บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

ก. ผลการศึกษาการสืบพันธุ์ และอัตราการเจริญเติบโต

การศึกษาด้านการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของกิ้งกือตัวแบนในห้องปฏิบัติการนั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาอายุของสัตว์ทดลองที่เจริญเติบโตจนเข้าสู่ระยะโตเต็มวัย (adult) เพื่อนำไปพิจารณาระยะเวลาที่จะนำกิ้งกือตัวแบนมาใช้งานในการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์ นอกจากจะหาอายุของสัตว์ทดลองแล้ว ยังต้องการทราบถึงความสามารถในการเพิ่มประชากรของสัตว์ทดลองเพื่อประโยชน์ในการเพาะพันธุ์เพื่อใช้งานอีกด้วย ผลของการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่ากิ้งกือตัวแบนมีความสามารถที่จะสืบพันธุ์ได้รวดเร็ว กิ้งกือตัวแบนเพศเมียในระยะโตเต็มวัย ระยะเวลาที่ผสมพันธุ์ วางไข่ และฟักไข่ กินเวลา 8-9 วัน หลังจากนั้นก็พร้อมจะสืบพันธุ์ได้ใหม่ การเพิ่มจำนวนได้รวดเร็วเป็นผลดีต่อการเพาะพันธุ์เพื่อใช้งาน แต่การเจริญเติบโตจนเข้าสู่ระยะโตเต็มวัยกินเวลา 2 เดือน หรือประมาณ 60 วัน (ตารางที่ 3) ถือว่าเป็นระยะเวลาที่ไม่นานจนเกินไปต่อการนำไปใช้งาน ถ้าพิจารณาถึงความสามารถในการเพิ่มประชากรที่รวดเร็วของกิ้งกือตัวแบนก็นับว่าเป็นการเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์

ข. ผลการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้น

1. อิทธิพลของอุณหภูมิ

Thiele (1973) กล่าวถึงอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อสัตว์โดยทั่วไปมี 3 ลักษณะหรือ 3 ระดับ ได้แก่ อุณหภูมิที่สัตว์ทนอยู่ได้ ประการที่สอง ถ้าอุณหภูมิสูงมากหรือต่ำมากจนสัตว์ทนไม่ได้ก็จะตายไป และประการสุดท้าย ได้แก่ ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมช่วงหนึ่งที่สัตว์ดำรงชีวิตอยู่ได้ดีที่สุด จากหลักการนี้ เมื่อพิจารณาผลการทดลองของอุณหภูมิต่อกิ้งกือตัวแบนดังแสดงไว้ในรูปที่ 8 ทำให้ทราบช่วงอุณหภูมิที่กิ้งกือชนิดนี้ทนได้ คือ 10-45^{o}ซ แต่ช่วงที่เหมาะสมคือ 19-33^{o}ซ ส่วนอุณหภูมิที่ทำให้ตายคือ สูงกว่า 50^{o}ซ และต่ำกว่า 7^{o}ซ สำหรับสัตว์เลือดเย็น (poikilothermic) โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิจำกัดช่วงบนโดยประมาณจะไม่เกิน 40^{o}ซ เพราะว่าเอ็นไซม์ซึ่งเป็นสารพวกโปรตีนจะทำงานมีประสิทธิภาพดีที่อุณหภูมิไม่เกิน 40^{o}ซ (Thiele,

1973) สำหรับกิ้งกือตัวแบนที่ใช้ทดลองในครั้งนี้นั้นทนทานต่ออุณหภูมิได้ตั้งแต่ 10-45°ซ จึงสัดได้ว่าเป็นสัตว์พวกที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงกว้าง (eurythermic)

2. อิทธิพลของความชื้น

จากผลการทดลอง พบว่ากิ้งกือตัวแบนจะเข้าหากองทรายที่มีค่าความชื้นสูง คือ 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าที่ความชื้นต่ำ คือ 0, 1 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) แต่อย่างไรก็ตาม ในกองทรายที่มีค่าความชื้นสูงมากเกินไป คือ 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ กลับพบจำนวนกิ้งกือตัวแบนเข้าหาน้อยกว่าที่ความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่ากิ้งกือตัวแบนเลือกอาศัยอยู่ที่ความชื้นสูง แต่ก็หลีกเลี่ยงบริเวณที่เปียกแฉะ ปรากฏการณ์นี้ตรงกับที่ Kaestner (1968) รายงานไว้ว่า พวกกิ้งกือส่วนใหญ่อาศัยอยู่ที่ความชื้นสูง เพื่อป้องกันตัวเองจากการสูญเสียน้ำ แต่โดยทั่วไปมันจะหลีกเลี่ยงพื้นที่เปียกแฉะมาก ๆ เขาได้ทดลองกิ้งกือ 3 ชนิด คือ *Oxidus* sp. *Schizophyllum* sp. และ *Iulus* sp. ให้เลือกบริเวณที่ชื้นกับที่แห้ง พบว่า *Oxidus* sp. และ *Iulus* sp. เลือกอยู่ที่ชื้น ส่วน *Shcizophyllum* sp. ซึ่งถูกตัดหนวดทิ้งกลับเลือกบริเวณที่แห้ง จึงสันนิษฐานว่ามันใช้หนวดเป็นอวัยวะตรวจสอบความชื้น นอกจากนี้ Kaestner ยังได้ทดลองกับกิ้งกืออีก 2 ชนิด คือ *Nemasoma* sp. และ *Polyxenus* sp. โดยการปล่อยให้เลือกระดับความชื้นต่าง ๆ กัน โดยเปรียบเทียบกลุ่มที่มีหนวดและกลุ่มที่ถูกตัดหนวด ผลลัพธ์ที่ได้ก็สนับสนุนการทดลองอันแรกว่า กิ้งกือชอบความชื้นสูง โดยอาศัยหนวดตรวจหาทิศทางในการตอบสนองต่อความชื้น

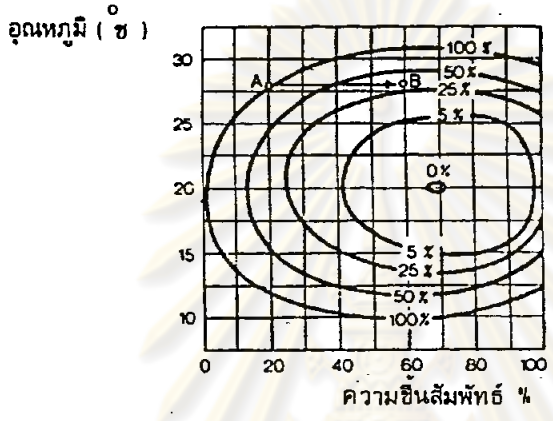
3. อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและความชื้น

Thiele (1973) รายงานว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญต่อการแพร่กระจายของสัตว์ รวมทั้งความชื้นก็เป็นตัวการสำคัญต่อการแพร่กระจายของสัตว์บกเช่นกัน Mani (1983) ได้รายงานว่า ปัจจัยของอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในลักษณะร่วมกันเสมอ อิทธิพลร่วมดังกล่าวอาจเสริมกัน หรือขัดแย้งกันก็ได้ สำหรับผลการทดลองถึงอิทธิพลร่วมกันระหว่างอุณหภูมิและความชื้นต่อกิ้งกือตัวแบน ในการวิจัยครั้งนี้ผลลัพธ์ออกมาทั้ง 2 ลักษณะ ดังในตารางที่ 5 และรูปที่ 9 กล่าวคือ ที่อุณหภูมิ 19°ซ สัตว์ทดลองไปรวมกลุ่มที่ระดับความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์หนาแน่นมากที่สุดคือ 79 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 27°ซ กิ้งกือตัวแบนจะไปรวมกลุ่มกันที่ระดับความชื้น 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 55 และ 42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ลักษณะเช่นนี้อธิบายได้โดยกฎของเบิร์กมาน (Bergman's rule) คือ เมื่อขนาดตัวของสัตว์โตขึ้น อัตราส่วนพื้นที่ผิวลำตัวต่อปริมาตรจะมีค่าลดลง ซึ่งมีผลทำให้ความร้อนสูญเสียจากร่างกายในอัตรา

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ลดลง หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า สัตว์ขนาดเล็กจะสูญเสียความร้อนจากร่างกายเร็วกว่าสัตว์ขนาดใหญ่ Odum (1983) กล่าวถึงการรวมกลุ่มของสิ่งมีชีวิตตามหลักการที่เรียกว่า Allee's principle ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า การรวมกลุ่มของสิ่งมีชีวิตจะทำให้มีการแก่งแย่งปัจจัยต่าง ๆ แต่ก็อาจจะทำให้การอยู่รอดสูงขึ้นได้ เพราะทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นป้องกันตนเองได้ดีขึ้น หรือทำให้เกิดสภาพภูมิอากาศ หรือที่อยู่ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะที่สิ่งมีชีวิตนั้นต้องการ ดังนั้นการเกาะกลุ่มอย่างหนาแน่นของกิ้งกือตัวแบนอาจเป็นลักษณะของการป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนจากร่างกายเช่นกัน การรวมกลุ่มเปรียบเสมือนการลดอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรนั่นเอง สำหรับการรวมตัวของกิ้งกือตัวแบนมีเปอร์เซ็นต์สูงที่ระดับความชื้นสูงขณะที่อุณหภูมิต่ำ อาจเป็นไปได้ที่ว่า ขณะที่อุณหภูมิต่ำ (19^{o}ซ.) อากาศมีสภาพเย็นและแห้ง ดังนั้นการรวมกลุ่มที่ความชื้นสูงเป็นการป้องกันการเสียน้ำจากร่างกายด้วยเหตุผลในทำนองเดียวกัน เมื่ออากาศอุ่นขึ้น การรวมกลุ่มของกิ้งกือตัวแบนจะปรากฏที่ระดับความชื้นต่ำลง คือ ที่ 21^{o}ซ. การรวมกลุ่มค่อนข้างสม่ำเสมอที่ระดับความชื้น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ 23^{o}ซ. และ 27^{o}ซ. การรวมกลุ่มมากจะปรากฏที่ระดับความชื้น 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์อย่างชัดเจน ส่วนที่ 31^{o}ซ. การรวมกลุ่มกลับกระจายตัวสม่ำเสมออีกที่ระดับความชื้น 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์ Abrahamsen (1971) ทดลองอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและความชื้นในดินต่อไส้เดือนดินชนิด *Cognettia sphagnatorum* ที่อุณหภูมิ 6, 12 และ 18^{o}ซ. และกำหนดความชื้นเป็นสองชุด คือ ชุดที่ 1 ได้แก่ความชื้น 7, 30, 50, 70 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ชุดที่ 2 ได้แก่ความชื้น 13, 19, 25 และ 115 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิ 6^{o}ซ การกระจายตัวของไส้เดือนดินค่อนข้างสม่ำเสมอที่ความชื้นต่าง ๆ ของทั้งสองชุด ส่วนที่อุณหภูมิ 12^{o}ซ.และ 18^{o}ซ. ไส้เดือนดินจะกระจายตัวอยู่ที่ระดับความชื้นต่ำของทั้งสองชุดการทดลอง ซึ่งแสดงถึงว่าที่อุณหภูมิต่ำ (6^{o}ซ.) อิทธิพลของความชื้นมีผลน้อยกว่าที่อุณหภูมิสูง (12^{o} และ 18^{o}ซ.) นั่นคือ เมื่ออากาศอุ่นขึ้น ไส้เดือนจะเลือกจุดที่ระดับความชื้นที่พอเหมาะสำหรับมันคือไม่เปียกแฉะมากเกินไป ผลการทดลองกิ้งกือตัวแบนสอดคล้องกับผลการทดลองของ Abrahamsen (1971) ยกเว้นที่อุณหภูมิ 31^{o}ซ. พบว่าการกระจายตัวของกิ้งกือตัวแบนมีแนวโน้มไปสู่จุดที่มีความชื้นสูงอีก และการกระจายตัวสม่ำเสมอทุกระดับความชื้น ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากที่ 31^{o}ซ. เป็นระดับอุณหภูมิสูงใกล้ขีดจำกัดบน ซึ่งทำให้สัตว์ทดลองเริ่มเครียด และไม่สามารถตอบสนองต่อระดับความชื้นที่แตกต่างกันได้ชัดเจน Thiele (1973) ได้สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การตายของไข่แมลง *Dendrolimus pini* กับอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ โดยการสร้างกราฟเชื่อมจุดที่มีเปอร์เซ็นต์การตายเท่ากันดังในรูป และอธิบายว่า อัตราการตาย (%) ที่เท่ากัน จะสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นของอากาศมาก

กว่าหนึ่ง จุดสังเกตเช่นที่ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ถ้าอัตราการตายของไข่แมลงเท่ากับ 50% จะเป็นผลเนื่องมาจากอุณหภูมิ 12°ซ และ 28°ซ หรือที่อุณหภูมิ 25°ซ ถ้าอัตราการตาย 50% จะเป็นผลเนื่องมาจากความชื้น 22 เปอร์เซ็นต์และ 100 เปอร์เซ็นต์ จากผลสังเกตเหล่านี้จึงสรุปว่า อิทธิพลของทั้งอุณหภูมิและความชื้นมีลักษณะทั้งเสริมกัน และขัดแย้งกัน ดังนั้นสัตว์จะอยู่รอดได้ดีเมื่อปัจจัยแต่ละตัวมีค่าอยู่ในช่วงใดช่วงหนึ่งที่พอเหมาะต่อกันและกัน จากผลการทดลองอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและความชื้นในการรายต่อกิ้งกือตัวแบน พอสรุปได้ว่ากิ้งกือตัวแบน



แผนภูมิเปอร์เซ็นต์การตายของไข่แมลง *Dendrolimus pini* ที่อุณหภูมิและความชื้นระดับต่าง ๆ กัน

จะมีช่วงของอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม (ตารางที่ 5) คือ อุณหภูมิ 23.-27°ซ และความชื้น 8-10 เปอร์เซ็นต์ และผลการทดลองนี้นำไปใช้เพื่อกำหนดระดับอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการทดลองการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์ต่อไป

ค. <u>การศึกษาการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์โดยกิ้งกือตัวแบน</u>

1. <u>เปรียบเทียบผลการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง</u>

จากการเปรียบเทียบน้ำหนักที่ลดลงเมื่อสิ้นสุดการทดลองการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด คือ ใบหูกวาง ใบจามจุรี และกระดาษฟาระ ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองของชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ (ตารางที่ 6-8) พบว่าน้ำหนักกระดาษของกลุ่มทดลองลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม 7.7 กรัม (77 เปอร์เซ็นต์) น้ำหนักของใบหูกวางลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม 2.41 กรัม (24.1 เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนักใบจามจุรีลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม 1.74 กรัม (17.4 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการทดลองการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์แบบมีทรายรอง

พื้นภายนะนั้น (ตารางที่ 9-11) พบว่าน้ำหนักของกระดาษชำระในกลุ่มทดลองลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม 7.7 กรัม (77 เปอร์เซ็นต์) น้ำหนักใบหูกวางลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม 5.14 กรัม (51.4 เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนักใบจามจุรีลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม 3.4 กรัม (34 เปอร์-เซ็นต์) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัตราการย่อยสลายของกลุ่มทดลอง (ซึ่งมีกิ้งกือตัวแบน) เร็วกว่าของกลุ่มควบคุม (ไม่มีกิ้งกือตัวแบน) ที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ด้วยเหตุผลสองประการ ประการแรกได้แก่ การกัดกินของสัตว์เป็นการดึงเอามวลสารไปใช้ในตัวสัตว์ ตามกฎการถ่ายทอดพลังงานนั้น ประสิทธิภาพการนำไปใช้ของสัตว์ประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ (Odum, 1975) ดังนั้นสัตว์จะต้องกินเศษวัสดุซึ่งเป็นอาหารเข้าไปมาก จึงพอกับความต้องการ ส่วนพวกจุลชีพจะย่อยสลายบนเนื้อวัสดุอย่างช้า ๆ Holter (1977) ศึกษาผลการกำจัดมูลสัตว์ บนพื้นทรายโดยตัวอ่อนของแมลงเต่าทอง *(Aphodius rufipes)* พบว่าอัตราการย่อยสลายเกิดเร็วกว่าการย่อยสลายที่มีเพียงจุลชีพอย่างเดียว Holter (1979) เปรียบเทียบผลการกำจัดมูลสัตว์โดยจุลชีพกับแมลงเต่าทอง (*Aphodius* spp.) และไส้เดือนดิน พบว่าจุลชีพทำงานได้ช้ากว่าสัตว์ทั้งสองชนิดนี้มาก เหตุผลประการที่สองอาจเป็นไปได้ว่าวัสดุอินทรีย์ใดมีปริมาณไนโตรเจนมากกว่า การถูกย่อยสลายก็จะง่ายกว่าตามไปด้วย Minich และ Hunt (1979) อธิบายถึงสาเหตุที่ทำปุ๋ยหมักไม่ได้ผลเป็นเพราะวัสดุที่นำมาใช้ขาดธาตุไนโตรเจน และได้เสนอแนะว่าถ้าใช้มูลสัตว์ที่มีองค์ประกอบไนโตรเจนสูง เช่น มูลไก่ มูลนกกัวโน ผสมลงในกองวัสดุด้วย จะเป็นตัวช่วยเร่งอัตราการย่อยสลายและให้ปุ๋ยเร็วขึ้น ทำนองเดียวกัน การที่มีกิ้งกือตัวแบนอยู่ในกองวัสดุด้วย จะช่วยเพิ่มเติมธาตุไนโตรเจน เนื่องจากการขับถ่ายของเสีย ดังผลที่แสดงไว้ในตาราง ที่ 6-11 จะเห็นว่าปริมาณไนโตรเจนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่าของกลุ่มควบคุม โดยเฉพาะชุดทดลองที่มีทรายรองพื้น ปริมาณไนโตรเจนในทรายเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด Breymeyer และคณะ (1975) รายงานถึงอิทธิพลของแมลงปีกแข็งและตัวอ่อนของกลุ่มแมลงวัน (Diptera) ที่เข้าไปอยู่ในมูลสัตว์ ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนแบคทีเรีย นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการย่อยสลายของมูลสัตว์เกิดเร็วขึ้นด้วย ลักษณะดังกล่าวนี้แสดงถึงอิทธิพลของแมลงที่มีต่อปริมาณจุลชีพและเพิ่มอัตราในการย่อยสลายให้เร็วขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การย่อยสลายวัสดุอินทรีย์จากธรรม-ชาติ เช่น ใบหูกวาง และใบจามจุรีนั้น ผลแตกต่างเริ่มปรากฏให้เห็นภายหลังสัปดาห์ที่สอง (รูปที่ 10 และ 11) แสดงว่าสัตว์ทดลองยังต้องพึ่งพาขบวนการย่อยสลายโดยจุลชีพก่อนในช่วงแรก หลังจากนั้นใบไม้จะอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเป็นอาหารของกิ้งกือตัวแบน

2. <u>เปรียบเทียบผลการย่อยสลายระหว่างกลุ่มทดลองแบบมีทรายและไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ</u>

ผลการศึกษาที่แสดงไว้ในรูปที่ 10-12 พบว่า การลดลงของน้ำหนักใบหูกวางในกลุ่มทดลองชุดที่มีทรายรองพื้นภาชนะลดลงมากกว่ากลุ่มทดลองในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะประมาณ 15-28 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักใบจามจุรีของชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภาชนะลดลงมากกว่าชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำหนักกระดาษชำระในชุดทดลองทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน จากผลดังกล่าวข้างต้น แสดงว่าทรายมีอิทธิพลต่อกิ้งกือตัวแบนในการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์ตามธรรมชาติ แต่ไม่มีอิทธิพลต่อการย่อยสลายกระดาษ จากการทดลองจะสังเกตได้ว่าอัตราการอยู่รอดของกิ้งกือตัวแบนในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภาชนะสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ (รูปที่ 18 และ 19) กล่าวคือ ชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ อัตรารอดของกิ้งกือในกลุ่มทดลองใบหูกวางและใบจามจุรีเท่ากับ 17 และ 13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นภาชนะ อัตรารอดของกิ้งกือในกลุ่มทดลองใบหูกวางและใบจามจุรีเท่ากับ 60 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในกรณีกระดาษชำระในชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ และมีทรายรองพื้นภาชนะ อัตราการอยู่รอดใกล้เคียงกันมาก คือ 80 และ 77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การที่อัตราการอยู่รอดในชุดทดลองที่มีทรายสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ ย่อมมีผลทำให้อัตราการกัดกินวัสดุอินทรีย์โดยกิ้งกือในชุดทดลองที่มีทรายมากกว่าชุดทดลองที่ไม่มีทราย ขณะที่มีการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์จะมีการเปลี่ยนแปลง pH ด้วย โดยที่ pH ของใบหูกวางเปลี่ยนจาก 7 เป็น 5 ใบจามจุรีเปลี่ยนแปลงจาก 7 เป็น 9 ส่วน pH ของกระดาษชำระไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย (ตารางที่ 6-11) การที่ระดับ pH เปลี่ยนแปลงจากระดับเป็นกลาง (pH 7) อาจมีผลทำให้อัตราอยู่รอดของสัตว์ทดลองลดลง ในกรณีที่มีทรายรองพื้นภาชนะ ทรายอาจจะเป็นตัวป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงระดับ pH ของเศษวัสดุอินทรีย์ จากผลที่แสดงไว้ตารางที่ 6-11 จะพบว่า pH ของทรายค่อนข้างคงที่ คือ pH เป็น 7 เมื่อกิ้งกือเข้าไปอาศัยอยู่ในทรายซึ่ง pH ค่อนข้างคงที่นั้น จะทำให้อัตราการอยู่รอดของกิ้งกือตัวแบนมากกว่าชุดทดลองที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ กิ้งกือในธรรมชาตินอกจากจะอาศัยอยู่ใต้ซากใบไม้หรือวัตถุที่ผุพังขึ้นแล้ว ยังมีพฤติกรรมขุดโพรงดินเพื่อวางไข่ และหลบอันตรายจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม (ฉวีวรรณ จารุกาญจน์, 2521 และ Burnes, 1980) สัตว์ในดินนอกจากจะใช้ดินเป็นที่อยู่อาศัย ยังใช้ดินเป็นเกราะป้องกันอันตรายเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม Brauns (1973) กล่าวถึง

การอพยพลึกลงไปในดินของสัตว์ในดินหลายชนิด เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง ตัวอย่างเช่น ไส้เดือนดินในกลุ่ม Lumbricidae จะเคลื่อนย้ายลึกลงไปในดินประมาณ 3 เมตร ถ้าสภาพอากาศร้อนหรือแห้งแล้งมาก ๆ

3. <u>เปรียบเทียบผลการย่อยสลายระหว่างเศษวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด คือ ใบหูกวาง ใบจามจุรี และกระดาษ โดยกิ้งกือตัวแบน</u>

การเปรียบเทียบการย่อยสลายเศษวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ทั้งชุดทดลองแบบมีทรายและไม่มีทราย ในการเปรียบเทียบอัตราการลดลงของน้ำหนักวัสดุแต่ละชนิด วิธีการหาอัตราการลดลงของน้ำหนักวัสดุ ใช้วิธีของ Holter (1977) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$C = A - (E \cdot B/2)$$

C คืออัตราการลดลงของน้ำหนักวัสดุ

A คือน้ำหนักวัสดุที่ลดลงโดยชุดทดลองที่มีสัตว์

E คือประสิทธิภาพการทำงานของจุลชีพ (เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ลดลงในชุดทดลองที่ไม่มีสัตว์)

B คือผลรวมของน้ำหนักวัสดุเมื่อเริ่มทดลอง และสิ้นสุดการทดลองของชุดทดลองที่มีสัตว์

จากตารางที่ 6-11 สามารถหาค่าของ E, A และ B ได้ แล้วนำไปคำนวณหาค่า C ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 12 จะเห็นว่ากิ้งกือตัวแบนย่อยสลายกระดาษชำระได้เร็วกว่าใบหูกวางและใบจามจุรี โดยอัตราการลดลงของน้ำหนักของกระดาษชำระในชุดทดลองทั้งสองแบบประมาณ 7.6 กรัม/2 เดือน ใบหูกวางอัตราการลดลงของน้ำหนักในชุดทดลองที่ไม่มีทรายเท่ากับ 2.80 กรัม/2 เดือน และของใบจามจุรีเท่ากับ 2.44 กรัม/2 เดือน ในชุดทดลองที่มีทรายรองพื้นอัตราการลดลงของน้ำหนักใบหูกวางเท่ากับ 5.76 กรัม/2 เดือน และของใบจามจุรีเท่ากับ 4.62 กรัม/2 เดือน การที่กระดาษชำระถูกกิ้งกือตัวแบนกำจัดได้เร็วกว่าวัสดุอินทรีย์อีก 2 ชนิดที่เหลือ อาจเป็นเพราะเนื้อกระดาษอ่อนยุ่ยกว่าใบไม้ จึงถูกกัดกินได้ง่าย ส่วนกรณีที่กระดาษมีอัตราการลดลงของน้ำหนักลดลงเท่ากันในชุดทดลองทั้ง 2 แบบ อาจมีสาเหตุจากการที่เยื่อกระดาษผ่านการผลิตที่มีขั้นตอนการย่อยและฟอกสีด้วยวิธีการทางเคมีต่าง ๆ ซึ่งอาจจะทำให้เนื้อกระดาษขาดธาตุ หรือสารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของจุลชีพ เช่นฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม

ตารางที่ 12 อัตราการลดลงของน้ำหนักเศษวัสดุอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด คือ ใบหูกวาง ใบจามจุรี และกระดาษ โดยการย่อยสลายของกิ้งกือตัวแบน (30 ตัว)

วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทดลอง		E	A	B	C = A-(E·B/2) (กรัม/2 เดือน)
ใบหูกวาง	1	0.17	4.15	15.85	2.80
	2	0.17	6.88	13.12	5.76
ใบจามจุรี	1	0.31	4.80	15.20	2.44
	2	0.33	6.80	13.20	4.62
กระดาษซำระ	1	0	7.60	12.40	7.60
	2	0	7.56	12.44	7.56

1: กลุ่มทดลองชุดที่ไม่มีทรายรองพื้นภาชนะ

2: กลุ่มทดลองชุดที่มีทรายรองพื้นภาชนะ

ที่พบในกระดาษมีปริมาณน้อยมาก (ตารางที่ 6-11) จึงทำให้จุลชีพเจริญบนกระดาษได้ช้ากว่าวัสดุอินทรีย์ธรรมชาติ ดังนั้นอัตราการลดลงของน้ำหนักวัสดุจะขึ้นอยู่กับการกัดกินของสัตว์เป็นส่วนใหญ่ สำหรับการย่อยสลายใบหูกวางและใบจามจุรีในชุดทดลองที่มีทรายน้ำหนักลดลงเร็วกว่าชุดทดลองที่มีทรายนั้น เป็นเพราะอัตราการอยู่รอดของกิ้งกือตัวแบนในชุดทดลองที่มีทรายสูงกว่าชุดทดลองที่ไม่มีทราย จึงทำให้การกัดกินวัสดุมีอัตราเร็วกว่าด้วย ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

4. อิทธิพลของกิ้งกือตัวแบนต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติเคมีบางประการของทราย

จากตารางที่ 9-11 แสดงให้เห็นว่าในกลุ่มทดลองนั้นเปอร์เซ็นต์คาร์บอนและเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในกลุ่มทดลองใบหูกวาง เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอนในทรายของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม 2-3 เท่า และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมากกว่า 1.5-4 เท่า (กราฟรูปที่ 26.1) สำหรับกลุ่มทดลองใบจามจุรี เปอร์เซ็นต์คาร์บอนของกลุ่มทดลองเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมประมาณ 5 เท่า และเปอร์-เซ็นต์ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมากกว่าประมาณ 2 เท่า (รูปที่ 26.2) ในกลุ่มทดลองกระดาษซำระเปอร์เซ็นต์คาร์บอนเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม 2.6-5 เท่า และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นมากกว่าประมาณ 2-4.5 เท่า (รูปที่ 26.3) จากผลดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่ากิ้งกือตัวแบนมีผลต่อการเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ทรายหรือดิน (ในธรรมชาติ) การเพิ่มของปริมาณอินทรีย์วัตถุอาจจะเกิดจากการถ่ายมูลและของเสียของกิ้งกือตัวแบน เมื่อพิจารณาอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

(C/N ratio) ในทรายระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (รูปที่ 21, 23 และ 25) จะพบว่ากลุ่มควบคุมนั้นลดลงเรื่อย ๆ ส่วนกลุ่มทดลองลดลงแล้วเพิ่มขึ้นอีก ผลเช่นนี้เป็นไปได้ที่ว่าในกลุ่มควบคุม ทรายได้รับจุลชีพจากอากาศหรือเศษวัสดุ แล้วใช้อินทรียวัตถุในทรายเป็นแหล่งอาหาร จึงทำให้ค่าอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ลดลงไป แต่ในกลุ่มทดลองนั้น ในระยะแรกจุลชีพใช้อินทรียวัตถุจนลดลง แต่ต่อมาอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นเนื่องจากมูลของสัตว์ทดลอง ปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้นในอัตราที่เร็วกว่าไนโตรเจน อาจเป็นเพราะสูญเสียไนโตรเจนโดยการกลายสภาพเป็นก๊าซแอมโมเนียแล้วระเหยไป ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนเกิดบริเวณผิวหน้าดินที่ชื้น (Stevenson, 1979)

ตารางที่ 13 ประสิทธิภาพการนำสารอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนลงสู่ทราย โดยกิ้งกือตัวแบน (30 ตัว) ภายในเวลา 2 เดือน

วัสดุอินทรีย์ที่ใช้ทดลอง	สารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในทราย 100 กรัม	
	คาร์บอน (มก.)	ไนโตรเจน (มก.)
ใบหูกวาง	460	2,52
ใบจามจุรี	720	1.50
กระดาษฟาระ	630	2.31

การนำอินทรียวัตถุเข้าสู่ทราย จากตารางที่ 13 จะพบว่าปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นในทรายของชุดทดลองใบจามจุรี และกระดาษฟาระมากกว่าในชุดทดลองของใบหูกวาง การที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากใบหูกวางอาจมีอินทรียวัตถุที่สัตว์ทดลองใช้ได้มากกว่าวัสดุอินทรีย์อีก 2 ชนิด ส่วนที่เหลือจากการใช้ในร่างกายจึงถูกปลดปล่อยสู่ทรายน้อยลงด้วย สำหรับปริมาณไนโตรเจนทุกกลุ่มเพิ่มขึ้นน้อยมาก แสดงว่าอาจจะมีการนำไนโตรเจนไปใช้โดยกิ้งกือตัวแบนหรือจุลชีพในทราย ด้วยอัตราที่สูงมาก Kilmer (1979) กล่าวถึงสาเหตุของการสูญเสียไนโตรเจนของดินซึ่งเกิดขึ้นโดยจุลชีพในขบวนการ denitrification ที่เปลี่ยนรูปของสารประกอบไนโตรเจนให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ไนตริกออกไซด์ (NO) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไนโตรเจนในดินสูญเสียไปโดยขบวนการนี้มากประมาณ 10-20 เปอร์เซนต์ของทั้งหมด การสูญเสียนี้เกิดขึ้นได้แม้ในดิน

ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี ถ้าดินมีความชื้นสูง การสูญเสียไนโตรเจนจากดินจะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ไนโตรเจนอาจเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) ได้ ถ้าดินนั้นได้รับสารละลายที่มีสภาพเป็นด่าง ใบจามจุรีเมื่อถูกย่อยสลายแล้ว ระดับ pH เปลี่ยนจาก 7 เป็น 9 ซึ่งหมายความว่ามีสภาพเป็นด่าง ดังนั้นละอองน้ำที่ชะผ่านใบจามจุรีอาจเป็นตัวนำสภาพด่างไปทำให้ไนโตรเจนในดินเปลี่ยนเป็นก๊าซแอมโมเนียระเหยไป จึงทำให้ปริมาณไนโตรเจนที่เกิดขึ้นในทรายน้อยกว่าของชุดทดลองใบหูกวาง และกระดาษ (ตารางที่ 13) สำหรับเปอร์เซ็นต์โปตัส-เซียมในทรายของกลุ่มทดลองของวัสดุอินทรีย์ทุกกลุ่มมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากสัปดาห์ที่ 5 เป็นต้นมา แต่เปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสค่อนข้างคงที่ในชุดทดลองทั้ง 2 กลุ่ม (ตารางที่ 9-11) จากรูปที่ 27 จะพบว่าเปอร์เซ็นต์โปตัสเซียมในกลุ่มทดลองของวัสดุอินทรีย์ทุกกลุ่มเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมประมาณ 1.5-2.5 เท่า ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสค่อนข้างคงที่ การที่เป็นเช่นนี้สาเหตุที่อาจจะเป็นไปได้คือ กิ้งกือตัวแบนต้องการฟอสฟอรัสมากจึงปลดปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อมน้อย Atlavinyte และ Vanagas (1975) ศึกษาอิทธิพลของไส้เดือน *Allolobophora raligi-nosoma* ต่อการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสและโปตัสเซียมในดิน ผลการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หรือไม่เพิ่มขึ้นเลย ส่วนปริมาณโปตัสเซียมเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (ตารางที่ 14) สักษณะเช่นนี้แสดงว่าไส้เดือน *A. caliginosoma* มีอิทธิพลต่อการเพิ่มปริมาณโปตัสเซียมในทราย แต่ไม่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในทราย Kilmer (1979) ศึกษาพบว่าโปตัสเซียมในดินจะถูกสิ่งมีชีวิตใช้ไปน้อยมากเมื่อเทียบกับฟอสฟอรัส ดังนั้นการสะสมของปริมาณโปตัสเซียมจึงมีมากกว่าการสะสมของปริมาณฟอสฟอรัส จากเหตุผลที่กล่าวมานี้จึงเป็นไปได้ที่กิ้งกือตัวแบนมีอิทธิพลต่อการเพิ่มปริมาณโปตัสเซียมในทราย แต่ไม่มีอิทธิพล หรือมีอิทธิพลน้อยมากต่อการเปลี่ยน-แปลงปริมาณฟอสฟอรัสในทราย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัส และโปตัสเซียมที่เปลี่ยนไปในทราย (loamysand) โดยไส้เดือนดิน *Allobophora caliginosoma* (ให้ฟางข้าวเป็นอาหาร)

จำนวนตัว ไส้เดือน	P_2O_5 มก./ดิน 100 ก.	K_2O มก./ดิน 100 ก.
0	16.2±1.2	21.3±2.7
8	17.4±0.5	27.0±0.6
16	16.2±0.6	26.0±0.6
24	20.4±2.9	28.9±3.6
32	16.9±0.4	28.6±0.6

ที่มา: Atlavinyte และ Vanagas (1973)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย