บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในรูปแบบของอัลจิเนตเจลบีด และคาราจีแนนเจลบีด ศึกษาผลของปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อการปลดปล่อยธาตุอาหารและอัตราการสลายตัวทางชีวภาพ ได้แก่ ชนิดและความเข้มข้นของพอลิเมอร์ สภาวะที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ การปลดปล่อยธาตุอาหารออกจากเจลบีด ตลอดจนศึกษาประสิทธิภาพของเม็ดปุ๋ยในการปลดปล่อยธาตุอาหารประสิทธิภาพการดูดใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลังและการเติบโตของมันสำปะหลังเปรียบเทียบระหว่างเจลบีด ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยละลายช้าที่มีขายในท้องตลาด และปุ๋ยเคมี โดยทดสอบในแปลงทดลองในโรงเรือน ซึ่งสรุปผลการวิจัยการดังนี้

1. การเตรียมปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในรูปแบบอัลจิเนตเจลบีดและคาราจีแนนเจลบีด

เตรียมปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร อาหาร N P K ในรูปแบบอัลจิเนตเจลบีดและคาราจีแนนเจลบีด โดยวิธี ionotropic gelation โดยใช้โซเดียมอัลจิเนตและคาราจีแนน ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2 % (w/v) นำมาเคลือบเม็ดปุ๋ย N P K สูตร 15-7-18 ซึ่งเป็นสูตรปุ๋ยที่เหมาะสมกับมันสำปะหลัง เมื่อเคลือบแล้วจะได้ปุ๋ยที่มีลักษณะเม็ดกลม ขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตร เมื่อศึกษารัศมีการพองตัวของเจลบีดชนิดอัลจิเนตและคาราจีแนนภายหลังการแช่ในน้ำเป็นเวลา 15 นาที 30 นาที 1 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า อัลจิเนตเจลบีดที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1 % เกิดการแตกออกจากเม็ดเจลที่เวลา 15 นาทีหลังแช่น้ำ ขณะที่อัลจิเนตเจลบีดที่มีความเข้มข้น 2 % ไม่เกิดการแตกภายหลังแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนคาราจีแนนเจลบีดความเข้มข้น 0.5 และ 2 % เกิดการแตกตัวออกจากเม็ดเจลที่เวลา 15 นาทีและ 24 ชั่วโมงหลังแช่น้ำ ตามลำดับ และคาราจีแนนเจลบีดความเข้มข้น 1 % ไม่เกิดการแตก ดังนั้นเจลบีดชนิดอัลจิเนตที่ความเข้มข้น 2 % และคาราจีแนนที่ความเข้มข้น 1 % มีความแข็งแรงของเปลือกที่ห่อหุ้มต่อน้ำและความชื้นได้ดีที่สุด โดยมีรัศมีการพองตัวคงที่ และไม่เกิดการแตกภายหลังแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงมีความเหมาะสมในการห่อหุ้มปุ๋ย จึงนำอัลจิเนตเจลบีดที่ความเข้มข้น 2 % และคาราจีแนนเจลบีดความเข้มข้น 1 % มาทำการศึกษาต่อในส่วนของการศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของอัลจิเนตเจลบีดและคาราจีแนนเจลบีดในน้ำ

2. การศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของอัลจิเนตเจลบีดและคาราจีแนนเจลบีดในน้ำ

ผลการศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของอัลจิเนตเจลบีดและคาราจีแนนเจลบีดในน้ำ พบว่า เจลบีดที่มีการห่อหุ้มด้วยอัลจิเนต 2% มีการปลดปล่อยธาตุอาหารในน้ำได้นานถึง 49 วัน โดยมีการปลดปล่อยสูงสุดในช่วง 14 วัน หลังอยู่ในน้ำ โดยมีการปลดปล่อยธาตุ N เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 92.13 ส่วน P และ K จะปลดปล่อยสูงสุดในช่วง 48 ชั่วโมง เฉลี่ยเท่ากับ 21.23 และ 208.07 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนช่วงที่มีการปลดปล่อยเฉลี่ยต่ำสุดคือช่วงเวลา 49 วัน หลังอยู่ในน้ำมีการปลดปล่อยธาตุ N P K เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 8.71, 1.15 และ 38.99 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนคาราจีแนนเจลบีด 1% มีการปลดปล่อยธาตุอาหารในน้ำได้นานเพียง 28 วัน โดยการปลดปล่อยธาตุ N P และ K เฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 14 วัน โดยมีการปลดปล่อย N P และ K เฉลี่ยเท่ากับ 75.61, 17.53 และ 406.91 มิลลิกรัม/ลิตร และช่วงเวลาที่มีปลดปล่อยธาตุอาหารเฉลี่ยต่ำสุดคือช่วงเวลา 28 วันหลังอยู่ในน้ำ โดยมีการปลดปล่อยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 21.97, 5.58, และ 97.65 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเมื่อนำผลการปลดปล่อยธาตุอาหารจากเจลบีดทั้ง 2 รูปแบบ มาพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการปลดปล่อยและระยะเวลาการปลดปล่อยธาตุอาหาร จะพบว่าเจลบีดที่มีการห่อหุ้มด้วยอัลจิเนต 2% มีการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P และ K ได้ดีกว่าเจลบีดที่ห่อหุ้มด้วยคาราจีแนน 1% โดยพิจารณาในแง่ของระยะเวลาการปลดปล่อยธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดที่ยาวนาน และปริมาณการปลดปล่อย โดยอัลจิเนตเจลบีด 2% สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารได้สูงสุดถึง 49 วัน ในขณะที่คาราจีแนนเจลบีด 1% ปลดปล่อยได้สูงสุดเพียง 28 วันเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยธาตุอาหารแต่ละธาตุระหว่างเจลบีดชนิดอัลจิเนตและคาราจีแนน พบว่า การปลดปล่อยไนโตรเจนและโพแทสเซียมของอัลจิเนตสูงกว่าคาราจีแนนในช่วง 48 ชั่วโมงแรก และระหว่าง 14 วัน (ยกเว้น K) 28 ถึง 49 วัน การปลดปล่อยฟอสฟอรัสของอัลจิเนตสูงกว่าคาราจีแนน ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึง 49 วัน

3. การศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของเจลบีดในดิน

จากการศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของอัลจิเนตเจลบีดและคาราจีแนนเจลบีดในดิน พบว่า อัลจิเนตเจลบีด 2% มีค่าเฉลี่ยของการปลดปล่อยธาตุ N P และ K ดีกว่าคาราจีแนนเจลบีด 1% เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาปลดปล่อยที่เท่ากัน ขณะที่เมื่อพิจารณาธาตุอาหาร N P และ K ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเจลบีดในปริมาณที่มากที่สุดของอัลจิเนตเจลบีด พบว่าในช่วงเวลา 2 วันหลังกลบในดิน จะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดออกมามากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยการปลดปล่อย N P และ K เท่ากับ 101.98, 35.87 และ 265.45 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนการปลดปล่อยธาตุอาหารปริมาณน้อยที่สุด จะอยู่ในช่วง 49 วันหลังจากกลบดิน โดยค่าเฉลี่ยของการปลดปล่อย N P และ K เท่ากับ 0.02, 0.00 และ 0.06 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยธาตุอาหารแต่ละธาตุระหว่างเจลบีดชนิดอัลจิเนตและคาราจีแนน พบว่า การปลดปล่อย N P และ K ของอัลจิเนตสูงกว่าคารา

จีแนนเจลบีดตั้งแต่เริ่มการทดลองถึง 35 วัน ยกเว้นผลการปลดปล่อยธาตุ K ของคาราจีแนนที่สูงกว่าอัลจิเนตเล็กน้อย

เมื่อทำการศึกษาภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจาก SEM ของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดอัลจิเนตเจลบีดและคาราจีแนนเจลบีดก่อนการฝังดินพบว่า ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยทั้ง 2 ชนิด มีลักษณะพื้นผิวขรุขระจากธาตุอาหาร N P และ K และพื้นผิวของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดอัลจิเนตเจลบีดประกอบด้วยปริมาณของธาตุ N P และ K ร้อยละ 0, 1.36 และ 2.73 โดยน้ำหนัก ส่วนพื้นผิวของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดคาราจีแนนเจลบีด ประกอบด้วยปริมาณของธาตุ N P และ K ร้อยละ 0, 0.62 และ 0.85 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้จากการศึกษาโครงสร้างจุลภาคจาก SEM ยังพบว่า ภายหลังฝังดินเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พื้นผิวของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยทั้ง 2 ชนิด ไม่มีรอยแตกเกิดขึ้น

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยทั้ง 2 ชนิด ภายหลังฝังดินเป็นเวลา 14 วัน ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดคาราจีแนนเจลบีดมีรอยแตกที่พื้นผิวมากกว่าอัลจิเนตเจลบีด จากการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยทั้ง 2 ชนิด โดยใช้เทคนิค EDX พบว่าพื้นผิวของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดอัลจิเนตเจลบีด ประกอบด้วยปริมาณของธาตุ N P และ K ร้อยละ 17.83, 1.14 และ 5.9 โดยน้ำหนัก พื้นผิวของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดคาราจีแนนเจลบีดประกอบด้วยปริมาณของธาตุ N P และ K ร้อยละ 19.46, 0.82 และ 3.45 โดยน้ำหนัก นอกจากนี้ ผลการศึกษาภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจาก SEM ของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยทั้ง 2 ชนิด ภายหลังฝังดินเป็นเวลา 35 วัน พบว่า ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดคาราจีแนนเจลบีดมีรอยแตกที่พื้นผิวมากกว่าปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดอัลจิเนตเจลบีด

4. ผลของการดูดใช้ธาตุอาหาร N P และ K จากเม็ดปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารชนิดอัลจิเนตเจลบีดในมันสำปะหลังช่วงอายุต่าง ๆ

การศึกษาความชื้นประจุภาคสนามที่เหมาะสมกับการปลดปล่อยธาตุอาหาร พบว่าความชื้นประจุภาคสนามที่เหมาะสมเท่ากับ 0 – 15 บาร์ และ pH ในดินที่เหมาะสม อยู่ระหว่าง 5.5-8.0 เมื่อศึกษาการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยอัลจิเนตเจลบีดในใบมันสำปะหลังช่วงอายุ 3 เดือน เปรียบเทียบกับปุ๋ยละลายช้าที่มีอยู่ในท้องตลาดและปุ๋ยเคมี จำนวน 3 ซ้ำ พบว่า มันสำปะหลังมีการตอบสนองต่อการดูดใช้ในตำรับการทดลองจากปุ๋ยอัลจิเนตเจลบีด ในใบมันสำปะหลัง ให้ค่าเฉลี่ยในการดูดใช้ธาตุ N P และ K สูงสุดคือ ร้อยละ 1.25, 0.18 และ 1.10 ตามลำดับ ส่วนปุ๋ยละลายช้าในท้องตลาด มีค่าเฉลี่ยรองลงมา ได้แก่ N P และ K ร้อยละ 0.79, 0.08 และ 0.81 ตามลำดับ และตำรับการทดลองปุ๋ยเคมี มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ N P และ K ร้อยละ 0.68, 0.056 และ 0.62 ตามลำดับ

การดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ย 3 ตำรับ ได้แก่ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารชนิดอัลจิเนตเจลบีด ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารที่มีอยู่ในท้องตลาดและปุ๋ยเคมีในใบมันสำปะหลังในช่วงอายุ 6 เดือน พบว่า ผลการศึกษามีทิศทางสอดคล้องกับผลการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ย 3 ตำรับในช่วงอายุ 3

เดือน คือ ตำรับการทดลองจากปุ๋ยอัลจิเนตเจลบีดมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในการตอบสนองการดูดใช้ธาตุอาหารของมันสำปะหลังอายุ 6 เดือน ร้อยละของ N P และ K ได้แก่ ร้อยละ 1.34, 0.31 และ 1.46 ตามลำดับ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารที่มีอยู่ในท้องตลาด ให้ค่าเฉลี่ยในการดูดใช้ N P และ K ร้อยละ 0.79, 0.07 และ 0.79 ตามลำดับ และสุดท้ายคือ ตำรับการทดลองปุ๋ยเคมี ให้ค่าเฉลี่ยการดูดใช้ธาตุอาหารต่ำสุด คือ ร้อยละของ N P และ K เท่ากับ 0.62, 0.06 และ 0.69 ตามลำดับ

เช่นเดียวกันกับผลการศึกษาที่ผ่านมาผลการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยในใบมันสำปะหลังในช่วงอายุ 9 เดือน มีผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยในใบมันสำปะหลังในช่วงอายุ 3 เดือน และ 6 เดือน คือใบมันสำปะหลังมีการตอบสนองต่อการดูดใช้ธาตุอาหารจากตำรับการทดลองของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารชนิดอัลจิเนตเจลบีด ค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ร้อยละของ N P และ K เท่ากับ 1.22, 0.26 และ 1.26 ตามลำดับ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองของปุ๋ยละลายช้าที่มีอยู่ในท้องตลาด ให้ค่าเฉลี่ยในการดูดใช้ N P และ K ร้อยละ 0.96, 0.08 และ 0.90 ตามลำดับ และสุดท้ายคือ ตำรับการทดลองปุ๋ยเคมี ให้ค่าเฉลี่ยการดูดใช้ธาตุอาหารต่ำสุด คือ ร้อยละของ N P และ K เท่ากับ 0.84, 0.08 และ 0.85 ตามลำดับ

5. การศึกษาการเติบโตของมันสำปะหลังจากการดูดใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดอัลจิเนตเจลบีดของมันสำปะหลัง โดยทดสอบในแปลงทดลองในโรงเรือน

ผลการศึกษาการเติบโตของมันสำปะหลังจากการดูดใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดอัลจิเนตเจลบีดของมันสำปะหลัง โดยทดสอบในแปลงทดลองในโรงเรือนพบว่า ทุกตำรับการทดลองของปุ๋ยอัลจิเนตเจลบีด มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารที่มีอยู่ในท้องตลาดและปุ๋ยเคมี ในทุกช่วงอายุมันสำปะหลัง โดยในช่วงอายุ 3 เดือน ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยอัลจิเนตเจลบีด ต้นมันสำปะหลังมีความสูงเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 35.2 (±0.15) เซนติเมตร 137.0 (±1.51) เซนติเมตร และ 178.0 (±0.36) เซนติเมตร ตามลำดับ ตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยละลายช้าที่มีอยู่ในท้องตลาด มีความสูงเฉลี่ยรองลงมา โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 29.5 (±0.75) เซนติเมตร 121.7 (±1.00) เซนติเมตร และ 147.5 (±9.54) เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนตำรับการทดลองที่ได้รับปุ๋ยเคมี มีความสูงเฉลี่ยต่ำสุด โดยมีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 27.7 (±0.44) เซนติเมตร 112.6 (±1.01) เซนติเมตร และ 140.3 (±1.90) เซนติเมตร ตามลำดับ

อภิปรายผล

จากการศึกษาการเตรียมปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในรูปแบบอัลจิเนตเจลบีดและคาราจีแนนเจลบีด พบว่าอัลจิเนตเจลบีดที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1 % เกิดการแตกที่เวลา 15 นาทีหลังแช่น้ำ อัลจิเนตเจลบีดที่ความเข้มข้น 2 % ไม่เกิดการแตก ภายหลังแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนคาราจีแนนเจลบีดความเข้มข้น 0.5 และ 2 % เกิดการแตกที่เวลา 15 นาทีและ 24 ชั่วโมงหลังแช่น้ำ และคาราจีแนนเจลบีดความเข้มข้น 1 % ไม่เกิดการแตก อัลจิเนตเจลบีดที่ความเข้มข้น 2 % และคาราจีแนนเจลบีดความเข้มข้น 1 % จึงมีความเหมาะสมในการห่อหุ้มปุ๋ย สอดคล้องกับการศึกษาของ Tangboriboonrat, และ Sirichaiwat ในปี พ.ศ. 1999 ซึ่งได้ศึกษาการห่อหุ้มปุ๋ยยูเรียโดยใช้น้ำยางธรรมชาติ และเคลือบสารละลายโซเดียมอัลจิเนต เพื่อลดอัตราการปลดปล่อยของปุ๋ยยูเรีย พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยยูเรีย คือ ความเข้มข้นของโซเดียมอัลจิเนต

การศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของอัลจิเนตเจลบีดและคาราจีแนนเจลบีดในน้ำ พบว่า เจลบีดที่มีการห่อหุ้มด้วยอัลจิเนต 2% มีการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P และ K ได้ดีกว่าเจลบีดที่ห่อหุ้มด้วยคาราจีแนน 1% โดยพิจารณาในแง่ของระยะเวลาการปลดปล่อยธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดที่ยาวนาน และอัลจิเนตเจลบีด 2% สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารได้สูงสุดถึง 49 วัน ในขณะที่คาราจีแนนเจลบีด 1% ปลดปล่อยได้สูงสุดเพียง 28 วันเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยธาตุอาหารแต่ละธาตุระหว่างเจลบีดชนิดอัลจิเนตและคาราจีแนน พบว่า การปลดปล่อย N และ K ของอัลจิเนตสูงกว่าคาราจีแนนในช่วง 48 ชั่วโมงแรก และระหว่าง 14 วัน (ยกเว้น K) 28 ถึง 49 วัน ส่วนการปลดปล่อย P ของอัลจิเนตสูงกว่าคาราจีแนน ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึง 49 วัน ส่วนการศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของเจลบีดในดินพบว่า อัลจิเนตเจลบีด 2% มีค่าเฉลี่ยของการปลดปล่อยธาตุ N P และ K ดีกว่าคาราจีแนนเจลบีด 1% เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาปลดปล่อยที่เท่ากันตั้งแต่เริ่มการทดลองถึง 35 วัน ยกเว้นผลการปลดปล่อยธาตุ K ของคาราจีแนนที่สูงกว่าอัลจิเนตเล็กน้อย เมื่อพิจารณาธาตุอาหาร N P และ K ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเจลบีด พบว่าในช่วงเวลา 2 วันหลังกลบในดิน จะมีการปลดปล่อยธาตุอาหารทั้ง 3 ชนิดออกมามากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยการปลดปล่อย N P และ K เท่ากับ 101.98, 35.87 และ 265.45 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนการปลดปล่อยธาตุอาหารปริมาณน้อยที่สุด จะอยู่ในช่วง 49 วันหลังจากกลบดิน โดยมีค่าเฉลี่ยของการปลดปล่อย N P และ K เท่ากับ 0.02, 0.00 และ 0.06 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

การดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยในใบมันสำปะหลังในช่วงอายุ 3, 6 และ 9 เดือน มีผลที่สอดคล้องกัน คือ ใบมันสำปะหลังมีการตอบสนองต่อการดูดใช้ธาตุอาหารจากตำรับการทดลองของปุ๋ยอัลจิเนตเจลบีด โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ร้อยละของ N P และ K เท่ากับ 1.22, 0.26 และ 1.26 ตามลำดับ รองลงมาคือ ตำรับการทดลองของปุ๋ยละลายช้าที่มีอยู่ในท้องตลาด ให้ค่าเฉลี่ยในการดูดใช้ N P และ K ร้อยละ 0.96, 0.08 และ 0.90 ตามลำดับ และสุดท้ายคือ ตำรับการทดลองปุ๋ยเคมี ให้ค่าเฉลี่ยการดูดใช้ธาตุอาหารต่ำสุด

คือ ร้อยละของ N P และ K เท่ากับ 0.84, 0.08 และ 0.85 ตามลำดับ การศึกษาการเติบโตของมันสำปะหลังจากการดูดใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดอัลจิเนตเจลบีดของมันสำปะหลัง โดยทดสอบในแปลงทดลองในโรงเรือนพบว่า ทุกตำรับการทดลองของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารชนิดอัลจิเนตเจลบีด มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยละลายช้าที่มีอยู่ในท้องตลาดและปุ๋ยเคมี ในทุกช่วงอายุมันสำปะหลัง ซึ่งมันสำปะหลังต้องการธาตุ N เพื่อใช้ในการเติบโตของลำต้น ส่วนธาตุ P มีผลต่อต้นมันสำปะหลังค่อนข้างน้อย แต่ก็ยังมีความต้องการอยู่ตลอดในช่วงการเติบโต ส่วนธาตุ P นั้น มันสำปะหลังต้องการอย่างมาก เพื่อทำงานร่วมกับธาตุ N เนื่องจากธาตุ N ช่วยในการเติบโตของลำต้นและใบ เพื่อสังเคราะห์แสง ส่วน K เป็นธาตุที่ควบคุมการลำเลียงแป้งจากการสังเคราะห์แสงที่ใบไปสู่ราก ซึ่งหากมีการให้ธาตุอาหารที่เหมาะสม ในช่วง 2 - 5 เดือนนี้ จะทำให้มันสำปะหลังมีผลผลิตที่สูง และเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารในมีนสำปะหลัง ซึ่งหากพ้นระยะ 7 เดือนขึ้นไป มันสำปะหลังจะไม่ต้องการการสังเคราะห์แสง เพื่อสะสมแป้งที่ราก (หัว) มันสำปะหลังแล้ว จากการศึกษาที่ผ่านมาที่มีการควบคุมการสูญเสียปุ๋ยยูเรียโดยการเคลือบสารไบโอพอลิเมอร์ พบว่า ปุ๋ยเคลือบสามารถพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรได้ โดยพบว่า พืชที่ได้รับปุ๋ยยูเรียที่เคลือบสารไบโอพอลิเมอร์มีน้ำหนักต้นสด น้ำหนักรากสด น้ำหนักต้นแห้ง และน้ำหนักรากแห้งสูงกว่าพืชที่ใช้ปุ๋ยยูเรียชนิดไม่เคลือบและชุดควบคุม เนื่องจากมีการสะสมปริมาณธาตุไนโตรเจนที่สูงหรือช่วยลดการ สูญเสียธาตุไนโตรเจนได้ (โชคชัย วนภู และสิริมา พิณเพียงจันทร์, 2558)

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลไกการปลดปล่อยของธาตุอาหาร โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายการแพร่ของธาตุอาหารผ่านการเคลือบผิวเม็ดปุ๋ย