รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **ชุดโครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2. **โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมีและจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตร

3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : **การศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของแหนแดงที่ใช้เป็นวัสดุพาสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต**

   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Study on proportion of Azolla used as carrier for phosphate solubilizing biofertilizer production

4. **คณะผู้ดำเนินงาน**

   หัวหน้าการทดลอง : นางสาวศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต
   กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

   ผู้ร่วมงาน : นางประไพ ทองระอา
   กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

5. **บทคัดย่อ** : สรุปใจความสำคัญของผลงานวิจัยให้เห็นผลงานอย่างชัดเจน (ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ)

การศึกษาการใช้แหนแดงเป็นวัสดุพาเพื่อใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต โดยทดลองใช้แหนแดงแห้ง ปุ๋ยหมักมูลโค แหนแดงแห้งผสมกับปุ๋ยหมักมูลโคสัดส่วน 1:3 และ 1:5 ตามลำดับ พบว่าวัสดุพาแหนแดงสามารถทำให้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีปริมาณตามระยะเวลาที่พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งกำหนดไว้ที่ 1 x10^8 CFU/g ที่ระยะเวลาเก็บรักษาไม่ต่ำกว่า 180 วัน (6 เดือน) โดยในวัสดุพาแหนแดงมีปริมาณ จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต 1.6x10^8 CFU/g ที่ 180 วันหลังการเก็บรักษา และในที่ขณะเก็บรักษาจุลินทรีย์ในวัสดุพาแหนแดงมีแนวโน้มทำให้ปริมาณสูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ 30 วันหลังการเก็บรักษา มีปริมาณเพิ่มสูงถึง 1.3x10^{11} CFU/g ถึงแม้เก็บรักษาไว้นาน 90 วัน ปริมาณจุลินทรีย์ก็ยังสูง คือ 1.1x10^{10} CFU/g ในขณะที่วัสดุพาชนิดอื่น คือ ปุ๋ยหมักมูลโค และแหนแดงผสมปุ๋ยหมักมูลโคอัตรา 1:3 และ 1:5 มีปริมาณจุลินทรีย์ที่มีแนวโน้มลดลง และลดต่ำกว่า 1 x10^8 CFU/g เมื่อระยะเวลาผ่านไป 180 วัน ซึ่งการใช้แหนแดงเป็นวัสดุพานั้นมีแนวโน้มที่จะสามารถนำมาใช้เพื่อทดแทนพีทได้ดี

คำสำคัญ: แหนแดง วัสดุพา จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

Keyword: Azolla, carrier, phosphate solubilizing bacteria, phosphate solubilizing biofertilizer

6. คำนำ :

จากสถานการณ์ของทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกใช้และกำลังจะหมดไปเรื่อยๆไม่สามารถที่จะสร้างขึ้นมาทดแทนได้ในระยะเวลาอันสั้นซึ่งปัจจุบันเป็นวัสดุพา (carrier) ที่สำคัญในการใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพต่างๆ เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการที่ทำให้จุลินทรีย์มีชีวิตรอดสูงและมีระยะเวลาในการเก็บรักษาได้นานซึ่งปัจจุบันมีปริมาณลดลงและมีราคาแพง เนื่องจากแหล่งดินพีทที่นำมาใช้ส่วนใหญ่นั้นได้มาจากดินพรุและมักอยู่ในเขตป่าสงวนประกอบกับการขุดเพื่อเอาดินพีทมาใช้นั้นเป็นการทำลายสภาพแวดล้อมและใช้ทรัพยากรธรรมชาติแบบใช้แล้วหมดไปไม่สามารถหามาทดแทนได้ การหาวัสดุพาชนิดอื่นมาทดแทนการใช้ดินพีทเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ไม่ต้องทำลายทรัพยากร ธรรมชาติและควรจะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณภาพแน่นอน หาได้ง่ายในประเทศ มีปริมาณมากและใช้ได้อย่างต่อเนื่องรวมทั้งราคาไม่แพงสามารถช่วยให้จุลินทรีย์อาศัยอยู่ได้และมีการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณได้ดี นำปุ๋ยชีวภาพไปใช้ได้ง่ายและทำให้ปุ๋ยชีวภาพมีอายุการเก็บได้ยาวนาน วัสดุพาที่สามารถนำมาใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพนอกจากดินพีทแล้วยังมีอีกหลายชนิดได้แก่ ผงถ่าน ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้ว ดินเหนียว เป็นต้นซึ่งวัสดุพาแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ แต่คุณสมบัติที่ดีของวัสดุพานั้นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพ การดูดซับความชื้นได้ดี ไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ง่ายต่อการทำให้แห้งและบดเป็นผงละเอียด ไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพ (วิทยา, 2545)

การผลิตปุ๋ยชีวภาพนั้น วัสดุพาเป็นสิ่งจำเป็นในการที่จะใช้พาจุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพไปสู่มือของผู้ใช้วัสดุพาที่มีคุณภาพจะทำให้ปุ๋ยชีวภาพนั้นสามารถมีอายุการใช้งานได้นาน และมีปริมาณจุลินทรีย์ตามที่พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 กำหนด วัสดุพาที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ พีทรำข้าวสาลี ดินที่ผสมด้วยหินฟอสเฟต ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว แคลเซียมอัลจิเนท ฯลฯ สำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพของกรมวิชาการเกษตรนั้นใช้พีทเป็นวัสดุพา แต่ในปัจจุบันปริมาณพีทในประเทศไทยที่มีคุณภาพดีและเหมาะสมกับการผลิตปุ๋ยชีวภาพนั้นมีปริมาณจำกัด ทำให้ราคาต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอย่างมาก เพื่อเตรียมการผลิตปุ๋ยชีวภาพจึงจำเป็นต้องวิจัยหาสัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุพาชนิดอื่นที่จะทำให้จุลินทรีย์หัวเชื้อปุ๋ยชีวภาพสามารถมีอัตราการรอดชีวิตได้สูงเป็นระยะเวลานาน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นว่าได้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่มีคุณภาพก่อนจะแนะนำให้แก่เกษตรกรเพื่อใช้ในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

แหนแดง จัดเป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่งซึ่งถูกนำมาใช้ในรูปแบบของปุ๋ยพืชสดอย่างแพร่หลายในนาข้าว เนื่องจากในโพรงใบของแหนแดงมีจุลินทรีย์จำพวกไซยาโนแบคทีเรียอาศัยอยู่ ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจน

จากบรรยากาศ แล้วเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมให้เป็นประโยชน์อย่างเพียงพอแก่จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ร่วมกัน และรวมถึงแหนแดงด้วย ไซยาโนแบคทีเรียที่อยู่ในโพรงใบแหนแดงนั้นสามารถตรึงไนโตรเจนได้ถึง 5–10 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อไร่ และเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบไนโตรเจนให้แหนแดงนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แหนแดงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และมีน้ำหนักสดสูงถึง 3 ตันต่อไร่ ภายในระยะเวลา 3 สัปดาห์ ด้วยอัตราเริ่มต้นของแหนแดงเพียง 100 กก./ไร่ (ประยูร, 2530) ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นหนึ่งเท่าตัวได้ภายในเวลา 3 – 6 วัน (Watanabe และ Ramirez, 1984) นอกจากนี้แหนแดงยังมีธาตุอาหารอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ รวมถึงมีโปรตีน และกรดอะมิโนต่างๆ เป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง (Alalade และ Lyayi, 2006) และราคาต้นทุนการผลิตต่ำมาก ด้วยคุณสมบัติต่างๆ ที่ดีของแหนแดง จึงมีแนวคิดที่สามารถจะนำแหนแดงมาเป็นวัสดุพาเพื่อทดแทนดินพีท ซึ่งการผลิตแหนแดงนั้นหากสามารถทำให้แหนแดงกระจายอยู่ทั่วไปในประเทศได้ ก็จะทำให้เรามีทรัพยากรที่มีประโยชน์ได้ใช้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด

7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์
    - หัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต
    - วัสดุสำหรับใช้เป็นวัสดุพา คือ แหนแดงแห้ง ซีโอไลท์ ปุ๋ยหมักมูลโค
    - ถุงพลาสติกขนาด 6x9 นิ้ว ที่สามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้
- วิธีการ
    - จัดเตรียมวัสดุพาแต่ละกรรมวิธีใส่ถุงพลาสติกที่เตรียมไว้แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นปรับความชื้นให้ได้ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ แล้วเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่เตรียมไว้ โดยหัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต มีความเข้มข้น $1x10^9$ CFU/ml (colony forming unit) ในปริมาณที่เท่ากันในแต่ละกรรมวิธี จากนั้นเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้อง แล้วจึงตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตด้วยวิธี dilution plate count ตามระยะเวลาที่กำหนด คือ 3, 7, 14, 30, 60, 90, 120, 150, 180 และ 270 วัน ตามลำดับ
    - เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2555 – สิ้นสุดกันยายน 2557 สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

เมื่อนำแหนแดง (*Azolla microphylla* Kaulf.) สายพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษามาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 4.69% ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.65% ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 5.01% ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด 2.46% ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด 3.37% ปริมาณเหล็กทั้งหมด 0.20% ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด 0.18% ปริมาณทองแดงทั้งหมด 13.78 มก./กก. และปริมาณสังกะสีทั้งหมด 59.66 มก./กก. วัตถุแห้ง 86.4% เถ้า 13.4% และลิกนิน 24.2% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการศึกษาผลทางเคมีของแหนแดง ทำให้ทราบว่าแหนแดงมีปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองค่อนข้างสูง และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบในส่วนของลิกนินและเถ้า พบว่ามีปริมาณสูงถึง 24.2 และ 13.4% ตามลำดับ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวพบได้ในส่วนแกนใบของแหนแดง จึงมีผลทำให้แหนแดงสามารถคงสภาพได้นานขึ้น จากค่าวิเคราะห์ทางเคมีโดยรวมพบว่าแหนแดงแห้งมีองค์ประกอบทางไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูง รวมถึงธาตุอาหารชนิดอื่นที่จำเป็นของจุลินทรีย์ เช่น แคลเซียม ทองแดงแมกนีเซียม สังกะสี และแมงกานีส และเป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นหัวเชื้อปุ๋ยชีวภาพ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแหนแดง (โดยน้ำหนักแห้ง)

Total N (%)	4.69	Cu (mg/kg)	13.78	Dry matter (%)	86.4
Total P (%)	0.65	Zn (mg/kg)	59.66	Crude protein (%)	19.5
Total K (%)	5.01	Mn (%)	0.18	Crude fiber (%)	12.9
Total Ca (%)	2.46	pH	5.9	Ash (%)	13.4
Total Mg (%)	3.37	OM (%)	22.3	Lignin (%)	24.2
Fe (%)	0.20	C:N ratio	12.97		

จากค่าวิเคราะห์กรดอะมิโนของแหนแดง พบว่าแหนแดงมีกรดอะมิโนที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดอยู่สูง เช่น Aspatic acid และ Glutamic acid สามารถเป็นแหล่งของอินทรีย์ไนโตรเจนในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์

ตารางที่ 2 ค่าวิเคราะห์กรดอะมิโนของแหนแดง(โดยน้ำหนักแห้ง)

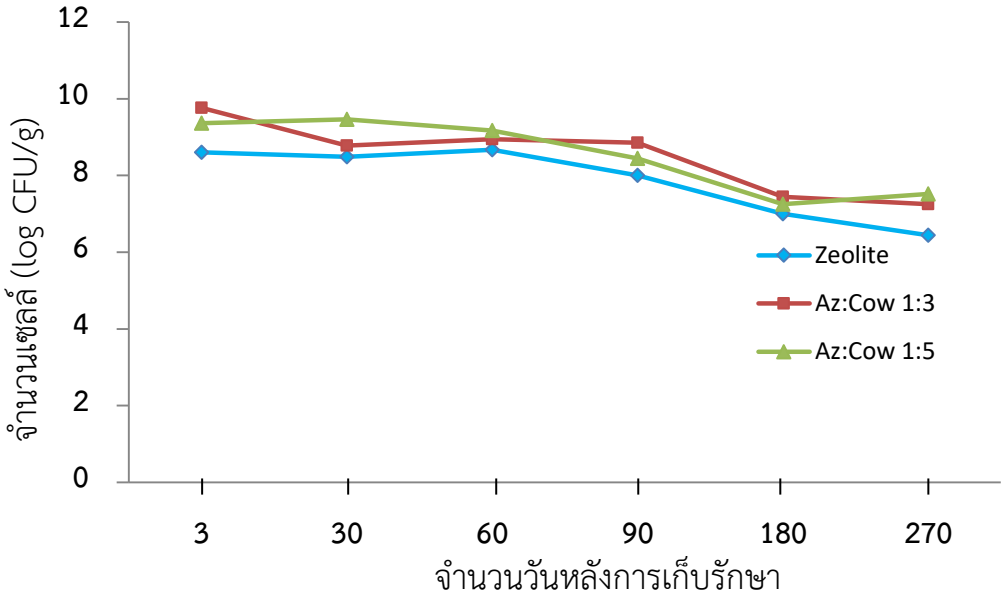
กรดอะมิโน	µg/g	กรดอะมิโน	µg/g	กรดอะมิโน	µg/g
Aspatic acid	193.05	Alanine	120.34	Tyrosine	84.96
Threonine	98.94	Cystine	22.01	Phenylalanine	104.21
Serine	105.14	Valine	83.15	Histidine	45.63
Glutamic acid	288.61	Methionine	32.91	Lysine	102.34

Proline	95.07	Isoleucine	74.70	Arginine	114.88
Glycine	104.28	Leucine	153.27	Tryptophan	26.58

จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าเมื่อใช้แหนแดงผสมกับปุ๋ยหมักมูลโคสัดส่วน 1:3 และ 1:5 เปรียบเทียบกับซีโอไลต์ เป็นวัสดุพาสำหรับปุ๋ยชีวภาพละลายฟอตเฟต โดยเมื่อเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตความเข้มข้น $1x10^9$ CFU/ml ผลการตรวจนับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่ระยะเวลา 3 วันหลังบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องพบว่า หัวเชื้อละลายฟอสเฟตที่ใส่ในวัสดุพาซีโอไลต์มีปริมาณลดลงจากปริมาณเริ่มต้น ในขณะที่ในวัสดุพาแหนแดงผสมกับปุ๋ยหมักมูลโคสัดส่วน 1:3 และ 1:5 ยังคงมีปริมาณคงที่ คือ 10^9 cfu/g จากนั้นจึงค่อยๆ ลดลงในวันที่ 30 หลังการเก็บรักษา จากนั้นกรรมวิธีที่ใช้แหนแดงผสมกับปุ๋ยหมักมูลโคทั้งสองสัดส่วนยังคงมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่จนถึง 90 วัน และค่อยๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาผ่านไป 180 วัน และมีแนวโน้มว่าจะคงที่จะถึงระยะเวลา 270 วันหลังการเก็บรักษา ในขณะที่วัสดุพาซีโอไลต์มีแนวโน้มที่จะลดลงเรื่อยๆ และที่ระยะเวลา 270 วันหลังการเก็บรักษา วัสดุพาชนิดนี้มีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำที่สุด คือ $2.8x10^6$ CFU/g (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตามพบว่าวัสดุพาทั้งสามกรรมวิธีนั้นมีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่าพระราชบัญญัติปุ๋ย (พรบ.ปุ๋ย) พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ.ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งกำหนดไว้ที่ $1 x10^8$ CFU/g ที่ระยะเวลาเก็บรักษาไม่ต่ำกว่า 180 วัน (6 เดือน) จึงได้ปรับกรรมวิธีทดลองเพื่อทดสอบอีกครั้งหนึ่ง

ตารางที่ 3 ปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในวัสดุพาต่างๆ ตามระยะเวลาที่กำหนด

ชนิดวัสดุพา	ปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต (CFU/g)					
	3 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน	180 วัน	270 วัน
ซีโอไลต์	$4.5x10^8$	$3.1x10^8$	$4.7x10^8$	$1.0x10^8$	$1.0x10^7$	$2.8x10^6$
แหนแดง:ปุ๋ยหมักมูลโค 1:3	$5.8x10^9$	$6.0x10^8$	$8.9x10^8$	$7.1x10^8$	$2.8x10^7$	$1.8x10^7$
แหนแดง:ปุ๋ยหมักมูลโค 1:5	$2.3x10^9$	$2.9x10^9$	$1.5x10^9$	$2.8x10^8$	$1.8x10^7$	$3.3x10^7$



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในวัสดุพาชนิดต่างๆ คือ ซีโอไลต์ แหนแดงผสมกับปุ๋ยหมักมูลโคสัดส่วน 1:3 และ 1:5 (Az:Cow 1:3, Az:Cow 1:5) ตามลำดับ ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 3 30 60 90 120 และ 150 วัน หลังการใส่หัวเชื้อตั้งต้นปริมาณ $1x10^9$ cfu/ml

ภาพที่ 2 วัสดุพาชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

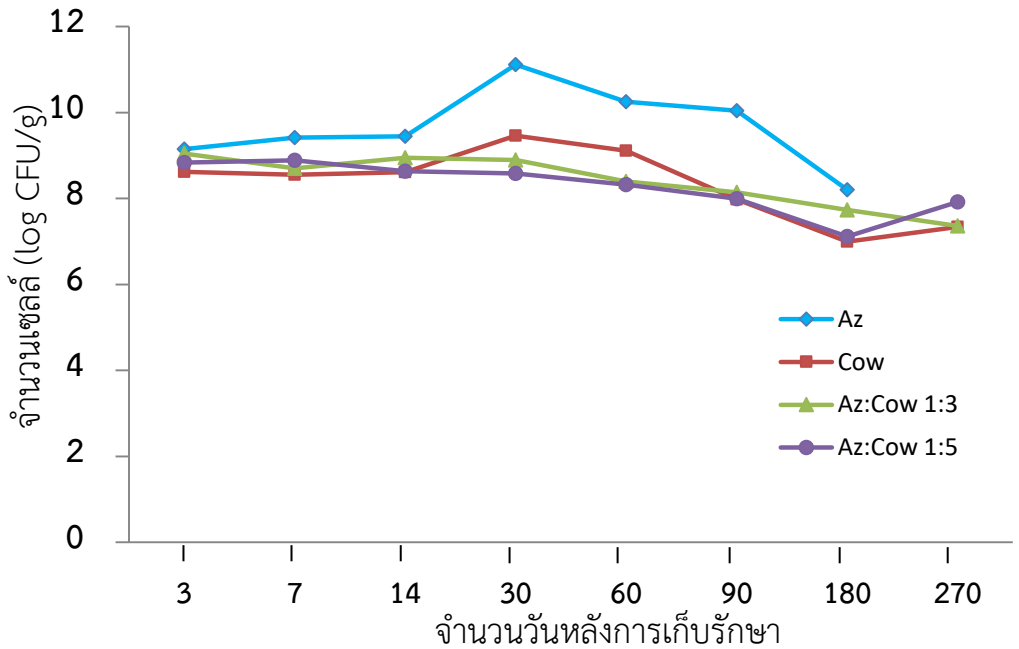
จากการทดลองเบื้องต้น คณะกรรมการวิชาการของกรมวิชาการเกษตรได้ปรับให้กรรมวิธีที่ทดลองมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น จึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติมโดยจัดเตรียมวัสดุพาแต่ละตำรับการทดลองใส่ถุงพลาสติกที่เตรียมไว้เมื่อเพาะเลี้ยงหัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตจนได้ความเข้มข้นที่ต้องการ คือที่ระดับความเข้มข้น $1x10^9$ CFU/g จากนั้นใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตลงในถุงพลาสติกที่เตรียมไว้ แล้วเก็บรักษาหัวเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตไว้ในอุณหภูมิห้อง แล้วจึงตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตตามระยะเวลาที่กำหนด คือ 3, 7, 14, 30, 60, 90, 180 และ 270 วัน ตามลำดับ พบว่าเมื่อระยะเวลา 3 วันหลังการเก็บรักษา ปริมาณจุลินทรีย์ละลาย

ฟอสเฟตที่อยู่ในวัสดุพาปุ๋ยหมักมูลโคเพียงอย่างเดียว และแหนแดงผสมปุ๋ยหมักมูลโค 1:5 จะน้อยกว่าวัสดุพาที่มีแหนแดงเป็นส่วนผสมที่มากกว่าคือแหนแดงผสมปุ๋ยหมักมูลโค 1:3 และที่ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 7 และ 14 วัน ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน แต่เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาผ่านไป 30 วัน จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่อยู่ในแหนแดงมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเป็น 1.3×10^{11} CFU/g รวมถึงในวัสดุพาปุ๋ยหมักมูลโค คือ 2.9×10^{9} CFU/g ในขณะที่วัสดุพาที่มีส่วนผสมของแหนแดงและมูลโคอัตรา 1:3 และ 1:5 มีแนวโน้มคงที่ และที่ระยะเวลาเก็บรักษา 90 วัน วัสดุพาแหนแดงยังคงมีปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่สูงกว่าวัสดุพาชนิดอื่น เมื่อบ่มไว้เป็นระยะเวลา 180 วัน คือ 1.6×10^{8} CFU/g (ภาพที่ 4) ซึ่งเป็นปริมาณความเข้มข้นของเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตและระยะเวลาตามที่ พรบ.ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 กำหนดไว้ ในขณะที่วัสดุพาแหนแดงผสมปุ๋ยหมักมูลโคอัตรา 1:3 และ 1:5 และปุ๋ยหมักมูลโค มีปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตน้อยกว่าคือ 1.3×10^{7} 1.3×10^{7} และ 1.0×10^{7} CFU/g ตามลำดับ และเมื่อบ่มจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตไปจนถึง 270 วัน พบว่ามีการปนเปื้อนในวัสดุพาแหนแดง ในขณะที่วัสดุพาชนิดอื่นๆ ยังคงมีปริมาณจุลินทรีย์ค่อนข้างคงที่ ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 3

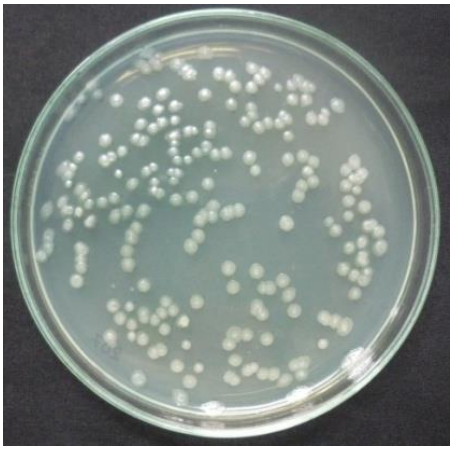
ตารางที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในวัสดุพาชนิดต่างๆ ตามระยะเวลาที่กำหนด

ชนิดของวัสดุพา	**ปริมาณจุลินทรีย์(CFU/g)**							
	3 วัน	**7 วัน**	**14 วัน**	**30 วัน**	**60 วัน**	**90 วัน**	**180 วัน**	**270 วัน**
แหนแดง	1.4×10^{9}	2.6×10^{9}	2.8×10^{9}	1.3×10^{11}	1.8×10^{10}	1.1×10^{10}	1.6×10^{8}	Cont.
ปุ๋ยหมักมูลโค	4.2×10^{8}	3.6×10^{8}	4.1×10^{8}	2.9×10^{9}	1.3×10^{9}	9.5×10^{7}	1.0×10^{7}	2.2×10^{7}
แหนแดง:มูลโค 1:3	1.1×10^{9}	5.0×10^{8}	8.8×10^{8}	7.9×10^{8}	2.5×10^{8}	1.4×10^{8}	5.4×10^{7}	2.3×10^{7}
แหนแดง:มูลโค 1:5	6.9×10^{8}	7.8×10^{8}	4.3×10^{8}	3.8×10^{8}	2.1×10^{8}	9.8×10^{7}	1.3×10^{7}	8.3×10^{7}

หมายเหตุ Cont. คือ ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น, มูลโค = ปุ๋ยหมักมูลโค



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในวัสดุพาชนิดต่างๆ คือ แหนแดง (Az) ปุ๋ยหมักมูลโค (Cow) แหนแดงผสมกับปุ๋ยหมักมูลโคสัดส่วน 1:3 และ 1:5 (Az:Cow 1:3, Az:Cow 1:5) ตามลำดับ ที่ระยะเวลาเก็บรักษา 3 7 14 30 60 90 180 และ 270 วัน หลังการใส่หัวเชื้อตั้งต้นปริมาณ $1x10^9$ CFU/ml



ภาพที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่บ่มในวัสดุพาแหนแดง ที่ระยะเวลา 180 วัน หลังการเก็บรักษา โดยเจือจางในระดับความเข้มข้น 10^7 cfu/ml

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองพบว่าการใช้แหนแดงเป็นวัสดุพามีแนวโน้มที่ดีในการที่จะใช้เป็นวัสดุพาสำหรับผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต เนื่องจากสามารถทำให้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีปริมาณความเข้มข้น และระยะเวลาการเก็บรักษาได้ยาวนานตาม พรบ.ปุ๋ย(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 คือ 1 x10^8 CFU/g ที่ระยะเวลาเก็บรักษาไม่ต่ำกว่า 180 วัน (6 เดือน) แต่อาจจะต้องมีการปรับปรุงวิธีการหรือเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุพา เช่น การฉายรังสีวัสดุพา หรือวิธีอื่นๆ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

- สามารถนำแหนแดงไปใช้ประโยชน์ในการทดแทนพีทเพื่อใช้เป็นวัสดุพาสำหรับผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต
- เกษตรกรสามารถผลิตแหนแดงเพื่อขายเป็นวัสดุพาได้
- สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีให้บริษัทผู้ผลิตปุ๋ยชีวภาพนำแหนแดงไปใช้เป็นวัสดุพา

11. เอกสารอ้างอิง

ประยูร สวัสดี, สมพร ชุนห์ลือชานนท์ และ นันทกร บุญเกิด. 2530. รายงานผลการวิจัยการใช้แหนแดงเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 28 น.

วิทยา ธนานุสนธิ์. 2545. ไรโซเบียมและการผลิตปุ๋ยไรโซเบียม *ใน* เอกสารวิชาการปุ๋ยชีวภาพ หน้า 83–130. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพ

Alalade O.A. and Lyayi E.A. 2006. Chemical composition and the Feeding value of Azolla (*Azolla pinnata*) meal for Egg–type chicks. Int. J. Poultry Sci. 5: 137–141.