



การจัดการ **ขยะอินทรีย์**
ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพในสภาพควบคุมสิ่งแวดล้อม

ด้วย **หนอนแมลงทหารดำ**
(BSF)



1 ใน 3 ของอาหารที่ผลิตได้ทั่วโลก จบลงด้วยการเป็น “ขยะอาหาร” ซึ่งมีปริมาณถึง 17.56 ล้านตันต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณอาหารที่เลี้ยงคนได้จำนวนถึง 3,000 ล้านคนคิดเป็นมูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจถึง 1 ล้านล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ เป็นปัญหาระดับโลก ที่หลายๆ ประเทศ และองค์กรระหว่างประเทศให้ความสำคัญเพราะการเน่าเสียของอาหารปล่อยก๊าซมีเทนที่มีศักยภาพเป็นก๊าซเรือนกระจก หรือทำให้โลกร้อนมากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์กว่า 25 เท่า ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษคิดเป็น 7% ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศ

การประเมินขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) พบว่ามีอาหารที่ถูกทิ้งเป็นขยะอาหารประมาณ 1.6 พันล้านตันต่อปี ซึ่งหนึ่งในสามของอาหารที่ผลิตออกมาในโลกกลายเป็นขยะอาหาร ทั้งที่สามารถนำไปรับประทานต่อได้ก็ตาม แต่ในเวลาเดียวกันกลับมีผู้คนทั่วโลกที่ต้องเผชิญกับความหิวโหยถึง 870 ล้านคน

2

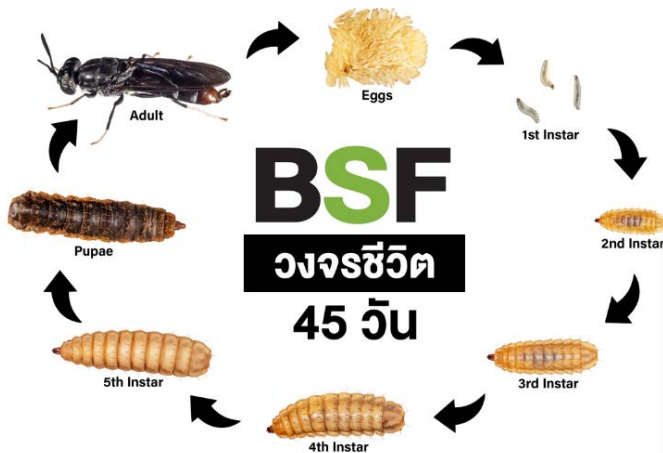
ในขณะที่ประเทศไทย ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ ระบุว่า ในปี 2565 ปริมาณขยะมูลฝอยในประเทศมีมากถึง 25.7 ตัน เป็นขยะอาหาร 9.86 ล้านตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 40 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด

สถานการณ์และสภาพปัญหา



กระบวนการการจัดการขยะอินทรีย์ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพในสภาพ ควบคุมสิ่งแวดล้อมด้วยหนอนแมลงทหารดำและผลกระทบต่อชุมชนและ สิ่งแวดล้อม

โครงการการจัดการขยะอินทรีย์ด้วยหนอนแมลงทหารดำ (Black Soldier Fly; BSF) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hermetia illucens* เป็นการจัดการขยะอาหารแบบนำมาใช้ใหม่ (Recycle) เพื่อเป็นโปรตีนทางเลือก หรือเป็นอาหารสัตว์ และปุ๋ย (กำลังการย่อยสลายของขยะมูลฝอย) โดยไข่หนอนทหารดำ 1 กิโลกรัม เจริญเติบโตเป็นตัวหนอนที่สามารถกำจัดขยะได้ถึง 13 ตัน (ข้อมูลจากวิทยานิพนธ์ชุมชนสวนต้องแก้ว, 7 พฤศจิกายน 2565) โดยทำหน้าที่ย่อยสลายตามธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ สำหรับวงจรชีวิต และกระบวนการกำจัดขยะด้วยหนอนแมลงทหารดำ แสดงดังรูปที่ 1-3



รูปที่ 1 วงจรชีวิตของแมลงทหารดำ

(ที่มา: <http://edn.link/34xyjq>)

กระบวนการการกำจัดขยะโดยหนอนทหารดำ

1: รับขยะอาหาร และไม่บดอาหาร
เพื่อให้หนอนกำจัดขยะอาหารได้ดี
มากที่สุดและทำให้อะไรอาหารใช้
พื้นที่ในการจัดเก็บน้อยที่สุด



5: หักแถมหนอนออกมาประมาณ 10%
ไม่นำไปเป็นอาหารสัตว์ แต่นำไปเลี้ยง
ต่ออีก 15 วันจนเป็นด้วงแล้วนำไป
ขายพันธุ์ต่อไป



3: หลังจากหนอนฟักออกจากไข่ แล้วต่อไป
อีก 5 วัน เพื่อให้เป็นหนอนโตเต็มวัย



7: เมื่อถึงแค่ต่ออีก 10 วัน ก็จะกลายเป็นหัวแมลง
หาญและวางไข่เพื่อขยายพันธุ์เข้าสู่กระบวนการ
กำจัดขยะขั้นตอนที่ 2 ต่อไป

2: ใช้ขยะอาหารเพาะหนอนออกจาก
ไข่เป็นหนอนอนุบาลใช้เวลา 5 วัน
(ใช้ 1 กก.เมื่อจนถึงขั้นกระบวนการ
การสามารถจัดการขยะได้ 1.3 ตัน)



6: มูลของหนอนนำไปเป็นปุ๋ย
ซึ่งวิธีนี้สามารถลดการปล่อย
ก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่า
วิธีทำปุ๋ยหมักถึง 47 เท่า



4: หนอนอายุ 10 วัน
สามารถนำไปเป็นอาหาร
เลี้ยงสัตว์ได้



รูปที่ 2 กระบวนการการกำจัดขยะโดยหนอนทหารดำ

(ที่มา : โครงการพัฒนาพื้นที่ต้นแบบการจัดการขยะอินทรีย์ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพในสภาพควบคุม
สิ่งแวดล้อม ด้วยหนอนแมลงทหารดำ เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร)



รูปที่ 3 กระบวนการการดำเนินงาน

(ที่มา : โครงการพัฒนาพื้นที่ต้นแบบการจัดการขยะอินทรีย์ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพในสภาพควบคุม
สิ่งแวดล้อม ด้วยหนอนแมลงทหารดำ เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร)

ปัจจุบัน ในหลายประเทศทั่วโลกได้ให้ความสนใจในการนำหนอนแมลงทหารดำ ซึ่งเป็นชื่อที่รู้จักกันในระดับสากลมาช่วยกำจัดขยะอาหาร โดยหลากหลายเมือง/ประเทศได้นำวิธีการกำจัดขยะอาหารแบบนี้มาใช้กัน เช่น เมือง Decatur-Macon County มลรัฐจอร์เจีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศสิงคโปร์ มาเลเซีย ซิมบับเว อินเดีย ฯลฯ (NBC Chicago, 2020; Broeckx et al., 2021)

แมลงทหารดำชนิดนี้สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในธรรมชาติในเขตร้อนชื้น และเขตอบอุ่นบริเวณละติจูดที่ 40°S ถึง 45°N จะพบบินวนเวียนบริเวณพุ่มไม้ แมลงทหารดำจะกินเฉพาะน้ำและน้ำหวานเพื่อการดำรงชีวิตเพียง 7-12 วันเท่านั้นก่อนจะผสมพันธุ์ หากที่วางไข่และตายลง ดังนั้น จึงไม่เหมือนแมลงวันบ้านที่บินวนเวียนตอมอาหารตามบ้านเรือน และไม่มีพิษกัดต่อยเช่นต่อ แตนหรือผึ้ง จึงมีความปลอดภัย ไม่รบกวนการดำรงชีวิตของมนุษย์ (อานัฐ ดันโช, 2560) และสามารถนำมาผลิตเพื่อใช้ใหม่ (Recycle) เพื่อเป็นโปรตีนทางเลือกสำหรับการผลิต หรือให้เป็นอาหารสัตว์ และปุ๋ย เพื่อลดการกำจัด (Disposal) ด้วยการนำไปเผา หรือฝังกลบ ซึ่งการใช้หนอนแมลงทหารดำกำจัดขยะอินทรีย์สามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้มากกว่าวิธีนำไปทำปุ๋ยหมักถึง 47 เท่า (Black Soldier Fly biowaste treatment – Assessment of global warming potential Adeline Mertenat, Stefan Diener, Christian Zurbügg Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Department of Sanitation, Water and Solid Waste for Development (Sandec), Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf, Switzerland)



(ที่มา: EAWAG-SWISS FEDERAL INSTITUTE OF AQUATIC SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2017)

รูปที่ 4 แหล่งที่อยู่ของแมลงวันทหารดำ

(ที่มา: Eawag-Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, 2017)

เนื่องจากวงจรชีวิตของหนอนแมลงวันทหารดำนั้น คือ กินตลอด 24 ชั่วโมง กินอาหารได้ทุกชนิดและกินได้ในปริมาณมาก กล่าวคือ หนอนแมลงวันทหารดำจะกินอาหารเป็น 2 เท่าของน้ำหนักตัวทุกๆ วัน เพื่อให้เกิดภาพที่เข้าใจได้ชัดเจนขึ้น การกินอาหารของหนอนชนิดนี้นั้น เปรียบเสมือนกับคนที่น้ำหนัก 60 กิโลกรัม แต่ต้องรับประทานอาหารวันละ 120 กิโลกรัม (Soash, 2019) และการเติบโตของหนอนชนิดนี้จะมีขนาด 1,000 เท่า เมื่อเทียบกับตัวอ่อนเมื่อฟักออกจากไข่ เปรียบเสมือนคนคนหนึ่งสามารถขยายขนาดไปเป็นรถบรรทุกขนาดใหญได้ (Waugh, 2021)



มีการศึกษากระบวนการจัดการขยะอินทรีย์ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพในสภาพควบคุมสิ่งแวดล้อมด้วยหนอนแมลงทหารดำ ที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมในหลายด้าน จากการนำมาปฏิบัติจริง ที่วิสาหกิจชุมชนสวนต้องก้าว ต. บางโหนด อ. บ้านหมอ จังหวัดสระบุรี พบว่า

1. สามารถกำจัดขยะอินทรีย์ได้วันละ 200-250 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งลดค่าใช้จ่ายในการใช้ระบบเดิม เช่น การนำไปฝังกลบ หรือการนำไปทำปุ๋ยหมัก เนื่องจากทั้ง 2 วิธีนั้น ใช้ระยะเวลานานกว่าในการย่อยสลาย และใช้พื้นที่ในการจัดการขยะมากกว่า
2. ตัวหนอนตัวเต็มวัยสามารถนำมาเลี้ยงปลา สัตว์ปีก และหมู ได้
3. ปุ๋ยที่เป็นผลจากการกำจัดขยะอินทรีย์นำมาใช้ในแปลงเกษตร ปลูกข้าว และแปลงผัก ได้

ดังนั้นกระบวนการนี้เป็นหนึ่งเครื่องมือในการเพิ่มคุณภาพชีวิตให้คนในชุมชนได้ ขณะเดียวกันยัง ตอบโจทย์ความร่วมมือกับนานาชาติในการช่วยกันลดภาวะโลกร้อนได้เป็นอย่างดี และที่สำคัญเป็นการยึดหลัก ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของพระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร ที่พื้งนำมาช่วยกันส่งเสริมให้ดำเนินชีวิตอย่างพอเพียง

จากการดำเนินการที่วิสาหกิจชุมชนสวนต้องก้าว พบว่า ขยะอินทรีย์ 100 กิโลกรัม จะหนอนแมลงทหารดำเพื่อมาใช้เป็นอาหารสัตว์ประมาณ 60 กิโลกรัม และได้ปุ๋ยประมาณ 30 กิโลกรัม ซึ่งช่วยให้เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารสัตว์ได้วันละ 300 บาท (คิดจากค่าอาหารปลาสด กิโลกรัมละ

25 บาท โดยใช้สัดส่วนอัตราแลกเนื้อ 1:1 และอัตราแลกเนื้อของหนอนแมลง
ทหารดำที่ได้จากการกำจัดขยะ อินทรีย์ในอัตรา 1:5) และลดค่าใช้จ่ายจาก
การซื้อปุ๋ยได้วันละ 840 บาท กรณีที่เกษตรกรต้องไปซื้อหาสิ่งเหล่านี้มา

ในแต่ละวันวิสาหกิจชุมชนสวนต้องก้าว นำขยะอาหารจากตลาด
เทศบาลและจากวัดในชุมชนมากำจัดด้วยการทำฟาร์มเลี้ยงหนอนแมลง
ทหารดำ ซึ่งขยะอาหารที่นำมากำจัดนั้นมีปริมาณวันละ 200-250 กิโลกรัม
ขยะอาหารจำนวนนี้ เมื่อนำมาเลี้ยงหนอนแล้ว สามารถใช้เลี้ยงปลาได้ถึง
400 ตัว ปลาหมอ 400 ตัว ปลาช่อน 200 ตัว สัตว์ปีกในฟาร์ม เช่น ไก่บ้าน
ห่าน ไก่ไข่ และเป็ด รวมกัน 140 ตัว หมูอีก 30 ตัว ส่วนมูลของหนอนได้
นำมาใช้เป็นปุ๋ยให้กับการปลูกข้าว 30 ไร่ และผักอีก 31 แปลง โดยที่ไม่ต้อง
เสียค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารสัตว์และปุ๋ยเลย วิสาหกิจฯ ประเมินว่า ไข่
หนอนแมลงทหารดำ 1 กิโลกรัม เมื่อเพาะออกมาเป็นหนอนอนุบาล และเลี้ยง
จนโตเต็มวัย คาดว่าจะช่วยกำจัดขยะอาหารได้ถึง 13 ตันเลยทีเดียว (ข้อมูล
จากวิสาหกิจชุมชนสวนต้องก้าว, 7 พฤศจิกายน 2565)

การใช้ตัวอ่อนของแมลงวันทหารดำในการจัดการขยะถือเป็น
ทางเลือกที่มีแนวโน้มทดแทนกลยุทธ์การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนแบบ
ดั้งเดิม (Municipal Solid Waste; MSW) แนวทางนี้สอดคล้องกับ
วัตถุประสงค์ของธนาคารโลกในการจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีประสิทธิภาพ
โดยกล่าวถึงประเด็นสำคัญหลายประการ ได้แก่ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม
การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียน รวมถึง
เป็นการส่งเสริมมีส่วนร่วมทางสังคมของชุมชน

การเลี้ยงหนอนแมลงทหารดำ

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแมลงทหารดำ

พบได้ทั่วไปในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนและ เขตอบอุ่น เป็นแมลงที่ไม่เป็นพาหะนำโรค ไม่เป็นศัตรูพืช ไม่มีกลิ่นเหม็นรบกวนและไม่ก่อให้เกิดความรำคาญต่อชุมชน ตัวเต็มวัยมีขนาดความยาวมากถึง 20 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีดำ ถ้าแมลงทหารดำ เป็นเจ้าถิ่น (หรือทำการวางไข่) แมลงทหารดำจะปล่อยสารยับยั้งการวางไข่ของแมลงวันบ้าน (Allomone) ทำให้แมลงวันบ้านไม่เข้ามาใกล้บริเวณนั้น พบได้ทั่วไปตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นการควบคุม แมลงวันบ้านได้



ก. ลักษณะตัวเต็มวัยแมลงทหารดำ



ข. ลักษณะไข่แมลงทหารดำ



ค. ลักษณะหนอนแมลงทหารดำ



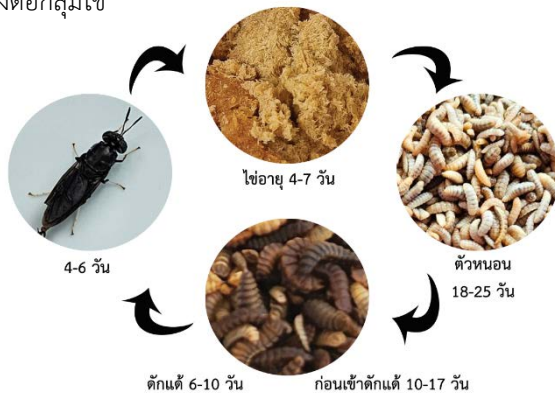
ง. ลักษณะดักแด้แมลงทหารดำ

รูปที่ 5 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแมลงวันลายและแมลงวันทหารดำ

วงจรชีวิตแมลงทหารดำ (Black Soldier Fly Life Circle)

วงจรชีวิตแมลงทหารดำ มี 4 ช่วงวัย เริ่มจาก

1. ไข่แมลงทหารดำ มีอายุประมาณ 4 วัน ระยะเวลา ในการฟัก 4-7 วัน เมื่ออายุประมาณ 18 วันตัวหนอนเริ่มออกจากอาหารเพื่อเข้าสู่ระยะก่อนดักแด้
2. ระยะก่อนเข้าดักแด้ ระยะก่อนเข้าดักแด้มีอายุ 10-17 วัน
3. ระยะดักแด้ มีอายุ 6-10 วัน
4. ตัวเต็มวัย มีอายุ 4-6 วัน แมลงทหารดำ จะเริ่มผสมพันธุ์หลังจากที่ออกจากดักแด้ได้ 2-4 วัน จากนั้นก็จะวางไข่ภายในวันที่ 5-6 จากนั้นวันที่ 7-10 ก็จะตาย สำหรับการวางไข่ของแมลงทหารดำ จะวางไข่ในที่แห้งและอยู่เหนืออาหาร ระยะห่างตั้งแต่ 10-50 เซนติเมตร โดยมีจำนวนไข่ตั้งแต่ 400 ถึง 800 ฟองต่อกลุ่มไข่



รูปที่ 6 วงจรชีวิตของแมลงทหารดำ

ที่มา: ดัดแปลงจากกุลชาติ, 2554 และ Mwendwa, M. 2016

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

1. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนแมลงทหารดำ และการกินอาหาร อยู่ในช่วง 24-30 องศาเซลเซียส ถ้าหากอุณหภูมิสูงเกินไป ตัวหนอนแมลงทหารดำจะได้ออกจากอาหารเพื่อไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมกว่า แต่หากอุณหภูมิต่ำ อัตราการเจริญเติบโตของตัวหนอนจะต่ำ เนื่องจากมีความต้องการอาหารน้อย การเจริญเติบโตจะช้า นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการวางไข่อยู่ที่ 31.8 องศาเซลเซียส โดยมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการวางไข่ที่ 27.5-37.5 องศาเซลเซียส

2. ความชื้น ความชื้นที่มาจากแหล่งอาหารของหนอนแมลงทหารดำ อาทิ เศษผัก ผลไม้และ อาหารที่มีค่าระหว่าง 60-90% หนอนแมลงทหารดำ สามารถย่อยสลายขยะอินทรีย์ ในช่วงความชื้นดังกล่าวได้แต่ทั้งนี้ความชื้นมากกว่า 80% จะทำให้การคัดแยกหนอนแมลงทหารดำออกจากอาหารทำได้ยากทั้งนี้ความชื้นที่สามารถแยกหนอนแมลงทหารดำได้ง่ายจะอยู่ในช่วง 70-75%

3. แสง เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการผสมพันธุ์ของแมลงทหารดำ โดยเฉพาะช่วงฤดูหนาวที่มีปริมาณแสงน้อยจะมีผลต่อการผสมพันธุ์ของแมลงทหารดำ ดังนั้นการจัดทำโรงเรือนเพาะเลี้ยงแมลงทหารดำ จำเป็นต้องมีระบบให้แสง อาทิ หลั้งคาโปร่งแสง โดยปกติการผสมพันธุ์ของแมลงทหารดำ จะเกิดขึ้นตอนเช้า สำหรับหนอนแมลงทหารดำ ระยะตัวหนอนจะไม่ชอบแสงแดด ชอบอาศัยในที่ร่ม ถ้าแหล่งอาหารของหนอนแมลงทหารดำสัมผัสกับแสงแดด ตัวหนอนจะได้ลงไปด้านล่าง อาหารเพื่อหลบแสงแดดดังกล่าว

4. อาหาร แผลงทหารดำจะอาศัยน้ำและน้ำหวานจากเกสรดอกไม้เป็นอาหาร ในการดำรงชีวิต สำหรับตัวหนอนแมลงทหรดำนั้นพบว่าสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตควรอุดมไปด้วยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ดังนั้น หนอนแมลงทหารดำมีบทบาท สำคัญในการย่อยสลายเศษอาหาร ขยะเปียก จากชุมชน มูลสัตว์ รวมทั้งเศษไม้ที่เน่า เปื่อย โดยหนอนแมลงทหารดำมีความสามารถในการกำจัดขยะอินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมาก โดยขยะอินทรีย์ที่เป็นอาหารหนอนแมลงทหารดำจะทำให้ตัวหนอนมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ซึ่งถือเป็นวิธีการกำจัดขยะอินทรีย์ที่ง่ายและเหมาะสมสำหรับชุมชนในประเทศที่มีรายได้ต่ำถึงปานกลาง โดยมีขนาดอาหารที่มีขนาดเล็กจะเหมาะต่อการย่อยสลายโดยหนอนแมลงทหารดำและสามารถย่อยสลายอาหารในลักษณะของเหลวหรือกึ่งของเหลวได้



ประโยชน์ของหนอนแมลงทอดดำ

ตัวหนอนแมลงทอดดำ สามารถเก็บเกี่ยวได้เมื่อมีอายุได้ 25 วันขึ้นไปจนกว่าตัว หนอนจะออกจากอาหารเอง เพื่อเตรียมตัวเข้าดักแด้ ระยะก่อนเข้าดักแด้สามารถ นำไปเพาะเป็นพ่อแม่พันธุ์เพื่อการขยายต่อไป เศษอาหาร ขยะ อินทรีย์ที่หนอนย่อย สามารถนำไปเป็นปุ๋ยบำรุงดิน ใช้สำหรับไม้ดอกไม้ประดับ พืชผัก ผลไม้ ตัวหนอนที่โตเต็มวัย มีโปรตีนสูง ไขมัน โอเมก้า เส้นใยอาหาร แคลเซียม และ กรดลอริกสูง จึงเหมาะที่จะนำไปเป็นอาหารไก่ ไก่สวยงาม ไก่ชน ปลาสวยงาม นกและ สัตว์เลี้ยงคลานอื่นๆ คุณค่าทางโภชนาการในตัวหนอนแมลงทอดดำ พบว่า

ระยะเวลา (วัน)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)
1-14 วัน	38-56%	4-28%
ระยะก่อนดักแด้	40.2-40.4%	24.2-28.0%
ระยะดักแด้	43.8-46.2%	7.2-8.2%
ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้	44.0%	32.2%
ระยะตัวเต็มวัยเพศเมีย	43.8%	30.6%

ข้อควรระวังในการเลี้ยงหนอนแมลงทอดดำ

เนื่องจากอากาศประเทศไทยมี 3 ฤดูกาล ฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน ช่วงฤดูฝนแมลงทอดดำมีการขยายพันธุ์ได้เป็นอย่างดีในธรรมชาติ และจะมีน้อยลงในช่วงเข้าสู่ฤดูหนาวและฤดูร้อน แมลงทอดดำพ่อแม่พันธุ์ไม่ยอมผสมพันธุ์และวางไข่ สาเหตุมาจากพื้นที่โรงเรือนเล็กเกินไปทำให้ไม่มีที่บินเพื่อการจับคู่ ความชื้นภายในโรงเรือนไม่เพียงพอ แสงมากและน้อยเกินไป อากาศถ่ายเทไม่

สะดวก พ่อแม่พันธุ์ไม่มีอาหาร โรงเรือนอยู่ใกล้กับแหล่งใช้สารเคมีหรือยาฆ่าแมลง หนอนไม่ยอมกินอาหารหรือเคลื่อนตัวช้ากว่าปกติ สาเหตุมาจากเศษอาหาร เศษผักมีการปนเปื้อนสารเคมี หรือยาฆ่าแมลงเป็นจำนวนมาก อาจทำให้หนอนตาย และแม่พันธุ์ไม่ยอมวางไข่ ทั้งนี้ในสภาพอากาศหนาวเย็นก็มีส่วนในการไม่วางไข่

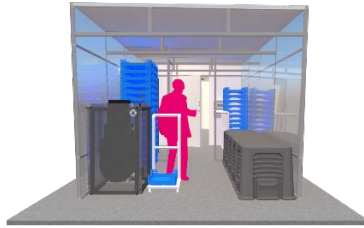


14

รูปที่ 7 การล้างทำความสะอาดอาหารหนอน เศษผักด้วยถ่านไม้

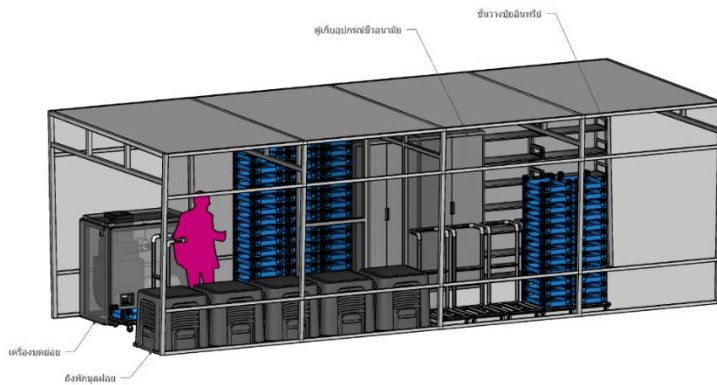
ชุดกำจัดขยะด้วยเทคโนโลยีชีวภาพในสภาพควบคุมสิ่งแวดล้อม
ใช้ย่อยสลายกำจัดขยะด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ และควบคุมสภาพแวดล้อมด้วย
หนอนแมลงทหารดำ **เลขที่คำขออนุสิทธิบัตร:2303000787**



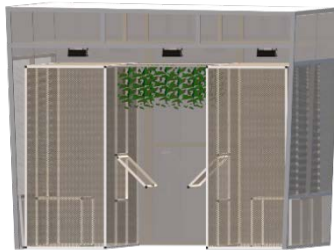
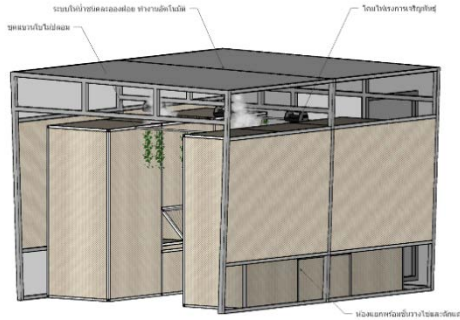


รูปที่ 8 โรงเรือนเลี้ยงหนอนแมลงทหารดำ

15



รูปที่ 9 โซนการจัดเตรียมขยะและพื้นที่จัดการปุ๋ย



รูปที่ 10 โรงบินสำหรับตัวแมลงวางไข่

โรงเรือนเลี้ยงหนอนแมลงทหานดำ มีขนาดกว้าง 2100 x ยาว 3200 x สูง 1740 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 21 ถึงรูปที่ 23 สามารถจัดการขยะเศษอาหารได้มากถึงวันละ 500 กิโลกรัม มีการติดตั้งพัดลมดึงอากาศผ่านทางด้านใดด้านหนึ่ง เพื่อใช้ระบายความร้อนของโรงเรือนไม่ให้มีอุณหภูมิสูงเกินไป ทำให้หนอนแมลงทหานดำสามารถเจริญเติบโตได้ดี ทำให้สามารถกินอาหาร (ขยะเศษอาหาร) ได้มากขึ้น โรงเรือนต้องบุตะแกรงเหล็กเพื่อป้องกันศัตรูของหนอน เช่น มด จิ้งจก ตุ๊กแก กิ้งก่า จิ้งเหลน หนู นก สำหรับรอบโรงเรือนควรทำรางน้ำโดยรอบเพื่อป้องกันมดเข้าโรงเรือนโดยในโรงเรือนจะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 6 โซนดังนี้

1. โซนรับขยะอาหาร และไม่บดอาหาร

เมื่อได้รับขยะอาหารเข้ามา และมีการคัดแยกสิ่งปนเปื้อน เช่น ถุงพลาสติก โฟม หลอด กระดุกแข็งๆ หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ ออกไปแล้ว ก็จะนำมาใส่เครื่องบดไม่อาหาร เพื่อให้ปริมาตรขยะลดลง ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บให้น้อยที่สุด และที่สำคัญ คือเพื่อให้หนอนแมลงทหารดักกำจัดขยะได้ง่ายและเร็วขึ้น

2. โซนอนุบาลหนอน

ในโซนนี้ ทางโรงเรือนจะใช้ขยะอาหารจากโซนแรก นำมาเพาะหนอนออกจากไข่ โดยวางไข่ไว้ในภาชนะเล็กๆ เช่น ถ้วยขนมเค้ก วางลงบนอาหารเพื่อล่อให้หนอนฟักออกจากไข่ ในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 5 วัน จนกลายเป็นหนอนอนุบาล สำหรับอุปกรณ์และระบบในส่วนที่เป็นโรงเลี้ยงหนอนแมลงทหารดำ และส่วนอนุบาลหนอนแมลงทหารดำนั้นจะประกอบไปด้วย ระบบอนุบาลตัวอ่อนหนอนแมลงทหารดำซึ่งส่วนนี้จะใช้เป็นเศษผักผลไม้เนื่ออ่อน เช่น ก๋วยเตี๋ยวสุก มะม่วงสุก หรือมะละกอสุก ผสมกับรำได้จากการนำไข่จากที่ตักจากห้องโรงเลี้ยงพ่อ-แม่พันธุ์ มาอนุบาลเพื่อเป็นตัวอ่อน และหลังจากนั้นจะนำไปเลี้ยงในบ่อสำหรับเลี้ยง

3. โซนเพาะพันธุ์

สำหรับโซนนี้ จะมีการแบ่งหนอนโตเต็มวัยประมาณ 10% นำมาเลี้ยงต่อในโซนนี้อีกประมาณ 15 วัน เพื่อเป็นดักแด้ และกลายเป็นแมลงต่อไป ซึ่งหนอนในวัยโตเต็มวัยจะไม่ค่อยกินอาหารมากเท่าไรแล้ว และมักจะคลานหนีออกจากอาหารเพื่อเตรียมตัวเป็นดักแด้ ซึ่งหนอนที่กำลังจะกลายเป็นดักแด้นี้ ควรเก็บไว้ในโรงบิน เพราะเมื่อลอกคราบออกเป็นแมลงแล้วจะได้อยู่แต่ภายในโรงบิน

4. โชนโรงบิน

สำหรับตัวแมลงวางไข่ ในโชนนี้เป็นที่สำหรับวางไข่ของแม่พันธุ์ เป็นกรงตาข่ายกันแมลงปิดมิดชิด เพื่อป้องกันแมลงบินออกไปและเนื่องจากพ่อ-แม่พันธุ์กินน้ำและน้ำหวาน ดังนั้นภายในโรงเลี้ยงแมลงทหารดำจะมี ระบบให้น้ำอัตโนมัติ และมีระบบให้น้ำหวานและน้ำแก่พ่อ-แม่พันธุ์แมลงทหารดำโดยธรรมชาติของแมลงทหารดำ จะกินน้ำหวานเกสรดอกไม้และน้ำเป็นหลัก ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องให้น้ำและน้ำหวานกับพ่อแม่พันธุ์ จะเป็นน้ำตาลทรายแดงต้มผสม กลิ่นต่างๆ ก็ได้ หรือน้ำตาลผสมหรือน้ำอื่นๆ ที่มีรสหวาน สำหรับการให้น้ำเพื่อเพิ่มความชื้นภายในห้องโรงเรือนเป็นสิ่งสำคัญมาก ฤดูหนาวควรสเปรย์น้ำ 2 ครั้งต่อวันในเวลา 7.00 น. และ 16.00 น. ฤดูร้อนควรสเปรย์น้ำอย่างน้อย 4 ครั้งต่อวันคือเวลา 6.00 น. 10.00 น. 14.00 น. 17.00 น. ฤดูฝนควรสเปรย์น้ำ อย่างน้อย 1 ครั้งต่อวัน ในช่วงฝนทิ้งช่วงควรสเปรย์น้ำมากกว่า 1 ครั้งขึ้นไป

การสร้างชั้นไม้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้แมลงทหารดำวางไข่โดยวางกระเพาะอาหารที่มีกลิ่นแรง เช่น เศษกุ้ง ผักผลไม้ไว้ด้านล่างเพื่อล่อให้แมลงมาวางไข่ ตัดไม้เป็นท่อนเล็กๆ แล้วมัดรวมกัน วางพาดไว้บนภาชนะให้แมลงมาไข่ได้ในช่องว่างระหว่างไม้ เพื่อให้การเก็บเกี่ยวไข่ได้สะดวกขึ้น

5. โชนเลี้ยงหนอน

อุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ถาด และชั้นวางถาด เช่นเดียวกับกับโชนอนุบาลหนอน คอยดูการเจริญเติบโตของหนอนในแต่ละถาด ว่าเติบโตจนมีจำนวนแน่นถาดหรือไม่ ถ้าถาดแน่นจนเกินไป ก็แบ่งจำนวนหนอนใส่ในถาดอื่น เพื่อลดความแออัดของถาด ไม่ให้แต่ละถาดมีอุณหภูมิร้อนจนเกินไป เพื่อให้หนอนทำการ

กำจัดขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ และคอยดูแลละอองไม่ให้อาหาร
พร่อง หรือแห้ง

6. โชนโรงปุ๋ย

การเก็บเกี่ยวหนอนเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ เมื่อหนอนมีอายุตั้งแต่ 25 วันขึ้นไป
สามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ได้ เช่น ไก่ไข่ ไก่พื้นเมือง ไก่ชน ไก่สวยงาม ปลา
สวยงาม นก และสัตว์เลื้อยคลาน (หากจะให้ป้อนเป็นอาหารก็ต้องใช้หนอนที่มี
อายุต่ำกว่า 25 วัน) การเก็บเกี่ยวหนอนให้เกลี่ยอาหารมารวมกันมมมมมม
หนึ่งของภาชนะ จากนั้นหนอนจะมุดลงด้านล่าง ให้หีบเศษอาหาร ออก
เรื่อยๆ จนกว่าจะเห็นตัวหนอนที่รวมกันเป็นกลุ่ม แล้วตักเอาหนอนไปใช้
ประโยชน์ เศษอาหารที่เหลือในถาด รวมกับมูลของหนอน และปอดดักแด้
รวมกันสามารถใช้เป็นสารปรับปรุงคุณภาพดินได้เป็นอย่างดี แต่ควรมีการ
ตากให้แห้งก่อนนำมาจัดเก็บ

19

การลดและคัดแยกขยะที่ต้นทางจะช่วยลดการสะสมของขยะทั่วไป
ที่มีการปนเปื้อนของเศษอาหารที่จะทำให้สภาพแวดล้อมเกิดความสกปรก
กลิ่นเหม็นรบกวนและดึงดูดสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรคต่าง ๆ อาทิ หนู มด
แมลงวัน นำไปสู่การสร้างสุขภาวะที่ดีให้กับแหล่งกำเนิดนั้น ๆ และบริเวณ
รอบข้างและช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อโรค นอกจากนี้ การลดปริมาณ
ขยะที่ต้นทางยังช่วยลดผลกระทบของขยะที่เกิดจากการกำจัดที่ปลายทางที่
มักสร้างปัญหาไฟไหม้บ่อขยะ ลดการปนเปื้อนของน้ำชะขยะสู่แหล่งดินและ
แหล่งน้ำ ลดการเกิดก๊าซมีเทนที่เป็นก๊าซเรือนกระจกประเภทหนึ่ง อีกทั้งหาก
มีการลดการใช้พลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้งจะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิด
และปนเปื้อนของไมโครพลาสติกในสภาพแวดล้อมและห่วงโซ่อาหารของ
มนุษย์ ส่งเสริมสุขภาวะที่ดีให้กับประชาชน การจัดการขยะที่ต้นทางจะช่วย

ลดการนำขยะไปกำจัดด้วยการฝังกลบ ลดการเกิดก๊าซเรือนกระจกที่
ก่อให้เกิดภาวะการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Change)

