DOA TOGETHER
Hearing for Changing, Acting for Moving forward

กรมวิชาการเกษตร

๕๑ ปี กรมวิชาการเกษตร DOA TOGETHER

คู่มือการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

โครงการโมเดลต้นแบบการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพ
แบบคาร์บอนต่ำ จังหวัดเชียงใหม่
ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

คู่มือการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คำนำ

คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับเกษตรกรและผู้สนใจ ในการนำเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพ เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรและเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วเหลือง เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อลดผลกระทบจากการที่โลกมีอุณภูมิสูงขึ้นและนำไปสู่การพัฒนาการผลิตถั่วเหลืองอย่างยั่งยืนในระบบปลูกพืช

ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

เมษายน 2567

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	1
สารบัญ	2
บทนำ	3
ถั่วเหลืองและความสำคัญ	4
ก๊าซเรือนกระจกและผลกระทบ	5
เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองมีประสิทธิภาพแบบคาร์บอนต่ำ	8
บรรณานุกรม	18
ภาคผนวก	19

บทนำ

จากการตื่นตัวเรื่องภาวะโลกร้อนทำให้ประเทศต่างๆให้ความสำคัญกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากภาคส่วนต่างๆ โดยมีการกำหนดความร่วมมือในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในประเทศต่างๆทั่วโลก เพื่อลดผลกระทบดังกล่าว ที่ส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ ภาคการเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศมากถึงร้อยละ 24 เป็นอันดับ 2 รองจากกิจกรรมจากภาคพลังงาน และความร้อนที่ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ร้อยละ 25 โดยมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศมากที่สุดร้อยละ 76 รองลงมาคือก๊าซมีเทนร้อยละ 16 ก๊าซไนตรัสออกไซด์ร้อยละ 6 การวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์วัดจาก carbon footprint ซึ่งเป็นวิธีประเมินโดยตรงและทางอ้อมสู่ชั้นบรรยากาศ แนวโน้มการค้าโลกในปัจจุบันเริ่มให้ความสำคัญกับสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่มีการแสดงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและฉลากคาร์บอน ทำให้มีการกำหนดมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้า เช่น มาตรการเก็บภาษีคาร์บอน การทำการค้าในตลาดคาร์บอนต่ำ โดยเฉพาะการค้าระหว่างประเทศมากขึ้น จึงส่งผลให้ปัจจุบัน การผลิตสินค้าจากการทำเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมต่างๆ มีการพัฒนาเทคโนโลยีที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและกำหนดเป็นนโยบายเพื่อส่งเสริมให้ ผู้ผลิตเน้นการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมตลอดห่วงโซ่การผลิต

การลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตร (Carbon Credit) เป็นแนวทางที่ประชาคมโลกกำลังให้ความสนใจ เนื่องจากเป็นแนวทางที่มีศักยภาพเชิงต้นทุน เมื่อเทียบกับการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคกิจกรรมอื่น ๆ และยังมีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาวได้อีกด้วย รวมทั้งเกษตรกรยังสามารถนำไปสร้างรายได้ ส่งเสริมให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนเพื่อลดผลกระทบ มีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค การวิจัยและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่มีประสิทธิภาพสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศได้

ในปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายในการยกระดับผลผลิตถั่วเหลืองของประเทศให้สูงขึ้น จาก 267 กก./ไร่ เป็นไม่ต่ำกว่า 400 กก./ไร่ โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิต ได้แก่ 1) การใช้เมล็ดพันธุ์ดีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต 2) การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็น 3) การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรมีความแม่นยำ เพื่อแก้ปัญหาแรงงานขาดแคลน เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ทันตามเวลาที่กำหนดและลดการใช้เชื้อเพลิง โดยเฉพาะเครื่องปลูกและเครื่องเกี่ยวนวด 4) การให้น้ำโดยระบบน้ำหยดอัตโนมัติร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำตามความต้องการของถั่วเหลือง และลดการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้างและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย 5) การใช้ชีวภัณฑ์ ป้องกันและกำจัดโรค เพื่อลดการใช้สารเคมี 6) การใช้โดรนควบคุมโรคและแมลง เพื่อลดการ

ใช้เชื้อเพลิงจากเครื่องพ่นสารเคมี 7) การใช้โดรนในการประเมินสุขภาพถั่วเหลือง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคาดการณ์ผลผลิต และ 8) การจัดทำคู่มือการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพเพื่อวางแผนการผลิตถั่วเหลืองต่อไป

ถั่วเหลือง

ความสำคัญ

ถั่วเหลือง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max* (L.) Merril. เป็นพืชที่จัดอยู่ในระหว่างกลุ่มของ legumes และ oilseeds ถั่วเหลืองเป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียตะวันออก และเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เป็นพืชที่มีคุณค่าโดยมีสารอาหารหลายประเภทที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ และช่วยป้องกันโรค เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามิน ไอโซฟลาโวน กาบ้า สารแอนติอ๊อกซิแด๊นท์ และเลซิทีน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน จากการที่ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ให้โปรตีนและแคลอรี่แก่ร่างกายในปริมาณที่เพียงพอ โดยถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีน ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าพืช legumes ชนิดอื่นๆ แต่มีปริมาณไขมันประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าพืช oilseeds ถั่วเหลืองจึงเป็นพืชที่มีปริมาณโปรตีนสูง ราคาถูก ปลูกได้ง่าย สามารถส่งเสริมให้ปลูกเพิ่มขึ้นได้ จึงทำให้ถั่วเหลืองมีบทบาทสำคัญทางโภชนาการมากขึ้นในปัจจุบัน และเป็นที่คาดกันว่า ถั่วเหลืองจะมีความสำคัญยิ่งขึ้นในอนาคต เพราะอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก อย่างรวดเร็วจนเป็นที่น่าวิตกว่าจะผลิตอาหารไม่เพียงพอ ประกอบกับการขาดแคลนอาหารในประเทศที่กำลังพัฒนา จึงได้มีการหาแหล่งอาหารเพิ่มโดยเฉพาะอาหารโปรตีนคือ เนื้อสัตว์ ซึ่งมีราคาแพง และใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน เสียค่าใช้จ่ายสูง ทำให้โปรตีนจากถั่วเหลืองได้รับความสนใจ เนื่องจากมีราคาถูกกว่าโปรตีนที่ได้จากสัตว์ และใช้เวลาในการผลิตเร็วและเสียค่าใช้จ่ายน้อย และถูกใช้นำมาป้องกันและบำบัดโรคต่างๆ ที่สำคัญ เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ มะเร็ง อาการวัยทองและภาวะกระดูกเสื่อม

ถั่วเหลืองได้รับการบันทึกว่า เป็นพืชที่มีความสำคัญต่อเสถียรภาพความมั่นคงทางอาหารของประเทศไทย เป็นพืชทางเลือกหนึ่งที่ส่งเสริมให้ปลูกแทนข้าวนาปรังตามนโยบายของรัฐบาล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ ถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตอาหารมนุษย์และสัตว์ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ส่วนผสมและวัสดุตั้งต้นต่างๆ แม้ความต้องการภายในประเทศจะเพิ่มขึ้น แต่พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองของประเทศลดลงอย่างต่อเนื่อง สาเหตุจากผลผลิตและกำไรต่ำ เมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำและมีไม่เพียงพอและขาดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มมูลค่า การเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองเป็นทางหนึ่งในการแก้ปัญหา จากนโยบายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในการยกระดับผลผลิตถั่วเหลืองของประเทศให้สูงขึ้นกรมวิชาการเกษตรจึงได้จัดทำแปลงโมเดลต้นแบบการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพแบบคาร์บอนต่ำ จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการ ณ ศูนย์เรียนรู้การเพิ่ม

ประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร อ.แม่แตง ต.สันป่ายาง อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ โดยความร่วมกับภาคีเครือข่าย ได้แก่ กรมส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และบริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด มีเป้าหมายเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้และขยายผลการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพแบบ low carbon สามารถยกระดับผลผลิตถั่วเหลืองของประเทศจาก 267 กก./ไร่ เป็นไม่ต่ำกว่า 400 กก./ไร่ โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิต ได้แก่ การใช้เมล็ดพันธุ์ดี การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม การใช้เครื่องจักรกลในการปลูกและเก็บเกี่ยวเพื่อแก้ปัญหาแรงงานขาดแคลน โดยเฉพาะเครื่องปลูกและเครื่องเกี่ยวนวด นอกจากนี้จากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทำให้ประสบปัญหากระทบแล้งและฝนทิ้งช่วง เป็นผลให้ผลผลิตถั่วเหลืองลดลง เนื่องจากความต้องการน้ำของถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง มีค่าอยู่ระหว่าง 350-450 มม./ไร่/ฤดูปลูก โดยช่วงออกดอกจนถึงติดฝักถั่วเหลืองมีความต้องการน้ำมากที่สุด หากขาดน้ำช่วงดังกล่าว ทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 25-35 วิธีการให้น้ำของเกษตรกรเป็นแบบปล่อยท่วมแปลงทำให้ถั่วเหลืองได้รับน้ำเกินความต้องการ และในสภาวะขาดแคลนน้ำเกษตรกรต้องจัดหาแหล่งน้ำเพิ่ม เป็นผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น การให้น้ำโดยระบบน้ำหยดเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถลดปริมาณการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพตามความต้องการของถั่วเหลือง รวมถึงการให้ปุ๋ยร่วมกับระบบน้ำ ช่วยลดการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้าง ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยสูงขึ้น รวมถึงเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น การใช้โดรนในการประเมินสุขภาพพืช การควบคุมโรคและแมลงโดยใช้โดรนร่วมกับการใช้ชีวภัณฑ์ และการจัดทำคู่มือการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น โมเดลต้นแบบการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพแบบคาร์บอนต่ำ จึงเป็นต้นแบบให้เกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ได้เรียนรู้และนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมในพื้นที่ของตนเอง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลืองแบบคาร์บอนต่ำ และขยายผลไปพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองที่สำคัญ นำไปสู่การยกระดับผลผลิตถั่วเหลืองของประเทศในที่สุด

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) คือ กลุ่มก๊าซในชั้นบรรยากาศโลกที่สามารถกักเก็บและดูดกลืนคลื่นความร้อนหรือรังสีอินฟราเรดที่ส่งผ่านลงมายังพื้นผิวโลกจากดวงอาทิตย์ได้ดี ก่อนทำการปลดปล่อยพลังงานดังกล่าวออกมาในรูปของความร้อนที่สามารถช่วยรักษาสมดุลของอุณหภูมิพื้นผิวโลก ให้มีอุณหภูมิที่อบอุ่นและเหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต โดยไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศอย่างฉับพลันในช่วงระหว่างกลางวันและกลางคืน อย่างไรก็ตามถ้ามีก๊าซเหล่านี้ในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศน์บนโลก ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญประกอบไปด้วย ทำให้โลกเกิด “ภาวะเรือนกระจก”

1.คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide): CO_2

เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยถึงร้อยละ 75 สู่ชั้นบรรยากาศโลก ทำให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนในชั้นบรรยากาศมากที่สุด คาร์บอนไดออกไซด์มีอายุอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นานถึง 200 ปี โดยมีแหล่งกำเนิดจากการระเบิดของภูเขาไฟและการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ ในปัจจุบันกิจกรรมของมนุษย์กลายเป็นตัวการหลักในการสร้างและปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอซซิลต่างๆ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ รวมถึงการตัดไม้ทำลายป่า มีส่วนต่อการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากถึง 1 ใน 3 ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ทั้งหมด

2.มีเทน (Methane): CH_4

เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศโลกมากเป็นลำดับที่ 2 คือ ร้อยละ 16 เกิดจากย่อยสลายของเสียต่างๆ แต่มีเทนร้อยละ 60 ในชั้นบรรยากาศเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การกำจัดขยะด้วยวิธีการฝังกลบ การเผาไม้เชื้อเพลิง ในการทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะฟาร์มปศุสัตว์ทั้งหลาย มีเทนสามารถคงอยู่ในชั้นบรรยากาศโลกได้ราว 12 ปี ซึ่งถือว่ามีอายุสั้นที่สุดในบรรดากลุ่มก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด แต่มีเทนมีคุณสมบัติในการกักเก็บความร้อนได้ดีกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ ถึง 84 เท่า

3.ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide): N_2O

เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีประสิทธิภาพในการเกิดภาวะเรือนกระจกได้ดีกว่า คาร์บอนไดออกไซด์ถึง 260 เท่า รวมถึงการมีอายุเกินหนึ่งศตวรรษในชั้นบรรยากาศโลก มีแหล่งกำเนิดจากแบคทีเรียต่างๆ ได้แก่ แบคทีเรียในดินและในมหาสมุทร รวมถึงการย่อยสลายของอินทรียวัตถุ รวมถึงปุ๋ยเคมี ขณะที่ภาคอุตสาหกรรม ภาคพลังงาน ภาคเกษตรกรรมและปศุสัตว์ รวมถึงการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและเชื้อเพลิงต่างๆ เป็นกิจกรรมหลักของมนุษย์ที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยไนตรัสออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศโลก

4.กลุ่มก๊าซฟลูออริเนต หรือ สารฮาโลคาร์บอน (Fluorinated gases):

กลุ่มก๊าซฟลูออริเนต ประกอบไปด้วยไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) และไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF_3) รวมถึงสารซีเอฟซี (CFCs) ที่เกิดจากการสังเคราะห์ของมนุษย์ ก๊าซเหล่านี้มีศักยภาพในการกักเก็บความร้อนได้ดีกว่า คาร์บอนไดออกไซด์หลายพันเท่า และอยู่ในชั้นบรรยากาศได้ตั้งแต่ 100 ถึง 50,000 ปี

กลุ่มก๊าซฟลูออริเนต มาจากภาคอุตสาหกรรมเป็นหลัก โดยถูกใช้เป็นสารทำความเย็น ตัวทำละลาย และสารตั้งต้นในการผลิต รวมถึงผลผลิตพลอยได้จากกระบวนการต่างๆ ก่อให้เกิดภาวะเรือนกระจกและภาวะโลกร้อนแล้ว สารซีเอฟซียังเป็นก๊าซที่เข้าทำลายโอโซนในชั้นสตราโทสเฟียร์ ก่อให้เกิดรูรั่วในชั้นบรรยากาศโลก ส่งผลให้รังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตสามารถส่องผ่านลงมายังพื้นผิวโลกได้มากขึ้นอีกด้วย

5.ไอน้ำ (Water vapor) และโอโซนภาคพื้นดิน (Ground Level Ozone; O_3) :

ไอน้ำเป็นก๊าซเรือนกระจกตามธรรมชาติที่ส่งเสริมให้ผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆ มีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ไอน้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น หากบรรยากาศโลกอบอุ่นขึ้น ส่วนโอโซนบนภาคพื้นดิน เกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมิคัล (Photochemical Reaction) ระหว่าง ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) ที่อยู่ในไอเสียของเครื่องยนต์ หรือไอเสียจากโรงงาน สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds: VOCs) และรังสีอัลตราไวโอเลต ก่อให้เกิดโอโซนในระดับต่างๆ มีคุณสมบัติเป็นก๊าซเรือนกระจกและเป็นมลพิษทางอากาศที่เป็นอัตรายต่อสิ่งมีชีวิต การตัดไม้ทำลายป่าเป็นหนึ่งปัจจัยที่ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศสูงขึ้น

ก๊าซเรือนกระจกมีแหล่งกำเนิดมาจากทั้งในธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ นับตั้งแต่เริ่มยุคการปฏิวัติอุตสาหกรรมในช่วงปลายศตวรรษที่ 18 เป็นต้นมา การสะสมของก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มปริมาณสูงขึ้นกว่าที่เคยมีมาในอดีต ส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศ สภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตเป็นวงกว้าง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ ภาวะโลกร้อน โรคภัยต่างๆ ที่มาพร้อมกับมลพิษทางอากาศ การขาดแคลนอาหารและน้ำ รวมถึงการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงยิ่งขึ้น เกิดเป็นผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของโลกอย่างที่นักวิทยาศาสตร์ไม่สามารถคาดการณ์ได้ หากแนวโน้มในปัจจุบันยังคงดำเนินต่อไป ผลกระทบที่เลวร้ายที่สุดจากภาวะโลกร้อน จะนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงยิ่งขึ้น สิ่งมีชีวิตหลากหลายสายพันธุ์รวมถึงมนุษย์ต่างได้รับผลกระทบจากภาวะวิกฤตที่เกิดขึ้นนี้อย่างไม่สามารถหลีกหนีได้

รูปที่ 1 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases ; GHG)

ที่มา: ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, (2567)

รูปที่ 2 แนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2566)

ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากภาคการเกษตร โดยเฉพาะการผลิตถั่วเหลืองนั้นจะเกี่ยวข้องกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์และมีเทน ตามลำดับ

เทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพแบบคาร์บอนต่ำ

เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต และช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย 1) การใช้เมล็ดพันธุ์ดี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต 2) การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็น 3) การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรมีความแม่นยำ เพื่อแก้ปัญหาแรงงานขาดแคลน เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ทันตามเวลาที่กำหนดและลดการใช้เชื้อเพลิง โดยเฉพาะเครื่องปลูกและเครื่องเกี่ยวนวด 4) การให้น้ำโดยระบบน้ำหยดอัตโนมัติร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำตามความต้องการของถั่วเหลือง และลดการสูญเสียปุ๋ยจากการชะล้างและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย 5) การใช้ชีวภัณฑ์ ป้องกันและกำจัดโรค เพื่อลดการใช้สารเคมี 6) การใช้โดรนควบคุมโรคและแมลง เพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงจากเครื่องพ่นสารเคมี 7) การใช้โดรนในการประเมินสุขภาพถั่วเหลือง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคาดการณ์ผลผลิต และ 8) การจัดทำคู่มือการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพเพื่อวางแผนการผลิตถั่วเหลือง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.การใช้เมล็ดพันธุ์ดี

การใช้เมล็ดพันธุ์ดี เป็นปัจจัยแรกของการผลิตพืช เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดีทำให้ได้จำนวนต้นถั่วเหลืองในพื้นที่ปลูกสูง เนื่องจากมีอัตราการงอกและรอดตายสูง เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองควรมีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่ต่ำกว่ามาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ขยายของกรมวิชาการเกษตร คือ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 อย่างไรก็ตาม การใช้เมล็ดพันธุ์ดีในการปลูกถั่วเหลืองจะไม่ให้ผลกับการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง แต่สามารถช่วยเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่และเพิ่มผลผลิตถั่วเหลือง ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บถั่วเหลืองในดิน

รูปที่ 3 เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

2.การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมร่วมกับการใช้การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

การใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ดถั่วเหลืองอัตรา 1 ถุง (200 ก.) /เมล็ด 10-12 กก. ก่อนปลูก และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เป็นการให้ปุ๋ยให้แก่ต้นถั่วเหลืองในปริมาณที่เหมาะสมตามความต้องการใช้ของถั่วเหลือง เป็นการลดการใส่ปุ๋ยเกินความจำเป็น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนด้านปุ๋ยลงได้ โดยวิธีการดังกล่าวสามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนได้ ร้อยละ 50-100 ทำให้ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ รวมถึงเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองได้ร้อยละ 25

รูปที่ 4 การคลุกเมล็ดถั่วเหลืองด้วยปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมก่อนปลูก

3.การใช้เครื่องจักรกลเกษตร ได้แก่ เครื่องปลูกและเครื่องเกี่ยวนวด

การนำเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้ในระบบการผลิตถั่วเหลือง มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแรงงาน สามารถปฏิบัติงานได้ทันเวลาที่กำหนด และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลืองได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนการผลิตด้านแรงงานลง ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 45-67 การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรที่มีความแม่นยำจะลดความซับซ้อนของกระบวนการผลิตและทำงานได้เร็วยิ่งขึ้น จึงเป็นการลดการใช้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ลง ส่งผลให้ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์

รูปที่ 5 เครื่องปลูกถั่วเหลือง

รูปที่ 6 เครื่องเกี่ยวนวดข้าวที่ปรับมาใช้เกี่ยวนวดถั่วเหลือง

4.ระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติร่วมกับการใส่ปุ๋ย

4.1 ระบบการให้น้ำแบบอัตโนมัติ

มีระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติตามความต้องการน้ำของถั่วเหลือง และค่าความชื้นของดิน โดยคำนวณหาปริมาณการการคายระเหยของพืชอ้างอิงหรือการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) โดยวิธีของ Blaney Criddle และค่าสัมประสิทธิ์ความต้องการน้ำของถั่วเหลือง (Crop Coefficient ; Kc) และคำนวณการเปลี่ยนแปลงของ

ความชื้นในดิน (d_θ)โดยประยุกต์ใช้สมการอย่างเรียบง่าย พร้อมทั้งระบบแจ้งเตือนการให้น้ำและมีการจัดเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ปริมาณการใช้น้ำไว้ในระบบฐานข้อมูล

สมการการคำนวณ

1. ค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิงหรือการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

$$ET_o = p \times \left((0.46 \times T_{mean}) + 8\right)$$

เมื่อ Tmean = อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน และใช้ค่า P แตกต่างกันในแต่ละเดือน โดยมีค่าเท่ากับ 0.26, 0.26, 0.27, 0.28, 0.29, 0.29, 0.29, 0.28, 0.28, 0.27, 0.26 และ 0.25 สำหรับเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ตามลำดับ

2. ค่าการคายระเหยน้ำของถั่วเหลืองหรือค่าการใช้น้ำของถั่วเหลือง

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

ค่า Kc ขึ้นอยู่กับอายุของถั่วเหลือง มีค่าเท่ากับ 0.85, 0.84, 1.06, 1.28, 1.59, 1.77, 1.82, 1.65, 1.55, 1.35, 1.05, 0.86, 0.82 และ 0.78 สำหรับสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 14 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดิน

$$d_\theta = IR + Rf - ETc - Ro - Dp$$

เมื่อ IR = ปริมาณน้ำชลประทาน Rf = ปริมาณน้ำฝน Ro = ปริมาณน้ำไหลบ่า และ Dp = ปริมาณน้ำไหลซึมสู่ดินชั้นล่าง คำนวณการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร

3. การให้น้ำจะให้น้ำเมื่อความชื้นในดินลดลงเหลือร้อยละ 75 ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน และให้น้ำไปจนถึงร้อยละ 100 ของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน คำนวณทุกวัน ณ เวลา 9.00 น.

รูปที่ 7 ระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติ (IoT) ที่ใช้ในแปลงถั่วเหลือง

รูปที่ 8 กล่องควบคุมระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติ (IoT) ตามความต้องการน้ำของถั่วเหลือง

รูปที่ 9 ระบบน้ำหยดในแปลงถั่วเหลือง

4.2 การให้ปุ๋ยร่วมกับระบบน้ำแบบอัตโนมัติ

การให้น้ำระบบน้ำหยดอัตโนมัติ เมื่อมีการให้ปุ๋ยในระบบไปพร้อมกัน ในเวลาและบริเวณที่พืชต้องการแบบอัตโนมัติ สำหรับถั่วเหลือง คือ ปุ๋ยเกล็ดเกรด 0-52-34 และ 0-0-60 ใช้อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรโดยแบ่งใส่จำนวน 3 ครั้ง เมื่อถั่วเหลืองอายุ 15 30 และ 45 วันหลังงอก การใส่ปุ๋ยพร้อมกับการให้น้ำมีข้อดี ดังนี้

1.เป็นการให้ปุ๋ยที่มีความสม่ำเสมอพร้อมกับน้ำในความเข้มข้น ที่พอเหมาะลงบริเวณรากพืชหนาแน่นไม่ตื้นหรือ ลึกเกินไป เนื่องจากการให้น้ำแบบฉีดฝอยหรือแบบน้ำหยด รากพืชมีปริมาณหนาแน่นที่สุดบริเวณพื้นที่เปียก

2. สามารถปรับสูตร และความเข้มข้นของปุ๋ยได้ทันที และรวดเร็ว (ทุกวัน) ตามความต้องการของพืช และสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากเป็นระบบที่มีการให้ปุ๋ยครั้งละน้อย ๆ แต่บ่อยครั้งจึงไม่ค่อยสะสมในดินดังนั้น เมื่อเปลี่ยนสูตร หรือ สัดส่วนของปุ๋ยพืชก็จะตอบสนองได้เร็วกว่าระบบที่ให้ครั้งละมาก ๆ ลงในดิน

3. เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของพืชร้อยละ 10 - 50 จากรายงานการทดลอง การให้ปุ๋ยในระบบน้ำจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการให้ทางดินถึงร้อยละ 10 - 50 ของระบบให้ทางดิน ขึ้นอยู่กับระบบการให้ปุ๋ย และน้ำที่ใช้ความถี่ในการให้ปุ๋ย เป็นต้น เนื่องจากการให้ปุ๋ยในระบบน้ำ จะช่วยลดการชะล้างโดยเฉพาะไนโตรเจน และเป็นการให้ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอทั่วบริเวณรากพืช ไม่เหมือนการให้ปุ๋ยทางดิน ซึ่งเป็นการให้เป็นจุดและมีระยะเวลานาน เช่น ทุก 3 - 6 เดือน บริเวณที่เม็ดปุ๋ยลงในดินช่วงแรกจะมีความเข้มข้นสูงรากพืชบริเวณนั้นอาจได้รับอันตรายได้ ทำให้การดูดใช้ปุ๋ยไม่ดี

4. ลดแรงงาน และเวลาในการให้ปุ๋ย เนื่องจากให้ปุ๋ยร่วมกับน้ำ ดังนั้นไม่ต้องเสียแรงงานคนหว่านปุ๋ย และสามารถให้ปุ๋ยได้ถี่มากน้อยตามความต้องการ

5. เพิ่มผลผลิตทั้งคุณภาพ และปริมาณ เนื่องจากพืชได้น้ำและปุ๋ยสม่ำเสมอ และสามารถเปลี่ยนชนิดและสัดส่วนของปุ๋ยตามความต้องการได้อย่างรวดเร็วตามความต้องการของพืช นอกจากนี้ยังสามารถให้ธาตุอาหารรอง และอาหารเสริมลงในระบบน้ำได้เลยโดยใส่ในรูปเกลือที่ละลายน้ำง่าย เช่น $ZnSO_4$, $MnSO_4$, $CuSO_4$ เป็นต้น ทำให้ประหยัดการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบที่มีราคาแพง

เป็นวิธีการให้ปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพ สามารถลดแรงงานในการให้ปุ๋ย ลดการชะล้างปุ๋ยนอกเขตรากพืช การแพร่กระจายปุ๋ยสม่ำเสมอบริเวณที่รากพืช และสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ นอกเหนือจากนี้ ยังเป็นการลดการใช้ปุ๋ยเคมีเกินความต้องการของถั่วเหลือง ส่งผลให้ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ โดยข้อเสียของการให้ปุ๋ยร่วมกับระบบน้ำมีข้อควรพิจารณา คือ

1. ปุ๋ยที่ใช้ต้องละลายน้ำหมดและมีความบริสุทธิ์สูง จึงมีราคาแพง

2. ต้องมีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของดิน ปุ๋ยและน้ำที่ใช้ เนื่องจากปุ๋ยบางชนิดไม่สามารถผสมด้วยกันได้ นอกจากนี้ pH ของน้ำมีผลต่อการละลายและการตกตะกอนของปุ๋ยบางชนิด และควรส่งตัวอย่างดินและน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของดินและน้ำ ทำให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพสูงสุด

3. ต้นทุนการติดตั้งระบบน้ำและการให้ปุ๋ยร่วมกับระบบน้ำมีราคาสูง

รูปที่ 10 ระบบบควบคุมการให้ปุ๋ยแบบอัตโนมัติและถังใส่ปุ๋ย

รูปที่ 11 การติดตั้งระบบการให้ปุ๋ยร่วมกับระบบน้ำโดยใช้ระบบดูดจ่ายปุ๋ยแบบอัตโนมัติ

5.การใช้โดรนพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช

การนำโดรนหรืออากาศยานไร้คนขับมาใช้ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในถั่วเหลือง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูถั่วเหลืองให้กับถั่วเหลือง อ โดยเฉพาะการใช้โดรนเพื่อพ่นสารชีวภัณฑ์หรือสารอินทรีย์ให้ทันในช่วงเวลาขณะที่ปากใบถั่วเหลืองเปิด ทำให้สารเคมีถูกดูดซึมได้ดี นอกจากนั้น โดรนยังมีความสามารถจดจำตำแหน่งที่ฉีดพ่นครั้งก่อนได้ สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้สะดวกทั่วถึงตลอดจนทำให้เกษตรกรมีความปลอดภัยจากการลดการสัมผัสสารเคมีทางการเกษตรโดยตรง ลดการใช้เชื้อเพลิงจากการใช้เครื่องพ่นสารเคมี เป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ช่วยประหยัดแรงงานและสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว ในทางปฏิบัติ จะทำการพ่นสารเคมี ทุกๆ 14 วัน ตั้งแต่ถั่วเหลืองอายุได้ 10 วัน ใช้อัตราตามตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

ข้อดีของการใช้โดรนเพื่อการเกษตร

1. ประหยัดเวลา โดรนสามารถลดระยะเวลาการทำงานจากแบบแผนเกษตรเดิม
2. สามารถบริหารจัดการอัตราส่วนปุ๋ย สารเคมี เมล็ดพันธุ์ได้อย่างคุ้มค่า
3. ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน ลดการสูญเสียต้นพืช จากการเหยียบย่ำในแปลง
4. เป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน เพราะไม่ต้องสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง
5. สามารถวิเคราะห์สภาพดินและความสมบูรณ์ของผลผลิตการเกษตร
6. วางแผนและคาดการณ์การผลิตได้ล่วงหน้าได้ และมีระบบ GPS ตั้งเวลาการบินล่วงหน้าได้ โดยไม่ต้องมีคนบังคับ สามารถบริหารจัดการพื้นที่ได้อย่างกว้างขวาง

ข้อเสียของการใช้โดรนเพื่อการเกษตร

1. เกษตรกรจำเป็นต้องมีความรู้และความชำนาญในการใช้โดรน
2. โดรนบางชนิดยังมีราคาสูง โดรนมีถังบรรจุภัณฑ์ที่มีขนาดจำกัด และอายุการใช้งานแบตเตอรี่สั้น
3. ต้องมีใบอนุญาติการบินโดรน

รูปที่ 12 โดรนพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ขนาด 10 ลิตร

รูปที่ 13 การใช้โดรนฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช

6.การใช้ชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การใช้ชีวภัณฑ์หรือจุลินทรีย์ในการควบคุมศัตรูถั่วเหลือง ที่นิยมใช้ ได้แก่ เชื้อราไตรโคเดอร์มา แอสเปอเรลลัม (*Trichoderma asperellum*) จัดเป็นเชื้อราปฏิปักษ์ ทำลายเชื้อโรคที่เป็นสาเหตุโรคพืชหลายชนิด และเชื้อแบคทีเรียบาซิลลัสซับทีลิส (*Bacillus subtilis*) หรือ Bs (บีเอส) ทำลายเชื้อโรคพืชได้หลายชนิด ทั้งเชื้อราและ แบคทีเรีย สามารถลดต้นทุน เนื่องจากศัตรูธรรมชาติมีอยู่มากมายในธรรมชาติ เกษตรกรสามารถผลิตขยายใช้เอง ในราคาถูก สามารถใช้ร่วมกับโดรนได้ ลดการใช้เชื้อเพลิงจากการใช้เครื่องพ่นสารเคมี เป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์

รูปที่ 14 การใช้ชีวภัณฑ์ เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส ซับทีลิส (Bacillus subtilis) คลุกเมล็ด

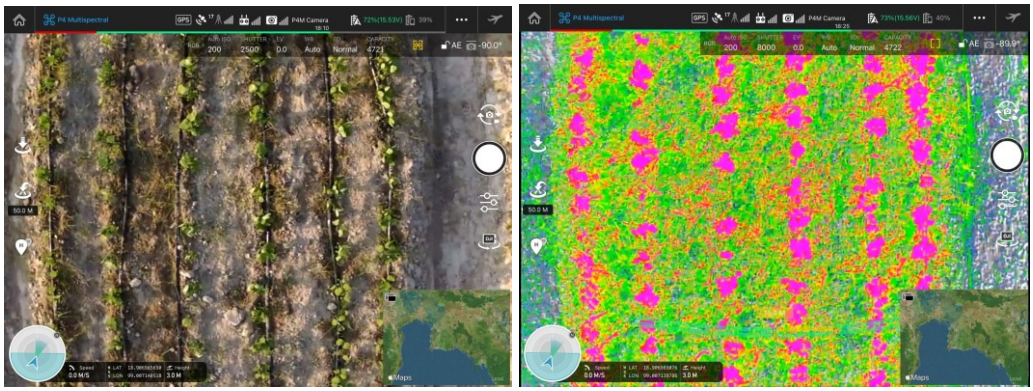
7. การใช้โดรนถ่ายถาพประเมินสุขภาพพืช

การนำโดรนหรืออากาศยานไร้คนขับมาใช้ประโยชน์ในการประเมินสุขภาพถั่วเหลือง โดยใช้โดรนติดกล้องถ่ายภาพแบบมัลติสเปกตรัมบินทั่วแปลงถั่วเหลืองเพื่อเก็บบันทึกภาพ มีประโยชน์ในการช่วยในการวิเคราะห์สภาพของดินปลูก สุขภาพความสมบูรณ์ของผลผลิตถั่วเหลือง ซึ่งใช้ระยะเวลาสั้น สามารถบริหารจัดการด้านการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้รวมถึงการคาดการณ์ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมและผลผลิตที่ได้ โดยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตถั่วเหลืองและการกักเก็บคาร์บอนโดยทางอ้อม มีขั้นตอน คือ

7.1 ใช้โดรนติดกล้องถ่ายภาพแบบมัลติสเปกตรัมบินทั่วแปลงถั่วเหลือง จำนวน 4 ครั้ง ที่ระยะต่าง ๆ ดังนี้ 1) 7-10 วันหลังงอก 2) 15-20 วันหลังงอก 3) 30-35 วันหลังงอก 4) 60-65 วันหลังงอก เพื่อเก็บบันทึกภาพ

7.2 นำภาพถ่ายที่ได้เข้าโปรแกรม Agisoft PhotoScan เพื่อทำการต่อภาพ นำภาพที่ต่อเสร็จแล้วมาคำนวนหาค่าดัชนีพืชพรรณ(NDVI) ด้วยโปรแกรม ArcGIS หาความสัมพันธ์กับผลผลิตจริงเพื่อสร้างสมการประเมินผลผลิต

รูปที่ 15 โดรนติดกล้องถ่ายภาพแบบมัลติสเปกตรัม



รูปที่ 16 ภาพจากโดรนติดกล้องถ่ายภาพแบบมัลติสเปกตรัมและภาพจากโปรแกรม ArcGIS

8.คู่มือการผลิตถั่วเหลืองที่มีประสิทธิภาพ

การจัดทำคู่มือการผลิตถั่วเหลืองโดยใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ ตั้งแต่การจัดการแปลงปลูก การปลูก ให้น้ำ ใส่ปุ๋ย ดูแลรักษา การเก็บเกี่ยวผลผลิต พร้องทั้งมีการบันทึกช่วงเวลาการปฏิบัติงาน ประวัติการระบาดของศัตรูพืชและการใช้สารเคมีและเทคโนโลยีต่างๆ ก็จะเป็นปฏิทินที่บันทึกข้อมูลที่เป็นสถิติ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการผลิตถั่วเหลืองให้มีประสิทธิภาพต่อไป

บรรณานุกรม

ไทยวอเตอร์ซิสเต็ม. (ม.ป.ป). การให้ปุ๋ยในระบบน้ำ (Fertigation). https//: www.thaiwatersystem.com

สนอง อมฤกษ์ ธีรศักดิ์ โกเมศ และประพัฒน์ ทองจันทร์. (2556). ทดสอบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพืช สำหรับถั่วเขียว ถั่วเหลืองฝักสดและข้าวโพดฝักอ่อน ในพื้นที่หลังนาโดยใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลัง ในเขตภาคเหนือ.รายงานชุดโครงการวิจัย.16 หน้า.

สถาบันวิจัยพืชไร่.(2543). การผลิตเมล็ดพันธุ์หลักถั่วเหลือง.หลักการผลิตเมล็ดพันธุ์หลักพืชไร่.70 หน้า.

โสพิศ ใจปาละ จงรักษ์ พันธ์ไชยศรี และปรีชา กาเพ็ชร. 2566. เทคโนโลยีที่ใช้ในแปลงเรียนรู้เกษตรอัจฉริยะการผลิตถั่วเหลืองฝักสดและถั่วเหลือง. เอกสารประกอบการจัดงานวันถ่ายทอดเทคโนโลยีแปลงเรียนรู้เกษตรอัจฉริยะการผลิตถั่วเหลืองฝักสด วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2566 ณ.แปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่, โครงการจัดทำแปลงเรียนรู้เกษตรอัจฉริยะการผลิตถั่วเหลืองฝักสดในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่. 6 หน้า

สำนักปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.2564.คู่มือปุ๋ยชีวภาพ.https//:www.opsmoac.go.th/Songkhl-Article

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.(2023).การพัฒนาการผลิตและการใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชของกรมวิชาการเกษตร.https//:www.doa.go.th/สอพ-02-การพัฒนาการผลิตและการใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมศัตรูพืชของกรมวิชาการเกษตร

อนุสร เวชสิทธิ์. (2537). เครื่องนวดถั่วเหลืองใช้ระบบชนิดเดียวกับเครื่องนวดข้าว ซึ่งพัฒนาโดยเพื่อนวดถั่วเหลือง : สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร.

อนุสร เวชสิทธิ์.(2548). การพัฒนาและทดสอบเครื่องนวดข้าวเพื่อให้เหมาะสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง.65 หน้า

องค์การบริหารส่วนตำบลโคกสะอาด จ.กาฬสินธุ์. ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases). (ม.ป.ป).

National Geographic ฉบับภาษาไทย.http://www. Khok saad. go.th/fileupload/020820_182759.pdf

About Kids Health (September 28,2007). Soy what? (Online) Available

URLhttp://www.aboutkidshealth.Ca/News/Soy-what.aspx?

Wang. C., Q., Ma. and M. Self. 1996. Second international symposium on the Role of Soy in Preventing and Treating Chronic Disease. Department of Nutrition and Food Science. South Dakota State University. (Poster abstracts)

ภาคผนวก

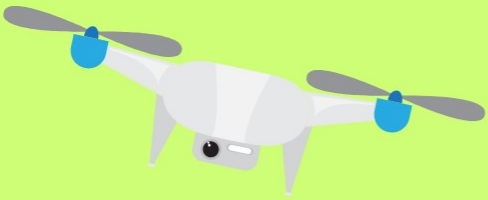
คณะผู้จัดทำ:

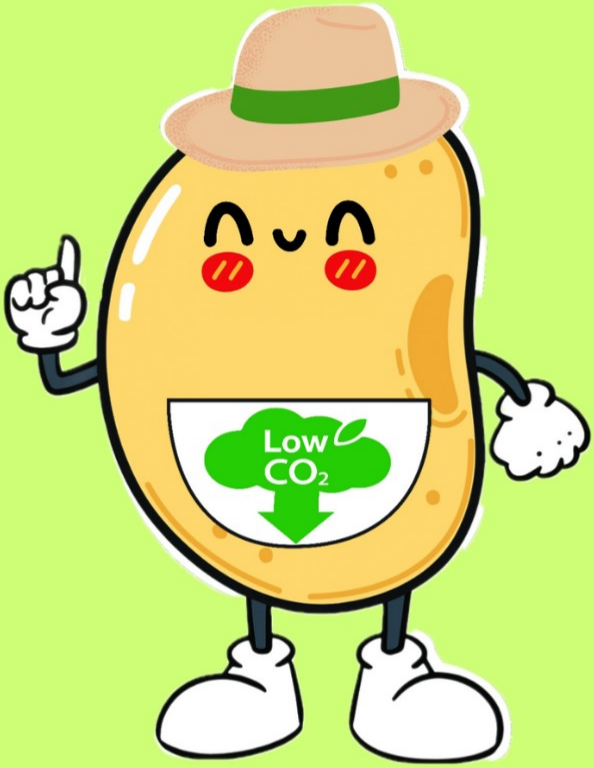
ที่ปรึกษา	นายศรุต สุทธิอารมณ์	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชไร่
	นายปรีชา กาเพ็ชร	ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
	นางสาวเชาวนาถ พฤทธิเทพ	รักษาการในตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านพืชไร่ตระกูลถั่ว

คณะทำงาน	1.นางสาวละอองดาว แสงหล้า	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่	หัวหน้าโครงการ
	2.นางจงรักษ์ พันธ์ไชยศรี	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่	คณะทำงาน
	3.นางสาวโสพิศ ใจปาละ	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่	คณะทำงาน
	4.นางสาวปัทมพร วาสนาเจริญ	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่	คณะทำงาน
	5.นายวรกานต์ ยอดชมภู	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่	คณะทำงาน
	6.นายศิวกร เกียรติมณีรัตน์	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่	คณะทำงาน
	7.นางสาวสุพรรณณี เป็งคำ	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่	คณะทำงาน
	8.นางสาวปัทมกร พงวาเรศ	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่	คณะทำงาน

คิวอาร์โค้ดสำหรับดาวน์โหลดเอกสาร

https://me-qr.com/e2qgutrt





www.doa.go.th

cmfcrc2004@hotmail.com

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

0-2579-3930
0-5349-8537

ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่