เค้าโครงผลงานที่จะส่งประเมิน ตำแหน่งประเภทวิชาการ ระดับผู้เชี่ยวชาญ

ของ นางจันจิรา แสงสีเหลือง

เพื่อประกอบการพิจารณาประเมินบุคคล ตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุ

(นักวิชาการเกษตรเชี่ยวชาญ)

ตำแหน่งเลขที่ ๕ สังกัด กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน

ลำดับที่ ๑

๑. เรื่อง ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเพื่อเร่งการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ เพื่อศึกษาเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังแบบผงละลายน้ำ

๒.๒ เพื่อศึกษาวิธีและอัตราการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินจำลองสภาพโรงเรือนกระจก

๒.๓ เพื่อศึกษาผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อสมบัติดิน การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สภาพแปลงทดลอง

๒.๔ เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

๓. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลา ตุลาคม ๒๕๖๔ – มีนาคม ๒๕๖๖

สถานที่ดำเนินการ ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์และโรงเรือนกระจก กองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน แปลงเกษตรกรปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ชุดดินนครปฐม จังหวัดกาญจนบุรี

๔. ความรู้ ความชำนาญงาน หรือความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

๔.๑ เทคนิคการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสจากตัวอย่างในอาหารเลี้ยงเชื้อ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสโดยการใช้ ๓,๕ dinitrosalicylic acid (DNS) reagent (Miller, ๑๙๗๒)

๔.๒ เทคนิคการสกัดเอนไซม์เซลลูเลสจากดิน เทคนิคการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสจากตัวอย่างดิน เทคนิคการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส ด้วยวิธีการของ Hope and Burn (๑๙๘๗) และการวัดกลูโคส ด้วยวิธี Nelson and Somogyi (Nelson, ๑๙๔๔)

๔.๓ ความเชี่ยวชาญด้านการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อรา ด้วยวิธี Microbiological method

๔.๔ ความเชี่ยวชาญด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผงแห้งด้วยวิธี freeze dried technology และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying)

๔.๕ ความรู้ด้านปฐพีวิทยา

๔.๖ ความรู้ด้านเกษตรศาสตร์

๔.๗ ความรู้ด้านการวางแผนวิจัยและการวิเคราะห์ทางสถิติ

๕. สรุปสาระสำคัญ ขั้นตอนการดำเนินการ และเป้าหมายของงาน

๕.๑ หลักการและเหตุผล

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ มีความต้องการสูงในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ เช่น โรงงานอาหารสัตว์ ธุรกิจฟาร์มเลี้ยงปศุสัตว์และสัตว์น้ำ และธุรกิจอาหารแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสัตว์และสัตว์น้ำเพื่อการบริโภค ทั้งภายในประเทศและการส่งออก นอกจากนี้ความต้องการของอาหารสัตว์ที่เพิ่มขึ้น ในปี ๒๕๖๓ ประเทศไทยมีมูลค่าตลาดอาหารสัตว์อยู่ที่ ๙,๐๐๐ ล้านเหรียญสหรัฐ และคาดการณ์ว่าจะขยายตัวเป็น ๑๒,๐๐๐ ล้านเหรียญสหรัฐ ในปี ๒๕๖๙ ซึ่งมีอัตราเติบโต ๔.๒ เปอร์เซ็นต์ (CAGR: Compound Annual Growth Rate) ทางภาครัฐและเอกชนมีการส่งเสริมให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูกเพื่อให้ผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการของตลาด โดยในปี ๒๕๖๔ ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกรวม ๗.๐๙ ล้านไร่ ผลผลิต ๔.๙๙ ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ๒๕๖๔) เมื่อเก็บเกี่ยวส่วนฝักไปใช้ประโยชน์ ส่วนที่เหลือ ได้แก่ ตอซังข้าวโพด (corn stover) เป็นเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่เป็นจำนวนมากที่เหลือทิ้งในไร่นา คิดสัดส่วนมวลชีวภาพของต้น ตอ และใบ เป็น ๑.๑๐ ตันต่อตันผลผลิต ซังและเปลือก ๐.๓๗ ตันต่อตันผลผลิต (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ๒๕๕๓) โดยมีเศษวัสดุต้น ตอ และใบ คิดเป็น ๕.๔๙ ล้านตัน ซังและเปลือก คิดเป็น ๑.๘๕ ล้านตัน ตามลำดับ มีการนำมาใช้ประโยชน์ผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และใช้เป็นพลังงานชีวมวล แต่ยังมีเศษวัสดุเหลืออีกมากที่ไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ส่วนใหญ่เกษตรกรจะปล่อยทิ้งไว้และเผาทิ้ง ซึ่งก่อให้เกิดควันจากการเผาไหม้ทำลายชั้นบรรยากาศของโลกและสุขภาพประชากรในชุมชนที่อาศัยในพื้นที่ ซึ่งกลายเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของปัญหาวิกฤติหมอกควันของประเทศทุกปีจากสถิติในอดีตถึงปัจจุบัน เขตพื้นที่หลักที่เกิดไฟป่าและสาเหตุของการเกิดไฟป่า ข้อมูลในปี พ.ศ. ๒๕๖๔ ในพื้นที่ ๙ จังหวัดภาคเหนือตอนบน ความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงมากอยู่ที่ ๒๗๒ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมควบคุมมลพิษ, ๒๕๖๔) ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและปัญหาดินเสื่อมโทรมอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นแนวทางการหมุนเวียนธาตุอาหารและเพิ่มอินทรียวัตถุในดินจากเศษซากพืชในพื้นที่เกษตรกรรม เป็นวิธีการจัดการด้านการปรับปรุงดินที่ไม่ต้องหาอินทรียวัตถุจากภายนอก เศษพืชเป็นแหล่งอินทรียวัตถุและธาตุอาหาร เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ดินได้เป็นอย่างดี แต่การใช้ประโยชน์เศษพืชด้วยวิธีการไถกลบเป็นการปฏิบัติที่ต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายของเศษพืชก่อนการปลูกในฤดูต่อไป ในปัจจุบันกรมพัฒนาที่ดินมีคำแนะนำการไถกลบตอซังข้าวร่วมกับการใช้น้ำหมักชีวภาพที่ผลิตจากสารเร่งซุปเปอร์ พด.๒ โดยใช้เวลาในการหมักตอซัง ๑๐ - ๑๕ วัน อย่างไรก็ตามเกษตรในหลายพื้นที่อาจยังไม่ได้ปฏิบัติ เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลาย และจะต้องมีความชื้นในดินสูง อีกทั้งตอซังข้าวโพดมีปริมาณเยื่อใยสูง ๗๙ - ๘๙ เปอร์เซ็นต์ แต่มีปริมาณโปรตีนต่ำ ๒.๓ - ๓ เปอร์เซ็นต์ มีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N) เท่ากับ ๖๒ ไนโตรเจน ๐.๕๓ เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส ๐.๑๕ เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม ๒.๒๑ เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ หากเผาตอซังทิ้งไปเหลือเป็นขี้เถ้านั้น ไนโตรเจนจะถูกทำลายไปกว่า ๙๐ เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส ๒๐ เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม ๒๓ เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, ๒๕๕๑) ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพที่จะทำให้เกิดการย่อยสลายที่เร็วขึ้นและสามารถใช้ในพื้นที่มีปัจจัยด้านความชื้นของดินแตกต่างกัน อีกทั้งเป็นวิธีการจัดการที่มีต้นทุนต่ำเพื่อหมุนเวียนธาตุอาหารเศษซากพืชกลับมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งอินทรียวัตถุ แหล่งธาตุอาหารของพืช แหล่งอาหารให้กับสิ่งมีชีวิตในดิน และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ทำหน้าที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ ให้เป็นธาตุอาหารเกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารกลับมาใช้ใหม่ โดยองค์ประกอบของตอซังพืชมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลส ซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่ประกอบด้วยกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะบีต้า- ๑,๔ ไกลโคซิดิค (สุทธิดา และ ผกามาส, ๒๕๕๘) องค์ประกอบดังกล่าวจะสามารถย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ผลิต

เอนไซม์เซลลูเลส ตัวอย่างจุลินทรีย์ เช่น เชื้อรา *Corynascus* sp. เป็นราที่มีประสิทธิภาพผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้สูง และเป็นเชื้อราที่ทนต่ออุณหภูมิสูงในกระบวนการหมักได้เป็นอย่างดี สามารถใช้ประโยชน์พัฒนาเป็นผลิตเอนไซม์เซลลูเลสเชิงอุตสาหกรรม (Brink *et al.,* ๒๐๑๑) อีกทั้งกิจกรรมเซลลูเลสสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้เริ่มแรกของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน การย่อยสลายเซลลูโลสในดินโดยจุลินทรีย์ช่วยปรับปรุงคุณภาพดิน และระบบนิเวศทางการเกษตรได้

ดังนั้นการวิจัยพัฒนาเชื้อราที่มีประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลส การศึกษาวิธีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพรูปแบบผงละลายน้ำ ศึกษาอัตราวิธีการใช้ประโยชน์ และทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังข้าวโพดในสภาพแปลงต่อการย่อยสลาย สมบัติทางเคมีดิน การเจริญเติบโต ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จะเป็นข้อมูลที่สำคัญ และเป็นต้นแบบแนวทางการจัดการวัสดุเหลือใช้ในไร่นาด้วยเทคโนโลยีชีวภาพได้อย่างเหมาะสม หมุนเวียนเศษซากพืชกลับมาใช้ประโยชน์เพื่อฟื้นฟูคุณภาพดิน ลดปัญหาดินเสื่อมโทรม เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และรักษาทรัพยากรดินทางการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

๕.๒ วิธีการดำเนินการ

๕.๒.๑ ศึกษาชนิดวัสดุเลี้ยงเชื้อราชนิดแข็งที่มีประสิทธิภาพการเพิ่มปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส

๑) เตรียมต้นตอเชื้อราสายพันธุ์ *Corynascus* sp. (๒๓) มีประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้สูง และทนต่ออุณหภูมิสูงที่ ๔๕ องศาเซลเซียส ในกระบวนการย่อยสลารได้ดี เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง PDA ใช้เป็นต้นตอเชื้อ

๒) ศึกษาวัสดุเลี้ยงเชื้อราชนิดแข็งที่มีประสิทธิภาพการเพิ่มปริมาณเชื้อราและเอนไซม์เซลลูเลส คัดเลือกวัสดุเลี้ยงเชื้อราใช้เป็นแหล่งอาหาร ๓ ชนิด ได้แก่ ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และข้าวเสาไห้

๕.๒.๒ การศึกษาชนิดของวัสดุรองรับเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพแบบผงแห้งละลายน้ำ

ศึกษาวัสดุรองรับ ๕ ชนิด เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวัสดุรองรับในการรักษาสภาพเซลล์เชื้อราและเอนไซม์เซลลูเลส ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบผงละลายน้ำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย ๕ ตำรับการทดลอง จำนวน ๔ ซ้ำ ดังนี้

ตำรับการทดลองที่ ๑ สาร Maltodextrin (MD) ๑๐% (w/v)

ตำรับการทดลองที่ ๒ สาร Lactose (LT) ๑๐% (w/v)

ตำรับการทดลองที่ ๓ สาร Skim milk (SM) ๑๐% (w/v)

ตำรับการทดลองที่ ๔ สาร Trehalose (TH) ๑๐% (w/v)

ตำรับการทดลองที่ ๕ สาร Polyvinylpyrrolidone (PVP) ๑๐% (w/v)

๑) ขั้นตอนการเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์

๑.๑) เตรียมละลายสารชักนำ ประกอบด้วย สาร cellobiose ๑๐๐ มิลลิกรัม (ความเข้มข้น ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร) และสาร lactose ๑๐๐ กรัม (๑๐ %) ในน้ำ ๑ ลิตร ผสมให้เข้ากัน

๑.๒) เตรียมข้าวเสาไห้ใช้เป็นแหล่งอาหารเชื้อราแต่ละชนิด ๔๐ กรัม ใส่ในฟลาสก์ขนาด ๕๐๐ มิลลิลิตร ใส่สารละลายในข้อ ๑.๑) ปริมาตร ๔๐ มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ ๑๒๑ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๑ ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น

๑.๓) นำต้นตอเชื้อสายพันธุ์ *Corynascus* sp. (๒๓) ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง PDA ตัดเชื้อโดยใช้ cork borer เบอร์ ๓ จำนวน ๒ ชิ้น มาใส่ในฟลาสก์ข้อ ๑.๒) บ่มที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส จากนั้นเกลี่ยตัวอย่างทุกเวลา ๒๔ ชั่วโมง เป็นระยะเวลา ๗ วัน เชื้อราเจริญทั่วอาหาร

๑.๔) การเตรียมหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส นำเชื้อในข้อ ๑.๓) มาละลายเชื้อออกจากวัสดุด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร ๑๐๐ มิลลิลิตรต่อฟลาสก์ กรองด้วยตะแกรงเพื่อแยกเศษข้าวออกจะได้สารแขวนลอยของเชื้อผสมเอนไซม์ นำไปใช้ในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อไป

๑.๕) การเตรียมเอนไซม์เซลลูเลส นำเชื้อในข้อ ๑.๓) มาละลายเชื้อออกจากวัสดุด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ ปริมาตร ๑๐๐ มิลลิลิตรต่อฟลาสก์ กรองด้วยตะแกรงเพื่อแยกเศษข้าว ออกจะได้สารแขวนลอย จากนั้นนำสารแขวนลอยกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. ๑ จะได้สารแขวนลอยเอนไซม์อย่างหยาบนำไปใช้ในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อไป

๑.๖) การผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพแบบผงแห้ง

๑.๖.๑) การเตรียมผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง นำสารละลายแขวนลอยของเชื้อรา ปริมาตร ๑๐๐ มิลลิลิตร ใส่ในขวดก้นกลมขนาด ๕๐๐ มิลลิลิตร มาผสมกับสารตามตำรับการทดลอง ปริมาตร ๑๐ กรัม ให้ได้ความเข้มข้นสุดท้าย ๑๐% (w/v) จากนั้นนำเข้าตู้เย็นทำให้แข็ง (pre - freeze) ที่อุณหภูมิ - ๘๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๒๔ ชั่วโมง นำมาทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze drying) ที่ความเย็นอุณหภูมิ - ๕๐ องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา ๒๗ ชั่วโมง นำมาบดเป็นผงแล้วบรรจุซองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

๑.๖.๒) การเตรียมผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง นำสารละลายแขวนลอยของเชื้อรา ปริมาตร ๑๐๐ มิลลิลิตร ใส่ในขวดก้นกลมขนาด ๕๐๐ มิลลิลิตร มาผสมกับสารตามตำรับการทดลอง ปริมาตร ๑๐ กรัม ให้ได้ความเข้มข้นสุดท้าย ๑๐% (w/v) จากนั้นนำเข้าตู้เย็นทำให้แข็ง (pre - freeze) ที่อุณหภูมิ - ๘๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๒๔ ชั่วโมง นำมาทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze drying) ที่ความเย็นอุณหภูมิ - ๕๐ องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา ๒๗ ชั่วโมง นำมาบดเป็นผงแล้วบรรจุซองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

๒) การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ตัวอย่าง

๒.๑) การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ด้วยวิธี Microbiological method ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ โดยวิธี dilution plate count บนอาหาร Martin’s streptomycin medium (MA) เก็บข้อมูลภายหลังบรรจุซองเก็บรักษาที่ ๑๕ วัน ๓๐ วัน และทุก ๑ เดือน จนครบ ๕ เดือน

๒.๒) การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์เซลลูเลส โดยบ่มเอนไซม์ปริมาตร ๑๐๐ ไมโครลิตรกับ ๑%CMC ใน ๕๐ mM citrate buffer (pH ๔.๘) ปริมาตร ๑๐๐ ไมโครลิตร ที่อุณหภูมิ ๓๗ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓๐นาที จากนั้นวัดการทำงานของเอนไซม์จากปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นโดยเติม dinitrosalicylic acid (DNS) reagent ปริมาตร ๔๐๐ ไมโครลิตรแล้วต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา ๑๕ นาที จากนั้นเติม ๔๐% sodiumpotassium tartate ปริมาตร ๒๐๐ ไมโครลิตรนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น ๕๗๕ นาโนเมตร (Miller, ๑๙๕๙) โดยวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสโดยการใช้ ๓,๕ dinitrosalicylic acid (DNS) reagent (Miller, ๑๙๗๒) และเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกลูโคส นำไปตรวจวัดค่า OD ด้วย spectrophometer ที่ความยาวคลื่น ๕๔๐ นาโนเมตร ข้อมูลภายหลังบรรจุซองเก็บรักษาที่ ๑๕ วัน ๓๐ วัน และทุก ๑ เดือน จนครบ ๕ เดือน

๕.๒.๓ การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ชีวภาพชนิดและอัตราต่าง ๆ ต่อการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินจำลอง สภาพโรงเรือนกระจก

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย ๘ ตำรับการทดลอง จำนวน ๓ ซ้ำ ดังนี้

ตำรับการทดลองที่ ๑ ควบคุม

ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ อัตราแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน ๕ ลิตรต่อไร่

ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่

ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่

ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่

ตำรับการทดลองที่ ๖ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส ๒๕ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่

ตำรับการทดลองที่ ๗ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส ๕๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่

ตำรับการทดลองที่ ๘ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่

๑) ขั้นตอนการดำเนินงาน

๑.๑) การเก็บตัวอย่างดินและการเตรียมดิน

เก็บตัวอย่างดินจากในพื้นที่แปลงทดสอบ ชุดดินนครปฐม ที่ระดับความลึก ๐ – ๑๕ เซนติเมตร ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม และบดร่อนผ่านตะแกรงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕ มิลลิเมตร ชั่งตัวอย่างดินใส่ถุงพลาสติกถุงละ ๔ กิโลกรัม นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ ๑๒๑ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๑ ชั่วโมง จากนั้นนำบรรจุใส่กระถางทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๒ นิ้ว

๑.๒) การเตรียมตัวอย่างตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

นำตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ ส่วนของใบและลำต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตัดให้มีความยาว ๕ เซนติเมตร ชั่งตัวอย่างพืชใส่ถุงพลาสติกถุงละ ๑๐ กรัม นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ ๑๒๑ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๑ ชั่วโมง จากนั้นนำบรรจุใส่กระถางทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๒ นิ้ว ที่มีตัวอย่างบรรจุอยู่ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน

๑.๓) การใส่ปัจจัยทดลองในแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับการทดลองที่ ๑ ควบคุม ดินผสมตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่ใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ ปรับความชื้นในดินที่ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ

ตำรับการทดลองที่ ๒ ดินผสมตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใส่น้ำหมักชีวภาพจากเศษปลา อัตรา ๕ ลิตรต่อไร่ (กรมพัฒนาที่ดิน) ปรับความชื้นในดินที่ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ

ตำรับการทดลองที่ ๓ ดินผสมตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ปรับความชื้นในดินที่ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ

ตำรับการทดลองที่ ๔ ดินผสมตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ปรับความชื้นในดินที่ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ

ตำรับการทดลองที่ ๕ ดินผสมตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ปรับความชื้นในดินที่ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ

ตำรับการทดลองที่ ๖ ดินผสมตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส ๒๕ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ปรับความชื้นในดินที่ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ

ตำรับการทดลองที่ ๗ ดินผสมตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส ๕๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ปรับความชื้นในดินที่ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ

ตำรับการทดลองที่ ๘ ดินผสมตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ปรับความชื้นในดินที่ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ด้วยน้ำนึ่งฆ่าเชื้อ

๒) การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ตัวอย่าง

๒.๑) การเก็บตัวอย่างดินจากในพื้นที่แปลงทดสอบ ที่ระดับความลึก ๐ – ๑๕ เซนติเมตร ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นบดละเอียดและผสมคลุกเคล้าดินให้มีความสม่ำเสมอ นำดินส่วนหนึ่งมาร่อนผ่านตะแกรง ๒ มิลลิเมตร วิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

๒.๒) การเก็บตัวอย่างดินจากกระถางภายหลังการหมักดินที่ ๑๐ วัน ๒๐ วัน ๓๐ วัน ๔๐ วัน และ ๕๐ วัน นำดินในกระถาง ๒๐๐ กรัม ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นบดละเอียดและผสมคลุกเคล้าดินให้มีความสม่ำเสมอ นำดินมาร่อนผ่านตะแกรง ๒ มิลลิเมตร วิเคราะห์สมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

๒.๓) การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ การเก็บตัวอย่างดินจากกระถางภายหลังการหมักดินที่ ๑๐ วัน ๒๐ วัน ๓๐ วัน ๔๐ วัน และ ๕๐ วัน ด้วยวิธี Microbiological method ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ โดยวิธี dilution plate count บนอาหาร Martin’s streptomycin medium (MA)

๒.๔) การวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส เก็บตัวอย่างดินแบบสุ่มจากกระถางที่ระดับความลึก ๐ - ๑๕ เซนติเมตร ๒๐๐ กรัม ใส่ถุงพลาสติก เก็บที่อุณหภูมิ ๔ องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างดินหลังจากใส่ปัจจัยทดลอง ๑๐ วัน ๒๐ วัน ๓๐ วัน ๔๐ วัน และ ๕๐ วัน ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสด้วยวิธีการของ Hope and Burn (๑๙๘๗) และวัดกลูโคสด้วยวิธี Nelson and Somogyi (Nelson, ๑๙๔๔)

๒.๕) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan’s New Multiple Range Test

๕.๒.๔ ศึกษาผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลงทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประกอบด้วย ๕ ตำรับการทดลอง จำนวน ๔ ซ้ำ ดังนี้

ตำรับการทดลองที่ ๑ ควบคุม

ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ อัตราแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน ๕ ลิตรต่อไร่

ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่

ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่

ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพสารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ อัตรา ๑ ซองต่อไร่

หมายเหตุ : ทุกตำรับการทดลอง ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตราปุ๋ยเคมีที่ใส่คำนวณจากปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากค่าวิเคราะห์ดิน (กรมวิชาการเกษตร, ๒๕๔๘)

๑) ขั้นตอนการดำเนินงาน

๑.๑) ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร พื้นที่แปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ชุดดินนครปฐม ตำบลท่ามะขาม อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี

๑.๒) การเตรียมแปลง

เตรียมแปลงทดลองขนาด ๕ x ๗ เมตร จำนวนทั้งหมด ๒๐ แปลง พื้นที่เก็บข้อมูลขนาด ๓ x ๕ เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง ๑.๕ เมตร โดยในแต่ละแปลงย่อยมีจำนวนร่อง ๕ แถว ห่างกันแถวละ ๐.๗๕ เมตร เว้นพื้นที่ขอบแปลงเป็นแนวแถวป้องกันไม่เก็บข้อมูล

๑.๓) การวางแปลงทดลองตามผังแปลง ดังนี้

T1	T4	T3	T5
T3	T2	T1	T4
T5	T1	T5	T2
T2	T3	T4	T1
T4	T5	T2	T3
Block 1	Block 2	Block 3	Block 4

๒) การศึกษาประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ชีวภาพต่อการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลงทดลอง

๒.๑) นำตอซังข้าวโพด ได้แก่ ส่วนของใบและลำต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตัดให้มีความยาว ๕ เซนติเมตร ชั่งตัวอย่างพืช ๒๐ กรัม บรรจุใส่ถุงตาข่ายไนลอนขนาด ๑๕ X ๒๐ เซนติเมตร ขุดหลุมลึก ๑๕ เซนติเมตร แล้ววางถุงตัวอย่างจำนวน ๖ ถุงต่อแปลงย่อย ฉีดพ่นปัจจัยการทดลองของแต่ละตำรับการทดลอง แล้วฝังกลบถุงตัวอย่างให้มิด และเก็บถุงตาข่ายไนลอนหลังฝังกลบที่ ๑๐ วัน ๒๐ วัน ๓๐ วัน ๔๐ วัน ๕๐ วัน และ ๖๐ วัน นำซากพืชที่เหลือในแต่ละช่วงเวลาอบที่อุณหภูมิ ๘๕ องศาเซลเซียส เพื่อไล่ความชื้นจนน้ำหนักคงที่ และชั่งน้ำหนักแห้ง

๒.๒) เก็บข้อมูลน้ำหนักส่วนที่หายไปจะเป็นปริมาณการสลายตัวของซากพืชแต่ละช่วงเวลา คิดเป็นร้อยละ โดยคำนวณจากน้ำหนักแห้งของซากพืชแต่ละถุงเมื่อเริ่มวางทิ้งไว้ ลบด้วยน้ำหนักแห้งของซากพืชแต่ละถุงที่เก็บในแต่ละช่วงเวลา หารด้วยน้ำหนักซากพืชแต่ละถุงเมื่อเริ่มวางทิ้งไว้ คูณด้วย ๑๐๐ และส่วนค่าคงที่ของการย่อยสลาย (k) คำนวณได้จากสมการ Olsen (๑๙๖๓) เพื่อทำนายอัตราการสลายตัวของซากอินทรีย์จากข้อมูลซากพืชอินทรีย์ที่เหลือ (litter weight remaining) ในแต่ละช่วงเวลามีดังนี้

แบบจำลอง first order kinetic ;

$$Wt = W_{๐} e^{-kt}$$

เมื่อ $W_{๐}$ คือ น้ำหนักแห้งเมื่อเริ่มต้น

Wt คือ น้ำหนักแห้งซากอินทรีย์ที่เหลือในแต่ละเวลา (t)

t คือ เวลาที่ใช้ในการสลาย

k คือ อัตราการสลายตัวของซากอินทรีย์ตลอดช่วงที่ใส่ในดิน ๖๐ วัน

และนอกจากนี้ได้ทำการสร้างแบบจำลอง แบ่งการสลายตัวเป็นสองช่วงตามองค์ประกอบทางเคมีของสารอินทรีย์ที่สลายตัวเร็วและช้า เรียกว่า double pool model เพื่ออธิบายผลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น คือ

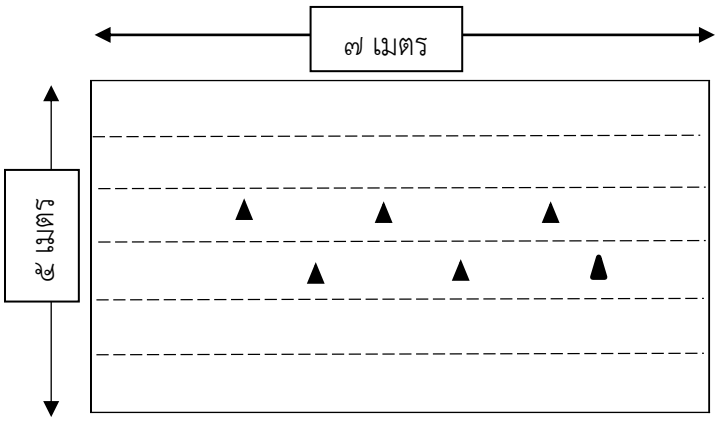
$$W = C_{๑} (๑- e^{-k_{๑} t}) + C_{๒} (๑- e^{-k_{๒} t})$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักแห้งซากทั้งหมด

t คือ เวลาของการสลายตัว

$C_{๑}$ และ $C_{๒}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำหนักช่วงแรกและช่วงหลังของการสลายตัวตามลำดับ

$k_{๑}$ และ $k_{๒}$ คือ อัตราการสลายตัวช่วงแรกและช่วงหลังของการสลายตัวตามลำดับ



ภาพที่ ๑ แผนผังจุดการฝังกลบถุงตาข่ายไนลอน ▲ หมายถึงจุดฝังกลบ

๓) การใส่ปัจจัยการผลิต และการดูแลรักษาหลังจากปลูก

ตำรับการทดลองที่ ๑ ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วย ปริมาณไนโตรเจน ๑๐ กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณฟอสฟอรัส ๕ กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณโพแทสเซียม ๕ กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ ๒ ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ ๑ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ๔๖ – ๐ – ๐ อัตรา ๙ กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ๑๘ – ๔๖ – ๐ อัตรา ๑๐.๙๐ กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ๐ – ๐ – ๖๐ อัตรา ๘.๓๐ กิโลกรัมต่อไร่ รองก้นหลุมก่อนปลูก ครั้งที่ ๒ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร ๔๖ – ๐ – ๐ อัตรา ๙ กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีอายุ ๓๐ วันหลังปลูก

ตำรับการทดลองที่ ๒

- ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่วิธีการเดียวกันกับตำรับการทดลองที่ ๑
- การใส่น้ำหมักชีวภาพจากปลา อัตราแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน อัตรา ๕ ลิตรต่อไร่ ฉีดพ่นบนตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อนการสับกลบตอซัง

ตำรับการทดลองที่ ๓

- การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่วิธีการเดียวกันกับตำรับการทดลองที่ ๑
- การใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส แบบผงแห้งละลายน้ำ อัตรา ๑๐๐ กรัม ละลายในน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ฉีดพ่นบนตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อนการสับกลบตอซัง

ตำรับการทดลองที่ ๔

- การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่วิธีการเดียวกันกับตำรับการทดลองที่ ๑
- การใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส แบบผงแห้งละลายน้ำ อัตรา ๑๐๐ กรัม ละลายในน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ฉีดพ่นบนตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อนการสับกลบตอซัง

ตำรับการทดลองที่ ๕

- การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน ใส่วิธีการเดียวกันกับตำรับการทดลองที่ ๑
- การใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพสารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ อัตรา ๑ ซอง ละลายในน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ฉีดพ่นบนตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อนการสับกลบตอซัง

๔) การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการปลูกภายหลังการย่อยสลายซากพืช ๒๐ วัน หยอดเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยการหยอดเมล็ดด้วยเครื่องกระทุ้ง (Jab seeder) ที่ข้างร่อง ซึ่งแต่ละหลุมห่างกัน ๒๕ เซนติเมตร หยอดเมล็ดหลุมละ ๒ - ๓ เมล็ด เมื่อข้าวโพดอายุได้ ๑ สัปดาห์ จึงถอนแยกให้เหลือ ๑ ต้นต่อหลุม

๕) การเก็บข้อมูล

๕.๑) การเก็บตัวอย่างดิน การเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก ๐ – ๑๕ เซนติเมตร โดยสุ่ม ๑๕ จุด และนำมาผสมกันเพื่อส่งวิเคราะห์ และทำการเก็บตัวอย่างดินหลังการเก็บผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก ๐ – ๑๕ เซนติเมตร จำนวน ๓ จุดต่อแปลง และรวมตัวอย่างเป็น ๑ ตัวอย่าง นำดินที่เก็บมาจากแปลงทดลอง ไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นบดให้ละเอียดและผสมคลุกเคล้าดินให้สม่ำเสมอ นำดินส่วนที่หนึ่งมาร่อนผ่านตะแกรง ๒ มิลลิเมตร วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน

๕.๒) การเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตพืช

๕.๒.๑) ความสูงของต้นข้าวโพด เมื่อข้าวโพดอายุ ๓๐ วัน และ ๖๐ วัน โดยวัดจากข้อแรกที่อยู่ติดกับส่วนบนสุดของรากจนถึงส่วนที่เป็นฐานของใบที่อ่อนที่สุด เก็บข้อมูลจำนวน ๑๐ ต้นต่อแปลงย่อยแล้วคำนวณค่าความสูงเฉลี่ย

๕.๒.๒) ค่าความเขียวของใบข้าวโพด เมื่อข้าวโพดอายุ ๓๐ วัน และ ๖๐วัน โดยวัดจากใบที่ ๓ โดยนับจากใบธง ในตำแหน่งปลายใบ กลางใบ และโคนใบ เก็บข้อมูลจำนวน ๑๐ ต้นต่อแปลงย่อยแล้วคำนวณค่าความเขียวใบเฉลี่ย

๕.๒.๓) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด ตัดต้นข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวโดยตัดต้นข้าวโพดตรงบริเวณโคนต้นติดกับส่วนบนของราก แยกใส่ซองกระดาษที่สะอาดนำมาชั่งน้ำหนักสดแล้วนำเข้าเครื่องอบที่อุณหภูมิ ๗๐ องศาเซลเซียสเป็นเวลา ๒ วัน เพื่อหามวลชีวภาพของต้นข้าวโพด

๕.๒.๔) น้ำหนักเมล็ดความชื้น ๑๔ เปอร์เซ็นต์

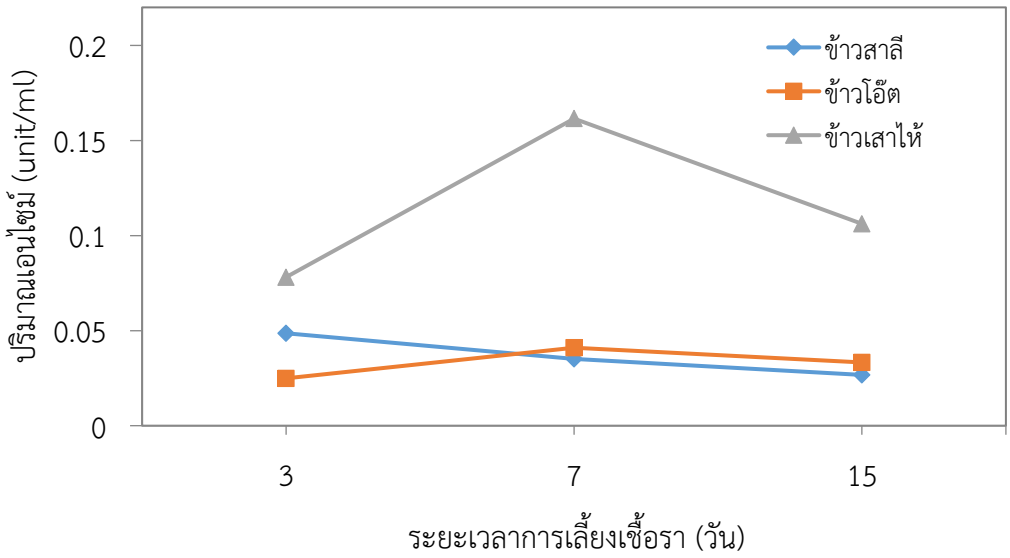
๖) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี least significant difference test (LSD Test)

๕.๓ ผลการทดลองและวิจารณ์

๕.๓.๑ การศึกษาชนิดวัสดุเลี้ยงเชื้อราชนิดแข็งที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส

จากผลการศึกษาชนิดวัสดุเลี้ยงเชื้อราชนิดแข็งที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสจากวัสดุเลี้ยงเชื้อราชนิดแข็งที่ใช้เป็นแหล่งอาหาร ๓ ชนิด ได้แก่ ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และข้าวเสาไห้ ผลการทดลอง พบว่า ผลการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส จากการศึกษาชนิดวัสดุเลี้ยงเชื้อราชนิดแข็งใช้เป็นแหล่งอาหาร ๓ ชนิด ได้แก่ ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และข้าวเสาไห้ พบว่า การใช้ข้าวเสาไห้เป็นแหล่งอาหารสำหรับการเลี้ยงเชื้อราสายพันธุ์ *Corynascus* sp. (๒๓) ส่งเสริมการเจริญเติบโต และมีประสิทธิภาพการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสสูงสุดที่ ๗ วัน มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสสูงสุดเท่ากับ ๐.๑๖๑ ยูนิตต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ ข้าวโอ๊ต และข้าวสาลี ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสเท่ากับ ๐.๐๔๑ และ ๐.๐๓๕ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ ๒)

จากผลการศึกษาชนิดวัสดุเลี้ยงเชื้อราชนิดแข็งที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณเชื้อรา และมีประสิทธิภาพส่งเสริมการผลิตเอนไซม์เซลลูเลส โดยวัสดุที่เหมาะสมในการใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับการเลี้ยงเชื้อราสายพันธุ์ Corynascus sp. (๒๓) คือ ข้าวเสาไห้ เป็นแหล่งอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อ และใส่สารชักนำ ประกอบด้วย สาร cellobiose ๑๐๐ มิลลิกรัม (ความเข้มข้น ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร) และสาร lactose ๑๐๐ กรัม (๑๐ %) ในน้ำ ๑ ลิตร เลี้ยงเชื้อราที่ระยะเวลา ๗ วัน เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการนำไปผลิตหัวจุลินทรีย์ และผลิตเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อไป



ภาพที่ ๒ ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสที่เชื้อ *Corynascus* sp. (๒๓) ผลิตได้จากการใช้แหล่งอาหารจากข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และข้าวเสาไห้

๕.๓.๒ การศึกษาชนิดของวัสดุรองรับในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพแบบผงละลายน้ำ

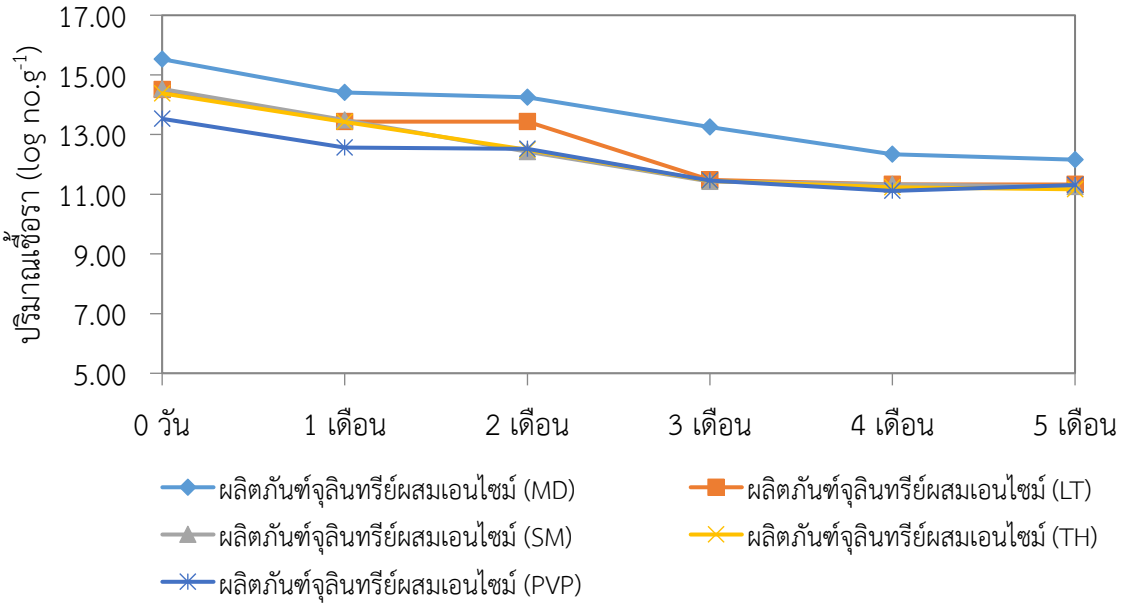
จากการนำวัสดุรองรับ ๕ ชนิด ได้แก่ สาร maltodextrin สาร lactose สาร skim milk สาร trehalose และสาร polyvinylpyrrolidone เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวัสดุรองรับในการเก็บรักษาสภาพจุลินทรีย์และเอนไซม์เซลลูเลส ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบผงละลายน้ำ และดำเนินการเก็บ

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน เพื่อผลวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ และกิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส ได้ผลการทดลอง ดังนี้

๑) ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงละลายน้ำ

๑.๑) ปริมาณเชื้อราผลิตเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุรับรองชนิดต่างๆ

จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อราผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุรับรอง ๕ ชนิด มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๑ สาร maltodextrin เป็นวัสดุรองรับเชื้อรา มีปริมาณเชื้อราในผลิตภัณฑ์สูงสุด ๑๕.๕๓ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเชื้อ ๑๒.๑๖ log no. ต่อกรัม รองมาลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ ๒ สาร lactose มีปริมาณเชื้อราในผลิตภัณฑ์ ๑๔.๕๐ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเชื้อ ๑๑.๓๓ log no. ต่อกรัม ตำรับการทดลองที่ ๓ สาร skim milk เป็นวัสดุรองรับเชื้อรา มีปริมาณเชื้อราในผลิตภัณฑ์ ๑๔.๕๓ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเชื้อ ๑๑.๒๖ log no. ต่อกรัม ตำรับการทดลองที่ ๔ สาร trehalose เป็นวัสดุรองรับเชื้อรา มีปริมาณเชื้อราในผลิตภัณฑ์ ๑๔.๓๘ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเชื้อ ๑๑.๑๗ log no. ต่อกรัม และตำรับการทดลองที่ ๕ สาร polyvinylpyrrolidone เป็นวัสดุรองรับเชื้อรา มีปริมาณเชื้อราในผลิตภัณฑ์ ๑๓.๕๓ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเชื้อ ๑๑.๓๑ log no. ต่อกรัม (ภาพที่ ๓) ปริมาณเชื้อรามีปริมาณอยู่ในระดับสูงภายหลังการเก็บรักษา ๕ เดือน ปริมาณเชื้อราค่อนข้างคงที่อยู่ในระดับสูง

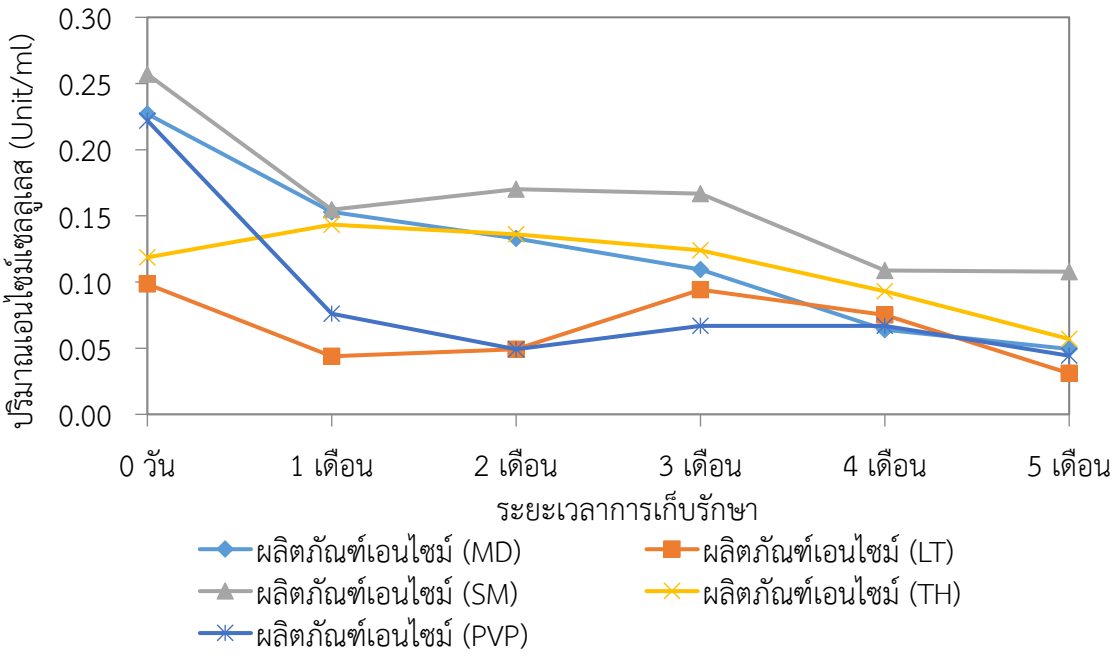


ภาพที่ ๓ ปริมาณเชื้อราในผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสที่ใช้วัสดุรับรองชนิดต่างๆ ตามช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา

๑.๒) ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุรับรองชนิดต่างๆ

จากการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุรับรอง ๕ ชนิด เป็นวัสดุรองรับ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๑ สาร maltodextrin เป็นวัสดุรองรับเชื้อราและ

เอนไซม์เซลลูเลส มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์สูงสุดในช่วง ๑๕ วัน ถึง ๑ เดือน มีค่า ๐.๒๖๔ และ ๐.๒๑๑ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่อายุการเก็บรักษาที่ ๒ - ๕ เดือน มีแนวโน้มการลดลงของเอนไซม์เซลลูเลส โดยเมื่อเก็บรักษานาน ๕ เดือน ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ ๐.๑๑๕ ยูนิตต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ ๔ สาร trehalose มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ในช่วง ๑๕ วัน ถึง ๑ เดือน มีค่าระหว่าง ๐.๒๔๓ และ ๐.๒๖๓ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ ๐.๑๒๕ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ตำรับการทดลองที่ ๓ สาร skim milk มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ในช่วง ๑๕ วัน ถึง ๑ เดือน มีค่าระหว่าง ๐.๒๒๒ และ ๐.๒๑๕ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ ๐.๐๘๙ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ตำรับการทดลองที่ ๕ สาร polyvinylpyrrolidone มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ในช่วง ๑๕ วัน ถึง ๑ เดือน มีค่า ๐.๒๔๘ และ ๐.๑๑๗ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ ๐.๐๘๗ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ขณะที่ตำรับการทดลองที่ ๒ สาร lactose มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ต่ำสุดในช่วง ๑๕ วัน ถึง ๑ เดือน มีค่า ๐.๑๒๖ และ ๐.๑๒๖ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ ๐.๐๘๑ ยูนิตต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ ๔)

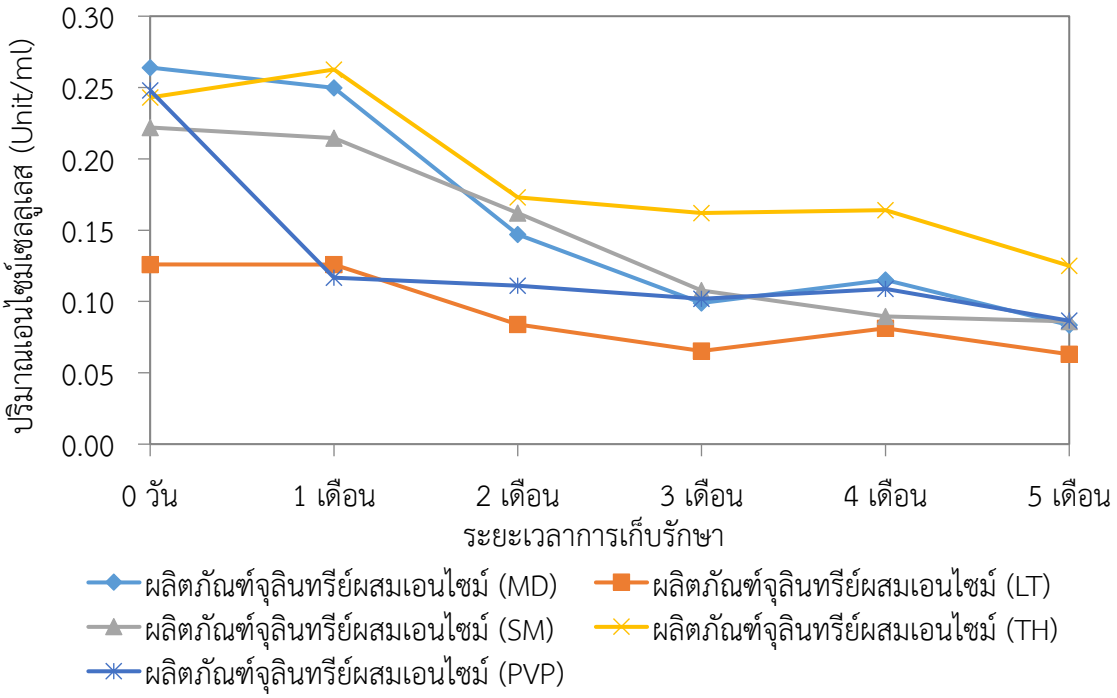


ภาพที่ ๔ ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลสที่ใช้วัสดุรับรองชนิดต่างๆ ตามช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา

๒) ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลสแบบผงละลายน้ำ

จากการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัสดุรับรอง ๕ ชนิด เป็นวัสดุรองรับ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๑ สาร maltodextrin เป็นวัสดุรองรับเอนไซม์เซลลูเลส มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์สูงสุด มีค่า ๐.๒๕๙ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่อายุการเก็บรักษา ๑ เดือน ลดลงเหลือ ๐.๑๒๖ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่อายุการเก็บรักษาที่ ๒ - ๕ เดือน มีแนวโน้มปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสค่อนข้างคงที่ที่อายุการเก็บรักษานาน ๕ เดือน ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ ๐.๑๓๓ ยูนิตต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ ๓ สาร skim milk มีปริมาณเอนไซม์เซลลู

เลสในผลิตภัณฑ์ ๐.๒๔๗ ยูนิตต่อมิลลิลิตร อายุการเก็บรักษา ๑ เดือน ลดลงเหลือ ๐.๑๕๕ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ ๐.๑๐๙ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ขณะที่ตำรับการทดลองที่ ๕ สาร polyvinylpyrrolidone ตำรับการทดลองที่ ๔ สาร trehalose และตำรับการทดลองที่ ๒ สาร lactose มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์มีค่าระหว่าง ๐.๑๑๙ - ๐.๑๕๖ ยูนิตต่อมิลลิลิตร ลดลงที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๑ เดือน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา ๕ เดือน มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์มีค่าระหว่าง ๐.๐๗๕ - ๐.๑๒๘ ยูนิตต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ ๕)



ภาพที่ ๕ ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลสที่ใช้วัสดุรับรองชนิดต่างๆ ตามช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา

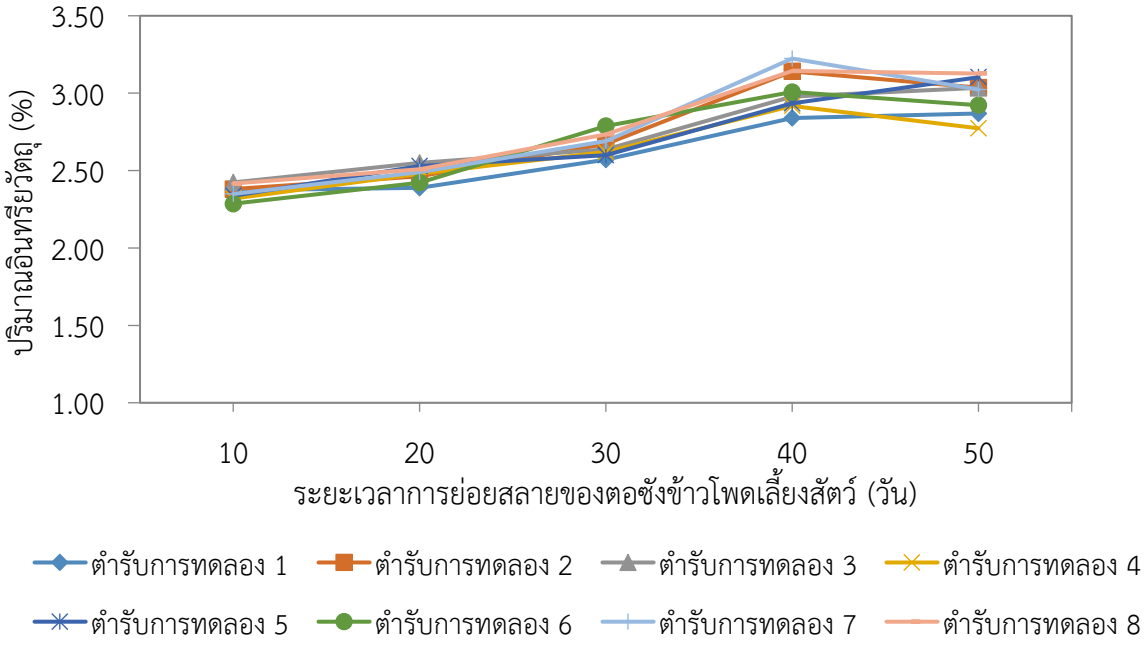
๕.๓.๓ ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ชีวภาพชนิดและอัตราต่าง ๆ ต่อการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในโรงเรือนกระจก

๑) การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุของดินจำลองในกระถาง

จากการเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองจากแปลงทดลองที่ระดับความลึก ๐ – ๑๕ เซนติเมตร นำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน ทำการวิเคราะห์สมบัติของดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ๘.๖๐ ดินเป็นด่างจัด ปริมาณอินทรียวัตถุ ๒.๒๙ เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ๑๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ๑๒๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง

จากการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรียวัตถุในดินจำลองที่มีการใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพชนิดและอัตราต่าง ๆ ต่อการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สภาพโรงเรือนกระจก เก็บตัวอย่างดินทุก ๑๐ วัน เป็นระยะเวลา ๕๐ วัน พบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินในแต่ละช่วงระยะเวลาการย่อยสลายมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย ๑๐ วัน มีค่าระหว่าง ๒.๒๙ – ๒.๔๒ เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย ๒๐ วัน มีค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น มีค่า

ระหว่าง ๒.๔๖ – ๒.๕๕ เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย ๓๐ วัน มีค่าระหว่าง ๒.๖๐ – ๒.๗๙ เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย ๔๐ วัน มีค่าระหว่าง ๒.๙๒ – ๓.๒๒ เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย ๕๐ วัน มีแนวโน้มคงที่มีค่าระหว่าง ๒.๗๗ – ๓.๑๓ เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ ๖)



ภาพที่ ๖ ปริมาณอินทรียวัตถุในดินก่อนและหลังการทดลองในสภาพโรงเรือนกระจก

๒) การเปลี่ยนแปลงของความชื้นดินในกระถาง

จากการเก็บตัวอย่างดินในกระถางก่อนการทดลองเพื่อปรับความชื้นของดินที่ระดับ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ และใส่ปัจจัยทดลองตามตำรับการทดลอง พบว่า ดินตลอดระยะเวลาการทดลอง ๕๐ วัน แต่ละตำรับการทดลองมีค่าความชื้นดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ ความชื้นดินที่ ๑๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓๓.๔๙ - ๓๕.๐๑ เปอร์เซ็นต์ ที่ ๒๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓๒.๓๐ - ๓๘.๑๕ เปอร์เซ็นต์ ที่ ๓๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓๒.๓๐ - ๓๘.๑๕ เปอร์เซ็นต์ ที่ ๔๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓๒.๓๐ - ๓๘.๑๕ เปอร์เซ็นต์ และที่ ๕๐ วันมีค่าระหว่าง ๒๙.๔๘ - ๓๑.๓๐ เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ๑)

๓) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อราทั้งหมดในดินกระถาง

จากการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อราในดินจำลองที่มีใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพชนิดและอัตราต่าง ๆ ในการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สภาพโรงเรือนกระจก เป็นระยะเวลา ๕๐ วัน แล้วนำมาวิเคราะห์สถิติ พบว่า ปริมาณเชื้อราทั้งหมดในดิน เมื่อหมักให้เกิดการย่อยสลายเศษซากพืชเป็นระยะเวลา ๕๐ วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ตั้งแต่ที่ระยะเวลา ๑๐ วัน ๒๐ วัน ๓๐ วัน ๔๐ วัน และ ๕๐ วัน ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ ๒ โดยตำรับการทดลองที่ ๓ ตำรับการทดลองที่ ๔ และตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม อัตรา ๕๐ กรัม และอัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีปริมาณเชื้อราในดิน ที่ระยะเวลา ๑๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓.๐๘ - ๓.๑๖ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลา ๒๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓.๕๓ - ๓.๕๖ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลา ๓๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓.๖๙ - ๓.๗๓ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลา ๔๐ วัน มีค่าปริมาณเชื้อรา

ทั้งหมดในดินสูงสุด มีค่าระหว่าง ๔.๖๕ - ๔.๘๐ log no. ต่อกรัม และมีค่าลดลงที่ระยะเวลา ๕๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓.๕๖ - ๔.๕๒ log no. ต่อกรัม ซึ่งมีค่าปริมาณเชื้อราทั้งหมดในดินไม่แตกต่างทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ ๖ ตำรับการทดลองที่ ๗ และตำรับการทดลองที่ ๘ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม อัตรา ๕๐ กรัม และอัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีปริมาณเชื้อราในดิน ที่ระยะเวลา ๑๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓.๐๙ - ๓.๑๔ log no ต่อกรัม ที่ระยะเวลา ๒๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓.๕๖ - ๓.๖๑ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลา ๓๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓.๑๑ - ๓.๗๘ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลา ๔๐ วัน มีค่าปริมาณเชื้อราทั้งหมดในดินสูงสุด มีค่าระหว่าง ๔.๖๓ - ๔.๙๐ log no. ต่อกรัม และมีค่าลดลงที่ระยะเวลา ๕๐ วัน มีค่าระหว่าง ๓.๙๖ - ๔.๔๓ log no. ต่อกรัม

แต่พบว่า ทุกตำรับการทดลองข้างต้นมีปริมาณเชื้อราในดินสูงกว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ ที่ระยะเวลา ๑๐ วัน มีค่า ๒.๙๑ log no. ต่อกรัม แต่มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ที่ระยะเวลา ๒๐ วัน มีค่า ๓.๕๐ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลา ๓๐ วัน มีค่า ๓.๖๗ log no. ต่อกรัม ที่ระยะเวลา ๔๐ วัน มีค่าปริมาณเชื้อราทั้งหมดในดินสูงสุด มีค่า ๔.๔๘ log no. ต่อกรัม และมีค่าลดลงที่ระยะเวลา ๕๐ วัน มีค่า ๔.๓๘ log no. ต่อกรัม โดยทุกตำรับการทดลองมีปริมาณเชื้อราทั้งหมดในดินตลอดระยะเวลา ๕๐ วัน มีค่าสูงกว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ ๑ ควบคุม มีปริมาณเชื้อราทั้งหมดในดินตลอดระยะเวลา ๕๐ วัน มีค่าระหว่าง ๒.๐๕ – ๓.๘๖ log no. ต่อกรัม

ตารางที่ ๑ การเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นของดินตามช่วงระยะเวลาการย่อยสลายของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	ค่าความชื้นดิน (%)				
	๑๐ วัน	๒๐ วัน	๓๐ วัน	๔๐ วัน	๕๐ วัน
๑ = ควบคุม	๓๔.๓๒	๓๘.๐๙	๓๗.๗๑	๓๒.๗๖	๓๑.๒๑
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๓๕.๐๑	๓๒.๓๐	๓๕.๖๓	๓๑.๑๙	๓๐.๑๙
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓๓.๙๔	๓๕.๖๓	๓๖.๕๐	๒๙.๔๘	๒๙.๔๘
๔ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓๔.๕๑	๓๗.๐๔	๓๗.๑๗	๓๒.๗๔	๓๐.๒๗
๕ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓๓.๔๙	๓๗.๑๘	๓๖.๗๔	๓๐.๕๐	๓๐.๓๕
๖ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓๔.๕๕	๓๗.๓๓	๓๗.๒๔	๓๒.๑๑	๓๐.๘๔
๗ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓๔.๓๖	๓๗.๓๓	๓๖.๙๓	๒๙.๓๐	๓๑.๓๐
๘ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓๓.๘๐	๓๘.๑๕	๓๗.๖๒	๓๐.๕๑	๒๙.๖๖
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	๑.๙๖	๕.๘๘	๔.๕๔	๕.๔๖	๒.๘๖

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ ๒ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อราในดินกระถางตามช่วงระยะเวลาการย่อยสลายของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเชื้อราทั้งหมดในดิน (log no. g^{-1})				
	๑๐ วัน	๒๐ วัน	๓๐ วัน	๔๐ วัน	๕๐ วัน
๑ = ควบคุม	๒.๐๕ c	๒.๖๓ b	๒.๖๘ b	๓.๘๖ c	๓.๕๙ de
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๒.๙๑ b	๓.๕๐ a	๓.๖๗ a	๔.๔๘ b	๔.๓๘ a
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓.๑๖ a	๓.๕๕ a	๓.๖๙ a	๔.๖๕ ab	๓.๙๐ cd
๔ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓.๐๘ a	๓.๕๓ a	๓.๗๓ a	๔.๗๘ ab	๓.๕๖ e
๕ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓.๑๐ a	๓.๕๖ a	๓.๗๒ a	๔.๘๐ ab	๔.๕๒ a
๖ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓.๑๔ a	๓.๖๑ a	๓.๗๖ a	๔.๘๐ ab	๓.๙๖ bc
๗ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓.๑๐ a	๓.๕๖ a	๓.๑๑ ab	๔.๖๓ ab	๔.๔๓ a
๘ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓.๐๙ a	๓.๖๐ a	๓.๗๘ a	๔.๙๐ a	๔.๒๖ ab
F-test	**	**	*	**	**
CV (%)	๓.๑๗	๑.๕๔	๑๑.๑๖	๔.๕๕	๔.๕๓

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

๔) ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสตามช่วงระยะเวลาการย่อยสลายของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส ในดินจำลองที่มีใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพชนิดและอัตราต่าง ๆ ในการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สภาพโรงเรือนกระจก เป็นระยะเวลา ๕๐ วัน จากการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ตั้งแต่ที่ระยะเวลาการย่อยสลายที่ ๑๐ วัน ๒๐ วัน ๓๐ วัน ๔๐ วัน และ ๕๐ วัน ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ ๓

ระยะเวลาการย่อยสลายที่ ๑๐ วัน พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่าปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในดินสูงสุด ๓.๐๕ ไมโครกรัม ไม่แตกต่างกับตำรับการทดลองที่ ๗ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่า ๒.๖๐ ไมโครกรัม แต่มีค่าสูงกว่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ ๖ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๘ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ และตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ มีค่าไม่แตกต่างกันมีค่าปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส มีค่า

ระหว่าง ๑.๔๖ - ๒.๐๖ ไมโครกรัม แต่ทุกตำรับการทดลองข้างต้นมีค่าสูงกว่าตำรับควบคุม มีค่า ๐.๑๖ ไมโครกรัม

ระยะเวลาการย่อยสลายที่ ๒๐ วัน พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่าปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส ในดินเพิ่มขึ้นสูงสุด ๓.๕๙ ไมโครกรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ ๖ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๗ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๘ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่าไม่แตกต่างกันมีค่าระหว่าง ๒.๔๘ - ๒.๘๔ ไมโครกรัม และทุกตำรับการทดลองข้างต้นมีค่าปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสที่เกิดขึ้นในดินสูงกว่าตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ และตำรับการทดลองที่ ๑ ควบคุม ที่มีค่าไม่แตกต่างกันมีค่า ๑.๘๗ และ ๑.๔๗ ไมโครกรัม ตามลำดับ

ระยะเวลาการย่อยสลายที่ ๓๐ วัน พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่าปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส ในดินมีค่าระหว่าง ๑.๙๖ - ๒.๖๓ ไมโครกรัม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ ๖ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๗ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัมตำรับการทดลองที่ ๘ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่าระหว่าง ๑.๘๘ - ๒.๓๗ ไมโครกรัม ซึ่งมีแนวโน้มปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในดินลดลง และมีค่าต่ำกว่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ มีค่าปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสที่เกิดขึ้นในดินเพิ่มขึ้นสูงสุด ๓.๘๙ ไมโครกรัม

ระยะเวลาการย่อยสลายที่ ๔๐ วัน พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่าปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส ในดินมีค่าระหว่าง ๒.๐๙ - ๒.๒๗ ไมโครกรัม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ตำรับการทดลองที่ ๖ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๗ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัมตำรับการทดลองที่ ๘ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ และตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ มีค่าระหว่าง ๑.๗๔ - ๒.๑๖ ไมโครกรัม ซึ่งมีแนวโน้มปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในดินลดลง และตำรับการทดลองที่ ๑ ควบคุม มีค่าต่ำสุด ๑.๑๕ ไมโครกรัม

ระยะเวลาการย่อยสลายที่ ๕๐ วัน พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๖ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัม ตำรับการทดลองที่ ๗ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัมตำรับการทดลองที่ ๘ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าระหว่าง ๑.๒๐ - ๑.๓๔ ไมโครกรัม และมีค่าสูงกว่าแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ ซึ่งมีแนวโน้มปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสในดินลดลง และตำรับการทดลองที่ ๑ ควบคุม มีค่าต่ำสุด ๑.๐๐ และ ๐.๗๙ ไมโครกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ ๓ ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสตามช่วงระยะเวลาการย่อยสลายของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตำรับการทดลอง	ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส (ไมโครกรัม)				
	๑๐ วัน	๒๐ วัน	๓๐ วัน	๔๐ วัน	๕๐ วัน
๑ = ควบคุม	๐.๑๖ d	๑.๔๗ d	๑.๙๗ bc	๑.๑๕ c	๐.๗๙ c
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๑.๔๙ c	๑.๘๗ cd	๓.๘๙ a	๒.๑๒ ab	๑.๐๐ bc
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๒.๐๖ bc	๒.๕๓ b	๒.๖๑ b	๒.๐๙ ab	๑.๓๔ a
๔ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรียผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๑.๔๙ c	๓.๕๙ a	๒.๖๓ b	๒.๒๑ ab	๑.๓๑ ab
๕ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๓.๐๕ a	๒.๔๘ bc	๑.๙๖ bc	๒.๒๗ a	๑.๒๙ ab
๖ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๒๕ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๑.๔๖ c	๒.๗๕ b	๑.๘๘ c	๑.๗๔ b	๑.๒๑ ab
๗ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๕๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๒.๖๐ ab	๒.๘๔ b	๒.๒๒ bc	๑.๘๕ ab	๑.๒๙ ab
๘ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตร/ไร่	๑.๖๙ c	๒.๖๔ b	๒.๓๗ bc	๒.๑๖ ab	๑.๒๐ ab
F-test	**	**	**	**	*
CV (%)	๒๓.๔๑	๑๔.๒๑	๑๖.๗๔	๑๔.๐๗	๑๕.๕๓

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

๕.๓.๔ ศึกษาผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สภาพแปลงทดลอง ปี ๑ และ ปี ๒

๑) ผลการศึกษาประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังแบบผงละลายน้ำต่อการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง ปี ๑

๑.๑) น้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่ พบว่า ตำรับควบคุมมีค่าน้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่สูงสุด ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระยะเวลา ๒๐ วัน ๓๐ วัน ๔๐ วัน ๕๐ วัน และ ๖๐ วัน มีค่า ๘๓.๔๘ ๗๐.๗๕ ๖๑.๔๓ ๒๐.๗๑ ๘.๕๙ และ ๘.๐๑ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าสูงกว่าตำรับการทดลองอื่น ๆ ขณะที่ ๒๐ วัน ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย ๑๐ วัน จนถึง ๖๐ วัน โดยที่ ๖๐ วัน มีค่าน้ำหนักแห้งที่เหลือน้อยสุด ๓.๑๓ เปอร์เซ็นต์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพสารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ อัตรา ๑ ซองต่อไร่ มีค่าเท่ากับ ๔.๙๖ เปอร์เซ็นต์ ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ และตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ มีค่าเท่ากับ ๖.๗๐ และ ๖.๗๑ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ ๔)

ตารางที่ ๔ น้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่ตามช่วงระยะเวลาการย่อยสลายของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง ปี ๑

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้งคงเหลือ (เปอร์เซ็นต์)					
	๑๐ วัน	๒๐ วัน	๓๐ วัน	๔๐ วัน	๕๐ วัน	๖๐ วัน
๑ = ควบคุม	๘๓.๔๐	๗๐.๗๕ a	๖๑.๔๓ a	๒๐.๗๑ a	๘.๕๙ a	๘.๐๑ a
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๗๐.๒๙	๖๓.๐๖ b	๕๖.๘๙ a	๑๑.๔๐ b	๕.๓๑ bc	๖.๗๑ ab
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส	๗๘.๑๔	๖๑.๕๐ b	๖๐.๗๓ a	๑๓.๘๘ b	๔.๔๓ c	๓.๑๓ c
๔ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส	๗๕.๐๑	๕๖.๗๖ b	๔๙.๙๕ b	๑๐.๐๓ b	๗.๖๓ ab	๖.๗๐ ab
๕ = ผลิตภัณฑ์ พด.๑	๘๓.๒๓	๕๙.๖๐ b	๔๗.๘๓ b	๑๒.๗๑ b	๗.๕๙ ab	๔.๙๖ bc
F-test	ns	**	**	*	*	**
CV (%)	๙.๐๔	๗.๐๔	๗.๖๔	๒๖.๑๗	๒๕.๑๔	๒๓.๒๗

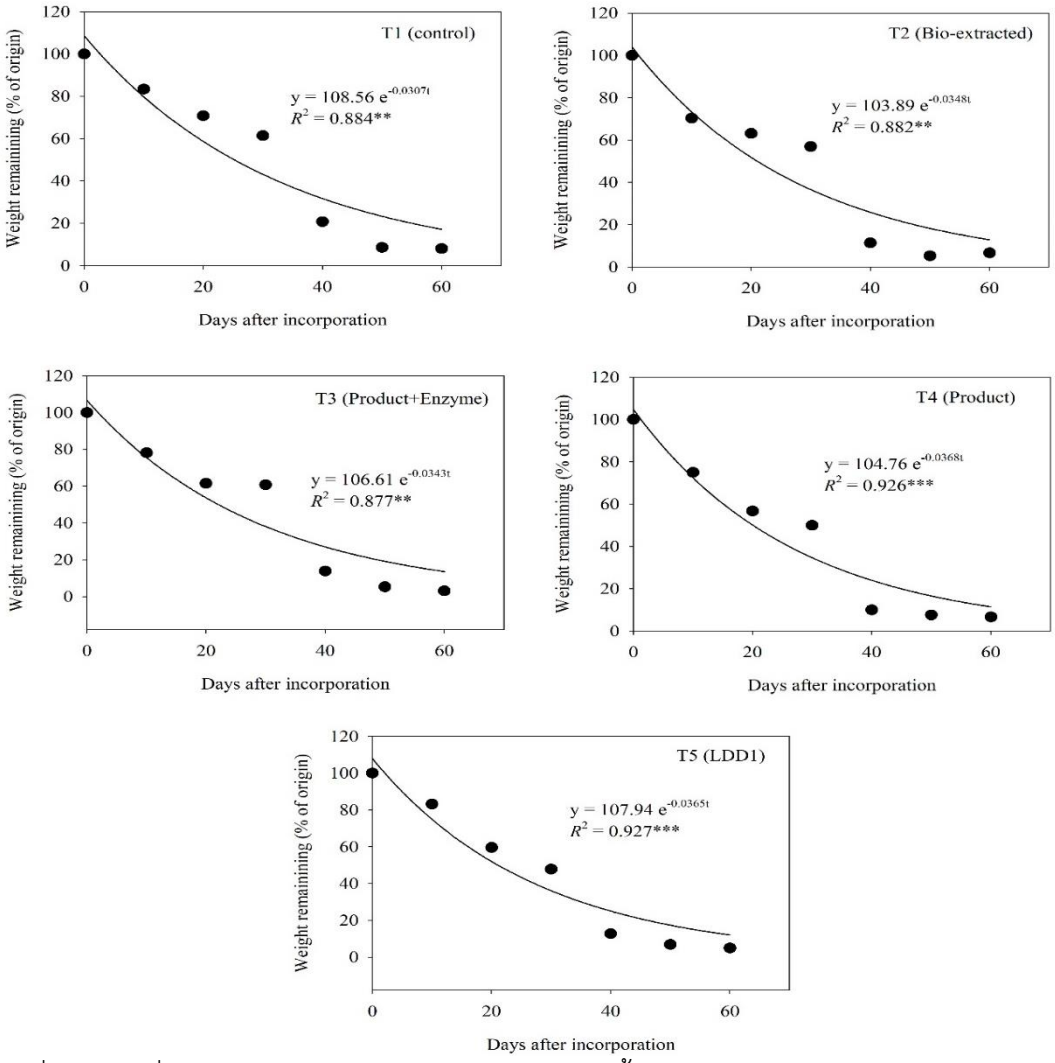
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

๑.๒) อัตราการสลายตัวของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๑ พบว่า ค่าคงที่ของการย่อยสลาย (k) ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ อัตราการสลายตัว (k) ทุก ๑๐ วัน มีค่าสูงสุด ๐.๐๓๖๘ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพสารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ อัตรา ๑ ซองต่อไร่ มีค่า ๐.๐๓๖๕ ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพอัตราแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน ๕ ลิตรต่อไร่ มีค่า ๐.๐๓๔๘ และตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่า ๐.๐๓๔๓ ขณะที่ตำรับควบคุมที่มีค่าอัตราการสลายตัวต่ำสุด ๐.๐๓๐๗ (ภาพที่ ๘)



ภาพที่ ๗ ค่าคงที่อัตราการสลายตัว (k) ของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๑

๕.๓.๕ ผลการศึกษาประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังต่อการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง ปี ๒

๑) น้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่ ที่ระยะเวลา ๑๐ วัน ๒๐ วัน ๓๐ วัน ๔๐ วัน ๕๐ วัน และ ๖๐ วัน พบว่า ทุกตำรับการทดลองมีน้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่ ที่ระยะเวลา ๑๐ - ๓๐ วัน และ ๖๐ วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และที่ระยะเวลา ๔๐ - ๕๐ วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตำรับควบคุมมีค่าน้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่สูงสุด มีค่า ๗๘.๖๐ ๖๖.๓๓ ๕๔.๐๓ ๔๒.๐๘ ๓๖.๑๔ และ ๖.๘๙ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่า ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ที่ ๑๐ วัน และ ๒๐ วัน น้ำหนักแห้งลดลงอย่างรวดเร็ว และมีน้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่ต่ำสุด มีค่า ๕๕.๓๘ และ ๔๒.๗๙ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และลดลงอย่างต่อเนื่องระยะเวลาที่ ๓๐ - ๖๐ วัน มีค่า ๔๑.๐๘ ๓๖.๗๙ ๒๕.๙๘ และ ๓.๖๔ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ อัตราแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน ๕ ลิตรต่อไร่ มีค่า ๖๒.๖๘ ๔๗.๒๘ ๓๙.๗๓ ๓๔.๒๖ ๒๔.๙๓ และ ๓.๙๐ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีค่า ๖๔.๙๖ ๔๘.๒๙ ๔๐.๔๑ ๓๑.๕๖ ๒๙.๗๘ และ ๔.๖๘ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพสารเร่ง

ซุปเปอร์ พด.๑ อัตรา ๑ ซองต่อไร่ มีค่า ๖๘.๗๑ ๔๔.๖๖ ๓๙.๙๐ ๓๖.๓๓ ๒๘.๕๗ และ ๔.๖๖ เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ ๕

ตารางที่ ๕ น้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่ตามช่วงระยะเวลาการย่อยสลายของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง ปี ๒

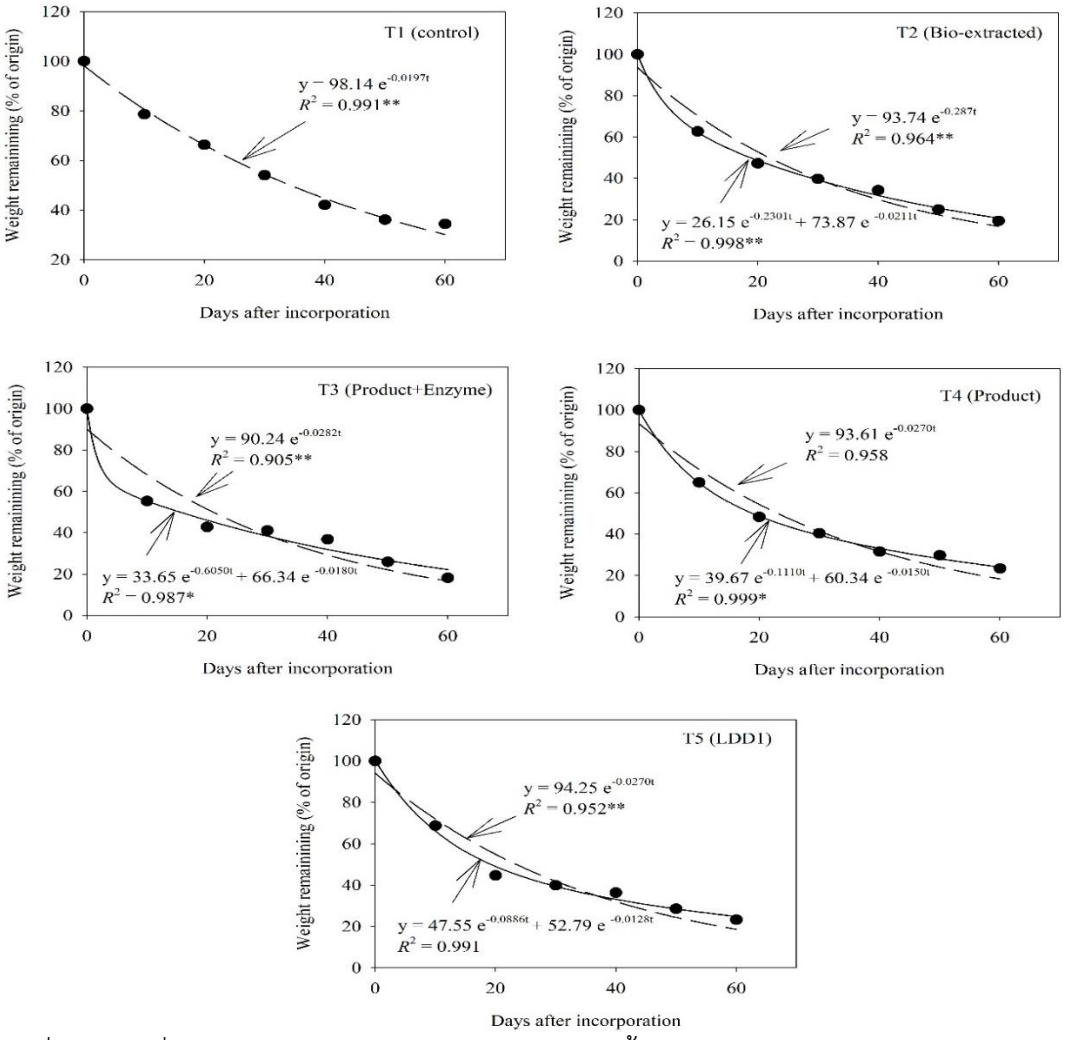
ตำรับการทดลอง	น้ำหนักแห้งที่เหลือ (เปอร์เซ็นต์)					
	๑๐ วัน	๒๐ วัน	๓๐ วัน	๔๐ วัน	๕๐ วัน	๖๐ วัน
๑ = ควบคุม	๗๘.๖๐ a	๖๖.๓๓ a	๕๔.๐๓ a	๔๒.๐๘ a	๓๖.๑๔ a	๖.๘๙ a
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๖๒.๖๘ bc	๔๗.๒๘ b	๓๙.๗๓ b	๓๔.๒๖ bc	๒๔.๙๓ b	๓.๙๐ bc
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส	๕๕.๓๘ c	๔๒.๗๙ b	๔๑.๐๘ b	๓๖.๗๙ b	๒๕.๙๘ b	๓.๖๔ c
๔ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส	๖๔.๙๖ bc	๔๘.๒๙ b	๔๐.๔๑ b	๓๑.๕๖ c	๒๙.๗๘ b	๔.๖๘ b
๕ = ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑	๖๘.๗๑ ab	๔๔.๖๖ b	๓๙.๙๐ b	๓๖.๓๓ b	๒๘.๕๗ ab	๔.๖๖ b
F-test	**	**	**	*	*	**
CV (%)	๙.๗๔	๘.๗๗	๑๑.๓๔	๘.๓๗	๑๖.๕๙	๑๒.๔๒

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

๒) อัตราการสลายตัวของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๒ (ภาพที่ ๙) พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ อัตราแนะนำของกรมพัฒนาที่ดิน ๕ ลิตรต่อไร่ มีค่าอัตราการสลายตัว (k) สูงสุด ๐.๒๘๗ รองลงมา คือ ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ค่าอัตราการสลายตัว (k) ๐.๐๒๘๒ ขณะที่ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ และตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพสารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ อัตรา ๑ ซองต่อไร่ ไร่ ค่าอัตราการสลายตัว (k) เท่ากัน ๐.๐๒๗๐ ขณะที่ตำรับควบคุมค่าอัตราการสลายตัว (k) ต่ำสุด ๐.๐๑๙๗ และเมื่อนำเอา double pool model มาใช้ทำนายอัตราการสลายตัวของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง พบว่า ค่าอัตราการสลายตัวของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถแบ่งออกเป็น ๒ ช่วง โดยตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัม ต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ในช่วงแรกค่าอัตราการสลายตัว ($k_๑$) เกิดขึ้นเร็วสุด ๐.๖๐๕ และช่วงที่ ๒ ($k_๒$) มีอัตราการสลายลดลง เมื่อเทียบจากช่วงแรก ในทุกตำรับการทดลอง ยกเว้นตำรับควบคุม



ภาพที่ ๘ ค่าคงที่อัตราการสลายตัว (k) ของตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๒

๕.๓.๖ ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง

๑) สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

จากการเก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลองที่ระดับความลึก ๐ - ๑๕ เซนติเมตร โดยสุ่มจำนวน ๑๕ จุด และนำมาคลุกเคล้าให้เข้ากันให้เป็น ๑ ตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์สมบัติของดิน พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ๘.๖๐ ดินเป็นด่างจัด ปริมาณอินทรียวัตถุ ๒.๕๐ เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ๑๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ๑๒๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง (ตารางที่ ๖) ซึ่งการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำเป็นต้องใช้ทั้งธาตุอาหารหลักและธาตุรอง การใช้ปุ๋ยเคมีในการเพิ่มธาตุอาหารของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ต้องการไนโตรเจน ๑๐ กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส ๕ กิโลกรัมต่อไร่ และโพแทสเซียม ๕ กิโลกรัมต่อไร่ (กรมวิชาการเกษตร, ๒๕๔๘)

๒) สมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของดินหลังการทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าระหว่าง ๘.๓๗ - ๘.๔๙ ดินเป็นด่างปานกลาง โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนการทดลองเล็กน้อย

ปริมาณอินทรียวัตถุ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ มีค่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าระหว่าง ๒.๒๒ – ๒.๒๗ เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าสูงกว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม มีค่า ๑.๙๗ เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง แต่มีแนวโน้มว่าการใช้ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส ส่งผลต่อการสะสมปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงกว่าการไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ ทั้งนี้เนื่องจากการสับกลบตอซังพืช หรือเศษพืชที่เหลือลงดินเป็นการเพิ่มแหล่งอินทรีย์คาร์บอนเกิดการย่อยสลายเกิดเป็นอินทรียวัตถุในดินจากกิจกรรมจุลินทรีย์ อีกทั้งการสับกลบเศษพืชอย่างต่อเนื่องเป็นการเพิ่มแหล่งอินทรียวัตถุและเพิ่มการสะสมอินทรียวัตถุในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, ๒๕๕๑)

ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินสูงสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าระหว่าง ๔๕.๔๔ – ๔๗.๘๗ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก แต่มีค่าสูงกว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ และตำรับคุมควบ มีค่า ๓๑.๖๗ และ ๓๑.๐๕ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองที่ดินมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ๑๓ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับปานกลาง

ปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง มีค่าระหว่าง ๑๗๗.๔๖ – ๑๙๒.๕๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูงมาก และมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองที่ดินมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ๑๒๐ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จัดอยู่ในระดับสูง

จากผลการทดลองสมบัติทางเคมีของดินหลังการทดลอง พบว่า ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณธาตุโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าเพิ่มขึ้นสูงกว่าก่อนการทดลอง อาจเนื่องจากการใส่ปัจจัยการทดลองทั้งปุ๋ยเคมีและการสับกลบตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงยังมีปริมาณหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง อีกทั้งการฉีดพ่นผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส ซึ่งมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายเซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบของเซลล์พืช เกิดย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารจากกิจกรรมของจุลินทรีย์และเอนไซม์ เกิดการสะสมในดินได้มากขึ้น ทั้งนี้ต้นข้าวโพดเป็นวัสดุย่อยสลายง่ายมีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจน ๖๒ (C/N ratio) ปริมาณธาตุอาหารพืช ไนโตรเจน ๐.๕๓ เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส ๐.๑๕ เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียม ๒.๒๑ เปอร์เซ็นต์ เป็นแหล่งอินทรียวัตถุ ธาตุอาหารพืช อีกทั้งเป็นแหล่งอาหารและพลังงานให้กับจุลินทรีย์ (กรมพัฒนาที่ดิน, ๒๕๕๑)

ตารางที่ ๖ สมบัติทางเคมีของดินก่อนและหลังการทดลองในสภาพแปลงทดลอง

ตำรับการทดลอง	pH (๑:๑)	OM (%)	P (มก./กก.)	K (มก./กก.)
ก่อนการทดลอง	๘.๖๐	๒.๕๐	๑๓	๑๒๐
หลังการทดลอง				
๑ = ควบคุม	๘.๔๗	๑.๙๗ b	๓๑.๐๕ b	๑๙๒.๕๐
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๘.๔๐	๒.๒๗ a	๓๑.๖๗ b	๑๗๗.๔๖
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส	๘.๔๙	๒.๒๓ a	๔๕.๔๔ a	๑๙๑.๒๐
๔ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส	๘.๓๗	๒.๒๖ a	๔๗.๘๗ a	๑๘๔.๙๘
๕ = ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑	๘.๔๖	๒.๒๒ a	๔๗.๓๗ a	๑๘๘.๗๑
F-test	ns	*	*	ns
CV (%)	๒.๕๗	๕.๐๙	๑๙.๘๖	๑๕.๕๕

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๕.๓.๗ ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง ปี ๑

๑) การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

๑.๑) การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๑

จากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในด้านความเขียวใบและความสูงต้นที่อายุ ๓๐ วัน และ ๖๐ วัน เมื่อวิเคราะห์สถิติ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ ๗ ดังนี้

๑.๑.๑) ความเขียวใบ พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ ๓๐ วัน ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกันทางสถิติมีค่าระหว่าง ๔๖.๒๔ - ๔๗.๖๒ (SPAD reading) แต่มีค่าสูงกว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม มีค่าความเขียวใบต่ำสุด ๔๓.๔๕ (SPAD reading) และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ ๖๐ วัน มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพช่วยเร่งการช่วยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีค่าความเขียวใบระหว่าง ๕๔.๔๓ - ๕๖.๓๐ (SPAD reading) มีแนวโน้มความเขียวใบสูงกว่าตำรับควบคุม มีค่าความเขียวใบ ๕๓.๔๖ (SPAD reading)

๑.๑.๒) ความสูงต้น พบว่า ค่าความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ ๓๐ วัน และ ๖๐ วัน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพช่วยเร่งการช่วยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในทุกตำรับการทดลอง ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการ

ทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ มีค่าความสูงที่อายุ ๓๐ วัน มีค่าระหว่าง ๒๒.๒๐ – ๒๒.๙๑ เซนติเมตร ที่อายุ ๖๐ วัน มีค่าระหว่าง ๑๖๕.๓๒ – ๑๖๙.๗๒ เซนติเมตร แต่มีค่าสูงกว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมมีความสูงต้นต่ำสุดที่อายุ ๓๐ วัน ๑๕.๗๒ เซนติเมตร และที่อายุ ๖๐ วัน ๑๓๘.๐๕ เซนติเมตร

ตารางที่ ๗ ค่าความเขียวใบและความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๑

ตำรับการทดลอง	ค่าความเขียว (SPAD reading)		ความสูงต้น (เซนติเมตร)	
	๓๐ วัน	๖๐ วัน	๓๐ วัน	๖๐ วัน
๑ = ควบคุม	๔๓.๔๕ b	๕๓.๔๖	๑๕.๗๒ b	๑๓๘.๐๕ b
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๔๖.๒๔ ab	๕๕.๖๔	๒๒.๙๑ a	๑๖๕.๓๒ a
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส	๔๗.๑๑ a	๕๖.๓๐	๒๒.๒๐ a	๑๖๙.๑๒ a
๔ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส	๔๗.๖๒ a	๕๕.๑๙	๒๒.๗๕ a	๑๖๙.๘๕ a
๕ = ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑	๔๗.๒๔ a	๕๔.๔๓	๒๒.๗๖ a	๑๖๙.๗๒ a
F-test	*	ns	*	*
CV (%)	๕.๓๙	๓.๔๙	๑๘.๔๗	๑๐.๕๑

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๑.๒) มวลชีวภาพของต้นและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๑ (ตารางที่ ๘)

๑.๒.๑) มวลชีวภาพของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง มีค่าระหว่าง ๒,๑๒๑.๐๐ – ๒,๔๑๙.๙๐ กิโลกรัมต่อไร่

๑.๒.๒) น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น ๑๔ เปอร์เซ็นต์ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติมี มีค่าระหว่าง ๙๓๒.๘๐ – ๑,๐๖๗.๐๐ กิโลกรัมต่อไร่ แต่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเมล็ดสูงกว่าตำรับการทดลองที่ ๑ การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว มีค่าน้ำหนักเมล็ดต่ำสุด ๙๗๓.๓ กิโลกรัมต่อไร่

จากผลการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง หรือผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ฉีดพ่นตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในแปลง ๒๐ วัน เพื่อเร่งการย่อยเศษตอซังก่อนการหยอดเมล็ด พบว่า ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง มีอัตราการย่อยสลายเศษตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพไร่สูงกว่าการไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ อีกทั้งมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอินทรียวัตถุและธาตุอาหารที่สะสมในดินภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตพืชเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง เป็นการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมจุลินทรีย์ของเชื้อราสายพันธุ์ *Corynascus* sp. เป็นราที่สร้างสารเอนไซม์เซลลูเลสได้สูง เป็นเชื้อที่ทนต่ออุณหภูมิสูงในกระบวนการหมักได้เป็นอย่างดี มีรายงานการใช้ประโยชน์พัฒนาเป็นผลิตเอนไซม์

เชิงอุตสาหกรรม (Brink *et al.,* ๒๐๑๑) การใช้จุลินทรีย์ดังกล่าวช่วยเร่งการย่อยสลายเศษพืช ช่วยลดระยะเวลาในการหมัก ขณะที่ตำรับการทดลองที่ใช้น้ำหมักชีวภาพจากปลา เป็นการเพิ่มแหล่งไนโตรเจนและแหล่งอาหารให้กับจุลินทรีย์เพิ่มอัตราการย่อยสลายตอซัง อีกทั้งมีแบคทีเรียกลุ่มย่อยซากพืชและซากสัตว์ (กรมพัฒนาที่ดิน, ๒๕๕๙) และจากรายงานของจันทนา (๒๕๕๘) การใช้หัวเชื้อ พด. ของกรมพัฒนาที่ดิน และอีเอ็มที่มีจุลินทรีย์ในกลุ่มย่อยสลายเซลลูโลสช่วยย่อยสลายเยื่อใยและเซลลูโลส เชื้อจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารประกอบเซลลูโลสจนได้โมเลกุลขนาดเล็กลง และนำเข้าไปในเซลล์เพื่อเป็นแหล่งของคาร์บอนและพลังงาน Stuetzenberger และคณะ (๑๙๗๐) เซลลูโลสเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของพืชโดยทั่วไป จากการศึกษาปริมาณของเซลลูโลสในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่ามีประมาณ ๓๐ - ๔๐ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของส่วนประกอบทั้งหมด โมเลกุลของเซลลูโลสประกอบด้วยหน่วยย่อยของ D - anhydro glucopyranose มาเชื่อมต่อกันเป็นสายแบบ linear polymer ด้วยพันธะ glycosidic จำนวนหน่วยย่อยของโมเลกุลเซลลูโลสมักจะแตกต่างกันออกไปอย่างกว้างขวางขึ้นอยู่กับชนิดของพืช (Cowling และ Kirk, ๑๙๗๖) โดยจุลินทรีย์จะปลดปล่อยเอนไซม์เซลลูเลสออกมาภายนอกเซลล์เพื่อย่อยสลายองค์ประกอบของพืชให้กลายเป็นอินทรียวัตถุที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ และใช้อินทรียวัตถุเป็นแหล่งพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ โดยปริมาณของจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นมากเมื่อเกิดการย่อยสลายสารประกอบเซลลูโลสในสภาพที่เหมาะสม รวมทั้ง อุณหภูมิ และแหล่งอาหารที่เพียงพอ (พรเทพ, ๒๕๓๘) ไม่ว่าจะเป็นเชื้อรา หรือ แบคทีเรียมีความสามารถในการย่อยสลายสารประกอบเซลลูโลสได้เป็นส่วนใหญ่ (Mawadza *et al*., ๒๐๐๐) ซึ่งเอนไซม์เหล่านี้ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง มีค่าความสูงต้นเพิ่มขึ้น ๒๒.๖๕ เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตเพิ่มขึ้น ๙.๑๙ เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดุสิต (๒๕๖๑) การใช้ชีวภัณฑ์ชนิดผงสำหรับการย่อยสลายฟางข้าวและควบคุมโรคขอบใบไหม้ของข้าว ประกอบด้วย *Bacillus subtillis*, *Aspergillus* sp., *Azotobacter* sp., *Sacchoromyces cerevisiae* และ *Trichoderma* sp. มีอัตราการย่อยฟางข้าว ส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มขึ้นของผลผลิตข้าว

๒) ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๑

จากการประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในตำรับการทดลองวิธีการแบบต่างๆ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๓ การใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง พ่นตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในแปลง ๒๐ วัน เพื่อเร่งการย่อยเศษตอซังก่อนการหยอดเมล็ด ให้รายได้สุทธิ คือ ๕,๘๑๒.๐๐บาทต่อไร่ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ให้รายได้สุทธิ คือ ๕,๗๓๑.๐๙ บาทต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ ๒ การฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพจากปลา อัตรา ๕ ลิตร ผสมน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ให้รายได้สุทธิ คือ ๕,๕๕๗.๘๔ บาทต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่ง พด.๑ ให้รายได้สุทธิ คือ ๔,๖๖๑.๕๙ บาทต่อไร่ ขณะที่ตำรับควบคุมไม่มีการใส่ผลิตภัณฑ์การย่อยสลายตอซังข้าวโพด ให้รายได้สุทธิต่ำสุด คือ ๔,๖๑๓.๙๔ บาทต่อไร่ ดังตารางที่ ๙

ตารางที่ ๘ มวลชีวภาพของต้นและน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น ๑๔ เปอร์เซ็นต์ ปี ๑

ตำรับการทดลอง	มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อไร่)	น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น ๑๔ % (กิโลกรัมต่อไร่)
๑ = ควบคุม	๒,๒๔๙.๑๐	๙๓๒.๘๐
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๒,๑๒๑.๐๐	๑๐๕๕.๘๐
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส	๒,๔๑๙.๙๐	๑๐๖๗.๐๐
๔ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส	๒,๒๗๗.๖๐	๑๐๕๘.๓๐
๕ = ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑	๒,๕๔๘.๑๐	๙๔๓.๓๐
F-test	ns	ns
CV (%)	๑๗.๑๑	๙.๖๘

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT

ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ ๙ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๑ หน่วย : บาทต่อไร่

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	รายได้	ต้นทุนรวม	รายได้สุทธิ
๑ = ควบคุม	๙๓๒.๘๐	๘,๖๗๕.๐๔	๔,๐๖๑.๑๐	๔,๖๑๓.๙๔
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๑๐๕๕.๘๐	๙,๘๑๘.๙๔	๔,๒๖๑.๑๐	๕,๕๕๗.๘๔
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส	๑๐๖๗.๐๐	๙,๙๒๓.๑๐	๔,๑๑๑.๑๐	๕,๘๑๒.๐๐
๔ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส	๑๐๕๘.๓๐	๙,๘๔๒.๑๙	๔,๑๑๑.๑๐	๕,๗๓๑.๐๙
๕ = ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑	๙๔๓.๓๐	๘,๗๗๒.๖๙	๔,๑๑๑.๑๐	๔,๖๖๑.๕๙

หมายเหตุ: ราคาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กิโลกรัมละ ๙.๓๐ บาท

๕.๓.๘ ผลของการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลง ปี ๒

๑) การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๒ ในด้านความเขียวใบและความสูงต้นที่อายุ ๓๐ วัน และ ๖๐ วัน เมื่อวิเคราะห์สถิติ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ ๑๐ ดังนี้

๑.๑) การเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๒ (ตารางที่ ๑๐)

๑.๑.๑) ความเขียวใบ พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ ๓๐ วัน มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง มีค่าระหว่าง ๓๘.๔๑ - ๔๐.๓๒ (SPAD reading) ที่อายุ ๖๐ วัน มีค่าความเขียวใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตำรับการทดลอง โดยตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ มีค่าไม่แตกต่างกัน มีค่าระหว่าง ๔๑.๒๕ - ๔๕.๐๙ (SPAD reading) แต่มีค่าสูงกว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุมมีค่าต่ำสุด ๓๖.๓๔ (SPAD reading)

๑.๑.๒) ความสูงต้น พบว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ ๓๐ วัน และ ๖๐ วัน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ ๓๐ วัน มีค่าระหว่าง ๒๕.๙๑ - ๒๙.๑๖ เซนติเมตร ที่อายุ ๖๐ วัน มีค่าระหว่าง ๑๖๖.๐๑ - ๑๗๕.๙๕ เซนติเมตร

ตารางที่ ๑๐ ค่าความเขียวใบและความสูงต้นของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๒

ตำรับการทดลอง	ค่าความเขียว (SPAD reading)		ความสูงต้น (เซนติเมตร)	
	๓๐ วัน	๖๐ วัน	๓๐ วัน	๖๐ วัน
๑ = ควบคุม	๓๘.๔๑	๓๖.๓๔ a	๒๕.๙๑	๑๖๖.๐๑
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๓๙.๐๘	๔๑.๒๕ b	๒๗.๑๒	๑๖๙.๔๔
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส	๓๙.๖๔	๔๑.๘๓ b	๒๗.๓๐	๑๗๕.๙๕
๔ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส	๓๘.๗๑	๔๒.๐๔ b	๒๘.๐๑	๑๗๒.๙๕
๕ = ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑	๔๐.๓๒	๔๕.๐๙ b	๒๙.๑๖	๑๗๒.๙๗
F-test	ns	*	ns	ns
CV (%)	๘.๐๔	๗.๒๔	๘.๕๒	๕.๖๗

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

๑.๒) มวลชีวภาพของต้นและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๒ (ตารางที่ ๑๑)

๑.๒.๑) มวลชีวภาพของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าระหว่าง ๒,๐๔๙.๘๐ - ๒,๓๒๐.๓๐ กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับตำรับควบคุมมีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด ๑,๙๗๘.๖๐ กิโลกรัมต่อไร่

๑.๒.๒) น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น ๑๔ เปอร์เซ็นต์ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๓ ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส มีน้ำหนักเมล็ดสูงสุด ๑,๕๐๕.๐๐ กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับควบคุม ตำรับการทดลองที่ ๒ น้ำหมักชีวภาพ

ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส และตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าระหว่าง ๑,๓๒๙.๙๐ - ๑,๓๕๓.๖๐ กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ ๑๑ มวลชีวภาพของต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น ๑๔ เปอร์เซ็นต์

ตำรับการทดลอง	มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อไร่)	น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น ๑๔ % (กิโลกรัมต่อไร่)
๑ = ควบคุม	๑,๙๗๘.๖๐	๑,๓๔๐.๘๐ b
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๒,๐๔๙.๘๐	๑,๓๕๓.๖๐ b
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส	๒,๐๖๔.๑๐	๑,๕๐๕.๐๐ a
๔ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส	๒,๒๙๙.๘๐	๑,๓๓๕.๖๐ b
๕ = ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑	๒,๓๒๐.๓๐	๑,๓๒๙.๙๐ b
F-test	ns	**
CV (%)	๑๖.๙๙	๖.๐๕

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยการใช้ DMRT
ns ไม่แตกต่างกันทางสถิติ
** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

๒) ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๒

จากการประเมินค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในตำรับการทดลองวิธีการแบบต่างๆ พบว่า ตำรับการทดลองที่ ๓ การใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง พ่นตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในแปลง ๒๐ วัน เพื่อเร่งการย่อยเศษตอซังก่อนการหยอดเมล็ด ให้รายได้สุทธิ คือ ๙,๘๘๕.๔๐ บาทต่อไร่ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองที่ ๒ การฉีดพ่นน้ำหมักชีวภาพจากปลา อัตรา ๕ ลิตร ผสมน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ให้รายได้สุทธิสูงสุด คือ ๘,๓๒๗.๓๘ บาทต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ ๔ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงแห้ง อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ ให้รายได้สุทธิ คือ ๘,๓๐๙.๙๘ บาทต่อไร่ ตำรับการทดลองที่ ๕ ผลิตภัณฑ์สารเร่ง พด.๑ ให้รายได้สุทธิ คือ ๘,๒๕๖.๙๗ บาทต่อไร่ ขณะที่ตำรับควบคุมไม่มีการใส่ผลิตภัณฑ์การย่อยสลายตอซังข้าวโพด ให้รายได้สุทธิ ๘,๔๐๘.๓๔ บาทต่อไร่ ดังตารางที่ ๑๒

ตารางที่ ๑๒ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี ๒ หน่วย : บาทต่อไร่

ตำรับการทดลอง	ผลผลิต (กก./ไร่)	รายได้	ต้นทุนรวม	รายได้สุทธิ
๑ = ควบคุม	๑,๓๔๐.๘๐	๑๒,๔๖๙.๔๔	๔,๐๖๑.๑๐	๘,๔๐๘.๓๔
๒ = น้ำหมักชีวภาพ	๑,๓๕๓.๖๐	๑๒,๕๘๘.๔๘	๔,๒๖๑.๑๐	๘,๓๒๗.๓๘
๓ = ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส	๑,๕๐๕.๐๐	๑๓,๙๙๖.๕๐	๔,๑๑๑.๑๐	๙,๘๘๕.๔๐
๔ = ผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส	๑,๓๓๕.๖๐	๑๒,๔๒๑.๐๘	๔,๑๑๑.๑๐	๘,๓๐๙.๙๘
๕ = ผลิตภัณฑ์สารเร่งซุปเปอร์ พด.๑	๑,๓๒๙.๙๐	๑๒,๓๖๘.๐๗	๔,๑๑๑.๑๐	๘,๒๕๖.๙๗

หมายเหตุ: ราคาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กิโลกรัมละ ๙.๓๐ บาท

๕.๔ สรุปผลการทดลอง

๕.๔.๑ ชนิดของวัสดุเลี้ยงเชื้อรา *Corynascus* sp. ชนิดแข็งที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส คือ ข้าวเสาไห้ ใส่สารชักนำในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลส ๒ ชนิด ได้แก่ สาร cellobiose ที่ความเข้มข้น ๑๐๐ มิลลิกรัมต่อลิตร และสาร lactose ที่ความเข้มข้น ๑๐ เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร บ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ ๓๐ องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา ๗ วัน ค่าปริมาณเอนไซม์เซลลูเลสเท่ากับ ๐.๑๖๑ ยูนิตต่อมิลลิลิตร

๕.๔.๒ ชนิดของวัสดุรองรับที่เหมาะสมในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชีวภาพแบบผงละลายน้ำ คือ สาร maltodextrin ความเข้มข้น ๑๐ เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เป็นวัสดุรองรับเชื้อราและเอนไซม์เซลลูเลสในผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส มีปริมาณเชื้อรา ๑๕.๕๓ log no. ต่อกรัม มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส ๐.๒๖๔ ยูนิตต่อมิลลิลิตร และผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลส มีปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส ๐.๒๕๙ ยูนิตต่อมิลลิลิตร

๕.๔.๓ การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ชีวภาพชนิดและอัตราต่าง ๆ ต่อการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินจำลองสภาพโรงเรือนกระจก การใช้ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสเกิดขึ้นได้เร็วและมีปริมาณสูงที่ระยะเวลาการย่อยสลาย ๑๐ วัน ส่วนรูปแบบผลิตภัณฑ์เอนไซม์เซลลูเลส อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสเกิดขึ้นสูงที่ระยะเวลาการย่อยสลาย ๒๐ วัน และสูงอย่างต่อเนื่องถึง ๔๐ วัน

๕.๔.๔ การใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงละลายน้ำ อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีผลให้การย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลงเกิดขึ้นเร็วสุด ที่ระยะเวลาการย่อยสลาย ๑๐ วัน มีน้ำหนักแห้งที่เหลืออยู่ ๕๕.๓๘ เปอร์เซ็นต์ เหลือน้อยกว่าการไม่ใส่ผลิตภัณฑ์ ๒๙.๕๔ เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการสลายตัว (k) ๐.๐๒๘๗ โดยอัตราการสลายตัวในช่วงแรกมีอัตราการสลายตัวเร็วกว่าช่วงที่ ๒ มีอัตราการสลายลดลง

๕.๔.๕ การใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพชนิดต่าง ๆ มีผลให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินภายหลังการทดลองสะสมในดินสูงขึ้น ๑๓.๗๐ เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ๕๑.๐ เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการไม่ใส่เชื้อ

๕.๔.๖ การใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลสแบบผงละลายน้ำ อัตรา ๑๐๐ กรัมต่อน้ำ ๕๐ ลิตรต่อไร่ มีผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในสภาพแปลงทั้ง ๒ ปี

มีค่าเฉลี่ยผลผลิต ๑,๒๙๖ กิโลกรัมต่อไร่ เพิ่มขึ้น ๑๔ เปอร์เซ็นต์ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเฉลี่ย ๗,๘๔๘.๗๐ บาทต่อไร่ เพิ่มขึ้น ๒๐.๕๔ เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ผลิตภัณฑ์ชีวภาพ

๖. ผลสำเร็จของงาน (เชิงปริมาณ/คุณภาพ)

๖.๑ เชิงปริมาณ

๖.๑.๑ เทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส และผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลสเร่งการย่อยสลายตอซังพืชแบบผงละลายน้ำ จำนวน ๒ ผลิตภัณฑ์

๖.๑.๒ ต้นแบบวิธีการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังพืชแบบผงละลายน้ำ เร่งการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน ๑ ต้นแบบ

๖.๑.๓ เอกสารวิชาการการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังพืชแบบผงละลายน้ำ ในรูปแบบสิ่งพิมพ์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ จำนวน ๑ ชุด

๖.๒ เชิงคุณภาพ

๖.๒.๑ ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้เร็วขึ้น

๖.๒.๒ เพิ่มอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชในดิน

๖.๒.๓ เพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

๗. การนำไปใช้ประโยชน์/ผลกระทบ

๗.๑ นำองค์ความรู้การผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพจุลินทรีย์ผสมเอนไซม์เซลลูเลส และผลิตภัณฑ์ชีวภาพเอนไซม์เซลลูเลสเร่งการย่อยสลายตอซังพืช ต่อยอดพัฒนาเป็นนวัตกรรมชีวภาพใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรของประเทศไทย โดยผู้บริหารสามารถนำไปใช้ในการวางแผนกำหนดนโยบายการใช้นวัตกรรมชีวภาพในการจัดวัสดุเหลือทิ้งในพื้นที่เกษตร เป็นวิธีการจัดการด้านการบำรุงดินที่ไม่ต้องหาอินทรียวัตถุจากภายนอก ลดปัญหาดินเสื่อมโทรม เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และรักษาทรัพยากรดินทางการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

๗.๒ การต่อยอดขยายผลการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภาพเร่งการย่อยสลายตอซังพืชรูปแบบผงละลายน้ำที่สะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่แปลงใหญ่หรือระบบเกษตรอัจฉริยะ เช่น ใช้กับเครื่องจักร และโดรนบินฉีดพ่น เป็นต้น เกษตรกรนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ได้ง่าย สามารถนำไปขยายผลได้เป็นวงกว้าง

๗.๓ การต่อพัฒนางานทางด้านการปรับปรุงดินเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินควบคู่กับการใช้เทคโนโลยีชีวภาพจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตร เผยแพร่สู่นักวิชาการและกลุ่มเกษตรกรเพื่อนำใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้อย่างยั่งยืน

๗.๔ ลดปัญหาหมอกควันจากการเผาเศษวัสดุเหลือทิ้งในไร่นา โดยการหมุนเวียนชีวมวลวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นวัสดุปรับปรุงดิน สนับสนุนเศษฐกิจชีวภาพ (BCG) และรักษาสิ่งแวดล้อม

๘. ความยุ่งยากและซับซ้อนในการดำเนินการ

๘.๑ ขั้นตอนการขยายเพิ่มปริมาณเชื้อราและเอนไซม์เซลลูเลส เนื่องจากเชื้อราต้องการแหล่งอาหารที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณเชื้อ และต้องเป็นแหล่งอาหารชนิดแข็งที่สามารถส่งเสริมชักนำให้เกิดการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสในปริมาณสูงในกระบวนการผลิตพร้อมกันในครั้งเดียว อีกทั้งการเลือกวิธีการที่เหมาะสมในสกัดเอนไซม์และวิธีการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสจากอาหารเลี้ยงเชื้อและตัวอย่างจากดิน

๘.๒ การทดสอบในแปลงทดลอง เนื่องจากสภาพแวดล้อมในแปลงไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ การเกิดกระบวนการทางชีวภาพ

ส่งผลต่ออัตราการย่อยสลาย ดังนั้นการดำเนินงานต้องตรวจสอบและควบคุมดูแลแปลง การให้น้ำพืช และเก็บข้อมูลอย่างละเอียด เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อการวิจัย

๙. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการ

เนื่องจากขั้นตอนการวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ วิธีการสกัดเอนไซม์เซลลูเลส และการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงแห้ง ต้องใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ในการวิเคราะห์ขั้นสูง อีกทั้งต้องมีความเชี่ยวชาญด้านเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เพื่อลดข้อผิดพลาดจากการวิเคราะห์ข้อมูล

๑๐. ข้อเสนอแนะ

๑๐.๑ ควรนำผลจากงานวิจัยขยายผลสู่แปลงทดสอบในพื้นที่แปลงใหญ่ ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมในสภาพการจัดดินที่แตกต่างกันเพิ่มเติม เช่น การย่อยสลายในสภาพความชื้นดินที่แตกต่างกัน เช่น สภาพดินแห้ง สภาพดินน้ำขัง และการใช้ประโยชน์ในพื้นที่แบบไม่ต้องสับกลบเศษวัสดุในแปลง

๑๐.๒ ควรมีการทดสอบกับพืชชนิดอื่นๆ ที่มีปริมาณวัสดุเหลือทิ้งมากในพื้นที่แปลงเกษตร เช่น อ้อย ข้าว เป็นต้น

๑๐.๓ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมี สมบัติทางกายภาพดิน และสมบัติทางชีวภาพ ภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ หรือการใช้ประโยชน์ร่วมกับผลิตภัณฑ์ชีวภาพชนิดอื่นๆ เช่น ปุ๋ยชีวภาพ เพื่อประโยชน์ในเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มผลผลิตพืช และการต่อยอดขยายผลสู่นักวิชาการและเกษตรกรต่อไป

๑๑. การเผยแพร่ผลงาน

๑๑.๑ การจัดทำเอกสารเผยแพร่หน้าเว็บไซต์หน่วยงาน

๑๑.๒ การนำเสนอผลงานในงานประชุมวิชาการ

๑๒. ผู้มีส่วนร่วมในผลงาน (ถ้ามี)

๑๒.๑ นางจันจิรา แสงสีเหลือง สัดส่วนของผลงาน ๙๐ มีหน้าที่ เขียนโครงการวิจัย วางแผนการและดำเนินการวิจัย วิเคราะห์ แปรผลข้อมูล และเขียนรายงาน

๑๒.๒ นางนวลจันทร์ ชะบา สัดส่วนของผลงาน ๕ มีหน้าที่ ร่วมปฏิบัติงานวิจัยดำเนินการวางแผนการ

๑๒.๓ นางสาวดารารัตน์ โฮตาก้า สัดส่วนของผลงาน ๕ มีหน้าที่ ร่วมปฏิบัติงานวิจัยดำเนินการวางแผนการและดำเนินการวิจัย

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) .....(ผู้ขอประเมิน)
(นางจันจิรา แสงสีเหลือง)
(ตำแหน่ง) นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ
(วันที่) ๒๔ / ก.ค. / ๖๖

ขอรับรองว่าสัดส่วนการดำเนินการข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ (ถ้ามี)

รายชื่อผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	ลายมือชื่อ
๑. นางนวลจันทร์ ชะบา	
๒. นางสาวดารารัตน์ โฮตาก้า	

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) .....(ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล)

(นายคำนึง แสงขำ)

ผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน

(วันที่) ๒๔ / ก.ค. / ๖๖

<u>หมายเหตุ</u> คำรับรองจากผู้บังคับบัญชา คือ ผู้บังคับบัญชาที่กำกับดูแล และผู้บังคับบัญชาที่เหนือขึ้นไปอีกหนึ่งระดับ เว้นแต่ในกรณีที่ผู้บังคับบัญชาดังกล่าวเป็นบุคคลคนเดียวกัน ก็ให้มีคำรับรองหนึ่งระดับได้