



วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการย่อยสลายลิกเตอร

การย่อยสลายลิกเตอรในดินเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยชีวภาพ ภายภาพ และทางเคมีของดิน สมศักดิ์ กิตติพงษ์ (2518) กล่าวว่า การย่อยสลาย อินทรีย์สารในดิน จะขึ้นอยู่กับชนิดของอินทรีย์สาร ปริมาณน้ำในดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน คุณภาพของเนื้อดิน สัตว์ในดินทั้งในค้ำปริมาณและชนิด (Wallwork 1970) (Curry 1969)

ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าอัตราการย่อยสลายลิกเตอร (ตารางที่ 1) ในฤดูฝนสูงที่สุดคือ 92.6% รองลงมาคือ ฤดูร้อน 63% และต่ำสุดในฤดูแล้ง 32% ทั้งนี้เนื่องมาจากในช่วงฤดูฝนมีความชื้นในดินสูง จำนวนและชนิดของสัตว์ในดินมากที่สุด โดยเฉพาะพวกที่มีความสำคัญต่ออัตราการย่อยสลาย เช่น ไรดิน, แมลงหางคัก, กิ้งกือ, ตัวกะปิและไส้เดือนดิน (ตารางที่ 2) และสภาวะแวดล้อมทางกายภาพเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสัตว์ในดินมากกว่าฤดูร้อนและฤดูแล้ง เพราะฤดูฝนดินมีความชื้นและปริมาณน้ำในดินสูง ปัจจัยทั้ง 2 นี้ สำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในดิน (Platt และ Griffiths 1972) ส่วนฤดูร้อนและฤดูแล้งความชื้นและปริมาณน้ำในดินมีต่ำกว่า นอกจากนี้ยังมีพืชคลุมดินน้อยมาก ทำให้ไม่มีสิ่งป้องกันการระเหยของน้ำออกจากผิวดิน น้ำจึงระเหยไปไ้มาก ดินมีสภาพแห้งแล้ง ฤดูร้อนอุณหภูมิของดินและอากาศค่อนข้างร้อน น้ำในดินระเหยค่อนข้างเร็ว แต่ยังมีปริมาณน้ำในดินมากกว่าฤดูแล้ง เพราะมีพืชคลุมดินมากกว่าป้องกันการระเหยของน้ำได้ดีกว่าฤดูแล้ง (Richard 1967) ดังนั้นฤดูร้อนจึงมีจำนวนของสัตว์ในดินมากกว่าฤดูแล้งเล็กน้อย การแพร่กระจายและความหนาแน่นของสัตว์ในดินขึ้นอยู่กับความชื้นของดินเป็นส่วนใหญ่

เนื่องจากฤดูฝนมีจำนวนและชนิดของสัตว์ในดินมาก ปริมาณน้ำในดินสูง ดังนั้นการย่อยสลายลิตเตอร์จึงเกิดขึ้นไ้มาก เพราะสัตว์ในดินมีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดการย่อยสลายลิตเตอร์ ฤดูหนาว และฤดูร้อน อากาศแห้งแล้ง ปริมาณน้ำในดินต่ำ สัตว์ในดินมีน้อย อัตราการย่อยสลายจึงต่ำ (Crossley และ Hoglund 1962) จากรูปที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างฤดูฝนกับฤดูร้อนและฤดูหนาวแล้ว จะเห็นความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำในดิน จำนวนของสัตว์ในดิน และอัตราการย่อยสลายลิตเตอร์ ซึ่งสัตว์ในดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการย่อยสลาย ถ้าในดินมีสัตว์มากอัตราการย่อยสลายจะสูง ความชื้นและปริมาณน้ำในดินก็มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนของสัตว์ในดิน และอัตราการย่อยสลายด้วย

แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาวแล้วจะเห็นว่า อัตราการย่อยสลายของลิตเตอร์ต่างกันมาก คือ ฤดูร้อนมีอัตราการย่อยสลาย = 63% ฤดูหนาวมี = 32% (ตารางที่ 1) แต่จำนวนของสัตว์ในดินมีปริมาณใกล้เคียงกันแทบจะไม่ต่างกันเลย คือฤดูร้อนมีจำนวนของสัตว์ในดิน 25.47% ฤดูหนาวมี 23.6% (ตารางที่ 1) การที่ฤดูร้อนมีอัตราการย่อยสลายสูงกว่าฤดูหนาวมาก แม้ว่าปริมาณของสัตว์ในดินจะต่างกันเพียงเล็กน้อย เนื่องจากในฤดูหนาวชนิดของสัตว์ที่มีจำนวนมากจนทำให้ฤดูหนาวมีจำนวนของสัตว์ในดินใกล้เคียงกับฤดูร้อน ได้แก่ พวก Diptera, Hymenoptera และ Symphyla ส่วนฤดูร้อนชนิดของสัตว์ในดินที่มีจำนวนมากได้แก่ ไ้กิน (Acarina), แมลงหางคืบ (Collembola), Isopoda, กิ้งกือ (Diplopoda) และไส้เดือนดิน (ตารางที่ 2) จากการศึกษาเกี่ยวกับการกินลิตเตอร์ของสัตว์ในดิน ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสัตว์ในดินที่มีประสิทธิภาพในการกินลิตเตอร์ไ้มาก และมีส่วนช่วยในการย่อยสลายของลิตเตอร์ ไ้แก่พวก แมลงหางคืบ, ไ้กิน, กิ้งกือ และไส้เดือนดิน เป็นต้น ซึ่งสัตว์พวกนี้มีมากในฤดูร้อน แต่สัตว์ที่มีมากในฤดูหนาวเป็นสัตว์ในดินที่ไม่ชอบกินลิตเตอร์ และไม่ไ้ช่วยในการย่อยสลายลิตเตอร์เลย ดังนั้นจึงทำให้ฤดูร้อนมีอัตราการย่อยสลายของลิตเตอร์สูงกว่าฤดูหนาวมากทั้ง ๆ ที่จำนวนของ

สัตว์ในคินฤดูร้อนมีสูงกว่าฤดูหนาวเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จากผลการทดลองนี้แสดงว่า ชนิดของสัตว์ในคินก็มีผลต่อการย่อยสลายของลิตเตอร์ด้วย ความชื้นและปริมาณน้ำในคิน มีผลต่อการเพิ่มกิจกรรมให้กับสัตว์ในคินและจุลินทรีย์ เพราะขบวนการย่อยสลายที่สมบูรณ์ เกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์โดยตรง แต่ประสิทธิภาพการย่อยสลายจะต่ำมากถ้าไม่มีสัตว์ในคินช่วยทำให้ลิตเตอร์ฉีกขาดเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ เสียก่อน (Mc. Brayer et. al, 1977) อย่างเช่นในธรรมชาติใบไม้ที่ร่วงมาใหม่ ๆ มีราและแบคทีเรียย่อย การย่อยสลายก็เกิดได้ช้า แต่ถ้าใบไม้ร่วงลงมาไครยะหนึ่งถูก สัตว์ในคินกัดกิน มีราและแบคทีเรียมากพอ การย่อยสลายก็เกิดได้เร็วขึ้น เช่น ในฤดู ฝนมีสัตว์ในคินมากก็จะกัดกินลิตเตอร์ไค้มาก และมีความชื้นสูง ลิตเตอร์ก็จะถูกย่อย สลายไค้เร็ว (Wittkamp 1966)

รูปที่ 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสัตว์ในคินกลุ่มเคน และปริมาณรวมของ สัตว์ในคินในช่วงฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว จะเห็นว่าฤดูฝนมีปริมาณรวมของสัตว์ใน คินมากที่สุด และจำนวนของสัตว์ในคินกลุ่มเคนก็มีมากกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาว เนื่องจาก จำนวนของสัตว์ในคินจะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล (Ogino et. al., 1965) ฤดูหนาวมีปริมาณรวมของสัตว์ในคินน้อยที่สุด และสัตว์ในคินกลุ่มเคนพวกไส้เดือนคินก็ไม่มี เนื่องจากเป็นช่วงที่มีอากาศแห้งแล้ง ความชื้นในคินต่ำมาก ไส้เดือนคินมีกิจกรรม น้อยมาก บางชนิดจะขุดรูลงไปอยู่ในคินลึก ๆ (Nordstrom 1975) หรือจำศีล (aestivation) (Stegemin 1960) ในช่วงฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูง การย่อย สลายของลิตเตอร์เกิดขึ้นไค้พอประมาณ โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายน - พฤษภาคม ซึ่งเริ่มมีฝนตกบ้างแล้ว ทำให้ลิตเตอร์ในคินเริ่มมีคุณภาพเชิงอาหารที่ขึ้น สัตว์ในคินจึงมี อยู่มากกว่าฤดูหนาวซึ่งมีอุณหภูมิต่ำและปริมาณน้ำในคินต่ำมาก การย่อยสลายเกิดขึ้นไค้ น้อยที่สุด ลิตเตอร์มีคุณภาพเชิงอาหารต่ำ สัตว์ในคินจึงมีอยู่น้อย (Moore 1981) นอกจากนี้ปริมาณลิตเตอร์ที่ผิวหน้าคินก็มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของสัตว์ในคิน เพราะเป็น ที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหาร ในฤดูฝนบริเวณพื้นที่ส่วนมีความชื้นและปริมาณน้ำในคินสูง ทำให้พืชคลุมคิน และพืชชนิดอื่นงอกขึ้นมาปกคลุมคินมาก ปริมาณลิตเตอร์ที่พื้นคินมีมากขึ้น

เมื่ออาหารมีมากสัตว์ในคินมีกิจกรรมสูงทำให้อัตราการย่อยสลายลิกเตอร်เพิ่มขึ้นด้วย (Whiteford et. al., 1980)

ในตารางที่ 1 จะเห็นว่าในช่วงฤดูฝนคินมีระดับ pH สูงสุด คือ 5.57 ส่วน ฤดูแล้งมี pH = 4.82 และฤดูหนาวมี pH = 5.33 เนื่องจากฤดูฝนคินมีปริมาณ น้ำในคินสูงจึงทำให้ความเป็นกรกของคินลดลง (ทัศนีย์ อัคระนันท์ และ Ponmampuruma 2515) ฤดูฝนจึงมีอัตราการย่อยสลายลิกเตอร်มากกว่าฤดูแล้งและฤดูหนาว เพราะความเป็นกรกเป็นคางของคินมีผลต่ออัตราการย่อยสลายลิกเตอร် คินที่มีความเป็น กรกสูงจำนวนของจุลินทรีย์และสัตว์ในคินจะลดลง และคินที่มีความเป็นคางสูง การ ย่อยสลายก็ต่ำ แต่ถ้าคินมีความเป็นกรกเล็กน้อยหรือเกือบจะเป็นกลางลิกเตอร်จะถูก ย่อยสลายได้มากทั้งส่วนที่เป็นใบและราก (Baath et. al., 1980)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการย่อยสลายของลิกเตอร်ที่สมบูรณ์และสูงที่สุดจะเกิดขึ้นใน ระหว่างฤดูฝน เพราะสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เหมาะสม ซึ่งสัตว์ในคินและจุลินทรีย์มี กิจกรรมได้สูงสุด (Gupta และ Singh 1977) เมื่อลิกเตอร်ถูกย่อยสลายได้ มาก ก็จะมีผลต่อการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่คินได้มาก ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตได้ มากด้วย

2. การเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชในคิน

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารของพืชในคินก่อนการทดลองกับคินหลัง จากที่ทำการฝังถุงบรรจุลิกเตอร်ไปแล้ว และเพื่อเปรียบเทียบระหว่างฤดูต่าง ๆ ในรอบปี คว้าว่าช่วงไหนของปีที่มีธาตุอาหารของพืชมากที่สุด โดยทำการวิเคราะห์หาธาตุอาหารที่ มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ (ตารางที่ 1) พบว่าคินก่อนการทดลองมีธาตุ อาหารของพืชอยู่ในช่วงที่สูงพอสมควร เพราะคินก่อนการทดลองเป็นคินในสวนมีพืชคลุม คินอยู่มาก มีความชื้นสูงและมีไม้ยืนต้นมาก ไม่มีการใช้ยาฆ่าแมลงหรือสารเคมีใด ๆ เลย

ดังนั้นจึงมีสัตว์ในดินมากทำให้อัตราการย่อยสลายลิกเตอรในธรรมชาติอยู่ในเกณฑ์สูง
 ธาตุอาหารของพืชในดินจึงสูงด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกับดินหลังการทดลองในช่วงฤดู
 ต่าง ๆ โดยนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางที่ 7) ได้ค่า $F = 4.3$
 79.83 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า F ในตาราง ตารางชั้นแห่งความอิสระ 3 กับ
 12 มีค่าเท่ากับ 3.49 และ 5.95 ที่ความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ
 แสดงว่าธาตุอาหารของพืชและ pH ของดินก่อนการทดลองและดินหลังการทดลองในช่วง
 ฤดูต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและจากตารางที่ 1 แสดงให้เห็น
 ว่าดินก่อนการทดลองมีธาตุอาหารของพืชต่ำกว่าดินหลังการทดลอง และดินหลังการทดลอง
 ในช่วงฤดูฝนมีธาตุอาหารของพืชแทบทุกชนิดสูงที่สุด รองลงมาคือในช่วงฤดูร้อนและฤดู
 หนาว ตามลำดับ แม้ฤดูหนาวจะมีธาตุอาหารในดินน้อยที่สุด แต่ยังมีมากกว่าในดินก่อน
 การทดลอง (รูปที่ 3) เพราะลิกเตอรเป็นส่วนที่สะสมพลังงานและธาตุอาหารของพืชดี
 เชี่ยวไว้ เมื่อลิกเตอรถูกย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในดิน ธาตุอาหารของพืชก็จะถูก
 ปลอยออกมาสู่ดิน (Olsen 1963) ได้แก่ ฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่มีความ
 สำคัญทางพันธุกรรมของพืชและสัตว์ ส่วนใหญ่พบอยู่ในดินในรูปสารประกอบของอินทรีย์-
 สาร คือสารประกอบของเกลือและเหล็ก (Russel 1961) มีบางชนิดที่อยู่ในรูปของ
 อินทรีย์วัตถุ คือพวกที่ได้จากการย่อยสลายทรากตายต่าง ๆ ซึ่งลิกเตอรเป็นตัวสำคัญใน
 การเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสพวกนี้ให้แก่ดิน (Kim 1962) นอกจากฟอสฟอรัสแล้วพบว่าเมื่อ
 ลิกเตอรถูกย่อยสลายแล้วจะทำให้มีการสะสมของธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินเพิ่มขึ้นอีกหลาย
 อย่าง เช่น มีธาตุไนโตรเจน โปแตสเซียม เหล็กและแคลเซียม เป็นต้น (Brinson
 1977)

การเพิ่มธาตุอาหารของพืชในดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการย่อยสลาย
 ของลิกเตอรและปริมาณของสัตว์ในดิน (ตารางที่ 1 รูปที่ 1, 3) จะเห็นว่าในช่วงฤดูฝน
 มีอัตราการย่อยสลายลิกเตอรสูงสุด และมีปริมาณของสัตว์ในดินมากที่สุด ดังนั้นเมื่อ
 ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ในฤดูฝนจึงได้ค่าสูงตามไปด้วย รองลง
 มาคือ ฤดูร้อน ส่วนฤดูหนาวมีอัตราการย่อยสลายของลิกเตอรต่ำสุด และมีปริมาณของ

สัตว์ในคินน้อยที่สุด ดังนั้นธาตุอาหารในคินที่เกิดจากการย่อยสลายลิตเตอร์ในช่วงฤดูหนาว จะมีค่าต่ำกว่าฤดูอื่นแทบทุกชนิด เนื่องจากอัตราการย่อยสลายของลิตเตอร์ขึ้นอยู่กับปริมาณของสัตว์ในคินด้วย ดังนั้นในการทดลองเกี่ยวกับอัตราการย่อยสลายลิตเตอร์จึงใช้ถุงบรรจุลิตเตอร์ที่มีขนาดของตาข่ายใหญ่พอที่จะให้จุลินทรีย์และสัตว์ในคินทุกชนิดผ่านเข้าไปย่อยสลายลิตเตอร์ได้ (Wood 1974) และการฝังถุงลิตเตอร์ก็ฝังไว้ระดับผิวน้ำคิน ซึ่งเป็นระดับที่มีสัตว์ในคินและพวกจุลินทรีย์อาศัยอยู่เป็นจำนวนมากกว่าในคินที่ระดับลึก ๆ (Curry 1969) เพื่อให้ลิตเตอร์ที่นำไปฝังจะไ้ถูกสัตว์ในคินและจุลินทรีย์เข้าย่อยสลายได้อย่างสมบูรณ์เหมือนสภาพธรรมชาติมากที่สุด เมื่อลิตเตอร์ถูกสัตว์ในคินกัดกินมาก เชื้อราและแบคทีเรียก็เข้าทำการย่อยสลายได้ง่าย ธาตุอาหารของพืชจากลิตเตอร์ก็จะถูกปลดปล่อยลงสู่คินไ้มาก ทำให้คินมีธาตุอาหารที่พืชต้องการสูงขึ้น คินจะอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืช

3. ชีววิทยาของสัตว์ในคินกลุ่มคินที่มีผลต่อการเพิ่มธาตุอาหารของพืช

3.1 ชีววิทยาของไส้เดือนคิน

ไ้ทำการศึกษาดัชนีของมูล และวิเคราะห์ธาตุอาหารและ pH ในมูลของไส้เดือนคินเปรียบเทียบกับคินส่วนที่ไ้เลี้ยง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ F-test ได้ค่า $F = 4.3, 9.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า F ในตารางตรงชั้นแห่งความอิสระที่ 3 กับ 12 ซึ่งมีค่า = 3.49 และ 5.95 ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ แสดงว่ามูลของไส้เดือนคินมีธาตุอาหารและ pH แตกต่างจากคินส่วนที่ไ้เลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและจากการางที่ 3 และรูปที่ 4 พบว่ามูลของไส้เดือนคินมีธาตุอาหารของพืชทุกชนิดและ pH สูงกว่าคินส่วนที่ไ้เลี้ยง และมูลของไส้เดือนคินที่เลี้ยงโดยให้ลิตเตอร์เป็นอาหารก็มีธาตุอาหารและ pH สูงกว่ามูลของไส้เดือนคินที่เลี้ยงด้วยคินส่วนอย่างเดียว เพราะไส้เดือนคินที่เลี้ยงด้วยคินส่วนอย่างเดียวจะไ้อาหาร คือ พวกอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในคินเท่านั้น ซึ่งไส้เดือนคินจะเลือกกินแต่อินทรีย์วัตถุที่ป็นอยู่ในคินทำให้มูลของไส้เดือนคินมีธาตุอาหารสูงกว่าคินส่วน

(Wallwork 1970) ส่วนไส้เดือนดินที่ให้ลิกเตอรเป็นอาหารควยจะไคปริมาณและคุณภาพทางอาหารทาง ๆ จากลิกเตอรทําใหไส้เดือนดินพวกนี้เจริญเติบโตไคเร็วและถายมูลออกมามีธาตุอาหารที่เป็ประโยชน์ค่อพืชสูงกวาไส้เดือนดินที่เลี้ยงควยดินสวนธรรมชาติ เพราะปริมาณของธาตุอาหารในมูลและจำนวนของมูลจะมากนอยเพียงไคขึ้นนอยกับปริมาณอาหารที่ไส้เดือนดินไครับควย (Abbott และ Parker 1981)

เมือทําการวิเคราะห์และศึกษามูลของไส้เดือนดินโดยละเอียดเปรียบเทียบกับดินที่นำมาจากเลี้ยงแล้ว พบวามูลของไส้เดือนดินมีลักษณะคล้ายดินเหนียว คือ มีอนุภาค clay สูง ไม่มีอนุภาคกรวดหรือทรายปนอยุเลย มี pH และธาตุอาหารของพืช เช่น อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปคัสเซียม ปริมาณสูงกวาในดินที่นำมาเลี้ยง (Watanabe 1975)

ไคทําการทดลองเกี่ยวกับปริมาณอาหารที่กิน และการผลิตมูลค่อวันของไส้เดือนดิน (ตารางที่ 4) พบวไส้เดือนดิน 10 ตัว กินลิกเตอรวันละ 1.37 ± 0.012 กรัม (น้ำหนักแห้ง) และถายมูลออกมาวันละ 1.07 ± 0.268 กรัม (น้ำหนักแห้ง) นําส่วนที่กินไปใช้ประโยชน์เพียง 0.3 ± 0.025 กรัม (น้ำหนักแห้ง) แสดงวไส้เดือนดินกินอาหารเข้าไปแล้วนํไปใช้ประโยชน์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนใหญ่ของอาหาร จะถูกแปรสภาพไปเป็นมูลอยุในรูปของอินทรีย์สารที่แตกละเอียด ซึ่งประกอบด้วยส่วนทาง ๆ ของลิกเตอรที่ไส้เดือนดินกินเข้าไป เช่น ราก ใบ เมล็ดพืช ในมูลมี algae และจุลินทรีย์อาศัยอยุควย (Pearce 1978) มูลไส้เดือนดินมีลักษณะเหมือนกอนดินแข็ง ๆ แตกภายในโปรง ถายเทออากาศและนําคี คังนั้นมูลของไส้เดือนดินจึงจความีคุณสมบัติที่เหมาะสมค่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ในมูลไส้เดือนดินยังมีธาตุอาหารที่พืชคองการอยุมาก จากการวิเคราะห์หาสารประกอบของไนโตรเจนที่เป็ประโยชน์ค่อพืช เช่น ไนเตรต ไนไตรต์ และแอมโมเนียม เปรียบเทียบกับดินที่ไคเลี้ยง พบวามูลของไส้เดือนดินมีสารประกอบของไนโตรเจนสูง (Aldag และ Graff 1975) และไส้เดือนดินยังมีประสิทธิภาพสูงในการสะสมและเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสและโปคัสเซียม

ในบริเวณที่ไม่มีพืชให้มีปริมาณสูงขึ้น แต่ในดินที่มีพืชปลูกอยู่ปริมาณที่สะสมไว้จะน้อย เพราะพืชนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้พบว่ามูลของไส้เดือนดินสามารถเพิ่มแบคทีเรียและเชื้อราให้แก่ดินได้ จะเห็นได้จากดินที่ไม่มีไส้เดือนดินอยู่จะมีแบคทีเรียและเชื้อราน้อยกว่าดินที่มีไส้เดือนดินอยู่ (Went 1963) แบคทีเรียและเชื้อราเหล่านี้จะเป็นตัวช่วยให้ลิกเตอรในดินเกิดการย่อยสลายได้ดีขึ้น ดังนั้นมูลของไส้เดือนดินให้ประโยชน์ต่อพืชสูง คือ ให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช และช่วยส่งเสริมเพิ่มปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในดินซึ่งมีบทบาทต่อการเพิ่มธาตุอาหารในดินโดยการย่อยสลายทรากต่าง ๆ ในดิน

3.2 ชีววิทยาของกิ้งกือ

จากการทดลองเลี้ยงกิ้งกือ เพื่อศึกษาถึงปริมาณอาหารที่กินต่อวัน ศึกษาลักษณะของมูล และวิเคราะห์ธาตุอาหารและ pH ในมูลของกิ้งกือเปรียบเทียบกับดินส่วนที่นำมาเลี้ยงพบว่ากิ้งกือ 3 ตัว กินลิกเตอรวันละ $1.72 \pm .0083$ กรัม (น้ำหนักแห้ง) ถ่ายมูลออกมาวันละ 1.50 ± 0.0129 กรัม (น้ำหนักแห้ง) และนำไปใช้ประโยชน์ได้เพียง 0.22 ± 0.016 กรัม (น้ำหนักแห้ง) (ตารางที่ 5) แสดงว่าอาหารที่กิ้งกือกินเข้าไปมันใช้ประโยชน์สำหรับตัวมันเองน้อยมาก ส่วนใหญ่จะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปของมูล ซึ่งมีอินทรีย์สารที่เป็นส่วนประกอบของลิกเตอรอยู่มาก และเมื่อนำมูลของกิ้งกือไปวิเคราะห์ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเปรียบเทียบกับดินส่วนที่นำมาเลี้ยง พบว่ามูลของกิ้งกือให้ธาตุอาหารและ pH สูงกว่าดินส่วนมาก เนื่องจากกิ้งกือกินลิกเตอรธาตุอาหารของพืชในลิกเตอร จะปนออกมากับมูลของกิ้งกือ และกิ้งกือบางกลุ่มจะเลือกกินลิกเตอรที่มีไนโตรเจนด้วย มูลที่ถ่ายออกมาจึงมีไนโตรเจนสูง (Wallwork 1970) และธาตุอาหารต่าง ๆ เช่น อินทรีย์วัตถุ, ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ก็สูงกว่าดินส่วนที่นำมาเลี้ยง นอกจากนี้มูลของกิ้งกือยังมี pH สูงกว่าดินส่วน คือมี $pH = 6.49$ ดินส่วนมี $pH = 4.75$ แสดงว่ามูลของกิ้งกือนอกจากจะให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงแล้ว ยังสามารถช่วยปรับ

pH ให้แก่ดินได้เพราะ pH ในช่วง 6 - 7 นี้เป็น pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด (Baath et. al., 1980)

เมื่อทำการเปรียบเทียบ pH และธาตุอาหารของพืชในมูลของกิ้งกือ, ไส้เดือนดิน และกินสวน โดยนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วย F-test (ตารางที่ 8) ได้ค่า $F = 4.3, 9.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า F ในตารางตรงชั้นแห่งความอิสระที่ 3 กับ 12 มีค่าเท่ากับ 3.49 และ 5.95 ที่ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ แสดงว่าธาตุอาหารและ pH ของมูลกิ้งกือ ไส้เดือนดิน และกินสวน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากรูปที่ 4 พบว่ามูลของกิ้งกือให้ธาตุอาหารของพืชและ pH สูงที่สุด รองลงมาคือมูลของไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยกินสวน + ดิซเตอร์ และมูลของไส้เดือนดินที่เลี้ยงด้วยกินสวน ตามลำดับ ส่วนกินสวนมี pH และธาตุอาหารของพืชต่ำสุด จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสัตว์ในดินขนาดใหญ่ เช่น กิ้งกือ และไส้เดือนดินมีบทบาทต่อการย่อยสลายของดิซเตอร์และเพิ่มธาตุอาหารของพืชในดิน เพราะสัตว์พวกนี้จะช่วยในการคลุกเคล้าและกระจายอินทรีย์สารในดิน (Wallwork 1970) และช่วยให้ดิซเตอร์ซากเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นอินทรีย์วัตถุละเอียด ๆ ทำให้จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ง่ายขึ้น และสัตว์ในดินขนาดใหญ่กินอาหารไ้มาก แต่เข้าไปใช้ประโยชน์ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกายน้อยมาก แต่เปลี่ยนไปเป็นมูลมาก ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืชสูง และมูลของสัตว์ในดินพวกนี้มี pH สูงกว่ากินที่นำมาใช้เลี้ยง คือ มี pH อยู่ในช่วง 6 - 7 คือมีสภาพเกือบจะเป็นกลาง

การที่มูลของสัตว์ในดินพวกนี้สามารถเพิ่ม pH ให้แก่ดินได้ เนื่องจากธาตุอาหารที่ออกมาที่มูลของสัตว์ในดินบางครั้งอยู่ในรูปของแคลเซียมไนเตรต, ไนเตรตแอมโมเนีย ซึ่งถ้าอยู่ในรูปของสารประกอบพวกนี้จะทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้น (Tisdal 1971) และไส้เดือนดินมี calciferous gland สามารถช่วยในการผลิตแคลเซียมได้ เมื่อดินมีแคลเซียมเพิ่มจะทำให้ระดับ pH เพิ่มขึ้น (Swaby 1949)

ถ้ามีมูลของสัตว์ในดินพวกนี้อยู่ในดินมาก ๆ จะสามารถปรับ pH ของดินให้อยู่ในช่วง 6 - 7 ซึ่ง pH ในช่วงนี้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด เนื่องจากแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ฟอสฟอรัสจะละลายน้ำออกจากอนุภาคของดินได้มากที่สุดที่ pH 6 - 7 ถ้า pH ต่ำหรือสูงกว่านี้ฟอสฟอรัสจะถูกจับเอาไว้ไม่เป็นอิสระ พืชไม่สามารถจะดูดเอาไปใช้ได้ และ pH ช่วงนี้ยังมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในดินด้วย ถ้า pH ต่ำกว่า 6 - 7 มีจุลินทรีย์บางชนิดทำงานไม่ได้คือ แต่ถ้า pH 6 - 7 จุลินทรีย์ทุกชนิดสามารถทำการย่อยสลายลิตเตอร์ได้ดี ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์คือพืชก็จะเพิ่มขึ้น (Baath et. al., 1980) นอกจากนี้ใส่เค็มนดินและกิ่งก้อย่างทำให้เกิดช่องในดิน โดยการเคลื่อนที่และซุกอยู่ในดิน ทำให้ดินร่วนซุยและโปร่งมีการถ่ายเทอากาศและน้ำดี การถ่ายเทอากาศของดินถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญมากอันหนึ่งในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายลิตเตอร์ในดิน เพราะดินที่มีอากาศถ่ายเทได้ดีกิจกรรมของจุลินทรีย์พวก hetero-aerobic จะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ทำให้การย่อยสลายเกิดได้เร็วขึ้น และพืชจะได้รับอาหารที่เป็นประโยชน์คือการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น (ถวิล ทรุฑกุล 2523)

3.3 ชีววิทยาของตัวกะปิ

จากการศึกษาชนิดและจำนวนของสัตว์ในดินเปรียบเทียบระหว่างฤดูกาลต่าง ๆ พบว่าดินในสวนที่ทำการทดลองจะมีตัวกะปิมากที่สุดในช่วงฤดูฝน 56.25 ตัว/ตารางเมตร รองลงมาคือในช่วงฤดูร้อน 50 ตัว/ตารางเมตร ส่วนฤดูหนาวพบบ้างแต่น้อยมาก เนื่องจากตัวกะปิทนต่อความแห้งแล้งได้น้อย เมื่อพื้นดินแห้งแล้งและอุณหภูมิลดลงมันจะลงไปอยู่ในดินลึก ๆ และจะมีอัตราการตายสูงในช่วงนี้ (Davis และ Sutton 1977) และเมื่อนำตัวกะปิมาเลี้ยงในห้องทดลองที่อุณหภูมิปกติ (26 - 29 องศาเซลเซียส) พบว่าตัวกะปิ 1 คู่ สามารถที่จะผลิตตัวอ่อนได้ 6 - 8 ครั้งใน 1 ปี และแต่ละครั้งก็จะผลิตตัวอ่อนออกมาเฉลี่ยประมาณ 6 ตัว นับว่าตัวกะปิสามารถเพิ่มจำนวนได้มากพอสมควร และในช่วงฤดูฝนอากาศชุ่มชื้นมีพืชคลุมดินมาก ๆ ตัวกะปิจะเพิ่ม

จำนวนและเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น (Bullough 1958) ตัวกะปิทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีความสามารถสูงในการช่วยให้ลิตเตอร์เกิดการย่อยสลาย เพราะตัวกะปิกินลิตเตอร์เป็นอาหารจะทำให้ลิตเตอร์ซากเป็นชิ้นเล็ก ๆ จุลินทรีย์ในดินจะเข้าไปทำการย่อยสลายได้ง่ายขึ้น (Jenny et. al., 1949) และตัวกะปิ 1 ตัว สามารถกินลิตเตอร์ได้ 14.62 มิลลิกรัม/กรัม/วัน (Neuhauser และ Hartenstein 1978) นับว่ามากพอสมควร ตัวกะปิจัดเป็น macrofauna พวกกินส่วนต่าง ๆ ของลิตเตอร์ได้มาก ทั้งเนื้อเยื่อ เส้นใย และเส้นกลางใย นอกจากจะกินลิตเตอร์ที่ร่วงลงมานาน ๆ จนอ่อนตัวแล้ว ตัวกะปียังชอบกินลิตเตอร์ที่ร่วงใหม่ ๆ ด้วย (Beck และ Brestowsky 1980) เป็นการช่วยให้ลิตเตอร์ที่ร่วงใหม่ ๆ เกิดการย่อยสลายได้เร็วขึ้น นับว่าตัวกะปิเป็นสัตว์ในดินที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชเพราะช่วยให้ลิตเตอร์เกิดการย่อยสลายได้ง่ายขึ้นเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช

3.4 ชีววิทยาของกิ้งกือ (Family Strongylosomidae)

จากการศึกษาชนิดและจำนวนของสัตว์ในดิน (ตารางที่ 2) พบว่ากิ้งกือมีมากในฤดูฝน 56.5 ตัว/ตารางเมตร รองลงมาได้แก่ฤดูร้อน 50 ตัว/ตารางเมตร และมีค่าสุดในฤดูหนาว 5 ตัว/ตารางเมตร การที่กิ้งกือมีมากในฤดูฝนเพราะมันชอบอยู่ในบริเวณที่มีความชื้นสูง ไค้ทรากคูกิ่งกือของพืช (Thompson และ Sankey 1961) เมื่อนำกิ้งกือมาเลี้ยงในห้องทดลอง พบว่าตัวเต็มวัยของกิ้งกือมีความอดทนต่อสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี สามารถเพิ่มจำนวนได้มาก คือ ไข่ครั้งละ 10 - 15 ฟอง ระยะการผลิตไข่ติดต่อกัน 2 - 3 สัปดาห์ และผลิตไข่ 2 - 3 ครั้ง ใน 1 ปี ชอบกินลิตเตอร์และปุ๋ยคอกเป็นอาหาร แต่จะกินส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อและเส้นใยเล็ก ๆ ของลิตเตอร์เท่านั้น มันกินลิตเตอร์ได้ 3.31 มิลลิกรัม/กรัม/วัน (Neuhauser และ Hartenstein 1978) จัดว่าเป็นสัตว์ในดินอีกประเภทหนึ่งที่มีประโยชน์มากต่อการสลายลิตเตอร์

3.5 ชีววิทยาของแมลงหางคึก (springtail)

แมลงหางคึกเป็นสัตว์ในดินที่มีขนาดเล็กแต่มีเป็นจำนวนมากจัดเป็น *dominant specie* ในดินจำนวนมาก และมีความทนต่อสภาพแวดล้อมได้กว้าง ตั้งแต่แห้งแล้งไปจนถึงชื้นมาก ๆ จึงพบอยู่ในดินตลอดทั้งปี แต่จะมีเป็นจำนวนมากในช่วงฤดูฝน คือ 910 ตัว/ตารางเมตร รองลงมาได้แก่ในฤดูร้อน 490 ตัว/ตารางเมตร ส่วนในฤดูหนาวมีน้อยที่สุด 465 ตัว/ตารางเมตร การที่ฤดูฝนมีความหนาแน่นประชากรสูง เพราะการเพิ่มจำนวนของแมลงหางคึกมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นของดิน (Kaczmarek 1973) เมื่อทำการเลี้ยงแมลงหางคึกในห้องทดลอง โดยให้ยีสต์เป็นอาหาร ความชื้นสัมพันธ์ 95 - 100% (Hutson 1978) แมลงหางคึกจะเพิ่มจำนวนไต่รวดเร็วมาก โดยตัวมันจะวางไข่ครั้งละ 8 - 10 ฟอง แล้วหลังจากนั้น 3 - 5 วัน ก็จะวางไข่ครั้งที่ 2 อีก ตัวอ่อนก็เจริญเติบโตเร็วมาก เนื่องจากมีวงจรชีวิตสั้น 10 - 14 วัน ถ้าเป็นตัวเต็มวัย เมื่อทดลองให้กินลิตเตอร์ พบว่าแมลงหางคึกจะกินแต่ส่วนที่เป็นเนื้อเยื่ออ่อน ๆ ไม่กินเส้นใยของลิตเตอร์ นับว่าแมลงหางคึกเป็นสัตว์ในดินที่มีส่วนในการช่วยให้ลิตเตอร์ซากออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ เพราะเป็นสัตว์ในดินที่มีจำนวนมากตลอดปี ดังนั้นจึงมีผลต่อการสลายลิตเตอร์มาก

ได้ทำการศึกษาชนิดของอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแมลงหางคึก โดยใช้การเพิ่มจำนวนของแมลงหางคึกเป็นเกณฑ์ โดยให้ยีสต์ ขนมบั้ง + ปุยคอก และลิตเตอร์เป็นอาหาร นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ F-test (ตารางที่ 9) ได้ค่า $F = 4.24$ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า F จากตารางตรงชั้นแห่งความอิสระที่ 3 กับ 16 มีค่าเท่ากับ 3.24 และ 5.29 ที่ช่วงความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01 ตามลำดับ สรุปได้ว่าอาหารทั้ง 4 ชนิด คือ ยีสต์, ลิตเตอร์, ขนมบั้ง และปุยคอก ทำให้แมลงหางคึกมีการเพิ่มจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลอง (ตารางที่ 6) พบว่าแมลงหางคึกที่เลี้ยงโดยให้ยีสต์เป็นอาหารสามารถเพิ่มจำนวนได้มากที่สุด รองลงมาตามลำดับ คือ ลิตเตอร์, ปุยคอก และ

ขนมปัง เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติหาความแตกต่างของแต่ละคู่ โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test แล้วพบว่ายีสต์และลิกเตอรทำให้แมลงหางคืดเพิ่มจำนวนไ้มาก และแตกต่างกับที่เลี้ยงด้วยบุงคอกและขนมปังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเพิ่มจำนวนของแมลงหางคืดที่เลี้ยงด้วยยีสต์และลิกเตอรแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะยีสต์และลิกเตอรมีสภาพเหมือนอาหารที่แมลงหางคืดได้รับจากธรรมชาติ คือ ในธรรมชาติจะมีแมลงหางคืดหลายชนิดที่กินลิกเตอรที่มีเชื้อราและยีสต์อยู่ด้วยเป็นอาหาร ดังนั้นแมลงหางคืดจึงเพิ่มจำนวนไ้รวดเร็วเมื่อเลี้ยงด้วยยีสต์และลิกเตอร (Cloudsley และ Sankey 1961) จากผลการทดลองที่พบว่าแมลงหางคืดชอบกินลิกเตอรและเพิ่มจำนวนไ้มากเป็นการแสดงว่าแมลงหางคืดเป็นสัตว์ในดินที่มีบทบาทมากต่อการสลายลิกเตอรและเพิ่มธาตุอาหารแก่ดิน

3.6 ชื่อวิทยาของไรคิน (Soil mite: Order Acarina)

ไรคินเป็นสัตว์ในดินขนาดเล็ก แต่มีปริมาณมาก จึงจัดเป็นสัตว์ในดินที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง เพราะมีกิจกรรมที่เป็นประโยชน์คือการเพิ่มธาตุอาหารในดินหลายอย่าง คือ ช่วยให้ลิกเตอรเกิดการย่อยสลายไ้ง่ายขึ้น โดยเคลื่อนที่ไประหว่างชั้นของลิกเตอรและกักกินทำให้ลิกเตอรฉีกขาดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ไ้มาก ทำให้จุลินทรีย์ในดินเข้าทำการย่อยสลายลิกเตอรไ้ง่ายและสมบูรณ์ ทำให้เกิดการคดุดเคด้าของอินทรีย์วัตถุในดิน โดยอินทรีย์วัตถุที่เกิขึ้นใหม่ ๆ และอยู่บนผิวหน้าของดินถูกพลิกกลับลงไปอยู่ในดินที่ระคัมลึก ๆ ทำให้เกิดการแพร่กระจายของอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นธาตุอาหารที่สำคัญของพืชไปทั่วบริเวณพื้นดิน และช่วยในการสร้างฮิวมิสทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ขึ้น (Saichue , et. al., 1972)

จากการศึกษาเกี่ยวกับการย่อยสลายของลิกเตอรและลักษณะการกินลิกเตอรของสัตว์ในดินกลุ่มเคนที่ไ้ทำการศึกษาอาจกล่าวคัมการเข้าทำลายลิกเตอรของสัตว์ในดินไ้ดังนี้ คือ เมื่อลิกเตอรตกลงมาใหม่ ๆ ก็มักจะ เป็นสัตว์ในดินตัวแรกที่เข้าไปกักกิน

เพราะกิ่งกือเป็นสัตว์ในดินขนาดใหญ่ สามารถที่จะกินลิตเตอร์ที่ร่วงมาใหม่ ๆ ได้ ต่อ
จากกิ่งกือก็จะเป็นตัวกะปิ แมลงทางคืด และไรดิน เข้าทำลายลิตเตอร์ต่อกันไปตาม
ลำดับ จนกระทั่งลิตเตอร์ถูกย่อยสลายจนเป็นอินทรีย์วัตถุ ใสเคื่อนดินก็จะเป็นผู้เลือก
กินอินทรีย์วัตถุในดิน รวมทั้งจุลินทรีย์ในดินก็จะเข้าทำการย่อยสลายต่อจนอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ
แปรสภาพให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชออกมาสู่ดิน