1. ชุดโครงการวิจัย : **วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร**

2. โครงการวิจัย : **วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมีและจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตร**

กิจกรรม : **วิจัยและพัฒนาจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ในการจัดการดิน**

กิจกรรมย่อย : **การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์**

3. ชื่อการทดลอง(ภาษาไทย) : **การทดลองที่ 4.3.3 ศึกษาประสิทธิภาพของหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์**

ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ) : **Study of microbial inoculant for biocompost performance in composting process.**

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : **นายอธิปัตย์ คลังบุญครอง**

ผู้ร่วมงาน : **นางสุปรานี มั่นหมาย**

: **นางภาวนา ลิกขนานนท์**

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

5. บทคัดย่อ

ทดสอบประสิทธิภาพของหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ที่ผลิตจากจุลินทรีย์ *Streptomyces sp.* และ *Paenibacillus sp.* แบบผงแห้ง และหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ทำการทดลอง 5 กรรมวิธี เพื่อเปรียบเทียบการใส่และไม่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองแบบ พบว่าในกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก กรรมวิธีที่มีการใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์มีค่า C/N ratio ที่ลดลงเร็วกว่า และมีค่าน้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ แสดงให้เห็นถึงความสามารถของหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในการย่อยสลายองค์ประกอบของซังข้าวโพดได้ดีกว่าเมื่อไม่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์

Abstract

Microbial organic degradation inoculum from DOA, dry powder of *Streptomyces sp.*and *Paenibacillus sp.* were compared in composting process. Compost that microbial organic degradation inoculum was added show the C/N ratio decrease and lower than the compost that no adding of microbial organic degradation inoculum when corn cob was used as the organic material for composting.

6. คำนำ

กรมวิชาการเกษตรได้ผลิตผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ เพื่อการจำหน่ายจ่ายแจกแก่เกษตรกรไว้ใช้ประโยชน์ในการทำปุ๋ยหมัก หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯประกอบด้วย จุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่และเป็นจุลินทรีย์พวกที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophiles) โดยใช้ดินพีทเป็นวัสดุพา จุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลสเป็นจุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยซิส จากการเก็บรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลสตามกิจกรรมการสำรวจรวบรวมเชื้อจุลินทรีย์ดินที่ผ่านมา ได้จุลินทรีย์จำนวนหนึ่ง ที่มีประสิทธิภาพ และมีจุลินทรีย์ที่แสดงกิจกรรมการย่อยสลายเฮมิเซลลูโลส โปรตีนและไขมัน ประกอบกับการที่ไม่สามารถหาดินพีทที่มีคุณภาพมาใช้เป็นวัสดุพาเชื้อในขั้นตอนการผลิตได้ จึงทำให้มีความจำเป็นต้องพัฒนาการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เพื่อใช้ช่วยในขั้นตอนการทำปุ๋ยหมัก และเพื่อให้ได้หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯที่เหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ เช่นการผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำ การย่อยสลายตอซังข้าว ฯลฯ

จุลินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์นั้นต้องมีความสามารถในการย่อยสลายองค์ประกอบของพืช โดยทั่วไปต้องมีกิจกรรมของ cellulolytic enzyme จุลินทรีย์ Paenibacillus เป็นจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่มีความน่าสนใจ Yan *et al.* (2014) ทำการคัดแยก cellulolytic bacteria จากพื้นที่เขตร้อนในประเทศจีน พบว่ามี 22 ไอโซเลทที่มีความสามารถดังกล่าว โดยสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลสสูงที่สุดคือ *Paenibacillus terrae* ME27-1 Andre *et al*. (2011). คัดแยก cellulolytic bacteria จาก ปลาดุก *Parotocinclus maculicauda* ได้จุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมของ cellulolytic enzyme สูงถึง 0.154 U/ml ภายในวันแรกของการเพาะเลี้ยงคือ *Paenibacillus sp*. ซึ่งอาจจะเป็นเชื้อ species ใหม่ Raul *et al.* คัดแยก cellulolytic bacteria จากอินทผลัม พบว่าเป็น Paenibacillus ที่เป็น species ใหม่ ซึ่งจำแนกได้เป็น *Paenibacillus cellulosilyticus sp*. nov.

จุลินทรีย์ Streptomyces เป็นจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่มีกิจกรรมของ cellulolytic enzyme โดย Feng et al. (2013) คัดแยก *Streptomyces griseorubens* JSD-1 ซึ่งมีกิจกรรมของ CMCase, FPase, Xylanase, Pectinase และสามารถย่อยสลายฟางข้าวได้ 76% ภายใน 30 วัน นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการต้านโรค Sclerotinia rot ในเมล่อน Feng et al. (2012) แยก Streptomyces griseoaurantiacus ZQBC691 จากปุ๋ยหมักยอดไผ่ พบว่าจุลินทรีย์ดังกล่าวมีกิจกรรม cellulolytic enzyme ที่ดี คือ สามารถผลิตเอนไซม์ endoglucanase 37.38 IU/ml โดยมี pH ที่เหมาะสมเท่ากับ 5 และอุณหภูมิที่เหมาะสมเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส Kuo-Shu *et al*. (2007) คัดแยกจุลินทรีย์ที่มีกิจกรรม cellulolytic และ proteolytic activities สูงที่สุดได้ 3 สายพันธุ์คือ *Streptomyces thermonitrificans* NTU-88, *Streptococcus* sp. NTU-130 และ *Aspergillus fumigatus* NTU-132 เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ ซึ่งสามารถช่วยลดระยะเวลาการเป็นปุ๋ยหมักให้สั้นลงได้ ดังนั้นการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เพื่อปรับปรุงคุณภาพปุ๋ยหมัก ตลอดจนลดระยะเวลาการหมักจึงเป็นสิ่งที่ควรพัฒนาอย่างต่อเนื่อง Balasundaran (2009) พัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จากจุลินทรีย์ 14 ไอโซเลท โดยมี 6 ไอโซเลท ที่มีประชากรเด่นขึ้นมาในระหว่างการหมัก คือ *Streptoverticillium viridoflavum, S. reticulum, Streptomyces celluloflavus, S. albicans, Bacillus subtilis* และ *Humicola* sp. จากการทดลองพบว่าในการใช้หัวเชื้อในการทำ weed

compost, ayurvedic herbal waste compost และ coir pith compost ค่า C/N ratio สามารถลดลงได้ถึง 9.78 10.31 และ 18.6 ตามลำดับ ซึ่งได้ผลเป็นปุ๋ยหมักที่คุณภาพดี แต่ในการทำ sawdust compost ด้วยค่า C/N ratio ที่สูงทำให้การใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ไม่ช่วยในการพัฒนาการเป็นปุ๋ยหมัก จะเห็นได้ว่าแม้ว่าจะคัดแยกได้จุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมการย่อยสลายสลายที่ดี แต่ในการปฏิบัติงานกับวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ ก็อาจไม่ได้รับผลสำเร็จตามที่ต้องการได้ ดังนั้นการพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง จะช่วยให้ได้องค์ความรู้ที่มากขึ้น เพื่อพัฒนาใช้กับวัสดุอินทรีย์ที่หลากหลายขึ้น ด้วยการใช้จุลินทรีย์ที่หลากหลายชนิดขึ้น

7.วิธีดำเนินการ

1. จัดเตรียมหัวเชื้อแบคทีเรียย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ โดยการนำจุลินทรีย์ *Streptomyces sp.* และ *Paenibacillus sp.* สำหรับเตรียมผลิตเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์แบบที่ 2 (กำหนดให้ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์แบบที่ 1) โดยเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว nutrient broth จนมีปริมาณเซลล์ไม่ต่ำกว่า 10^9 cfu/ml แล้วคลุกกับ zeolite อัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก อบแห้งจนกระทั่งมีความชื้นต่ำกว่า 18 เปอร์เซ็นต์

2. เตรียมบ่อหมักหมักขนาด 0.8 x 1.0 x 1.5 เมตรสำหรับการทดสอบหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ตามกรรมวิธีที่กำหนด โดยใช้ซังข้าวโพดเป็นวัสดุอินทรีย์ เพราะมี cellulose และ organic matter ประมาณ 40.50% และ 94.40% ตามลำดับ (ณิชตา และคณะ, 2556) ซังข้าวโพดจึงเป็นวัสดุอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีความเหมาะสมต่อการทำปุ๋ยหมัก

วางแผนการทดลองแบบ CRD 5 กรรมวิธี 3 ซ้ำ

1. ซังข้าวโพด + ยูเรีย (อัตราส่วน 100:1)
2. ซังข้าวโพด + มูลวัว (อัตราส่วน 100:20)
3. ซังข้าวโพด + มูลวัว + หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ แบบที่ 1
4. ซังข้าวโพด + มูลวัว + หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ แบบที่ 2
5. ซังข้าวโพด + หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ แบบที่ 1+หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ แบบที่ 2

(กรรมวิธีที่ 1-5 เขียนแทนด้วย T1-T5 ตามลำดับ)

3. ทำการหมักซังข้าวโพดในบ่อหมักจำนวน 70 กิโลกรัมต่อบ่อ ใส่ปุ๋ยหมักมูลวัว และหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ ตามกรรมวิธีการทดลอง อัตราส่วน 1 กรัม ต่อวัสดุอินทรีย์ 1 กิโลกรัม ให้ความชื้นที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์

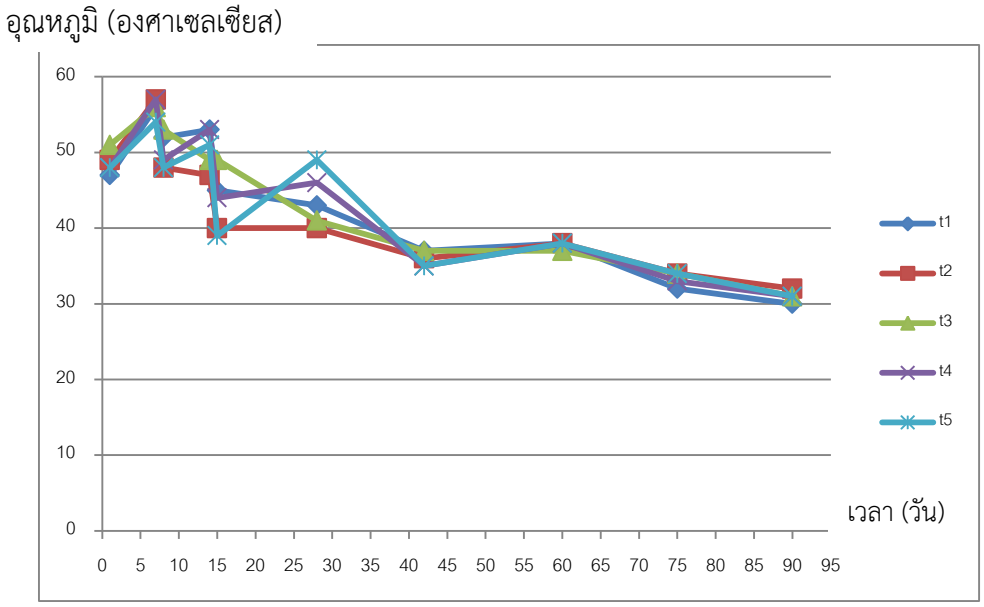
8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1 อุณหภูมิของวัสดุอินทรีย์ (องศาเซลเซียส) ณ ระยะเวลาต่างๆ (วัน)

	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ณ ระยะเวลาต่างๆ (วัน)									
กรรมวิธี	1	7	8*	14	15*	28	42	60	75	90

1	47	56	52	53	45	43	37	38	32	30
2	49	57	48	47	40	40	36	38	34	32
3	51	56	53	49	49	41	37	37	34	31
4	48	57	49	53	44	46	35	38	33	31
5	48	54	48	51	39	49	35	38	34	31

* คือ อุณหภูมิของวัสดุอินทรีย์ (องศาเซลเซียส) หลังการกลับกอง



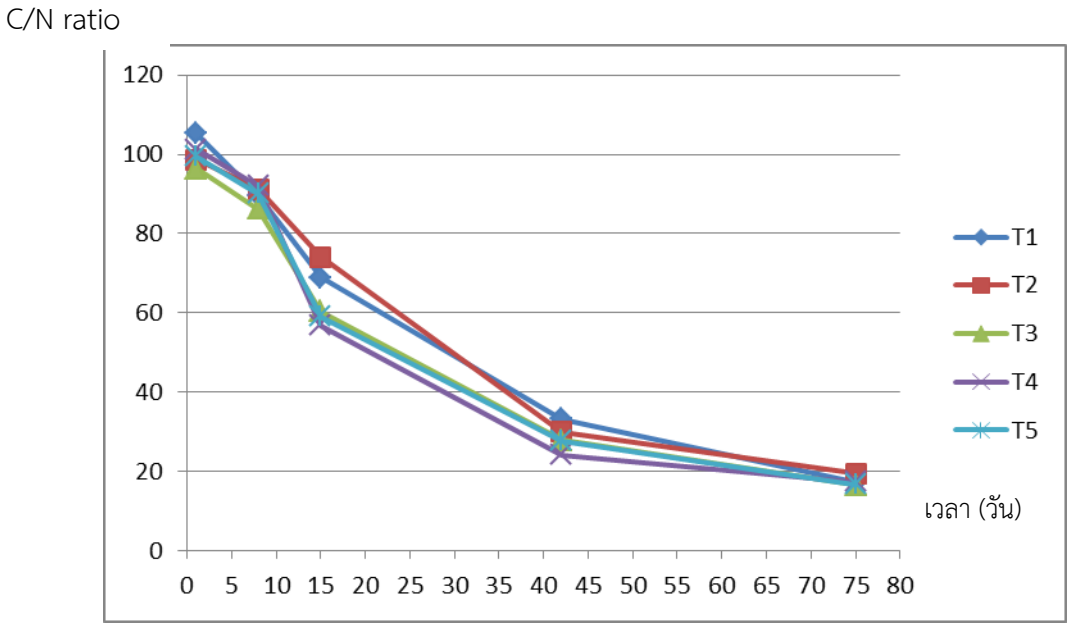
ภาพที่ 1 อุณหภูมิของวัสดุอินทรีย์ (องศาเซลเซียส) ณ ระยะเวลาต่างๆ (วัน)

ทำการหมักซังข้าวโพดในบ่อหมักจำนวน 70 กิโลกรัมต่อบ่อ ใส่ปุ๋ยหมักมูลวัว และหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ ตามกรรมวิธีการทดลอง ให้ความชื้นที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ จากการวัดอุณหภูมิ พบว่าอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสูงขึ้นในช่วง 15 วันแรก จากนั้นจึงเริ่มลดลงและค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 75-90 วัน ซึ่งเป็นการบ่งชี้การสิ้นสุดกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักได้ในบื้องต้น

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ณ เวลาต่างๆ (วัน)

เวลา (วัน)	T1	T2	T3	T4	T5
1	105.4	100.0	96.1	101.6	99.7

8	90.7	91.7	86.4	92.4	90.3
15	69.0	74.5	60.9	57.0	59.3
42	33.3	30.6	29.0	25.1	28.1
75	18.0	20.2	17.1	17.9	17.7

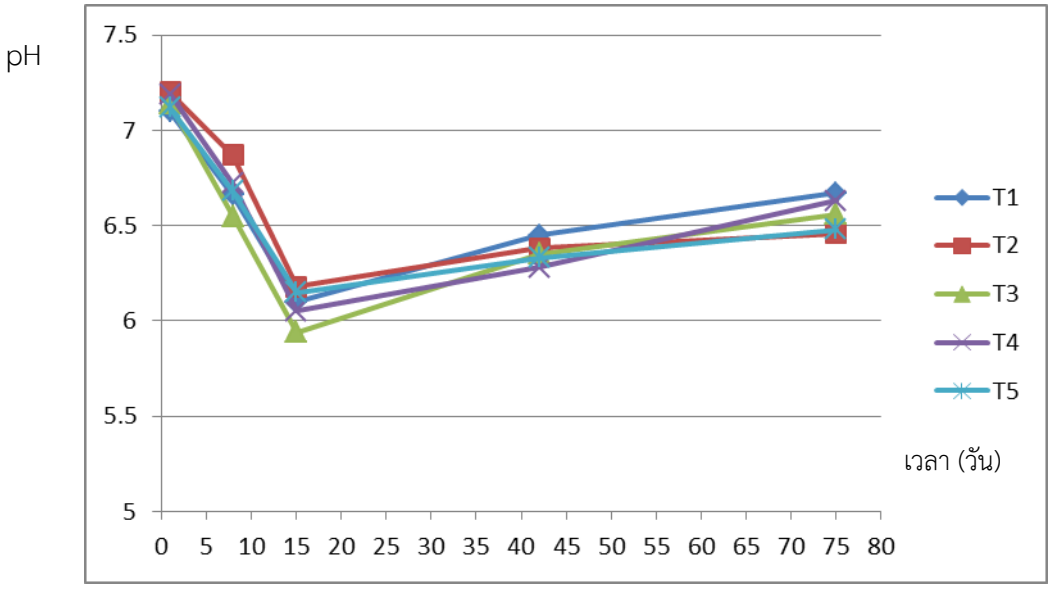


ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ณ เวลาต่างๆ (วัน)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ณ เวลาต่างๆ พบว่าในช่วง 10 วันแรกการเปลี่ยนแปลง C/N ratio จะลดลงในอัตราที่ใกล้เคียงกัน ต่อมาในช่วงวันที่ 10 ถึงวันที่ 42 กรรมวิธีที่ 1 และ 2 จะลดลงในอัตราที่น้อยกว่ากรรมวิธีที่ 3 4 และ 5 เล็กน้อย ก่อนที่จะมีค่าต่ำกว่า 20 ในวันที่ 75 ซึ่งเป็นการสิ้นสุดการบวนการเป็นปุ๋ยหมัก โดยในวันที่ 15 ของการทำปุ๋ยหมัก ค่า C/N ratio จากน้อยไปมากคือ กรรมวิธีที่ 4 5 3 1 และ 2 ตามลำดับ และในวันที่ 42 ของการทำปุ๋ยหมัก ค่า C/N ratio จากน้อยไปมากคือ กรรมวิธีที่ 4 5 3 2 และ 1 ตามลำดับ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของ pH ณ เวลาต่างๆ (วัน)

เวลา (วัน)	T1	T2	T3	T4	T5
1	7.1	7.2	7.14	7.19	7.12
8	6.66	6.87	6.55	6.72	6.68
15	6.1	6.18	5.94	6.05	6.15
42	6.45	6.38	6.35	6.28	6.33
75	6.67	6.46	6.56	6.63	6.48



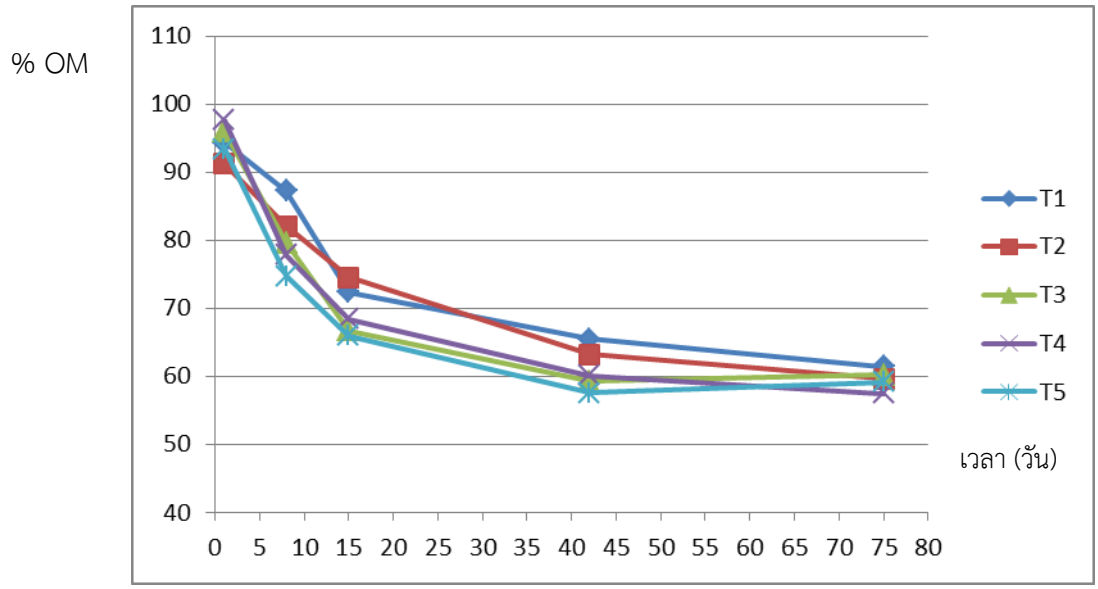
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของ pH ณ เวลาต่างๆ (วัน)

การเปลี่ยนแปลงของ pH ระหว่างการเป็นปุ๋ยหมักในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันคือ ในช่วงสองสัปดาห์แรก พบการลดลงของ pH อย่างต่อเนื่องอันเกิดจากการกิจกรรมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก หลังจากนั้น pH จะเพิ่มขึ้น แต่ไม่รวดเร็วนัก

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของค่าอินทรียวัตถุ (%) ณ เวลาต่างๆ (วัน)

เวลา (วัน)	T1	T2	T3	T4	T5
1	94.3	91.2	95.9	97.6	93.4
8	87.3	82.1	79.6	77.8	74.7
15	72.4	74.5	66.7	68.4	65.9

42	65.5	63.2	59.3	60.1	57.6
75	61.4	59.6	60.2	57.5	59.2



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของค่าอินทรียวัตถุ (%) ณ เวลาต่างๆ (วัน)

การเปลี่ยนแปลงของค่าอินทรียวัตถุ ระหว่างการเป็นปุ๋ยหมักในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันคือ ลดลงอย่างต่อเนื่องอันเกิดจากการกิจกรรมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก ก่อนที่จะลดอัตราเร็วในการลดค่าอินทรียวัตถุในช่วงวันที่ 42 ถึง 75

ตารางที่ 5 ค่าวิเคราะห์ทางเคมีของปุ๋ยหมักซังข้าวโพดที่ได้จากการหมัก 5 กรรมวิธี

กรรมวิธี	อินทรียวัตถุ (%)	K_2O (%)	ค่าความนำไฟฟ้า (dS/m)	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	ปริมาณฟอสฟอรัส (%)	pH (1 ต่อ 10)
1	61.4	1.11	3.22	1.83	18.0	0.54	6.67
2	59.6	0.87	2.16	1.41	20.2	0.68	6.46
3	60.2	0.96	2.56	1.42	17.1	0.71	6.56
4	57.5	0.75	2.48	1.41	17.9	0.66	6.63
5	59.2	1.02	2.39	1.32	17.7	0.48	6.48

9.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสูงขึ้นในช่วง 15 วันแรก จากนั้นจึงเริ่มลดลงและค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 75-90 วัน ซึ่งเป็นการบ่งชี้การสิ้นสุดกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักได้ในบื้องต้น แต่ยังไม่

สามารบอกความแตกต่างของแต่ละกรรมวิธีที่ใช้ในการทดลองได้ จึงต้องพิจารณาที่ค่า C/N ratio ซึ่งสามารถใช้ตัดสินว่ากระบวนการเป็นปุ๋ยหมักจบกระบวนการแล้วหรือไม่ ซึ่งค่า C/N ratio ที่ต่ำกว่า 20 จะถือว่าเสร็จสิ้นกระบวนการหมัก จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน พบว่าในช่วง 10 วันแรกการเปลี่ยนแปลง C/N ratio จะลดลงในอัตราที่ใกล้เคียงกัน ต่อมาในช่วงวันที่ 10 ถึงวันที่ 42 กรรมวิธีที่ 1 และ 2 จะลดลงในอัตราที่น้อยกว่ากรรมวิธีที่ 3 4 และ 5 เล็กน้อย ก่อนที่จะมีค่าต่ำกว่า 20 ในวันที่ 75 ซึ่งเป็นการสิ้นสุดการบวนการเป็นปุ๋ยหมัก โดยในวันแรกของการทำปุ๋ยหมัก ค่า C/N ratio จากน้อยไปมากคือ กรรมวิธีที่ 3 มีค่าน้อยที่สุด กรรมวิธีที่ 5 เท่ากับกรรมวิธีที่ 2 ตามมาด้วยกรรมวิธีที่ 4 และ 1 ในวันที่ 15 ของการทำปุ๋ยหมัก ค่า C/N ratio จากน้อยไปมากคือ กรรมวิธีที่ 4 5 3 1 และ 2 ตามลำดับ และในวันที่ 42 ของการทำปุ๋ยหมัก ค่า C/N ratio จากน้อยไปมากคือ กรรมวิธีที่ 4 5 3 2 และ 1 ตามลำดับ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) ซึ่งจะเห็นได้ว่าช่วงท้ายของกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก กรรมวิธีที่ 4 5 3 ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่มีการใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์มีค่า C/N ratio จากน้อยไปมาก แสดงให้เห็นถึงความสามารถของหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์แบบที่ 2 ที่อาจเหมาะสมต่อการหมักซังข้าวโพดมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แต่ว่าในกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งมีการใช้หัวเชื้อผสมกัน อาจเกิดปฏิสัมพันธ์ของจุลินทรีย์ในรูปที่เป็นปฏิปักษ์กันหรือไม่ เป็นเหตุให้กระบวนการเป็นปุ๋ยหมักเกิดได้ช้าลงบ้าง เป็นสิ่งที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมให้มากขึ้น นอกจากนี้ การเกิดของหนอนและไส้เดือนในกองปุ๋ยหมัก ซึ่งพบระหว่างการหมักยังมีส่วนในการเป็นปุ๋ยหมักได้เร็วขึ้น เพราะหนอน หรือไส้เดือนอาจชอนไช ทำให้ซังข้าวโพดสลายได้ง่ายขึ้นในบางกอง เป็นเหตุให้ผลการทดลองอาจคลาดเคลื่อนได้บ้าง แต่อย่างไรก็ตามปุ๋ยหมักที่ผลิตได้ ยังคงมีธาตุอาหารเหลืออยู่สามารถใช้เป็นปุ๋ยหมักในการเพาะปลูกพืชได้

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้แนวทางการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์แบบอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพดีในการเร่งกระบวนการเป็นปุ๋ยหมัก และได้แนวทางการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์แบบต่างๆ ทั้งการใช้แบบเดี่ยว การใช้แบบผสม หรืออาจประยุกต์เพิ่มจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ใหม่ ในการพัฒนาหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เดิมของกรมวิชาการเกษตร

11. เอกสารอ้างอิง

ณิชตา เป็งทินา, จิรวัฒน์ พัสระ, อภิชาติ ศรีภัย และ เสาวลักษณ์ แย้มหมืนอาจ. ผลของการปรับปรุงคุณภาพของเปลือกและซังข้าวโพดโดยใช้จุลินทรีย์และสารเคมีต่อการย่อยสลายในกระเพาะรูเมนของโคขาวลำพูน. ว. วิทย. กษ. 44 : 1 (พิเศษ) : 43-46

André L. M. de Castro, E. V Renata, R. S. Peixoto1, A. L. Grigorevski-Lima, R. R. R. Coelho, E. P.S. Bon, A. S. Rosado and L. Seldin. 2011. Cellulolytic potential of a novel strain of

Paenibacillus sp. isolated from the armored catfish Parotocinclus maculicauda gut. Braz J Microbiol. 42(4):1608-1615.

Balasundaran M. 2009. development of microbial inoculants for aerobic composting. Kerala Forest Research Institute Report No. 324. 43p.

Feng H. W., Y. E. Zhi, W. W. Shi, L. Mao and P. Zhou. 2013. Isolation, identification and characterization of a straw degrading Streptomyces griseorubens JSD-1. African Journal of Microbiology Research. 7(22) : 2730-2735.

Feng J. Ch. , L. Chi-Wen, I. Yet-Po, W. Chih-Hung and Ch. Ding-Hsuan. 2012. Hydrolysis of bamboo cellulose and cellulase characteristics by Streptomyces griseoaurantiacus ZQBC691. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 43 : 220-225.

Kuo-Shu Ch., L. Yann-Shying and Shang-Shyng Yang. 2007. Application of thermotolerant microorganisms for biofertilizer preparation. Journal of Microbiology, Immunology and Infection. 40: 462-473.

Yan-Ling L., Zh. Zheng, W. Min, YuanWu and F. Jia-Xun. 2014. Isolation, Screening, and Identification of Cellulolytic Bacteria from Natural Reserves in the Subtropical Region of China and Optimization of Cellulase Production by *Paenibacillus terrae* ME27-1. BioMed Research International. Article ID 512497, 13 pages.