

เค้าโครงผลงานที่จะส่งประเมิน (รายงานวิชาการเกษตร) (กรณีลักษณะงานวิจัย)

๑. ชื่อผลงาน การศึกษาเปรียบเทียบการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ๓ ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มผลผลิต และสารเคอร์คิวมินอยด์ของขมิ้นชัน ในชุดดินกำแพงแสน

๒. บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารเคอร์คิวมินอยด์ของขมิ้นชัน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย ๕ ตำรับการทดลอง ได้แก่ ตำรับที่ ๑ ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Control) ตำรับที่ ๒ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร (F) ตำรับที่ ๓ ใส่ปุ๋ยเคมีและใส่เชื้อรา *Acaulospora* sp. (F+AM๑) ตำรับที่ ๔ ใส่ปุ๋ยเคมีและใส่เชื้อรา *Gigaspora* sp. (F+AM๒) ตำรับที่ ๕ ใส่ปุ๋ยเคมีและใส่เชื้อรา *Glomus* sp. (F+AM๓) ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวนต้นต่อหลุม ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และความชื้นของสืใบ รวมทั้งน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน น้ำหนักแห้งรากและเหง้า ผลผลิตเหง้าสด ผลผลิตเหง้าแห้ง การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราในราก จำนวนสปอร์ในดิน ปริมาณสารเคอร์คิวมินอยด์ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ผลการศึกษาพบว่า ตำรับที่ ๕ ใส่ปุ๋ยเคมีและเชื้อรา *Glomus* sp. (F+AM๓) ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และสารเคอร์คิวมินอยด์ ในขมิ้นชัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่งผลให้ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน รากและเหง้าเพิ่มขึ้น ปริมาณผลผลิตเหง้าสดและแห้ง เพิ่มขึ้น ๖๖.๔๘ เปอร์เซ็นต์ และ ๓๕.๗๔ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พร้อมเพิ่มปริมาณเคอร์คิวมินอยด์ในเหง้าแห้ง ๓๙.๕๑ เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ ๒ การใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว และยังพบว่าการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยในรากและจำนวนสปอร์ในดิน โดยตำรับที่ ๕ ใส่ปุ๋ยเคมีและเชื้อรา *Glomus* sp. (F+AM๓) มีค่าการเข้าอยู่อาศัยในรากและจำนวนสปอร์สูงสุด ต้นทุนและผลตอบแทนของการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ๓ ชนิด ร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่าตำรับที่ ๕ การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus* sp. โดยมีรายได้ ๖๘,๒๕๐ บาทต่อไร่ ผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปร ๒๒,๗๓๐ บาทต่อไร่ และอัตราผลประโยชน์ต่อการลงทุนเท่ากับ ๑.๕๑ ส่วนตำรับที่ ๒ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร มีผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรต่ำที่สุด ดังนั้นการทดลองนี้ จึงสรุปได้ว่าการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาทั้ง ๓ ชนิด ช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนและเพิ่มคุณภาพสารสำคัญในขมิ้นชันให้มีสรรพคุณทางยา สามารถช่วยให้เกษตรกรทำการผลิตพืชสมุนไพรขมิ้นชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำไปสู่การกำหนดทิศทางการส่งเสริมการผลิตพืชสมุนไพรขมิ้นชันต่อไป

๓. หลักการและเหตุผล

จากแผนแม่บทแห่งชาติ ว่าด้วยการพัฒนาสมุนไพรไทย ฉบับที่ ๑ พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๖๔ และยุทธศาสตร์เกษตรและสหกรณ์ ระยะ ๒๐ ปี (พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๗๙) (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ๒๕๖๐) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ให้ความสำคัญกับการผลิตพืชสมุนไพร เพื่อส่งเสริมการเติบโตของอุตสาหกรรมสมุนไพรไทยที่มีศักยภาพ ทั้งในด้านการแพทย์ สุขภาพ ความงาม และเศรษฐกิจ โดยเน้นการยกระดับคุณภาพวัตถุดิบสมุนไพรให้ได้มาตรฐาน สามารถเข้าสู่ตลาดกลางวัตถุดิบสมุนไพร นอกจากนี้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ยังมีบทบาทสำคัญในการดูแลต้นน้ำด้านการผลิตของเกษตรกร การจัดการวัตถุดิบสมุนไพรให้มีคุณภาพ การส่งเสริมเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม และการสนับสนุนการสร้างเครือข่ายกลุ่มเกษตรกร เพื่อสร้าง

มูลค่าเพิ่มแก่ผลผลิตสมุนไพร ในการส่งเสริมการผลิตพืชสมุนไพรยังเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ทดแทนพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ ที่มีปัญหา โดยการปลูกสมุนไพรที่ใช้พื้นที่น้อย แต่มีมูลค่าสูง

ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) ถือเป็นพืชสมุนไพร Herbal Champions ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทย ในปี ๒๕๖๕ มีเนื้อที่เพาะปลูก จำนวน ๔,๙๔๐.๙๕ ไร่ ครีวเรือนเกษตรกร จำนวน ๒,๔๒๔ ครีวเรือน ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ จำนวน ๒,๙๙๖.๘๙ ตัน คิดเป็นมูลค่าผลผลิต จำนวน ๖๗.๑๖ ล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ๒๕๖๖) ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) มีสารออกฤทธิ์สำคัญกลุ่ม เคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoids) มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ ชะลอวัยที่โดดเด่น มีสรรพคุณในการรักษาอาการท้องอืดท้องเฟ้อ และอาการข้ออักเสบ มีคุณสมบัติหลายด้าน มีสรรพคุณทางยาที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และนำไปสกัดใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมการถนอมอาหาร การพัฒนาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ร่วมกับอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมด้านความงาม อาหารเสริม และยังมีสารออกฤทธิ์ต้านโรค COVID - ๑๙ ได้เป็นอย่างดี ดังนั้น เกษตรกรจึงมีแนวโน้มหันมาปลูกขมิ้นชันกันอย่างแพร่หลาย แต่ปัจจุบันเกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิต ขาดเทคโนโลยีการผลิตที่เห็นผลได้ อย่างชัดเจนในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มผลผลิต เพิ่มสารสำคัญในขมิ้นชัน รวมไปถึงการพึ่งพาปุ๋ยเคมีปริมาณมาก ทำให้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น และระบบนิเวศที่เสื่อมโทรมในระยะยาว จึงมีแนวคิดการนำเทคโนโลยีจุลินทรีย์ดินมาประยุกต์ใช้เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพตามแนวทางเกษตรปลอดภัย โดยเฉพาะการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Arbuscular Mycorrhizal Fungi: AMF) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ดำรงชีวิตร่วมกับรากพืชแบบพึ่งพาอาศัย เส้นใยของเชื้อราจะทำหน้าที่เสมือนส่วนขยายของระบบรากช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดซับธาตุอาหารและน้ำ ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดีแม้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาเชื้อรา ๓ สกุลหลักที่มีความโดดเด่นแตกต่างกัน ได้แก่ เชื้อรา *Acaulospora* sp. ที่มีความทนทานสูงต่อความแปรปรวนของดิน เชื้อรา *Gigaspora* sp. ที่มีความสามารถในการสร้างโครงข่ายเส้นใยภายนอกรากที่แข็งแรง และเชื้อรา *Glomus* sp. ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่เข้าอยู่อาศัยในรากได้รวดเร็วและกระตุ้นการตอบสนองของพืชได้ดี การนำเชื้อราทั้ง ๓ สกุลนี้มาใช้ร่วมกับการจัดการปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร จึงเป็นกลไกสำคัญไม่เพียงแต่การเพิ่มผลผลิต แต่ยังเป็นการกระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์สารทุติยภูมิ (Secondary Metabolites) เพื่อให้ขมิ้นชันผลิตสารเคอร์คูมินอยด์ได้ในปริมาณที่สูงขึ้น อีกทั้งการนำเทคโนโลยีจุลินทรีย์ดินนี้มาทดสอบในพื้นที่ตำบลทุ่งขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ยิ่งทวีความเข้มข้นทางวิชาการเมื่อพิจารณาถึงลักษณะของ ชุดดินกำแพงแสน (Kamphaeng Saen Series) ซึ่งเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง - สูง แต่มีข้อจำกัด คือ ปัญหาการสะสมของฟอสฟอรัสในดินปริมาณมาก จากการทำเกษตรมาอย่างยาวนาน ซึ่งฟอสฟอรัสเหล่านี้มักอยู่ในรูปที่ถูกตรึง (Fixed Phosphorus) ซึ่งพืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะขมิ้นชันมีความจำเป็นต้องใช้ฟอสฟอรัสในการช่วยเร่งการสร้างรากและเหง้า เพื่อให้เหง้าขมิ้นแข็งแรง และขยายขนาดได้ดี เชื้อราไมคอร์ไรซาจึงเข้ามามีบทบาทเป็นกุญแจสำคัญในการช่วยปลดปล่อยฟอสฟอรัสเหล่านั้นผ่านกระบวนการหลั่งเอนไซม์และกรดอินทรีย์ ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารที่ตกค้างอยู่ในดินอย่างเต็มประสิทธิภาพ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ๓ ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มผลผลิตและสารเคอร์คูมินอยด์ของขมิ้นชัน ในขมิ้นชัน และศึกษาดัชนีผลตอบแทนของการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ๓ ชนิด ร่วมกับปุ๋ยเคมีในขมิ้นชัน ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้เกษตรกรทำการผลิตพืชสมุนไพรขมิ้นชัน ตามแนวทางการพัฒนาของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้อย่างยั่งยืน สอดรับกับยุทธศาสตร์ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในการสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจได้อย่างแท้จริง

๔. วัตถุประสงค์

๔.๑ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ๓ ชนิด ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และสารเคอร์คิวมินอยด์ในขมิ้นชัน

๔.๒ เพื่อศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ๓ ชนิด ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในขมิ้นชัน

๕. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลา เริ่มต้นเดือน พฤษภาคม ๒๕๖๕ สิ้นสุดเดือน ธันวาคม ๒๕๖๖

สถานที่ดำเนินการ พื้นที่แปลงทดลอง สถานีพัฒนาที่ดินนครปฐม ตำบลทุ่งขวาง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

๖. ผู้ดำเนินการ

๖.๑ นายจิระ มาตรทอง ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ มีหน้าที่ วางแผนการวิจัย สํารวจศึกษา เก็บข้อมูลดิน เก็บข้อมูลพืช จัดการดูแลแปลงทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและจัดทำรายงานสัดส่วนผลงานร้อยละ ๘๐

๖.๒ นายณัฐพงษ์ แก้วรัตนชัย ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ มีหน้าที่ เก็บตัวอย่างดิน จัดการดูแลแปลงทดลอง สัดส่วนผลงานร้อยละ ๑๐

๖.๓ นายศิริวิทย์ เชิดชู ตำแหน่ง เจ้าพนักงานการเกษตรชำนาญงาน มีหน้าที่ เก็บตัวอย่างดิน จัดการดูแลแปลงทดลอง สัดส่วนผลงานร้อยละ ๑๐

๗. อุปกรณ์การทดลอง

๗.๑ ส่วนขยายพันธุ์ขมิ้นชันพันธุ์แดงสยาม

๗.๒ เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Arbuscular Mycorrhizal Fungi หรือ AMF) ๓ ชนิด ได้แก่

๑) เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Acaulospora* sp.

๒) เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Gigaspora* sp.

๓) เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus* sp.

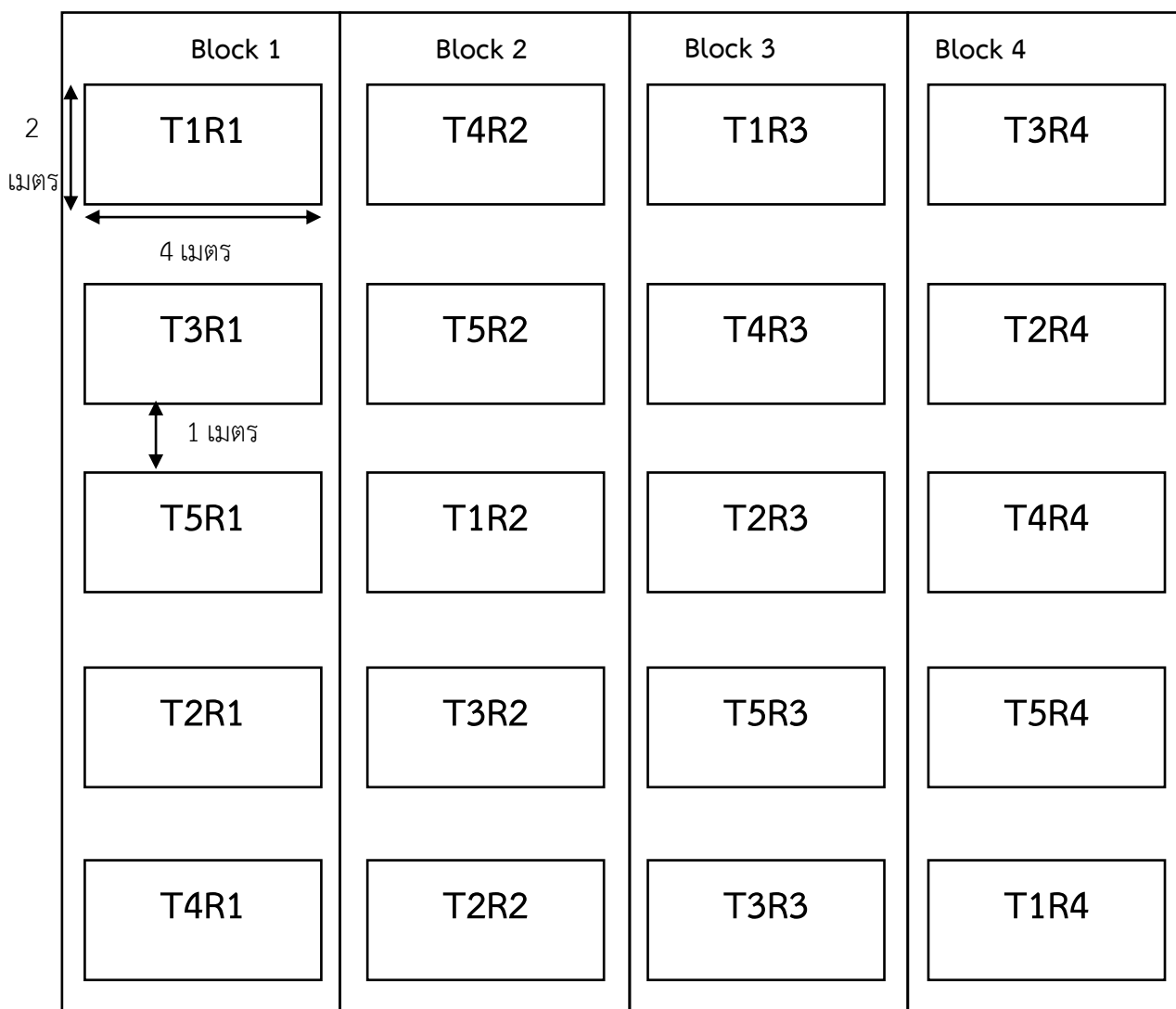
๗.๓ ปุ๋ยเคมี และ ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง

๗.๔ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็น

๘. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

๘.๑ สถานที่ทดลองและการวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองในพื้นที่แปลงทดลองสถานีพัฒนาที่ดินนครปฐม โดยกำหนดพื้นที่การทดลองเป็น ๒๐ แปลงย่อย เพื่อใช้ในการปลูกขมิ้นชัน แต่ละแปลงย่อยมีขนาด ๔x๒ เมตร เว้นระยะห่างระหว่างแปลงย่อย ๑ เมตร (ภาพที่ ๑)



ภาพที่ 1 แผนผังแปลงทดลอง

ผลวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานของดินในแปลงทดลอง (ตารางที่ ๑) มีสมบัติดังนี้ คือ สภาพความเป็นกรดต่างของดินเป็นกลาง ค่าการนำไฟฟ้าของดินอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินค่อนข้างต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับสูง ปริมาณธาตุโลหะหนักในดินอยู่ในระดับไม่เกินค่าวิกฤต ปริมาณสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินจำนวน ๒๐๐ สปอร์ต่อดินแห้ง ๑๐๐ กรัม

ตารางที่ ๑ ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินในพื้นที่การทดลองพืชสมุนไพรขมิ้นชัน

สมบัติของดิน	ผลวิเคราะห์ดิน	ประเมินค่าวิเคราะห์ ^{๑/}
pH	๖.๗๙	เป็นกลาง
EC (dS/m)	๐.๙๑	ไม่มีผลต่อพืช
ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%)	๑.๔๐	ต่ำ
ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cmol/kg)	๑๔.๐๙	ปานกลาง
ธาตุอาหารหลัก		
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	๐.๐๗	ต่ำ
ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)	๖๗.๒๖	สูงมาก
โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	๑๓๙.๔๔	ปานกลาง
ธาตุอาหารรอง		
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	๑๖๕๙	สูง
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)	๑๔๖	สูง
จุลธาตุ		
ปริมาณทองแดง (mg/kg)	๑.๒๓	ต่ำ
ปริมาณสังกะสี (mg/kg)	๐.๔๔	ต่ำ
ธาตุโลหะหนัก		
ปริมาณตะกั่ว (mg/kg)	๑๒.๔๐	ไม่เกินค่าวิกฤต
ปริมาณแคดเมียม (mg/kg)	๐.๑๕	ไม่เกินค่าวิกฤต
ปริมาณสารหนู (mg/kg)	๒.๔๗	ไม่เกินค่าวิกฤต
ปริมาณสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน		
จำนวนสปอร์/ดินแห้ง ๑๐๐ กรัม	๒๐๐	

๘.๒ แผนการทดลอง

การศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ๓ ชนิดร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อเพิ่มผลผลิตและสารเคอร์คิวมินอยด์ของขมิ้นชันในชุดดินกำแพงแสน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ภายในกลุ่ม (Randomized Complete Block Design: RCBD) ประกอบด้วย ๕ ดำรับทดลอง กระทำ ๔ ซ้ำ โดยกำหนดดำรับการทดลองดังนี้

ดำรับทดลองที่ ๑ ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Control)

ดำรับทดลองที่ ๒ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร (F)

ดำรับทดลองที่ ๓ ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับใส่เชื้อรา *Acaulospora* sp. (F+AM๑)

ดำรับทดลองที่ ๔ ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับใส่เชื้อรา *Gigaspora* sp. (F+AM๒)

ดำรับทดลองที่ ๕ ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับใส่เชื้อรา *Glomus* sp. (F+AM๓)

๘.๓ ขั้นตอนการดำเนินงาน

๘.๓.๑ เตรียมวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

๑) พันธุ์ขมิ้นชันที่ใช้ คือ พันธุ์แดงสยาม ซึ่งได้รับการจัดหาจากแปลงเกษตรกรส่วนที่นำมาใช้ในการเพาะปลูก คือ ส่วนของแ่ง โดยคัดเลือกแ่งที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ประมาณ ๗ - ๘ ข้อต่อ ๑ แ่ง การเก็บรักษาท่อนพันธุ์ต้องวางผึ่งไว้ในที่ร่มแห้ง สะอาด ปราศจากโรค แมลง และสัตว์ต่าง ๆ มารบกวน มีอากาศถ่ายเทสะดวกควรแช่ด้วยยาฆ่าเชื้อนานประมาณ ๓๐ นาทีเพื่อป้องกันกำจัดเชื้อซึ่งอาจจะติดมากับท่อนพันธุ์

๒) เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยใช้ปุ๋ยชีวภาพเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาชนิดดินหั่วเชื้อของเชื้อรา *Acaulospora sp.*, *Gigaspora sp.* และ *Glomus sp.* ซึ่งมีจำนวนสปอร์ไม่น้อยกว่า ๒๕ สปอร์ต่อดินแห้ง ๑ กรัม ใส่ในอัตรา ๑๐ กรัมต่อหลุม ตามแผนการทดลอง

๓) ปุ๋ยอินทรีย์สำหรับดำรับการทดลองที่ ๓ , ๔ และ ๕ ตามคำแนะนำการปลูกขมิ้นชันของกรมวิชาการเกษตร ใส่ในอัตรา ๕๐ กิโลกรัมต่อไร่ โดยปุ๋ยอินทรีย์มีสมบัติดังแสดงในตารางที่ ๒

๔) ปุ๋ยเคมีสำหรับดำรับการทดลองที่ ๒ , ๓ , ๔ และ ๕ ตามคำแนะนำการปลูกขมิ้นชันของกรมวิชาการเกษตร ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๕-๑๕-๑๕ อัตรา ๕๐ กิโลกรัม/ไร่ เมื่อขมิ้นชันอายุ ๒ เดือน และ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๓-๑๓-๒๑ อัตรา ๓๐ กิโลกรัม/ไร่ เมื่อขมิ้นชันอายุ ๔ เดือน ตามแผนการทดลอง

ตารางที่ ๒ ผลวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์

สมบัติทางเคมี	ผลวิเคราะห์ ปุ๋ยอินทรีย์	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. ๒๕๔๘, ๒๕๕๑, ๒๕๕๗ *
ความเป็นกรด-ด่าง	๖.๘๕	๕.๕-๘.๕
ค่าการนำไฟฟ้า (dS/m)	๕.๕๐	< ๖
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	๘.๐	< ๒๐
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)	๓๒.๕๖	> ๒๐
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (% N)	๓.๒๐	> ๑.๐
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (% P _๒ O _๕)	๑.๓๗	> ๐.๕
ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (% K _๒ O)	๐.๕๔	> ๐.๕
ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด (%)	๕.๑๑	> ๒.๐
ปริมาณโลหะหนัก		
สารหนู (mg/kg)	๑๖.๗๐	< ๕๐
แคดเมียม (mg/kg)	๔.๘๔	< ๕
โครเมียม (mg/kg)	๓๐.๒๒	< ๓๐๐
ทองแดง (mg/kg)	๘๖.๓๑	< ๕๐๐
ตะกั่ว (mg/kg)	๒๗.๓๕	< ๕๐๐
ปรอท (mg/kg)	๐.๔๕	< ๒

* ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. ๒๕๔๘, ๒๕๕๑, ๒๕๕๗ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐

๘.๓.๒ การเตรียมดิน การปลูก และการดูแลรักษา

๑) การเตรียมดิน ไถพรวนดินลึก ๑๕ เซนติเมตร แล้วตากดินไว้ ๒ สัปดาห์ ก่อนทำการไถพรวนครั้งที่ ๒ แล้วยกแปลงย่อยให้มีขนาด ๔X๒ เมตร จำนวน ๒๐ แปลง เว้นระยะห่างระหว่างแปลงย่อย ๑ เมตร

๒) การปลูก ใน ๑ แปลงย่อย ปลูกขมิ้นชันจำนวน ๕x๕ ต้น ระยะระหว่างต้น ๓๐ เซนติเมตร และระยะระหว่างแถว ๗๕ เซนติเมตร การปลูกขมิ้นชันเริ่มจากการขุดหลุมลึก ๑๐ เซนติเมตร ใส่ดินหัวเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาตามแผนการทดลอง ตามด้วยปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา ๕๐ กิโลกรัม/ไร่ (๘.๓ กรัม/ต้น) รองก้นหลุมปลูก แล้วจึงวางแงขมิ้นชัน (๑ แ่ง/หลุม) ลงปลูกแล้วพรวนดินกลบ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๓-๑๓-๒๑ อัตรา ๕๐ กิโลกรัม/ไร่ (๘.๓ กรัม/ต้น) พร้อมปลูก

๓) การดูแลรักษา ให้น้ำในระดับที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตด้วยระบบ springer ๑๕ นาฬิกา/วัน กำจัดแมลงศัตรูพืชและวัชพืชโดยวิธีกล ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๕-๑๕-๑๕ อัตรา ๕๐ กิโลกรัม/ไร่ เมื่อขมิ้นชันอายุ ๒ เดือน และ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๓-๑๓-๒๑ อัตรา ๓๐ กิโลกรัม/ไร่ เมื่อขมิ้นชันอายุ ๔ เดือน ตามแผนการทดลอง

๘.๔ การเก็บข้อมูล

๘.๔.๑ การเก็บผลการทดลองระหว่างระยะการเจริญเติบโต ๓ และ ๖ เดือนหลังปลูก ได้แก่

- ๑) ความสูง โดยใช้ตลับเมตรวัดจากโคนต้นที่ตำแหน่งเหนือรากไปจนถึงยอด
- ๒) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่แก่ที่สุด โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์วัดที่โคนต้น
- ๓) ความเข้มข้นสีใบ โดยสุ่มวัดความเข้มข้นสีใบของใบแก่ใบที่ ๒-๔ นับจากโคนต้น จำนวน ๓ ใบต่อต้น ใบละ ๕ ตำแหน่ง ด้วยเครื่อง SPAD meter

๘.๔.๒ การเก็บผลการทดลองระยะเก็บเกี่ยว เมื่อขมิ้นชันอายุ ๘ เดือน ได้แก่

- ๑) น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดิน และ ราก โดยอบให้แห้งใน hot air oven ที่อุณหภูมิ ๖๕ องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่
- ๒) ผลผลิตสด (น้ำหนักสดของเหง้า)
- ๓) ผลผลิตแห้ง (น้ำหนักแห้งของเหง้า โดยอบให้แห้งใน hot air oven ที่อุณหภูมิ ๕ องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักแห้งคงที่)
- ๔) ปริมาณสารสำคัญเคอร์คิวมินอยด์ในเหง้าแห้ง ตามวิธีการของ Thai Herbal Pharmacopoeia (๒๐๑๘)

๕) ประเมินเปอร์เซ็นต์การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก โดยนำรากขมิ้นชันมาย้อมสีตามวิธีของ Philips and Hayman (๑๙๗๐) และประเมินการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก (AM colonization) ตามวิธีการของ McGonigle et al. (๑๙๙๐)

๘.๔.๓ การวิเคราะห์ผลข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance sinvANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละตำรับการทดลองด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์ และ ๙๙ เปอร์เซ็นต์

๘.๔.๔ การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในเชิงเศรษฐศาสตร์

เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการปลูกทั้ง ๕ ดำรับการทดลอง โดยนำทั้งทางด้านต้นทุนและผลผลิตมาคิดให้อยู่ในหน่วยของเงินเพื่อการเปรียบเทียบผลประโยชน์และต้นทุนของทั้ง ๕ ดำรับการทดลองโดยรูปแบบการปลูกพืชหรือทางเลือกที่น่าสนใจจะเป็นรูปแบบหรือทางเลือกที่ให้ผลประโยชน์ที่ได้รับสุทธิมากที่สุด ซึ่งผลประโยชน์สุทธิคำนวณได้จากการนำผลประโยชน์ที่ได้รับ (บาท) ลบด้วย ค่าใช้จ่าย (บาท)

๙. ผลการทดลองและวิจารณ์

๙.๑ การเจริญเติบโตและผลผลิตขมิ้นชัน

๙.๑.๑ จำนวนต้นต่อหลุม

ผลของดำรับการทดลองต่อจำนวนต้นของขมิ้นชันที่อายุ ๓ และ ๖ เดือนหลังปลูก (ตารางที่ ๓) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในทุกอายุที่ทำการตรวจวัด โดยกลุ่มดำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวและใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา (T๒ – T๕) มีแนวโน้มส่งผลให้จำนวนต้นต่อหลุมมากกว่า ในขณะที่ดำรับควบคุม (T๑) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การใส่ปุ๋ยและเชื้อราเพิ่มเติมลงไปในดินมีแนวโน้มส่งผลที่ดีต่อจำนวนต้นของขมิ้นชัน

ตารางที่ ๓ ผลของดำรับการทดลองต่อจำนวนต้นต่อหลุมของขมิ้นชันอายุ ๓ เดือน และ ๖ เดือน

ดำรับการทดลอง	จำนวนต้นต่อหลุม	
	๓ เดือน	๖ เดือน
ดำรับทดลองที่ ๑ (Control)	๓ ^b	๔ ^b
ดำรับทดลองที่ ๒ (F)	๔ ^b	๕ ^b
ดำรับทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๔ ^b	๕ ^b
ดำรับทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๔ ^b	๕ ^b
ดำรับทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๔ ^b	๕ ^b
F test	ns	ns
%CV	๓.๕๙	๕.๑๑

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora* sp.,

AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora* sp. และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus* sp.

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%

^a ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๒ ความสูงของขมิ้นชัน

ผลของดำรับการทดลองต่อความสูงของขมิ้นชันที่อายุ ๓ และ ๖ เดือนหลังปลูก (ตารางที่ ๔) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกอายุที่ทำการตรวจวัด โดยกลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา (T๓ – T๕) มีค่าความสูงสูงสุด และดำรับควบคุม (T๑) มีค่าความสูงต่ำสุด ซึ่งเมื่อขมิ้นชันอายุ ๖ เดือน พบว่าดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus* sp. (T๕) มีค่าความสูงมากที่สุด รองลงมาคือ ดำรับ T๔ T๓ และ T๒ ตามลำดับ และดำรับ T๑ มีค่าต่ำสุด

จากการทดลองข้างต้น พบว่า ดำรับ T๕ มีค่าความสูงมากที่สุดที่ขมิ้นชันอายุ ๓ และ ๖ เดือน มีแนวโน้มในการเจริญเติบโตสูงที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tripura et al. (๒๐๑๖) พบว่าเชื้อรา *Glomus sp.* (T๕) มีผลต่อการเจริญเติบโตของขมิ้นชันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในด้านการเพิ่มความสูงของต้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับเชื้อรา

ตารางที่ ๔ ผลของดำรับการทดลองต่อความสูงของขมิ้นชันอายุ 3 เดือน และ 6 เดือน

ดำรับการทดลอง	ความสูง (ซม.)	
	๓ เดือน	๖ เดือน
ดำรับทดลองที่ ๑ (Control)	๔๓.๔ ^c	๘๘.๕ ^c
ดำรับทดลองที่ ๒ (F)	๕๓.๒ ^b	๙๓.๒ ^c
ดำรับทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๗๑.๐ ^a	๑๓๕.๓ ^b
ดำรับทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๗๔.๕ ^a	๑๓๕.๖ ^b
ดำรับทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๗๓.๓ ^a	๑๔๒.๓ ^a
F test	**	**
%CV	๔.๕๖	๔.๘๓

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora sp.*, AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora sp.* และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus sp.*

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%

๑/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๓ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

ผลของดำรับการทดลองต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของขมิ้นชันที่อายุ ๓ และ ๖ เดือน หลังปลูก (ตารางที่ ๕) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกอายุที่ทำการตรวจวัด โดยขมิ้นชันอายุ ๓ เดือน กลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา (T๓ – T๕) มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของขมิ้นชันสูงสุด และดำรับควบคุม (T๑) มีค่าต่ำสุด ในขณะที่อายุ ๖ เดือน พบว่า ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus sp.* (T๕) มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด รองลงมาคือ ดำรับ T๓, T๔ และ T๒ ตามลำดับ และดำรับ T๑ มีค่าต่ำสุด

จากการทดลองข้างต้น พบว่า ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus sp.* (T๕) มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *Glomus sp.* ส่งผลที่ดีต่อการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

ตารางที่ ๕ ผลของการดำรับการทดลองต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของขมิ้นชันอายุ 3 และ 6 เดือน

ดำรับการทดลอง	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (มม.)	
	๓ เดือน	๖ เดือน
ดำรับทดลองที่ ๑ (Control)	๑๙.๖ ^d	๒๓.๘ ^c
ดำรับทดลองที่ ๒ (F)	๒๕.๒ ^c	๓๑.๔ ^b
ดำรับทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๒๙.๕ ^b	๓๕.๒ ^a
ดำรับทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๓๑.๑ ^a	๓๓.๘ ^a
ดำรับทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๓๓.๐ ^a	๓๕.๘ ^a
F test	**	**
%CV	๔.๘๖	๖.๐๘

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora* sp., AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora* sp. และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus* sp.

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%

๑/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๔ ความเข้มของสีใบ

ผลของการดำรับการทดลองต่อความเข้มของสีใบของขมิ้นชันที่อายุ ๓ และ ๖ เดือน (ตารางที่ ๖) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในทุกอายุที่ทำการตรวจวัด โดยกลุ่มดำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวและใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา (T๒ – T๕) มีแนวโน้มส่งผลให้ความเข้มของสีใบมากกว่า ในขณะที่ดำรับควบคุม (T๑)

ตารางที่ ๖ ผลของการดำรับการทดลองต่อความเข้มของสีใบของขมิ้นชันที่อายุ ๓ และ ๖ เดือน

ดำรับการทดลอง	ความเข้มสีใบ (SPAD unit)	
	๓ เดือน	๖ เดือน
ดำรับทดลองที่ ๑ (Control)	๓๑.๘ ^b	๓๒.๖ ^c
ดำรับทดลองที่ ๒ (F)	๓๓.๔ ^a	๓๔.๘ ^a
ดำรับทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๓๔.๙ ^a	๓๔.๓ ^a
ดำรับทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๓๓.๕ ^a	๓๓.๒ ^b
ดำรับทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๓๔.๗ ^a	๓๓.๐ ^b
F test	ns	ns
%CV	๓.๒๖	๓.๕๐

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora* sp., AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora* sp. และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus* sp.

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕%

๑/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๕ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน

ผลของการทดลองต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของขมิ้นชันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ ๗) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus sp.* (T๕) มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงที่สุด รองลงมาคือ ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Gigaspora sp.* (T๔) ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Acaulospora sp.* (T๓) ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T๒) และดำรับควบคุม (T๑) มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินน้อยที่สุด

ตารางที่ ๗ ผลของการทดลองต่อน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของขมิ้นชัน

ดำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน
ดำรับทดลองที่ ๑ (Control)	๔๓.๗๖ ^e
ดำรับทดลองที่ ๒ (F)	๔๖.๕๑ ^d
ดำรับทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๕๔.๗๕ ^c
ดำรับทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๗๒.๒๙ ^b
ดำรับทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๗๒.๒๓ ^a
F test	**
%CV	๔.๑๐

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora sp.*, AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora sp.* และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus sp.*

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%

๙/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๖ น้ำหนักแห้งรากและเหง้า

ผลของการทดลองต่อน้ำหนักแห้งรากและเหง้าของขมิ้นชันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ ๘) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus sp.* (T๕) มีน้ำหนักแห้งรากและเหง้าสูงที่สุด รองลงมาคือ ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Gigaspora sp.* (T๔) ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Acaulospora sp.* (T๓) และดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T๒) ดำรับควบคุม (T๑) มีน้ำหนักแห้งรากและเหง้าน้อยที่สุด

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่า การใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ มีส่วนช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการสะสมน้ำหนักแห้งของรากและเหง้าขมิ้นชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราในสกุล *Glomus sp.* (T๕) ที่สามารถเพิ่มน้ำหนักแห้งรากและเหง้าได้มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T๒) ถึงร้อยละ ๔๓.๖๗ ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใย (Hyphae) ของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เจริญและแผ่ขยายออกจากรากพืช ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน โดยเฉพาะธาตุอาหารที่เคลื่อนที่ยากหรือถูกตรึงได้ง่ายในดิน เช่น ฟอสฟอรัส (P) และส่งผ่านไปยังพืชเจ้าบ้าน (Host plant) ทำให้ขมิ้นชันมีความสมบูรณ์ในการสังเคราะห์แสงและสามารถเคลื่อนย้ายสารอาหารไปสะสมที่ส่วนจัดเก็บอาหารคือรากและเหง้าได้ดีขึ้น

สอดคล้องกับงานวิจัยของ พักตร์เพ็ญ และคณะ (๒๕๖๘) ที่ทำการศึกษาผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อขมิ้นชัน พบว่าการใส่ดินเชื้อรา *Glomus sp.* ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) ช่วยส่งเสริมให้น้ำหนักแห้งของส่วนรากและเหง้าขมิ้นชันเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยช่วยเพิ่มน้ำหนักเหง้าแห้งได้สูงขึ้นเนื่องจากการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดสารอาหารของพืช

ตารางที่ ๘ ผลของดำรับการทดลองต่อน้ำหนักแห้งรากและเหง้าของขมิ้นชัน

ดำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้งรากและเหง้า
ดำรับทดลองที่ ๑ (Control)	๑๓๒.๘๖ ^d
ดำรับทดลองที่ ๒ (F)	๑๓๘.๙๗ ^d
ดำรับทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๑๘๓.๕๑ ^c
ดำรับทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๑๖๕.๘๖ ^b
ดำรับทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๑๙๙.๖๗ ^a
F test	**
%CV	๕.๗๘

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora sp.*, AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora sp.* และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus sp.*

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%

^{a/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๗ ผลผลิตเหง้าสด

ผลของดำรับการทดลองต่อผลผลิตเหง้าสดของขมิ้นชันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ 9) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus sp.* (T5) มีผลผลิตเหง้าสดสูงที่สุด รองลงมาคือ ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Gigaspora sp.* (T4) ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Acaulospora sp.* (T3) ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T2) และดำรับควบคุม (T1) มีผลผลิตเหง้าสดน้อยที่สุด

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าการใส่เชื้อราพร้อมกับส่งผลที่ดีต่อผลผลิตเหง้าสดของขมิ้นชัน เนื่องจากเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Arbuscular Mycorrhizal Fungi) มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกับพืช โดยสามารถเข้าอยู่อาศัยในเนื้อเยื่อรากและสร้างเส้นใย (hyphae) แผ่ขยายออกสู่ภายนอก รากพืชได้ ซึ่งเส้นใยของเชื้อราเหล่านี้มีการแพร่กระจายในดินด้วยความหนาแน่นที่มากกว่าระบบรากปกติของพืช กลไกทางชีวภาพดังกล่าวมีบทบาทสำคัญในการเพิ่มพื้นที่ผิวและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารในบริเวณเขตรากพืชให้กับขมิ้นชันได้มากขึ้น

นอกจากนี้ การเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซายังมีผลในการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์แอซิดฟอสฟาเตส (Acid phosphatase) ซึ่งช่วยปลดปล่อยและเพิ่มปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น ผลจากการส่งเสริมกระบวนการดูดซับธาตุอาหารเหล่านี้ ทำให้ต้นขมิ้นชันในกลุ่มการทดลองที่ได้รับเชื้อราไมคอร์ไรซามีปริมาณการสะสมธาตุอาหารหลักในส่วนของดิน ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เพิ่มขึ้น

สอดคล้องกับงานวิจัยของ พักตร์เพ็ญ และคณะ (๒๕๖๘) ที่ทำการศึกษาผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อมันชั้น พบว่าการใส่ดินเชื้อรา *Glomus sp.* ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ช่วยส่งเสริมให้ผลผลิตเหง้าสดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยช่วยเพิ่มน้ำหนักเหง้าแห้งได้สูงขึ้นเนื่องจากการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดสารอาหารของพืช

ตารางที่ ๙ ผลของดำรับการทดลองต่อผลผลิตเหง้าสดของมันชั้น

ดำรับการทดลอง	ผลผลิตเหง้าสด (กรัม)
ดำรับทดลองที่ ๑ (Control)	๘๙๙.๙๗ ^d
ดำรับทดลองที่ ๒ (F)	๑,๐๓๑.๗๔ ^c
ดำรับทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๑,๒๑๘.๙๒ ^b
ดำรับทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๑,๒๔๐.๒๔ ^b
ดำรับทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๑,๗๑๗.๖๘ ^a
F test	**
%CV	๔.๓๔

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora sp.*, AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora sp.* และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus sp.*

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%

^{a/c} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๘ ผลผลิตเหง้าแห้ง

ผลของดำรับการทดลองต่อผลผลิตเหง้าแห้งของมันชั้นหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต (ตารางที่ ๑๐) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus sp.* (T๕) มีผลผลิตเหง้าแห้งสูงที่สุด รองลงมาคือ ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Gigaspora sp.* (T๔) ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Acaulospora sp.* (T๓) ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T๒) และดำรับควบคุม (T๑) มีผลผลิตเหง้าแห้งน้อยที่สุด

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าการใส่เชื้อราาร่วมด้วยส่งผลที่ดีต่อผลผลิตเหง้าแห้งของมันชั้น เนื่องจากการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากพืช มีผลทำให้ปริมาณผลผลิตเหง้าแห้งเพิ่มขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในภาพรวมนั้น เชื้อราดังกล่าวสามารถกระตุ้นให้ผลผลิตเหง้าแห้งเพิ่มขึ้นโดยประมาณถึง ๔๘ เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเส้นใยของเชื้อราที่เจริญแผ่ขยายออกไปนอกรากพืชทำหน้าที่เสมือนเครือข่ายช่วยเพิ่มพื้นที่และประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารจากดิน ทำให้มันชั้นมีการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พักตร์เพ็ญ และคณะ (๒๕๖๘) ที่ทำการศึกษาผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อมันชั้น พบว่า การใช้ดินหั่วเชื้อราไมคอร์ไรซาโดยไม่ต้องพึ่งพาปุ๋ย (AM-F) ผลผลิตเหง้าแห้งสามารถเพิ่มขึ้นเป็น ๓๙.๗๖ กรัมต่อต้น ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าการไม่ใช้หั่วเชื้อเลยและการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อนำข้อดีของทั้งสองวิธีมาผสานกัน คือการใส่ดินหั่วเชื้อราไมคอร์ไรซาาร่วมกับการจัดการใส่ปุ๋ย (AM+F) ต้นมันชั้นจะสามารถแสดงศักยภาพสูงสุด โดยให้ผลผลิตเหง้าแห้งพุ่งสูงถึง ๔๘.๒๒ กรัมต่อต้น ซึ่งมากกว่าการใส่ปุ๋ยปกติเพียงอย่างเดียวอย่างชัดเจน

ตารางที่ ๑๐ ผลของการจัดการทดลองต่อผลผลิตเหง้าแห้งของขมิ้นชัน

การทดลอง	ผลผลิตเหง้าแห้ง (กรัม)
การทดลองที่ ๑ (Control)	๑๐๙.๐๔ ^e
การทดลองที่ ๒ (F)	๑๑๘.๖๒ ^d
การทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๑๔๘.๐๔ ^c
การทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๑๓๕.๗๐ ^b
การทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๑๖๑.๐๒ ^a
F test	*
%CV	๖.๓๓

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora* sp., AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora* sp. และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus* sp.

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%

^{a/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๙ ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์

ผลของการจัดการทดลองต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ของขมิ้นชัน (ตารางที่ ๑๑) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus* sp. (T๕) มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์สูงที่สุด ในขณะที่การใส่ปุ๋ยควบคุม (T๑) มีปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์น้อยที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Dutta and Neog, ๒๐๑๖ และ Yamawaki et al. ๒๐๑๓ พบว่า ขมิ้นชันที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเข้าอยู่อาศัยในรากจะมีการสร้างสารเคอร์คูมินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น (Aseri et al., ๒๐๐๘) และการดูดซับธาตุอาหารได้มากขึ้น โดยเฉพาะฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของ ATP ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สาร secondary metabolites ในพืช (Sangwan et al., ๒๐๐๑) นอกจากนี้ การที่ขมิ้นชันได้รับธาตุอาหารเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของ ATP (Adenosine Triphosphate) จะส่งผลให้พืชมีพลังงาน ATP ไปใช้ในกลไกทางสรีรวิทยาและการดำเนินกิจกรรมของเอนไซม์ในเขตรากเพิ่มขึ้น พลังงานเหล่านี้มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการสังเคราะห์สารทุติยภูมิ (Secondary Metabolites) กลุ่มเคอร์คูมินอยด์ (Curcuminoids) ในขมิ้นชัน ส่งผลกระทบเชิงบวกให้เกิดการสะสมน้ำหนักรากส่วนเหนือดิน น้ำหนักแห้งของรากและเหง้าที่เพิ่มมากขึ้น ควบคู่ไปกับการยกระดับคุณภาพและปริมาณของสารเคอร์คูมินอยด์ในเหง้าแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ พักตร์เพ็ญ และคณะ (๒๕๖๘) ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ระบุว่า การใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารและส่งเสริมการสร้างสารสำคัญดังกล่าวได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ ๑๑ ผลของการจัดการทดลองต่อปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ของขมิ้นชัน

จัดการทดลอง	ปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ (เปอร์เซ็นต์)
จัดการทดลองที่ ๑ (Control)	๗.๕๘ ^d
จัดการทดลองที่ ๒ (F)	๘.๓๐ ^c
จัดการทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๙.๒๘ ^b
จัดการทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๙.๙๑ ^b
จัดการทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๑๑.๕๘ ^a
F test	**
%CV	๔.๓๔

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora* sp., AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora* sp. และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus* sp.

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%

๑/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๑๐ ความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก

ผลของการจัดการทดลองต่อความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก (ตารางที่ ๑๒) พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจัดการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus* sp. (T5) มีความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากมากที่สุด รองลงมาคือ จัดการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Gigaspora* sp. (T4) จัดการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Acaulospora* sp. (T3) จัดการที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (T2) และจัดการควบคุม (T1) มีความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในราก น้อยที่สุด

ตารางที่ ๑๒ ความหนาแน่นของการเข้าอยู่อาศัยของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในรากของขมิ้นชัน

จัดการทดลอง	การเข้าอยู่อาศัยในราก (เปอร์เซ็นต์)
จัดการทดลองที่ ๑ (Control)	๑๗.๔ ^e
จัดการทดลองที่ ๒ (F)	๒๑.๓ ^d
จัดการทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๔๓.๙ ^c
จัดการทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๔๙.๖ ^b
จัดการทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๕๖.๒ ^a
F test	**
%CV	๒.๓๒

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora* sp., AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora* sp. และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus* sp.

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%

๑/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๑.๑๑ จำนวนสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน

ผลของการดำรับการทดลองต่อจำนวนสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Gigaspora sp.* (T๔) มีความจำนวนสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินมากที่สุด รองลงมาคือ ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus sp.* (T๕) ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Acaulospora sp.* (T๓) ดำรับควบคุม (T๑) จำนวนสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน น้อยที่สุด

ตารางที่ ๑๒ จำนวนสปอร์เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดิน

ดำรับการทดลอง	จำนวนสปอร์ (สปอร์/ดิน ๑๐๐ กรัม)
ดำรับทดลองที่ ๑ (Control)	๓๐๗ ^d
ดำรับทดลองที่ ๒ (F)	๔๒๗ ^c
ดำรับทดลองที่ ๓ (F+AM๑)	๖๕๕ ^b
ดำรับทดลองที่ ๔ (F+AM๒)	๗๕๘ ^a
ดำรับทดลองที่ ๕ (F+AM๓)	๗๐๙ ^a
F test	**
%CV	๓๐๗ ^d

หมายเหตุ F คือใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร, AM๑ คือ เชื้อรา *Acaulospora sp.*, AM๒ คือ เชื้อรา *Gigaspora sp.* และ AM๓ คือ เชื้อรา *Glomus sp.*

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙%

๑/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

๙.๒ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (ตารางที่ ๑๓)

ในการศึกษาครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมผลผลิตเพื่อนำมาวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต รายได้ และผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปร ดังนี้

๙.๒.๑ ต้นทุนการผลิต พบว่า ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Glomus sp.* (T๕) มีต้นทุนการผลิตสูงสุดเท่ากับ ๔๕,๕๒๐ บาทต่อไร่ รองลงมาคือ ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Gigaspora sp.* (T๔) ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Acaulospora sp.* (T๓) และดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร เท่ากับ ๓๙,๒๐๐ , ๓๘,๙๐๕ และ ๓๕,๕๓๐ บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนดำรับไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ ๒๙,๕๔๕ บาทต่อไร่

๙.๒.๒ มูลค่าผลผลิต พบว่า ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Glomus sp.* (T๕) มีมูลค่าผลผลิตสูงสุดเท่ากับ ๖๘,๒๕๐ บาทต่อไร่ รองลงมาคือ ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Gigaspora sp.* ดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Acaulospora sp.* และดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร เท่ากับ ๔๙,๒๙๐ , ๔๘,๔๐๕ และ ๔๐,๙๘๐ บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนดำรับไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา มีมูลค่าผลผลิตต่ำที่สุดเท่ากับ ๓๕,๗๗๕ บาทต่อไร่

๙.๒.๓ ผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปร พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Glomus sp.* มีผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรสูงสุดเท่ากับ ๒๒,๗๓๐ บาทต่อไร่ รองลงมาคือ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Gigaspora sp.* ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Acaulospora sp.* และตำรับไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ ๑๐,๐๙๐ , ๙,๕๐๐ และ ๖,๒๓๐ บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร มีผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรต่ำที่สุดเท่ากับ ๕,๔๕๐ บาทต่อไร่

๙.๒.๔ อัตราผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B/C ratio) พบว่า ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Glomus sp.* มีอัตราผลประโยชน์ต่อการลงทุนสูงสุดเท่ากับ ๑.๕๑ รองลงมา คือ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Gigaspora sp.* ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Acaulospora sp.* และตำรับไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ ๑.๒๗ , ๑.๒๖ และ ๑.๒๑ ตามลำดับ ส่วนตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตร มีอัตราผลประโยชน์ต่อการลงทุนต่ำที่สุดเท่ากับ ๑.๑๕

ตารางที่ ๑๓ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการปลูกมันชั้น

กิจกรรม	ค่าใช้จ่ายผันแปรต่อไร่				
	ตำรับที่ ๑	ตำรับที่ ๒	ตำรับที่ ๓	ตำรับที่ ๔	ตำรับที่ ๕
ไถเตรียมดิน	๑,๐๐๐	๑,๐๐๐	๑,๐๐๐	๑,๐๐๐	๑,๐๐๐
ปลูก	๓,๕๐๐	๓,๕๐๐	๓,๕๐๐	๓,๕๐๐	๓,๕๐๐
การดูแลรักษา	๑๑,๐๐๐	๑๒,๐๐๐	๑๒,๐๐๐	๑๒,๐๐๐	๑๒,๐๐๐
การเก็บเกี่ยว	๑๑,๙๒๕	๑๓,๖๖๐	๑๖,๑๓๕	๑๖,๔๓๐	๒๒,๗๕๐
วัสดุทางการเกษตร	๒,๑๒๐	๕,๓๗๐	๖,๒๗๐	๖,๒๗๐	๖,๒๗๐
รวมค่าใช้จ่าย	๒๙,๕๔๕	๓๕,๕๓๐	๓๘,๙๐๕	๓๙,๒๐๐	๔๕,๕๒๐
ผลผลิตต่อไร่ (กิโลกรัม)	๒,๓๘๕	๒,๗๓๒	๓,๒๒๗	๓,๒๘๖	๔,๕๕๐
ราคาผลผลิตต่อกิโลกรัม (บาท)	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕	๑๕
มูลค่าผลผลิตต่อไร่ (บาท)	๓๕,๗๗๕	๔๐,๙๘๐	๔๘,๔๐๕	๔๙,๒๙๐	๖๘,๒๕๐
ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อกิโลกรัม (บาท)	๑๒.๓๙	๑๓.๐๑	๑๒.๐๖	๑๑.๙๓	๑๐.๐๐
ผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปร (บาทต่อไร่)	๖,๒๓๐	๕,๔๕๐	๙,๕๐๐	๑๐,๐๙๐	๒๒,๗๓๐
ผลประโยชน์ต่อการลงทุน (B/C ratio)	๑.๒๑	๑.๑๕	๑.๒๖	๑.๒๗	๑.๕๑

๑๐. สรุปผลการทดลอง

การทดลองพบว่า ตำรับการทดลองที่ ๕ ใส่ปุ๋ยเคมีและเชื้อรา *Glomus sp.* (T๕) ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และสารเคอร์คูมินอยด์ ในขมิ้นชัน ได้มากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้จาก ผลความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ราก และเหง้าเพิ่มขึ้น เป็นผลให้ปริมาณผลผลิตเหง้าสด และเหง้าแห้งเพิ่มขึ้น ๓๓.๔๘ เปอร์เซ็นต์ และ ๓๕.๗๔ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พร้อมเพิ่มปริมาณเคอร์คูมินอยด์ ในเหง้าแห้ง ๓๙.๕๑ เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว ต้นทุนและผลตอบแทนการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ๓ ชนิด ร่วมกับปุ๋ยเคมี ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อรา *Glomus sp.* (T๕) มีผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรสูงสุดเท่ากับ ๒๒,๗๓๐ บาทต่อไร่ รองลงมาคือ ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Gigaspora sp.* (T๔) ตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับเชื้อ *Acaulospora sp.* (T๓) และตำรับไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เท่ากับ ๑๐,๕๔๐ , ๙,๙๕๐ และ ๖,๒๓๐ บาทต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนตำรับที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำกรมวิชาการเกษตรมีผลตอบแทนเหนือค่าใช้จ่ายผันแปรต่ำที่สุดเท่ากับ ๕,๐๐๐ บาทต่อไร่ ดังนั้นการทดลองนี้ จึงสรุปได้ว่าการใส่เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา สามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิตและปริมาณสารเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชัน รวมทั้งผลตอบแทนที่สูงขึ้นและยังแสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *Glomus sp.* มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและคุณภาพของขมิ้นชันภายใต้สภาพแปลงปลูกสมุนไพร

ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา โดยเฉพาะเชื้อรา *Glomus sp.* ในการพัฒนาการเพาะปลูกขมิ้นชันให้ได้ทั้งผลผลิตที่สูงขึ้นและคุณภาพที่ดีขึ้น ซึ่งอาจเป็นแนวทางที่สำคัญในการพัฒนาเกษตรกรรมแบบยั่งยืนในอนาคต

๑๑. ประโยชน์ที่ได้รับ

๑๑.๑ นักวิจัย เกษตรกร หรือผู้ที่สนใจ สามารถนำข้อมูลจากการศึกษาไปใช้ในการเพิ่มคุณภาพผลผลิต และสารสำคัญในขมิ้นชัน

๑๑.๒ เกษตรกรสามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลเพื่อช่วยตัดสินใจเลือกใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในพื้นที่อื่น ๆ ที่ปลูกขมิ้นชัน

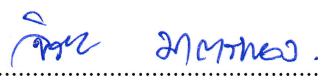
๑๑.๓ นักวิจัยสามารถนำข้อมูลจากการศึกษาการประเมินผลของเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา เพื่อเพิ่มผลผลิตและสารสำคัญพืชสมุนไพรขมิ้นชัน ไปศึกษา พัฒนา ต่อยอด ในพืชสมุนไพรอื่น ๆ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต

๑๒. ข้อเสนอแนะ

๑๒.๑ ควรมีการขยายผลของการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ในพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพสูงอื่น ๆ

๑๒.๒ แนะนำการใช้เชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ให้กับเกษตรกรที่สนใจ ในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ..... 

(นายจิระ มาตรทอง)

ผู้ขอประเมิน

วันที่..... ๖ / ๖.๓ / ๖.๕

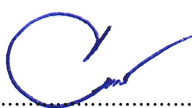
ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของผู้เสนอข้างต้นถูกต้องตรงกับความ
จริงทุกประการ

ลงชื่อ..... 

(นายณัฐพงษ์ แก้วรัตนชัย)

ผู้ร่วมดำเนินการ

วันที่..... ๖ / ๖.๓ / ๖.๕

ลงชื่อ..... 

(นายศิริวิทย์ เชิดชู)

ผู้ร่วมดำเนินการ

วันที่..... ๖ / ๖.๓ / ๖.๕

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ..... 

(นางสาวทัศนิกา มงคุณคำขาว)

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดินสมุทรสาคร

วันที่..... ๗ / ๖.๓ / ๖.๕

(ผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมดูแลการดำเนินการ)

ลงชื่อ..... 

(นางสาวเกษร จำปา)

ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๐

วันที่..... ๑๐ / ๖.๓ / ๖.๕

ข้อเสนอแนวคิดการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน
เรื่อง การส่งเสริมและพัฒนาที่ดินในพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม
ให้เป็นแหล่งผลิตสินค้าเกษตรมูลค่าสูง ที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อมด้วย
BCG model อย่างยั่งยืน ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร

โดย
จิระ มาตรทอง

เอกสารประกอบการประเมินผลงานเพื่อแต่งตั้งให้ดำรง
ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ ๑๑๗๗
สถานีพัฒนาที่ดินสมุทรสาคร
สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๐
กรมพัฒนาที่ดิน

ข้อเสนอแนวคิดการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน

ของนายจิระ มาตรทอง

เพื่อประกอบการแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ ๑๑๗๗

สถานีพัฒนาที่ดินสมุทรสาคร สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต ๑๐

๑. เรื่อง การส่งเสริมและพัฒนาที่ดินในพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอมให้เป็นแหล่งผลิตสินค้าเกษตรมูลค่าสูง ที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อมด้วย BCG model อย่างยั่งยืน ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร

๒. หลักการและเหตุผล

ตามที่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดแนวทางการขับเคลื่อนพัฒนาการเกษตรด้วยระบบ BCG model เป็นโมเดลเศรษฐกิจสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ได้แก่ (๑) เศรษฐกิจชีวภาพ (Bio Economy) เป็นการนำความรู้เทคโนโลยี นวัตกรรมมาใช้ในการผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าเกษตรไปสู่ Premium product (๒) เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) เป็นการพัฒนาศักยภาพและวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกลับมาใช้ประโยชน์สูงสุด ลดปริมาณของเสีย และ (๓) เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) เป็นการผลิตที่มุ่งเน้นความยั่งยืนต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้ทรัพยากรที่เหมาะสม ลดผลกระทบต่อสุขภาพและระบบนิเวศความหลากหลายทางชีวภาพ ในส่วนของกรมพัฒนาที่ดิน มีภารกิจในการบริหารจัดการทรัพยากรดิน ฟื้นฟูปรับปรุงบำรุงดินให้มีความสมบูรณ์เหมาะสมในการปลูกพืช ให้คำแนะนำการผลิตพืชในพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการผลิตพืชสินค้า และส่งเสริมสนับสนุนการใช้สารอินทรีย์ลดใช้สารเคมีทางการเกษตร การผลิตปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพ เสริมสร้างและพัฒนาความเข้มแข็งให้กับเกษตรกร กลุ่มเกษตรกร รวมถึงยังส่งเสริมการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่เกษตรกรรม

มะพร้าวน้ำหอม เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจตลาดเป็นที่ต้องการทั้งในประเทศและต่างประเทศ นิยมบริโภคผลสด และมีการนำมาแปรรูปที่หลากหลาย ตลอดจนใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม จังหวัดสมุทรสาครมีพื้นที่ปลูกมะพร้าวน้ำหอมทั้งหมด จำนวน ๓๒,๓๙๔.๕๐ ไร่ มีครัวเรือนเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว จำนวน ๔,๔๖๐ ครัวเรือน ผลผลิตรวม จำนวน ๑๙๕,๗๕๑.๓๐ ตัน/ปี มูลค่า จำนวน ๒,๔๙๕.๘๒ ล้านบาท/ปี นับว่าเป็นไม้ผลที่สร้างรายได้ให้กับจังหวัดสมุทรสาครอย่างมาก แต่ในการผลิตมะพร้าวคุณภาพก็ยังคงประสบกับปัญหาการแข่งขันที่มีข้อจำกัดในการจำหน่ายสินค้าเกษตรให้กับตลาดที่สูงขึ้น ราคาสินค้าตกต่ำในช่วงฤดูกาลผลิต คุณภาพสินค้าที่ไม่คงที่ในช่วงที่ผลผลิตออกพร้อม ๆ กันในปริมาณมาก จึงเกิดปัญหาผลผลิตล้นตลาด หรือบางฤดูกาลสภาพอากาศแปรปรวน ทำให้ได้ผลผลิตมีขนาดไม่ได้คุณภาพไม่เป็นที่ต้องการของตลาด ปัญหาราคาปัจจัยการผลิต แรงงาน เกษตรกรสูงอายุ และค่าขนส่งที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้เกษตรกรยังประสบปัญหา โรคและแมลงศัตรูพืชระบาด มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในปริมาณมากเกินความจำเป็น การเผาเศษวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่ ซึ่งพฤติกรรมกรรมการเกษตรจะส่งผลต่อ ต้นทุนการผลิตสูง คุณภาพดินเลว สิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศที่เปลี่ยนแปลงไป

จากปัญหาดังกล่าว จึงมีแนวคิดในการขับเคลื่อนมะพร้าว น้ำหอม จังหวัดสมุทรสาคร ด้วย BCG Model (Bio-Circular-Green Economy) ในการส่งเสริมและพัฒนากิจการบริหารจัดการแบบครบวงจร มีการวางแผนการจัดการทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ การจัดการผลผลิต และการตลาด ไปสู่การเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าให้มีมาตรฐาน GAP เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน ในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยเกษตรกรได้มีส่วนร่วมในการวางแผนทรัพยากรในชุมชนร่วมบูรณาการหน่วยงานภาครัฐในการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและเห็นผลอย่างเป็นรูปธรรม เกษตรกรที่สามารถปฏิบัติได้จริงเป็นการสร้างรายได้และเกิดความยั่งยืนในอาชีพ อีกทั้งยังนำไปสู่การขยายผลหรือเผยแพร่ให้กับพื้นที่ใกล้เคียงได้นำไปปฏิบัติและวางแผนพัฒนาภาคการเกษตรต่อไป

๓. บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอและข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวจังหวัดสมุทรสาคร มีการรวมกลุ่มทำการเกษตรในรูปแบบแปลงใหญ่ ตั้งแต่ ปี ๒๕๕๙ - ๒๕๖๘ จำนวนทั้งหมด ๗ กลุ่ม สมาชิกรวมทั้งหมด ๒๒๔ ราย พื้นที่ทั้งหมด ๒,๘๘๖.๗๕ ไร่ ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มของเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ โดยมีวางแผนการผลิตและการบริหารจัดการร่วมกัน เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต มีจุดรวบรวมผลผลิต จุดขายผลผลิตทั้งขายหน้าสวน ส่งขายพ่อค้าคนกลาง และยังเน้นการผลิตให้ได้มาตรฐาน GAP เพื่อเพิ่มช่องทางของตลาดโมเดิร์นเทรด โดยสมาชิกเกษตรกรแปลงใหญ่เป็นศูนย์กลางในการกำหนดเป้าหมายและดำเนินงาน เพื่อหาปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพดี ราคาเหมาะสม และมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรที่เหมาะสมในพื้นที่ แต่เกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่ยังคงพบกับปัญหา จากสภาพอากาศที่แปรปรวน โรคแมลงศัตรูพืชระบาด ทำให้เกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่ยังคงเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในปริมาณมาก และมีการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่ ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ เกิดมลพิษฝุ่นละออง PM_{๒.๕} หากไม่เผาปริมาณเศษวัสดุเหลือใช้ก็เพิ่มขึ้น ทำให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของโรคและแมลงศัตรูพืช ส่งผลต่อต้นทุนการผลิต คุณภาพผลผลิต และระบบนิเวศเสื่อมโทรมลง

จากการวิเคราะห์ จึงมีแนวคิดส่งเสริมการลดใช้ปุ๋ยเคมี ลดการใช้สารเคมี พัฒนาการผลิต คุณภาพผลผลิต มาตรฐาน GAP และการจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่มะพร้าว น้ำหอม โดยใช้ผลิตภัณฑ์ พด. ของกรมพัฒนาที่ดิน และนำ BCG model มาพัฒนาโดยใช้ เทคโนโลยีนวัตกรรมมาเสริมสร้างจุดแข็งให้กับกลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่ นำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน มีเป้าหมายให้ภาคการเกษตรไทยสู่ ๓ สูง ประสิทธิภาพสูง มาตรฐานสูง รายได้สูง ซึ่งขับเคลื่อนด้วย BCG ห่วงโซ่คุณค่าอย่างครบวงจรให้เป็นแหล่งผลิตสินค้าเกษตรมูลค่าสูงที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นต้นแบบให้กับเกษตรกรรายย่อยในการพัฒนาตนเอง รวมถึงการสร้างกลุ่ม สร้างเครือข่ายในชุมชน และถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบของแหล่งเรียนรู้ และเน้นการทำการเกษตรแบบรักษาสีสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก อีกทั้งจะได้นำมาเป็นแนวทางในการส่งเสริมงานพัฒนาที่ดิน อันจะเกิดเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าว น้ำหอมในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

สำหรับแนวทางการส่งเสริมและพัฒนาที่ดิน ในพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอมให้เป็นแหล่งผลิตสินค้าเกษตรมูลค่าสูงที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อมด้วย BCG model อย่างยั่งยืน ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร ให้เกิดผลสำเร็จ มีดังนี้

๑. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ การบริหารจัดการทรัพยากรดิน การจัดทำ Soil Organic Carbon (SOC) หรือปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดิน Carbon Footprint ($\text{kgCO}_2\text{e/ไร่}$ หรือ $\text{kgCO}_2\text{e/kg}$ ผลผลิต) Carbon Sequestration หรือปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดิน (ตันคาร์บอน/ไร่) ข้อมูลการวางแผนการใช้ที่ดินระดับตำบล ข้อมูลทั่วไปของมะพร้าวน้ำหอม สภาพพื้นที่ กระบวนการผลิตมะพร้าวน้ำหอม คุณภาพ การแปรรูป การตลาด รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และจัดทำเป็นฐานข้อมูล องค์ความรู้ที่จะนำไปชี้แจงและเผยแพร่

๒. วิเคราะห์ชุมชนแบบมีส่วนร่วม (PRA) กับเกษตรกร นักวิชาการเกษตร และเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องจากส่วนราชการอื่น ๆ เพื่อชี้แจงข้อมูลและถ่ายทอดความรู้การทำการเกษตรด้วยระบบ BCG model กำหนดเป้าหมาย สังเคราะห์ข้อมูล ประเด็นปัญหา แนวทางการแก้ไข การจัดทำต้นทุนผลตอบแทนและการประเมินประเมิน SROI ความคุ้มค่าของการลงทุนเพื่อสังคม โดยแปลงคุณค่าทางสังคมและสิ่งแวดล้อมที่ไม่สามารถจับต้องได้ให้กลายเป็นตัวเลขเชิงเศรษฐศาสตร์ เพื่อดูว่าเงินลงทุนทุก ๑ บาทสามารถสร้างผลตอบแทนกลับคืนสู่สังคมได้มูลค่ากี่บาท ข้อสรุปต่าง ๆ พร้อมทั้งวางแผนการปฏิบัติงานร่วมกัน ในด้านการพัฒนาทรัพยากรดิน กระบวนการผลิตพืชมะพร้าวน้ำหอมคุณภาพ และการวิเคราะห์ห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) ของ BCG Model ด้านการเกษตร เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติงานระดับพื้นที่ โดยเน้นส่วนของกรมพัฒนาที่ดินที่ดำเนินให้กับสมาชิกเกษตรกรแปลงใหญ่ ดังนี้

๒.๑ ส่งเสริมการจัดการดินเพื่อการผลิตมะพร้าวน้ำหอมแบบคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Agriculture) โดยสนับสนุนให้เกษตรกรเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของดินปีละ ๒ ครั้ง ก่อนการใส่ปุ๋ยในแต่ละรอบการผลิต เพื่อประเมินค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter: OM) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดิน (Soil Organic Carbon: SOC) ตลอดจนประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต (Carbon Footprint) และศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Carbon Sequestration) ข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ในการวางแผนการจัดการธาตุอาหารพืชและการใช้ปุ๋ยตามความต้องการของมะพร้าวและศักยภาพของดิน (Site-Specific Nutrient Management: SSNM) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย ลดการใช้ปุ๋ยเคมี ลดต้นทุนการผลิต และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ควบคู่กับการส่งเสริมการใช้วัสดุอินทรีย์เพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุและการกักเก็บคาร์บอนในดิน โดยมีเป้าหมายภายในระยะเวลา ๓ ปี ได้แก่ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๕ ลดการใช้ปุ๋ยเคมีไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ โดยยังคงผลผลิตในระดับเดิมหรือสูงขึ้น เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ๐.๕-๑.๐% เพิ่มปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ ลดต้นทุนการผลิตไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ เพิ่มรายได้สุทธิของเกษตรกรไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๕ และมีเกษตรกรไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ สามารถนำปฎิบัติการจัดการดินแบบคาร์บอนต่ำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาระบบการผลิตมะพร้าวน้ำหอมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสอดคล้องกับเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ของภาคการเกษตรไทย

๒.๒ ส่งเสริมการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกมะพร้าว น้ำหอมส่งเสริมให้เกษตรกรดำเนินการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ปลูกมะพร้าวทุกแปลง โดยออกแบบและพัฒนาระบบให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศและลักษณะของพื้นที่ เช่น การขุดร่องน้ำ การจัดทำคันดิน การสร้างแหล่งกักเก็บน้ำในไร่นา การปรับระดับพื้นที่ และการใช้วัสดุคลุมดิน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำ ลดการสูญเสียน้ำจากการไหลบ่าและการระเหย ลดการชะล้างพังทลายของดิน รวมทั้งเพิ่มความสามารถในการรักษาความชื้นในดิน ซึ่งจะช่วยให้ต้นมะพร้าวสามารถเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่องในช่วงฤดูแล้ง และเพิ่มความสามารถในการปรับตัวต่อความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Adaptation) ตลอดจนสร้างความมั่นคงด้านทรัพยากรน้ำและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในระยะยาว

๒.๓ ส่งเสริมการผลิตปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือใช้ในส่วนมะพร้าวด้วยสารเร่งซูปเปอร์ พด.๑ ส่งเสริมให้เกษตรกรนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรภายในสวนมะพร้าว เช่น กาบมะพร้าว ทางมะพร้าว เปลือกมะพร้าว และเศษวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยหมัก โดยใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.๑ เพื่อเร่งกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ได้ปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพ สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปรับปรุงโครงสร้างดิน เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ และช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ ยังช่วยลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมี ลดการเผาเศษวัสดุทางการเกษตรซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจก และสนับสนุนแนวทางเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และการเกษตรคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Agriculture) ควรมีการสนับสนุนองค์ความรู้ด้านการผลิตปุ๋ยหมัก การจัดตั้งแปลงเรียนรู้ และการพัฒนาศักยภาพของเกษตรกร ตลอดจนให้การสนับสนุนการจัดทำข้อเสนอโครงการเพื่อขอรับงบประมาณจากจังหวัดหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สำหรับจัดหาเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการบดและสับเศษวัสดุเหลือใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปุ๋ยหมักในระดับชุมชน

๒.๔ ส่งเสริมการผลิตน้ำหมักชีวภาพจากปลาหมอคางดำโดยใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.๒ ส่งเสริมการนำปลาหมอคางดำ ซึ่งเป็นชนิดพันธุ์สัตว์น้ำต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ มาพัฒนาเป็นน้ำหมักชีวภาพโดยใช้สารเร่งซูปเปอร์ พด.๒ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับทรัพยากรที่มีอยู่ ลดปริมาณการแพร่ระบาดของปลาหมอคางดำ และสร้างประโยชน์ต่อภาคการเกษตร น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตได้สามารถใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริม รวมทั้งกรดอะมิโนและสารอินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ช่วยกระตุ้นการแตกราก การแตกใบ และเพิ่มความสมบูรณ์ของต้นมะพร้าว ตลอดจนช่วยลดการพึ่งพาปุ๋ยเคมีและสารเคมีทางการเกษตร อันเป็นการลดต้นทุนการผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ภาครัฐควรสนับสนุนการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการผลิตและการใช้น้ำหมักชีวภาพอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ สนับสนุนสารเร่งซูปเปอร์ พด.๒ และปัจจัยการผลิตที่จำเป็น รวมทั้งบูรณาการความร่วมมือกับหน่วยงานด้านประมงในการรวบรวมและกระจายปลาหมอคางดำให้แก่กลุ่มเกษตรกร เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างเป็นระบบ ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังสอดคล้องกับแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรชีวภาพ การลดของเสีย (Waste Utilization) และการส่งเสริมการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

๒.๕ ส่งเสริมการผลิตและใช้ถ่านชีวมวล (Biochar) จากวัสดุเหลือใช้ในส่วนมะพร้าว ส่งเสริมให้เกษตรกรนำวัสดุเหลือใช้จากสวนมะพร้าว เช่น ทะลายมะพร้าว เปลือกมะพร้าว กะลามะพร้าว ตอมะพร้าว และเศษชีวมวลอื่น ๆ มาผลิตเป็นถ่านชีวมวล (Biochar) ด้วยกระบวนการเผาแบบจำกัดออกซิเจน (Pyrolysis) เพื่อเพิ่มมูลค่าให้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ลดการเผาในที่โล่ง และลดการปล่อย

ก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้ ถ่านชีวมวลสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและคาร์บอนในดิน เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและการใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารของพืช ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ลดการใช้ปุ๋ยเคมี และเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Carbon Sequestration) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการเกษตรคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Agriculture) ภาครัฐควรสนับสนุนการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการผลิตและการใช้ถ่านชีวมวล โดยบูรณาการความร่วมมือกับสำนักงานพลังงานจังหวัดในการสาธิตการผลิตและการใช้เตาเผาถ่านชีวมวล รวมทั้งสนับสนุนการจัดทำข้อเสนอโครงการเพื่อขอรับงบประมาณจากจังหวัดหรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สำหรับจัดหาเตาเผาถ่านชีวมวลและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน ทั้งในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม.

๒.๖ ติดตามการดำเนินงาน การจัดเก็บข้อมูล (ก่อน ระหว่าง และหลังดำเนินการ) ร่วมกับสมาชิกแปลงใหญ่ และรายงานผลการดำเนินงาน สรุปผล ประเมินผล

๓. ประสานงาน จัดส่งข้อมูลการวิเคราะห์ห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) ของ BCG Model ด้านการเกษตรแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม ให้องค์กรที่เกี่ยวข้องดำเนินงานตามภารกิจของหน่วยงาน ดังนี้

๓.๑ สำนักงานเกษตรจังหวัด การผลิตสารชีวภัณฑ์ การผลิตแมลงศัตรูธรรมชาติ การตลาด การประชาสัมพันธ์สินค้า แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร สร้างเครือข่ายเกษตรกรแปลงใหญ่ การบริหารจัดการกลุ่ม

๓.๒ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร ส่งเสริมให้ความรู้การใช้ปุ๋ยพืชสด การทำมาตรฐาน GAP มาตรฐานอินทรีย์ และมาตรฐานการผลิตอาหารแปรรูป

๓.๓ สำนักงานพาณิชย์จังหวัด สร้างช่องทางการตลาด เชื่อมโยงการตลาดระหว่างตลาดท้องถิ่นและตลาดต่างประเทศ

๓.๔ สำนักงานพลังงานจังหวัด สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์เทคโนโลยีในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์แผงโซลาร์เซลล์ในกระบวนการผลิต

๓.๕ มหาวิทยาลัย สนับสนุนการสร้างแบรนด์สินค้ามะพร้าว วิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่

๓.๖ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สนับสนุนเครื่องจักรทางการเกษตรในการแปรรูปน้ำมะพร้าวบรรจุขวด ไวน์มะพร้าว เพอร์ริเจอร์จากวัสดุเหลือใช้

๓.๗ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สนับสนุนแหล่งเงินทุน วางแผนธุรกิจ ในการพัฒนากลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าว

๓.๘ สำนักงานท่องเที่ยวและกีฬา ส่งเสริมการประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร

๓.๙ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวบรวมฐานข้อมูลและแลกเปลี่ยนประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต (Carbon Footprint) และศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Carbon Sequestration)

๔. คืบข้อมูลผลการดำเนินงานสู่ชุมชน และขยายผลการส่งเสริมและพัฒนาที่ดินในพื้นที่เกษตรแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอมให้เป็นแหล่งผลิตสินค้าเกษตรมูลค่าสูงที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อมด้วย BCG model ให้เป็นแหล่งเรียนรู้ต้นแบบ และดำเนินการขยายผลในพื้นที่ใกล้เคียงต่อไป

ข้อจำกัดในการส่งเสริมและพัฒนาที่ดิน

๑. ข้อจำกัดด้านความแตกต่างของสภาพดินในพื้นที่ พื้นที่ปลูกมะพร้าว น้ำหอมมีสภาพดินและความอุดมสมบูรณ์แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องวิเคราะห์ดินเป็นรายแปลงก่อนกำหนดแนวทางการปรับปรุงบำรุงดินและการใช้ปุ๋ยให้เหมาะสม
๒. ปัญหาความเสื่อมโทรมของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินไม่เพียงพอ การใช้พื้นที่ปลูกมะพร้าวอย่างต่อเนื่องอาจทำให้ธาตุอาหารในดินลดลง หากไม่มีการเติมอินทรีย์วัตถุหรือวัสดุปรับปรุงดินอย่างเหมาะสม ส่งผลต่อความสมบูรณ์ของต้นและคุณภาพผลผลิต
๓. ข้อจำกัดด้านการจัดการดินและน้ำเพื่อรองรับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง สภาพอากาศที่มีความแปรปรวน เช่น ฝนตกหนัก อากาศร้อนจัด และช่วงแล้งยาวนาน อาจส่งผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหาร การเจริญเติบโต และคุณภาพของผลมะพร้าว
๔. ข้อจำกัดด้านการใช้ปุ๋ยและต้นทุนปัจจัยการผลิต เกษตรกรบางส่วนยังมีความจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อรักษาระดับผลผลิต ขณะที่ต้นทุนปุ๋ยและวัสดุการเกษตรมีความผันผวน จึงเป็นข้อจำกัดในการลดการพึ่งพาปัจจัยภายนอก
๕. ข้อจำกัดด้านการจัดหาวัสดุอินทรีย์ในปริมาณที่เพียงพอการขับเคลื่อน BCG จำเป็นต้องนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกลับมาใช้ประโยชน์ เช่น ทางมะพร้าว ใบไม้ ทะลายหรือวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ แต่การรวบรวม ขนส่ง และแปรรูปวัสดุเหล่านี้ยังมีต้นทุนและต้องอาศัยการบริหารจัดการร่วมกันของกลุ่มเกษตรกร
๖. ข้อจำกัดด้านองค์ความรู้และการยอมรับเทคโนโลยี เกษตรกรมีระดับความรู้และความพร้อมในการนำเทคโนโลยีการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย และชีวภัณฑ์มาใช้แตกต่างกัน ทำให้การส่งเสริมเทคโนโลยีต้องใช้เวลาในการสร้างความเข้าใจ

แนวทางแก้ไขข้อจำกัดในการส่งเสริมและพัฒนาที่ดินแปลงใหญ่มะพร้าว น้ำหอม จังหวัดสมุทรสาคร

๑. ความแตกต่างของสภาพดินในพื้นที่ แนวทางแก้ไข สำรวจและจัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรดินรายแปลง โดยเก็บตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ก่อนการวางแผนจัดการดินและปุ๋ย จำแนกพื้นที่ตามลักษณะดิน ความอุดมสมบูรณ์ และปัญหาดิน เพื่อกำหนดวิธีการปรับปรุงดินให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ ส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเกินความต้องการของพืชและลดต้นทุนการผลิต จัดทำแปลงต้นแบบการจัดการดินตามค่าวิเคราะห์ดิน เพื่อให้เกษตรกรเห็นผลจากการปฏิบัติจริง
๒. ปัญหาความเสื่อมโทรมของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่เพียงพอ แนวทางแก้ไขส่งเสริมการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินโดยใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก วัสดุอินทรีย์ และวัสดุเหลือใช้จากสวนมะพร้าวส่งเสริมการใช้สารเร่ง พด. เพื่อผลิตปุ๋ยหมักและน้ำหมักชีวภาพจากวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่ใช้วัสดุคลุมดินจากเศษใบและทางมะพร้าวเพื่อลดการสูญเสียความชื้นและเพิ่มอินทรีย์วัตถุเมื่อย่อยสลายตรวจติดตามค่าความเป็นกรด-ด่างอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารในดินอย่างต่อเนื่อง เพื่อประเมินประสิทธิผลของการปรับปรุงดินส่งเสริมการจัดการดินแบบผสมผสานระหว่างปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และปุ๋ยเคมีตามความเหมาะสมของดิน

๓. การจัดการดินและน้ำเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวทางแก้ไข ส่งเสริมการจัดการดินที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและเพิ่มความสามารถของดินเพิ่มอินทรีย์วัตถุและคาร์บอนในดิน เพื่อช่วยให้ดินมีความสามารถในการรองรับสภาพอากาศที่แปรปรวนส่งเสริมการใช้วัสดุอินทรีย์และวัสดุคลุมดินเพื่อลดอุณหภูมิผิวดินและรักษาความชื้นวางแผนการให้น้ำและการระบายน้ำให้สอดคล้องกับสภาพอากาศและปริมาณน้ำในแต่ละช่วงจัดทำแปลงต้นแบบการผลิตมะพร้าว น้ำหอมที่สามารถปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศและใช้เป็นพื้นที่เรียนรู้ของเกษตรกร

๔. ข้อจำกัดด้านการใช้ปุ๋ยและต้นทุนปัจจัยการผลิต แนวทางแก้ไข ส่งเสริมการใช้ปุ๋ยตามผลวิเคราะห์ดินและความต้องการธาตุอาหารของมะพร้าวน้ำหอม ลดการใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่จำเป็น และเพิ่มการใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพที่ผลิตได้จากวัสดุในพื้นที่ ส่งเสริมการผลิตปุ๋ยหมักและปัจจัยการผลิตใช้เองในระดับกลุ่มเกษตรกร เพื่อลดต้นทุนจัดทำบัญชีต้นทุนการผลิตก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการดินและปุ๋ย เพื่อแสดงผลการลดต้นทุนอย่างเป็นรูปธรรมส่งเสริมการรวมกลุ่มจัดซื้อปัจจัยการผลิตและจัดทำปัจจัยการผลิตร่วมกันเพื่อเพิ่มอำนาจต่อรอง

๕. ข้อจำกัดด้านการจัดหาวัสดุอินทรีย์ แนวทางแก้ไข สำรวจปริมาณและประเภทวัสดุเหลือใช้จากสวนมะพร้าวในพื้นที่ เช่น ใบ ทางมะพร้าว และวัสดุอินทรีย์อื่นจัดตั้งหรือพัฒนาจุดผลิตปุ๋ยหมักระดับกลุ่มแปลงใหญ่ โดยใช้วัสดุเหลือใช้ในพื้นที่เป็นวัตถุดิบส่งเสริมการใช้สารเร่ง พด. เพื่อเร่งกระบวนการย่อยสลายและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปุ๋ยหมักส่งเสริมการหมุนเวียนทรัพยากรภายในพื้นที่ตามแนวคิด Circular Economy ลดการนำวัสดุจากภายนอกเข้าพื้นที่พัฒนาระบบรวบรวมและขนส่งวัสดุอินทรีย์ร่วมกันระหว่างสมาชิก เพื่อลดต้นทุนการจัดการ

๖. ข้อจำกัดด้านองค์ความรู้และการยอมรับเทคโนโลยี แนวทางแก้ไข จัดอบรมและถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย และการผลิตมะพร้าวน้ำหอมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมใช้แปลงสาธิตหรือแปลงต้นแบบเป็นพื้นที่เรียนรู้ เพื่อให้เกษตรกรเห็นผลลัพธ์จริงก่อนนำไปปรับใช้พัฒนาเกษตรกรต้นแบบหรือ Smart Farmer/เกษตรกรผู้นำ ให้สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้แก่สมาชิกในกลุ่มจัดทำคู่มือหรือปฏิทินการจัดการดินและปุ๋ยมะพร้าวน้ำหอมรายเดือนที่เข้าใจง่ายส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น ระบบบันทึกข้อมูลแปลง การตรวจวิเคราะห์ดิน และการติดตามต้นทุนการผลิต

BCG Value Chain ด้านการเกษตร สินค้ามะพร้าวน้ำหอม จังหวัดสมุทรสาคร				
	ต้นทาง	กลางทาง	ปลายทาง	เป้าหมาย
Bio การสร้างมูลค่า (Value Creation)	พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตมะพร้าว - วิเคราะห์ธาตุอาหารก่อนปรับปรุงดิน - ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิต - การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน - การใช้ปุ๋ยหมัก น้ำหมักชีวภาพ ปุ๋ยพืชสดและผลิตภัณฑ์ พด. ต่าง ๆ - ส่งเสริมการจัดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ - การผลิตสารชีวภัณฑ์ การผลิตแมลงศัตรูธรรมชาติ - ส่งเสริมการรวมกลุ่มและสร้างเครือข่ายการผลิต - การบริหารจัดการกลุ่มแปลงใหญ่มะพร้าว	การสร้างมูลค่าเพิ่ม - การแปรรูปมะพร้าว เช่น มะพร้าวแก้ว มะพร้าวอัดเม็ด ลูกอมมะพร้าว - สร้างแบรนด์สินค้า การสร้างอัตลักษณ์ให้กับสินค้า - วิจัยและพัฒนางานด้านมะพร้าว เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มผลผลิต - มาตรฐานการผลิต GAP - GI มะพร้าวน้ำหอม - มาตรฐานระบบการผลิตอาหารแปรรูป (GMP หรือ Primary GMP)	ประชาสัมพันธ์/การตลาด/การแปรรูปขั้นสูง - การประชาสัมพันธ์สินค้า - สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น น้ำมะพร้าวโซดากระป๋อง ไวน์มะพร้าว เครื่องสำอาง - สร้างเครือข่ายเกษตรกรแปลงใหญ่มะพร้าว น้ำหอม - สร้างช่องทางการตลาด เชื่อมโยงการตลาด ระหว่างตลาดท้องถิ่นและตลาดต่างประเทศ	๑. เกษตรกรแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอม สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ มีผลผลิตหรือมูลค่าผลผลิตเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ และมีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐ ๒. เกษตรกรไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ มีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ น้ำหมักชีวภาพ และวัสดุอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ดิน ส่งผลให้การใช้ปุ๋ยเคมีลดลง และคุณภาพดินมีแนวโน้มดีขึ้น ๓. พื้นที่ดำเนินโครงการไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐
Circular (Zero Waste)	การจัดการวัสดุเหลือใช้ในการผลิต - การนำวัสดุที่เหลือใช้จากการผลิตมาทำปุ๋ยหมัก หรือน้ำหมักชีวภาพ - เปลือกมะพร้าว ทางมะพร้าว ลูกมะพร้าว นำมาทำถ่าน ชีวมวล	การสร้างมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือใช้ - การนำวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไปใช้ประโยชน์ และสร้างมูลค่า เช่น ถ่าน กะลามะพร้าว พืทมอส กระดาษต้นไม้ เพอร์นิเจอร์ เครื่องประดับ เป็นต้น	ประชาสัมพันธ์/การตลาดจากเศษวัสดุเหลือใช้ - ประชาสัมพันธ์การผลิตเฟอร์นิเจอร์จากเศษวัสดุเหลือใช้ - พัฒนาแหล่งผลิตสู่การเป็นแบบ Zero Waste	มีการนำแนวทาง BCG Model และ Low Carbon Agriculture ไปใช้ในการผลิต เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
Green (สมดุลและยั่งยืน)	กระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม - ลดการใช้สารเคมีและปุ๋ยเคมี ใช้วิธีการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน - การใช้ปุ๋ยหมัก น้ำหมักชีวภาพ ปุ๋ยพืชสดและผลิตภัณฑ์ พด. ต่าง ๆ	การสร้างมูลค่าเพิ่มที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม - สร้างแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร - มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ - การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในกระบวนการผลิต - ประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ประชาสัมพันธ์/การตลาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม - การพัฒนาแหล่งผลิตสู่การเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม - เชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม - การประชาสัมพันธ์แหล่งผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	๔. เกิดแปลงต้นแบบและแหล่งเรียนรู้ด้านการจัดการดินและการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวทาง BCG Model และ Low Carbon Agriculture ที่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้และขยายผลสู่เกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงได้ ๕. ด้านความพึงพอใจของเกษตรกรเกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจต่อการดำเนินงานและสามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐
ปัจจัยสนับสนุน	ระบบฐานข้อมูล สารสนเทศ เทคโนโลยีดิจิทัล เทคโนโลยีและนวัตกรรม มาตรการ/กลไกสนับสนุน กฎ ระเบียบทางการค้า งานวิจัยและพัฒนาต่าง ๆ งบประมาณ แหล่งเงินทุน โรงงานหรือบริษัทที่ต้องการขยายผลผลิตภัณฑ์			
หน่วยงานสนับสนุน	สำนักงานเกษตรจังหวัด หน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พาณิชย์จังหวัด อุตสาหกรรมจังหวัด พลังงานจังหวัด ท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัด ธ.ก.ส. ผู้ประกอบการ สถาบันการศึกษา กลุ่มเกษตรกร ภาคเอกชน			

ตารางที่ ๑ BCG Value Chain ด้านการเกษตร สินค้ามะพร้าวน้ำหอม จังหวัดสมุทรสาคร

๔. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๔.๑ เกษตรกรแปลงใหญ่มะพร้าวน้ำหอมสามารถลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลผลิต และมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการบริหารจัดการดินและธาตุอาหารพืชอย่างเหมาะสม

๔.๒ เกษตรกรมีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ น้ำหมักชีวภาพ และวัสดุอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ดิน ส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

๔.๓ เกิดต้นแบบการผลิตมะพร้าวน้ำหอมตามแนวทาง BCG Model และ Low Carbon Agriculture ที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน และใช้ทรัพยากรดินอย่างคุ้มค่า

๔.๔ พื้นที่ดำเนินโครงการได้รับการพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านการจัดการดิน การผลิตมะพร้าว น้ำหอม และการเกษตรคาร์บอนต่ำ เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้แก่เกษตรกรและผู้สนใจ

๔.๕ นักวิชาการเกษตรและเกษตรกรสามารถนำองค์ความรู้และรูปแบบการดำเนินงานไปขยายผลในพื้นที่อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๕. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

๕.๑ ด้านประสิทธิภาพการผลิตและเศรษฐกิจ เกษตรกรแปลงใหญ่มะพร้าว น้ำหอมสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ มีผลผลิตหรือมูลค่าผลผลิตเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ ๒๐ และมีรายได้สุทธิเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๐

๕.๒ ด้านการจัดการดินและทรัพยากรธรรมชาติ เกษตรกรไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ มีการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์ น้ำหมักชีวภาพ และวัสดุอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีตามผลการวิเคราะห์ดิน ส่งผลให้การใช้ปุ๋ยเคมีลดลง และคุณภาพดินมีแนวโน้มดีขึ้น

๕.๓ ด้านการเกษตรคาร์บอนต่ำ (Low Carbon Agriculture) พื้นที่ดำเนินโครงการไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ มีการนำแนวทาง BCG Model และ Low Carbon Agriculture ไปใช้ในการผลิต เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

๕.๔ ด้านการพัฒนาองค์ความรู้และการขยายผล เกิดแปลงต้นแบบและแหล่งเรียนรู้ด้านการจัดการดินและการผลิตมะพร้าว น้ำหอมตามแนวทาง BCG Model และ Low Carbon Agriculture ที่สามารถถ่ายทอดองค์ความรู้และขยายผลสู่เกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงได้

๕.๕ ด้านความพึงพอใจของเกษตรกรเกษตรกรผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจต่อการดำเนินงาน และสามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐

๕.๖ ด้านผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (Social Return on Investment: SROI) โครงการมีการประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (SROI) และมีอัตราส่วนผลตอบแทนทางสังคมต่อการลงทุน ไม่น้อยกว่า ๑ : ๑ โดยสะท้อนผลลัพธ์ด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ

ลงชื่อ..... จิระ มาตรทอง

(นายจิระ มาตรทอง)

ผู้ขอประเมิน

วันที่..... ๖ / ๕.๑ / ๖๐๗