

หัวข้อวิจัย	การเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ปุ๋ยของมันสำปะหลัง โดยการควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในรูปแบบของเจลปิด
ผู้ดำเนินงานวิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐบดี วิริยาวัฒน์ <sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรชาติ สินวรรณ <sup>1</sup> ดร. กันต์ ปานประยูร <sup>2</sup>
หน่วยงาน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต <sup>1</sup> คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล <sup>2</sup>
ปี พ.ศ.	25561

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในรูปแบบอัลจินตเจลปิดและคาราจีแนนเจลปิด ศึกษาผลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปลดปล่อยธาตุอาหาร และอัตราการสลายตัวทางชีวภาพ ทดสอบประสิทธิภาพในการปลดปล่อยธาตุอาหารและประสิทธิภาพการดูดใช้ปุ๋ยและการเติบโตของมันสำปะหลังในแปลงทดลองในโรงเรือน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัลจินตเจลปิดกับผลิตภัณฑ์ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยที่ขายในท้องตลาด และปุ๋ยเคมี ผลการวิจัยพบว่า เจลปิดที่มีการห่อหุ้มด้วยอัลจินต 2% มีการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P และ K ได้ดีกว่าเจลปิดที่ห่อหุ้มด้วยคาราจีแนน 1% โดยอัลจินตเจลปิด 2% สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารได้สูงสุดถึง 49 วัน ในขณะที่คาราจีแนนเจลปิด 1% ปลดปล่อยได้สูงสุดเพียง 28 วันเท่านั้น โดยความชื้นประจุภาคสนามที่เหมาะสมกับการปลดปล่อยธาตุอาหารอยู่ระหว่าง 0 – 15 บาร์ และ pH ในดินที่เหมาะสม อยู่ระหว่าง 5.5 - 8.0 นอกจากนี้ ทุกตำรับการทดลองของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารชนิดอัลจินตเจลปิด มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าตำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยละลายช้าที่มีอยู่ในท้องตลาดและปุ๋ยเคมี ในทุกช่วงอายุมันสำปะหลัง

<b>Research Title</b>	The efficiency enhancing the uptake of fertilizer in cassava by control release NPK in gel beads
<b>Resaercher</b>	Assistant Professor Dr. Nuttabodee Viriyawattana <sup>1</sup> Assistant Professor Dr. Surachat Sinworn <sup>1</sup> Dr. Gunn Panprayun <sup>2</sup>
<b>Organization</b>	Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University <sup>1</sup> Faculty of Environmental and Resource Studies, Mahidol University <sup>2</sup>
<b>Year</b>	2018

The purpose of this research was to prepare the fertilizer to release N P K nutrient in the form of alginate gel beads and carrageenan gel beads. Study the effects of factors affecting nutrient release and the rate of biodegradation. Efficiency test on nutrient release and fertilizer use efficiency and growth of cassava in greenhouse. When compared alginate gel beads with slow release fertilizers are sold in the market and chemical fertilizer. The results showed that 2% alginate gel beads was able to release N P and K nutrients better than 1% carrageenan gel beads by alginate gel beads 2% can release nutrients up to 49 days. While carrageenan gel beads 1% release only up to 28 days. The optimum Field capacity of the soil was 0-15 bar and the optimum soil pH ranged between 5.5 to 8.0. In addition, all experimental treatments of alginate gel beads as a result, the average height of cassava was higher than that of the slow-release fertilizer application in the market and chemical fertilizer at all ages of cassava.

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความร่วมมือและความอนุเคราะห์จากหลายฝ่ายใน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการ ดำเนินการวิจัยในครั้งนี้และงานวิจัยนี้จะเกิดขึ้นไม่ได้เลย หากไม่ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ในปีงบประมาณ 2560 ซึ่งเล็งเห็นความสำคัญของการวิจัยนี้ ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

ประโยชน์อันเนื่องมาจากงานวิจัยฉบับนี้จะพึงมีเพียงใด ขอมอบแต่บิดา มารดาและคณาจารย์ ทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน

คณะผู้วิจัย

2561

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
<b>บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>4</b>
ชนิดของปุ๋ย	4
การใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลัง	4
การใช้ปุ๋ยเคมี	6
การใช้ปุ๋ยอินทรีย์	7
การใช้ปุ๋ยชีวภาพ	8
การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และชีวภาพ	9
การให้ปุ๋ยทางใบกับมันสำปะหลัง	9
การสูญเสียธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเมื่อใส่ลงในดิน	10
อัลจินต	11
คาราจีแนน	13
การควบคุมการปลดปล่อย	14
การควบคุมการปลดปล่อยโดยใช้การแพร่	14
การควบคุมการปลดปล่อยโดยพีเอช	15

การควบคุมการปลดปล่อยโดยอาศัยหลักการพองตัว	16
การควบคุมการปลดปล่อยสารให้กลิ่นรสโดยวิธีการหลอมละลาย	16
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง	16
กรอบแนวคิดในการวิจัย	20
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	21
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	21
สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	22
วิธีดำเนินการวิจัย	22
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย</b>	27
การเตรียมปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในรูปแบบอัลจิเนตเจลปิดและคาราจีแนนเจลปิด	27
การศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของอัลจิเนตเจลปิด และคาราจีแนนเจลปิดในน้ำ	30
การศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของอัลจิเนตเจลปิด และคาราจีแนนเจลปิดในดิน	35
ผลของการดูดยุ่ใช้ธาตุอาหาร N P และ K จากเม็ดปุ๋ยควบคุม	44
การปลดปล่อยธาตุอาหารชนิดอัลจิเนตเจลปิดในมันสำปะหลังช่วงอายุต่าง ๆ	
การศึกษาการเติบโตของมันสำปะหลังจากการดูดยุ่ใช้ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย ชนิดอัลจิเนตเจลปิดของมันสำปะหลัง โดยทดสอบในแปลงทดลองในโรงเรือน	50
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	53
สรุปผลการวิจัย	52
อภิปรายผล	56
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	57
<b>บรรณานุกรม</b>	58
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	62

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ตำรับทดลองอัตราผสมของเนื้อปุ๋ย (โดยมวล) กับน้ำในการทดลองรอง (sub plot) ของการทดลองใน 2560/61	24
4.1	รัศมีการพองตัวของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยอัลจินเตเจลปิด และคาราจีแนนเจลปิด	29
4.2	ปริมาณ N P K ที่ปลดปล่อยจากอัลจินเตเจลปิดในน้ำ	32
4.3	ปริมาณ N P K ที่ปลดปล่อยจากคาราจีแนนเจลปิดในน้ำ	33
4.4	ปริมาณ N P K ที่ปลดปล่อยจากอัลจินเตเจลปิดในดิน	37
4.5	ปริมาณ N P K ที่ปลดปล่อยจากคาราจีแนนเจลปิดในดิน	38
4.6	ผลของการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร ชนิดอัลจินเตเจลปิดใน ไบโอมัสสำปะหลังอายุ 3 เดือน	46
4.7	ผลของการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารชนิด อัลจินเตเจลปิดในไบโอมัสสำปะหลังอายุ 6 เดือน	47
4.8	ผลของการดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารชนิด อัลจินเตเจลปิดในไบโอมัสสำปะหลังอายุ 9 เดือน	48
4.9	ความสูงของต้นมันสำปะหลังอายุ 3, 6 และ 9 เดือน จากการใช้ปุ๋ยประเภทต่าง ๆ	50

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างทางเคมีของอัลจินต	12
2.2	โครงสร้างทางเคมีของคาราจีแนน	14
2.3	การควบคุมการปลดปล่อยโดยใช้การแพร่	15
2.4	การควบคุมการปลดปล่อยโดยพีเอช	15
2.5	กรอบแนวคิดในการวิจัย	20
3.1	แผนผังการทดลองทั้งการทดลองหลัก (main plot) และการทดลองรอง (sub-plot) แต่ละซ้ำ	25
4.1	การเตรียมปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในรูปแบบของอัลจินตเจลปิดและคาราจีแนนเจลปิด	28
4.2	ปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในรูปแบบของอัลจินตเจลปิดและคาราจีแนนเจลปิด	28
4.3	การปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ของอัลจินตเจลปิดและคาราจีแนนเจลปิดในน้ำ	31
4.4	ผลการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของเจลปิดชนิดอัลจินตและคาราจีแนนในน้ำ	34
4.5	ผลการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสของเจลปิดชนิดอัลจินตและคาราจีแนนในน้ำ	34
4.6	ผลการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสของเจลปิดชนิดอัลจินตและคาราจีแนนในน้ำ	35
4.7	ผลการปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนของเจลปิดชนิดอัลจินตและคาราจีแนนในดิน	39
4.8	ผลการปลดปล่อยธาตุฟอสฟอรัสของเจลปิดชนิดอัลจินตและคาราจีแนนในดิน	39
4.9	ผลการปลดปล่อยธาตุโพแทสเซียมของเจลปิดชนิดอัลจินตและคาราจีแนนในดิน	40
4.10	ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจาก SEM ของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยก่อนการฝังดิน กำลังขยาย 100X	40

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.11	สเปกตรัมของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดอัลจินตเจลปิดก่อนการฝังดิน	41
4.12	สเปกตรัมของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดคาราจีแนนเจลปิดก่อนการฝังดิน	41
4.13	ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจาก SEM ของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย ภายหลังการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในดิน กำลังขยาย 15X	42
4.14	ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจาก SEM ของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย ภายหลังการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในดิน กำลังขยาย 100X	42
4.15	สเปกตรัมของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดโซเดียมอัลจินตเจลปิด ภายหลังการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P และ K เป็นเวลา 14 วัน	43
4.16	สเปกตรัมของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยชนิดโซเดียมอัลจินตเจลปิด ภายหลังการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P และ K เป็นเวลา 14 วัน	43
4.17	ภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคจาก SEM ของปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อย ภายหลังการปลดปล่อยธาตุอาหาร N P K ในดิน กำลังขยาย 15X	44
4.18	ผลการดูใช้ธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร ชนิดอัลจินตเจลปิดในใบมันสำปะหลังอายุ 3, 6 และ 9 เดือนหลังปลูก	49
4.19	ผลการดูใช้ธาตุฟอสฟอรัสจากปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร ชนิดอัลจินตเจลปิดในใบมันสำปะหลังอายุ 3, 6 และ 9 เดือนหลังปลูก	49
4.20	ผลการดูใช้ธาตุโพแทสเซียมจากปุ๋ยควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหาร ชนิดอัลจินตเจลปิดในใบมันสำปะหลังอายุ 3, 6 และ 9 เดือนหลังปลูก	50
4.21	ความสูงของต้นมันสำปะหลังอายุ 3, 6 และ 9 เดือนจากการใช้ปุ๋ยประเภทต่าง ๆ	51
4.22	ความสูงของต้นมันสำปะหลังที่ระยะ 3 เดือน	51
4.23	ความสูงของต้นมันสำปะหลังที่ระยะ 6 เดือน	52
4.24	ความสูงของต้นมันสำปะหลังที่ระยะ 9 เดือน	52