การศึกษาอัตราส่วนของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์และตัวประสานจากน้ำนมโคเสียต่อการขึ้นรูปของภาชนะปลูกแบบย่อยสลายได้

Study on the Ratio of Vermicompost to Napier Grass (*Pennisetum purpureum* cv. Pakchong 1) and Binder from Discarded Cow Milk on Biodegradable Plant Containers Molding

ณภาส์ณัฐ อู่สูงเนิน[1] วรพจน์ ศตเดชากุล[2] วนิดา สืบสายพรหม[1] มนูญ ปลงรัมย์[1] และ ลักษณ์ เพียซ้าย[1]

Naphanut Usungnoen[1],Worapot Satadaechakul[2],Wanida Suebsaiprom[1],Manoon Plongrum[1] and Lak Piasai[(1)]

Received: October 17, 2022
Revised: November 4, 2022
Accepted: November 8, 2022

Abstract: The objective of this research was to develop a guideline for the utilization of animal waste and to create organic plant containers that can release nutrients in the soil following natural decomposition. The trial was established between 20 May 2021 and 19 May 2022 at Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus by comparing the ratio of vermicompost to Napier grass and the appropriate binder ratio for plant container molding. The binder for this study was made primarily from discarded cow milk. A total of 15 treatments which were evaluated under this study comprised of the vermicompost: Napier grass ratios (4:1, 3:1, 2:1, 1:1 and 1:0 by weight) and the binder ratios (0.5, 1, and 2 times by weight). Molding of plant container was established by using a hydraulic press machine under the pressure ranging from 350 kPa to 340 MPa. The plant containers produced from all ratios of vermicompost to Napier grass and used twice as much binder in preferable products

Keywords: vermicompost, Napier grass, animal farm waste, plant containers, discarded cow milk

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์และได้ภาชนะปลูกพืชอินทรีย์ที่ช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้กับดินภายหลังการย่อยสลายไปตามธรรมชาติ ทำการทดลองที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม 2564 - 19 พฤษภาคม 2565 ทำการศึกษาอัตราส่วนของมูลไส้เดือนดินกับหญ้าเนเปียร์และอัตราส่วนของตัวประสานที่เหมาะสม โดยใช้น้ำนมโคเสียเป็นวัตถุดิบหลักในการทำตัวประสาน ทำการศึกษาทั้งหมด 15 ชุดการทดลองที่อัตราส่วนผสมมูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์แก่ ได้แก่ 4:1 3:1 2:1 1:1 และ 1:0 โดยน้ำหนัก และอัตราส่วนตัวประสาน 0.5 1 และ 2 เท่าโดยน้ำหนัก นำไปขึ้นรูปภาชนะปลูกด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ขนาด 350 กิโลปาสกาล ถึง 340 เมกะปาสกาล ด้วยแม่พิมพ์แบบกระถาง พบว่า ภาชนะปลูกในทุกอัตราส่วนผสมมูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์แก่ ที่ใช้ตัวประสาน 2 เท่าโดยน้ำหนัก สามารถขึ้นรูปได้ดี

คำสำคัญ: มูลไส้เดือนดิน, หญ้าเนเปียร์, ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์, ภาชนะปลูกพืช, น้ำนมโคเสีย

[1] ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
[2] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140
[2] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140
*Corresponding author: patima.u@ku.th

Agricultural Science and Management J. 6 (1) : 40-47 (2023)

คำนำ

จากอดีตจนถึงปัจจุบันการผลิตกล้าไม้ของเกษตรกรจะปลูกหรือชำกล้าไม้โดยใช้วัสดุพลาสติกในการเพาะชำ ซึ่งถุงพลาสติกและภาชนะปลูกพลาสติกที่ใช้แล้ว และใช้จนไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เป็นขยะที่เสื่อมทางชีวภาพได้ยาก ไม่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ดังนั้นจะถูกกำจัดโดยการเผาให้เป็นเถ้า ซึ่งอาจก่อให้เกิดมลพิษจากการเผาไหม้พลาสติกบางชนิด เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ สไตรีน เบนซีน ไซยาไนด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็นต้น ซึ่งเป็นอัตรายต่อสุขภาพ (คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี, 2542) รวมทั้งเป็นมลพิษต่อสภาพแวดล้อมทางดิน น้ำ และอากาศ ทั้งนี้จากการศึกษาของ ชาคริต และจันทิมา (2562) ได้ทำการศึกษาการผลิตภาชนะปลูกอินทรีย์จากปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน ร่วมกับการใช้น้ำนมจากโคเต้านมอักเสบและจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพเฉพาะหรืออีเอ็ม (Effective Microorganism: E.M.) เป็นส่วนผสมในการผลิตภาชนะปลูกอินทรีย์ พบว่า อัตราการใช้มูลไส้เดือนดิน 60 กรัม โปรตีนนมบูด 40 กรัม อีเอ็ม 15 กรัม ทำให้ภาชนะปลูกพืชมีการคงรูปอุ้มน้ำได้ดี และได้นำภาชนะปลูกพืชมาทดลองเพาะกล้าถั่วเขียว พบว่า ต้นถั่วเขียวมีลำต้นสีเขียวสดและได้ลำต้นสูงใหญ่

วัสดุที่สามารถนำมาใช้ผลิตเป็นภาชนะปลูกชีวภาพได้นั้นส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุที่มีเส้นใยที่ช่วยในการยึดเกาะ เพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับภาชนะปลูก และช่วยยืดอายุการใช้งานของภาชนะปลูกให้ยาวนานขึ้น พอเหมาะกับช่วงเวลาในการเพาะกล้าไม้ก่อนที่จะนำไปปลูกลงดิน ตัวอย่างวัสดุที่สามารถนำมาผลิตภาชนะปลูกชีวภาพได้ เช่น ขุยมะพร้าว เปลือกทุเรียน เปลือกข้าวโพด ใบสับปะรด แกลบ ถ่านแกลบ ต้นกล้วย ฟางข้าว ชานอ้อย ใบไม้และเศษวัชพืชต่างๆ (Sangmook *et al*., 2008) ภาชนะปลูกที่ผลิตขึ้น สามารถนำไปปลูกลงดินไปพร้อมกับต้นไม้ได้เลยไม่ต้องนำกระถางออก ซึ่งส่วนใหญ่การผลิตภาชนะปลูกใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสานในปริมาณแตกต่างกัน ดังนั้นจึงมีแนวคิดว่า หากนำของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ น้ำนมจากโคเต้านมอักเสบซึ่งไม่สามารถจำหน่ายได้มาตกตะกอนโปรตีนด้วยกรดและด่าง แล้วทำเป็นตัวประสาน (WikiHow Staff, 2021; ชาคริต และจันทิมา, 2562) รวมทั้ง หญ้าเนเปียร์ ซึ่งเป็นหญ้าอาหารสัตว์ที่เกษตรกรนิยมปลูกในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นหญ้าที่ให้โปรตีนและผลผลิตสูง (ไกรลาส, 2553) แต่หากปล่อยให้อายุมากเกิน 3 เดือน ลำต้นจะแข็งและมีเยื่อใยสูง หากนำมาเป็นวัสดุผสมน่าจะเสริมความแข็งแรงให้ภาชนะปลูกได้ ใช้ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน ซึ่งเป็นปุ๋ยที่ช่วยส่งผลให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น คือ ทำให้ดินกักเก็บความชื้นได้มากขึ้น มีความโปร่งร่วนซุย เพิ่มช่องว่างในดินให้การระบายน้ำและอากาศดียิ่งขึ้น และเพิ่มธาตุอาหารพืช (Steven *et al*., 2007) นำมาหมักร่วมกับกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุ มาพัฒนาเป็นภาชนะปลูกพืชที่สามารถเสื่อมทางชีวภาพในดิน อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการนำปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน หญ้าเนเปียร์แก่ และน้ำนมจากโคเต้านมอักเสบ ซึ่งเป็นของเสียภายในฟาร์มเลี้ยงสัตว์มาศึกษาเพื่อผลิตภาชนะปลูกพืช ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องดังกล่าวเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งได้ภาชนะปลูกพืชอินทรีย์ที่สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารสู่พืชในระหว่างการปลูก และลงสู่ดินภายหลังการย่อยสลายไปตามธรรมชาติ ส่งผลกระทบที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

อุปกรณ์และวิธีการ

1. **ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน** นำปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมาผึ่งลมให้แห้ง แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร เก็บใส่กระสอบไว้ในที่แห้ง
2. **หญ้าเนเปียร์แก่** ตัดหญ้าเนเปียร์ที่อายุมากกว่า 3 เดือน นำมาสับย่อยด้วยเครื่องสับ ตากแดด พลิกกลับหญ้าวันละ 2 ครั้ง จนกระทั่งแห้ง แล้วบดด้วยเครื่องบดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 3 มิลลิเมตร เก็บใส่กระสอบไว้ในที่แห้ง
3. **น้ำนมโคเสีย** คือนมที่ได้จากโคเต้านมอักเสบ รวมทั้งโคนมที่ได้รับยาปฏิชีวนะ ทำการเก็บน้ำนมโคใส่ในถุงซิปล็อค ถุงละ 1 ลิตร แช่ในตู้เย็นอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาใช้
4. **การเตรียมตัวประสานจากน้ำนมโคเสีย** อุ่นนมด้วยความร้อนที่อุณหภูมิปานกลางถึงสูง จนกระทั่งนมอุ่น เติมน้ำส้มสายชูกลั่น ในอัตราส่วนนม 1 กิโลกรัม ต่อน้ำส้มสายชู 62.5 กรัม คนให้เข้ากัน จะเกิดการ

ตกตะกอนของลิ่มนม เรียกว่าเคิร์ด (curds) แล้วกรองสารละลายออกผ่านตะแกรง ผสมเคิร์ดกับเบกกิ้งโซดา อัตราส่วนนม 1 กิโลกรัม ต่อเบกกิ้งโซดา 62.5 กรัม และน้ำเล็กน้อยให้เข้ากัน นำส่วนผสมใส่กระทะใช้ไฟกลางถึงสูง กวนส่วนผสม จนกระทั่งส่วนผสมเกิดฟอง จึงปิดเตา (ปรับปรุงวิธีการจาก WikiHow Staff, 2021; ชาคริต และจันทิมา, 2562)

5. การศึกษาสมบัติทางเคมีของวัสดุและตัวประสาน

5.1 วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุและตัวประสาน ได้แก่ ปุ๋ยมูลไส้เดือน หญ้าเนเปียร์ นมโคเสีย และกาวจากนมโคเสีย ดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Electric Conductivity Bridge ปริมาณอินทรียวัตถุ ด้วยวิธี Walkley and Black (1934) ค่าความชื้น และ C/N ratio โดยการคำนวณ C/N ratio = $\frac{\%OC}{\%N}$

5.2 วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชของวัสดุและตัวประสาน ได้แก่ วิเคราะห์ N โดยย่อยตัวอย่างด้วย H_2SO_4 (ศรีสม, 2544) นำสารละลายที่ได้ไปกลั่นหาไนโตรเจนตามวิธี micro – Kjedahl (Bremner and Tabatabai, 1972) วิเคราะห์ P และ K โดยย่อยสลายตัวอย่างด้วย Mix acid (HNO_3 : $HClO_4$ อัตราส่วน 5:2) ปรับปรุงจาก ศรีสม (2544) แล้ววัดความเข้มข้นของ P ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ด้วยวิธี Spectroscopy (AOAC, 1990) วัดความเข้มข้นของ K ด้วยวิธี Atomic Absorption Spectroscopy (AOAC, 1990)

5.3 การเปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้ (ยงยุทธ และคณะ, 2556) เพื่อแปลผลความเข้มข้นของธาตุอาหารดังกล่าว ให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2557) ดังนี้ % P_2O_5 = %P × 2.29 และ % K_2O = %K × 1.20

6. การออกแบบอัตราส่วนการผลิตภาชนะปลูกพืช โดยออกแบบตำรับทดลอง (treatments) โดยเลือกอัตราส่วนผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน: หญ้าเนเปียร์ ได้แก่ 4:1 3:1 2:1 1:1 และ 1:0 โดยน้ำหนัก ผสมด้วยตัวประสานอัตรา 0.5 1 และ 2 เท่าโดยน้ำหนักวัสดุรวม ได้ตำรับทดลอง 15 ตำรับ ประกอบด้วย

T1 มูลไส้เดือนดิน 4 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 0.5 เท่า ((4V: 1N): 0.5G)

T2 มูลไส้เดือนดิน 4 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 1 เท่า ((4V: 1N): 1G)

T3 มูลไส้เดือนดิน 4 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((4V: 1N): 2G)

T4 มูลไส้เดือนดิน 3 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 0.5 เท่า ((3V: 1N): 0.5G)

T5 มูลไส้เดือนดิน 3 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 1 เท่า ((3V: 1N): 1G)

T6 มูลไส้เดือนดิน 3 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((3V: 1N): 2G)

T7 มูลไส้เดือนดิน 2 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 0.5 เท่า ((2V: 1N): 0.5G)

T8 มูลไส้เดือนดิน 2 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 1 เท่า ((2V: 1N): 1G)

T9 มูลไส้เดือนดิน 2 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((2V: 1N): 2G)

T10 มูลไส้เดือนดิน 1 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 0.5 เท่า ((1V: 1N): 0.5G)

T11 มูลไส้เดือนดิน 1 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 1 เท่า ((1V: 1N): 1G)

T12 มูลไส้เดือนดิน 1 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((1V: 1N): 2G)

T13 มูลไส้เดือนดิน 1 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 0 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 0.5 เท่า ((1V: 0N): 0.5G)

T14 มูลไส้เดือนดิน 1 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 0 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 1 เท่า ((1V: 0N): 1G)

T15 มูลไส้เดือนดิน 1 ส่วน หญ้าเนเปียร์แก่ 0 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((1V: 0N): 2G)

และในทุกการทดลองใส่อีเอ็มขยาย ซึ่งการทำอีเอ็มขยาย มีขั้นตอนคือ ใช้อีเอ็ม 1 ลิตร กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม เติมน้ำให้ครบ 20 ลิตร บ่มในภาชนะปิดสนิทเป็นเวลา 7 วัน แล้วนำมาเจือจางด้วยน้ำ 1 ต่อ 10 ใช้ในอัตราส่วน 10-15 มิลลิลิตร/วัตถุดิบผสม 100 กรัม เพื่อลดกลิ่นและให้วัสดุเกิดการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ (ตัวอย่าง ส่วนผสมในตำรับทดลอง T15 คือ ใช้มูลไส้เดือนดิน 100 กรัม กาวจากนมโคเสีย 200 กรัม อีเอ็มขยาย 30-45 มิลลิลิตร) โดยวางแผนการทดลองแบบ 3 x 5 Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ

7. ขั้นตอนการขึ้นรูปภาชนะปลูก โดยนำส่วนผสมตามอัตราส่วนที่ได้ออกแบบไว้ คลุกเคล้าให้เนื้อเข้ากัน นำวัสดุผสมไปอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องกด

ในสภาวะอุณหภูมิห้องที่สามารถควบคุมแรงกดต่อพื้นที่ระหว่าง 350 กิโลปาสกาล ถึง 340 เมกะปาสกาล เพื่อให้กระถางสามารถคงรูปได้โดยไม่ใช้ความร้อน ซึ่งกระบวนการอัดแตกต่างจากหลายงานวิจัยที่นิยมใช้ตัวประสานที่ต้องอาศัยความร้อนในการขึ้นรูป ด้วยแรงกดต่อพื้นที่เพียง 10 – 15 เมกะปาสกาล ดังรายงานของ นศพร และคณะ (2565) ด้วยแม่พิมพ์กระถางสำหรับเพาะต้นกล้า ขนาด 14 เซนติเมตร (Figure 1) และดันตัวกระถางต้นไม้ออกจากบล็อก แล้วนำกระถางไปผึ่งลมให้แห้ง

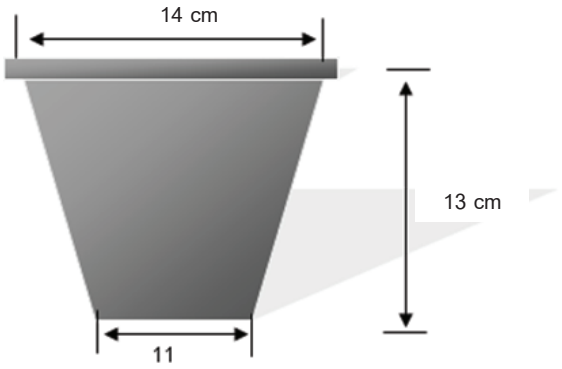

Figure 1 Dimension and configuration of plant containers

8. การขึ้นรูปภาชนะปลูกพืชแบบกระถางแบบไม่ใช้ความร้อนด้วยแท่นอัดแม่พิมพ์ด้วยไฮดรอลิก โดยศึกษาลักษณะทั่วไปของภาชนะปลูกที่สามารถขึ้นรูปได้ ภายหลังการอัด และการผึ่งลมเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติทางเคมีของวัสดุและตัวประสาน

มูลไส้เดือนดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.81 สำหรับค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.31 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 61.78 % คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 15:1 (อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์กรณีไม่เป็นปุ๋ยอินทรีย์เหลว ของกรมวิชาการเกษตร (2557) ที่กำหนดให้ค่า ค่า C/N ratio ไม่เกิน 20:1) หญ้าเนเปียร์แก่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 5.68 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.25 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 82.65 % ซึ่งค่อนข้างสูงมาก แต่มีคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 69:1 เนื่องจากเป็นวัสดุที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการหมักย่อย ส่วนนมโคเสียมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.33 สำหรับค่าการนำไฟฟ้า (EC) เท่ากับ 0.35 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 19.74 % คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 19: 1 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ กรณีเป็นปุ๋ยอินทรีย์เหลวของกรมวิชาการเกษตร (2557) ภายหลังการนำนมโคเสียผ่านกระบวนการทำกาว ได้กาวจากนมโคเสีย พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 9.02 ซึ่งเป็นด่างจัดมาก ส่วนค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 28.9 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ระดับสูงมาก ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 25.50 % ในระดับสูงมาก และมีคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 8:1 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ของกรมวิชาการเกษตร (2557) (Table 1) ซึ่งอาจเกิดจากการใช้เบกกิ้งโซดา ในกระบวนการทำตัวประสาน จึงทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าการนำไฟฟ้าสูง ดังนั้นหากนำมาใช้เป็นตัวประสาน ภาชนะปลูกพืชที่ได้น่าจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูง ซึ่งเหมาะสมกับพืชที่ทนเค็มได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยกำลังทดสอบวัสดุเศษเหลือชนิดอื่นที่สามารถนำมาทำเป็นตัวประสานได้ เพื่อให้ได้ภาชนะปลูกพืชที่ใช้ได้กับพืชหลายๆ ชนิด ทั้งนี้จากงานทดลองของวรรณวิภา และคณะ (2561) ทำการศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากกากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน โดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ซึ่งวัสดุทั้ง 4 ชนิดมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย เท่ากับ 5.51 6.59 6.38 และ

7.07 ตามลำดับ มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช อยู่ระหว่าง 5.0-7.0 ส่วนปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าเท่ากับ 93.40 59.52 79.55 และ 19.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า มูลไส้เดือนดินที่นำมาทำแท่งเพาะชำนี้ มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า แต่มีค่าอินทรียวัตถุน้อยกว่ามูลไส้เดือนที่ใช้ในการทดลองนี้

Table 1 Chemical properties in vermicompost, old Napier grass, discarded cow milk, glue from discarded cow milk and standard of organic fertilizer.

	pH	EC (dS/m)	OM (%)	C/N ratio	Moisture content (% by fresh weight)
Vermicompost	5.81	0.31	61.78	15:1	72.76
Old Napier grass	5.68	0.25	82.65	69:1	6.81
Discarded cow milk	6.33	0.35	19.74	19:1	-
Glue from discarded cow milk	9.02	28.9	25.50	8:1	44.82
Standard of organic fertilizer (Department of Agriculture, 2014)					
- Solid organic fertilizer				≤ 20:1	
- Liquid organic fertilizer				≤ 20:1	≤30

2. ปริมาณธาตุอาหารหลักของวัสดุและตัวประสาน

จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในมูลไส้เดือนดิน พบว่า ในมูลใส้เดือนดินมีมหธาตุ (macronutrient elements) ประกอบไปด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) 2.34% ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 2.18% และโพแทสเซียม (K_2O) 0.22% (อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2557) กำหนดให้มี N ไม่น้อยกว่า 1% P_2O_5 ไม่น้อยกว่า 0.5% K_2O ไม่น้อยกว่า 0.5% หรือมีปริมาณธาตุอาหารหลักรวมกันไม่ต่ำกว่า 2%) ส่วนหญ้าเนเปียร์แก่มีปริมาณธาตุอาหารธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) 0.70% ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.41% และโพแทสเซียม (K_2O) 1.42% มีปริมาณธาตุอาหารหลักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2557) เช่นกัน ส่วนนมโคเสียมีปริมาณธาตุอาหารธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน (N) 0.60% ฟอสฟอรัส (P_2O_5) 0.18% และโพแทสเซียม (K_2O) 0.13% ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ของกรมวิชาการเกษตร (2557) ทั้งนี้เมื่อนำนมโคเสียมาทำกาว พบว่า กาวจากนมโคเสีย มีธาตุไนโตรเจน (N) 1.90% ฟอสฟอรัส (P) 0.41% และโพแทสเซียม (K) 0.05% มีปริมาณธาตุอาหารหลักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ของกรมวิชาการเกษตร (2557) ดังแสดงใน (Table 2) จากงานทดลองของวรรณวิภาและคณะ (2561) ทำการศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากกากกาแฟ ขี้เลื่อย แกลบ และปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน โดยใช้กาวแป้งเปียกเป็นตัวประสาน ซึ่งวัสดุทั้ง 4 ชนิด มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 2.50 0.08 0.61 และ 1.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 0.24 0.04 0.13 และ 0.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ เท่ากับ 0.68 0.77 0.40 และ 0.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในมูลไส้เดือนที่นำมาทำแท่งเพาะชำนี้ มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยกว่า แต่มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มากกว่ามูลไส้เดือนดินที่ใช้ในงานทดลองนี้

Agricultural Science and Management J. 6 (1) : 40-47 (2023)

Table 2 The macronutrient concentrations in vermicompost, old Napier grass, discarded cow milk, glue from discarded cow milk and standard of organic fertilizer.

	Total N (%)	Total P_2O_5 (%)	Total K_2O (%)
Vermicompost	2.34	2.18	0.22
Old Napier grass	0.70	0.41	1.42
Discarded cow milk	0.60	0.18	0.13
Glue from discarded cow milk	1.90	0.41	0.05
Standard of organic fertilizer (Department of Agriculture, 2014)			
- Solid organic fertilizer	≥ 1.0	≥ 0.5	≥ 0.5
- Liquid organic fertilizer	≥ 0.5	≥ 0.5	≥ 0.5

3. การขึ้นรูประถางแบบไม่ใช้ความร้อนด้วยแท่นอัดแม่พิมพ์ด้วยไฮดรอลิก

ลักษณะรูปร่างภาชนะปลูกที่ขึ้นรูปได้

ภายหลังการขึ้นรูปภาชนะปลูกแบบกระถางทุกอัตราส่วนของปุ๋ยมูลไส้เดือนดินกับหญ้าเนเปียร์ที่ใช้กาวจากนมโคเสียเป็นตัวประสานวัสดุ อัตรา 0.5 และ 1 เท่าของวัสดุอินทรีย์ เมื่อนำมาเข้าเครื่องอัดพบว่าไม่สามารถขึ้นรูปเป็นภาชนะปลูกแบบกระถางได้ แต่การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินกับหญ้าเนเปียร์ทุกอัตราส่วน ร่วมกับการใช้กาวจากนมโคเสีย 2 เท่าของวัสดุอินทรีย์ ภายหลังการเข้าเครื่องอัด สามารถอัดขึ้นรูปภาชนะปลูกแบบกระถางได้ 5 อัตราส่วน ดังนี้ T3 มูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์แก่ 4:1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((4V: 1N): 2G), T6 มูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์แก่ 3:1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((3V: 1N): 2G) T9 มูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์แก่ 2:1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((2V: 1N): 2G) T12 มูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์แก่ 1:1 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((1V: 1N): 2G) และ T15 มูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์แก่ 1:0 ส่วน กาวจากนมโคเสีย 2 เท่า ((1V: 0N): 2G) โดยตำรับทดลอง T3 กระถางอัดขึ้นรูปได้ดีและมีรูปทรงสวยงาม รองลงมาคือ T6 T9 T12 และ T15 ตามลำดับ เนื่องจากตำรับทดลอง T6 T9 T12 ก้นกระถางจะมีลักษณะพองออกเล็กน้อย ตามเปอร์เซ็นต์การใส่หญ้าเนเปียร์แก่ที่มากขึ้น เท่ากับ 20 25 33.3 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในตำรับทดลอง T15 สามารถอัดขึ้นรูปกระถางได้มีผิวเรียบเนียนสวย แต่มีรอยร้าว อาจเนื่องจากไม่มีเยื่อใยจากหญ้าเนเปียร์เป็นตัวประสานมูลไส้เดือนดินให้คงรูปติดกัน (Table 3) ทั้งนี้ภายหลังนำภาชนะปลูกมาผึ่งลมจนแห้งแล้ว ภาชนะปลูกสามารถคงตัวมีลักษณะรูปร่างดังแสดงใน (Table 3) แสดงให้เห็นว่าการใช้ตัวประสานจากนมโคเสีย จำนวน 2 เท่าของวัสดุแห้ง เป็นอัตราการใช้ตัวประสานที่เหมาะสมสำหรับการใช้ร่วมกับมูลไส้เดือนดินและหญ้าเนเปียร์แก่ทุกอัตราส่วน ซึ่งช่วยให้วัสดุสามารถอัดแน่นขึ้นรูปแบบกระถาง และมีความคงตัวได้

Table 3 Physical characteristics of plant containers from vermicompost and Napier grass.

Treatment	Vermicompost: Old Napier grass	Glue (by weight)	Physical appearance	
			The shape of the pot	
3	4:1	2	- Excellent shape - No cracking after two weeks of air drying	
6	3:1	2	- Good shape, slightly inflate at the bottom. - No cracking after two weeks of air drying	
9	2:1	2	- Good shape, slightly inflate at the bottom more than T3 - No cracking after two weeks of air drying	
12	1:1	2	- Good shape, slightly inflate at the bottom and tricker than T9 - No cracking after two weeks of air drying	
15	1:0	2	- Good shape, smooth skin, cracking - Cracking after two weeks of air drying, more than one point	

สรุป

วัสดุที่ใช้คือปุ๋ยมูลไส้เดือนดินและหญ้าเนเปียร์แก่ที่มีคุณค่าทางโภชนะไม่เหมาะสำหรับเป็นอาหารสัตว์ ร่วมกับการใช้น้ำนมโคเสียที่ได้จากแม่โคเต้านมอักเสบ และแม่โคที่ได้รับยาปฏิชีวนะมาเป็นวัตถุดิบหลักในการทำตัวประสาน จากการศึกษาสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารหลักในมูลไส้เดือนดิน หญ้าเนเปียร์แก่ น้ำนมโคเสีย และตัวประสาน พบว่า มูลไส้เดือนดินมีสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ โดยกรมวิชาการเกษตร (2557) นอกจากนี้หญ้าเนเปียร์แก่มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 82.65 % ในปริมาณมาก แต่มีคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 69:1 หากนำมาเป็นวัสดุผสมทำภาชนะปลูกแล้ว ต้องผ่านการหมักย่อยด้วยจุลินทรีย์อีเอ็มที่ผสมเข้าไปเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนนำมาใช้ปลูกพืช ส่วนนมโคเสียมีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 19.74 % คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 19:1 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์เหลว โดยกรมวิชาการเกษตร (2557) ส่วนกาวจากนมโคเสีย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 9.02 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 28.9 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ระดับสูงมาก แต่มีปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) เท่ากับ 25.50 % คาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) เท่ากับ 8:1 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ของกรมวิชาการเกษตร (2557)

นอกจากนี้ การขึ้นรูปภาชนะปลูกพืชแบบกระถาง โดยใช้กาวจากนมโคเสียเป็นตัวประสานวัสดุอัตรา 0.5 และ 1 เท่าของวัสดุอินทรีย์ เมื่อนำมาเข้า

เครื่องอัดพบว่าไม่สามารถขึ้นรูปเป็นภาชนะปลูกแบบกระถางได้ แต่การใช้กาวจากนมโคเสีย อัตรา 2 เท่าของวัสดุอินทรีย์ สามารถอัดขึ้นรูปภาชนะปลูกแบบกระถางได้ดี ทั้ง 5 อัตราส่วน ได้แก่ มูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์แก่ 4:1, 3:1, 2:1, 1:1 และ 1:0 โดยอัตราส่วนมูลไส้เดือนดินต่อหญ้าเนเปียร์แก่ 4:1 สามารถอัดขึ้นรูปกระถางได้ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยมุ่งเป้าของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2557. ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2557. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: www.doa.go.th/ard/wp-content/uploads/2019/11/FEDOA11.pdf, เข้าถึงเมื่อ 1 ตุลาคม 2565.

ไกรลาศ เขียวทอง. 2553. คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา. 24 หน้า.

คณะแพทย์ศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี. 2542. อันตรายจากอุตสาหกรรมพลาสติก. แหล่งที่มา: https://www.rama.mahidol.ac.th/poisoncenter/th/bulletin/bul99/v7n1/Table_Monomer, เข้าถึงเมื่อ 27 ตุลาคม 2565.

ชาคริต บริรักษ์ และจันทิมา ช่างการ. 2562. การผลิตกระถางอินทรีย์จากปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

นศพร ธรรมโชติ, ชวกร มุกสาน, ชโลธร ศักดิ์มาศ, เศรษฐวัฒน์ ถนิมกาญจน์ และชาตรี หอมเขียว. 2565. สมบัติทางกายภาพของกระถางเพาะกล้าไม้ที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างทะลายปาล์มน้ำมันต่อขี้เลื่อยไม้ยางพารา. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ และนวัตกรรม 15(1): 65-74.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2556. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 519 หน้า.

วรรณวิภา ไชยชาญ, อเนก สาวะอินทร์, เตือนใจ ปียัง และวีระศักดิ์ ไชยชาญ. 2561. การศึกษาประสิทธิภาพของแท่งเพาะชำจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ที่มีการผสมปุ๋ยมูลไส้เดือน. เอกสารวิชาการ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 76 หน้า.

ศรีสม สุวรรณวงศ์. 2544. การวิเคราะห์ธาตุอาหารพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 141 หน้า.

A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis of AOAC International. 15th ed., A.O.A.C. International, Arlington, Virginia, U.S.A.

Bremner, J.M. and M.A. Tabatabai, 1972. Use of an ammonia electrode for determination of ammonia in Kjeldahl analysis of soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 3(2): 159-165.

Sangmook, J., N. Pongsathorn and C. Sae-lim. 2008. Nursery pot from coconut coir fiber as a replacement for plastic to reduce global warming, Rajamangla University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani.

Steven, J., Fonte, Y. Y. Kong Angela., Kesset, C. V. Paul, F. T. and Johan, S. 2007. The influence of earthworm activity on aggregate-associated carbon and nitrogen dynamics differs with agroecosystem management. Soil Biology and Biochemistry 39: 1014-1022.

Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.

WikiHow Staff. 2021. How to make glue out of milk. (Online): Available Source: https://www.wikihow.com/Make-Glue-out-of-Milk: (August 1, 2021)