หัวข้อเค้าโครงเรื่องของผลงาน
(สายงานวิชาการเกษตร)
(กรณีลักษณะงานวิจัย)

๑. ชื่อผลงาน ศึกษาการจัดการดินที่มีผลกระทบจากเกลือด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕

๒. บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดการดินที่มีผลกระทบจากเกลือด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ดำเนินการทดลองบนพื้นที่แปลงนาเกษตรกร อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา ดินเค็มปานกลาง (EC_e = ๔.๔๕ dS $m^{-๑}$) เนื้อดินร่วนปนทราย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินเค็มในพื้นที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ และเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการดินเค็มด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ ๖ ตำรับการทดลอง จำนวน ๔ ซ้ำ ประกอบด้วย ตำรับที่ ๑ แปลงควบคุม ตำรับที่ ๒ วิธีเกษตรกร (ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๘-๘-๘ อัตรา ๕๐ กิโลกรัมต่อไร่ และ ๑๖-๒๐-๐ อัตรา ๕๐ กิโลกรัมต่อไร่) ตำรับที่ ๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (ปุ๋ยเคมีสูตร ๔๖-๐-๐ อัตรา ๙ กิโลกรัมต่อไร่ ๑๖-๒๐-๐ อัตรา ๓๐ กิโลกรัมต่อไร่ และ ๐-๐-๖๐ อัตรา ๑๐ กิโลกรัมต่อไร่) ตำรับที่ ๔ กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ตำรับที่ ๕ ปุ๋ยคอกอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ตำรับที่ ๖ แกลบ อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน ๑๖ สัปดาห์ ที่ระยะสร้างเมล็ดข้าว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุและคาร์บอนในดินลดลงต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ ๗.๖๙ และ ๑๒.๒๐ ตามลำดับ การใส่กากมันสำปะหลังอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินช่วยเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในดินได้ดีที่สุดเมื่อระยะเวลาผ่านไป ๑๖ สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ ๑๔.๒๙ การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด เท่ากับ ๒๙.๐๒ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ ๓.๑๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำมาก ตามลำดับ การศึกษาสมบัติทางกายภาพของดิน พบว่าการใส่กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ความหนาแน่นของดินต่ำที่สุด เท่ากับ ๑.๖๒ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีสภาพการนำน้ำของดินที่อิ่มตัวสูงที่สุด เท่ากับ ๐.๖๓ เซนติเมตรต่อชั่วโมง การใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ความชื้นในดินสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ ๑๓.๙๖ ด้านผลผลิตข้าวพบว่าการใส่แกลบ อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ผลผลิตเฉลี่ยของข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ สูงที่สุด เท่ากับ ๖๓๔ กิโลกรัมต่อไร่ อัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนต่อต้นทุน เท่ากับ ๐.๙๒

๓. หลักการและเหตุผล

ดินเค็มหรือดินที่มีผลกระทบจากเกลือ เป็นดินที่มีเกลือที่ละลายได้ในสารละลายดินในปริมาณสูงจนส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากปริมาณเกลือที่มากเกินไปส่งผลให้พืชสูญเสียน้ำจากเซลล์และเกิดการสะสมของไอออนที่เป็นพิษต่อพืช ทำให้การเจริญเติบโตของพืชเป็นไปอย่างจำกัด โดยเฉพาะพืชบางชนิด เช่น ข้าว ซึ่งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีความเค็มสูง ส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวมีผลผลิตทางการเกษตรต่ำ นอกจากข้อจำกัดด้านความเค็มของดิน ดินส่วนใหญ่ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำเนื่องจากปริมาณมวลชีวภาพที่น้อยตามธรรมชาติ รวมทั้งดินที่มีปริมาณเกลือที่ละลายน้ำมากเกินไปทำให้การปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและอินทรียวัตถุในดินน้อยกว่าดินทั่วไป เกษตรกรจึงเกิดการใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินความจำเป็น ทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหาร เพิ่มต้นทุนการผลิต และส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ทั้งนี้แนวทางหนึ่งที่มีศักยภาพในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว คือ การใช้วัสดุอินทรีย์หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรใน

ท้องถิ่นมาปรับปรุงดิน เพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุ เพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าว และปรับปรุงโครงสร้างดิน ช่วยลดต้นทุนในการผลิตและใช้ประโยชน์วัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถสร้างมูลค่าและนำมาใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อเพิ่มอินทรียวัตถุในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ดินต่ำ เพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (พ.ศ. ๒๕๖๕-๒๕๖๙) สนับสนุนให้ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ เพื่อจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนและเป็นโอกาสในการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ

ดังนั้นการวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินที่มีผลกระทบจากเกลือ และศึกษาแนวทางการจัดการดินที่มีผลกระทบจากเกลือด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตและคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ผลที่คาดว่าจะได้รับ คือ แนวทางการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่เพาะปลูกข้าวในดินที่มีผลกระทบจากเกลือ เพื่อให้สามารถรักษาสมดุลของปริมาณอินทรียวัตถุ คาร์บอน และไนโตรเจนในดินได้ตลอดฤดูกาลเพาะปลูกให้นานที่สุด ตลอดจนเกิดการสูญเสียคุณภาพของดินที่เป็นประโยชน์แก่พืชน้อยที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการที่ดินที่เหมาะสมในการเพาะปลูกข้าวในพื้นที่ดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่อไป

๔. วัตถุประสงค์

๔.๑ เพื่อศึกษาผลของการใส่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดินที่มีผลกระทบจากเกลือ

๔.๒ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการดินที่มีผลกระทบจากเกลือด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕

๕. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลา ตุลาคม ๒๕๖๖ ถึง มีนาคม ๒๕๖๘

สถานที่ดำเนินการ อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา

๖. ผู้ดำเนินการ

๖.๑ ชื่อ-นามสกุล นางสาวอารีรัตน์ วังแก้ว ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ
มีหน้าที่ วางแผนและเก็บข้อมูลภาคสนาม วิเคราะห์ ประมวลผลข้อมูล และจัดทำรายงาน สัดส่วนผลงานร้อยละ ๘๐

๖.๒ ชื่อ-นามสกุล นายบวร บัวขาว ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
มีหน้าที่ ให้คำปรึกษาแนะนำ วางแผนการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม สัดส่วนผลงานร้อยละ ๒๐

๗. อุปกรณ์การทดลอง

๗.๑ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕

๗.๒ วัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ ปุ๋ยคอก กากมันสำปะหลัง แกลบ และปุ๋ยเคมี

๘. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย

๑. ศึกษาข้อมูลลักษณะและสมบัติทั่วไปของพื้นที่ดินเค็ม และการจัดการอินทรียวัตถุในดินที่ได้รับอิทธิพลจากความเค็มในดินเค็มที่มีระดับความเค็มน้อยถึงปานกลางในพื้นที่ลุ่มที่มีการใช้ประโยชน์เพื่อการปลูกข้าว

๒. รวบรวมข้อมูลดิน สภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน ช่วงเวลาน้ำท่วม ช่วงเวลาฝนทิ้งช่วง เป็นต้น และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๓. สำรวจและคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่มีการจัดการดินและอินทรียวัตถุในดินที่ได้รับอิทธิพลจากความเค็ม จังหวัดนครราชสีมา ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลปนเทา ดินล่างเป็นดินร่วนปนทราย สีเทาหรือเทาปนชมพู ซึ่งเป็นชั้นสะสมโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้พบจุดประสีน้ำตาล เหลืองปนน้ำตาลตลอดหน้าตัดดิน

ในฤดูร้อนพบคราบเกลือบนผิวหน้าดิน ดินล่างลึกกว่า ๑ เมตร เป็นดินร่วน สีเทาหรือเทาปนเขียว การระบายน้ำดีปานกลางถึงค่อนข้างเลว การซึมผ่านได้ของน้ำปานกลางถึงช้า การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า

วางแผนการทดลองปลูกข้าวนาหว่านแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) ๖ ตำรับการทดลอง จำนวน ๔ ซ้ำ

ตำรับที่ ๑ แปลงควบคุม

ตำรับที่ ๒ วิธีเกษตรกร

ตำรับที่ ๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ ๔ กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ ๕ ปุ๋ยคอก อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

ตำรับที่ ๖ แกลบ อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน

หมายเหตุ: ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร ๔๖-๐-๐ อัตรา ๙ กิโลกรัมต่อไร ๑๖-๒๐-๐ อัตรา ๓๐ กิโลกรัมต่อไร่ และ ๐-๐-๖๐ อัตรา ๑๐ กิโลกรัมต่อไร่ หรือเท่ากับ ๙–๖–๖ กิโลกรัม N P K ต่อไร่

วิธีเกษตรกร ใส่ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๘-๘-๘ อัตรา ๕๐ กิโลกรัมต่อไร่ และ ๑๖-๒๐-๐ อัตรา ๕๐ กิโลกรัมต่อไร่ หรือเท่ากับ ๑๗–๑๔–๔ กิโลกรัม N P K ต่อไร่

๔. เก็บข้อมูลตัวอย่างดินที่ระดับความลึก ๐ ถึง ๒๕ เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังการทดลองและเก็บตัวอย่างดินที่เวลา ๑, ๒, ๔, ๘ และ ๑๖ สัปดาห์ หลังการจัดการดินและใส่วัสดุปรับปรุงดินในแปลงเพาะปลูก และข้อมูลผลผลิตข้าว

๕. วิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพ ได้แก่ soil texture, bulk density, soil moisture สมบัติทางเคมี ได้แก่ pH, EC_e, available P, available K, OM, total C, total N

๖. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์ และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis, PCA)

๙. ผลการทดลองและวิจารณ์

๙.๑ สมบัติของวัสดุปรับปรุงดิน

วัสดุปรับปรุงดินที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ กากมันสำปะหลัง ปุ๋ยคอก และแกลบ จากผลการวิเคราะห์พบว่า กากมันสำปะหลังมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ ๕.๑๖ อินทรีย์คาร์บอน ๓๘.๒๖ เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ ๓๘.๒๖ เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ ๓๕:๑ ไนโตรเจนเท่ากับ ๑.๐๙ เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ ๐.๑๘ เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเท่ากับ ๐.๓๘ เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมเท่ากับ ๐.๐๓ เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้สอดคล้องกับองค์ประกอบของกากมันสำปะหลังที่มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ ๓๗:๑ (สมลักษณ์ และคณะ, ๒๕๕๑)

ปุ๋ยคอก มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ ๘.๖๖ อินทรีย์คาร์บอน ๑๘.๔๖ เปอร์เซ็นต์ อินทรียวัตถุ ๓๑.๘๓ เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ ๑๕ ไนโตรเจนเท่ากับ ๑.๒๐ เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ ๐.๒๖ เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเท่ากับ ๒.๐๕ เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมเท่ากับ ๐.๒๖ เปอร์เซ็นต์

แกลบ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ ๕.๖๙ อินทรีย์คาร์บอนเท่ากับ ๕๐.๒๗ เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ ๘๖.๖๖ เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ ๖๖:๑ ส่งผลให้การย่อยสลายอินทรียวัตถุในดินเพื่อปลดปล่อยธาตุอาหารให้พืชใช้เวลามากกว่ากากมันสำปะหลังและปุ๋ยคอก (ที่มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ ๓๕:๑ และ ๑๕:๑ ตามลำดับ) ไนโตรเจนเท่ากับ ๐.๗๖ เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสเท่ากับ ๐.๑๒ เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียมเท่ากับ ๐.๔๔ เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมเท่ากับ ๐.๐๓ เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ๑)

ตารางที่ ๑ สมบัติของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

สมบัติ	กากมันสำปะหลัง	ปุ๋ยคอก	แกลบ
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH H_2O ๑:๕)	๕.๑๖	๘.๖๖	๕.๖๙
ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (OC; %)	๓๘.๒๖	๑๘.๔๖	๕๐.๒๗
ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM; %)	๖๕.๙๖	๓๑.๘๓	๘๖.๖๖
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)	๓๕:๑	๑๕:๑	๖๖:๑
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total N; %)	๑.๐๙	๑.๒๐	๐.๗๖
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P; %)	๐.๑๘	๐.๒๖	๐.๑๒
ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K; %)	๐.๓๘	๒.๐๕	๐.๔๔
ปริมาณโซเดียมทั้งหมด (Total Na; %)	๐.๐๓	๐.๒๖	๐.๐๓

๙.๒ สมบัติของดินก่อนการทดลอง

ดำเนินการวิจัยในพื้นที่ปลูกข้าวดินเค็มระดับปานกลาง ตำบลหนองสรวง อำเภอขามทะเลสอ จังหวัดนครราชสีมา เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก ๐ ถึง ๒๕ เซนติเมตร วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้ผลดังนี้ (ตารางที่ ๒) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินเท่ากับ ๗.๐๐ เป็นกลาง ค่าการนำไฟฟ้าของดินเท่ากับ ๔.๔๕ เดซิซีเมนท์ต่อเมตร อยู่ในระดับเค็มปานกลาง ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียมเท่ากับ ๘.๓๖ เป็นดินเค็ม ค่าปริมาณอินทรียวัตถุเท่ากับ ๐.๔๒ เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับต่ำมาก ค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ ๐.๘๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับต่ำ ค่าโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เท่ากับ ๗.๔๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับปานกลาง วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้ผลดังนี้ ค่าการนำน้ำของดินในสภาพที่อิ่มตัวเท่ากับ ๑.๘๓ เซนติเมตรต่อชั่วโมง อยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ ค่าความหนาแน่นรวมของดินเท่ากับ ๑.๘๗ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร อยู่ในระดับสูง ความชื้นในดินเท่ากับ ๑๑.๓๒ เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับต่ำ เนื้อดิน คือ ดินร่วนปนทราย โดยมีสัดส่วนของทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวเท่ากับร้อยละ ๗๗.๑, ๑๘.๘ และ ๔.๑ ตามลำดับ

ตารางที่ ๒ ผลวิเคราะห์ดินก่อนการทดลอง

สมบัติของดิน	ผลวิเคราะห์ดิน
ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)	๗.๐๐
ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC_e; dS $m^{-๑}$)	๔.๔๕
ค่าอัตราส่วนการดูดซับโซเดียม (SAR)	๘.๓๖
ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (OM; %)	๐.๔๒
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (P; mg $kg^{-๑}$)	๐.๘๐
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (K; mg $kg^{-๑}$)	๗.๔๐
ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดิน (Total C; %)	๐.๓๓
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N; g $kg^{-๑}$)	๐.๐๗
ค่าการนำน้ำของดินในสภาพที่อิ่มตัว (K_{sat}; cm $hr^{-๑}$)	๑.๘๓
ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (ρ_b; g $cm^{-๓}$)	๑.๘๗
ค่าความชื้นในดิน (θ_v; %)	๑๑.๓๒
เนื้อดิน	Loamy Sand

๙.๓ การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุในดินแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่แตกต่างกันตามระยะเวลา โดยในระยะเริ่มต้นหลังการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ๑ สัปดาห์ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วัสดุปรับปรุงดินสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบสารอินทรีย์ในดินได้อย่างรวดเร็ว โดยการใส่กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ ๓๑.๒๓ (ตารางที่ ๓) สอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าการใช้วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง สามารถเพิ่มคาร์บอนอินทรีย์และปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากกระตุ้นกิจกรรมของจุลินทรีย์และการปลดปล่อยธาตุอาหารในดิน (Howeler, ๒๐๑๔) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยคอก อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินเฉลี่ยเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ ๒๗.๔๒ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอินทรียวัตถุก่อนการใส่วัสดุปรับปรุงดิน การเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุในดินในระยะสั้นเกิดจากการที่วัสดุปรับปรุงดินทั้งสองชนิดมีองค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายส่งผลให้เกิดการสะสมของอินทรียวัตถุในรูปแบบที่สามารถตรวจวัดได้

สัปดาห์ที่ ๒ หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ซึ่งสอดคล้องกับระยะงอกของเมล็ดข้าว ปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ ๑ ซึ่งเกิดจากกระบวนการย่อยสลายของอินทรียวัตถุโดยจุลินทรีย์ในดิน ระยะเริ่มต้นจุลินทรีย์เร่งการสลายตัวของสารอินทรีย์ส่งผลให้เกิดการหายใจของจุลินทรีย์และปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุลดลง

สัปดาห์ที่ ๔ และสัปดาห์ที่ ๘ หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ระยะเริ่มแตกกอ และระยะสร้างรวงข้าวตามลำดับ พบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยมีแนวโน้มลดลงต่อเนื่อง ดินเริ่มเข้าสู่ช่วงสมดุลของอัตราการสลายตัวและการสะสมสารอินทรีย์ สัปดาห์ที่ ๑๖ หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ระยะสร้างเมล็ดข้าว พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มลดลง การใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีอัตราการลดลงของอินทรียวัตถุในดินต่ำกว่าการใส่กากมันสำปะหลังและปุ๋ยคอก อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามลำดับ โดยมีอัตราการลดลงของอินทรียวัตถุคิดเป็นร้อยละ ๑๓.๘๕ ๓๑.๓๓ และ ๓๗.๙๗ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับอินทรียวัตถุหลังการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ๑ สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่าการใส่แกลบ อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินช่วยคงสภาพอินทรียวัตถุในดินได้ดีกว่าในระยะยาว เนื่องจากมีองค์ประกอบที่ย่อยสลายได้ยาก ขณะที่ปุ๋ยคอกและกากมันสำปะหลังมีสัดส่วนของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายมากกว่า ทั้งนี้ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินมีการลดลงของอินทรียวัตถุในดินต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ ๗.๖๙

อินทรียวัตถุในดินช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน เพิ่มการอุ้มน้ำและความสามารถในการดูดซับไอออน ซึ่งมีส่วนช่วยลดผลกระทบของความเค็มต่อระบบรากและการเจริญเติบโตของข้าว โดยเฉพาะในระยะต้น ระหว่างสัปดาห์ที่ ๑ ถึง ๔ ที่ข้าวไวต่อความเค็ม ดังนั้น ความสามารถในการคงระดับอินทรียวัตถุไว้ได้ดีกว่าในระยะ ๑๖ สัปดาห์ จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงดินเค็มเพื่อสนับสนุนการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕

ตารางที่ ๓ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน

ตำรับการทดลอง	ปริมาณอินทรียวัตถุหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน (%)					
	ก่อนการทดลอง	สัปดาห์ที่ ๑	สัปดาห์ที่ ๒	สัปดาห์ที่ ๔	สัปดาห์ที่ ๘	สัปดาห์ที่ ๑๖
T๑ แปลงควบคุม	๐.๖๒	๐.๖๑^{b}	๐.๕๗^{b}	๐.๕๖	๐.๕๑	๐.๔๕^{b}
T๒ วิธีเกษตรกร	๐.๖๘	๐.๖๘^{b}	๐.๖๕^{b}	๐.๖๖	๐.๖๓	๐.๖๐^{a}
T๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๖๕	๐.๖๕^{b}	๐.๖๒^{b}	๐.๖๒	๐.๖๐	๐.๖๐^{a}
T๔ กากมันสำปะหลัง ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๖๓	๐.๘๓^{a}	๐.๗๕^{a}	๐.๕๘	๐.๕๗	๐.๕๗^{ab}
T๕ ปุ๋ยคอก ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๖๒	๐.๗๙^{ab}	๐.๖๙^{ab}	๐.๕๘	๐.๕๔	๐.๔๙^{b}
T๖ แกลบ ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๖๔	๐.๖๕^{b}	๐.๖๖^{ab}	๐.๖๔	๐.๖๐	๐.๕๖^{ab}
F-test	ns	*	*	ns	ns	*
C.V. (%)	๑๔.๔๗	๑๕.๑๒	๑๕.๘๔	๙.๖๕	๒๗.๐๒	๑๕.๒๐

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test (DMRT)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์

๙.๔ การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดิน

ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาภายหลังการใส่วัสดุปรับปรุงดิน โดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกับแนวโน้มของอินทรียวัตถุในดิน ในระยะเริ่มต้นปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินหลังการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ๑ สัปดาห์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ ๓๐.๗๗ (ตารางที่ ๔) รองลงมา ได้แก่ การใส่ปุ๋ยคอกและแกลบ อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ ๒๐ และ ๒.๖๓ ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินที่เพิ่มขึ้นเกิดจากคาร์บอนในรูปที่ย่อยสลายง่าย ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินเพิ่มสูงขึ้น

หลังการใส่วัตถุปรับปรุงดินสัปดาห์ที่ ๒ และ ๔ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินมีแนวโน้มลดลง คาร์บอนถูกใช้และปลดปล่อยในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของจุลินทรีย์ ขณะที่คาร์บอนบางส่วนถูกเปลี่ยนรูปผ่านกระบวนการสังเคราะห์ชีวมวลของจุลินทรีย์และการรวมตัวกับอนุภาคดิน ส่งผลให้เกิดคาร์บอนในรูปที่มีความเสถียรมากขึ้นซึ่งย่อยสลายได้ช้า โดยเริ่มมีอัตราการลดลงต่ำในสัปดาห์ที่ ๔ ถึง ๑๖ จากการเริ่มเข้าสู่สภาวะสมดุลของดิน คาร์บอนทั้งหมดในดินมีแนวโน้มเป็นคาร์บอนในรูปที่มีความเสถียรมากขึ้น

สัปดาห์ที่ ๘ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินลดลงต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ ๗.๖๙ เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ ๑ หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ซึ่งเป็นผลจากองค์ประกอบของแกลบที่มีสัดส่วนของลิกนินและซิลิกาสูง (ปัทมา, ๒๕๕๒) ทำให้ย่อยสลายช้าส่งผลให้สามารถรักษาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินได้ดีกว่าในระยะยาว

หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินสัปดาห์ที่ ๑๖ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมีแนวโน้มลดลง การใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีอัตราการลดลงของอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินต่ำกว่าการใส่กากมันสำปะหลังและปุ๋ยคอก อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ตามลำดับ โดยมีอัตราการลดลงของอินทรีย์คาร์บอน

คิดเป็นร้อยละ ๑๒.๘๒ ๒๕.๔๙ และ ๓๑.๒๕ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับอินทรีย์คาร์บอนหลังการใส่วัสดุปรับปรุงดิน ๑ สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่าวัสดุปรับปรุงดินที่มีการย่อยสลายช้ามีแนวโน้มช่วยรักษาปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินได้ดี

ตารางที่ ๔ ปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในดินหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน

ตำรับการทดลอง	ปริมาณคาร์บอนหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน (%)					
	ก่อนการทดลอง	สัปดาห์ที่ ๑	สัปดาห์ที่ ๒	สัปดาห์ที่ ๔	สัปดาห์ที่ ๘	สัปดาห์ที่ ๑๖
T๑ แปลงควบคุม	๐.๓๘	๐.๓๘^{b}	๐.๓๗	๐.๓๖	๐.๓๔^{b}	๐.๓๒^{b}
T๒ วิธีเกษตรกร	๐.๔๒	๐.๔๐^{b}	๐.๓๘	๐.๓๘	๐.๓๖^{ab}	๐.๓๕^{ab}
T๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๔๑	๐.๔๑^{b}	๐.๓๙	๐.๓๘	๐.๓๗^{ab}	๐.๓๗^{ab}
T๔ กากมันสำปะหลัง ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๓๙	๐.๕๑^{a}	๐.๔๘	๐.๔๐	๐.๓๙^{a}	๐.๓๙^{a}
T๕ ปุ๋ยคอก ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๔๐	๐.๔๘^{ab}	๐.๔๔	๐.๓๙	๐.๓๗^{ab}	๐.๓๓^{b}
T๖ แกลบ ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๓๘	๐.๓๙^{b}	๐.๓๙	๐.๓๗	๐.๓๖^{ab}	๐.๓๔^{ab}
F-test	ns	*	ns	ns	*	*
C.V. (%)	๑๓.๒๘	๑๕.๗๙	๑๓.๙๒	๙.๕๑	๑๔.๔๓	๑๒.๔๓

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test (DMRT)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์

๙.๕ การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในดิน

ในช่วงหลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินสัปดาห์ที่ ๑ พบว่าปริมาณไนโตรเจนในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง ๐.๔๓ ถึง ๐.๕๒ กรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ ๕) ไนโตรเจนส่วนหนึ่งถูกจุลินทรีย์นำไปใช้ร่วมกับคาร์บอนช่วงเริ่มกระบวนการย่อยสลายส่งผลให้เกิดการตรึงไนโตรเจนชั่วคราวในรูปของชีวมวลจุลินทรีย์ทำให้ไนโตรเจนไม่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในสัปดาห์ที่ ๒ พบว่าปริมาณไนโตรเจนในดินมีแนวโน้มลดลงจากกระบวนการตรึงไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในดินและการนำไนโตรเจนไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตของข้าวในระยะงอกและเริ่มตั้งตัว

หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินสัปดาห์ที่ ๔ ปริมาณไนโตรเจนในดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงที่สุดจากการใส่ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารในดินในระยะเริ่มแตกกอของข้าว การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ปริมาณไนโตรเจนในดินเพิ่มขึ้นสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ ๖๖.๖๗ รองลงมา ได้แก่ วิธีเกษตรกร การใส่แกลบ การใส่กากมันสำปะหลัง และการใส่ปุ๋ยคอก อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน คิดเป็นร้อยละ ๔๔.๒๓ ๔๒.๒๒ ๓๖.๗๓ และ ๓๑.๑๑ ตามลำดับ เนื่องจากการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมี และกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนกลับสู่ดินในรูปที่พืชสามารถดูดใช้ได้เนื่องจากคาร์บอนที่ย่อยสลายง่ายลดลงและชีวมวลจุลินทรีย์เริ่มสลายตัว

ในขณะที่สัปดาห์ที่ ๘ และ ๑๖ พบว่าปริมาณไนโตรเจนในดินมีแนวโน้มลดลงในอัตราที่ต่ำ โดยการใส่กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถรักษาปริมาณไนโตรเจนสะสมในดินได้สูงที่สุด โดยมีค่าเพิ่มขึ้นสูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ ๑๔.๒๙ ในสัปดาห์ที่ ๑๖ เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่วัสดุปรับปรุงดินในสัปดาห์ที่ ๑ รองลงมา ได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ดินมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ ๑๓.๓๓ และ ๘.๘๙ ตามลำดับ

ตารางที่ ๕ ปริมาณไนโตรเจนในดินหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน

ตำรับการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจนหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน (g kg^{-1})					
	ก่อนการทดลอง	สัปดาห์ที่ ๑	สัปดาห์ที่ ๒	สัปดาห์ที่ ๔	สัปดาห์ที่ ๘	สัปดาห์ที่ ๑๖
T๑ แปลงควบคุม	๐.๔๕	๐.๔๖	๐.๔๔	๐.๔๓[b]	๐.๔๑	๐.๔๐
T๒ วิธีเกษตรกร	๐.๕๑	๐.๕๒	๐.๓๓	๐.๗๕[a]	๐.๕๔	๐.๔๗
T๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๔๔	๐.๔๕	๐.๔๔	๐.๗๕[a]	๐.๕๐	๐.๕๑
T๔ กากมันสำปะหลัง ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๔๘	๐.๔๙	๐.๔๖	๐.๖๗[ab]	๐.๖๐	๐.๕๖
T๕ ปุ๋ยคอก ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๔๕	๐.๔๕	๐.๔๐	๐.๕๙[b]	๐.๕๔	๐.๔๔
T๖ แกลบ ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๐.๔๗	๐.๔๕	๐.๓๘	๐.๖๔[ab]	๐.๕๐	๐.๔๙
F-test	ns	ns	ns	*	ns	ns
C.V. (%)	๑๒.๑๔	๑๒.๕๔	๒๕.๐๔	๙.๘๔	๑๐.๗๔	๑๐.๘๗

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test (DMRT)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์

๙.๖ ค่าการนำไฟฟ้าของดิน

ค่าการนำไฟฟ้าของดินก่อนการใส่วัสดุปรับปรุงดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีค่าการนำไฟฟ้าหลังการไถเตรียมแปลงอยู่ระหว่าง ๒.๓๒ ถึง ๓.๗๒ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร อยู่ในระดับดินเค็มน้อย หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินสัปดาห์ที่ ๑ พบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงอยู่ระหว่าง ๒.๓๓ ถึง ๒.๖๖ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินสัปดาห์ที่ ๒ ค่าการนำไฟฟ้าของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง ๒.๐๙ ถึง ๒.๗๐ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร โดยการใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าการนำไฟฟ้าลดลงมากที่สุดเท่ากับ ๑.๖๐ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการนำไฟฟ้าก่อนการใส่วัสดุปรับปรุงดิน หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินสัปดาห์ที่ ๔ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงอยู่ระหว่าง ๑.๗๓ ถึง ๒.๖๘ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร โดยการใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าการนำไฟฟ้าลดลงมากที่สุดเท่ากับ ๑.๖๘ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการนำไฟฟ้าก่อนการใส่วัสดุปรับปรุงดิน หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินสัปดาห์ที่ ๘ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง ๑.๘๐ ถึง ๒.๕๑ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร หลังการใส่วัสดุปรับปรุงดินสัปดาห์ที่ ๑๖ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าลดลงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ ๔๗.๐๔ โดยมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ ๑.๙๗ เดซิซีเมนส์ต่อเมตร (ตารางที่ ๖)

ตารางที่ ๖ ค่าการนำไฟฟ้าของดินหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน

ตำรับการทดลอง	ค่าการนำไฟฟ้าหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน (dS m^{-1})					
	ก่อนการทดลอง	สัปดาห์ที่ ๑	สัปดาห์ที่ ๒	สัปดาห์ที่ ๔	สัปดาห์ที่ ๘	สัปดาห์ที่ ๑๖
T๑ แปลงควบคุม	๓.๒๗^{ab}	๒.๕๒	๒.๖๑	๒.๖๘	๒.๕๑	๒.๐๘^{a}
T๒ วิธีเกษตรกร	๒.๕๘^{bc}	๒.๖๔	๒.๓๒	๑.๘๕	๒.๐๕	๑.๓๙^{bc}
T๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๒.๘๒^{b}	๒.๓๓	๒.๗๐	๒.๐๐	๑.๘๐	๑.๖๔^{bc}
T๔ กากมันสำปะหลัง ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๒.๓๒^{c}	๒.๔๘	๒.๔๒	๑.๗๓	๑.๙๑	๑.๒๙^{c}
T๕ ปุ๋ยคอก ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๒.๓๗^{c}	๒.๖๖	๒.๐๙	๑.๘๐	๒.๒๔	๒.๐๔^{ab}
T๖ แกลบ ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๓.๗๒^{a}	๒.๖๕	๒.๑๒	๒.๐๔	๒.๓๕	๑.๙๗^{ab}
F-test	*	ns	ns	ns	ns	*
C.V. (%)	๙.๔๗	๑๐.๕๐	๒๓.๙๖	๒๓.๒๘	๑๗.๐๒	๒๑.๗๒

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test (DMRT)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์

๙.๗ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ก่อนและหลังการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยก่อนการทดลองมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ระหว่าง ๒.๗๐ ถึง ๓.๕๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ ๗) ในขณะที่หลังการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มลดลงอยู่ระหว่าง ๑.๓๕ ถึง ๒.๕๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้น การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นคิดเป็น ๖.๘๓ เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกระบวนการย่อยสลายปุ๋ยคอกปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินก่อนการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลังการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มลดลง ยกเว้น การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นคิดเป็น ๔๓.๓๕ เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุดเท่ากับ ๒๙.๐๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากปุ๋ยคอกเป็นแหล่งโพแทสเซียมที่สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับดินได้มากที่สุด

ตารางที่ ๗ ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์หลังการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})	ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (mg kg^{-1})
T๑ แปลงควบคุม	๑.๓๕	๑๒.๕๐^{ab}
T๒ วิธีเกษตรกร	๓.๕๐	๑๒.๓๓^{ab}
T๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๒.๔๓	๑๐.๓๐^{b}
T๔ กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๒.๑๐	๑๕.๘๓^{ab}
T๕ ปุ๋ยคอก อัตรา ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๓.๑๓	๒๙.๐๓^{a}
T๖ แกลบ อัตรา ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๒.๓๕	๑๐.๐๐^{b}
F-test	ns	*
C.V. (%)	๔๒.๕๙	๕๓.๖๐

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test (DMRT)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕ เปอร์เซ็นต์

๙.๗ การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ

ค่าความหนาแน่นของดินหลังการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้มีค่าความหนาแน่นของดินต่ำที่สุดเท่ากับ ๑.๖๒ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (ตารางที่ ๘) ในขณะที่แปลงควบคุมและการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าความหนาแน่นของดินสูงที่สุด เท่ากับ ๑.๗๓ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การนำน้ำของดินที่อิ่มตัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่กากมันสำปะหลังอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าการนำน้ำของดินสูงที่สุดเท่ากับ ๐.๖๓ เซนติเมตรต่อชั่วโมง อยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ ขณะที่แปลงควบคุมมีค่าการนำน้ำของดินต่ำที่สุดเท่ากับ ๐.๐๕ เซนติเมตรต่อชั่วโมง อยู่ในระดับต่ำมาก ความชื้นในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความชื้นในดินอยู่ระหว่างร้อยละ ๑๑.๖๓ ถึง ๑๓.๙๖ โดยการใส่แกลบ อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าความชื้นในดินสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ ๑๓.๙๖ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้มีค่าความชื้นในดินต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ ๑๑.๖๓

ตารางที่ ๘ สมบัติทางกายภาพของดินหลังการทดลอง

ตำรับการทดลอง	ความหนาแน่นของดิน ($g\ cm^{-3}$)	สภาพการนำน้ำของดินที่อิ่มตัว ($cm\ hr^{-1}$)	ความชื้นในดิน (%)
T๑ แปลงควบคุม	๑.๗๓	๐.๐๕	๑๒.๙๓
T๒ วิธีเกษตรกร	๑.๖๘	๐.๒๒	๑๑.๗๖
T๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๑.๗๓	๐.๓๔	๑๑.๖๓
T๔ กากมันสำปะหลัง ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๑.๖๒	๐.๖๓	๑๓.๔๑
T๕ ปุ๋ยคอก ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๑.๖๙	๐.๕๔	๑๒.๑๙
T๖ แกลบ ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๑.๗๐	๐.๔๓	๑๓.๙๖
F-test	ns	ns	ns
C.V. (%)	๔.๒๕	๓๓.๐๖	๒๖.๔๗

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test (DMRT)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

๙.๘ ผลผลิตข้าว

ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ในพื้นที่เพาะปลูกข้าวดินเค็ม จังหวัดนครราชสีมา พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด เท่ากับ ๖๓๓.๘๔ กิโลกรัมต่อไร่ และมีน้ำหนักข้าว ๑๐๐ เมล็ด สูงที่สุด เท่ากับ ๒.๔๕ กรัม (ตารางที่ ๙) เนื่องจากการใส่แกลบซึ่งเป็นวัสดุอินทรีย์ที่มีโครงสร้างหยาบและย่อยสลายช้า ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้รักษาการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างต่อเนื่องในระยะยาว แกลบมีองค์ประกอบของซิลิกาสูง ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับเซลล์พืช สามารถต้านการสูญเสียน้ำและอากาศ รวมทั้งทนต่อสภาวะแวดล้อมที่แห้งแล้งได้ดี (แก้วอินทร์ และวีระพล, ๒๐๒๒) ทำให้ลำต้นและใบแข็งแรง ช่วยเพิ่มน้ำหนักเมล็ดข้าว นอกจากนี้ การใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ช่วยลดค่าการนำไฟฟ้าได้มากที่สุดหลังใส่วัสดุปรับปรุงดิน ๑๖ สัปดาห์ ช่วยลดผลกระทบจากความเค็มต่อการเจริญเติบโตของข้าวและการดูดซับธาตุอาหารพืชในดิน รองลงมา ได้แก่ การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตข้าว เท่ากับ ๕๕๘.๔๗ กิโลกรัมต่อไร่ การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตข้าว เท่ากับ ๕๔๘.๐๓ กิโลกรัมต่อไร่ การใส่กากมันสำปะหลังอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตข้าว เท่ากับ ๕๑๕.๐๗ กิโลกรัมต่อไร่ วิธีเกษตรกร ให้ผลผลิตข้าว เท่ากับ ๔๓๕.๑๓ กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่แปลงควบคุม ให้ผลผลิตข้าวต่ำที่สุด เท่ากับ ๓๒๓.๒๖ กิโลกรัมต่อไร่

ในขณะที่การใส่กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีแนวโน้มทำให้ความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกต่ำที่สุด เท่ากับ ร้อยละ ๑๖.๖๒ ร้อยละเมล็ดดีต่อรวงสูงที่สุด เท่ากับ ร้อยละ ๘๘.๕๑ และมีจำนวนต้นต่อกอสูงที่สุด เท่ากับ ๔.๐๕ ต้น

ตารางที่ ๙ ผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕

ตำรับการทดลอง	ผลผลิตข้าว (kg rai^{-1})	น้ำหนักข้าว ๑๐๐ เมล็ด (g)	ความชื้น (%)	ความสูง (cm.)	เมล็ดดี (%)	จำนวนต้น/กอ
T๑ แปลงควบคุม	๓๒๓.๒๖^{b}	๒.๔๕	๑๗.๑๓	๑๒๔.๔๐	๘๕.๗๑	๓.๘๕
T๒ วิธีเกษตรกร	๔๓๕.๑๓^{ab}	๒.๓๗	๑๖.๗๘	๑๓๒.๗๕	๘๓.๔๔	๓.๙๕
T๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๕๔๘.๐๓^{a}	๒.๔๐	๑๗.๐๓	๑๓๙.๖๕	๘๖.๗๒	๔.๐๐
T๔ กากมันสำปะหลัง ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๕๑๕.๐๗^{ab}	๒.๓๙	๑๖.๖๒	๑๓๗.๖๐	๘๘.๕๑	๔.๐๕
T๕ ปุ๋ยคอก ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๕๕๘.๔๗^{a}	๒.๓๗	๑๗.๐๐	๑๔๕.๙๐	๘๘.๑๕	๓.๙๐
T๖ แกลบ ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๖๓๓.๘๔^{a}	๒.๔๕	๑๖.๗๓	๑๓๗.๒๐	๘๒.๗๙	๓.๙๐
F-test	**	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	๑๙.๐๔	๓.๐๗	๔.๑๗	๖.๓๐	๕.๙๙	๕.๐๐

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test (DMRT)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

** หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๙ เปอร์เซ็นต์

๙.๙ ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ นาหว่าน พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน มีต้นทุนการผลิตข้าวต่ำที่สุด เท่ากับ ๗.๑๖ บาทต่อกิโลกรัม (๓,๙๒๔ บาทต่อไร่) และมีอัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio) สูงที่สุด เท่ากับ ๑.๔๐ การใส่แกลบ อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด เท่ากับ ๖๓๓.๘๔ กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนการผลิตข้าวเท่ากับ ๑๐.๙๒ บาทต่อกิโลกรัม (๖,๙๒๔ บาทต่อไร่) และมีอัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ ๐.๙๒ (ตารางที่ ๑๐)

ตารางที่ ๑๐ ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศษฐกิจ

ตำรับทดลอง	ผลผลิต (kg rai^{-1})	ผลตอบแทนทั้งหมด (baht rai^{-1})	ต้นทุนทั้งหมด (baht rai^{-1})	ต้นทุน (baht kg^{-1})	B/C ratio
T๑ แปลงควบคุม	๓๒๓	๓,๒๓๓	๓,๐๖๐	๙.๔๗	๑.๐๖
T๒ วิธีเกษตรกร	๔๓๕	๔,๓๕๑	๔,๘๓๐	๑๑.๑๐	๐.๙๐
T๓ ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๕๔๘	๕,๔๘๐	๓,๙๒๔	๗.๑๖	๑.๔๐
T๔ กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๕๑๕	๕,๑๕๑	๑๐,๙๒๔	๒๑.๒๑	๐.๔๗
T๕ ปุ๋ยคอก อัตรา ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๕๕๘	๕,๕๘๕	๘,๙๒๔	๑๕.๙๘	๐.๖๓
T๖ แกลบ อัตรา ๒ ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน	๖๓๓	๖,๓๓๘	๖,๙๒๔	๑๐.๙๒	๐.๙๒

หมายเหตุ B/C ratio = ผลตอบแทนทั้งหมด (Benefit) / ต้นทุนทั้งหมด (cost)

๙.๑๐ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินกับการตอบสนองของข้าวด้วยสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน(Pearson's correlation coefficient) ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis, PCA)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินหลังปลูกกับการตอบสนองของข้าวด้วยสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient, r) (ภาพที่ ๑) พบว่าอินทรียวัตถุในดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับปานกลางกับความสูงของต้นข้าว (r = ๐.๓๔) และจำนวนต้นต่อกอ (r = ๐.๓๕) ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงช่วยสนับสนุนการเจริญเติบโตของข้าว

โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับต่ำกับความสูงของต้นข้าว (r = ๐.๒๘) และเปอร์เซ็นเมล็ดดี (r = ๐.๒๒) สอดคล้องกับบทบาทของโพแทสเซียมในการควบคุมสมดุลน้ำ การเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรต และการเสริมความแข็งแรงของผนังเซลล์ ส่งผลดีต่อการสร้างเมล็ด รวมทั้งโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับต่ำกับความชื้นของเมล็ด (r = ๐.๑๔) และปริมาณผลผลิต (r = ๐.๑๒)

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับต่ำกับเปอร์เซ็นเมล็ดดี (r = ๐.๒๐) และจำนวนต้นต่อกอ (r = ๐.๒๔) ในขณะที่มีความสัมพันธ์เชิงลบระดับต่ำกับความชื้นเมล็ด (r = −๐.๒๔) แสดงให้เห็นว่าฟอสฟอรัสมีแนวโน้มเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างเมล็ดข้าว ส่งผลให้เมล็ดแห้งและสมบูรณ์มากขึ้นในระยะเก็บเกี่ยว

ปัจจัยด้านคุณสมบัติของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของดินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสูงของต้น (r = −๐.๑๙) และจำนวนผลผลิต (r = −๐.๑๘) สะท้อนถึงผลกระทบเชิงลบของความเค็มหรือการสะสมของเกลือในดินต่อสมดุลออสโมซิส การดูดน้ำ และการแบ่งเซลล์ของพืช ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว

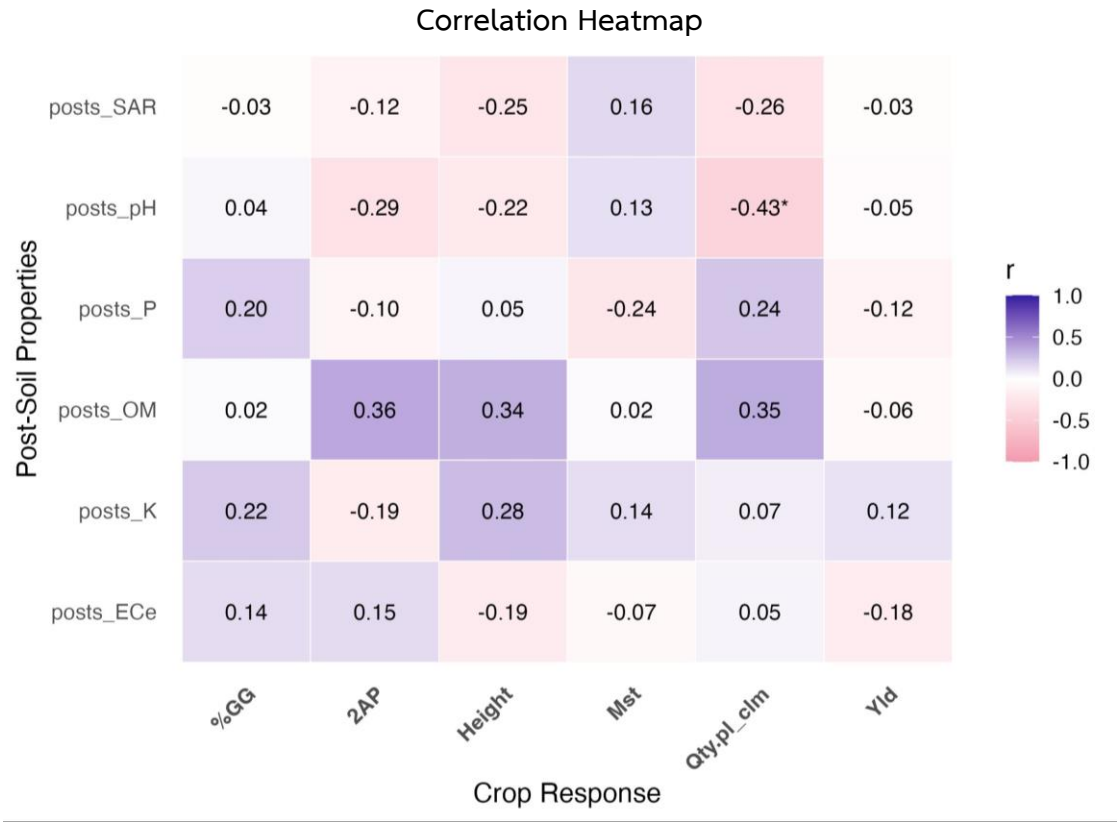
ในขณะเดียวกัน ค่าการดูดซับโซเดียมแสดงความสัมพันธ์เชิงลบในระดับต่ำกับความสูงของต้น (r = −๐.๒๕) และจำนวนต้นต่อกอ (r = −๐.๒๖) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของโซเดียมในดินส่งผลลบต่อการเจริญเติบโตของข้าว โดยโซเดียมทำให้โครงสร้างดินแน่น ลดความพรุนของดิน และจำกัดการแพร่กระจายของระบบราก ส่งผลให้ความสามารถในการดูดน้ำและธาตุอาหารของพืชลดลง

ในขณะเดียวกัน ความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลางกับจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด (-๐.๔๓) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับต่ำกับความสูงข้าว (r = -๐.๒๒) บ่งชี้ว่าดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่างและมีการสะสมของโซเดียมสูงมีแนวโน้มจำกัดความสามารถในการแตกกอและการเจริญเติบโตของข้าว

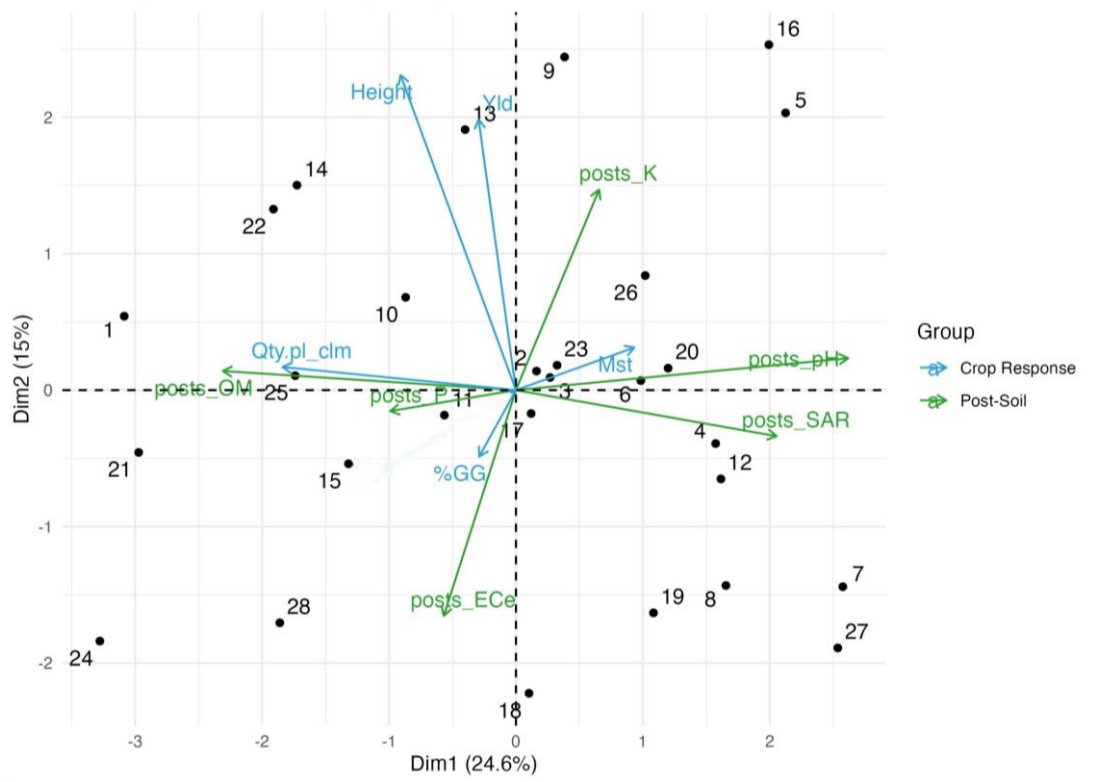
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis, PCA) (ภาพที่ ๒) พบว่าองค์ประกอบหลักที่ ๑ แสดงความแตกต่างระหว่างสมบัติดินด้านความเค็มและความอุดมสมบูรณ์ดิน โดยค่าการนำไฟฟ้าและค่าการดูดซับโซเดียมมีทิศทางตรงข้ามกับอินทรียวัตถุและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน แสดงให้เห็นว่าความเค็มและการสะสมโซเดียมของดินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอินทรียวัตถุและความอุดมสมบูรณ์ของดิน เมื่อความเค็มและการสะสมโซเดียมของดินเพิ่มขึ้นมีผลให้จำกัดการใช้ประโยชน์ของธาตุอาหารพืชและอินทรียวัตถุในดิน

ตัวแปรด้านการตอบสนองของข้าว ได้แก่ ผลผลิต และความสูงของต้นข้าว มีทิศทางตรงข้ามกับค่าการนำไฟฟ้าของดินอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของความเค็มในดินส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว เมื่อพิจารณาองค์ประกอบหลักที่ ๒ แสดงทิศทางของความสูงและผลผลิตไปในทิศทางบวกระดับสูง ขณะที่ค่าการนำไฟฟ้ามีทิศทางตรงข้ามไปในทิศทางลบ แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวภายใต้อิทธิพลของระดับความเค็มของดินได้อย่างชัดเจน

ผลการวิเคราะห์ PCA ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าสมบัติดินโดยเฉพาะอินทรียวัตถุ ธาตุอาหารพืช และระดับความเค็มของดิน เป็นปัจจัยสำคัญกำหนดการตอบสนองและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ทั้งนี้ PCA สามารถยืนยันผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันซึ่งพบว่าคุณภาพดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตข้าว ขณะที่ความเค็มของดินมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าการจัดการดินเค็มด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา



ภาพที่ ๑ Correlation heatmap แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson’s correlation coefficient, r) ระหว่างสมบัติดินและการตอบสนองของข้าว



ภาพที่ ๒ PCA biplot แสดงความสัมพันธ์โดยรวมระหว่างคุณสมบัติดินหลังปลูกและการตอบสนองของข้าวเชิงพหุตัวแปร โดยสัญลักษณ์ Height = ความสูงของต้นข้าว, Yld = ผลผลิตข้าว, Qty.pl_clm = จำนวนต้นต่อกอ, %GG = เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และ Mst = ความชื้นของเมล็ดข้าว

๑๐. สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการจัดการดินที่มีผลกระทบจากเกลือเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ ด้วยวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในพื้นที่ปลูกข้าวนาหว่านจังหวัดนครราชสีมา แสดงให้เห็นว่า ปริมาณอินทรียวัตถุและคาร์บอนในดินมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาเมื่อระยะเวลาผ่านไป ๑๖ สัปดาห์ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุและคาร์บอนในดินลดลงต่ำที่สุด การใส่กากมันสำปะหลังอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถรักษาปริมาณไนโตรเจนในดินได้ดีที่สุดและการใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ลดค่าการนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด การใส่ปุ๋ยคอก อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินช่วยเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินได้มากที่สุด ด้านการปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน พบว่าการใส่กากมันสำปะหลัง อัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้ความหนาแน่นของดินต่ำที่สุดและมีสภาพการนำน้ำในดินที่อิ่มตัวสูงที่สุด ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าดินเค็มสามารถฟื้นฟูได้เมื่อมีการจัดการดินที่เหมาะสม การใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน ส่งผลให้ข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕ สามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใส่แกลบอัตรา ๒ ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ยสูงที่สุด ๖๓๓ กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักข้าว ๑๐๐ เมล็ดสูงทีสุด ๒.๔๕ กรัม อัตราส่วนระหว่างผลตอบแทนต่อต้นทุน เท่ากับ ๐.๙๒

๑๑. ประโยชน์ที่ได้รับ

๑๑.๑ แนวทางการจัดการดินที่มีผลกระทบจากเกลือเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕

๑๑.๒ ผลการศึกษาวิจัยเป็นหลักฐานเชิงวิชาการสนับสนุนการส่งเสริมให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนวิธีการใส่ปุ๋ยเกินความจำเป็นมาสู่การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เหมาะสม ซึ่งเป็นการจัดการดินที่แม่นยำ ตรงตามความต้องการของดินและพืช ช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหาร และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

๑๒. ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาแนวทางลดต้นทุนการผลิตเพิ่มเติม การใช้วัสดุเหลือใช้ในท้องถิ่นที่มีต้นทุนต่ำ การปรับอัตราการใช้วัสดุปรับปรุงดิน รวมถึงการพัฒนาระบบการจัดการดินและน้ำ เพื่อลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มผลตอบแทนสุทธิในการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ ๑๐๕

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....อารีรัตน์ วังแก้ว.....
(นางสาวอารีรัตน์ วังแก้ว)
ผู้เสนอผลงาน
วันที่ ๕ / มกราคม / ๒๕๖๙

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของผู้เสนอข้างต้นถูกต้องตรงกับความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....
(นายบวร บัวขาว)
ผู้ร่วมดำเนินการ
วันที่ ๕ / มกราคม / ๒๕๖๙

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....
(นางสาววรรณพร พลแสง)
ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเค็ม
วันที่ ๕ / มกราคม / ๒๕๖๙

ลงชื่อ.....
(นายพชร อริยะสกุล)
ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน
วันที่ ๖ / มกราคม / ๒๕๖๙

ข้อเสนอแนวคิดการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน

ของ นางสาวอารีรัตน์ วังแก้ว
เพื่อประกอบการแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ ตำแหน่งเลขที่ ๒๕๖
กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการดินเค็ม กองวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน

๑. เรื่อง การประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มโอเพนซอร์สติดตามค่าการนำไฟฟ้าของดินเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการดินเค็มเชิงรุก

๒. หลักการและเหตุผล

ดินเค็มหรือดินที่มีผลกระทบจากเกลือ เป็นหนึ่งในข้อจำกัดสำคัญของพื้นที่เกษตรกรรมในประเทศไทย เนื่องจากความเค็มของดินส่งผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช การดูดน้ำและธาตุอาหาร ตลอดจนประสิทธิภาพในการให้ผลผลิต จากข้อมูลสถานภาพและการจัดการดินเค็มในประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๗ พบว่าพื้นที่ที่มีดินได้รับผลกระทบจากเกลือและมีการแพร่กระจายของคราบเกลือบนผิวดินมีเนื้อที่ประมาณ ๕.๒ ล้านไร่ ครอบคลุมพื้นที่ ๓๓ จังหวัด ของประเทศไทย ได้แก่ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สะท้อนให้เห็นว่าปัญหาดินเค็มเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อระบบเกษตรกรรมในวงกว้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีดิน พบว่ามีพื้นที่ดินที่ได้รับผลกระทบจากเกลือและการแพร่กระจายของคราบเกลือบนผิวดินมากถึงประมาณ ๒.๕ ล้านไร่ สาเหตุสำคัญเกิดจากการมีชั้นเกลือหินในหมวดหินมหาสารคามรองรับอยู่ใต้ดิน เมื่อเกิดกระบวนการละลายของเกลือร่วมกับการเคลื่อนย้ายของไอออนขึ้นสู่ผิวดินผ่านกระบวนการระเหยน้ำในฤดูแล้ง และการซึมของน้ำในช่วงฤดูฝน ส่งผลให้เกลือสะสมบริเวณผิวดินอย่างต่อเนื่องทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่สกัดได้จากดินที่อิ่มตัว (EC_e) เกินระดับวิกฤตที่พืชสามารถทนได้ ก่อให้เกิดภาวะความเครียดจากความเค็มและความไม่สมดุลของน้ำในพืช ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ต่ำ

ดังนั้น การติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าและคุณสมบัติของดินอย่างต่อเนื่องจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนฟื้นฟูและการบริหารจัดการดินเค็มให้มีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการเลือกแนวทางปรับปรุงดิน การจัดการน้ำ การกำหนดชนิดพืชที่เหมาะสม และการวางแผนใช้ประโยชน์ที่ดินตามศักยภาพของพื้นที่ อย่างไรก็ตาม วิธีการติดตามข้อมูลดินที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันยังคงใช้วิธีการเก็บตัวอย่างดินภาคสนามและการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเป็นหลัก ซึ่งมีข้อจำกัดสำคัญในด้านความต่อเนื่องของข้อมูล โดยเฉพาะในพื้นที่ขนาดใหญ่ อีกทั้งยังต้องใช้ระยะเวลา แรงงาน และงบประมาณสูง ทำให้ไม่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าได้อย่างทันท่วงทีต่อสถานการณ์จริง

การนำแพลตฟอร์มโอเพนซอร์ส (Open-Source platform) มาประยุกต์ใช้จึงเป็นแนวทางที่สามารถแก้ไขข้อจำกัด เพื่อสร้างระบบติดตามและรายงานการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าและคุณสมบัติดินแบบเรียลไทม์ตามฤดูกาลและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่น ช่วยให้เจ้าหน้าที่และนักวิจัยสามารถวิเคราะห์แนวโน้มค่าการนำไฟฟ้าได้และสร้างฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการวางแผนการจัดการดินเชิงพื้นที่ในระยะยาว ยกระดับการบริหารจัดการดินเค็มสู่การอิงข้อมูลที่มีความแม่นยำสูง และต่อยอดสู่งานวิจัยด้านเกษตรแม่นยำและการบริหารจัดการดินเค็มแบบยั่งยืน

๓. บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอ และข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

แนวความคิด

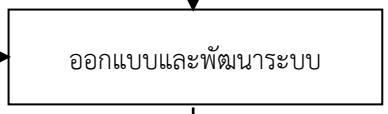
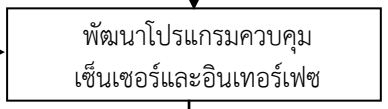
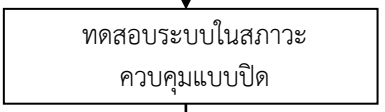
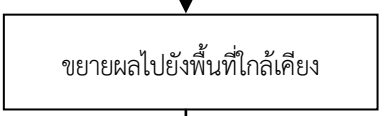
ปัจจุบันการติดตามค่าการนำไฟฟ้าของดินเพื่อการบริหารจัดการและการฟื้นฟูพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับผลกระทบจากเกลือใช้การดำเนินการแบบเก็บตัวอย่างภาคสนามและการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเป็นหลักซึ่งเป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูง แต่มีข้อจำกัดในด้านระยะเวลา ต้นทุน และแรงงานในการเก็บและ

วิเคราะห์ตัวอย่าง สะท้อนการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าได้เพียงช่วงเวลาสั้น ข้อมูลที่ได้เป็นเพียงข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาหนึ่ง การขาดข้อมูลที่ทันต่อสถานการณ์เป็นอุปสรรคต่อการกำหนดแผนการจัดการดินและน้ำให้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่และพืชที่ปลูก ทำให้ประสิทธิภาพของการจัดการดินลดลงและไม่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละช่วงเวลา

ในขณะที่แพลตฟอร์มโอเพนซอร์ส เช่น Arduino และ Raspberry Pi ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและสามารถนำมาใช้ในภาคการเกษตรได้ เนื่องจากเป็นระบบที่สามารถออกแบบและปรับปรุงอุปกรณ์ได้ตามความต้องการ มีต้นทุนต่ำ และมีความยืดหยุ่นสูงในการพัฒนาให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่จริง การนำแพลตฟอร์มดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเซนเซอร์ตรวจวัดคุณสมบัติดิน เช่น ค่าการนำไฟฟ้าของดิน และความชื้นในดิน จึงเป็นแนวทางที่ช่วยยกระดับกระบวนการติดตามสภาพดินจากรูปแบบเดิมที่เป็นมาตรฐานและมีความแม่นยำสูงไปสู่ระบบติดตามแบบเรียลไทม์และต่อเนื่อง ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญต่อการวางแผนและตัดสินใจเชิงพื้นที่ของการปรับปรุงดินเค็มอย่างรวดเร็วและแม่นยำ อีกทั้งสามารถพัฒนารูปแบบให้เข้ากับลักษณะพื้นที่เกษตรกรรมในแต่ละพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการประเมินและติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าในระบบเกษตรกรรมอย่างแม่นยำและมีต้นทุนต่ำ ทั้งนี้ แนวคิดการพัฒนาระบบดังกล่าวประกอบด้วยปัจจัยนำเข้า ได้แก่ อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์โอเพนซอร์ส ประกอบด้วย Arduino ไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ Raspberry Pi ทำหน้าทที่เป็นหน่วยประมวลผลและจัดการข้อมูล แหล่งจ่ายพลังงาน รวมถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ได้แก่ ภาษา Python และโปรแกรม Arduino IDE ตลอดจนชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้า เซ็นเซอร์วัดความชื้นและเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในดิน กระบวนการดำเนินงานเริ่มจากการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ และการจัดเก็บข้อมูลอัตโนมัติ จากนั้นดำเนินการทดสอบระบบในสภาวะควบคุมเพื่อปรับเทียบความถูกต้องของข้อมูล ก่อนนำไปติดตั้งและติดตามผลการทำงานภาคสนามในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินเค็มมากที่สุด ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่ ๑.๓ ล้านไร่ (สถานภาพและการจัดการดินเค็มในประเทศไทย, ๒๕๖๗) เพื่อประเมินประสิทธิภาพ ความเสถียรและความเหมาะสมของระบบภายใต้สภาพแวดล้อมจริง

ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินงาน คือ ระบบติดตามค่าการนำไฟฟ้าของดินแบบอัตโนมัติที่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง พร้อมฐานข้อมูลดิจิทัลที่จัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่อย่างเป็นระบบ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของดินเค็มและสนับสนุนการวางแผนจัดการดินที่มีผลกระทบจากเกลือในระยะยาว

นอกจากนี้ การพัฒนาระบบติดตามและประเมินค่าการนำไฟฟ้าและสมบัติของดินในพื้นที่ดินที่มีผลกระทบจากเกลือแบบอัตโนมัติ โดยใช้เซ็นเซอร์เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โอเพนซอร์สเก็บข้อมูลภาคสนามแบบเรียลไทม์และส่งข้อมูลขึ้นระบบคลาวด์เพื่อจัดแสดงผลผ่านแดชบอร์ดออนไลน์ ยังช่วยเพิ่มศักยภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และลักษณะทางกายภาพของดิน ทำให้สามารถอธิบายและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าในพื้นที่ได้อย่างรอบด้าน ระบบดังกล่าวยังสามารถรองรับการติดตั้งในพื้นที่ขนาดใหญ่ และเอื้อต่อการจัดทำแผนการจัดการดินเค็มตามสภาพแวดล้อมจริงเฉพาะพื้นที่ซึ่งจะนำไปสู่การบริหารจัดการทรัพยากรดินที่มีความแม่นยำ โดยมีแนวทางการดำเนินการ ดังนี้

ลำดับ	ผังกระบวนการ	รายละเอียด
๑		● รวบรวมข้อมูลดินที่มีผลกระทบจากเกลือและข้อจำกัดด้านการติดตามและวิเคราะห์ข้อมูล ● ข้อมูลการพัฒนาแพลตฟอร์มโอเพนซอร์สและเซนเซอร์ตรวจวัด
๒		● ออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ พัฒนาระบบตรวจวัดอัตโนมัติ ● ออกแบบระบบตรวจวัด โดยใช้แพลตฟอร์ม Arduino ไมโครคอนโทรลเลอร์วัดค่า ควบคุมอุปกรณ์ และ Raspberry Pi
๓		● ประมวลผลข้อมูลและเชื่อมต่อเครือข่ายแสดงผล ควบคู่กับองค์ประกอบชนิดต่าง ๆ ได้แก่ โมดูลเซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้า เซ็นเซอร์วัดความชื้นและอุณหภูมิดิน แผงควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ แหล่งจ่ายพลังงาน และระบบจัดเก็บข้อมูลอัตโนมัติแบบเรียลไทม์
๔		● ตวรจสอบความถูกต้องโดยเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ผลข้อมูลแบบมาตรฐานห้องปฏิบัติการ
๕		● พัฒนาโปรแกรมควบคุมเซ็นเซอร์และอินเทอร์เฟซการใช้งาน (GUI) ด้วยภาษา Python และ Arduino IDE ● เชื่อมโยงระบบกับฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลแบบต่อเนื่อง
๖		● นำระบบต้นแบบไปทดสอบในสภาวะควบคุมแบบระบบปิด
๗		● วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลจากระบบปรับเทียบกับผลวิเคราะห์มาตรฐานห้องปฏิบัติการด้วยสถิติเชิงเปรียบเทียบ ● ปรับปรุงฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ตามผลการทดสอบเบื้องต้น
๘		● ติดตั้งระบบและอุปกรณ์ที่ผ่านการปรับปรุงในพื้นที่ จังหวัดนครราชสีมา พื้นที่ดินที่มีผลกระทบจากเกลือมากที่สุด และมีข้อมูลการแพร่กระจายของคราบเกลือบนผิวดินต่างกัน ดำเนินการทดสอบในพื้นที่ ดังนี้ ▪ พื้นที่ดินเค็มจัด ค่าการนำไฟฟ้า มากกว่า ๑๖ dS/m ▪ พื้นที่ดินเค็มมาก ค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง ๘ - ๑๖ dS/m ▪ พื้นที่ดินเค็มปานกลาง ค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง ๔ – ๘ dS/m ▪ พื้นที่ดินเค็มน้อย ค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง ๒ - ๔ dS/m ▪ พื้นที่ควบคุม ค่าการนำไฟฟ้า น้อยกว่า ๒ dS/m เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงฐานในการเปรียบเทียบความเสถียรของระบบ
๙		● ขยายผลการติดตามค่าการนำไฟฟ้าโดยแพรตฟอร์มต้นแบบที่ผ่านการพัฒนาแล้วไปยังพื้นที่ที่มีผลกระทบจากเกลือใกล้เคียง ● ตรวจสอบสถานภาพและประสิทธิภาพอุปกรณ์เมื่อระยะเวลาผ่านไป
๑๐		● สรุปและประเมินประสิทธิภาพระบบด้านความแม่นยำ ความต่อเนื่องของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บอัตโนมัติในระบบฐานข้อมูล

ข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้น

ความเสี่ยงจากการคลาดเคลื่อนของข้อมูลเมื่อใช้เซนเซอร์ในสภาพแวดล้อมจริง การเกิดการสะสมเกลือรอบหัวเซ็นเซอร์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรควบคุมมีความเสี่ยงต่อการชำรุดเสียหายจากสภาวะอากาศที่รุนแรงเมื่อใช้งานต่อเนื่องในระยะยาว

แนวทางการแก้ไข

จัดทำการสอบเทียบและทำความสะอาดเซนเซอร์อย่างสม่ำเสมอตามรอบระยะเวลาที่กำหนด เพื่อรักษาความแม่นยำของข้อมูล และพิจารณาเลือกใช้เซนเซอร์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานและมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมสูง รวมถึงพัฒนาศักยภาพบุคลากรผ่านการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ภาคสนามให้มีความรู้ในการดูแลและบำรุงรักษาเบื้องต้น

๔. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๑. ยกระดับการบริหารจัดการดินเค็มเชิงรุกและมีความแม่นยำสูงเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ลดต้นทุนด้านการสำรวจ วิเคราะห์ และติดตามผลภาคสนาม

๒. เพิ่มประสิทธิภาพการฟื้นฟูและจัดการดินอย่างยั่งยืนผ่านการจัดทำฐานข้อมูลดิจิทัลเพื่อใช้ติดตามสถานการณ์และวางแผนการจัดการดินในระยะยาว

๓. องค์ความรู้ในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์และแพลตฟอร์มโอเพนซอร์สตรวจวัดและติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าและสมบัติดินอย่างต่อเนื่อง

๕. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

๑. ระบบและแพรตฟอร์มโอเพนซอร์สสามารถทำงานและส่งข้อมูลได้สำเร็จมากกว่า ร้อยละ ๘๐

๒. ค่าการนำไฟฟ้าที่วัดโดยอุปกรณ์เซนเซอร์อัตโนมัติ มีความคลาดเคลื่อนจากค่าที่วัดด้วยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการต่ำกว่า ร้อยละ ๑๕

ลงชื่อ.....อารีรัตน์ วังแก้ว.....

(นางสาวอารีรัตน์ วังแก้ว)

ผู้ขอประเมิน

วันที่ ๕ / พฤษภาคม / ๒๕๖๙