บทความวิชาการ

ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน : เทคโนโลยีชีววิถีเพื่อการอนุรักษ์ดิน และการจัดการขยะอินทรีย์ในประเทศไทย

VERMICOMPOSTING: BIOLOGICAL TECHNOLOGY FOR SOIL CONSERVATION AND ORGANIC WASTES MANAGEMENT IN THAILAND

พิชญ์ ตั้งสมบัติวิจิตร[1*] และ อุทาน บูรณศักดิ์ศรี[2]

[1*]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สุพรรณบุรี 72130

[2]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ สุพรรณบุรี 72130

Pitchya Tangsombatvichit[1*] and Utharn Buranasaksee[2]

[1*]Department of Science (Biology) Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi, 72130

[2]Department of Computer Science Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi, 72130

[*]E-mail: pitchya.t@rmutsb.ac.th

Received: 2018-10-30

Revised: 2018-12-07

Accepted: 2019-01-10

บทคัดย่อ

การทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนในประเทศไทยเป็นเทคโนโลยีที่ยั่งยืนสำหรับการกำจัดของเสียทางการเกษตรและสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางธรรมชาติในการรีไซเคิลสารอินทรีย์อย่างรวดเร็วเพื่อเปลี่ยนเป็นปุ๋ยหมักที่อุดมด้วยสารอาหารโดยใช้ไส้เดือนสายพันธุ์ *Eudrilus eugeniae* ภายใต้สภาวะมีอากาศ ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนเป็นผลิตภัณฑ์ปลอดสารพิษที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีต้นทุนต่ำ ใช้เครื่องจักรน้อย ใช้งานง่าย และใช้พลังงานต่ำในระหว่างกระบวนการ กระบวนการนี้ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงโครงสร้างดินที่เสียให้ดีขึ้น ดังนั้นเทคนิคนี้จึงเป็นเทคโนโลยีทางเลือกที่ดีและง่าย ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรถูกนำมาทดสอบเพื่อค้นหาวัสดุทางการเกษตรที่ดีที่สุดสำหรับผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนที่มี

สารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืชปริมาณสูง และมีจุลินทรีย์ที่ดีที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช โดยการเพิ่มฮอร์โมน สุดท้าย กระบวนการทำปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนช่วยเกษตรกรยุคใหม่ในการบริหารจัดการของเสียอินทรีย์และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร อีกทั้งเพิ่มความปลอดภัยของผลผลิตทางการเกษตรและสุขภาพของผู้บริโภคในประเทศไทย

คำสำคัญ: เทคโนโลยีชีววิถี ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ขยะอินทรีย์ เป็นมิตรกับธรรมชาติ

ABSTRACT

In Thailand, vermicomposting is an innovative sustainable technology for organic and agricultural waste treatment which is a natural process of quick recycling of organic material into nutrient-rich compost using earthworms such as *Eudrilus eugeniae* under aerobic condition. Vermicompost is an eco-friendly non-toxic product, low cost, less mechanized, easy operation and uses low energy input during processing etc. This process is adopted for the improvement of soil damage. Thus, this technique has become a simpler alternative technology. The vermicompost from various organic wastes was evaluated to find out the best organic raw material for quality vermicompost production that has high essential nutrients for plants and contains good microorganisms that help to grow the plant as a hormones enhancement. Finally, vermicomposting process benefits the organic and agricultural wastes management for smart farmer while improving agricultural safety and consumer health in Thailand.

Keywords: Biological technology, Vermicomposting, Organic wastes, Nature-friendly

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ทำการเพาะปลูกพืช ไม่ว่าจะเป็นพืชอาหาร พืชประดับ พืชน้ำมัน ด้วยประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้น มีช่วงฝนตก อากาศอบอุ่น และมีดินที่อุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช จึงทำให้มีความหลากหลายทางสายพันธุ์พืชเป็นอย่างมาก พืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการอาหารเพื่อช่วยในการสร้างพลังงานจากกระบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจากพืชมีรงควัตถุที่มีชื่อว่า คลอโรฟิลล์ ดังนั้น อาหารของพืช จะได้จากดิน เมื่อมีการปลูกพืชอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานหลายปีติดต่อกัน สภาพดินที่เคยมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชก็จะถูกนำไปใช้ และลดลงตามลำดับ ดังนั้น มนุษย์จึงคิดที่จะเพิ่มธาตุอาหารในดิน เพื่อชดเชยส่วนที่ถูกใช้ไป ในรูปของสิ่งที่เรียกว่า

“ปุ๋ย” เป็นวัสดุที่เพิ่มธาตุอาหารพืชในดิน จากความฉลาดที่ไม่เฉลียวของมนุษย์ มนุษย์ได้ผลิตปุ๋ยเคมี ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์องค์ประกอบของสารด้วยโครงสร้างทางเคมี มิใช่สิ่งที่มาจากธรรมชาติ ช่วงแรกที่มีการใช้จะปรากฏผลการเจริญเติบโตของพืชที่ดีและรวดเร็ว เนื่องจากปุ๋ยเคมีถูกสร้างให้ละลายน้ำได้ง่าย แต่ผลเสียที่เกิดขึ้นคือ ปุ๋ยเคมีจะอุดช่องว่างของอากาศภายในดิน ทำให้การระบายน้ำมีปัญหา และเมื่อสะสมไปนาน ๆ จะเกิดเป็นสารตกค้างในดินและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และระบบนิเวศ ดังนั้น ในปัจจุบันมนุษย์จึงเห็นความสำคัญของทรัพยากรดินมากขึ้น ได้มีการคิดผลิตปุ๋ยที่มาจากธรรมชาติ เพื่อกลับสู่ธรรมชาติ เรียกว่าปุ๋ยอินทรีย์ อาทิเช่น ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินก็เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ที่มีกระบวนการคิดใช้คุณสมบัติของไส้เดือนดินร่วมกับวิธีการผลิตปุ๋ยหมัก ปุ๋ยที่ผลิตได้จากวัสดุทางธรรมชาติจะเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจึงเป็นอีกหนึ่งวิธี ที่จะช่วยพลิกฟื้นสภาพดินให้มีคุณภาพดีจัดเป็นเทคโนโลยีสีเขียวเป็นมิตรต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน เพื่อช่วยกำจัดขยะอินทรีย์และได้ปุ๋ยคุณภาพดีใช้ในการทำเกษตรอินทรีย์ การผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินเกิดขึ้นในประเทศต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น เวียดนาม จีน สหรัฐอเมริกา อินเดีย แคนาดา รวมทั้งประเทศไทยด้วย

เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินเป็นกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เกิดจากการเปลี่ยนวัสดุอินทรีย์ที่เป็นส่วนเหลือทิ้งมาผ่านขั้นตอนการหมักตามธรรมชาติด้วยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ร่วมกับการทำงานของไส้เดือนดินสายพันธุ์ที่เหมาะสมของแต่ละสภาพพื้นที่ของประเทศต่าง ๆ เพื่อผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพสำหรับการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ ปุ๋ยที่ได้ถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช ปรับปรุงโครงสร้างของดินให้มีช่องว่างของอากาศ การระบายน้ำดี รวมทั้งเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดิน เช่นจุลินทรีย์ปฏิปักษ์กับเชื้อก่อโรคพืช ในขณะที่ตัวไส้เดือนดินสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์เนื่องจากมีโปรตีนสูง (Sinha et al., 2010) จากการศึกษาธรรมชาติของไส้เดือนดินและมีนักวิจัยสนใจศึกษา จึงมีการนำไส้เดือนดินมาเลี้ยงและศึกษาสภาพเลี้ยงให้เหมาะสมเลียนแบบธรรมชาติ เช่น การเลี้ยงในลิ้นชักไม้ ลิ้นชักพลาสติก กล่องพลาสติก ถังพลาสติก รวมทั้งกะละมังพลาสติก ภายใต้โรงเรือนปิดป้องกันการโดนแสงแดดจัด ให้ความชื้นและออกซิเจนที่พอเหมาะ (Sharma et al., 2005)

ไส้เดือนดิน

ไส้เดือนดินเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในอาณาจักรสัตว์ ไฟลัมแอนเนลิดา เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ลำตัวกลมยาว มีข้อปล้อง มีชื่อเรียกทั่วไปว่า Earthworm ส่วนชื่อวิทยาศาสตร์นั้นมีความหลากหลายของสายพันธุ์มากถึง 8,000 สายพันธุ์ แหล่งที่พบไส้เดือนดิน มักเป็นกองปุ๋ยหมัก กองมูลสัตว์ บริเวณดินที่ต่าง ๆ ที่มีแหล่งอาหารและความชื้นเพียงพอต่อการดำรงชีวิตของไส้เดือนดิน (Pathma and Sakthivel, 2012) ไส้เดือนดินเป็นสัตว์ที่มี 2 เพศในตัวเดียว เวลาผสมพันธุ์จะมีการจับคู่กันของตัวผู้ตัวหนึ่ง และตัวเมียจากอีกตัวหนึ่ง การจับคู่กันและผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นกับไส้เดือนดินที่มีการสร้าง ไคลเทลลัมชัดเจนที่บริเวณส่วนหัว เวลาช่วงกลางคืน ไม่มีแสงและมีความชื้นสูง จะเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการผสมพันธุ์ หลังจากผสมพันธุ์กันเรียบร้อยแล้ว จะเกิดการสร้างถุงไข่ (cocoon) เป็นที่บรรจุตัวอ่อนของไส้เดือนดินเป็นจำนวนมาก ในช่วงฤดูฝนที่มีความชื้นสูงจะมีการสร้างถุงไข่ได้มากกว่าช่วงฤดูอื่น ๆ เมื่อไส้เดือนดินฟักออกจากถุงไข่ ลำตัวจะมีลักษณะใส ต่อมาจะเริ่มเจริญเติบโตและพัฒนาสีผิวเป็นสีน้ำตาลแดง สีแดง เป็นระยะวัยก่อนเจริญพันธุ์ แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ และเริ่มมีการสร้างไคลเทลลัมชัดเจน ซึ่งเป็นสัญญาณบอกให้รู้ว่าเป็นไส้เดือนดินระยะตัวเต็มวัยพร้อมผสมพันธุ์และขยายพันธุ์ต่อไป เกิดขึ้นเป็นวัฏจักรวงจรชีวิต (Edwards, 2004)

ไส้เดือนดินสามารถจัดกลุ่มได้ 3 ลักษณะ ตามการอยู่อาศัยในระดับความลึกของชั้นดิน วัดจากระดับผิวดิน ได้แก่ กลุ่มไส้เดือนดินผิวดิน (0 - 5 เซนติเมตร) กลุ่มไส้เดือนดินในดิน (0 - 25 เซนติเมตร) และกลุ่มไส้เดือนดินในชั้นดินลึก (0 - 100 เซนติเมตร) (ตารางที่ 1) ไส้เดือนดินในกลุ่มผิวดิน (Epigeics) เป็นไส้เดือนดินที่เลือดมีรงควัตถุ จะเห็นได้ว่า ไส้เดือนดินชนิดนี้จะมีสีแดง สีแดงน้ำตาลเหลือบ สีน้ำตาลแดง ลำตัวมีขนาดเล็กถึงปานกลาง ยาวประมาณ 2 - 5 นิ้ว ชอบอยู่บริเวณระดับผิวดินไม่ลึกมาก มีความชื้นสูงตลอดปี ไม่มีการขุดรู ชอบกินอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ กินในปริมาณมาก แพร่พันธุ์ ขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ไส้เดือนดินในกลุ่มนี้ได้แก่ ไส้เดือนดินสายพันธุ์ ขี้ตาแร่ แอฟริกันไนท์ คอลเลอร์ บลูเวิร์ม ไทเกอร์เวิร์ม และไส้เดือนดินสีแดง เป็นสายพันธุ์ที่พบในประเทศไทยและถูกนำมาใช้ในการกำจัดขยะอินทรีย์ ในกระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (Pathma and Sakthivel, 2012)

ตารางที่ 1 การจัดจำแนกชนิดของไส้เดือนดินตามความชอบอยู่ในแหล่งที่อยู่อาศัยในระดับความลึกของชั้นดิน (Gajalakshmi and Abbasi, 2004)

คุณลักษณะ	**ชนิดของไส้เดือนดิน** (Earthworm's ecological type)		
	ผิวดิน (Epigeics)	**ในดิน** (Endogeics)	**ชั้นดินลึก** (Anecics)
ขนาดรูปร่าง	เล็ก	ใหญ่	ปานกลาง
ความทนทานต่อแสง	น้อย	มาก	ปานกลาง
การเคลื่อนที่ในดิน	คล่องแคล่ว	เชื่องช้า	ปานกลาง
ความชื้นของผิว	มีการสร้างเมือกชื้น	มีการสร้างเมือกชื้น	ไม่สร้างเมือกชื้น
การสร้างเม็ดสี	มี	ไม่มี	มีน้อย
ปริมาณไข่ต่อรอบ	มาก	น้อย	น้อย
การแพร่พันธุ์	เร็ว	ช้า	ช้า
ช่วงอายุ	ปานกลาง	นานหลายปี	นานหลายปี

บทบาทไส้เดือนดินทางการเกษตร

ปกติ ไส้เดือนดินถูกพบในดิน หรือกองมูลสัตว์ ใช้เป็นตัววัดความอุดมสมบูรณ์ของดิน และตรวจสอบการปนเปื้อนของสารเคมีในดิน เรียกว่า ดัชนีชี้วัดทางชีวสิ่งแวดล้อม (Bio-index) ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ และไม่มีสารเคมีตกค้างในดิน จะมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต รวมทั้ง ไส้เดือนดินด้วย เนื่องจากไส้เดือนดินมีไขมันที่สามารถดูดซับสารเคมีที่ใช้กำจัดศัตรูพืช หรือ โลหะหลักที่ปนเปื้อนในดิน (Paoletti et al., 1991) สายพันธุ์ไส้เดือนดินบางชนิดยังมีความทนทานต่อการได้รับสารเคมีเข้าไปภายในเซลล์อีกด้วย ไส้เดือนดินมีคุณสมบัติชอบชอนไชทำให้ดินร่วนซุย เพิ่มช่องว่างในดิน ให้อากาศถ่ายเท การระบายน้ำและการอุ้มน้ำดีขึ้น การละลายของธาตุอาหารเกิดขึ้นได้ง่าย ทำให้รากพืชดูดซึมสารอาหารได้สะดวก การเคลื่อนที่ของไส้เดือนดินจะช่วยพลิกดินกลับจากด้านล่างขึ้นมาด้านบน ทำให้ดินด้านบนลงไปด้านล่างแทนซึ่งส่วนดินด้านบนจะมีมูลไส้เดือนดินอยู่ เป็นส่วนที่มีธาตุอาหารต่างๆ ของพืช เป็นการผสมคลุกเคล้าแร่ธาตุอาหารในดินเป็นประโยชน์ต่อรากพืชในชั้นใต้ดินได้ดูดธาตุอาหารไปใช้ ด้วยธรรมชาติของไส้เดือนดินที่สามารถย่อยสลายอินทรียวัตถุในดิน ซากพืช ซากสัตว์ และสารอินทรีย์ต่าง ๆ จึงเป็นประโยชน์ต่อการสร้างธาตุอาหารที่มีโมเลกุลเหมาะสมต่อการที่พืชจะนำไปใช้ได้เลยทันที (Edwards and Bohlen, 1996; Edwards, 2004) รวมทั้งการผลิตสารควบคุมการเจริญเติบโต หรือ ฮอร์โมนที่พืชต้องการ (PGRs) เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก วิตามินที่จำเป็น จะได้มาพร้อมกับมูลไส้เดือนดิน ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญ

เติบโตของพืช (Edwards et al., 2011) นอกจากนี้ด้วยระบบการย่อยอาหารของไส้เดือนดินที่มีแบคทีเรียและจุลินทรีย์หลายชนิดอยู่เป็นเชื้อประจำถิ่น เมื่อไส้เดือนดินย่อยสลายอินทรียวัตถุแล้วได้เป็นมูลไส้เดือนดินออกมาจะมีการปลดปล่อยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ออกมาบริเวณรากพืชด้วย ป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อก่อโรค (ตารางที่ 2) (Pathma and Sakthivel, 2012)

ตารางที่ 2 ความหลากหลายของจุลินทรีย์ที่พบในปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตจากไส้เดือนดินสายพันธุ์ต่าง ๆ และการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ (ดัดแปลงจาก Pathma and Sakthivel, 2012)

ชนิดของไส้เดือนดิน	ชนิดของจุลินทรีย์ที่ได้จากมูลไส้เดือนดิน	การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์	อ้างอิง
Lumbricus rubellus	*Rhizobium japonicum*	กระตุ้นการสร้างฮอร์โมนพืชเพื่อการ	Madsen and
	Pseudomonas putida	เจริญเติบโต	Alexander (1982)
L. terrestris	*Bradyrhizobium japonicum*	ส่งเสริมการสร้างปุ่มปมที่ราก	Rouelle (1983)
		ของถั่วเหลือง	
Eisenia foetida	*Bacillus sp.*	ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของ	Vaz-Moreira et al.
	B. megaterium	จุลินทรีย์ก่อโรค เช่น	(2008)
	B. pumilus	*Enterococcus faecalis*	
	B. subtilis	*Staphylococcus aureus*	
E. foetida	Proteobacteria	ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโต	Yasir et al. (2009)
	Bacteroidetes	ของเชื้อราก่อโรค เช่น	
	Verrucomicrobia	Colletotrichum coccodes	
	Actinobacteria	*R. solani*	
	Firmicutes	*P. ultimum, P. capsici*	
		F. moliniforme	
Eudrilus sp.,	Free-living N_2 fixers	กระตุ้นการสร้างฮอร์โมนพืช	Gopal et al. (2009)
Eudrilus eugeniae	*Azospirillum*	เพื่อการเจริญเติบโต	
	Azotobacter	ช่วยตรึงไนโตรเจน	
	Autotrophic	ช่วยในการละลายของฟอสเฟส	
	Nitrosomonas	ต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อ	
	Nitrobacter	ก่อโรคพืช	
	Ammonifying bacteria		

วัสดุอินทรีย์ที่เหมาะนำมาผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

กระบวนการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน เป็นวิธีผลิตปุ๋ยที่ใช้ต้นทุนต่ำ ได้ธาตุอาหารและฮอร์โมนต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณที่พืชต้องการ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมทั้งช่วยลดปริมาณขยะอินทรีย์ที่มาจากแหล่งชุมชน ตลาด แหล่งอุตสาหกรรม แหล่งสถานศึกษา หน่วยงานราชการต่าง ๆ และจากการเกษตร เราสามารถนำขยะอินทรีย์มาใช้เป็นวัสดุเริ่มต้นในกระบวนการผลิต โดยใช้คุณสมบัติของไส้เดือนดินและจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการสร้างปุ๋ยมูลไส้เดือนดินให้เกิดเร็วขึ้น ใช้เวลาในการผลิตเป็นปุ๋ยสั้นขึ้นเมื่อเทียบกับการผลิตปุ๋ยหมัก (Dominguez and Edwards, 2004; Edwards et al., 2011) เนื่องจากในกระเพาะอาหารของไส้เดือนดินจะมีจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์หลายชนิดช่วยย่อยขยะอินทรีย์ต่าง ๆ (Lazcano et al., 2008) ได้แก่ มูลสัตว์ที่ได้จากการทำการเกษตร เช่น มูลวัว มูลไก่ หรือ มูลสุกร วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่าง ๆ เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ซังข้าวโพด กากผลไม้ เปลือกผลไม้หลากหลายชนิด วัสดุเพาะเห็ดที่ทิ้งแล้ว วัชพืช เศษผักที่ทิ้ง เป็นต้น รวมทั้งกระดาษที่ทิ้งแล้วก็สามารถนำมาผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินได้ (Tangsombatvichit et al., 2016) ปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน จัดเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ คือ มีความชื้น น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30% ความเป็นกรด - ด่าง อยู่ในช่วง 5.5 - 8.5 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 dS/m การละลายสมบูรณ์ของปุ๋ย (GI) มากกว่า 80% อินทรียวัตถุ (OM) มากกว่าหรือเท่ากับ 20% รวมทั้งธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจนทั้งหมด มากกว่า 1.0% ฟอสฟอรัสทั้งหมด มากกว่า 0.5% และ โพแทสเซียมทั้งหมด มากกว่า 0.5% (Prasitket et al., 2005)

วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร วัชพืช เศษผักผลไม้ ถูกนำมาผลิตเป็นปุ๋ยหมักเปรียบเทียบกับปุ๋ยหมักที่ใช้ไส้เดือนดินช่วยทำงาน พบว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนดินมีคุณสมบัติช่วยส่งเสริมสภาพดินให้ดี มีธาตุอาหารสำหรับพืชมากกว่าปุ๋ยหมักอินทรีย์ธรรมดา ในระยะเวลาที่ใช้ในการหมักเท่ากัน การผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจากขยะอินทรีย์ แล้วนำมาใช้ในการปลูกพืช พบว่าช่วยส่งเสริมให้ดินมีความโปร่งร่วนซุย เพิ่มช่องว่างช่วยกักเก็บน้ำในดิน ทำให้จุลินทรีย์ดินบริเวณรากพืชทำงานได้ดี (Bansal และ Kapoor, 2000; Sinha et al., 2010) การนำมูลแพะ ฟางข้าว วัสดุเพาะเห็ด ขี้เลื่อย มาเป็นวัสดุเริ่มต้นในการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน โดยใช้ไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Lumbricus rubellus* เป็นสายพันธุ์ที่พบในประเทศมาเลเซีย พบว่า คุณภาพปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตได้ ให้ค่าธาตุอาหารหลักของพืช เช่น N, P, K, Cu และ Zn รวมทั้งค่า C:N ratio มีค่าสูงเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนด (Sailila et al., 2010) ในขณะที่ Klangkongsub and Sohsalam (2013) ได้นำไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus eugenine* มาช่วยในการย่อยเศษวัสดุเหลือทิ้งจากแปลงปลูกมะเขือเทศ เพื่อผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือน ปุ๋ยที่ผลิตได้เมื่อนำไปวิเคราะห์

ให้ค่าธาตุอาหารหลัก N, P และ K สูงกว่าค่าที่กำหนดของปุ๋ยอินทรีย์มาตรฐาน และสามารถใช้ปลูกผักกาดขาวจีนและบานชื่นได้คุณภาพดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมี หรือแม้กระทั้งวัชพืชอย่างผักตบชวาก็สามารถนำมาผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่มีคุณภาพดีได้ โดย Zirbes et al. (2011) ได้นำมูลสุกรมาผสมกับผักตบชวาในอัตราส่วน 3:1 ผ่านการทำงานของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Perionyx excauvatus* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่พบในประเทศเวียดนาม เมื่อวิเคราะห์คุณภาพของปุ๋ย พบว่า ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินที่ผลิตได้ ช่วยส่งเสริมการงอกของเมล็ดข้าว เนื่องจากมีธาตุอาหารพืชได้แก่ N, P, K, Ca และ Mg อยู่ในปริมาณเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช หรือผักตบชวาที่ผ่านกระบวนการย่อยจากไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eudrilus engeniae* ก็ให้ผลผลิตของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพดี เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช (Gajalakshmi et al., 2001) วัสดุเพาะเห็ดที่ต้องการทิ้งแล้วก็สามารถนำมาผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินได้ด้วยผ่านกระบวนการทำงานของไส้เดือนดินสายพันธุ์ *Eisenia foetida* and *E. andrei* (Tajbakhsh et al., 2008) รวมทั้งขยะที่เป็นกระดาษที่ต้องการทิ้ง ก็สามารถนำมาเป็นวัสดุเริ่มต้นในการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนได้เช่นกัน โดยผ่านการทำงานของไส้เดือนดินสายพันธุ์ชั้นดินลึก *Lampito mauritii* (Gajalakshmi et al., 2002)

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

กระบวนการผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน ปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการนำไส้เดือนมาช่วยในการย่อยขยะอินทรีย์คือ ความชื้นที่พอเหมาะต่อการดำรงชีวิตของไส้เดือนดินในอาหารหลากหลายชนิดที่เราเลือกมาสร้าง bedding เนื่องจากไส้เดือนดินใช้ผิวหนังและความชื้นในกระบวนการหายใจเพื่อปรับสภาพให้มีชีวิตอยู่ได้ในสภาวะที่ร้อนหรือหนาวเกินไป ซึ่งความชื้นที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของไส้เดือนดินมีค่าอยู่ที่ 45-60% แต่หากเป็นความชื้นโดยรวมของ bedding สำหรับไส้เดือนดินในการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะต้องอยู่ในช่วง 70-90% เป็นค่าความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของไส้เดือนดิน อุณหภูมิของสภาพอากาศโดยรวม ในการเลี้ยงไส้เดือนดินก็ควรอยู่ในช่วง 27 - 35 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของไส้เดือนดินด้วย แสงแดดและความร้อนมีผลอย่างมากต่อความเป็นอยู่ของไส้เดือนดิน เนื่องจากตามธรรมชาติไส้เดือนดินชอบอยู่ในที่มีแสงน้อยมาก ดังนั้นหากต้องการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจะต้องหาสถานที่ที่ไม่มีแสงแดดส่องถึง และความร้อนก็มีผลต่อการสูญเสียน้ำและความชื้นในตัวไส้เดือนดิน (Sinha *et al.,* 2010; Tangsombatvichit et al., 2016) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้เป็นส่วนผสมใน bedding สำหรับให้ไส้เดือนดินอยู่ ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการมีชีวิตรอดของไส้เดือนดิน เนื่องจาก pH ที่ไส้เดือนดินสามารถอยู่รอดได้ตามธรรมชาติอยู่ในช่วง 6 - 8 (Edwards et al., 2011)

สรุป

ประโยชน์จากการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดิน

ในประเทศไทย ปัจจุบันขยะอินทรีย์มีปริมาณมาก นอกจากการฝังกลบในดินแล้ว ก็ยังถูกนำมาผลิตปุ๋ยหมักอินทรีย์ กระบวนการทำปุ๋ยหมักยังคงให้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชน้อย และอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในปุ๋ย เมื่อมีการวิจัยการผลิตปุ๋ยหมักโดยการขับเคลื่อนของไส้เดือนดิน กลับพบความมหัศจรรย์ว่า ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินนั้น สามารถลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ เช่น *Escherichia coli* fecal coliform และ *Salmonella* sp. เป็นต้น (Dominguez and Edwards, 2004) นั่นหมายความว่า ปุ๋ยหมักที่ได้จากเจ้าไส้เดือนดินนั้น ไม่เพียงแต่ลดปริมาณขยะอินทรีย์จำนวนมหาศาลแล้ว ยังส่งผลให้ปุ๋ยลดการปนเปื้อนของเชื้อโรค เมื่อนำปุ๋ยไปใช้กับพืช พืชก็จะไม่มีการติดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคทางเดินอาหารที่อาจส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค เจ้าไส้เดือนดินยังมีความสามารถในการกระตุ้น การทำงานของแบคทีเรียในดินที่ทำหน้าที่ย่อยสลายซากพืช (Decomposer) ได้อีกด้วย (Sinha et al., 2010) และประโยชน์หลักของปุ๋ยหมักที่ผ่านการทำงานของเจ้าไส้เดือนดินนั้น คือได้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชในปริมาณสูง อาทิเช่น N P และ K เป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชอย่างเห็นผลชัดเจน (Tangsombatvichit et al., 2016) รวมทั้งปุ๋ยมูลไส้เดือนดินยังมีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมที่พืชต้องการ ปรับปรุงโครงสร้างทางกายภาพของดิน คือ มีความร่วนซุย มีช่องว่างของอากาศ น้ำสามารถไหลผ่านได้ดี รากพืชสามารถชอนไชดูดธาตุอาหารและน้ำได้ดีมากขึ้นอีกด้วย ดังนั้น การผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนดินจึงเหมาะต่อบริบทของประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่รายได้หลักมาจากการเกษตร ปลูกพืชผักต่าง ๆ การผลิตปุ๋ยชนิดนี้ยังลดต้นทุนการผลิตได้อีก วัสดุอินทรีย์หรือขยะอินทรีย์หาได้ฟรีตามครัวเรือน (Pathma and Sakthivel, 2012) เทคโนโลยีปุ๋ยมูลไส้เดือนดินไม่เพียงแค่ประโยชน์ในการผลิตปุ๋ยไว้ใช้ในการเพาะปลูก ปรับปรุงโครงสร้างดินให้ดีขึ้น หรือลดปริมาณขยะอินทรีย์ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในประเทศเท่านั้น การใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินยังส่งเสริมเกษตรกรให้ผลิตพืชผักปลอดภัย ส่งผลต่อความปลอดภัยด้านสุขภาพของผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม สนับสนุนการเป็นเกษตรกรยุคดิจิทัลเพื่อพัฒนาประเทศไทยต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

Bansal S, Kapoor K.K. (2000). Vermicomposting of crop residues and cattle dung with Eisenia foetida. **Bioresour Technol**. 73, 95–98.

Dominguez J. & Edwards C.A. (2004). **Vermicomposting organic wastes: A review.** In: Shakir Hanna S.H., Mikhail W.Z.A. (eds) Soil zoology for sustainable development in the 21st century., Cairo, pp.369-395.

Edwards C.A. and Bohlen P.J. (1996). **Biology and Ecology of Earthworms**. Third edition London: Chapman & Hall.

Edwards C.A. (2004). **Earthworm ecology**. Second edition The United States of America: CRC Press.

Edwards C.A., Arancon N.Q. & Sherman R. (2011). **Vermiculture technology: Earthworms, organic wastes and environmental management.** The United States of America: Taylor and Francis Group.

Gajalakshmi S., Ramasamy E.V. & Abbasi S.A. (2001). Assessment of sustainable vermiconversion of water hyacinth at different reactor efficiencies employing Eudrilus engeniae Kingburg. **Bioresour Technol**. 80,131–135.

Gajalakshmi S., Ramasamy E.V. & Abbasi S.A. (2002). Vermicomposting of paper waste with the anecic earthworm Lampito mauritii Kingburg. **Indian J Chem Technol**. 9, 306–311.

Gajalakshmi S. & Abbasi S.A. (2004). Earthworms and vermicomposting. **Indian J. of Biotechnology**. 3, 486-494.

Gopal M., Gupta A., Sunil E. & Thomas V.G. (2009). Amplifacation of plant beneficial microbial communities during conversion of coconut leaf substrate to vermicompost by Eudrilus sp. **Current Microbiology**. 59, 15-20.

Klangkongsub S. & Sohsalam P. (2013). Vermicompost production by using tomato residue and yard waste. **Journal of Medical and Bioengineering**. 2, 270-273.

Lazcano C., Gomez-Brandon M. & Dominguez J. (2008). Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure. **Chemosphere**. 72, 1013–1019.

Madsen E.L. & Alexander M. (1982). Transport of Rhizobium and Pseudomonas through soil. **Soil Science Society of America**. 46, 557-560.

Paoletti M.G., Faveretto M.R., Stinner B.R., Purrington F.F. & Bater J.E. (1991). Invertibrates as bioindicators of soil use. **Agriculture Ecosystem Environment**. 34, 341-362.

Pathma J. & Sakthivel N. (2012). Microbial diversity of vermicompost bacteria that exhibit useful agricultural traits and waste management potential. **SpringerPlus**. 26, 1-19.

Prasitket J., Chuvorrivate N., Ruengnab M., Padung T., Choulvanapong P. & Reanjareang S. (2005). **Organic fertilizer: Production, utilization and quality**. Department of Agriculture. pp.87.

Rouelle J. (1983). **Introduction of an amoeba and Rhizobium Japonicum into the gut of Eisenia fetida (Sav.) and Lumbricus terrestris L. In: Satchel1 J.E. (ed) Earthworm Ecology: From Darwin to Vermiculture**. NewYork: Chapman and Hall.

Sailila N., Bakar A.A., Mahmood N.Z., Siliva J.T., Abdullah N. & Jamaludin. (2010). Nutrient elements of different agricultural wastes from vermicomposting activity. **Dynamic Soil, Dynamic Plant**. 4, 155-158.

Sharma, S., Pradham, K., Satya, S. & Vasudevan, P. (2005). Potentiality of earthworms for waste management and in other Use-A Review. **Journal American Science**. 1, 4-16.

Sinha, R.K., Agarwai, S., Chauhan, K. & Valani, D. (2010). The wonders of earthworms & its Vermicompost in farm production: Charles Darwin's friends of farmers' with potential to replace destructive chemical fertilizers from agriculture. **Agricultural Sciences**. 1, 76-94.

Sinha, R.K., Agarwal, S., Chauhan, K., Chandran, V. & Soni, B.K. (2010). Vermiculture technology: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin for scientific use of earthworms in sustainable development programs. **Technology and Investment**. 1, 155-172.

Tajbakhsh J, Abdoli MA, Mohammadi Goltapeh E, Alahdadi I, Malakouti MJ (2008). Trend of physico-chemical properties change in recycling spent mushroom compost through vermicomposting by epigeic earthworms Eisenia foetida and E. And rei. **J Agric Technol**. 4, 185–198.

Tangsombatvichit P., Chupong S., Ketrot D. & Boonlerthirun K. (2016). The management of organic wastes produced vermicompost using earthworm *Eudrilus eugeniae* and effects of vermicompost on growth of *Helianthus annuus*. 5th International conference on food, Agricultural and Biological Sciences (ICFABS-2016), Dec 25-26, 2016, Thailand.

Vaz-Moreira I., Maria E., Silva C.M., Manaia Olga C. & Nunes. (2008). Diversity of bacterial isolates from commercial and homemade composts. **Microbial Ecology**. 55, 714–722.

Yasir M., Aslam Z., Kim S.W., Lee S.W., Jeon C.O. & Chung Y.R. (2009). Bacterial community composition and chitinase gene diversity of vermicompost with antifungal activity. **Bioresour Technol**. 100, 4396–4403.

Zirbes, L., Renard, Q., Dufey, J., Tu, P.K., Duyet, H.N., Lebailly, P., Francis, F. & Haubruge, E. (2011). Valorisation of a water hyacinth in vermicomposting using an epigenic earthworm *Perionyx excavatus* in central Vietnam. **Biotechnol. Agron. Soc. Environ**. 15, 85-93.

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
PHRANAKHON RAJABHAT UNIVERSITY