วิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นุชจรี สิงห์พันธ์
ผู้ร่วมวิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรเชษฐ เอี่ยมสำออง รองศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี พิมพันธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา ชุมณี ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิสิต งามอาจ
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์ สาขาวิชาเอกเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2566

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยการผลิตกล้วยงาช้างทางเลือกของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมด้วยนวัตกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อจำแนกความแตกต่างและศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกล้วยงาช้างในจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลอาร์เอฟดีเพื่อใช้ในการคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์ 2) เพื่อศึกษาการผลิตกล้วยงาช้างตามหลักการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ 3) เพื่อศึกษาระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงาช้างเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ และ 4) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มแคนาบินอยด์ในตัวอย่างกล้วยงาช้างประกอบด้วย 4 โครงการวิจัยย่อยดังนี้

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกล้วยงาช้างในจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลอาร์เอฟดี กล้วยงาช้าง เป็นไม้ล้มลุกมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์คล้ายกล้วยา แต่มีลักษณะแตกต่างกัน มีต่อมน้ำมันของกล้วยงาช้างมีน้อยกว่าต้นกล้วยา ลักษณะคล้ายคลึงกับต้นกล้วยาในด้านลักษณะทางพฤกษศาสตร์เท่านั้น กล้วยงาช้าง และ กล้วยา เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดมาจากพืชชนิดเดียวกัน การจำแนกความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาจึงทำได้ค่อนข้างยาก การใช้เครื่องหมายโมเลกุลจึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลอาร์เอฟดี จำแนกกล้วยงาช้างและกล้วยา 5 สายพันธุ์ 8 ตัวอย่าง โดยเพิ่มปริมาณขึ้นดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส ด้วยไพรเมอร์ชนิด OPX1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี unweighted pair-group method with arithmetic averaging (UPGMA) ผลการวิเคราะห์ดัชนีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมีค่าอยู่ในช่วง 1.00-7.00 จัดกลุ่มตาม SSR UPGMA dendrogram ได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ BLC-001 BLC-002 พื้นเมือง 2

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ พบพระ1 พบพระ2 พื้นเมือง1 กลุ่มที่ 3 ได้แก่ KU1 KU2 เครื่องหมายโมเลกุลอาร์เอพีดี สามารถจำแนกกล้วยงและกล้วยาได้ และสามารถพัฒนาเพื่อการปรับปรุงพันธุ์มีคุณภาพที่ดีต่อไป

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การผลิตกล้วยงตามหลักการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนานองค์ความรู้การผลิตกล้วยงเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติด้านการเพาะปลูกที่ดี หรือ GAP (Good Agricultural Practice; GAP) 2) เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตต้นพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อและการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเส้นใยด้วยระบบแปลงปลูกในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ และ 3) เพื่อศึกษาการผลิตกล้วยงต้นแบบที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรเพื่อการใช้ประโยชน์จากการศึกษาการผลิตกล้วยงตามหลักการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การผลิตกล้วยงเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติด้านการเพาะปลูกที่ดี หรือ GAP (Good Agricultural Practice; GAP) มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 3502-2561 การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร ขอบข่ายมาตรฐานครอบคลุมข้อกำหนดในข้อ 1-8 สำหรับกระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย ปลอดจากศัตรูพืชและคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ประกอบด้วย น้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเก็บรักษาและการขนย้ายผลิตผลภายในแปลง การบันทึกข้อมูล การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลคุณภาพ การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ระหว่างเดือนมีนาคม 2566 ถึงเดือนกรกฎาคม 2566 ณ โรงเรือนทดลองกล้วยง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พื้นที่ในการดำเนินโครงการ ประมาณ 1,200 ตารางเมตร ประกอบด้วยโรงเรือนแบบกึ่งปิด จำนวน 2 โรงเรือน

2. การปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเส้นใยด้วยระบบแปลงปลูกแบบ outdoor พื้นที่ 80 ตารางเมตร ดำเนินการเพาะปลูกเป็นระยะเวลา 90 วัน ระหว่างเดือนมีนาคม 2566 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 การปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเส้นใยด้วยระบบแปลงปลูกในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ดำเนินการตามเอกสารคู่มือการปลูกเหมพ์เพื่อผลิตเส้นใยภายใต้ระบบควบคุม จัดทำโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ทำการปลูกเป็นแถว โดยมีระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถว 15-20 เซนติเมตร เมื่อต้นกล้วยงอายุประมาณ 10 วันหลังปลูก มีการปลูกซ่อมในบางหลุมที่ไม่งอก และเมื่อต้นกล้วยงมีอายุ 20-30 วันหลังปลูก ทำการถอนแยกในบางแถวที่มีต้นขึ้นหนาแน่นเกินไป กำจัดวัชพืชจะทำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต เมื่ออายุประมาณ 15-30 วัน เพื่อช่วยให้ต้นกล้วยงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ ในการทดลองครั้งนี้ใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน อัตรา 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จำนวน 3 ครั้ง เมื่อ

ต้นกัญชงอายุครบ 90 วัน ความสูงของต้นกัญชงประมาณ 2-3 เมตร ดำเนินการเก็บเกี่ยวและลอกเปลือกต้นกัญชง ทำการตัดลำต้นชิดดินหรือสูงจากพื้นดินประมาณ 5-10 เซนติเมตร ธิบใบกัญชงออกให้หมด เหลือแต่ลำต้นการทำเส้นใยด้วยกัญชงเพื่อใช้สอยในครัวเรือนหรืองานหัตถกรรมหลังจากเก็บเกี่ยวควรนำต้นกัญชงไปตากแดด ประมาณ 4-5 วัน แลวนำมาลอกเปลือกด้วยมือ

3. การผลิตต้นพันธุ์กัญชงในสภาพปลอดเชื้อ นำเนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดและตาข้างของกัญชงเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารแข็ง MS ดัดแปลงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า สารควบคุมการเจริญเติบโต BA ที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้ จำนวนยอด ในขณะที่ สารควบคุมการเจริญเติบโต BA ที่ระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ส่งผลให้จำนวนข้อ และจำนวนใบสูงที่สุด ตามลำดับ ในขณะที่เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดและตาข้างของกัญชงเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารแข็ง MS ดัดแปลงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ทุกการทดลองไม่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากในต้นอ่อนกัญชงในสภาพปลอดเชื้อ จึงไม่สามารถนำออกปลูกในสภาวะแวดล้อมภายนอกได้

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การพัฒนาวิธีการทดสอบปริมาณสารสำคัญในกัญชงและผลิตภัณฑ์จากกัญชง กัญชงเป็นพืชสมุนไพรที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เนื่องจากอุดมไปด้วยแคนนาบินอยด์ซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพ ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มแคนนาบินอยด์ จึงมีความจำเป็นสำหรับการควบคุมคุณภาพของตัวอย่างกัญชง การศึกษาในงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาวิธี HPLC-DAD สำหรับการวิเคราะห์เชิงปริมาณสาร CBD, CBDA, THC, THCA และ CBG ตัวอย่างพืชถูกนำมาทำให้แห้ง ทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน และสกัดด้วยการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงร่วมด้วย (Ultrasound-assisted extraction ,UAE) สภาวะการสกัดที่เหมาะสมคือใช้เวลา 20 นาที กำลังไฟ 200 W และเอทานอล 80% การแยกทางโครมาโตกราฟีของสารที่วิเคราะห์ด้วยคอลัมน์ Bolimate LC-C18 ระบบการชะด้วยอัตราส่วนของตัวทำละลายคงที่ ด้วยสารละลายกรดฟอร์มิกความเข้มข้น 0.1% และอะซีโตนไทรล์ (อัตราส่วน 30:70 %v/v) เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์เท่ากับ 26 นาที และตั้งความยาวคลื่นที่ 210

นาโนเมตรสำหรับ CDB, CBG และ THC และ 220 นาโนเมตรสำหรับ CBDA และ THCA วิธีการนี้มีความเฉพาะเจาะจง รวดเร็ว ความแม่นยำและความเที่ยง การทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์เป็นไปตามหลักเกณฑ์ของ AOAC สารกลุ่มแคนนาบินอยด์ทั้งหมดแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นในช่วงความเข้มข้น 0.5-100 $\mu\text{g/mL}$ และมีค่า R2 มากกว่า 0.995 วิธีการวิเคราะห์แสดงถึงมี

เที่ยง ($RSD < 2.43 \%$) และความแม่นยำ ($\%$ การกลับคืนของการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 89.43-104.05 เปอร์เซ็นต์) วิธีการวิเคราะห์ที่นำเสนอใช้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างช่อดอกกล้วยงจำนวน 5 ตัวอย่างได้ผลมีความสำเร็จเป็นอย่างดี

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 ระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนา ระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย เกษตรกรที่ขออนุญาตปลูกกล้วยงเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม ตั้งเวลาเปิด ปิดการทำงานของระบบแสงสว่างในโรงเรือนสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยของหลอดแอลอีดี ตั้งแต่เวลา 18.00 น.ถึงเวลา 02.00 น.รวมการทำงานของหลอดแอลอีดี 8 ชั่วโมงของแต่ละวัน ซึ่งระบบควบคุมแสงสว่างสามารถทำงานได้ตรงวัน เวลาได้ปกติ ค่าความสว่างของโรงเรือนเฉลี่ยอยู่ที่ 6,500 ลักซ์ ต่อตารางเมตรซึ่งระบบควบคุมการทำงานและตัวทามเมอร์และระบบป้องกันการทำงานทำงานปกติ ตั้งเวลาการทำงานของระบบการให้น้ำในโรงเรือนสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยตั้งแต่เวลา 08.00 น.ถึงเวลา 08.15 น.รวมการทำงานของระบบการให้น้ำ 15 นาทีของแต่ละวัน เครื่องทำงานปกติ ตั้งเวลาเปิด ปิดการทำงานของระบบควบคุมอากาศในโรงเรือนสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยของหลอดแอลอีดี ตั้งแต่เวลา 08.00 น.ถึงเวลา 16.00 น.รวมการทำงานของพัดลมกวนอากาศ 8 ชั่วโมงของแต่ละวัน ซึ่งระบบควบคุมอากาศสามารถทำงานได้ตรงวันใช้การประเมินคุณภาพ 2 ด้าน ผลสรุปในการประเมินในแต่ละด้านมีดังนี้ คือ ด้านรูปแบบ ได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.51อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ด้านการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.71 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และผลรวมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.61อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

คำสำคัญ: กล้วยง, พืชทางเลือก, อุตสาหกรรม

Research Title: Hemp Production of Alternative Crops by Farmers
in Phetchabun Province for Industrial Benefits by Innovation
Researcher Assistant Professor Dr. Nootjaree Singphan
Co-researcher Assistant Professor Dr. Surachest Aiumsumang
Associated. Prof. Dr. Sumalee Phimphan
Assistant Professor Dr. Saowapa Chumanee
Assistant Professor Nisit Ong-art
Department Agriculture
Phetchabun Rajabhat University **Year** 2023

Abstract

The objectives of Hemp Production of Alternative Crops by Farmers in Phetchabun Province for Industrial Benefits by Innovation were. 1) to identified genetic diversity of Hemp in Phetchabun Province using by RAPD marker, 2) to study of hemp production according to Good Agricultural Practice for industrial benefits of farmers in Phetchabun Province, 3) to study method development for Quantitative testing of Hemp active substances and Hemp products and 4) to study smart greenhouse control system for growing hemp to seeds and fiber production. There are 4 sub projects in these studies.

Sub Project 1: Genetic diversity of Hemp in Phetchabun Province using by RAPD marker. Hemp is a herbaceous plant whose botanical characteristics are similar to Cannabis, but they are fewer hemp oil glands than the hemp plant. It resembles the Cannabis plant only in terms of its botanical characteristics. The plants that originate from the same plant. Morphological differentiation is therefore quite difficult. The use of molecular markers is therefore an effective method by using the molecular marker RAPD in identify five cannabis cultivars and eight samples for increasing the amount of DNA fragments by polymerase chain reaction with OPX1 type primers. The genetic associations were analyzed by unweighted pair-group method with arithmetic averaging (UPGMA). The results of the genetic proximity index analysis of coffee were in the range of 1.00 -7.00. Grouped according to the SSR

UPGMA dendrogram into 3 groups, 1 includes BLC-001, BLC-002 and Culture2, 2 includes Phop Phra 1, Phop Phra 2 and Culture1 and 3 includes KU1 and KU2. The Molecular marker RAPD can distinguish hemp and marijuana and can be further develop for good quality in breeding.

Sub Project 2: Hemp Production according to Good Agricultural Practice for Industrial Benefits of Farmers in Phetchabun Province.

The objectives of this research were: 1) Develop knowledge on hemp production for medical and industrial benefits of farmers in Phetchabun Province that according to the principles and standards of good farming practices or GAP (Good Agricultural Practice; GAP), 2) to study the technology for producing seedlings in sterile conditions and growing hemp for fiber production using a planting system in Phetchabun province; and 3) to study the production of hemp prototypes suitable for farmers for use. From a study of hemp production according to good and appropriate agricultural production principles for the industrial benefit of farmers in Phetchabun Province. The results of the study are as follows.

1. Hemp production for medical and industrial benefits of farmers in Phetchabun Province that according to the standards for good cultivation practices or GAP (Good Agricultural Practice; GAP), agricultural product standards, TAS 3502-2018, Good Agricultural Practices for medicinal plants. The scope of the standard covers the requirements of items 1 -8 for the production process that produces safe products free from pests and of quality that is satisfactory to consumers, consisting of water, growing area, and use of agricultural hazardous substances, storing and transporting produce within the plot, data recording production was safe from pests. Managing the production process to produce quality products harvest and post-harvest practices. The hems were experimented between March 2023 and July 2023 at greenhouse. Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology Phetchabun Rajabhat University The project area was approximately 1,200 square meters, at 2 greenhouses.

2. Growing hemp to produce fiber with an outdoor planting system, area 80 square meters, cultivation for a period of 90 days between March 2023 and May 2023. Growing hemp to produce fiber with an outdoor planting system in the

Phetchabun province. Follow the documentation for growing hemp to produce fiber under a controlled system. Prepared by the Highland Research and Development Institute (Public Organization) planted in rows. There is a distance of 15-20 centimeters between the plants and between the rows. When the hemp plants are about 10 days old after planting, they are replanted in some holes that do not germinate. And when the hemp plants are 20-30 days old after planting, remove them separately in some rows where the plants grow too densely. Weed control is done during the first period of growth. When approximately 15-30 days old to help the hemp plants grow fully. In this experiment, vermicompost was used at the rate of 1 kilogram per square meter, 3 times when the hemp plants were 90 days old. The height of the hemp trees is approximately 2-3 meters. The hemp trees are harvested and peeled. Cut the stem close to the ground or about 5-10 centimeters above the ground. Remove all the hemp leaves. Only the trunk is left to make fiber with hemp for household use or handicrafts. After harvesting, the hemp plants should be dried in the sun for about 4-5 days, then peeled by hand.

3. Production of hemp plants in sterile conditions tissues from the shoot tip and lateral buds of hemp were cultured on modified MS solid formula along with different concentrations of the growth regulator BA. Culture was grown at 25 ± 2 °C, light intensity 1,000 lux, for 16 hours per day. Cultured for a period of 8 weeks, it was found that Growth regulator BA at a concentration of 1 mg/L resulted in the number of shoots, while growth regulator BA at a concentration of 5 mg/L and food formulas without added growth regulators. The resulting in the number of items and the highest number of leaves, respectively. Meanwhile, the tissues of the shoot tip and lateral buds of hemp were cultured on MS solid formula modified with different concentrations of the growth regulator NAA. Culture was grown at 25 ± 2 °C, light intensity 1,000 lux, for 16 hours per day. Cultured for a period of 8 weeks, it was found that every experiment had no effect on root induction in hemp seedlings under sterile conditions. Therefore, Seedling of hemp cannot be planted in the outside environment.

Sub Project 3: Method development for Quantitative testing of Hemp active substances and Hemp products. Hemp is a medicinal plant with health benefits.

Because it is rich in cannabinoids, which are biologically active. Therefore, cannabinoid content analysis is essential for quality control of hemp samples. This study aims to develop HPLC- DAD method for the determination of cannabidiol (CBD), cannabidiol acid (CBDA), Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC), Δ^9 -tetrahydrocannabinolic acid A (THCA), and cannabigerol (CBG). Plant material was dried, homogenized, and extracted by Ultrasound-assisted extraction (UAE) at optimum extraction conditions of 20 min time, 200 W power and 80% ethanol. Chromatographic separation of the analytes was achieved on a Bolimate LC-C18 column using isocratic elution with 0.1% formic acid and acetonitrile (30:70 %v/v). The analytical run time was 26 min, and analytes were detected at 210 nm for CBD, CBG and THC and 220 nm for CBDA and THCA. The method is selective, sensitive, accurate, and precise, confirmed through validation according to AOAC guidelines. All cannabinoids exhibited a linear relationship in the 0.5-100 $\mu\text{g/mL}$ concentration range with $R^2 > 0.995$. The method showed high precision (RSD < 2.43 %) and accuracy (% recovery in the range 89.43-104.05). The presented method was successfully applied to analyze the applicability of five hemp flower bouquet samples.

Sub Project 4: Smart Greenhouse Control System for Growing Hemp to Seeds and Fiber Production. This research aims to design and develop a smart house control system for Grow hemp to produce seeds and fibers. and to test performance And assess the satisfaction of the smart greenhouse control system for hemp cultivation for Seed and fiber production, Farmers who request permission to grow hemp for industrial use, Set the on-off time of the lighting system in the greenhouse for hemp cultivation for Seed production. Varieties and filaments of LED bulbs from 6:00 p.m. to 2:00 a.m., Including the operation of LED bulbs for 8 hours each day. Which the lighting control system can work on time and on time as usual. The average brightness of the house is 6,500 lux per square meter, Which the control system and timer and protection system work normally. Set the working time of the system. Watering in the greenhouses for hemp cultivation for seed and fiber production from 8:00 a.m. to 8:15 a.m., Including the operation of the watering system for 15 minutes each day. The machine is working normally, Set the on-off time of the air control system in the house. For growing hemp to produce seeds and

filaments of LED lamps From 8:00 a.m. to 8:15 a.m., Including the operation of the watering system for 15 minutes each day. The machine works normally, Set the time to turn on and off the air control system in the house for hemp cultivation to produce seeds and filaments of LED lamps from 8:00 a.m. to 4:00 p.m., Including the operation of the agitator fan 8 hours of the day In which the air control system can work on a day-to-day basis, Two aspects of quality assessment are used. The results of the assessment in each aspect are as follows: 4.51 In Criteria Very Good Usability The total average was 4.71, in a very good criterion, and the total average was at 4.61 In Criteria Very Good

Keywords: Hemp, alternative plants, Industries

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฅ
สารบัญ.....	๘
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 กัญชง.....	5
2.2 การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร.....	8
2.3 การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบในระดับยีนหรือดีเอ็นเอ.....	10
2.4 โรงเรือน.....	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	19
3.1 วิธีการทดลอง.....	19
3.2 สถานที่ดำเนินงาน.....	24
3.3 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	24
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	25
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	40
บรรณานุกรม.....	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กัญชง (Hemp) เป็นพืชในวงศ์ Cannabidaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cannabis sativa* L var. *sativa* (องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2544) จัดเป็นยาเสพติดให้โทษในประเภท 5 ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เดิมเป็นพืชที่ปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ตามวิถีของชาวไทยภูเขา ปัจจุบันมีการใช้กัญชงเป็นพืชเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมตัวใหม่นาคัดไกล ปลูกในพื้นที่เทากัน กัญชงสามารถมีรายได้มากกว่าการปลูกข้าวโพด 3-4 เท่า (พินิจ จันทร และคณะ, 2562) ที่สำคัญที่สุด การสกัดน้ำมันได้สารสำคัญที่ทำหน้าที่บำบัดอาการผิดปกติต่างๆ ของร่างกาย รวมทั้งเป็นการต้านอนุมูลอิสระที่เป็นบ่อเกิดของโรคมะเร็งได้เป็นอย่างดี

เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2559 คณะรัฐมนตรีให้ปลูกกัญชงได้ใน 6 จังหวัดภาคเหนือ เพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรม โดยเริ่มปลูกได้ในปี พ.ศ. 2560 จังหวัดเพชรบูรณ์มี 3 อำเภอที่สามารถปลูกได้ ได้แก่ อำเภอหล่มเก่า อำเภอเขาค้อ และอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ปัจจุบันอุตสาหกรรมกัญชงมีมากกว่า 30 ประเทศทั่วโลก ด้วยผลิตภัณฑ์ชุมชนจากกัญชงของจังหวัดเพชรบูรณ์ นับว่าเป็นสิ่งที่มีความสร้างสรรค์ สามารถขับเคลื่อนเศรษฐกิจได้ทั้งในระดับชุมชนและระดับประเทศ หากมีการผลักดันไปสู่การส่งออกขายยังต่างประเทศได้สำเร็จ ด้วยประเทศไทยมีภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สร้างสรรค์ที่สามารถสร้างออกมาเป็นผลิตภัณฑ์อยู่มากมายในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ ไม่ว่าจะเป็นงานศิลปหัตถกรรมทั้งดงาม อาทิ การทอผ้า การทำเครื่องปั้นดินเผา การทำเครื่องเงิน การทำเครื่องทอง หรือแม้แต่งานจิตรกรรมต่างๆ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มาจากวิถีทางธรรมชาติที่ถูกนำมาสร้างสรรค์ให้เกิดผลิตภัณฑ์ชุมชนที่สามารถทำให้เกิดมูลค่าที่เพิ่มขึ้นได้ ซึ่งนับว่าเป็นการต่อยอดผลิตภัณฑ์ชุมชนตามแนวเศรษฐกิจสร้างสรรค์ที่ใช้ทุนทางวัฒนธรรมที่ยังคงอยู่จากรากเหง้าวิถีชีวิตดั้งเดิมมาสานต่อ และพัฒนาให้เกิดประสิทธิภาพและเป็นรูปธรรม

ด้วยประโยชน์จากเส้นใยกัญชงที่เหนียวนุ่ม แข็งแรงกว่าผ้าฝ้าย ให้ความอบอุ่นกว่าลินิน ดูดซับความชื้นได้ดีกว่าไนลอน ป้องกันรังสียูวีได้ร้อยละ 90 แลมนเนื้อผ้ายังมีเสน่ห์ สวยงามแปลกตา มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว กัญชงจึงถูกนำมาแปรรูป ทำเป็นเครื่องนุ่งห่มมาเนิ่นนาน ยิ่งในประเทศญี่ปุ่นด้วยแล้ว ชาวญี่ปุ่นถือว่าใยกัญชงเป็นเส้นใยมงคล เปรียบเสมือนเดียวกับข้าวเมี่ยง ชาวญี่ปุ่นจึงนิยมนำมาตัดกิโมโน (ราคาหลักแสนบาทไทย) เพราะเป็นผ้าที่มีความทนทานนับร้อยปี ทุกวันนี้ผ้าใยกัญชงกลายเป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าแบรนด์ดังระดับโลก เช่น Hermes Prada Converse Vans เป็นต้น ผลิตภัณฑ์จากใยกัญชงของไทยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ก็ส่งออกปญี่ปุ่น ที่เหลือส่งไปยุโรป เช่น สวีเดน

สหรัฐอเมริกา ฯลฯ เมื่อปี พ.ศ. 2547 สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ในรัชกาลที่ 9 เสด็จพระราชดำเนินเยี่ยมราษฎรในพื้นที่ภาคเหนือ ทรงผลักดันให้มีการศึกษาและส่งเสริมให้เกษตรกรชาวไทยภูเขาได้ปลูกกาแฟ เพื่อใช้ในครัวเรือนและจำหน่ายเป็นอาชีพเสริม สร้างรายได้จากงานหัตถกรรม มูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) จึงได้ศึกษาวิจัยสายพันธุ์กาแฟที่มีสารเสฟติดต่ำ จนสามารถขึ้นทะเบียนรับรองพันธุ์และทดลองปลูกกาแฟในพื้นที่ 5 จังหวัดภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ เชียงราย น่าน ตาก และเพชรบูรณ์

อุตสาหกรรมทางการแพทย์ครบวงจร (Medical Hub) และอุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ (Biofuels and Biochemicals) สร้างเครือข่ายวิจัย พัฒนา และผลิตสายพันธุ์พืชเศรษฐกิจใหม่ อาทิ กาแฟ กาแฟ กัญชา กระเทียม รวมถึงพืชสมุนไพร ตามมาตรฐานเกรดทางการแพทย์ (Medical Grade) เทียบเท่าต่างประเทศ แบบครบวงจร ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ เน้นสายพันธุ์ในประเทศ และสายพันธุ์ต่างประเทศ ให้มีศักยภาพของสารสำคัญตามความต้องการทางการแพทย์ และส่วนพันธุ์ถูกผสมปรับปรุงให้สามารถปลูกภายใต้สภาพภูมิอากาศประเทศไทย เพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์รองรับการวิจัยทดลองทางคลินิก และรักษาผู้ป่วยที่เข้าร่วมโครงการรักษาด้วยช่องทางพิเศษ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้น้ำมันสารสกัดที่เพียงพอและมีคุณภาพได้มาตรฐานทางการแพทย์ สำหรับนำไปใช้ในการวิจัยพัฒนาทดลองทางคลินิก และรักษาบรรเทาโรคต่างๆ ให้แก่ผู้ป่วยที่เข้าร่วมโครงการรักษาด้วยช่องทางพิเศษ หรือ Special Access Scheme (SAS) ซึ่งเป็นการรักษาผู้ป่วยและเก็บข้อมูลการวิจัยควบคู่กันไป ทั้งนี้ พืชเศรษฐกิจใหม่ที่สร้างมูลค่าอย่าง สายพันธุ์กัญชา ที่มีการปลูก การเก็บเกี่ยวที่ดี เป็นไปตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติด้านการเพาะปลูกที่ดี หรือ GAP (Good Agricultural Practice; GAP : Propagation and Cultivation) จะทำให้ได้วัตถุดิบที่มีสารสำคัญเป็นตามมาตรฐานปลอดภัยปราศจากสารพิษปนเปื้อน และมีจำนวนที่เพียงพอ จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งและต้องดำเนินการแบบครบวงจร ร่วมส่งเสริมการพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการปลูก การสกัด การแปรรูปและการนำไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งสร้างมูลค่าเพิ่มจากกัญชาอย่างถูกต้องให้แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ภาคธุรกิจเกษตรกร และประชาชนทั่วไป เพื่อการพึ่งพาตนเองได้และส่งเสริมการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของภูมิภาคและของประเทศไทย ในการผลิตและการวิจัยด้านกัญชาเพื่อใช้ในทางการแพทย์ เศรษฐกิจการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ และการสร้างมาตรฐานการผลิต (ปลูก) ตามที่กฎหมายกำหนด

การวิจัยและพัฒนาสายพันธุ์ต้นกัญชาโดยเน้นสายพันธุ์ไทย ส่วนสายพันธุ์ถูกผสมต้องปรับปรุงพันธุ์ให้ปลูกได้ในสภาพอากาศแบบประเทศไทย ตลอดจนศึกษาสภาพแวดล้อมและระบบการปลูกที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ต้นกัญชาที่มีสัดส่วนสารสำคัญเหมาะสมสามารถใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้ โดยผู้ป่วยสามารถเข้ารับการรักษาได้ที่โรงพยาบาลของรัฐทุกแห่ง ดำเนินการวิจัยพัฒนาสายพันธุ์กัญชาให้ได้ตามมาตรฐานเกรดทางการแพทย์ การผลิตเมล็ดพันธุ์ และวิจัยเปรียบเทียบวิธีการปลูกที่เหมาะสม

เพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมให้กับเกษตรกรต่อไป โดยการวิจัยและพัฒนาสายพันธุ์กัญชง จะดำเนินการศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกในลักษณะโรงเรือนระบบปิด (indoor) การปลูกในแบบ เรือนกระจก (green house) และการปลูกกลางแจ้ง (outdoor) ทั้งนี้การดำเนินงานวิจัยและพัฒนา ดังกล่าว จะใช้แนวทางของระบบเกษตรอินทรีย์ (organic) เป็นหลักสำคัญในการดำเนินการ เพื่อให้ได้ ผลผลิตกัญชงที่มีความปลอดภัย มีคุณภาพและได้มาตรฐานตามที่ทางองค์การเภสัชกรรมกำหนดไว้

ดังนั้นการส่งเสริมและให้การสนับสนุนในเรื่องดังกล่าวมานี้ ชุมชนยังคงต้องการความช่วยเหลือ หรือสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง หรือภาคเอกชนที่สนใจให้ความร่วมมือสนับสนุน เพื่อ การพัฒนาให้เกิดความมั่นคง ยั่งยืน ตามแนวทางหลักในการพัฒนาประเทศ เพราะนอกจากจะเป็น การอนุรักษ์วัฒนธรรมวิถีชีวิตดั้งเดิมอันทรงคุณค่าแล้ว ยังเป็นการส่งเสริมพัฒนาเศรษฐกิจในระดับ ชุมชน และรักษาทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการดำรงชีวิตไปพร้อมกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อจำแนกความแตกต่างและศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกัญชงในจังหวัด เพชรบูรณ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลอาร์เอฟดีเพื่อใช้ในการคัดเลือกและพัฒนาสายพันธุ์

1.2.2 เพื่อศึกษาการผลิตกัญชงตามหลักการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพื่อ ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์

1.2.3 เพื่อศึกษาระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์

1.2.4 เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มแคนาบินอยด์ ในตัวอย่างกัญชง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

13.1 การดำเนินงานวิจัย

- 1) ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชด้วยเทคนิคทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพ
- 2) การผลิตพืชตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติด้านการเพาะปลูกที่ดี หรือ GAP (Good Agricultural Practice; GAP)
- 3) การปลูกกัญชงภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์
- 4) วิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มแคนาบินอยด์ในตัวอย่างกัญชง

1.3.2 กลุ่มเป้าหมาย

- 1) วิสาหกิจชุมชนตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน ที่เป็นนิติบุคคล
- 2) กลุ่มเกษตรกรตามกฎหมายว่าด้วยสหกรณ์
- 3) นิติบุคคลอื่นที่จดทะเบียนตามกฎหมายไทย

1.3.3. ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

- 1) สำนักงานสาธารณสุข จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 2) ศูนย์วิจัยและพัฒนากาษตรจังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- 3) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (เขาค้อ) อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กัญชง

กัญชง (*Cannabis sativa* L. subsp. *Sativa*, Hemp) และกัญชา (*Cannabis sativa* L. subsp. *indica*, Marijuana) มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน และเป็นพืชวงศ์เดียวกัน คือ Cannabidaceae (กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์ 2562) การจำแนกออกจากกันจะพิจารณาถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) และพฤกษเคมี (Phytochemistry) (ทิพย์ จุลหวิ พอร์จูน et al. 2562) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.1 และภาพที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกัญชงและกัญชา

กัญชง (Hemp)	กัญชา (Marijuana)
1. ใบมีลักษณะเป็นแฉกประมาณ 7-11 แฉก ใบใหญ่ เรียงตัวค่อนข้างหนา มีลำต้นสูง	1. ใบมีลักษณะเป็นแฉกประมาณ 7-11 แฉก ใบเล็ก แคบ ยาว ใบเรียงตัวชิดกัน ลำต้นเตี้ย
2. เมื่อนำมาสูบ ไม่ค่อยมีกลิ่นหอม สูบแล้วมีอาการปวดศีรษะ	2. ขณะที่สูบมีกลิ่นคล้ายหญ้าแห้ง เมื่อสูบมากจะส่งผลกระทบต่อจิตประสาท
3. ปริมาณเส้นใย (Fiber) สูงถึง 35%	3. ปริมาณเส้นใย (Fiber) 15%
4. ปริมาณ THC ในช่อดอกอยู่ระหว่าง 0.3-1.0% โดยน้ำหนักแห้ง แต่มีปริมาณ CBD สูงกว่าในกัญชา	4. ปริมาณ THC ในช่อดอกอยู่ระหว่าง 1-20% โดยน้ำหนักแห้ง แต่มีปริมาณ CBD ต่ำกว่าในกัญชง
5. อัตราส่วน CBD:THC มากกว่า 2-17 เท่า	5. อัตราส่วน CBD:THC อยู่ในช่วง 0.014-0.4%

ที่มา : กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์ (2562), ทิพย์ จุลหวิ พอร์จูน และคณะ (2562)

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับกัญชง

- ความแตกต่างของกัญชา-กัญชง

ถ้าดูจากลักษณะภายนอกค่อนข้างจะแยกกัญชาและกัญชงออกจากกันยากมาก

เนื่องจากมีความแตกต่างกันไม่มากนัก

1. ลักษณะใบ : ใบของกัญชงจะเรียกว่า มีแฉกเยอะกว่า
2. เมล็ด : เมล็ดของกัญชาเล็กกว่า ลายเยอะกว่า

- ปัจจัยที่ต้องควบคุมในการปลูกกัญชง

1. การควบคุมกัญชงให้มี ปริมาณ% (Tetrahydrocannabinol, THC) เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด
2. การเลือกพื้นที่ปลูกและการควบคุมคุณภาพดิน ปริมาณและสัดส่วนแร่ธาตุในดินเหมาะสม ดินเหนียวและพื้นที่น้ำขังปลูกไม่ได้
3. เทคนิคการปลูก ปลูกลึกเกินไปแทงยอดไม่ได้ ต้นก็จะตาย
4. ระยะเวลาที่เริ่มหว่านเมล็ดได้ (ที่อ้างข้างแก๊โดยเพาะในภาคก่อนค่อยย้ายไปปลูกในดิน โดยควรมีใบเล็กสองใบ และใบใหญ่สองใบ แสดงว่าแข็งแรงแล้วก็ย้ายมาปลูกในดิน โอกาสรอดสูงเพราะปลูกในดินจะเน่า เนื่องจากการเพาะในภาควัสดุสภาพแวดล้อมได้ดีกว่า ที่อ้างข้างปลูกแล้วได้เมล็ดเยอะ ซึ่งเค้าใช้วิธีนี้ไม่ได้ใช้วิธีหว่านแบบทั่วไป ปีไหนปลูกได้กัญชงตัวผู้เยอะ ปีนั้นเมล็ดที่ได้จะน้อย ปีไหนปลูกได้กัญชงตัวเมียเยอะ ก็จะได้เมล็ดมากขึ้น)
5. การเพาะเมล็ดมีอยู่ 4 ขั้นตอน 1) เมล็ดพันธุ์คัด 2) เมล็ดพันธุ์หลัก 3) เมล็ดพันธุ์ขยาย 4) เมล็ดพันธุ์จำหน่าย จากที่ศึกษาดูงานพบว่าเริ่มแรกเก็บเมล็ดพันธุ์มาจากพวกชาวเขา (ชื่อเมล็ดพันธุ์ตามพื้นที่เก็บ) ปลูกโดยใช้การควบคุมพันธุ์ ถ้าเป็นของประเทศจีนพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้โรงเรือนจะใช้มุ้งครอบทั้งต้น เพื่อไม่ให้ละอองเกสรลอยไปติดกับต้นอื่น ป้องกันการเกิดการข้ามสายพันธุ์ จนได้เมล็ดพันธุ์คัดออกมา ทำแบบนี้เจ็ดครั้งกว่าจะได้เมล็ดพันธุ์คัดมาขยายเรื่อยๆ พอเป็นเมล็ดพันธุ์คัดได้แล้ว ก็เอาไปปลูกอีกเป็นเมล็ดพันธุ์หลัก ซึ่งเมล็ดพันธุ์คัดจำนวน 500 กรัม สามารถนำมาเป็นเมล็ดพันธุ์หลักได้ประมาณ 140 กิโลกรัม ใช้เมล็ดพันธุ์หลัก 2 กิโลกรัมต่อ 1 ไร่ ได้เมล็ดพันธุ์ขยาย 80 กิโลกรัม และเมื่อใช้เมล็ดพันธุ์ขยาย 2 กิโลกรัม จะสามารถนำมาทำเมล็ดพันธุ์รับรองได้ 70 กิโลกรัม ปัจจุบันนี้เมล็ดพันธุ์รับรองยังไม่มี เพราะในกฎกระทรวงเขียนว่า คณะกรรมการฯ เป็นคนประกาศรับรอง เมื่อขึ้นทะเบียนพันธุ์แล้ว ต้องไปเก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์จำหน่ายมาเพื่อตรวจปริมาณสาร (Tetrahydrocannabinol, THC) ไม่ให้เกินตามที่กฎหมายกำหนด
6. การแพร่กระจายพันธุ์ จากที่ไปศึกษาดูงานที่ยูนนาน ประเทศจีน บริษัทที่ได้รับอนุญาตแล้ว ไปติดต่อกับเกษตรกรรายย่อย ซึ่งระหว่างทางที่ไปจะเห็นกัญชงขึ้นอยู่เป็นหย่อมๆ ตลอดทาง สาเหตุเกิดจากนกไปกินเมล็ดกัญชงแล้วถ่ายลงมาตามที่ต่างๆ ที่บินผ่านไป ทำให้เห็นต้นกัญชงนอกพื้นที่ปลูกตลอดเส้นทาง (ทำให้เป็นข้อสังเกตว่าควรระวังเรื่องการแพร่กระจายพันธุ์นอกพื้นที่ปลูกด้วย) ส่วนประเทศไทยจากการสำรวจพื้นที่อ้างข้าง พบว่ามีนกมากินเมล็ดกัญชงเช่นกัน ซึ่งแก๊ไขโดยคนปลูกก็ต้องคอยไล่นกที่จะมากินเมล็ดกัญชง
1. โรคระบาด/ศัตรูพืชที่ส่งผลต่อการปลูก เช่น โรคระบาดทางใบ แมลง เป็นต้น

2. อุณหภูมิ ฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน (พื้นที่น้ำขังไม่ดีกับการปลูกพืชกัญชง) กลางวันสั้น กลางคืนยาวไม่ดี จะทำให้ออกช่อไว ส่วนใหญ่ที่โครงการหลวงปลูกเวลากลางวันสั้น จะเปิดไฟช่วย เพื่อไม่ให้ช่อดอกออกไว

-ประโยชน์

1. น้ำมันเมล็ดกัญชง มักจะนำไปทำเครื่องสำอางเช่น ลิปมัน ครีมบำรุงผิว และอาหารเสริม โดยส่วนมากใช้การบีบเย็นเพื่อรักษาสารอาหาร

2. เส้นใยสามารถนำถักทอทำเป็นเสื้อผ้าได้

3. มีการศึกษานำมาทำ Activated charcoal โดยใช้แกนของลำต้น คุณภาพดีแต่ต้องใช้ปริมาณมาก

ประเทศไทยมีสายพันธุ์กัญชงที่ได้รับรองพันธุ์ เพียงแค่ 4 สายพันธุ์ คือ RPF1, RPF2, RPF3 และ RPF4 ซึ่งมีสาร THC ต่ำกว่า 0.3% (0.072- 0.270%) และมีปริมาณ CBD เฉลี่ย 0.824% (0.594 – 1.100 %) และมีเปอร์เซ็นต์เส้นใยเฉลี่ย 13.9 % (12.9 – 14.7 %) สามารถเจริญเติบโต และในพื้นที่สูงที่มีแตกต่างกันทั้ง 4 พันธุ์ ได้รับการคัดเลือกพันธุ์ด้วยวิธีการคัดเลือกรวม (Mass selection) ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2554 มีลักษณะทั่วไปเหมือนกันคือมีดอกแยกเพศ ดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่คนละต้น (Dioecious plant) รากเป็นระบบรากแก้ว มีกิ่งก้านมากเมื่อปลูกห่าง (1.0 x 1.0 เมตร) และมีจำนวนกิ่งลดลงเมื่อปลูกถี่ (0.1 x 0.1 เมตร) ใบเป็นใบเดี่ยวรูปฝ่ามือมีแฉกจำนวน 3-9 แฉก เป็นพืชขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดลักษณะเมล็ดเป็นรูปทรงรีคล้ายลูกรีบี้ ผิวของเมล็ดเรียบเป็นมัน มีลายประสีน้ำตาล และมีลักษณะเด่นของพันธุ์ ในเมล็ดของกัญชงมีสารเคมีตัวหนึ่งเรียกว่า CBD (Cannabidiol) ซึ่งสารตัวนี้สามารถสกัดได้จากน้ำมันเมล็ดกัญชง มีประโยชน์ทางการแพทย์เป็นอย่างมาก ใช้รักษาอาการผิดปกติของเซลล์ในร่างกาย โรคพากินสัน โรคสมองเสื่อม อาการนอนไม่หลับ หรือแม้กระทั่งโรคมะเร็ง ซึ่งสาร CBD เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นบ่อเกิดของโรคมะเร็งได้อีกด้วย ซึ่งในปัจจุบันมีการสกัดน้ำมันเมล็ดกัญชงในรูปแบบของ CBD Oil ออกจำหน่ายกันอย่างแพร่หลายแล้ว หากได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐอย่างจริงจัง ประเทศไทยจะสามารถนำสารสกัด CBD มาเป็นส่วนผสมของอาหารทุกชนิดที่ขึ้นชื่ออยู่แล้ว ออกจำหน่ายไปทั่วโลก สร้างรายได้ให้กับประเทศได้อย่างมหาศาล

สารสำคัญในกัญชง

กัญชงนิยมนำมาใช้เป็นยารักษาโรค อาหาร น้ำมัน และเส้นใย โดยการนำมาใช้ประโยชน์ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์แต่ละชนิด กลุ่มของสารประกอบที่สำคัญที่ออกฤทธิ์ทางเคมี เช่น Cannabinoids, Terpenoids, Flavonoid และ Alkaloids กลุ่มของสารประกอบที่สำคัญที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากที่สุด คือ กลุ่ม Cannabinoids เป็นกลุ่มสารประกอบ Terpenophenolic ซึ่งสะสมอยู่ใน Trichome ของดอกตัวเมียเป็นส่วนใหญ่ (Bonini et al. 2018) แสดงดังภาพที่ 2.2 โดยมี CBGA

(Cannabigerolic) เป็นสารตั้งต้นของการสังเคราะห์ทางชีวภาพ (Biosynthetic precursor) ให้สารประกอบ CBG (Cannabigerol), CBDA (Cannabidiolic acid), CBD (Cannabidiol), CBCA (Cannabichromenic acid), CBC (Cannabichromene), Δ^9 -THCA (Δ^9 -Tetrahydrocannabinolic acid), Δ^9 -THC (Δ^9 -Tetrahydrocannabinol), Δ^8 -THC (Δ^8 -Tetrahydrocannabinol), CBN (Cannabinol), CBNA (Cannabinolic acid) (Protti et al. 2019) สำหรับงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงความสำคัญของสารกลุ่มแคนนาบินอยด์ที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้คือ Cannabidiol (CBD) สูตรทางเคมี $C_{21}H_{30}O_2$ และมวลโมเลกุลเท่ากับ 314.469 กรัมต่อโมล ไม่มีฤทธิ์เสพติดทางใจ โดยออกฤทธิ์เพื่อการคลายเครียด ปกป้องเซลล์ประสาท ต้านชักแก่ปวด ฤทธิ์ต้านเนื้องอก ต้านอาการอักเสบ ต้านฤทธิ์ต่อจิตประสาท และ CBD ไม่ทำให้เกิดการดื้อหรือติด สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลายทั้งเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพร ยา และอาหาร (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง 2564) Δ^9 -tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC) สูตรทางเคมี $C_{21}H_{30}O_2$ และมวลโมเลกุลเท่ากับ 314.469 กรัมต่อโมล เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางจิตใจในขนาดที่เหมาะสม จะออกฤทธิ์ลดอาการปวดเกร็งของกล้ามเนื้อ ลดอาการคลื่นไส้ ถ้าหากได้รับในปริมาณสูง จะออกฤทธิ์ทำให้เมา ใจสั่น หน้ามืด เห็นภาพหลอน รบกวนการทำงานของสารเคมีในสมอง ทำให้การรับรู้เพี้ยน การตัดสินใจและมีผลต่อความจำ หากได้รับในปริมาณที่สูงอย่างต่อเนื่อง จะทำให้เกิดภาวะการดื้อต่อสาร (สทงภูมิ ศรีสุขมะ 2565) CBG (cannabidiol) มีทางสูตรเคมี $C_{21}H_{32}O_2$ และมวลโมเลกุลเท่ากับ 316.48 กรัมต่อโมล CBG ไม่ใช่สารประกอบที่ออกฤทธิ์ต่อจิตประสาท ศักยภาพในการบำบัดรักษา มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รวมทั้งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และฤทธิ์ต้านการอักเสบ นอกจากนี้ยังป้องกันการเพิ่มจำนวนเซลล์ การศึกษาจนถึงขณะนี้ยังไม่พบผลกระทบที่เป็นอันตรายของ CBG ต่อร่างกายมนุษย์ (Jastrzab, Iwona Jarocka-Karpowicz, and Elżbieta Skrzydlewska 2022)

2.2 การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร

ประเทศไทยมีพืชสมุนไพรหลากหลายชนิด มีการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในด้านอาหาร การรักษามะเร็ง การดูแลสุขภาพ และเป็นวัตถุดิบสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพร เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ดังนั้นเพื่อให้สินค้าพืชสมุนไพรที่ผลิตขึ้น สำหรับเป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน โดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม สุขภาพ ความปลอดภัย สวัสดิภาพของผู้ปฏิบัติงานคณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรจึงเห็นสมควรกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่อง การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร GAP เป็นคำย่อมาจากภาษาอังกฤษ “Good Agricultural Practice” แปลว่า “การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี” GAP พืช คือ การปฏิบัติตามข้อกำหนดการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตพืช เพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต สำหรับใช้เป็นอาหาร เช่น พืชผัก ไม้ผล พืชไร่ พืชสมุนไพร และเครื่องเทศ ในทุกขั้นตอนของการผลิตในระดับฟาร์ม

มาตรฐานสินค้าเกษตร การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร มกษ.3502-2561
การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร มี 8 ข้อ

1. น้ำ น้ำที่ใช้ในแปลงปลูก ต้องมาจากแหล่งน้ำที่ไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ น้ำที่ใช้ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว ต้องสะอาด มีคุณภาพมาตรฐาน

2. พื้นที่ปลูก ไม่อยู่ในสภาพแวดล้อมซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ และพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

3. วัตถุดิบทรายทางการเกษตร หากมีการใช้ให้ใช้ตามคำแนะนำ หรืออ้างอิงคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ผู้ปฏิบัติงาน ต้องมีความรู้ในการใช้วัตถุดิบทรายทางการเกษตรที่ถูกต้องและมีอุปกรณ์ในการป้องกันอันตรายจากสารพิษ

4. การจัดการคุณภาพในกระบวนการผลิตก่อนการเก็บเกี่ยว เมล็ดพันธุ์ หรือส่วนขยายพันธุ์ ตรงตามพันธุ์/ชนิด ใช้วิธีการปลูกและการดูแลรักษาที่เหมาะสม ตามชนิดของพืชสมุนไพรโดยคำนึงถึงการผลิตที่สำคัญ มีวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และความต้องการของพืชสมุนไพร โดยคำนึงถึงการผลิตที่สำคัญ

5. การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เก็บเกี่ยวพืชสมุนไพรแต่ละชนิดในระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงปริมาณสารสำคัญ เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการที่เหมาะสมและถูกสุขลักษณะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชสมุนไพร มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และ/หรือลดความชื้นที่เหมาะสมและถูกสุขลักษณะ

6. การเก็บรักษา และการขนย้าย สถานที่เก็บพืชสมุนไพรต้องถูกสุขลักษณะ สามารถป้องกันความชื้นจากภายนอกและการปนเปื้อนจากวัตถุดิบและสัตว์พาหะนำโรคได้ ภาชนะบรรจุต้องสะอาด ปราศจากสิ่งที่เป็นอันตรายและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ รวมทั้งสามารถป้องกันแสงหรือฟางแสงได้ มีมาตรการป้องกัน ไม่ให้พืชสมุนไพร มีความชื้นเพิ่มขึ้นระหว่างการขนย้าย

7. สุขลักษณะส่วนบุคคล ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจ หรือได้รับการฝึกอบรมด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลที่เพียงพอและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

8. บันทึกข้อมูลและการตามสอบ เอกสารและการบันทึกข้อมูล ได้แก่ การใช้วัตถุดิบทรายทางการเกษตร การปฏิบัติก่อนหรือหลังการเก็บ การฝึกอบรมสุขลักษณะส่วนบุคคลและผลการตรวจสุขภาพ เก็บรักษานบันทึกข้อมูล การปฏิบัติงานและเอกสารสำคัญที่เกี่ยวข้องไว้อย่างน้อย 2 ปี

การตรวจรับรองระบบ GAP ของกรมวิชาการเกษตรได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. กระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย
2. กระบวนการที่ได้ผลิตผลปลอดภัยและปลอดภัยจากศัตรูพืช

3. กระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย ปลอดภัยจากศัตรูพืชและคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค

2.3 การใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการตรวจสอบในระดับยีนหรือดีเอ็นเอ

การศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์ในระดับโมเลกุล เป็นการศึกษาถึงความแตกต่างของยีนที่ทำหน้าที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต การศึกษานี้มีประโยชน์อย่างมากที่จะนำมาใช้ในการศึกษาและปรับปรุงพันธุ์พืช การใช้เป็นเครื่องหมายในการตรวจสอบในระดับยีนหรือดีเอ็นเอ เช่น ใช้เป็นเครื่องหมายในการคัดเลือก (marker-assisted selection) การจำแนกพันธุ์ปลูกพืช เพื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์ของพันธุ์ปลูก การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างพันธุ์ปลูกเพื่อการรวบรวมพันธุ์ การทำแผนที่ทางพันธุกรรม (genetic mapping) การหาตำแหน่งยีน (gene tagging) เป็นการใช้เครื่องหมายโมเลกุลในการกำหนดตำแหน่งบนจีโนม การใช้ประโยชน์ทางด้านการศึกษาลักษณะทางปริมาณ (quantitative trait loci; QTL) ซึ่งเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางพืชหลายๆ ประการ เช่น ผลผลิต และลักษณะการเจริญเติบโตของพืช โดยลักษณะเหล่านี้ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ที่ทำงานร่วมกัน การแสดงออกเช่นนี้สามารถจำแนกยีนแต่ละตัวที่ควบคุมอยู่ออกมาได้ โดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอมาช่วยในการทำแผนที่ ทำให้ได้เครื่องหมายโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งของยีนที่สนใจจนสามารถนำส่วนของยีนที่ต้องการออกมาได้ (สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล, 2552)

เครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA Markers) คือ ลำดับเบสช่วงหนึ่งของดีเอ็นเอที่ใช้เป็นเครื่องหมายบ่งชี้ความเป็นเอกลักษณ์ของสิ่งมีชีวิต โดยอาจมีตำแหน่งบนโครโมโซม ในนิวเคลียส (nuclear DNA) หรือใน ออร์แกเนลล์ (mitochondria DNA หรือ chloroplast DNA) และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ พืชแต่ละชนิดแต่ละพันธุ์ปลูก มีการจัดเรียงตัวของนิวคลีโอไทด์ในโมเลกุลของดีเอ็นเอที่เป็นเอกลักษณ์ ความแตกต่างหรือโพลิมอร์ฟิซึม (polymorphisms) ของลำดับเบสในโมเลกุลของดีเอ็นเอนี้เอง ที่ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความแตกต่างกัน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องหมายโมเลกุลได้ เครื่องหมายดีเอ็นเอ สามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. Hybridization-based marker เป็นเครื่องหมายดีเอ็นเอ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการเข้าคู่ของลำดับเบสดีเอ็นเอที่เป็นคู่สมกันระหว่างดีเอ็นเอตรวจสอบ (probe) กับดีเอ็นเอที่ต้องการตรวจสอบ โดยใช้เทคนิคไฮบริไดเซชัน (hybridization) ตัวอย่างได้แก่ เครื่องหมายอาร์เอฟแอลพี (RFLP marker) (Tanksley *et al.*, 1989, McCouch and Tanksley, 1991, Kochert, G., 1994)

2. PCR-based marker เป็น เครื่องหมายโมเลกุลดีเอ็นเอที่พัฒนาขึ้น โดยอาศัยหลักการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยปฏิกิริยาลูกโซ่จำลองตัวดีเอ็นเอ หรือ เทคนิคพีซีอาร์ (Polymerase chain reaction (PCR) technique) ตัวอย่างเครื่องหมายดีเอ็นเอที่นิยมใช้ในงานปรับปรุงพันธุ์พืช ได้แก่ เครื่องหมายอาร์เอฟพีดี (RAPD marker) (William *et al.*, 1990) เครื่องหมายเอเอฟแอลพี (AFLP

marker) (Vos et al., 1995), และเครื่องหมายไมโครแซทเทลไลต์ (Microsatellite) หรือเอสเอสอาร์ (SSR marker) (Brown et al., 1996, Powell et al., 1996) เป็นวิธีที่ใช้ ดีเอ็นเอตรวจสอบ (DNA probe) ซึ่งเป็นชิ้นส่วน ดีเอ็นเอ สายเดี่ยวขนาดเล็กที่ทราบลำดับเบสและทำการติดฉลากสารกัมมันตรังสีเพื่อใช้ในการติดตามผล นำมาทำปฏิกิริยากับ ดีเอ็นเอ ของสิ่งมีชีวิตที่สนใจที่ถูกแยกเป็นเส้นเดี่ยวและถูกตัดย่อยด้วยเอนไซม์คัตจำเพาะ (restriction enzymes) โดยอาศัยความสามารถของ ดีเอ็นเอ ตรวจสอบที่สามารถเข้าคู่หรือจับกับสาย ดีเอ็นเอ เป้าหมายตรงตำแหน่งที่มีลำดับเบสเป็นคู่สม (DNA hybridization) กันได้

เทคนิคอาร์เอพีดี (RAPD, Randomly Amplified Polymorphic DNA) เป็นเทคนิคที่ใช้ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสหรือพีซีอาร์ (PCR, polymerase chain reaction) ที่ใช้ในการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอ (DNA fingerprint) ด้วยใช้ไพรเมอร์แบบสุ่ม (random primer) ขนาด 8-12 นิวคลีโอไทด์ จับกับดีเอ็นเอแม่แบบ (DNA template) เพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ซึ่งทำได้สะดวก รวดเร็ว ใช้ดีเอ็นเอปริมาณน้อย และประหยัด โดยทั่วไปเทคนิคอาร์เอพีดีใช้อุณหภูมิขั้นตอนการเข้าจับของไพรเมอร์ (annealing) 35-42 องศาเซลเซียส และนอกจากนี้ยังมีเทคนิคแฮตอาร์เอพีดี (HAT-RAPD, high annealing temperature - randomly amplified polymorphic DNA) ซึ่งได้ปรับอุณหภูมิขั้นตอนการเข้าจับของไพรเมอร์เป็น 46-62 องศาเซลเซียส ทำให้ได้ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ชัดเจนมากขึ้น และมีประสิทธิภาพในการทำซ้ำสูงขึ้น (Anantala-bhochai et al., 2000)

2.4 โรงเรือน

โรงเรือนเพาะปลูก (Greenhouse) หมายถึง โครงสร้างที่ประกอบขึ้นด้วยวัตถุหลายประเภท พร้อมทั้งมีวัสดุโปร่งแสงทำหน้าที่เป็นหลังคาปกคลุม ซึ่งยินยอมให้แสงแดดส่องผ่านเข้าไป ในโครงสร้างได้วัตถุประสงค์ใหญ่ของการสร้างโรงเรือนก็เพื่อต้องการปลูกพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจบางชนิด คือ พืชที่มีราคาแพง หรือเพื่อป้องกันไม่ให้ต้นพืชถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมที่แปรไปอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปโรงเรือนปลูกพืชจะให้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและงอกงามที่ดียิ่งกว่าสภาวะที่อาจจะหาได้ภายนอกโรงเรือนในขณะนั้นๆ ในพื้นที่บางแห่งทำให้เกษตรกรไม่สามารถปลูกพืชภายนอกโรงเรือนได้ เพราะอุณหภูมิและความชื้นแสงเป็นอันตรายต่อพืช ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปลูกพืชภายใต้สภาพโรงเรือนที่ผู้ปลูกสามารถควบคุมได้ทั้งระดับอุณหภูมิ อากาศ และแสง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความชื้นให้เกิดขึ้นตามความต้องการของพืช หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือผู้ปลูกพืชในโรงเรือนสามารถปรับสิ่งแวดล้อมได้มากกว่าผู้ปลูกภายนอก การปลูกพืชภายในโรงเรือนนอกจากสามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมต่อสภาพ การเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกแล้ว เรายังเลือกกำหนดช่วงระยะเวลาการปลูกหรือเก็บเกี่ยวได้อย่างเหมาะสม อีกด้วย ทำให้ได้รับผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ทันกับความต้องการ คือถือได้ว่าการเพาะ ปลูกพืชในโรงเรือนเป็นระบบการ

ผลิตที่มีประสิทธิภาพและผลคุ้มค่าแก่การลงทุนสูง นอกจากนี้ ลักษณะการปลูกสามารถใช้เนื้อที่ดินซึ่งมีอยู่จำกัดให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถลดต้นทุน การผลิตลงได้มาก

2.4.1 ชนิดของโรงเรือน สามารถแบ่งออกได้เป็น

2.4.1.1 โรงเรือนกระจก (green house) เรือนกระจกแบบต่างๆ ได้แก่ แบบเพิง (Leanto), แบบหน้าจั่ว (Single'Span หรือ Evenspan) และแบบเรือนพวง (Ridge and Furrow) วัสดุของโครงสร้างเรือนกระจก โดยทั่วไปโครงสร้าง ประกอบด้วย ไม้แดง เหล็กกล้าและโลหะผสม อลูมิเนียม ทำเป็นกรอบกระจกและกรอบระบายอากาศ ซึ่งโรงเรือนกระจกนี้จะมีความคงทน มีอายุการใช้งานถึง 10 ปี แต่ราคาแพงมาก

2.4.1.2 โรงเรือนแบบพลาสติก (Plastic glasshouse) ปัจจุบันมีพลาสติกที่แสงผ่านได้สำหรับใช้สร้างโรงเรือน เช่น เซลลูโลสอะซิเตต โพลีเอทิลีน โพลีไวนิล เป็นต้น โรงเรือนแบบนี้มีข้อดีที่สำคัญ คือ ต้นทุนขั้นแรกต่ำ แต่ข้อเสียคือ อายุการใช้งานสั้น อันเนื่องมาจากแสงอุลตราไวโอเลตและยังมีส่วนทำให้ฉีกขาดได้ง่าย เว้นแต่จะคอยระมัดระวังให้ดี

2.4.1.3 โรงเรือนผ้า การสร้างโรงเรือนผ้าค่อนข้างง่าย โครงสร้างประกอบด้วย เสา ไม้และเสาเหล็ก คุมด้วยผ้าหรือ พลาสติกที่แสงผ่านได้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ (1) อุณหภูมิ (2) ความเข้มแสง (3) ความชื้นสัมพัทธ์ และ (4) ความเร็วของลม

2.4.1.4 เรือนระแนง (Lath house) โรงเรือนแบบนี้ใช้ในการปลูกไม้กระถางในท้องที่ที่มีอุณหภูมิสูง และมีแสงแดดจัด โดยเฉพาะในการปลูกไม้ใบ (เสาวลักษณ์, 2525)

2.4.2 หลักการสำหรับโรงเรือน

2.4.2.1 อุณหภูมิ(Temperature) เหตุผลเบื้องต้นสำหรับการใช้โรงเรือน ก็คือ เพื่อควบคุมอุณหภูมิการเจริญเติบโตของพืช อุณหภูมิและผลกระทบต่อโรงเรือนนั้น อุณหภูมิในโรงเรือนจะสูงขึ้น ด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

- 1) เนื่องจากผลกระทบของโรงเรือน
- 2) เนื่องจากโครงสร้างของโรงเรือน เป็นโรงเรือนปิด

ปัจจัยที่อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงกว่าอุณหภูมิโดยรอบขึ้นกับปริมาณรังสีจากแสงแดดที่ส่อง ผ่านวัสดุคลุมโรงเรือนเข้ามา ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนตกค้างอยู่ภายในโรงเรือน นอกจากนี้แล้วยังพบว่า การคายความชื้นของพืชจะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงมากกว่า 60-70% ของความร้อนที่แผ่จากรังสีดวงอาทิตย์ (Nelson, 1978)

การลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับไอร้อนของอากาศ(ไม่รวมการระเหยของน้ำ)

- 1) การระบายอากาศด้วยหลังคาและติดตั้งเครื่องระบายอากาศด้านข้าง หลักการคือ อากาศจะเคลื่อนที่ผ่านหลังคาที่เปิดและเครื่องระบายอากาศด้านข้างทำให้ อุณหภูมิ

ลดลง วัตถุประสงค์ คือการนำเอาอากาศภายนอกโรงเรือนเข้ามาในโรงเรือนแล้วกระจายให้สม่ำเสมอตลอดโรงเรือนไม่ทำให้พืชแข็งแรงเนื่องจากการลดอุณหภูมิ ในช่วงของฤดูหนาวสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ โดยใช้เครื่องระบายอากาศทางหลังคาเท่านั้น เครื่องระบายอากาศทางด้านข้างจะไม่ค่อยยอมให้อากาศเย็นจากภายนอกผ่านเข้ามาเกินไป อากาศเย็นจะปะทะกับต้นพืชก่อนที่จะผสมกับอากาศอุ่น ทำให้พืชได้รับความเสียหาย การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้โดยการติดตั้งกลระบายอากาศทางทางหลังคาที่เป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งมีระบบควบคุมอุณหภูมิ (Thermostatic Control) การระบายอากาศโดยมีระบบควบคุมอุณหภูมิจะสามารถลดอุณหภูมิโดยไม่ต้องใช้แรงงาน มากแต่จะต้องพิจารณาความเร็วลม ทิศทางที่จะติดตั้งเครื่องระบายอากาศ และควรจะต้องติดตั้งช่องเปิดที่ช่องและตำแหน่งที่ติดตั้งด้วย ในฤดูใบไม้ผลิปริมาณรังสีแสงอาทิตย์และอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนสูงขึ้นก็ควรจะใช้ เครื่องดูดอากาศโดยติดตั้งเครื่องระบายอากาศ บนหลังคาและด้านข้าง อากาศที่แลกเปลี่ยนจะเป็นตัวกำหนดจำนวนช่องเปิดของการระบายอากาศด้วยความเร็วลม และความแตกต่างของอุณหภูมิภายใน และภายนอกโรงเรือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ระบายอากาศทั้งหมดด้วย นอกจากนี้ยังพบอีกว่าพื้นที่ระบายอากาศทั้งหมดมีผลต่อการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน จะเท่ากับ 15-30 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ภายในโรงเรือนทั้งหมด ดังนั้น การลดอุณหภูมิจะมีประสิทธิภาพยิ่ง ขึ้นถ้าติดการระบายอากาศด้านข้างรวมทั้งพื้นที่ระบายอากาศทั้งหมด (Nelson, 1978)

2) การระบายอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศ การระบายอากาศด้วยวิธีนี้อากาศที่ถูกควบคุมด้วยพัดลมดูดอากาศสามารถกำหนดได้ว่าจะใช้อุณหภูมิสูงกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิที่พืชต้องการได้ ดังนั้น จึงสามารถกำหนดฤดูกาลเพาะปลูกเองได้ อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสามารถกำหนดระหว่างพลังงานที่เกิดจากรังสีแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิภายในได้ โดยพัดลมจะมีสปีดต่างๆ และอากาศที่เมื่อเคลื่อนที่ผ่านช่องเปิดเข้ามาสู่พัดลมจะมี ทิศทางการเคลื่อนที่ไม่แน่นอน ดังนั้นจึงต้องมีโครงสร้างรองรับต่อจากช่องทางเข้าจนถึงพัดลม เพื่อให้อากาศมีทิศทางการไหลที่แน่นอน (Annual, 1972-1973)

3) การระบายอากาศผ่านท่อเจาะรู ปัญหาการนำอากาศเย็นจากภายนอกโรงเรือนมาผสมกับอากาศอุ่นภายในโรงเรือนก่อนที่ไอน้ำจะปะทะกับต้นได้นั้นสามารถแก้ไขได้โดยนำอากาศเย็นที่ผ่านเข้ามาผ่านบานเกล็ดกระจก

- Plastic tubes วิธีนี้ใช้ท่อพลาสติกแทนท่อเหล็กหรือท่อเอสลอน น้ำที่ผ่านเข้าไปในสายยาว ควรมีแรงดันประมาณ 3 ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว
- Sprinkler irrigation การให้น้ำมีประสิทธิภาพสูง แต่ข้อเสียคือ ก่อให้เกิดโรคง่าย สิ้นเปลือง
- Trickle หรือ Drip irrigation เป็นการให้น้ำแบบหยด โดยมีน้ำผ่านมาทางท่อประธาน ท่อซอย และท่อขนาดเล็กแยกไปตามจุดต่างๆของต้นไม้ น้ำจะต้องมีแรงดันมากพอ มี

การปรับให้น้ำหยดทีละ หยดมาน้อยตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด ตลอดจนชนิดของดินด้วย ข้อดีคือ ประหยัดทั้งน้ำ, แรงงาน ปุ๋ย ป้องกันการเจริญเติบโตของพืช ข้อสำคัญน้ำจะต้องมีความสะอาด ผ่านเครื่องกรองออกไปตามท่อ

- Sub-irrigation หรือ Capillary irrigation เป็นการให้น้ำโดยการซึมจาก ด้านล่างขึ้นมา อาจจะใช้ Vick เป็นแบบไส้ตะเกียงในการดูดซึมน้ำขึ้นมาหรือใช้วัสดุเช่น ทรายปูนบน พื้นเพื่อเก็บกักน้ำ แล้ววางกระถางลงบนทราย แต่ข้อสำคัญที่สุดคือดินผสมที่ใช้ปลูกไม้ดอกนั้นต้องมี ส่วนผสมของอินทรีย์ วัตถุมากๆ เพื่อช่วยในการดูดซึมได้ดียิ่งขึ้น

4) การลดอุณหภูมิโดยบังเงาที่หลังคา สามารถใช้วัสดุทึบแสงปิดทึบหรือใช้ไม้ หรือแผ่น อลูมิเนียมแทนกระจก(ในบางส่วน) ได้เพื่อลดปริมาณแสงที่ส่องผ่านเข้ามาในโรงเรือน ทำให้ อุณหภูมิลดลงได้ (Nelson,1978)

2.4.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์

อากาศชื้น หมายถึง อากาศที่ไอน้ำจับรวมตัวกันเป็นจำนวนมากเกินไป อากาศแห้ง อุณหภูมิ และลมพัดจัด จะเพิ่มการคายน้ำ อากาศร้อนจะมีความแห้งมากกว่าอากาศเย็น ฉะนั้นเมื่ออากาศแห้งลอยตัวออกทางช่องลมระบายอากาศ จะทำให้เกิดการคายน้ำมากขึ้นนั้นต้อง เพิ่มการคายน้ำมากขึ้น จึงต้องเพิ่มความชื้นมากขึ้น การเพิ่มความชื้นอาจทำได้โดยการ

1) รดน้ำ การให้น้ำด้วยการรดตามทางเดิน ชั้นตั้งกระถางและฝาโรงเรือน ซึ่ง จะทำให้เกิดการระเหยน้ำ ช่วยเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์มากขึ้น

2) การพ่นน้ำ คือการให้น้ำเป็นฝอยตกไปตามใบของพืช จะทำให้เกิดการ ระเหยน้ำขึ้นทันที

3) การปิดช่องระบายอากาศ จะทำให้เพิ่มความชื้น แต่ไม่นิยมนำมาใช้กัน ยกเว้นเพื่อการขยายพันธุ์ ส่วนการลดความชื้นก็จำเป็นสำหรับพืชบางชนิดเหมือนกัน มีหลักการคือ

- การให้น้ำในฤดูหนาวจะต้องทำอย่างระมัดระวังเพื่อมิให้มีน้ำเหลืออยู่มาก บน ใบพืชและในดิน เป็นการเพิ่มความชื้นมากเกินไป

- การรดน้ำแต่น้อยเมื่อมีอุณหภูมิต่ำ เพราะจะทำให้เกิดการเพิ่มความชื้น มากเกินไป ในเวลากลางคืนควรจะปิดช่องระบายอากาศ เพื่อป้องกันให้อุณหภูมิต่ำเกินไป

- การปิดช่องระบายอากาศจะช่วยลดความชื้นลงได้ในสภาพอากาศหนาว การเปิดช่องลมในยามเช้าจะช่วยลดความชื้นลงได้มาก

แต่ถ้าเป็นในช่วงฤดูร้อน การเปิดช่องลมตลอดเวลาในกลางวันจะเป็นผลดี การควบคุม ความชื้นอาจใช้เครื่องเทอร์โมสแตท อาศัยหลักการที่ว่าความชื้นสูง ช่องระบายอากาศจะเปิดและถ้า ความชื้นต่ำช่องระบายอากาศจะปิดลง โดยทั่วไปความชื้นสัมพัทธ์จะมีประมาณ 70-80% สำหรับพืช

เมื่อร้อนถ้าปกติได้รับน้ำเพียงพอ ก็จะทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี แม้จะมีความชื้นปานกลาง แต่ต้องมากกว่า 40% (สัมฤทธิ์, 2527)

2.4.2.3 แสงสว่าง (Light) แสงเป็นสิ่งสำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช โดยแสงจะมีที่มาจาก 2 ทาง คือ

- 1) แสงจากดวงอาทิตย์ (Sunlight)
- 2) แสงที่มนุษย์สร้างขึ้น (Artificial light)

แสงทั้ง 2 นี้ ย่อมมีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องความเข้มของแสง (Intensity) ช่วงแสง (duration) และคุณภาพ (Quality) โดยที่

- ความเข้มข้นของแสงจะแตกต่างกันไปตามฤดูต่างๆในรอบปี แสงในฤดูร้อนและฤดูหนาวจะมีความเข้มมากกว่าในฤดูฝน ทั้งนี้เพราะในฤดูฝนมีเมฆมาก เมฆบดบังแสงอาทิตย์ไว้ ในพื้นที่ที่มีความเข้มของแสงไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หลอดไฟฟ้าธรรมดา (Incandescent) และหลอดไฟเรืองแสง (Fluorescent lamp) จะช่วยให้แสงสว่างแทนแสงอาทิตย์ได้

- ช่วงความยาวของแสง (Duration) มีผลต่อการเจริญเติบโต และการออกดอกมาก ขึ้นอยู่กับพืชว่าเป็นพืชวันสั้น (Shortening the day) หรือเป็นพืชวันยาว (Lengthening the day) ซึ่งสิ่งเหล่านี้ เราสามารถควบคุมได้โดยการทำให้พืชวันสั้นนั้นต้องการแสงแดดในช่วงกลางวันสั้นแต่กลางคืนมาก ก็หาผ้าหรือสิ่งกีดขวางมาบังแสงหรือคลุมต้นพืชไม่ให้ได้รับแสงตลอดทั้งวัน ส่วนพืชวันยาวก็ติดหลอดไฟ เพื่อให้ได้รับแสงมากกว่าปกติ

- คุณภาพ (Quality) คุณภาพของคลื่นแสงมีผลต่อต้นพืชแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามในขณะนี้วิทยาศาสตร์ก้าวหน้าไปมาก ได้มีการผลิตหลอดเรืองแสง (Fluorescent lamp) ที่มีพลังงานเหนือกว่า และได้แสงที่คล้ายคลึงกับแสงจากดวงอาทิตย์มากที่สุด มีแสงสีต่างๆ (Wavelength) ตามความต้องการของพืชมากที่สุด (สมเพียร, 2527)

6.4.2.4 การควบคุมอากาศภายในโรงเรือนเขตร้อน (ประเทศไทย)

โรงเรือนเพาะปลูกต่างๆ ที่จำเป็นต้องมีระบบระบายอากาศ ถ้าโรงเรือนเพาะปลูกนี้ปิดแน่น เมื่อ แสงส่องลงมายังโรงเรือนเพาะปลูกเป็นเวลานานนักอุณหภูมิก็จะสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้ทำให้พืชภายในโรงเรือนได้รับความเสียหาย ที่สามารถระบายอากาศร้อนเกินไปได้ และปัญหาในปัจจุบันมีวิธีควบคุม ได้ด้วย 2 วิธี หนึ่งโดยการใช้การระบายอากาศตามแนวราบ ช่องระบายอากาศจะถูกติดตั้งอยู่ที่ท้ายของโรงเรือน และอากาศถูกทำให้เคลื่อนที่ผ่านโรงเรือนตามแนวราบโดยการใช้พัดลม วิธีที่ 2 การระบาย อากาศตามแนวดิ่งเป็นชนิดที่ใช้อยู่ทั่วไป และได้ทดลองมาเป็นเวลาหลายปี ระบบนี้ใช้ประโยชน์โดยการติดต่อช่องระบายอากาศที่กำแพงข้าง การหมุนเวียนของอากาศโดยอากาศผ่านเข้ามาภายใน โดยจะรวมพัดลมดูดอากาศซึ่งติดท่อโพลีเอทิลีนเจาะรูด้วย ในกรณี

เดียวกันพัดลมดูดอากาศดังกล่าว สามารถใช้ได้ทั้งการระบายอากาศในฤดูหนาวและในระบบการให้ความเย็นโดยใช้ไอเย็นในฤดูร้อน

การเพิ่มอุณหภูมิภายในโรงเรือน (Greenhouse Heating) ในบางครั้งพืชที่ปลูกหรือเพาะไว้ในโรงเรือนต้องการความร้อนเพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจึงมีการใช้ระบบให้ความร้อนในโรงเรือนซึ่งขึ้นอยู่กับ

- ขนาดของหน่วยความร้อนที่ต้องการจะให้ในโรงเรือน
- ชนิดของความร้อนที่ให้ เช่น น้ำมัน ถ่าน แก๊ส หรือไฟฟ้า เครื่องทำความร้อนที่ใช้

ในโรงเรือนมี อยู่หลายชนิดด้วยกันคือ

- 1) ตะเกียงขี้ผึ้งพาราฟิน (Parafin Heater)
- 2) การเป่าอากาศร้อน (Circulating warm Air)
 - พัดลมเป่าความร้อน (Electric Fan Heater)
 - ตะเกียงน้ำมันหรือตะเกียงก๊าซ (Oil or Gas heater Unit)
 - เครื่องเปลี่ยนความร้อนจากไอน้ำ (Steam or Air heat exchanger)
- 3) ท่อน้ำร้อน (Hot Water pipe)
- 4) ท่อไอร้อน (Steam pipe)
- 5) ขดลวดไฟฟ้าให้ความร้อน (Electric Tubular heater)

ระบบควบคุม

1. ระบบควบคุมอัตโนมัติ ความหมายของระบบควบคุมอัตโนมัติ สุธีธร เกียรติสุนทร (2556) ได้อธิบายความหมายแล้วสรุปได้ว่า อัตโนมัติ ตรงกับคำภาษาอังกฤษ “automation” เกิดจากการรวมความหมาย คำภาษากรีก 2 คำ คือ “auto” หมายถึง ตนเอง และ “matos” หมายถึง เคลื่อนหรือกระทำ คำภาษาอังกฤษ “automation” หมายถึง การเคลื่อนด้วยตนเอง สำหรับคำภาษาไทย “อัตโนมัติ” เป็นคำสนธิระหว่าง “อัตโนมัติ” หมายถึง ของตน กับ “มิติ” หมายถึง ความเห็น “อัตโนมัติ” หมายถึง เป็นไปได้ด้วยตนเอง หน้าที่ในตัวเอง หรือมีกลไกทำงานได้เอง ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (Industrial automation) หมายถึง เครื่องจักรกล การผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ที่ได้รับการเพิ่มกลไกให้ทำงานแทนแรงงานมนุษย์บางส่วนหรือทั้งหมด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์การทำงานที่ดีกว่าการทำงานอย่างเดียวกันของแรงงานมนุษย์

2. ระบบไฟฟ้าควบคุม

สวิตซ์ ฤชดา วิทธีรานนท์ (2547) ได้อธิบายพอสรุปไว้ว่าโครงสร้างและการทำงาน ของ สวิตซ์และรีเลย์ เป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำคัญของวงจรรีเลย์ซีเควนซ์ สัญญาณในวงจรรีเลย์ซีเควนซ์มีอยู่เพียง 2 สัญญาณเท่านั้น คือ หน้าสัมผัส “เปิด” และหน้าสัมผัส “ปิด” สัญญาณทั้งสองนี้ จะถูกส่งทอดต่อๆ กันไป จากสวิตซ์ไปยังรีเลย์และจากรีเลย์ไปยังรีเลย์ตัวอื่นๆ แพร่กระจายไปทั่ววงจร

2.1 รีเลย์ บริษัท พี เอส พี เทค จำกัด (2557) รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสถานะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่างๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย กฤษฎา วิทธีรานนท์ (2547) รีเลย์ เป็นอุปกรณ์สำคัญในวงจรควบคุมซีเควนซ์ มีทั้งชนิดที่เป็นรีเลย์ควบคุมมีหน้าสัมผัสหลายชุดและรีเลย์ขับเคลื่อนที่สามารถขับเคลื่อนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ให้ทำงานได้ รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยแรงดึงดูดของแม่เหล็กไฟฟ้าในการเปิดหรือปิดหน้าสัมผัส ดังนั้น จึงสามารถเปิดหรือปิดวงจรที่ต่อกับหน้าสัมผัสได้โดยอัตโนมัติ รีเลย์ประกอบด้วยส่วนใหญ่ว่า สองส่วน คือ “ส่วนขดลวด” ซึ่งทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้า และ “ส่วนหน้าสัมผัส” ซึ่งจะทำหน้าที่เปิดหรือปิดวงจร การทำงานของรีเลย์ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแกนเหล็กจะกลายเป็นแม่เหล็กดูดแผ่นเหล็กอ่อนเข้าหา โดยมีบานพับเป็นจุดหมุนทำให้หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ซึ่งยึดติดอยู่กับแผ่นเหล็กอ่อนนี้แตะกับหน้าสัมผัสตรง ในทางตรงกันข้าม เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดแรงสปริงจะดึงให้แผ่นเหล็กเคลื่อนที่ออกจากแกนเหล็กโดยมีบานพับเป็นจุดหมุนเช่นกัน ส่วนที่เป็นขดลวดซึ่งทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยแกนเหล็กอ่อนกับขดลวดทองแดงซึ่งพันอยู่รอบแกน และส่วนที่เป็นหน้าสัมผัสที่ใช้ปิดเปิดวงจร ประกอบด้วยหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ซึ่งยึดติดอยู่กับแผ่นเหล็กอ่อนกับหน้าสัมผัสตรง เหมือนกับกรณีของสวิตช์ปุ่มกด

2.2 คอนแทกเตอร์แม่เหล็กไฟฟ้า ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ (2541) คอนแทกเตอร์เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งควบคุมโดยแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าของคอนแทกเตอร์ คอนแทกเตอร์จะทำงาน ทำให้หน้าสัมผัสของมันต่อถึงกัน วงจรไฟฟ้าที่ควบคุมโดยคอนแทกเตอร์ดังกล่าวก็จะครบวงจร ทำให้แหล่งจ่ายไฟสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดได้ ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่ยึดให้หน้าสัมผัสของคอนแทกเตอร์ติดกันก็จะหมดไป เป็นผลให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน วงจรไฟฟ้าที่ควบคุมก็จะไม่ครบวงจร และไม่มีกำลังไฟฟ้าจ่ายให้โหลด อุปกรณ์และชิ้นส่วนที่ประกอบกันเป็นคอนแทกเตอร์มีส่วนประกอบสำคัญอยู่ 3 ส่วนด้วยกัน คือ แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnet) , ขั้ว (Poles) และหน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contacts)

2.3 อุปกรณ์ตัดวงจรอัตโนมัติ (Circuit Breaker) คณะกรรมการดำเนินการจัดทำคู่มือการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับช่าง (2551) ได้อธิบายความหมายพอสรุปไว้ว่า เซอร์กิตเบรกเกอร์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปลดวงจรเมื่อเกิดกระแสเกิน ซึ่งทำหน้าที่เหมือนฟิวส์ แต่มีข้อดีกว่าฟิวส์ คือสามารถสับกลับมาทำงานใหม่โดยไม่ต้องเปลี่ยนใหม่เหมือนฟิวส์ และมีเครื่องหมายให้สังเกตได้ว่า เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำงานตัดวงจร เนื่องจากเกิดการลัดวงจร หรือมีผู้ไปกดขาโยกให้ปลดวงจร ข้อเสียของเซอร์กิตเบรกเกอร์ คือ ราคาค่อนข้างสูง แต่มีฟังก์ชันตัดกระแสต่ำกว่าฟิวส์มาก บุญธรรม ภัทรจารุ

กุล (2556) การทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบแม่เหล็กความร้อน จะใช้เทคนิค 2 วิธี ในการตรวจจับความผิดพลาดทางไฟฟ้า ดังนี้ เทคนิคแรก ได้แก่ แม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความไวต่อการกระชากของกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยชุดขดลวดโซลีนอยด์จะเชื่อมต่ออนุกรมกับวงจร ถ้าหากมีกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหรือทันทีทันใด ขดลวดโซลีนอยด์จะดูดแท่งโลหะและปลดปล่อยสลักเป็นการตัดวงจรไฟฟ้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์ เทคนิคที่สอง จะตัดวงจรไฟฟ้าด้วยแท่งโลหะไบเมทัล ที่ตอบสนองต่อการกระชากหรือภาระเกินพิกัดของกระแสไฟฟ้าในระดับต่ำ โดยถ้ามีอุณหภูมิหรือกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นผิดปกติ แท่งโลหะไบเมทัลจะร้อนจนเกิดการโก่งงอ และดันแท่งโลหะไปปลดปล่อยสลัก เป็นการตัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย

โครงการย่อยที่ 1 ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกัญชงในจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลอาร์เอพีดี

3.1 การสกัดดีเอ็นเอ เก็บตัวอย่างใบกัญชงจำนวน 4 ตัวอย่าง ได้แก่ กัญชง รหัส BLC-001 BLC-002 พบพระ กัญชงพื้นเมือง และตัวอย่างใบกัญชา จำนวน 1 ตัวอย่าง ได้แก่ สายพันธุ์ KU หางกระรอก จากแปลงทดลอง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สกัดดีเอ็นเอจากด้วยชุดสกัดสำเร็จรูปของ RBC Bioscience เพื่อใช้งานต่อไป

3.2 การตรวจสอบคุณภาพและวัดปริมาณของดีเอ็นเอ

1) วิธี Gel electrophoresis ตรวจสอบปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้ โดยเปรียบเทียบความสว่างกับแถบดีเอ็นเอมาตรฐาน (100 bp DNA Ladder) 1.0 เปอร์เซ็นต์ agarose gel นำมาคำนวณหาความเข้มข้นของดีเอ็นเอในแต่ละตัวอย่าง

2) วิธีวัดการดูดกลืนแสง วัดปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอ โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 260 nm และ 280 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer และคำนวณความเข้มข้นของดีเอ็นเอ จากสูตร

$$\text{ความเข้มข้นของดีเอ็นเอ} = 50 \times A_{260} \times \frac{\text{ปริมาตรของสารละลายทั้งหมด (ไมโครกรัม)}}{\text{ปริมาตรของสารละลายดีเอ็นเอที่ใช้ (ไมโครกรัม)}}$$

ความบริสุทธิ์ของสารละลายดีเอ็นเอหาจากอัตราส่วนระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 nm และ 280 nm (A_{260}/A_{280}) ดีเอ็นเอที่มีความบริสุทธิ์ควมมีอัตราส่วนระหว่าง A_{260}/A_{280} อยู่ระหว่าง 1.6 -1.8 ถ้าค่าน้อยกว่า 1.6 แสดงว่าดีเอ็นเอมีการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์อื่นๆ และถ้ามากกว่า 1.8 แสดงว่ามี RNA ปนเปื้อนอยู่

3.3 การตรวจหาสายพิมพ์ดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์

1. การหาปริมาณดีเอ็นเอที่เหมาะสมในการเป็นแม่แบบของปฏิกิริยาพีซีอาร์ทดสอบใช้ดีเอ็นเอของกัญชงและกัญชาโดยทดสอบจากปริมาณดีเอ็นเอแม่แบบ

2. ตรวจหาไพรเมอร์ที่เหมาะสม โดยใช้ไพรเมอร์มาทดสอบกับดีเอ็นเอหนึ่งตัวอย่าง เพื่อหาไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ และทดลองปรับเปลี่ยนสภาวะในปฏิกิริยา PCR ในการ

ตรวจสอบลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ด้วยปฏิกิริยาการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์ (Polymerase Chain Reaction, PCR)

3.4 การตรวจผลปฏิกิริยา PCR ด้วยวิธี Agarose gel

3.5 การคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลพันธุกรรมที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความหลากหลายหรือความแปรปรวนทางพันธุกรรม ในรูปของค่าความผันแปรทางพันธุกรรมต่างๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยต่อตำแหน่งของแอลลีลที่ประกอบด้วย averaged number of alleles (N_a), effective number of alleles (A_e) และ allelic richness (R) และรวมถึงค่าเฮเทอโรไซโกซิตี ทั้งค่าสังเกต (observed heterozygosity, H_o) และค่าคาดคะเน (expected heterozygosity, H_e) โดยการวิเคราะห์ ณ แต่ละตำแหน่งที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยวิธี likelihood ratio test (Yeh *et al.*, 1999) และวิเคราะห์รวมทุกตำแหน่งที่สำรวจด้วยวิธี Chi-square test ตรวจวิเคราะห์ null allele ในทุกตำแหน่งของทุกประชากร โดยจะปรับจีโนไทป์และทดสอบสมมติฐานดี-ไวน์เบิร์กใหม่ ณ ตำแหน่งและประชากรที่ตรวจพบ null allele คำนวณค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) ของ Nei (1978) พร้อมทั้งวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างประชากร (dendrogram) ด้วยวิธี unweighted pair-group method with arithmetic averaging (UPGMA) โดยใช้โปรแกรม FSTAT version 1.2 (Goudet, 1995) และ POPGENE version 1.31 (Yeh *et al.*, 1999) ยกเว้นการวิเคราะห์ null allele และปรับจีโนไทป์ใช้โปรแกรม Micro-Checker version 2.2.3 (Van Oosterhout *et al.*, 2004)

วิเคราะห์ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรโดยวิธี analysis of molecular variance (AMOVA) โดยระบุกลุ่มประชากรตามที่ปรากฏในโครงสร้างความสัมพันธ์ที่วิเคราะห์ได้ เพื่อตรวจสอบความแตกต่างให้ครอบคลุมทุกระดับที่ปรากฏในโครงสร้าง โดยตรวจสอบจากค่า F-statistics (inbreeding coefficients หรือ fixation indexes) ซึ่งคำนวณจากค่า variance components แล้วทดสอบโดยการวิเคราะห์ค่า P ในทุกระดับ และทุกคู่ประชากร ของการตรวจสอบความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญของค่า P ที่ 0.02 การตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคู่ประชากรทุกคู่ ใช้การวิเคราะห์ค่า P ของ F_{st} ระหว่างคู่ประชากร (P_{Fst}) และวิธี exact test (P_{exact}) ภายใต้ระดับนัยสำคัญของค่า P ที่ได้รับการปรับโดยใช้ Bonferroni correction เพื่อความถูกต้องสำหรับการทดสอบแบบ multiple tests และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Arlequin version 3.1

3.6 การสร้างเดนโดแกรม (dendrogram) ตรวจสอบคุณภาพพีซีอาร์ด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส (Agarose Gel Electrophoresis) วิเคราะห์ภาพด้วยโปรแกรม PhotoCap นำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการโดยสร้างแผนภูมิต้นไม้ด้วยวิธี Neighbor-joining (NJ) ด้วยโปรแกรม

Unweighted Pair Group Method with Arithmetic average (UPGMA) และบันทึกลงในโปรแกรม Microsoft Office Excel 2019

โครงการย่อยที่ 2 การผลิตกล้วยตามหลักการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์

การทดลองที่ 1 การพัฒนาองค์ความรู้การผลิตกล้วยเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติด้านการเพาะปลูกที่ดี หรือ GAP (Good Agricultural Practice; GAP) ข้อกำหนดในข้อ 1-8 สำหรับกระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย ปลอดภัยจากศัตรูพืชและคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ประกอบด้วย

1. แหล่งน้ำ
2. พื้นที่ปลูก
3. การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร
4. การเก็บรักษาและการขนย้ายผลผลิตภายในแปลง
5. การบันทึกข้อมูล
6. การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช
7. การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลคุณภาพ
8. การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

การทดลองที่ 2 การปลูกกล้วยเพื่อผลิตเส้นใยด้วยระบบแปลงปลูก

การปลูกกล้วยเพื่อผลิตเส้นใยด้วยระบบแปลงปลูกในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ดำเนินการตามสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) หรือ สวพส. ได้จัดทำเอกสารคู่มือเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในการปลูกและผลิต เฮมพ์ คู่มือวิธีปฏิบัติในการปลูกเฮมพ์ภายใต้ระบบ และคู่มือการปลูกเฮมพ์เพื่อผลิตเส้นใยภายใต้ระบบควบคุม

การทดลองที่ 3 การทดสอบสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากและรากของกล้วยในสภาพปลอดเชื้อ

1. การฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อปลายยอดและตาข้างกล้วย ตัดปลายยอดขนาด 10 เซนติเมตร มาล้างทำความสะอาดด้วยซันไลท์และล้างด้วยน้ำไหลเป็นระยะเวลา 5 นาที เพื่อล้างเอาฝุ่นละอองออก จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด แช่ในเอทานอลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำไปฟอกฆ่าเชื้อด้วย สารโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ หยด Tween-20 จำนวน 2-3 หยด เขย่าเป็นระยะเวลา 10 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที ใช้เนื้อเยื่อส่วนตาข้าง ขนาดท่อน 2 เซนติเมตร จำนวน 1 ชิ้นต่อขวด เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000

ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 14 วัน นำเนื้อเยื่อที่รอดชีวิตไปใช้ในการทดลองถัดไป

2. การศึกษาสูตรอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่อการชักนำยอดของกัญชง วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยใช้สูตรอาหารแข็ง MS ดัดแปลงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน จำนวน 6 สิ่งทดลอง ดังนี้ 0 1 2 3 4 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารดัดแปลงทุกสูตรเติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร และเติมผงถ่าน (activated charcoal) 0.1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อดูดซับสารพิษ (phenolic compound) แต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำๆ ละ 10 ขัน นำเนื้อเยื่อบริเวณข้อในสภาพปลอดเชื้อนำไปเลี้ยงในอาหารสูตรต่างๆ ขวดละ 1 ขัน บันทึกผลการทดลองนับเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด จำนวนยอด จำนวนข้อ และจำนวนใบ ภายหลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

3. การศึกษาสูตรอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำการเกิดรากของกัญชง วางแผนการทดลองแบบ CRD ใช้สูตรอาหารแข็ง MS ดัดแปลงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน จำนวน 4 สิ่งทดลอง ดังนี้ 0 0.5 1.0 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารดัดแปลงทุกสูตรเติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร และเติมผงถ่าน (activated charcoal) 0.1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อดูดซับสารพิษ (phenolic compound) แต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำๆ ละ 10 ขัน นำเนื้อเยื่อบริเวณข้อในสภาพปลอดเชื้อนำไปเลี้ยงในอาหารสูตรต่างๆ ขวดละ 1 ขัน บันทึกผลการทดลองนับเปอร์เซ็นต์การเกิดยอด จำนวนยอด จำนวนข้อ จำนวนใบ และเปอร์เซ็นต์การเกิดราก ภายหลังจากการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

4. ศึกษาการย้ายปลูกในสภาพธรรมชาติ โดยนำขวดเพาะเลี้ยงต้นกัญชงที่ออกรากแล้วไปปรับสภาพอุณหภูมิและความชื้น โดยการวางขวดเนื้อเยื่อที่อุณหภูมิห้องคลายฝาขวดเล็กน้อยเป็นเวลา 1 สัปดาห์ นำต้นกัญชงออกจากขวดล้างรากให้หมด นำไปแช่ในสารละลายป้องกันเชื้อรา นาน 10 นาที นำไปทดลองปลูกในถุงพลาสติก ประกอบด้วยวัสดุเพาะที่ต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ ดินร่วนปนทรายอย่างเดียว ดินร่วนปนทรายร่วมกับขุยมะพร้าว (1:1) ดินร่วนปนทรายร่วมกับมูลไส้เดือน (1:1) ดินร่วนปนทรายร่วมกับขุยมะพร้าวและมูลไส้เดือน (1:1:1) หลังย้ายปลูกรดน้ำให้ชุ่มและคลุมด้วยพลาสติกเพื่อควบคุมความชื้น เป็นเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกผลการทดลองนับเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของสารต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในฝัคมะขาม วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

โครงการย่อยที่ 3 ระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย

3.1.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย ให้แก่เกษตรกรที่ขออนุญาตปลูกกล้วยงเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม

3.1.1.2 ผลการวิจัย การประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบควบคุมไฟฟ้าโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย การประเมินความพึงพอใจของระบบควบคุมไฟฟ้าโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย จำนวน 3 คน ใช้การประเมินคุณภาพ 2 ด้าน คือ ด้านรูปแบบ และด้านการใช้งาน อยู่ระหว่างการดำเนินการทดลอง และดำเนินการเก็บผลในงานวิจัยประกอบการดำเนินการวิจัย และอยู่ระหว่างการดำเนินการแก้ไขจากการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของระบบต้นแบบ พร้อมทั้งปรับปรุง และเหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งานจริง

การวิเคราะห์และสรุปผล

วิเคราะห์ผลการทดลองในประเด็นต่างๆ ได้แก่ ผลของความสว่าง ปริมาณของน้ำและอุณหภูมิในโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย การประเมินความพึงพอใจของระบบควบคุมไฟฟ้าโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย โดยวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ค่าทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

วิเคราะห์และสรุปความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของการใช้งาน ระบบควบคุมไฟฟ้าโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ได้พิจารณาค่าทางสถิติ 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Average value, $\bar{X}$) ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ ค่ากลางหรือเป็นตัวแทนของข้อมูลที่ดีที่สุด เป็นค่าที่ไม่เอนเอียง มีความคงเส้นคงวา มีความแปรปรวนต่ำที่สุด และเป็นค่าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีข้อจำกัดในการใช้ กล่าวคือ ถ้าข้อมูลมีการกระจายมากหรือข้อมูลบางตัวมีค่ามากหรือน้อยจน

ผิดปกติ หรือข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะไม่สามารถเป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนที่ดีของข้อมูลได้ ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\bar{X} = \sum_{i=0}^n X_i$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
X คือ	ข้อมูลการทดลอง
n คือ	จำนวนข้อมูลที่ทดลอง
i คือ	จำนวนเต็มใด ๆ เท่ากับ 1,2,3, ...

โครงการย่อยที่ 4 การพัฒนาวิธีการทดสอบปริมาณสารสำคัญในกัญชงและผลิตภัณฑ์จากกัญชง

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาสถานะที่เหมาะสมสำหรับการแยกสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ 5 ชนิด
2. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวประสิทธิภาพสูงในการตรวจวัดปริมาณสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ 5 ชนิด
3. ศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างการสกัดสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ในตัวอย่างกัญชงหรือผลิตภัณฑ์จากกัญชง
4. นำวิธีที่พัฒนาขึ้นมาวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ในตัวอย่างช่อดอกกัญชงหรือผลิตภัณฑ์จากกัญชงที่มาจากคุณกอกแก้ว วชิรมน สถาบันเศรษฐกิจพอเพียงเครือข่ายเกษตรอินทรีย์วิถีไทย อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

1. ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช อาคารปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
2. อาคาร 18/4 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3. หน่วยปฏิบัติการ Cytogenetics and Molecular Genetics Research group คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
4. ห้องปฏิบัติการเคมี อาคารสิรินธร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
5. ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
อาคารปฏิบัติการชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
6. แปลงทดลองทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3.3 ระยะเวลาดำเนินงาน

ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2566 ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2566

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการทดลอง

โครงการย่อยที่ 1 ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกล้วยในจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลอาร์เอพีดี

4.1 การตรวจสอบคุณภาพของจีโนมิกส์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิค agarose gel electrophoresis

จากการสกัดดีเอ็นเอจากใบกล้วยและกล้วยาจำนวน 5 สายพันธุ์ 12 ตัวอย่าง ตรวจสอบผลบน agarose gel 1.0 เปอร์เซ็นต์ ที่ เมื่อเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน พบว่าดีเอ็นเอที่สกัดได้มีปริมาณมากเพียงพอต่อการนำไปใช้ในขั้นตอน PCR หลังจากการสกัดดีเอ็นเอ หาความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร และ 280 นาโนเมตร และหาความบริสุทธิ์จากอัตราส่วนระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร และ 280 นาโนเมตร (A_{260}/A_{280}) หากดีเอ็นเอที่มีความบริสุทธิ์จะมีอัตราส่วนระหว่าง A_{260}/A_{280} อยู่ระหว่าง 1.6 -1.8 ถ้าค่าน้อยกว่า 1.6 แสดงว่าดีเอ็นเอมีการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์อื่นๆ และถ้ามากกว่า 1.8 แสดงว่ามี RNA ปนเปื้อนอยู่ ซึ่งจากการตรวจสอบดังกล่าวได้ค่าสัดส่วนระหว่าง A_{260}/A_{280} หลังจากนั้น ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยปฏิกิริยา PCR โดยใช้ไพรเมอร์ เพื่อใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณที่สนใจด้วยไพรเมอร์ที่แตกต่างกันตามความสามารถของไพรเมอร์แต่ละคู่สามารถเข้าจับกับจีโนมิกส์ดีเอ็นเอของข้าวในแต่ละตัวอย่าง โดยไพรเมอร์ที่สามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอได้ จากการนำดีเอ็นเอมาแยกด้วยกระแสไฟฟ้า ที่ 100 โวลต์ ด้วยเทคนิค agarose gel electrophoresis ที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลแถบจีโนมิกส์ดีเอ็นเอ

4.2 การตรวจสอบไพรเมอร์ที่เหมาะสมในการสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอของกล้วยและกล้วยา

จากการเพิ่มปริมาณด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส โดยใช้เทคนิค RAPD ด้วยไพรเมอร์ชนิด RAPD OPX1 โดยขั้นตอน Pre-denaturation ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที Denaturation ที่ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที Annealing ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 วินาที เพิ่มอุณหภูมิช่วง Extension เป็น 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วินาที ทำปฏิกิริยา 35 รอบ และสิ้นสุดปฏิกิริยาที่ Final extension 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที พบว่าขนาดดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอมีขนาด 300 – 800 bp ซึ่งสามารถแสดงชนิดของตัวอย่างได้ ดังนี้ M คือ ดีเอ็นเอมาตรฐาน หมายเลข 1 คือ BLC-001 หมายเลข 2 BLC-002 หมายเลข 3 พบ

พระ1หมายเลข 4 พบพระ2 หมายเลข 5 พื้นเมือง1 หมายเลข 6 พื้นเมือง2 หมายเลข 7 KU1 และ หมายเลข 8 KU2 ตามลำดับ

4.3 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

จากการศึกษาความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของกาแฟทั้งหมด 10 สายต้น โดยใช้แถบดีเอ็นเอที่ได้จากการวิเคราะห์เครื่องหมายโมเลกุล SSR นำมาวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างประชากร (dendrogram) ด้วยวิธี unweighted pair-group method with arithmetic averaging (UPGMA) จากการวิเคราะห์จากความต่างกันของลายพิมพ์ดีเอ็นเอ ได้ค่าดัชนีความเหมือนหรือความต่างกันของลายพิมพ์ดีเอ็นเอ โดยมีค่าอยู่ที่ช่วง 1.0 – 7.0

4.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของกัญชงและกัญชาจากเครื่องหมายโมเลกุล RAPD

จากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกัญชงและกัญชาทั้ง 5 สายพันธุ์ 8 ตัวอย่าง โดยใช้แถบดีเอ็นเอที่ได้จากการวิเคราะห์เครื่องหมายโมเลกุล RAPD ทั้งหมดนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยการใช้สูตรคำนวณของ Nei และ Li (1979) (Kiani, G., 2011) และจัดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี UPGMA จากนั้นนำมาจัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA เพื่อสร้างเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (dendrogram) พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนอยู่ในช่วง 0.63 – 1.00 จากผลเดนไดรแกรมสามารถจัดกลุ่มตามความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ BLC-001 BLC-002 พื้นเมือง2

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ พบพระ1 พบพระ2 พื้นเมือง1

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ KU1 KU2

โครงการย่อยที่ 2 การผลิตกัญชงตามหลักการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์

การทดลองที่ 1 การผลิตกัญชงเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติด้านการเพาะปลูกที่ดี หรือ GAP (Good Agricultural Practice; GAP)

พื้นที่ดำเนินการวิจัยการผลิตกัญชงตามหลักการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ณ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

การผลิตกัญชงเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติด้านการเพาะปลูกที่ดี หรือ GAP (Good Agricultural

Practice; GAP) มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 3502-2561 การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร ขอบข่ายมาตรฐานครอบคลุมข้อกำหนดในข้อ 1-8 สำหรับกระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย ปลอดภัยจากศัตรูพืชและคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ประกอบด้วย น้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเก็บรักษาและการขนย้ายผลิตผลภายในแปลง การบันทึกข้อมูล การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลคุณภาพ การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ระหว่างเดือนมีนาคม 2566 ถึงเดือน กรกฎาคม 2566 ณ โรงเรียนทดลองกัญชง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จากผลการศึกษาพบว่า

1. น้ำ น้ำที่ใช้ในแปลงปลูกและโรงเรือนกัญชง เป็นแหล่งน้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ดำเนินการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ได้แก่ สี (Color) ความขุ่น (Turbidity) ความเป็นกร-ด่าง (pH) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) ตะกั่ว (Pb) โครเมียม (Cr) แคดเมียม (Cd) โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) และ *E. coli* (*Escherichia coli*) ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำโดยหน่วยงานกายภาพและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 3 ครั้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2565 ถึง กุมภาพันธ์ 2566 ให้ผลการทดสอบ

2. พื้นที่ปลูก พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นพื้นที่แปลงปลูก 16.457323, 101.146822 (<https://goo.gl/maps/FP78uQqy5weGHZ4H7>) ภายใต้โครงการการศึกษาวิจัยการผลิตและการใช้ประโยชน์ผลผลิตกัญชาทางการแพทย์และการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากกัญชงและกัญชา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พื้นที่ในการดำเนินโครงการ ประมาณ 1,200 ตารางเมตร ประกอบด้วยโรงเรือนแบบกึ่งปิด จำนวน 2 โรงเรือน และแปลงปลูกแบบ outdoor พื้นที่ 80 ตารางเมตร

3. การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร

3.1 การใช้วัตถุอันตราย ใช้ตามคำแนะนำในฉลากของผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร โดยใช้สารชีวภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยใช้อุปกรณ์เครื่องพ่นสารชีวภัณฑ์ และมีการตรวจสอบเครื่องพ่นสารให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 สารชีวภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ที่ยังคงเหลืออยู่ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทและเก็บในสถานที่ที่เก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตร

3.3 มีการจัดเก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดต่างๆ เป็นสัดส่วนในสถานที่เก็บเฉพาะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารแต่ละชนิดและสามารถควบคุมการหยิบใช้ได้ ไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตผล และไม่เกิดอันตรายต่อบุคคล

3.4 ทำความสะอาดเครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรและอุปกรณ์หลังการใช้ทุกครั้งและกำจัดน้ำล้างด้วยวิธีที่ไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

3.5 มีการบันทึกรายการหรือจัดทำบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่เก็บไว้ในสถานที่เก็บ

3.6 ผู้ปฏิบัติงานและ/หรือผู้ควบคุมต้องมีความรู้ในการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ถูกต้อง โดยต้องรู้จักศัตรูพืชการเลือกชนิดและอัตราการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเลือกใช้เครื่องพ่นและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.7 เลือกใช้เครื่องพ่นสารเคมีและอุปกรณ์ หัวฉีดวิธีการพ่นที่ถูกต้องโดยตรวจสอบให้อยู่ในสภาพพร้อมจะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.8 มีอุปกรณ์ปฐมพยาบาล และอุปกรณ์ ป้องกันอุบัติเหตุอย่างครบถ้วน เช่น น้ำยาล้างตา น้ำสะอาด ทราาย ฯลฯ

4. การเก็บรักษาและการขนย้ายผลิตผลภายในแปลง

4.1 สถานที่เก็บพืชสมุนไพรต้องถูกสุขลักษณะอากาศถ่ายเทสะดวก มีแสงสว่างเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน สามารถป้องกันความชื้นจากภายนอกแสงแดด และการปนเปื้อนจากวัตถุอันตราย และสัตว์พาหะนำโรคได้

4.2 ภาชนะบรรจุต้องสะอาด ปราศจากสิ่งที่เป็นอันตราย และกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ รวมทั้งสามารถป้องกันแสงหรือพรางแสงได้ โดยให้มีความเหมาะสมต่อชนิดของวัตถุดิบสมุนไพร

4.3 ภาชนะที่ใช้ในการขนย้ายต้องสะอาดปราศจากสิ่งที่เป็นอันตรายและกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ รวมทั้งสามารถป้องกันแสงได้ โดยให้มีความเหมาะสมต่อชนิดของพืชสมุนไพร

4.4 มีมาตรการป้องกันไม่ให้พืชสมุนไพรมีความชื้นเพิ่มขึ้นระหว่างการขนย้าย

4.5 มีวัสดุรองพื้นก่อนวางภาชนะบรรจุวัตถุดิบสมุนไพร

4.6 มีมาตรการการป้องกันศัตรูพืชในโรงเก็บในกรณีที่จำเป็นต้องใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร

5. การบันทึกข้อมูล

5.1 กรณีแหล่งน้ำและพื้นที่ปลูกอยู่ในสภาวะเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภคให้มีบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำและดิน

5.2 มีบันทึกข้อมูลการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรทุกครั้งที่ใช้ อย่างน้อยให้ระบุชนิดพืชชนิดสารเคมี วัตถุประสงค์การใช้ วันที่ใช้ อัตราและวิธีการใช้ วันที่เก็บเกี่ยว และชื่อผู้ปฏิบัติงาน

5.3 มีบันทึกหรือบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่จัดเก็บ

5.4 มีแผนควบคุมการผลิต

5.5 มีบันทึกรายการปัจจัยการผลิต แหล่งที่มาและรายละเอียดเฉพาะของปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ หรือส่วนขยายพันธุ์ที่น่าเชื่อถือและสามารถตรวจสอบแหล่งที่มาได้ ปุ๋ย ธาตุ

อาหารเสริม วัตถุดิบทรายทางการเกษตรที่ใช้ในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งระบุรายการปริมาณ วัน/เดือน/ปีที่จัดซื้อ

5.6 มีการบันทึกข้อมูลของผลผลิต ได้แก่ วันที่ปลูก ปริมาณการผลิต วันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตสด วันที่เก็บผลผลิตแห้ง วันที่บรรจุ และวันที่ส่งมอบ

5.7 มีบันทึกผลการวิเคราะห์น้ำและดินในระยะเริ่มจัดระบบการผลิต และในช่วงเวลาที่มีสภาพแวดล้อมเสี่ยงต่อการปนเปื้อน

5.8 มีบันทึกข้อมูลรหัสแปลงปลูกและข้อมูลประจำแปลงปลูก

5.9 มีบันทึกการผลิตปุ๋ยอินทรีย์

5.10 มีบันทึกการฝึกอบรมสุขลักษณะส่วนบุคคล

5.11 มีหลักฐานผลการตรวจสอบสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

5.12 พืชสมุนไพรที่อยู่ระหว่างการเก็บรักษาและขนย้าย หรือบรรจุเพื่อจำหน่ายให้ระบุรุ่นผลิตผล หรือติดรหัส หรือเครื่องหมายแสดงแหล่งผลิต หรือวันที่เก็บเกี่ยว เพื่อให้สามารถตรวจสอบที่มาได้

5.13 เก็บรักษาทันทีข้อมูลการปฏิบัติงานและเอกสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานไว้อย่างน้อย 2 ปีของการผลิตติดต่อกัน หรือตามที่ผู้ประกอบการหรือประเทศคู่ค้าต้องการเพื่อให้สามารถตามสอบและเรียกคืนสินค้าเมื่อเกิดปัญหาได้

5.14 ทบทวนการปฏิบัติงานด้านการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีหรือทบทวนบันทึกข้อมูลอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้มั่นใจในกระบวนการผลิตและปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

5.15 มีประวัติการใช้ที่ดินย้อนหลังอย่างน้อย 2 ปี

5.16 มีเอกสารข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุดิบทรายทางการเกษตร

5.17 กรณีที่พบปัญหาการปฏิบัติในแปลงปลูกที่อาจมีผลต่อความปลอดภัยให้สืบหาสาเหตุและหาแนวทางแก้ปัญหา เพื่อป้องกันไม่ให้ซ้ำ และให้มีการบันทึกข้อมูล

6. สุขลักษณะส่วนบุคคล

6.1 ต้องมีการดูแลสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ที่สัมผัสกับผลิตผลโดยตรงโดยเฉพาะหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตผล

6.2 ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ความเข้าใจ หรือได้รับการฝึกอบรมด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกสุขลักษณะ

6.3 มีสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลที่เพียงพอและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานสามารถป้องกันของเสียต่างๆ ไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่แปลงปลูกและผลิตผล

6.4 ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับวัตถุดิบการเกษตร ได้รับการตรวจสอบอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

6.5 กรณีที่มีบุคคลภายนอกเข้ามาในบริเวณที่ผลิตควรมีมาตรการป้องกันการปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์หรือพืชสมุนไพร

6.6 รายงานให้ผู้ดูแลการผลิตทราบ ในกรณีผู้ปฏิบัติงานเจ็บป่วย เพื่อตัดสินใจในการปฏิบัติงานที่ไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่ผลิตภัณฑ์

6.7 จัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานที่เหมาะสมแก่ผู้ปฏิบัติงาน

6.8 จัดการอบรมให้ความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงานอย่างเหมาะสมตามหน้าที่ที่รับผิดชอบ

6.9 เจ้าของฟาร์มและผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้หรือได้รับการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี

7. การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์คุณภาพ

7.1 มีแผนควบคุมการผลิต เพื่อกำหนดมาตรการในการควบคุมในแต่ละขั้นตอนที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และ/หรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และ/หรือสิ่งแวดล้อม และ/หรือสุขภาพ ความปลอดภัยและสวัสดิภาพของผู้ปฏิบัติงาน

7.2 เมล็ดพันธุ์หรือส่วนขยายพันธุ์มาจากแหล่งที่เชื่อถือได้ ตรงตามพันธุ์/ชนิด สามารถตรวจสอบแหล่งที่มาและประวัติของเมล็ดพันธุ์ หรือส่วนขยายพันธุ์ได้

7.3 ไม่ใช้สิ่งขับถ่ายของคนมาเป็นปุ๋ย

7.4 ใช้วิธีการปลูกและการดูแลรักษาที่เหมาะสมตามชนิดของพืชสมุนไพรโดยคำนึงถึงการผลิตรายสำคัญ ใช้ตามคำแนะนำของหน่วยงานราชการ หรือตามข้อมูลทางวิชาการ หรือภูมิปัญญาท้องถิ่น

7.5 มีวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของพืชสมุนไพร โดยคำนึงถึงการผลิตรายสำคัญ ตามคำแนะนำของหน่วยงานราชการ หรือตามข้อมูลทางวิชาการหรือภูมิปัญญาท้องถิ่น

7.6 จัดทำรายการปัจจัยการผลิต แหล่งที่มา และรายละเอียดเฉพาะของปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ หรือส่วนขยายพันธุ์ ปุ๋ย ธาตุอาหารเสริม วัตถุดิบการเกษตรที่ใช้ในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งระบุรายการ ปริมาณวัน/เดือน/ปี ที่จัดซื้อ และบันทึกข้อมูล

7.8 มีการจัดการที่ดีในการใช้ปุ๋ย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนทั้งในด้านจุลินทรีย์ เคมีและกายภาพสู่ผลิตภัณฑ์ในระดับที่จะทำให้ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค และคุณภาพของพืชสมุนไพร และใช้ปุ๋ยที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตร

7.9 หากผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เองในฟาร์ม ต้องผ่านกระบวนการหมักหรือย่อยสลายโดยสมบูรณ์หรือผ่านกระบวนการอื่นอย่างเพียงพอที่ไม่ทำให้เกิดโรคสู่คน ทั้งนี้ให้บันทึกข้อมูลระบุวิธีการวันที่และช่วงเวลาผลิตปุ๋ยอินทรีย์

7.10 พื้นที่เก็บรักษา ผสม และขนย้ายปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน หรือพื้นที่สำหรับหมักปุ๋ยอินทรีย์ต้องแยกเป็นสัดส่วนไม่ปนเปื้อนสู่พื้นที่ปลูกพืชสมุนไพร และแหล่งน้ำ

7.11 ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรที่ต้องอาศัยความเที่ยงตรงในการปฏิบัติงานอย่างน้อยปีละครั้ง หากพบว่ามีความคลาดเคลื่อนต้องปรับปรุง ซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ให้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานเมื่อนำมาใช้งาน

7.12 ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรภาชนะที่ใช้ในการบรรจุและขนส่งผลิตผลทุกครั้งทั้งก่อนและหลังการใช้งาน

7.13 มีการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทั้งนี้ต้องไม่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และคุณภาพของพืชสมุนไพรและสิ่งแวดล้อม

7.14 ตรวจสอบการเข้าทำลายของศัตรูพืชในแปลงปลูกอย่างสม่ำเสมอ หากเกิดความเสียหายให้ใช้วิธีที่เหมาะสมในการป้องกันกำจัด

7.15 มีการควบคุมและกำจัดวัชพืช ให้อยู่ในระดับที่ไม่เสียหายต่อการเจริญเติบโตของพืชสมุนไพร

7.16 จัดให้มีเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

7.17 มีสถานที่เก็บรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์เป็นสัดส่วน ปลอดภัย และง่ายต่อการนำไปใช้งาน

7.18 ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์การเกษตรอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ และอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน

7.19 กำจัดพืชที่มีโรคเข้าทำลายนอกแปลงปลูกโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

7.20 แยกประเภทของเสีย และสิ่งของที่ไม่ใช้/ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตให้ชัดเจน มีที่ทิ้งขยะเพียงพอ หรือระบุจุดทิ้ง รวมถึงมีการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

8. การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

8.1 เก็บเกี่ยวพืชสมุนไพรแต่ละชนิดในระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงปริมาณสารสำคัญ

8.2 เก็บเกี่ยวด้วยวิธีการที่เหมาะสมและถูกสุขลักษณะ ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชสมุนไพร ไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพและต้นพืช

8.3 อุปกรณ์ และภาชนะบรรจุวัสดุที่สัมผัสกับพืชสมุนไพรโดยตรงต้องสะอาดไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อน

8.4 มีการจัดการผลิตผลในบริเวณพักผลิตผลที่เก็บเกี่ยวในแปลงปลูกต้องเหมาะสมสามารถป้องกันการชุกชืด หรือการกระแทก รวมทั้งปัญหาการเสื่อมสภาพของผลิตผลอันเนื่องจากความร้อนและแสงแดด เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของคุณภาพของพืชสมุนไพร

8.5 มีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว และ/หรือลดความชื้นที่เหมาะสมและถูกสุขลักษณะไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของพืชสมุนไพรและให้ความชื้นเป็นไปตามข้อกำหนดหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

8.6 สถานที่ใช้ในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวต้อง สามารถป้องกันความเสี่ยงจากการปนเปื้อนและรักษาคุณภาพของวัตถุดิบสมุนไพรได้

8.7 ป้องกันสัตว์เลื้อยคลานให้อยู่ในบริเวณปฏิบัติงาน โดยเฉพาะสถานที่เก็บรักษา หากมีความเสี่ยงในการเป็นพาหะนำโรคให้มีการป้องกันการปนเปื้อน

8.8 มีการป้องกันการปนเปื้อนจากวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตรายสู่ผลิตผลที่มีการคัดเลือกหรือบรรจุในแปลงแล้ว และไม่วางสัมผัสกับพื้นดินโดยตรง

8.9 ใช้วัสดุรองพื้นในบริเวณพักผลิตผลที่เก็บเกี่ยวแล้ว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูลและสิ่งที่เป็นอันตรายอื่นๆ จากพื้นดิน

8.10 เลือกใช้ภาชนะที่เหมาะสมในการบรรจุขั้นต้น เพื่อการขนถ่ายผลิตผลจากภายในพื้นที่แปลงปลูกไปยังพื้นที่จัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม

8.11 การขนย้ายผลิตผลในแปลงปลูกให้ปฏิบัติด้วยความระมัดระวังและป้องกันการปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อพืชสมุนไพร

8.12 ขนส่งผลิตผลที่บรรจุในภาชนะแล้ว ด้วยความระมัดระวัง ไปยังจุดรวบรวมสินค้าทันทีที่เก็บเกี่ยว

8.13 จัดให้มีสถานที่เก็บรักษาอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการ เก็บเกี่ยว และภาชนะบรรจุ ให้เป็นสัดส่วน โดยแยกออกจากปุ๋ยและให้มีการป้องกันการปนเปื้อนจากสัตว์พาหะนำโรค

โครงการอบรมมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร (มกษ. 3502-2561) เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ในวันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2566 ณ ห้องประชุมปทุมมา และโรงเรือนปลูกกล้วยงาช้างและกล้วยา คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ วิทยาการโดย นายปิยนันท์ พวงจันทร์ นักวิชาการเกษตรชำนาญการ กลุ่มถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดชัยนาท

การทดลองที่ 2 การปลูกกล้วยงาช้างเพื่อผลิตเส้นใยด้วยระบบแปลงปลูก

การปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเส้นใยด้วยระบบแปลงปลูกในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ดำเนินการตามเอกสารคู่มือการปลูกเฮมพ์เพื่อผลิตเส้นใยภายใต้ระบบควบคุม จัดทำโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) หรือ สวพส. ดำเนินการเตรียมแปลงปลูกกล้วยงเดือนกุมภาพันธ์ 2566 ณ แปลงทดลองการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเส้นใย คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ดำเนินการปลูกเดือนมีนาคม 2566 ทำการปลูกเป็นแถว โดยมีระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถว 15-20 เซนติเมตร เมื่อต้นกล้วยงอายุประมาณ 10 วันหลังปลูก ควรมีการปลูกซ่อมในบางหลุมที่ไม่งอก และเมื่อต้นกล้วยงมีอายุ 20-30 วันหลังปลูก ให้ทำการถอนแยกในบางแถวที่มีต้นขึ้นหนาแน่นเกินไป การกำจัดวัชพืชจะทำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต เมื่ออายุประมาณ 15-30 วัน เพื่อช่วยให้ต้นกล้วยงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ รวมทั้งไม่ปนแหล่งสะสมโรคและแมลง การให้น้ำให้แบบระบบมินิสปริงเกอร์ การใส่ปุ๋ยนั้นจะขึ้นอยู่กับสภาพของธาตุอาหารในดินของแต่ละพื้นที่ ในการทดลองครั้งนี้ใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน อัตรา 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโรคและแมลง ต้องมีการตรวจกำจัดโรคและแมลงในทุกช่วงของการเจริญเติบโต จนถึงระยะเก็บเกี่ยวต้นกล้วยงโดยเฉพาะการป้องกันโรคโคนเน่าในระยะต้นอ่อน

เมื่อต้นกล้วยงอายุครบ 90 วัน ความสูงของต้นกล้วยงประมาณ 2-3 เมตร ดำเนินการเก็บเกี่ยวและลอกเปลือกต้นกล้วยง เดือนพฤษภาคม 2566 ซึ่งในการเก็บเกี่ยวต้องกระทำก่อนการออกดอก เนื่องจากเส้นใยกล้วยงที่ช่วงเวลาดังกล่าวมีคุณภาพเส้นใยดีที่สุด จะมีความเหนียว เบา และเป็นสีขาวเหมาะสำหรับการใช้แปรรูปเส้นใยทอผ้า โดยการตัดลำต้นชิดดินหรือสูงจากพื้นดินประมาณ 5-10 เซนติเมตร รีบใบกล้วยงออกให้หมด เหลือแต่ลำต้นการทำเส้นใยด้วยกล้วยงเพื่อใช้สอยในครัวเรือนหรืองานหัตถกรรมหลังจากเก็บเกี่ยวควรนำต้นกล้วยงไปตากแดด ประมาณ 4-5 วัน แลวนำมาลอกเปลือกด้วยมือ

การทดลองที่ 3 การทดสอบสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดยอดจำนวนมากและรากของกล้วยงในสภาพปลอดเชื้อ

การฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อปลายยอดและตาข้างกล้วยง ตัดปลายยอดขนาด 10 เซนติเมตร มาล้างทำความสะอาดด้วยซันไลต์และล้างด้วยน้ำไหลเป็นระยะเวลา 5 นาที เพื่อล้างเอาฝุ่นละอองออก จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด แช่ในเอทานอลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นนำไปฟอกฆ่าเชื้อด้วย สารโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ หยด Tween-20 จำนวน 2-3 หยด เขย่าเป็นระยะเวลา 10 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที ใช้เนื้อเยื่อส่วนตาข้าง ขนาดท่อน 2 เซนติเมตร จำนวน 1 ชิ้นต่อขวด เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 14 วัน นำเนื้อเยื่อที่รอดชีวิตไปใช้ในการศึกษาสูตรอาหารที่เดิม

สารควบคุมการเจริญเติบโต BA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่อการชักนำยอดของกัญชง นำเนื้อเยื่อปลายยอดและตาข้างกัญชงที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อมาเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารแข็ง MS ดัดแปลงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

สำหรับการศึกษาสูตรอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำการเกิดรากของกัญชง นำเนื้อเยื่อปลายยอดและตาข้างกัญชงที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อมาเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารแข็ง MS ดัดแปลงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

โครงการย่อยที่ 3 ระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์

การวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย ให้แก่เกษตรกรที่ขออนุญาตปลูกกัญชงเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรม เพื่อแหล่งเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยได้แก่ การสร้างและติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่างในโรงเรือน ระบบควบคุมระบบการให้น้ำในโรงเรือน ระบบควบคุมระบบอากาศในโรงเรือนและวงจรระบบควบคุมไฟฟ้าโรงเรือน

1. ผลการสร้างและติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่างในโรงเรือนสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย การทดลองตั้งเวลาเปิด ปิดการทำงานของระบบแสงสว่างในโรงเรือนสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยของหลอดแอลอีดี ตั้งแต่วันที่ 18.00 น. ถึงเวลา 02.00 น. รวมการทำงานของหลอดแอลอีดี 8 ชั่วโมงของแต่ละวัน ซึ่งระบบควบคุมแสงสว่างสามารถทำงานได้ตรงวัน เวลาได้ปกติ ค่าความสว่างของโรงเรือนเฉลี่ยอยู่ที่ 6,500 ลักซ์ ต่อตารางเมตร

2. ผลการสร้างและติดตั้งระบบควบคุมระบบการให้น้ำในโรงเรือนสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย การทดลองตั้งเวลาการทำงานของระบบการให้น้ำในโรงเรือนสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยตั้งแต่วันที่ 08.00 น. ถึงเวลา 08.15 น. รวมการทำงานของระบบการให้น้ำ 15 นาทีของแต่ละวัน เครื่องทำงานปกติ

3. ผลการสร้างและติดตั้งระบบควบคุมระบบอากาศในโรงเรือนสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย ผลการทดลองตั้งเวลาเปิด ปิดการทำงานของระบบควบคุมอากาศในโรงเรือนสำหรับการปลูกกัญชงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยของหลอดแอลอีดี ตั้งแต่วันที่ 08.00 น.

ถึงเวลา 16.00 น.รวมการทำงานของพัดลมกวนอากาศ 8 ชั่วโมงของแต่ละวัน ซึ่งระบบควบคุมอากาศสามารถทำงานได้ตรงวัน เวลาได้ปกติ

4. ผลการทดสอบความพึงพอใจด้านรูปแบบ การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย การวางอุปกรณ์ควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย จากการประเมินด้านรูปแบบ เป็นการประเมินระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย ความเหมาะสมด้านรูปทรงได้ค่าเฉลี่ย 4.90 ความประณีตสวยงามในการสร้าง 4.30 การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน 4.60 ความเหมาะสมในการใช้วัสดุอุปกรณ์ 4.40 ความแข็งแรงของเครื่อง 4.35 อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

5. ผลการทดสอบความพึงพอใจด้านการใช้งาน การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย การทดลองการระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย จากการประเมินด้านการใช้งาน เป็นการการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย ความสะดวกในการใช้งานได้ค่าเฉลี่ย 4.70 ความแม่นยำในการเปิด ปิดการทำงานของระบบได้ค่าเฉลี่ย 4.70 ความปลอดภัยในการใช้งานได้ค่าเฉลี่ย 4.60 ความสะดวกในการตั้งค่าปรับเปลี่ยนระบบการทำงานได้ค่าเฉลี่ย 4.70 การใช้ระยะเวลาในการทำงานของระบบควบคุมได้ค่าเฉลี่ย 4.95 การแก้ไขและปรับเปลี่ยนระบบควบคุมจากวัสดุ อุปกรณ์ ได้ค่าเฉลี่ย 4.65 อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

โครงการย่อยที่ 4 การพัฒนาวิธีการทดสอบปริมาณสารสำคัญในกล้วยงและผลิตภัณฑ์จากกล้วยง

4.1 ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์
ทั้ง 5 ชนิด

ผลการศึกษาชนิดของเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase)

จากการศึกษาหาเฟสเคลื่อนที่ที่เหมาะสมของสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ทั้งหมด 5 ชนิด โดยใช้เฟสคงที่คือ คอลัมน์ Bolimate LC-C18 (4.6 x 150 mm; id 2.7 μ m) วิเคราะห์โดยฉีดสารละลายมาตรฐานแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิด ที่ความเข้มข้น 30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตรในการฉีด 5 ไมโครลิตร ใช้เฟสเคลื่อนที่ระหว่าง 0.1% กรดฟอร์มิกต่ออะซิโตนไตรล์ อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของคอลัมน์ 35 องศาเซลเซียส จากการศึกษาหาอัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) ทั้ง 4 อัตราส่วนที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่า การใช้เฟสเคลื่อนที่ 0.1% กรดฟอร์มิกต่ออะซิโตนไตรล์ที่อัตราส่วน 30:70 %v/v สามารถแยกพีคของสารกลุ่มแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิด ดังภาพที่ 4.1และเมื่อพิจารณาค่า Retention time (R_t), Theoretical plates (N), Retention

factor (k'), Selectivity factor (α), Resolution factor (R_s) และ Tailing factor (T) ตามเกณฑ์ในการพิจารณามาตรฐานของการทดสอบความเหมาะสมของพารามิเตอร์พื้นฐาน และการควบคุมกระบวนการแยกทางโครมาโทกราฟีของระบบตามงานวิจัยของ Bose 2014 พบว่ามีพีคที่สมมาตร มีการแยกที่ดี ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงขอเลือกเฟสเคลื่อนที่เป็น 0.1% กรดฟอร์มิกต่ออะซิโตนไตรล์ในอัตราส่วน 30:70 %v/v เป็นเฟสเคลื่อนที่ที่ดีที่สุดในการแยกของสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ทั้งหมด 5 ชนิด จากการศึกษาเฟสเคลื่อนที่โดยทดสอบความเหมาะสมของระบบทางโครมาโทกราฟีสำหรับการแยกดังตารางข้างต้น จะได้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกของสารกลุ่มแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิด

4.2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวประสิทธิภาพสูงในการตรวจวัดปริมาณสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ 5 ชนิด

4.2.1 ผลของความจำเพาะเจาะจงของวิธีวิเคราะห์ (Selectivity)

ผลของความจำเพาะเจาะจงของวิธีวิเคราะห์แสดงได้จากโครมาโทแกรมในภาพที่ 4.2 พบว่า คอลัมน์ Bolimate LC-C18 (4.6 x 150 mm; id 2.7 μ m) ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมของระบบของโครมาโทกราฟีที่พัฒนาขึ้นมา โดยการฉีดสารละลายแบลนด์ (Blank) สารมาตรฐานผสมแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิดที่ความเข้มข้น 30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเวลาของสารที่ถูกหน่วงในคอลัมน์ (Retention time) ทั้ง 5 ชนิดได้แก่ CBDA, CBG, CBD, THC และ THCA ประมาณ 7.32, 8.30, 8.70, 16.38 และ 22.64 นาที ตามลำดับ จากการศึกษาความจำเพาะเจาะจงนี้ได้ทำการเปรียบเทียบโครมาโทแกรมทั้ง 2 โครมาโทแกรม จะเห็นได้ว่า พีคของสารมาตรฐานผสมทั้ง 5 ชนิดไม่ถูกรบกวนจากการวิเคราะห์สารอื่น จึงถือได้ว่าวิธีนี้มีความจำเพาะเจาะจง

4.2.2 ผลการทดสอบความเป็นเส้นตรงและช่วงการวิเคราะห์ (Linearity and range)

ผลของการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) โดยทดสอบช่วงการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานของ CBDA, CBG, CBD, THC และ THCA ซึ่งการทดลองนี้ได้นำสารมาตรฐานที่เตรียมไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC-DAD ฉีดความเข้มข้นละ 3 μ g นำผลที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับพื้นที่ใต้พีค ได้สมการเส้นตรง และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ($r^2 > 0.995$)

4.2.2 การทดสอบขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of detection, LOD) และการทดสอบขีดจำกัดของการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation, LOQ)

การทดสอบ LOD และ LOQ โดยการฉีดสารละลายมาตรฐานผสมทั้ง 5 ชนิด 7 ความเข้มข้นความเข้มข้นละ 3 μ g นำค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้พีค และความเข้มข้นไปสร้างกราฟหาค่า จุดตัดที่ได้จากกราฟ (y-intercept of calibration curve) กับค่าความชันที่ได้จากกราฟ (Slope) แทนในสูตรที่กล่าวไว้ข้างต้น

4.2.4 ผลการทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) และความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ (Precision)

ผลการทดสอบความแม่นยำ และความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์นี้ ได้ทำการฉีดสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 1.50, 30.00 และ 100.00 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ฉีดทั้งหมด 10 ซ้ำ จากนั้นนำค่าที่ได้มาพิจารณาจากค่าร้อยละการกลับคืน(%Recovery) ต้องอยู่ในเกณฑ์ 70-110% และค่าความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์นั้นจะพิจารณาจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) ต้องไม่เกิน 5 %

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เติม (Spiked sample) สารละลายมาตรฐานทั้ง 5 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นตามตารางที่ 4.5 โดยทำการฉีด 10 ซ้ำ พบว่าความแม่นยำที่ประเมินจากร้อยละการกลับคืน (%Recovery) เฉลี่ยทั้ง 3 ระดับอยู่ในช่วง 90-110 และความเที่ยง (Precision) ที่ประเมินได้ อยู่ในช่วง 0.8-5% ซึ่งถือได้ว่าวิธีนี้มีความแม่นยำและความเที่ยง

4.3 ผลการศึกษาสภาพที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างการสกัดสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ในตัวอย่างกัญชงหรือผลิตภัณฑ์จากกัญชง

4.3.1 การศึกษาสภาพที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างการสกัด

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการสกัดด้วยการเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงร่วมด้วยในการสกัด (Ultrasound-assisted extraction, UAE) แบบ probe ที่มีกำลังสั่นสะเทือน 250 วัตต์ ในการสกัดสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิด ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของกัญชง 0.4000 กรัม ลงใน หลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ 80% เอทานอล ปริมาณ 20 มิลลิลิตร นำไปสกัดสารโดยใช้เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงร่วมด้วยในการสกัด (Ultrasound-assisted extraction, UAE) โดยได้ศึกษากำลังการสั่นสะเทือนของเครื่อง UAE มีดังต่อไปนี้คือ 75 125 และ 200 วัตต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาปรับปริมาตรให้ครบ 40 มิลลิลิตรด้วย 80% เอทานอล นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิที่ความเร็ว 8000 รอบต่อนาที ที่ 20 °C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำสารละลายเหนือตะกอนไปกรองด้วย syringe filter nylon ขนาด 0.22 µm x 13 mm ก่อนฉีดเข้าเครื่อง HPLC/DAD ตามสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกสารสำคัญทั้ง 5 ชนิด

จากการทดลองการศึกษากำลังสั่นสะเทือนที่เหมาะสมในการสกัดสารแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิด พบว่ากำลังสั่นสะเทือนของเครื่อง UAE ที่ 75 และ 125 วัตต์มีผลต่อปริมาณสารแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ซึ่งมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่ที่กำลังการสั่นสะเทือนของเครื่อง UAE ที่ 200 วัตต์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติดังตารางที่ 4.6 ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเลือกกำลังการสั่นสะเทือนของเครื่อง UAE ที่ 200 วัตต์ เป็นกำลังสั่นสะเทือนที่เหมาะสมสำหรับการสกัดแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิด

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิดในตัวอย่างกัญชง

ตัวอย่างที่ได้นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้คือ ช่อดอกกัญชงชนิดต่าง ๆ ทั้ง 5 ชนิด ได้รับมาจากคุณกอแก้ว วชิรมน สถาบันเศรษฐกิจพอเพียงเครือข่ายเกษตรอินทรีย์วิถีไทย อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

โครงการย่อยที่ 1 ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกัญชงในจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลอาร์เอฟดี

การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกัญชงและกัญชาทั้ง 5 สายพันธุ์ 8 ตัวอย่างจากแปลงทดลอง จากผลการทดลอง พบว่า ในการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ได้แก่ BLC-001 BLC-002 พบพระ1 พบพระ2 พื้นเมือง1 พื้นเมือง2 KU1 และ KU2 ตามลำดับ เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิค RAPD ด้วยไพรเมอร์ชนิด RAPD OPX1 (Darvishzadeh et al. 2010) วิเคราะห์ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยเทคนิคเครื่องหมายโมเลกุล RAPD วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจากกัญชงและกัญชา เปรียบเทียบลายพิมพ์ดีเอ็นเอสร้างเป็น dendrogram และตาราง metrix พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มกัญชงและกัญชาออกเป็น 3 โดยกลุ่มที่ 1 ได้แก่ BLC-001 BLC-002 พื้นเมือง2 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ พบพระ1 พบพระ2 พื้นเมือง1 และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ KU1 KU2 จากการวิเคราะห์จากความต่างของลายพิมพ์ดีเอ็นเอ โดยมีค่าอยู่ที่ช่วง 1.0 – 7.0 จากการข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า แม้กัญชงและกัญชา โดยเฉพาะกัญชา ตัวอย่าง KU1 และ KU2 ซึ่งเป็นสายพันธุ์เดียวกัน แต่อาจมีลักษณะทางพันธุกรรมบางประการที่เกิดจากการผสมข้ามจนทำให้เกิดสายต้นใหม่หรือการเปลี่ยนแปลงของยีนบางบริเวณ ซึ่งอาจตรวจพบได้เพียงในระดับโมเลกุลในระยะแรก และอาจค่อยๆ มีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาในเวลาต่อมา จากการทดลอง เมื่อต้องการทดสอบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม สามารถทำได้โดยการใช้เครื่องหมาย RAPD ซึ่งอาจเป็นข้อได้เปรียบในการคัดเลือกพืชให้มีความบริสุทธิ์หรือการตรวจสอบความแปรผันทางพันธุกรรมได้โดยไม่ต้องอาศัยการตรวจสอบทางสัณฐานภายนอก จากการทดสอบไพรเมอร์จำนวน 4 คู่ พบว่า ไพรเมอร์รหัส RAPD OPX1 สามารถใช้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอให้มีความแปรผันทางพันธุกรรมได้มาก จากธรรมชาติของเครื่องหมายโมเลกุลชนิดนี้ เป็นเครื่องหมายโมเลกุลแบบสุ่ม และไพรเมอร์จะเลือกเข้าจับกับบริเวณตำแหน่งของดีเอ็นเอที่เป็นคู่สม อย่างไรก็ตาม แม้จะเป็นการเข้าจับแบบสุ่ม แต่หากสิ่งมีชีวิตใดๆ มีลักษณะทางพันธุกรรม โดยเฉพาะลำดับนิวคลีโอไทด์ หรือตำแหน่งยีนที่คล้ายกันแล้ว การเข้าจับของไพรเมอร์ก็มักจะเข้าจับในตำแหน่งใกล้เคียงกัน ขนาดของดีเอ็นเอ และชิ้นดีเอ็นเอที่ใกล้เคียงกัน เมื่อตรวจสอบจากภาพ gel electrophoresis ก็มักพบว่า แถบดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายกันก็จะมีลำดับนิวคลีโอไทด์ที่คล้ายกันด้วย และหากตรวจสอบสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะภายนอกต่างกัน ลักษณะทางพันธุกรรมระดับยีนก็必将มีความแตกต่างกันไปด้วย และในบาง

กรณี ลักษณะทางพันธุกรรมจะสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาบ้าง ถึงแม้ตัวอย่างพืชที่นำมาศึกษาจะมีความแตกต่างกันทางสายพันธุ์ในกลุ่มเดียวกัน รวมทั้งลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ต่างกันไป แต่พบว่ามี ความแตกต่างกันทางพันธุกรรมไม่มาก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Nhi et al. (2010) ศึกษาพบว่า ถึงแม้เมลอนเวียดนามที่นำมาศึกษาจะมีชนิดที่ต่างกันและมีความแตกต่างกันทางด้านสัณฐานวิทยา แต่กลับมีความแปรปรวนทางด้านพันธุกรรมที่ต่ำ น่าจะเกิดจากตำแหน่งที่ไพรเมอร์เข้าไปจับบนจีโนมมีความเหมาะสม ในการจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมและการพัฒนาสายพันธุ์อาจต้องใช้จำนวนต้นและจำนวน เครื่องหมายโมเลกุลที่มาก และต้องมีการทดสอบในหลายรุ่นซึ่งใช้เวลานาน เพื่อให้แน่ใจว่าสายพันธุ์ดังกล่าวเข้าใกล้ความเป็น homozygous lines ซึ่งจากงานวิจัยหลายชิ้นที่ผ่านมา เครื่องหมายโมเลกุล RAPD ได้มีบทบาทอย่างมากในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืช เช่นงานวิจัยของ Lakhani และคณะ (2016) ศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการระหว่างจีโนไทป์ของละหู่ 13 สายพันธุ์ใช้ไพรเมอร์ RAPDs 27 ชนิดซึ่งไพรเมอร์โพลีมอร์ฟิก 16 ชนิดมีความหลากหลาย 100% ในกลุ่มจีโนไทป์ของละหู่ Dendrogram เผยกลุ่มที่แตกต่างอยู่ระหว่าง 0.423 ถึง 0.883 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.705 ความรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพที่จะนำไปสู่การจำแนกความแตกต่าง หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญอย่างมาต่อการปรับปรุงพันธุ์สิ่งมีชีวิตในอนาคตเพื่อตอบสนองความต้องการในทุกด้าน ทั้งอาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม อุตสาหกรรมต่างๆ ตลอดจนการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้เราสามารถปฏิบัติต่อความจำเพาะเจาะจงทางพันธุกรรมของทั้งพืชและสัตว์ได้อย่างถูกต้องต่อไป

โครงการย่อยที่ 2 การผลิตกัญชงตามหลักการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์

1. การผลิตกัญชงเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรมของเกษตรกรจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติด้านการเพาะปลูกที่ดี หรือ GAP (Good Agricultural Practice; GAP) มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 3502-2561 การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชสมุนไพร ขอบข่ายมาตรฐานครอบคลุมข้อกำหนดในข้อ 1-8 สำหรับกระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย ปลอดภัยจากศัตรูพืชและคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ประกอบด้วย น้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเก็บรักษาและการขนย้ายผลิตผลภายในแปลง การบันทึกข้อมูล การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลคุณภาพ การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ระหว่างเดือนมีนาคม 2566 ถึงเดือนกรกฎาคม 2566 ณ โรงเรือนทดลองกัญชง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ

เพชรบูรณ์ พื้นที่ในการดำเนินโครงการ ประมาณ 1,200 ตารางเมตร ประกอบด้วยโรงเรือนแบบกึ่งปิด จำนวน 2 โรงเรือน

2. การปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเส้นใยด้วยระบบแปลงปลูกแบบ outdoor พื้นที่ 80 ตารางเมตร ดำเนินการเพาะปลูกเป็นระยะเวลา 90 วัน ระหว่างเดือนมีนาคม 2566 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566 การปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเส้นใยด้วยระบบแปลงปลูกในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ดำเนินการตามเอกสารคู่มือการปลูกเห็บเพื่อผลิตเส้นใยภายใต้ระบบควบคุม จัดทำโดยสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ทำการปลูกเป็นแถว โดยมีระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถว 15-20 เซนติเมตร เมื่อต้นกล้วยงอายุประมาณ 10 วันหลังปลูก มีการปลูกซ่อมในบางหลุมที่ไม่งอก และเมื่อต้นกล้วยงมีอายุ 20-30 วันหลังปลูก ทำการถอนแยกในบางแถวที่มีต้นขึ้นหนาแน่นเกินไป กำจัดวัชพืชจะทำในช่วงแรกของการเจริญเติบโต เมื่ออายุประมาณ 15-30 วัน เพื่อช่วยให้ต้นกล้วยงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ ในการทดลองครั้งนี้ใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือน อัตรา 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จำนวน 3 ครั้ง เมื่อต้นกล้วยงอายุครบ 90 วัน ความสูงของต้นกล้วยงประมาณ 2-3 เมตร ดำเนินการเก็บเกี่ยวและลอกเปลือกต้นกล้วยง ทำการตัดลำต้นชิดดินหรือสูงจากพื้นดินประมาณ 5-10 เซนติเมตร ระบายกล้วยงออกให้หมด เหลือแต่ลำต้นการทำเส้นใยด้วยกล้วยงเพื่อใช้สอยในครัวเรือนหรืองานหัตถกรรมหลังจากเก็บเกี่ยวควรนำต้นกล้วยงไปตากแดด ประมาณ 4-5 วัน แลวนำมาลอกเปลือกด้วยมือ

3. การผลิตต้นพันธุ์กล้วยงในสภาพปลอดเชื้อ นำเนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดและตาข้างของกล้วยงเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารแข็ง MS ดัดแปลงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า สารควบคุมการเจริญเติบโต BA ที่ระดับความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้ จำนวนยอด ในขณะที่ สารควบคุมการเจริญเติบโต BA ที่ระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตรอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ส่งผลให้ จำนวนข้อ และจำนวนใบสูงที่สุด ตามลำดับ ในขณะที่เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอดและตาข้างของกล้วยงเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหารแข็ง MS ดัดแปลงร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ทุกการทดลองไม่มีผลต่อการชักนำให้เกิดรากในต้นอ่อนกล้วยงในสภาพปลอดเชื้อ จึงไม่สามารถนำออกปลูกในสภาวะแวดล้อมภายนอกได้

โครงการย่อยที่ 3 ระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์

5.1.1 การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย ตั้งเวลาเปิด ปิดการทำงานของระบบแสงสว่างในโรงเรือนสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยของหลอดแอลอีดี ตั้งแต่เวลา 18.00 น.ถึงเวลา 02.00 น.

รวมการทำงานของหลอดแอลอีดี 8 ชั่วโมงของแต่ละวัน ซึ่งระบบควบคุมแสงสว่างสามารถทำงานได้ตรงวัน เวลาได้ปกติ ค่าความสว่างของโรงเรือนเฉลี่ยอยู่ที่ 6,500 ลักซ์ ต่อตารางเมตรซึ่งระบบควบคุมการทำงานและตัวทามเมอร์และระบบป้องกันการทำงาน ทำงานปกติ ตั้งเวลาการทำงานของระบบการให้น้ำในโรงเรือนสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยตั้งแต่เวลา 08.00 น. ถึงเวลา 08.15 น.รวมการทำงานของระบบการให้น้ำ 15 นาทีของแต่ละวัน เครื่องทำงานปกติ ตั้งเวลาเปิด ปิดการทำงานของระบบควบคุมอากาศในโรงเรือนสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใยของหลอดแอลอีดี ตั้งแต่เวลา 08.00 น.ถึงเวลา 16.00 น.รวมการทำงานของพัดลมกวอากาศ 8 ชั่วโมงของแต่ละวัน ซึ่งระบบควบคุมอากาศสามารถทำงานได้ตรงวัน เวลาได้ปกติ ระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย ทำงานปกติ ชุดควบคุมต่างๆทำงานได้ตามวัตถุประสงค์

5.1.2 การประเมินประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจของระบบควบคุมโรงเรือน

อัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย โดยเกษตรกรที่ขออนุญาตปลูกกล้วยงเพื่อประโยชน์ทางอุตสาหกรรมเป็นผู้ประเมินความพึงพอใจของระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์และเส้นใย ใช้การประเมินคุณภาพ 2 ด้าน ผลสรุปในการประเมินในแต่ละด้านมีดังนี้ คือ ด้านรูปแบบ ได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.51อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ด้านการใช้งาน ได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.71 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และผลรวมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.61อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก

ผลจากการทดสอบระบบควบคุมโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกกล้วยงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ และเส้นใยมีความพึงพอใจในด้านรูปแบบ คือความเหมาะสมด้านรูปทรง ความประณีตสวยงาม ในการสร้างการออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน ความเหมาะสมในการใช้วัสดุอุปกรณ์ ความแข็งแรงของเครื่อง และด้านการใช้งาน คือ ความสะดวกในการใช้งาน ความแม่นยำในการเปิด ปิดการทำงานของระบบ ได้ค่าเฉลี่ย ความปลอดภัยในการใช้งาน ความสะดวกในการตั้งค่า ปรับเปลี่ยนระบบการทำงาน การใช้ระยะเวลาในการทำงานของระบบควบคุม และการแก้ไขและปรับเปลี่ยนระบบควบคุมจากวัสดุอุปกรณ์

โครงการย่อยที่ 4 การพัฒนาวิธีการทดสอบปริมาณสารสำคัญในกล้วยงและผลิตภัณฑ์จากกล้วยง

จากการศึกษาสถานะที่เหมาะสมสำหรับการแยกของเครื่อง HPLC ในการวิเคราะห์สารสำคัญกลุ่มแคนนาบินอยด์ จากผลการทดลอง พบว่า นำมาทดสอบความใช้ได้ของวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นในการวิเคราะห์สารสำคัญทั้ง 5 ชนิดพบว่า มีช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ที่ 0.50-100.00 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารทั้ง 5 ชนิดมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมากกว่า 0.995 ค่าความแม่นยำ และความเที่ยงของวิธีที่พิจารณาอยู่ที่ 90 -110 % และ%RSD ไม่เกิน 5 ถือว่าวิธีนี้มีความแม่นยำ ถูกต้อง มีความจำเพาะเจาะจง สำหรับการพัฒนาวิธีการสกัด พบว่าที่กำลังการสันสะเทือนของเครื่อง UAE ที่

200 วัตต์ สิ้นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง สามารถสกัดปริมาณสารแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิดได้ดี จากนั้นได้นำวิธีที่พัฒนาขึ้นมาวิเคราะห์สารแคนนาบินอยด์ทั้ง 5 ชนิดพบว่า ซ่อดอกกัญชง Sour suver haze มีปริมาณสาร CBDA เท่ากับ 13.95 %w/w ซ่อดอก Auto blues มีปริมาณสาร CBG, CBD และ THC เท่ากับ 0.12, 11.09 และ 0.74 %w/w ตามลำดับ ส่วนซ่อดอก Sikiyou จะมีปริมาณสาร THCA เท่ากับ 0.73 %w/w ตามลำดับ ซึ่งวิธีนี้สามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการหรือชุมชน เพื่อเพิ่มความมั่นใจมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. 2537. โรคผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว. บริษัท จามจุรีโปรดักส์ จำกัด.
กรุงเทพมหานคร. 129 น.
- กองส่งเสริมการอารักขาพืชและจัดการดินปุ๋ย กรมวิชาการเกษตร. 2559. โรคผิวกเนาในมะขามหวาน (Pod Rot). ข่าวเตือนการระบาดของศัตรูพืชประจำสัปดาห์. 14(73): 1-2.
- จินตนา สนามชัยกุล ประธาน เรียงลาด สราวุธ อธิวัระปัญญา และเทพ เพียมะลัง. 2554. การจัดการสวนมะขามหวานเพื่อพัฒนาคุณภาพแบบมีส่วนร่วมของเครือข่ายวิสาหกิจชุมชนมะขามหวานของจังหวัดเพชรบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- ชาลิสรา ศรีหอม อรุมา เพี้ยชัย เนตรนภิส เขียวขำ และจำเริญ บัวเรือง. 2562. ประสิทธิภาพของสารสกัดยาจากพืชวงศ์ขิงต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. สาเหตุโรคเหี่ยวแค้นตาลูปในหองปฏิบัติการ ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 57: สาขาพืช, สาขาสัตว, สาขาสัตวแพทยศาสตร์, สาขาประมง, สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 1-8.
- ณัฐวิวรรณ ปุ่นวัน โชติกา บุญหลง ศิริวรรณ ภูสุวรรณ และ วินิตา บริราช. 2533. ชนิดและสารพิษของเชื้อราในมะขามหวาน. วารสารของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 30(1): 3-8.
- ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2561. ครบเครื่องเรื่อง มะขาม. วารสารเส้นทางกสิกรรม. 22(260): 82 น.
- สุพรรณิการ์ สมใจเพ็ง และรังสิยา แก้ววิเชียร. 2563. การยับยั้งอัตราการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Fusarium* sp. ที่คัดแยกได้จากพริกไทย (*Piper nigrum* L.) โดยการใช้สารประกอบกลุ่ม GRAS. แก่นเกษตร. 48 (ฉบับพิเศษ 1): 1189-1196.
- โสภณ มงคลวณิช. 2558. การปลูกมะขามหวาน. ภาควิชาภูมิทัศน์และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้และฝ่ายส่งเสริมการเกษตร สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
https://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=454&s=tblplant&fbclid=IwAR1FSeXJn8LDSy0nyP24m4eDirOHTuQYJ4rsXrDso8n0cRsB8QNLzQZ__98.
วันที่สืบค้น 4 มีนาคม 2566
- อารมณั์ โรจน์สุจิตร์ และสายใจ สุชาติกุล. 2559. แนวทางการป้องกันการติดเชื้อราโรครากขาวยางพารา. ผลงานเด่น 36 ปี กรมวิชาการเกษตร. 35-36.
- อินทรา มุงเมือง และบุญสม วราเอกศิริ. 2560. รูปแบบปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวหอมมะลิอินทรีย์ในจังหวัดเชียงราย พะเยา และเชียงใหม่. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. 12(1): 117-140