

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ
ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมีและจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตร
กิจกรรม : วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพ
กิจกรรมย่อย : การศึกษาวิจัยและพัฒนาวัสดุพาจากแห้งแดงสำหรับผลิตปุ๋ยชีวภาพ
3. ชื่อการทดลอง(ภาษาไทย) : การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และกายภาพ ของแห้งแดงเพื่อใช้เป็นวัสดุพาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพ

ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ) : Chemical Composition and Physical Property of Azolla Served as Carriers for Biofertilizer Production

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาวศิริลักษณ์ แก้วสุริยิต

ผู้ร่วมงาน : นางประไพ ทองระอา

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

5. บทคัดย่อ : การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และสมบัติทางกายภาพของแห้งแดง เพื่อใช้เป็นวัสดุพาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพแห้งแดง พบว่า แห้งแดง (*Azolla microphylla* Kaulf.) ที่ใช้ในการศึกษามีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 4.62% ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.65% ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 5.27% ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด 2.54% ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด 0.37% ปริมาณเหล็กทั้งหมด 0.18% ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด 0.17% ปริมาณทองแดงทั้งหมด 15.57 ppm และปริมาณสังกะสีทั้งหมด 66.22 ppm แห้งแดงมีปริมาณกรดอะมิโนสูงซึ่งจากค่าวิเคราะห์นั้นทำให้ทราบว่าปริมาณกรดอะมิโนของแห้งแดงที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สูง เช่น ปริมาณ Aspartic acid, Glycine, Threonine, Glutamic acid, Proline, Methionine, Lysine, Arginine และ Tryptophan 1,931, 1,043, 989, 2,886, 951, 329, 1,023, 1,149 และ 266 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนัก ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของแห้งแดง(A) และวัสดุพาชนิดอื่น ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลวัว (C) และ ซีโอไลท์ (Z) มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ประกอบด้วยความสามารถซึมได้ของน้ำในวัสดุพา (Permeability) พร้อมการจัดชั้น (Class) และ ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) พบว่าแห้งแดงมีความสามารถซึมได้ของน้ำ ต่ำกว่า ปุ๋ยหมักมูลวัว และ ซีโอไลท์ และเมื่อจัดชั้นความสามารถซึมได้ของน้ำในวัสดุพา พบว่า แห้งแดงมีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมผ่านได้ดี ส่วนปุ๋ยหมักมูลวัว และ Zeolite มีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง และเมื่อนำวัสดุพามาผสมกันทั้ง 3 ชนิดและ 2 ชนิด ในทุก ๆ อัตราส่วน พบว่า มีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง สำหรับความหนาแน่นรวมของวัสดุพา พบว่าแห้งแดงมีความหนาแน่นรวม 0.19 กรัม/ลบ.ซม. ซึ่งต่ำกว่า ปุ๋ยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ ซึ่งมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 0.88 และ 0.90 กรัม/ลบ.ซม. กรัม/ลบ.ซม. เมื่อนำวัสดุพาทั้ง 3 ชนิดมาผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า แห้งแดงมีความหนาแน่นรวมต่ำกว่าทุกอัตราส่วน

6. คำนำ : แหนแดงจัดเป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกนำมาใช้ในรูปของปุ๋ยพืชสดอย่างแพร่หลายในนาข้าว เนื่องจากไนโตรเจนของแหนแดงมีจุลินทรีย์จำพวกไซยาโนแบคทีเรียอาศัยอยู่ ซึ่งแบคทีเรียนี้สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศ แล้วเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมมาใช้ประโยชน์อย่างเพียงพอสำหรับตัวจุลินทรีย์เอง และแหนแดงไซยาโนแบคทีเรียที่อยู่ในโพรงใบแหนแดงนั้นสามารถตรึงไนโตรเจนได้ถึง 5 – 10 กิโลกรัม ไนโตรเจนต่อไร่ และเปลี่ยนไปเป็นสารประกอบไนโตรเจนให้แหนแดงนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ซึ่งเป็นส่วนสำคัญ ที่ทำให้แหนแดงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และมีน้ำหนักสดสูงถึง 3 ตันต่อไร่ ภายในระยะเวลา 30 วัน ด้วยอัตราเริ่มต้นของแหนแดงเพียง 300 กิโลกรัมต่อไร่ (ประยูร, 2530) แหนแดงมีอัตรา C:N ต่ำ (ประมาณ 10) นอกจากนี้แหนแดงมีความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมที่ไม่เป็นประโยชน์ในดินได้สูง (2 – 3.5 %K, Lui, 1987) และจากการที่แหนแดงสามารถเพิ่มมวลชีวภาพได้อย่างรวดเร็ว ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นหนึ่งเท่าตัวได้ภายในเวลา 3 – 5 วัน (Watanabe, 1982) แต่ถ้าหากมีฟอสฟอรัสปริมาณที่เหมาะสม จะสามารถเพิ่มน้ำหนักได้รวดเร็วขึ้นคือ 2 – 3 วัน (Tung และ Shen, 1981; Watanabe และ Ramirez, 1984) และเป็นแหล่งวัสดุอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนและ โพแทสเซียมสูง รวมถึงมีโปรตีนและกรดอะมิโนต่างๆ เป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง (Alalade และ Lyayi, 2006) และราคาต้นทุนการผลิตต่ำมาก นอกจากนี้แล้วแหนแดงจะเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในดิน เนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ ที่มีอยู่ในแหนแดงอาจเป็นประโยชน์โดยตรงต่อจุลินทรีย์ ด้วยคุณสมบัติต่างๆ ที่ดีของ แหนแดง จึงมีแนวคิดที่สามารถจะนำแหนแดงมาเป็นวัสดุพาเพื่อทดแทนดินพีท ซึ่งการผลิตแหนแดงนั้น หาก สามารถทำให้แหนแดงกระจายอยู่ทั่วไปในประเทศได้ ก็จะทำให้เรามีทรัพยากรที่มีประโยชน์ได้ใช้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด

จากสถานการณ์ของทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกใช้และกำลังจะหมดไปเรื่อยๆ ไม่สามารถที่จะสร้างขึ้นมาทดแทนได้ในระยะเวลาอันสั้นซึ่งปัจจุบันเป็นวัสดุพา (carrier) ที่สำคัญในการใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพต่างๆ เนื่องจากมีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการที่ทำให้จุลินทรีย์มีชีวิตรอดสูงและมีระยะเวลาในการเก็บรักษาได้นานซึ่งปัจจุบันมีปริมาณลดลงและมีราคาแพง เนื่องจากแหล่งดินพีทที่นำมาใช้ส่วนใหญ่ได้มาจาก ดินพรุและมักอยู่ในเขตป่าสงวนประกอบกับการขุดเพื่อเอาดินพีทมาใช้นั้นเป็นการทำลายสภาพแวดล้อมและใช้ทรัพยากร ธรรมชาติแบบใช้แล้วหมดไปไม่สามารถหามาทดแทนได้ การหาวัสดุพาชนิดอื่นมาทดแทนการใช้ดินพีท เป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ไม่ต้องทำลายทรัพยากร ธรรมชาติและควรจะต้องเป็นวัสดุที่มีคุณภาพ แนนอน หาได้ง่ายในประเทศ มีปริมาณมากและใช้ได้อย่างต่อเนื่องรวมทั้ง ราคาไม่แพงสามารถช่วยให้จุลินทรีย์อาศัยอยู่ได้และมีการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณได้ดี นำปุ๋ยชีวภาพไปใช้ได้ง่ายและทำให้ปุ๋ยชีวภาพมีอายุการเก็บได้ยาวนาน วัสดุพาที่สามารถนำมาใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพนอกจากดินพีทแล้วยังมีอีกหลายชนิดได้แก่ ผงถ่าน ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้ว ดินเหนียว เป็นต้นซึ่งวัสดุพาแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ออกไปทั้งทางเคมีและฟิสิกส์ แต่คุณสมบัติที่ดีของวัสดุพานั้นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพ การดูดซับความชื้นได้ดี ไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ ง่ายต่อการทำให้แห้งและบดเป็นผงละเอียด ไม่มีจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อ จุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพ (วิทยา, 2545)

การผลิตปุ๋ยชีวภาพนั้น วัสดุเป็นสิ่งที่จำเป็นในการที่จะใช้จุลินทรีย์ในปุ๋ยชีวภาพไปสู่มือของผู้ใช้วัสดุ ที่มีคุณภาพจะทำให้ปุ๋ยชีวภาพนั้นสามารถมีอายุการใช้งานได้นานและมีปริมาณจุลินทรีย์ตามที่ พรบ. ปุ๋ยชีวภาพ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550 กำหนด วัสดุที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ ดินพีท รำข้าวสาลี แคลเซียมอัลจิเนท ดินที่ผสมด้วยหิน ฟอสเฟต ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์แล้ว สำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพของกรมวิชาการเกษตรนั้น ใช้ดินพีทเป็น วัสดุ แต่ในปัจจุบันปริมาณดินพีทในประเทศไทยที่มีคุณภาพดีและเหมาะสมกับการผลิตปุ๋ย ชีวภาพนั้น มี ปริมาณจำกัด จึงทำให้ราคาต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอย่างมาก เพื่อเตรียมการผลิตปุ๋ยชีวภาพ จึงจำเป็นต้องวิจัยหา สัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุชนิดอื่นที่สามารถทำให้จุลินทรีย์หัวเชื้อปุ๋ยชีวภาพสามารถมี อัตราการรอดชีวิตได้สูง เป็นระยะเวลาสั้น เพื่อสร้างความเชื่อมั่นว่าได้ผลิตภัณธ์ปุ๋ยชีวภาพ ที่มีคุณภาพก่อนจะ แนะนำ ให้แก่เกษตรกร เพื่อใช้ในพื้นที่ยื่นๆ ต่อไป การใช้แทนแแดงซึ่งมีคุณสมบัติและคุณภาพค่อนข้างคงตัว รวมถึง สามารถ ผลิตได้เป็น จำนวนมาก และมีต้นทุนการผลิตต่ำ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะนำมาทดสอบเพื่อใช้เป็นวัสดุ ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพ เพื่อทดแทนดินพีท โดยแทนแแดงมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอยู่ในปริมาณมาก รวมทั้งเป็นแหล่งของ กรดอมิโนต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มปริมาณของแบคทีเรีย รวมถึงแทนแแดง สามารถขยายเพิ่ม ปริมาณได้อย่างรวดเร็วและสามารถผลิตได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อที่จะสามารถผลิต ปุ๋ยชีวภาพให้ได้คุณภาพดี โดย ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาดินพีท จึงจำเป็นต้องทดสอบหาวัสดุชนิดใหม่ที่มีคุณภาพ ราคาถูก และหาได้ง่ายมาทดแทน รวมถึงศึกษาวิธีการและสัดส่วนที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปุ๋ยชีวภาพ

7.วิธีดำเนินการ :

การดำเนินงาน

นำแทนแแดงที่ทำการขยายพันธุ์ในกระชังเพาะเลี้ยง มาวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี และ กายภาพ

1. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ N P K OM กรดอะมิโนต่าง ๆ ความเป็นกรด-ด่าง
2. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ความหนาแน่นรวม อัตราการอุ้มน้ำ

นำค่าวิเคราะห์ที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการนำมาใช้เป็นวัสดุเพื่อผลิตปุ๋ยชีวภาพ



แห่นแดง



ซีโอไลต์



ปุ๋ยหมักมูลวัว

ภาพที่ 1 วัสดุพาชนิดต่างๆ

สถานที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 – กันยายน 2555

8. ผลการทดลองและวิจารณ์ :

ผลการทดลอง

สมบัติทางเคมีของแห่นแดง

แห่นแดง (*Azolla microphylla* Kaulf.) ที่ใช้ในการศึกษา มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 4.62 % ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.65 (%) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 5.27 (%) ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด 2.54 (%) ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด 0.37 (%) ปริมาณเหล็กทั้งหมด 0.18 (%) ปริมาณแมงกานีสทั้งหมด 0.17 (%) ปริมาณทองแดงทั้งหมด 15.57 (ppm) และปริมาณสังกะสีทั้งหมด 66.22 (ppm) ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากค่าวิเคราะห์นี้ทำให้ทราบว่าแห่นแดงมีปริมาณธาตุอาหารหลักและปริมาณธาตุอาหารรองทุกธาตุที่ทำการวิเคราะห์ สูงกว่าใบพืชทั่วไป

ตารางที่ 1 ค่าวิเคราะห์ทางเคมีทางแห่นแดง (*Azolla microphylla* Kaulf.)

ค่าวิเคราะห์	แห่นแดง
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	4.62
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	0.65
โพแทสเซียมทั้งหมด (%)	5.27
แคลเซียมทั้งหมด (%)	2.54

แมกนีเซียมทั้งหมด (%)	0.37
เหล็กทั้งหมด (%)	0.18
แมงกานีสทั้งหมด (%)	0.17
ทองแดงทั้งหมด (ppm)	15.57
สังกะสีทั้งหมด (ppm)	66.22

ปริมาณกรดอะมิโนของແຫນແດງ

สำหรับปริมาณกรดอะมิโนที่ตรวจพบในແຫນແດງ มีจำนวนทั้งสิ้น 18 ตัว ซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันดังนี้ ปริมาณ Aspartic acid 1,931 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Threonine 989 มิลลิกรัม ต่อร้อยกรัม น้ำหนักแห้ง ปริมาณ Serine 1,051 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Glutamic acid 2,886 มิลลิกรัม ต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Proline 951 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Glycine 1,043 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Alanine 1,203 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Cystine 220 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Valine 832 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Methionine 329 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Isoleucine 747 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Leucine 1,533 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Tyrosine 850 มิลลิกรัมต่อร้อย กรัม น้ำหนักแห้ง ปริมาณ Phenylalanine 1,042 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Histidine 456 มิลลิกรัมต่อร้อย กรัม น้ำหนักแห้ง ปริมาณ Lysine 1,023 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ปริมาณ Arginine 1,149 มิลลิกรัมต่อ ร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง และปริมาณ Tryptophan 266 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าวิเคราะห์กรดอะมิโนของແຫນແດງ (มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง)

ค่าวิเคราะห์	ແຫນແດງ
Aspartic acid	1,931
Threonine	989
Serine	1,051
Glutamic acid	2,886
Proline	951
Glycine	1,043
Alanine	1,203
Cystine	220

Valine	832
Methionine	329
Isoleucine	747
Leucine	1,533
Tyrosine	850
Phenylalanine	1,042
Histidine	456
Lysine	1,023
Arginine	1,149
Tryptophan	266

สมบัติทางกายภาพของแทนแดง และวัสดุพาชนิดอื่น

เมื่อนำวัสดุพา ซึ่งได้แก่ แทนแดง (A) ปุยหมักมูลวัว (C) และ ซีโอไลท์ (Z) มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ประกอบด้วยความสามารถซึมได้ของน้ำในวัสดุพา (Permeability) พร้อมการจัดชั้น (Class) และความหนาแน่นรวม (Bulk Density) ดังตารางที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ความสามารถซึมได้ของน้ำในวัสดุพา พบว่า แทนแดงมีความสามารถซึมได้ของน้ำ 0.58 มม./ชม. ปุยหมักมูลวัว มีความสามารถซึมได้ของน้ำ 3.10 มม./ชม. และซีโอไลท์ มีความสามารถซึมได้ของน้ำ 4.38 มม./ชม. จากคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นทำให้ทราบว่า ซีโอไลท์มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ปุยหมักมูลวัว ส่วนแทนแดงมีความสามารถในการอุ้มน้ำ หรือเก็บรักษาความชื้นได้น้อยที่สุด เมื่อนำวัสดุพาทั้ง 3 ชนิด มาผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า การใช้แทนแดง ปุยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ ผสมกันในอัตราส่วน 1:1:1 มีความสามารถซึมได้ของน้ำ 9.32 มม./ชม. ส่วนการใช้แทนแดง ปุยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ ผสมกันในอัตราส่วน 2:1:1 มีความสามารถซึมได้ของน้ำ 5.22 มม./ชม. การใช้แทนแดง ปุยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ ผสมกันในอัตราส่วน 3:1:1 มีความสามารถซึมได้ของน้ำ 5.59 มม./ชม. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้การใช้แทนแดง ปุยหมักมูลวัว และ ซีโอไลท์ ผสมกันในอัตราส่วน 1:1:1 มีความสามารถในการอุ้มน้ำหรือเก็บรักษาความชื้นได้ดีที่สุด สำหรับการนำวัสดุพา 2 ชนิดมาผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่าการใช้แทนแดง และปุยหมักมูลวัว ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 มีความสามารถซึมได้ของน้ำ 9.36 มม./ชม. ส่วนการใช้แทนแดง และซีโอไลท์ ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 มีความสามารถซึมได้ของน้ำ 11.98 มม./ชม. สำหรับการใช้ ปุยหมัก มูลวัว และซีโอไลท์ ผสมกันในอัตราส่วน 1:1มีความสามารถซึมได้ของน้ำ 4.43 มม./ชม. เมื่อเพิ่มสัดส่วน การผสมกันของแทนแดงและซีโอไลท์ เป็น 2 :1 ความสามารถซึมได้ของน้ำ มีค่าเท่ากับ 7.91 มม./ชม. เมื่อพิจารณาสัดส่วนของการผสมกันของ

วัสดุพาทั้ง 3 ชนิดและ 2 ชนิด ทำให้ทราบว่าการใช้แทนแดงผสมกับซีโอไลท์ ในอัตราส่วน 1:1 จะมีความสามารถซึมได้ของน้ำ สูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้แทนแดงและ ปุ๋ยหมักมูลวัว ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 และการใช้แทนแดง ปุ๋ยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ ผสมกันใน อัตราส่วน 1:1:1 ตามลำดับ ส่วนการใช้ปุ๋ยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 จะมีความ สามารถซึมได้ของน้ำต่ำที่สุด

การจัดชั้นความสามารถซึมได้ของน้ำในวัสดุพา พบว่า แทนแดงมีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมผ่านได้ต่ำ ส่วนปุ๋ยหมักมูลวัว และ Zeolite มีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง และเมื่อนำวัสดุพามาผสมกันทั้ง 3 ชนิดและ 2 ชนิด ในทุก ๆ อัตราส่วน พบว่า มีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง

ความหนาแน่นรวมของวัสดุพา พบว่า แทนแดงมีความหนาแน่นรวม 0.19 กรัม/ลบ.ซม. ปุ๋ยหมักมูลวัว มีความหนาแน่นรวม 0.88 กรัม/ลบ.ซม. และซีโอไลท์มีความหนาแน่นรวม 0.90 กรัม/ลบ.ซม. เมื่อนำวัสดุพาทั้ง 3 ชนิดมาผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พบว่า การใช้แทนแดง ปุ๋ยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ ผสมกันในอัตราส่วน 1:1:1 มีความหนาแน่นรวม 0.75 กรัม/ลบ.ซม. ส่วนการใช้แทนแดง ปุ๋ยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ผสมกันใน อัตราส่วน 2 1:1 มีความหนาแน่นรวม 0.62 กรัม/ลบ.ซม. การใช้แทนแดง ปุ๋ยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ผสมกันใน อัตราส่วน 3: 1:1 มีความหนาแน่นรวม 0.56 กรัม/ลบ.ซม. สำหรับการนำวัสดุพา 2 ชนิดมาผสมในอัตราส่วนที่ แตกต่างกัน พบว่า การใช้แทนแดงและปุ๋ยหมักมูลวัว ผสมกันในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 มีความหนาแน่นรวม 0.58 กรัม/ลบ.ซม. ส่วนการใช้แทนแดงและซีโอไลท์ ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 มีความหนาแน่นรวม 0.62 กรัม/ลบ.ซม. สำหรับการใช้ ปุ๋ยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 มีความหนาแน่นรวม 0.94 กรัม/ลบ.ซม. เมื่อเพิ่มสัดส่วนการผสมกันของแทนแดงและซีโอไลท์เป็น 2 : 1 มีความหนาแน่นรวม 0.51 กรัม/ลบ.ซม. เมื่อพิจารณา สัดส่วนของการผสมกันของวัสดุพาทั้ง 3 ชนิดและ 2 ชนิด ทำให้ทราบว่าการใช้ปุ๋ยหมักมูลวัว ผสมกับซีโอไลท์ใน อัตราส่วน 1:1 จะมีความหนาแน่นรวมสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใช้แทนแดงปุ๋ยหมักมูลวัว และซีโอไลท์ผสมกัน ในอัตราส่วน 1:1:1 ส่วนการใช้แทนแดงและซีโอไลท์ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 จะมีความหนาแน่นรวมต่ำที่สุด

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของแทนแดง และวัสดุพาชนิดอื่น

Sample Name	Permeability (mm/hr)	Class	Bulk Density (g/cm ³)
1. แหนแดง (A)	0.58	Slow	0.19
2. ปุ๋ยหมักมูลวัว (C)	3.10	Moderate	0.88
3. ซีโอไลท์ (Z)	4.38	Moderate	0.90
4. A:C:Z (1:1:1)	9.32	Moderate	0.75
5. A:C:Z (2:1:1)	5.22	Moderate	0.62
6. A:C:Z (3:1:1)	5.59	Moderate	0.56
7. A:C (1:1)	9.36	Moderate	0.58
8. A:Z (1:1)	11.98	Moderate	0.62
9. C:Z (1:1)	4.43	Moderate	0.94
10. A:Z (2:1)	7.91	Moderate	0.51

9.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ : จากค่าวิเคราะห์ต่างๆ ทั้งทางด้านเคมี และกายภาพของแหนแดงนี้ พบว่าแหนแดงมีสมบัติที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นวัสดุพา เนื่องจากมีธาตุอาหารต่าง ๆ สูง และมีความสามารถซึมได้ของน้ำในแหนแดงสูง และมีความโปร่ง ซึ่งเป็นสมบัติที่ดีที่อาจจะทำให้แหนแดงนี้สามารถกักเก็บจุลินทรีย์ได้ดีซึ่งจะได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ต่างๆ เพื่อใช้ผลิตปุ๋ยชีวภาพต่อไป

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

11. คำขอบคุณ(ถ้ามี)

12. เอกสารอ้างอิง :

ประยูร สวัสดิ์, สมพร ชุนท์ลือชานนท์ และ นันทกร บุญเกิด. 2530. รายงานผลการวิจัยการใช้แหนแดงเป็น ปุ๋ยพืชสดในนาข้าว. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 28 น.

วิทยา ธนานุสนธิ์. 2545. ไโรโซเปียมและการผลิตปุ๋ยไโรโซเปียม ใน เอกสารวิชาการปุ๋ยชีวภาพ หน้า 83-130.

กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ

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.

- Lui Chung-Chu. 1987. Reevaluation of *Azolla* Utilization in Agricultural Production. *In* *Azolla* Utilization : Proceedings of the Workshop on *Azolla* Use. pp. 67–76. Int. Rice Research Inst., Los Baños, Philippines.
- Tung H.F. and Shen T.C. 1981. Studies of the *Azolla pinnata*–*Anabaena azollae* symbiosis: growth and nitrogen fixation. *New Phytol.* 87:743–749
- Watanabe, I. 1982. *Azolla*–*Anabaena* symbiosis. Its physiology and use in tropical agriculture. PP. 169–185. *In*: Microbiology of tropical soils and plant productivity. Dammergues, Y and H.G. Diem, (eds.). Martinus Nijhoff publishers Hague.
- Watanabe I., and Ramirez C. 1984. Relationship between soil phosphorus availability and *Azolla* growth. *Soil Sci. Plant Nutr.* 30: 595–598.