บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. <u>ศึกษาอัตราการย่อยสลายของขี้เลื่อยผสมจากถุงก้อนเชื้อเห็ดหอมและเห็ดนางรมในระยะบ่มเส้นใย</u>

จากการทดลองพบว่าระยะเวลาการบ่มเส้นใยจนกระทั่งเก็บผลผลิตดอกเห็ดหอมใช้ระยะเวลานานถึง 180 วัน ในขณะที่เห็ดนางรมจะใช้ระยะเวลาสั้นกว่าเพียง 75 วันเท่านั้น ทั้งนี้สาเหตุเนื่องจากเป็นคุณลักษณะประจำพันธุ์ในการเจริญเป็นเส้นใยของเห็ดแต่ละชนิด เส้นใยของเห็ดหอมและเห็ดนางรมจะเจริญเต็มถุงในเวลาใกล้เคียงกัน แต่ช่วงระยะเวลาก่อนที่จะเจริญเป็นดอกเห็ดนั้น เห็ดหอมใช้เวลานานกว่าเพราะต้องใช้เวลาในการเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี เพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยและทำให้เส้นใยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเจริญเป็นดอกเห็ด (Triratana and Tantikanjana, 1987) ปริมาณดอกเห็ดที่เก็บได้จะมี 10 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักวัสดุเพาะ(Triratana and Osathaphant, 1988)

สำหรับปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ของขี้เลื่อยผสมในระยะบ่มเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมนั้นไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นในช่วงเก็บผลผลิตเห็ดของเห็ดหอมนั้นวัสดุขี้เลื่อยจะมีปริมาณความชื้นสูงขึ้นเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากในระยะเปิดดอกนั้นต้องนำถุงก้อนเชื้อขี้เลื่อยเพาะเห็ดออกจากถุงพลาสติกทั้งหมด ในห้องควบคุมอุณหภูมิและมีการกระตุ้นก้อนเชื้อ โดยการแช่น้ำ(cold shock)ในช่วงระยะก่อนเปิดดอกด้วย (Triratana and Tantikanjana, 1987) แต่สำหรับในระยะเปิดดอกของเห็ดนางรมนั้น เพียงแต่นำจุกสำลีออกและมีการรดน้ำถุงก้อนเชื้อเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาระดับความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)ของขี้เลื่อยผสมในระยะบ่มเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรม พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างเริ่มต้นเท่ากันคือ 6.2 เนื่องจากองค์ประกอบของธาตุอาหารที่ผสมในขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบเดียวกัน แต่ในช่วงระยะเก็บผลผลิตเห็ดทั้ง 2 ชนิดจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของเห็ดหอมในช่วงเก็บดอกเห็ดอยู่ ในระดับ 3.2 แต่สำหรับขี้เลื่อยผสม

ในการเพาะดอกเห็ดนางรมนั้นระดับความเป็นกรดเป็นด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 8.5 จะสังเกตได้ว่าขี้เลื่อยเพาะเห็ดหอมมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างค่อนข้างต่ำ จึงจะเกิดดอกได้ (Triratana and Osathaphant, 1988) ในการย่อยสลายวัสดุเพาะเพื่อใช้ในการเจริญของเส้นใย นอกจากจะมีการผลิต CO_2 และ H_2O แล้วยังมีกรดอินทรีย์ต่าง ๆเกิดขึ้นด้วย เช่น citric acid, fumaric acid และ malic acid รวมทั้งอะมิโนแอซิด และกรดนิวคลีอิก (Stevenson, 1982) นอกจากนั้นยังอาจเป็นผลกระทบเนื่องจากระยะเวลาการบ่มเส้นใยนานถึง 150 วัน ในสภาวะที่ยังไม่ได้เปิดถุงพลาสติกออกเพื่อการเปิดดอก การระบายอากาศในถุงก้อนเชื้อขี้เลื่อยค่อนข้างต่ำ ทำให้เกิดสภาพการย่อยสลายในสภาวะที่มีการใช้ออกซิเจนต่ำ มีผลต่อการเกิดกรดอินทรีย์ในปริมาณที่สูงขึ้นด้วย(Hobson and Robertson,1977) ซึ่งตรงกันข้ามกับการเพาะเห็ดนางรมจะมีการเปิดจุกสำลีหลังจากบ่มเส้นใยเป็นเวลาเพียง 30 วันเท่านั้น แต่สำหรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างของขี้เลื่อยเพาะเห็ดนางรม มีคุณสมบัติค่อนข้างเป็นด่างเล็กน้อยซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันกับการย่อยสลายวัสดุเศษพืชชนิดอื่น ๆ(Hobson and Robertson,1977) โดยที่เส้นใยเห็ดจะดำเนินกิจกรรมการย่อยสลาย และใช้อาหารที่มีสารประกอบของไนโตรเจนจากวัสดุขี้เลื่อยเปลี่ยนเป็นสารประกอบแอมโมเนียและมีการระเหยไปในอากาศ รวมถึงอนุมูลธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม นอกจากนั้นสารประกอบ quinone บางส่วนนี่งเกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายลิกนิน โดย laccase enzyme หรือ phenol oxidase enzyme จะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบแอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์และสารประกอบคาร์บอนิล จึงมีผลทำให้ระดับความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้น (Wood et al., 1988) จึงทำให้ค่า pH ของวัสดุขี้เลื่อยหลังเพาะเห็ดนางรมอยู่ในระดับที่เป็นด่างเล็กน้อย

การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารของขี้เลื่อยผสมในระยะบ่มเส้นใยเห็ด ผลจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุไนโตรเจนของขี้เลื่อยผสมในระยะบ่มเส้นใยเห็ดทั้ง 2 ชนิดนั้นมีลักษณะแนวโน้มเป็นไปในรูปแบบเดียวกัน โดยที่ปริมาณไนโตรเจนของขี้เลื่อยผสมก่อนทำการเพาะเห็ดหอมและเห็ดนางรมอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง 2.26 ถึง 2.31 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เนื่องจากมีการเติมอาหารเสริมจำพวกรำข้าวและแป้งข้าวโพดตามสูตรของการเพาะเห็ด ซึ่งอาหารเสริมดังกล่าวมีปริมาณไนโตรเจนสูงจะพบว่ามีระยะการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในวัสดุขี้เลื่อยเพาะเห็ดทั้ง 2 ชนิด 3 ระยะด้วยกันเนื่องจากเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งใช้ทั้งขี้เลื่อยที่มีเส้นใยและขี้เลื่อยส่วนที่เหลือในถุง ไนโตรเจนจะถูกนำไป

ใช้ในการสร้างเส้นใยของเชื้อเห็ดในรูปของไนเตรทหรือแอมโมเนียม เพื่อสร้างสารประกอบของกรดอะมิโนและ nucleotide สำหรับนำไปใช้ในการสร้างเส้นใยของเห็ด (Griffin,1981) การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในช่วงที่ 2 เป็นระยะที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงมากขึ้น เนื่องจากช่วงระยะเวลาดังกล่าวเส้นใยของเชื้อเห็ดเจริญเต็มที่บนวัสดุขี้เลื่อยผสมและในช่วงสุดท้ายซึ่งเป็นช่วงเก็บผลผลิตดอกเห็ดปริมาณไนโตรเจนของวัสดุขี้เลื่อยผสมลดลงที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากในช่วงที่สร้าง fruiting bodyหรือbasidiocarp นั้นได้มีการใช้ส่วนประกอบของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปตัสเซียม สำหรับการผลิตโครงสร้างดังกล่าวด้วยเช่นกัน จากการสังเกตพบว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัส(P_2O_5) และโปตัสเซียม(K_2O) มีลักษณะคล้ายกัน โดยที่ในช่วงเก็บผลผลิตเห็ดหอมนั้นปริมาณธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิดลดลงอย่างมาก ทั้งนี้เพราะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียมจะถูกดึงไปใช้ในการสร้างดอกเห็ด และอาจเป็นไปได้ว่าค่าระดับความเป็นกรดเป็นด่างของขี้เลื่อยผสมซึ่งค่อนข้างเป็นกรดสูง มีผลกระทบต่อการที่ธาตุฟอสฟอรัสและโปตัสเซียมถูกตรึงโดยสารประกอบที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการย่อยสลาย ให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ (unavailable) ต่อการนำไปใช้ได้ ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสและโปตัสเซียมของขี้เลื่อยผสมสำหรับเพาะเห็ดนางรมในช่วงเก็บผลผลิตนั้น ไม่แตกต่างกันกับช่วงเริ่มต้นของการบ่มเส้นใยเห็ดนางรม ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุขี้เลื่อยผสมเพาะเห็ดนางรมในช่วงตลอดระยะเวลาการบ่มเส้นใยจนกระทั่งเก็บผลผลิตอยู่ในระดับเป็นกลางหรือด่างเล็กน้อย ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อความเป็นประโยชน์ของสารประกอบฟอสฟอรัสในการบ่มเส้นใย จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงค่า C/N ratio ของขี้เลื่อยเพาะเห็ดหอมและเห็ดนางรมในช่วงตลอดระยะเวลาการเพาะเห็ดจะมีการเปลี่ยนแปลงระดับของค่า C/N ratio 3 ระยะซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนด้วย รวมถึงการนำแหล่งพลังงานจากธาตุคาร์บอนไปใช้ในการเจริญของเส้นใยและการสร้าง fruiting body ที่เรียกว่า basidiocarp ซึ่งเป็นส่วนของดอกเห็ดนั่นเอง การที่ค่า C/N ratio ของวัสดุขี้เลื่อยในช่วงเริ่มต้นของการเพาะเห็ดลดต่ำลงระหว่าง 17 ถึง 20 เนื่องจากได้มีการเติมส่วนประกอบของธาตุอาหารบางชนิด ได้แก่ รำข้าวและแป้งข้าวโพดซึ่งเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจน หลังจากนั้นในช่วงระยะแรกของการเพาะเห็ดทั้ง 2 ชนิด ค่า C/N ratio จะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 55 และ 64 ปริมาณไนโตรเจนลดต่ำลง ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยเห็ดมีการเปลี่ยนแปลงทางเมตาโบลิซึมสูงขึ้นโดยนำธาตุไนโตรเจนไปใช้ในการสร้างเส้นใยมากขึ้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า C/N

ratio ของขี้เลื่อยเพาะเห็ดในช่วงระยะที่เส้นใยเจริญเต็มที่นั้นจะค่อย ๆลดต่ำลงระหว่าง 14 และ 15 เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้นตามความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดและรวมถึงการที่เส้นใยเห็ดนำธาตุคาร์บอนจากขี้เลื่อยเป็นแหล่งพลังงาน สำหรับการเจริญเป็นเส้นใย ในช่วงระยะสุดท้ายของการเพาะเห็ดทั้ง 2 ชนิด นั้นหลังจากที่ได้เก็บผลผลิตเห็ดแล้วค่า C/N ratio จะอยู่ในระดับที่สูงขึ้นเป็น 30 สำหรับเห็ดหอมและมีค่าเท่ากับ 47 สำหรับเห็ดนางรม ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากไนโตรเจนในส่วนของเส้นใยเห็ดถูกนำไปใช้ในการสร้างส่วนของดอกเห็ดหรือส่วนของ basidiocarp สำหรับเก็บเป็นผลผลิตที่ได้ต่อไป และจากการเปรียบเทียบอัตราการย่อยสลายของขี้เลื่อยผสมจากถุงก้อนเชื้อเห็ดหอมและเห็ดนางรมในระยะบ่มเส้นใย โดยพิจารณาจากค่า C/N ratio นั้นไม่สามารถเปรียบเทียบในระยะเวลาที่เท่ากันได้ เพราะระยะการเจริญในขั้นต่าง ๆ ต่างกัน ดังนั้นจึงเปรียบเทียบอัตราการย่อยสลายตามขั้นตอนการเจริญของเส้นใย 3 ระยะ คือระยะแรกเมื่อเส้นใยเจริญเต็มถุง พบว่าขี้เลื่อยเห็ดหอมและเห็ดนางรมมีค่าอัตราการย่อยสลายใกล้เคียงกันมาก มีค่า C/N ratio 29 และ 28 ตามลำดับ ระยะที่ 2 เมื่อเส้นใยเจริญสมบูรณ์พร้อมเปิดดอก อัตราการย่อยสลายของขี้เลื่อยเห็ดหอมสูงกว่าขี้เลื่อยเห็ดนางรม มีค่า C/N ratio 15 และ 28 ตามลำดับ ระยะที่ 3 คือระยะเปิดดอก อัตราการย่อยสลายของขี้เลื่อยเห็ดหอมและเห็ดนางรมใกล้เคียงกัน มีค่า C/N ratio 30 และ 31 ตามลำดับ เมื่อเก็บผลผลิตเห็ดแล้วขี้เลื่อยเห็ดหอมมีค่า C/N ratio เท่ากับ 30 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าค่า C/N ratio ของเห็ดนางรมซึ่งมีค่า C/N ratio เท่ากับ 47 เนื่องจากขี้เลื่อยเห็ดหอมใช้ระยะเวลาในการบ่มเส้นใยจนกระทั่งเก็บดอกเห็ดนาน 180 วัน ในขณะที่ขี้เลื่อยเห็ดนางรมใช้เวลา 75 วันเท่านั้น ดังนั้นขี้เลื่อยเห็ดหอมจึงมีการย่อยสลายได้ดีกว่าขี้เลื่อยจากการเพาะเห็ดนางรม

2. <u>ศึกษาผลของสารประกอบไนโตรเจนและสารเร่งพด.-1ต่อการย่อยสลายขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการ</u>

ผลของยูเรียต่อการย่อยสลายขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ใช้แล้ว พบว่าการใส่ยูเรียอัตรา 1.0 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลทำให้ค่า C/N ratio ของขี้เลื่อยหมักแตกต่างกับการไม่ใส่ยูเรีย(ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) ทั้งนี้อาจเนื่องจากค่า C/N ratio ของขี้เลื่อยหลังเพาะเห็ดหอมแล้วอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายคือ 30 ต่อ 1 หรือ 25 ต่อ 1(Bertoldi, et.al.,1983,and Godden,

et.al.,1983) การใส่ปุ๋ยยูเรียเพิ่มขึ้นจึงแสดงผลไม่แตกต่างกันกับสูตรควบคุมซึ่งไม่ได้เติมสารประกอบไนโตรเจน และสารเร่ง พด.-1 แต่จะมีผลทำให้ค่า C/N ratio ของขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดนางรมแตกต่างกับการไม่ใส่ยูเรียโดยมีผลทำให้ค่า C/N ratio ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 60 ถึง 75 วัน ของการทดลองอาจกล่าวได้ว่าไนโตรเจนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญของจุลินทรีย์และส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายให้รวดเร็วขึ้น(Poincelot,1975)ไนโตรเจนจะช่วยปรับระดับค่า C/N ratio ของขี้เลื่อยเห็ดนางรม ซึ่งสูงกว่าเห็ดหอมให้ลดต่ำลงอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการดำเนินกิจกรรมการย่อยสลาย เมื่อพิจารณาถึงการใส่ยูเรียร่วมกับสารเร่ง พด.-1 ต่อกระบวนการย่อยขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ใช้แล้ว พบการใส่ยูเรียอัตรา 1.0 เปอร์เซนต์ร่วมกับสารเร่ง พด.-1มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ค่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงรวดเร็วขึ้น และช่วยส่งเสริมกระบวนการย่อยสลายอย่างชัดเจน(มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) เนื่องจากยูเรียเป็นแหล่งของไนโตรเจนโดยจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบแอมโมเนียหรือไนเตรทและบางส่วนจะสูญเสียไปในรูปของแอมโมเนีย และก๊าซไนโตรเจนซึ่งจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด.-1 จะนำไปใช้ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ทำให้มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูงขึ้นและยูเรียมีการสลายให้แอมโมเนียม เมื่อเปรียบเทียบผลของการใส่ยูเรียอัตรา 1.0 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียวกับการใส่ยูเรีย 1.0 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับสารเร่ง พด.-1 ทั้งในขี้เลื่อยจากถุงเก็บเชื้อเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ใช้แล้วพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจนตามเหตุผลดังกล่าวแล้ว

ในสูตรทดลองที่ใส่มูลสัตว์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ค่า C/N ratio ของขี้เลื่อยเพาะเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ใช้แล้วลดลงกว่าการไม่ใส่มูลสัตว์(มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) โดยที่มูลสัตว์เป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์และมีองค์ประกอบของธาตุอาหารหลายชนิดต่อการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษวัสดุ (สมศักดิ์ วังใน,2521, Poincelot,1975,Gaur,1980) และจากรายงานการวิจัยของพิทยากร ลิ่มทอง(2531) พบว่าการนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในมูลสัตว์มีผลกระทบ ทำให้อัตราการย่อยสลายลดลงอย่างชัดเจน สำหรับสูตรทดลองที่ใส่มูลสัตว์ร่วมกับสารเร่ง พด.-1 มีผลทำให้ค่า C/N ratio ของขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดหอม และเห็ดนางรมลดลงเร็วกว่าการใส่มูลสัตว์อย่างเดียว (มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)โดยเฉพาะในช่วงระยะหลังของกระบวนการย่อยสลายขี้เลื่อยเพาะเห็ดนางรมนั้น การใส่สารเร่ง พด.-1ร่วมกับมูลสัตว์มีผลทำให้ค่า C/N

ratio ของขี้เลื่อยเห็ดนางรมที่ใช้แล้วสูงกว่าขี้เลื่อยเพาะเห็ดหอม ทั้งนี้อาจกล่าวเหตุผลได้ว่าจุลินทรีย์ซึ่งมีประสิทธิภาพต่อกระบวนการย่อยสลายในสารเร่งพด.-1 จะทำหน้าที่ย่อยสลายวัสดุได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น นอกจากนั้นการใส่มูลสัตว์ร่วมกับสารเร่งพด.-1 มีผลทำให้ค่า C/N ratio ของขี้เลื่อยเพาะเห็ดทั้ง 2 ชนิด ลดลงหรือเกิดกระบวนการย่อยสลายได้ดีกว่าการใส่ยูเรียร่วมกับสารเร่ง พด.-1 เนื่องจากมูลสัตว์นอกจากจะมีกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถย่อยสลายวัสดุแล้วยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารหลายชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ได้มากขึ้น

การใส่สารเร่งพด.-1 อย่างเดียวมีผลทำให้ค่า C/N ratio ลดลงได้เร็วกว่าสูตรควบคุม (control) โดยส่งเสริมทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายเร็วขึ้น(มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) โดยที่จุลินทรีย์นำธาตุคาร์บอนไปใช้เป็นแหล่งของพลังงานและจะได้ผลผลิตขั้นสุดท้ายเป็น CO_2 และน้ำ ซึ่งปริมาณของธาตุคาร์บอนจะลดต่ำลงเนื่องจากสูญเสียไปในรูปของก๊าซ CO_2 (Hobson and Robertson,1977) แต่ไม่แตกต่างกันกับสูตรทดลองที่ใส่มูลสัตว์หรือยูเรียอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด.-1เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพย่อยสลายวัสดุได้ดีกว่าจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในสภาพธรรมชาติ สามารถผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ในระยะเวลาอันสั้นดำเนินการโดยหน่วยงานของรัฐบาลตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจชนบทแห่งชาติ ซึ่งกลุ่มงานอินทรีย์วัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน (รายงานประจำปีกรมพัฒนาที่ดิน,2529) ได้ผลิตสารเร่งพด.-1(LDD.-1) ออกมาเพื่อใช้เป็นตัวเร่งในการทำปุ๋ยหมัก โดยสารเร่งพด.-1 จะประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในกองปุ๋ยหมักหลายชนิด พอจะจัดแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ได้ 3 กลุ่มดังนี้

1. เชื้อรา (Fungi) ได้แก่พวก Aspergillus fumigatus, Trichoderma viride, Mucor sp., Penicillium sp., Fusarium sp. เป็นต้น
2. แอคติโนมัยซีส (Actinomycetes) จุลินทรีย์พวกนี้บางชนิดเจริญได้ในสภาพอุณหภูมิที่ต่างกัน และเจริญได้ช้ากว่าพวกเชื้อราและแบคทีเรีย ได้แก่ Streptomyces sp., Micromonospora sp. เป็นต้น
3. แบคทีเรีย (Bacteria) ได้แก่ Bacillus sp., Achromobacter sp., Pseudomonas sp., Micrococcus sp., Cellulomonas sp., Cytophaga sp. เป็นต้น

ผลจากการเติมสารเร่ง พด.-1 ร่วมกับสารประกอบไนโตรเจน คือ ยูเรียและมูลสัตว์ในวัสดุขี้เลื่อยเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ใช้แล้ว พบว่ามีแนวโน้มทำให้อัตราการย่อยสลายเกิดขึ้นรวดเร็วกว่าการเติมยูเรีย,มูลสัตว์หรือสารเร่ง พด.-1 อย่างเดียว (มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) เมื่อหมักครบ 30 และ 45 วัน ตามลำดับ ดังเหตุผลที่ได้อธิบายมาแล้วนั้น เนื่องจากยูเรียเป็นแหล่งของไนโตรเจนที่จำเป็นต่อการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในสารเร่ง พด.-1 และที่มีอยู่ในสภาพธรรมชาติ มูลสัตว์นอกจากจะเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัสดุเศษพืชได้แล้วยังเป็นแหล่งของธาตุอาหารหลายชนิด ที่มีความสำคัญต่อการเจริญหรือเพิ่มจำนวนเซลล์ของจุลินทรีย์ดังกล่าว (สมศักดิ์ วังใน, 2521 และ พิทยากร ลิ่มทอง,2531) การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโปตัสเซียมในขี้เลื่อยผสมของเห็ดหอมและเห็ดนางรม พบว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในระหว่างกระบวนการย่อยสลาย

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ใช้แล้ว พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักโดยจะอยู่ในช่วง 5.9 ถึง 8.6 และ 7.3 ถึง 9.1 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มที่แสดงให้เห็นว่าในสูตรทดลองที่เกิดการย่อยสลายรวดเร็วจะมีผลให้ความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่าในสูตรทดลองที่เกิดการย่อยสลายช้า และรักษาระดับความเป็นกรดเป็นด่างให้เป็นกลาง ในส่วนขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดนางรมจะมีการปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงจนกระทั่งอยู่ในระดับที่เป็นกลางเช่นเดียวกัน อาจจะเกิดจากการปลดปล่อยสารประกอบบางชนิด ขี้เลื่อยและจุลินทรีย์ที่อยู่ในกองปุ๋ยหมักได้แก่ สารประกอบแอมโมเนีย (Enari,1983) และมีผลทำให้ระดับความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงระดับความเป็นกรดเป็นด่างทุกสูตรทดลองจะอยู่ในช่วง 5.9 ถึง 8.6 และ 7.3 ถึง 9.1 ตามลำดับ

สำหรับระดับความชื้นของขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ใช้แล้ว พบว่าระดับความชื้นเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 50 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และอยู่ในช่วง 61 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการย่อยสลาย

3. <u>ศึกษาอัตราการย่อยสลายของขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดหอมและเห็ดนางรมในภาคสนาม</u>

จากผลการศึกษาความสามารถในการย่อยสลายขี้เลื่อยเห็ดหอม และเห็ดนางรมที่ใช้

แล้ว ในห้องปฏิบัติการโดยควบคุมอุณหภูมิของการย่อยสลายที่ 50 องศาเซลเซียสในสภาพที่ใช้สารประกอบไนโตรเจนและสารเร่ง พด.-1 ทำการทดลอง 6 สูตรทดลอง พบว่าสูตรทดลองที่ 6 ซึ่งมีการเติมมูลสัตว์และสารเร่งพด.-1 มีความสามารถในการย่อยสลายได้ดีที่สุด คือค่า C/N ratio ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วภายใน 60 วันของขี้เลื่อยเห็ดหอม และ 90 วันของขี้เลื่อยเห็ดนางรม ดังนั้นในการทำปุ๋ยหมักภาคสนามของขี้เลื่อยเห็ดหอมและเห็ดนางรมจึงใช้สูตรทดลองที่ 6 คือเติมมูลสัตว์และสารเร่งพด.-1โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมัก ปริมาณธาตุอาหาร และค่า C/N ratio ในระหว่างการทดลองรดน้ำทุก ๆ 7 วันเพื่อรักษาระดับความชื้นของกองปุ๋ยหมักให้อยู่ในช่วง 50 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ซึ่ง Suler และ Finstein (1977) รายงานว่าเหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลาย

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)ของปุ๋ยหมักขี้เลื่อยเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ใช้แล้วในภาคสนามพบว่า pH ของปุ๋ยหมักเห็ดหอมเริ่มต้นมีค่า 5.1 ค่อนข้างเป็นกรด หลังจากนั้นค่า pH จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งเสร็จการทดลองมีค่า 7.3 ค่อนข้างเป็นกลาง ส่วน pH ของปุ๋ยหมักเห็ดนางรมเริ่มต้นมีค่า 8.7 ค่อนข้างเป็นด่าง หลังจากนั้นจะมีค่าลดลงถึง 7.2 เป็นกลาง ทั้งนี้เนื่องจากในระยะบ่มเส้นใยเห็ดหอมจะใช้ระยะเวลาในการสร้างเส้นใยนานกว่าเห็ดนางรมสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำและอยู่ในสภาพที่ไม่มีอากาศถ่ายเทนานกว่าเห็ดนางรม ทำให้เกิดการเจริญในสภาวะที่ไม่ใช้ออกซิเจนด้วยซึ่งในสภาพนี้ทำให้เกิดสารตัวกลาง(intermediate product) พวกกรดอินทรีย์ที่ถูกปลดปล่อยออกมาในระหว่างการย่อยสลายในสภาพที่ไม่มีอากาศค่อนข้างสูง(Hobson and Robertson,1977 and Enari,1983) เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองจะมี pHเป็นกลางทั้งนี้เนื่องจากอินทรีย์วัตถุมีคุณสมบัติเป็น buffer capacity ที่จะรักษาความเป็นกรดเป็นด่างให้อยู่ในระดับที่เป็นกลาง และมีการปลดปล่อยสารประกอบอนุมูลของธาตุอาหารทั้งในรูปที่เป็นอนุมูลกรดและอนุมูลด่างในระหว่างกระบวนการย่อยสลาย

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของขี้เลื่อยเห็ดหอมและเห็ดนางรมในระหว่างการหมัก เมื่อมีการเติมมูลสัตว์และสารเร่ง พด.-1 พบว่าเมื่อหมักปุ๋ยหมักขี้เลื่อยเห็ดหอม เป็นระยะเวลา 15 วัน กองปุ๋ยหมักมีความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากเชื้อจุลินทรีย์ในขี้เลื่อย,มูลสัตว์ และสารเร่ง พด.-1 ที่เติมเข้าไปสามารถใช้

กรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมัก ประกอบกับกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นเป็นกรดระเหยง่าย ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของปุ๋ยหมักขี้เลื่อยเห็ดหอมสูงขึ้นตามลำดับ(Daji และ Iyenger,1973) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยเห็ดหอมใช้เวลา 60 วัน เห็ดนางรม 90 วัน

สำหรับปริมาณความชื้นโดยน้ำหนักในกองปุ๋ยหมักควบคุมให้อยู่ในช่วงประมาณ 50 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก การรดน้ำในปริมาณที่เท่ากันแก่กองปุ๋ยหมักตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองและทุก ๆ 7 วัน จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทดลองจากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของขี้เลื่อยในกองปุ๋ยหมักในภาคสนาม พบว่าปริมาณความชื้นเฉลี่ยของปุ๋ยหมักขี้เลื่อยเห็ดหอมมีค่าต่ำสุด 52 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ปริมาณความชื้นเฉลี่ยของปุ๋ยหมักขี้เลื่อยเห็ดนางรมมีค่าต่ำสุด 54 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และสูงสุด 59 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้นของกองปุ๋ยหมักเห็ดหอมและเห็ดนางรม โดยทั่วไประดับความชื้นที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายในกองปุ๋ยหมักที่ทำจากขยะเทศบาล อยู่ในช่วงประมาณ 50 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Kochtitzky และคณะ, 1969, Poincelot, 1975)

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นของขี้เลื่อยเห็ดหอม และเห็ดนางรมในระหว่างการหมัก เมื่อมีการเติมมูลสัตว์และสารเร่ง พด.- 1 พบว่าเมื่อหมักขี้เลื่อยเป็นระยะเวลา 15 วัน กองปุ๋ยหมักมีความร้อนสูงขึ้น เนื่องมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งผลสุดท้ายจะได้น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น(Gray และคณะ,1971;Cardenas และ Verro, 1973) แต่หลังจากหมักขี้เลื่อยต่อไปอีกระยะเวลาหนึ่งพบว่าความชื้นของขี้เลื่อยจะลดลงเล็กน้อย เนื่องมาจากมีการกลับกองปุ๋ยทุก ๆ 7 วัน ทำให้มีการสูญเสียความชื้นโดยการระบายอากาศ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยเห็ดหอมใช้เวลา 60 วัน เห็ดนางรม 90 วัน

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักขี้เลื่อยเห็ดหอม และเห็ดนางรม เมื่อมีการเติมมูลสัตว์และสารเร่งพด.-1 พบว่าเมื่อหมักขี้เลื่อยเป็นระยะเวลา 15 วัน กองปุ๋ยหมักจะเริ่มมีอุณหภูมิสูงขึ้นและจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อทำการหมักครบ 45 วัน เนื่องมาจากจุลินทรีย์ในขี้เลื่อย, มูลสัตว์ และสารเร่ง พด.-1 ที่เติมเข้าไปมีการใช้

องค์ประกอบที่ย่อยสลายง่ายของขี้เลื่อย เช่น คาร์โบไฮเดรทเป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงาน ทำให้มีการปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินในรูปของความร้อนออกมา(Gray และคณะ 1971; Dijiและ Iyenger,1971) ทำให้อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักขี้เลื่อยสูงขึ้นและหลังจากหมักขี้เลื่อยต่อไปอีกระยะเวลาหนึ่ง พบว่าอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักจะลดลงเนื่องจากมีการกลับกองปุ๋ยทุก ๆ 7 วัน ประกอบกับเชื้อจุลินทรีย์มีการปรับตัวเพื่อที่จะใช้เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน ทำให้มีการปลดปล่อยพลังงานส่วนเกินในรูปความร้อนออกมาน้อย(Fastwood,1952; Gray และคณะ,1971; Daji และIyenger, 1971;Finstein และ Morris,1975)

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนของขี้เลื่อยเห็ดหอมและเห็ดนางรมในระหว่างการหมัก เมื่อมีการเติมมูลสัตว์และสารเร่งพด.-1 พบว่าเมื่อหมักเป็นระยะเวลา 15 วัน ปริมาณไนโตรเจนในกองปุ๋ยหมักจะเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากในกองปุ๋ยหมักขี้เลื่อยมีจุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ประกอบกับเชื้อจุลินทรีย์ในขี้เลื่อย, มูลสัตว์และสารเร่งพด.-1 ที่เติมเข้าไป สามารถนำเอาอินทรีย์ไนโตรเจนมาใช้ในการสังเคราะห์อินทรียสารภายในเซลล์ (Reuszer,1957; Grayและคณะ;1971) และจุลินทรีย์เหล่านี้ส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตอยู่ในขี้เลื่อย ดังนั้นเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนของขี้เลื่อยจะพบว่ามีปริมาณสูงขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยเห็ดหอมใช้เวลา 60 วัน เห็ดนางรม 90 วัน

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของขี้เลื่อยเห็ดหอมและเห็ดนางรมในระหว่างการหมัก เมื่อมีการเติมมูลสัตว์และสารเร่งพด.-1 พบว่าเมื่อหมักขี้เลื่อยเป็นระยะเวลา 15 วัน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของขี้เลื่อยในกองปุ๋ยหมักจะลดลง เนื่องมาจากขี้เลื่อยมีปริมาณคาร์บอนลดลง ขณะที่ไนโตรเจนมีปริมาณสูงขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองโดยเห็ดหอมใช้เวลา 60 วัน และเห็ดนางรมใช้เวลา 90 วัน จึงเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปตัสเซียมของขี้เลื่อยในระหว่างการหมัก เมื่อมีการเติมมูลสัตว์และสารเร่ง พด.-1 พบว่าเมื่อหมักขี้เลื่อยเห็ดหอมและเห็ดนางรมสิ้นสุดการทดลอง 60 วันและ 90 วันตามลำดับ ปริมาณโปตัสเซียมในกองปุ๋ยหมักจะเพิ่มขึ้น

เล็กน้อย จุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักมีการใช้ธาตุโปตัสเซียมในกระบวนการเจริญเติบโตและกระบวนการอื่น ๆ ด้วย (พิทยากร ลิ่มทอง และปรีดี ดีรักษา, 2521) ในขณะเดียวกันโปตัสเซียมจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ในระหว่างกระบวนการย่อยสลาย(Poicelot, 1975)

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสของขี้เลื่อยในระหว่างการหมักเมื่อมีการเติมมูลสัตว์และสารเร่งพด.-1 พบว่าเมื่อหมักขี้เลื่อยเป็นระยะเวลา 15 วัน ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปของสารประกอบอินทรีย์จะถูกเปลี่ยนเป็นรูปสารประกอบอนินทรีย์ ที่มีประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น โดยอัตราการปลดปล่อยมีมากกว่าอัตราการนำไปใช้สร้างเซลล์ของจุลินทรีย์ (พิทยากร ลิ่มทอง และปรีดี ดีรักษา, 2521)

จากการศึกษาอัตราการย่อยสลายของขี้เลื่อยเพาะเห็ดหอมและเห็ดนางรม ตั้งแต่ระยะบ่มเส้นใยจนกระทั่งเป็นปุ๋ยหมักนั้น พบว่าการย่อยสลายขี้เลื่อยจากถุงก้อนเชื้อเห็ดนี้เกิดจากจุลินทรีย์ 2 ชนิด คือเชื้อเห็ดและเชื้อจุลินทรีย์จากสารเร่ง พด.-1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย