สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล
19 ก.ค. 2539

# การใช้ประโยชน์ขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดสำหรับเป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง

# THE UTILIZATION OF SAWDUST WASTE FROM MUSHROOM CULTURE FOR POT PLANT'S GROWING MEDIA

สุชาดา จิตรภิรมย์ศรี

ได้รับทุนการ
จาก
บัณฑิตวิทยาลัย มหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2539

วพ
สจ๖๑๓
2539

Copyright by Mahidol University

38089 ๑.๑

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้ประโยชน์ขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดสำหรับเป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง

.....

สุชาดา จิตรภิรมย์ศรี

ผู้วิจัย

.....

อรพินท์ เอี่ยมศิริ Ph.D.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

วิทยา สุริยาภิมานนท์ Ph.D.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

อดุลย์ วิริยเวชกุล ราชบัณฑิต,

พ.บ., น.บ., F.R.C.P.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....

เกษม กุลประดิษฐ์ วท.ม.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้ประโยชน์ขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดสำหรับเป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
วันที่ 18 พฤษภาคม 2539

.....
สุชาดา จิตรภิรมย์ศรี
ผู้วิจัย

.....
อรพินท์ เอี่ยมศิริ Ph.D.
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
เกษม กุลประดิษฐ์ วท.ม.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
วิทยา สุริยาภณานนท์ Ph.D.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
อดุลย์ วิริยเวชกุล ราชบัณฑิต,
พ.บ., น.บ., F.R.C.P.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....
รุ่งจรัส ทุตะเจริญ วท.ม.
คณบดี
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

# ประวัติผู้วิจัย

| | |
|---|---|
| ชื่อ | น.ส.สุชาดา จิตรภิรมย์ศรี |
| วัน เดือน ปีเกิด | 16 กรกฎาคม 2514 |
| สถานที่เกิด | จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย |
| ประวัติการศึกษา | วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พ.ศ. 2535: วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร) มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2539: |
| ทุนการศึกษา | - |
| ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน | - |

Copyright by Mahidol University

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี โดยความกรุณาอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรพินท์ เอี่ยมศิริ ประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา สุริยาภณานนท์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์เกษม กุลประดิษฐ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ในการให้คำปรึกษาแนะนำตรวจแก้ไขปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา สุริยาภณานนท์ ที่เอื้อเฟื้อให้ใช้สถานที่ในแปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อทำการทดลองและขอบคุณคุณลุงและพี่พี่ทุกคนในแปลงทดลอง 2 ที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือตลอดการทดลอง

ขอขอบคุณกำลังใจและความช่วยเหลือจากเพื่อนคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกคนโดยเฉพาะ คุณอรุณรุ่ง ใจกลม ที่ลงมือลงแรงช่วยอย่างเต็มที่ และขอบคุณผู้ใกล้ชิดทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามที่ให้ทั้งกำลังใจและความห่วงใยเสมอมา

ท้ายสุดขอขอบพระคุณบิดามารดาที่เลี้ยงดูสนับสนุนให้การศึกษา ตลอดจนให้กำลังใจจนได้รับความสำเร็จในวันนี้ และขอขอบใจน้อง ๆ ที่น่ารักทุกคน

ประโยชน์อันใดที่จะได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่ครูบาอาจารย์ทุกทุกท่านที่ให้การศึกษาอบรม

สุชาดา จิตรภิรมย์ศรี

Copyright by Mahidol University

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การใช้ประโยชน์ขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดสำหรับเป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง

**ผู้วิจัย** สุชาดา จิตรภิรมย์ศรี

**ปริญญา** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

**คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์**
อรพินท์ เอี่ยมศิริ Ph.D
วิทยา สุริยาภณานนท์ Ph.D

**วันที่สำเร็จการศึกษา** 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2539.

## บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด มาใช้ในรูปวัสดุปลูกไม้กระถาง โดยศึกษาถึงสมบัติทางกายภาพและทางเคมี การเจริญเติบโตของพืชทดลอง คือ ประทัดฟิลิปปินส์ (*Hamelia patens* ) เปรียบเทียบวัสดุปลูกผสมที่มีขายในท้องตลาดและศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมาใช้เป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง

ผลการศึกษา พบว่า ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด มีสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุปลูกไม่แตกต่างจากวัสดุปลูกผสมมากนัก และเมื่อนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมาหมักก่อนจะทำให้ปริมาณธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อนำไปปลูกประทัดฟิลิปปินส์ ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักจะให้การเจริญเติบโตของประทัดฟิลิปปินส์ดีกว่าวัสดุปลูกผสมที่ระดับการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นเท่ากัน และให้การเจริญเติบโตของประทัดฟิลิปปินส์เท่ากันเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นต่ำกว่าวัสดุปลูกผสม และจากการศึกษารายได้ที่เพิ่มขึ้น หากเกษตรกรนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมาผลิตประทัดฟิลิปปินส์เป็นไม้กระถาง พบว่า เกษตรกรจะมีรายได้เพิ่มขึ้น 5,148.65 บาทต่อการผลิตไม้กระถางจากก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 1,000 ก้อน หรือคิดเป็น 99.20 เปอร์เซนต์ของรายได้จากการผลิตเห็ด

จากผลการศึกษา สรุปได้ว่า ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกไม้กระถางสำหรับพืชทดลอง คือ ประทัดฟิลิปปินส์ หากนำไปหมักจนย่อยสลายเสียก่อน

Copyright by Mahidol University

**Thesis Title** The Utilization of Sawdust Waste from Mushroom Culture for Pot Plant's Growing Media.

**Name** Suchada Chitpiromsri

**Degree** Master of Seience

( Appropriate Technology for Resource Development )

**Thesis Supervisory Committee**

Aurapin Eamsiri Ph.D

Vitaya Suriyapananon Ph.D

**Date of Graduation** 13 May B.E. 2539 (1996)

## Abstract

The objective of the study is to take the sawdust waste from mushroom culture for pot plant's growing media, such as the physical and chemical properties and the development of experiment plant (*Hamelia patens*) compared with the popular commercial mixed media and feasibility of ultilization of sawdust waste from mushroom culture to pot plant's growing media.

The result of the study indicated that the sawdust waste from mushroom culture had the suitable physical and chemical properties not significant different with mixed media and when sawdust waste from mushroom culture was been fertilizied it would take the increasing of the mineral. In the growing of *Hametia patens*, at the equal concentrated ammonium sulfate, the fertilized sawdust from mushroom culture taked the increasing of *Hamelia patens*'s development than mixed media and taked the equal *Hamelia patens*'s development when had been received the decreasing of ammnium sulfate than mixed media. From the study of the increasing cost if the

Copyright by Mahidol University

farmers taked the sawdust waste from mushroom culture to the pot plant (*Hamelia patens*) indicated that the farmers had the increasing of cost ( 6,876.88 bath) with the pot plant processing from the sawdust waste (1,000 bags) or 99.20 % form the cost of mushroom processing.

From result summarized that the sawdust waste from mushroon culture was suitable for pot plant's (*Hamelia patens*) media if it was been fertilized.

Copyright by Mahidol University

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| สารบัญรูป | ช |
| สารบัญตาราง | ฌ |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 แนวคิดในการศึกษา | 2 |
| 1.3 วัตถุประสงค์ในการศึกษา | 3 |
| 1.4 ของเขตของการศึกษา | 3 |
| 1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย | 4 |
| บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม | |
| 2.1 คุณค่าหรือประโยชน์ของไม้กระถาง | 6 |
| 2.2 ความหมายของไม้กระถาง | 7 |
| 2.3 ความหมายและชนิดของวัสดุปลูก | 8 |
| 2.3.1 ความหมายของวัสดุปลูก | 8 |
| 2.3.2 ชนิดของวัสดุปลูก | 8 |
| 2.4 สมบัติของวัสดุปลูกที่เหมาะสม | 9 |
| 2.4.1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก | 9 |
| 2.4.2 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก | 10 |
| 2.4.3 ธาตุอาหารของวัสดุปลูก | 11 |
| 2.5 ประเภทของปุ๋ยอินทรีย์ | 13 |
| 2.6 การปลูกเห็ดในประเทศไทย | 16 |
| 2.7 การนำขี้เลื่อยมาใช้เป็นวัสดุปลูก | 18 |
| 2.8 สมบัติในการเป็นวัสดุปลูกของขี้เลื่อย | 19 |
| 2.9 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของประทัดฟิลิปปินส์ | 20 |


Copyright by Mahidol University

หน้า

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 ขั้นตอนการศึกษา 21

3.2 สถานที่ทำการศึกษา 22

3.3 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการศึกษาทดลอง 22

3.4 วิธีการทดลอง 23

3.4.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุปลูก 23

3.4.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชทดลอง 26

3.4.2.1 การวางแผนการทดลอง 26

3.4.2.2 การเตรียมพืชทดลอง 26

3.4.2.3 การเตรียมวัสดุปลูก 26

3.4.2.4 การย้ายปลูกและการดูแล 27

3.4.25 การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 27

3.5 การศึกษาความเป็นไปได้ ในการนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด มาใช้เป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง 27

บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล

4.1 คุณสมบัติบางประการทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุปลูก 31

4.1.1 ความหนาแน่นรวม 31

4.1.2 ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ 31

4.1.3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 32

4.1.4 ปริมาณเกลือที่ละลายได้ 32

4.1.5 ปริมาณธาตุอาหารหลัก 32

4.2 การเจริญเติบโตของพืชทดลองในวัสดุปลูก

4.2.1 การเจริญเติบโตของพืชทดลองอายุ 1 เดือน 35

4.2.2 การเจริญเติบโตของพืชทดลองอายุ 2 เดือน 39

4.2.3 การเจริญเติบโตของพืชทดลองอายุ 3 เดือน 45

4.3 การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด มาใช้เป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง 56

Copyright by Mahidol University

หน้า

บทที่ 5 สรุปและเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 59

5.2 ข้อเสนอแนะ 60

บรรณานุกรม 61

ภาคผนวก ก สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกที่มีผลต่อพืช 68

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือน 70

ภาคผนวก ค รายได้ของการเพาะเห็ดนางฟ้า 82

Copyright by Mahidol University

# สารบัญรูป


| | | หน้า |
|---|---|---|
| รูปที่ 2-1 | ต้นประทัดฟิลิปปินส์(*Hamelia patens*) | 20 |
| 3-1 | การเพาะชำพืชทดลองในกะบะเพาะชำ | 28 |
| 3-2 | การนำวัสดุปลูกใส่ลงในกระถางพลาสติก | 28 |
| 3-3 | ต้นกล้าพืชทดลองอายุ 15 วัน หลังการปักชำ | 29 |
| 3-4 | การจัดวางกระถางปลูกพืชทดลองในโรงเรือน | 29 |
| 3-5 | วิธีล้างวัสดุปลูกออกจากรากของพืชทดลอง | 30 |
| 3-6 | การอบแห้งพืชทดลองเพื่อหาน้ำหนักแห้ง | 30 |
| 4- 1 | พืชทดลองอายุ 1 เดือนที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ต่างความเข้มข้นเปรียบเทียบแต่ละวัสดุปลูก | 36 |
| 4-2 | กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1 เดือน | 37 |
| 4-3 | กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1 เดือน | 37 |
| 4-4 | กราฟแสดงน้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 1 เดือน | 38 |
| 4-5 | กราฟแสดงน้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 1 เดือน | 38 |
| 4-6 | พืชทดลองอายุ 2 เดือนที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ต่างความเข้มข้นเปรียบเทียบแต่ละวัสดุปลูก | 41 |
| 4-7 | พืชทดลองอายุ 2 เดือนในแต่ละวัสดุปลูกเปรียบเทียบการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตต่างความเข้มข้น | 42 |
| 4-8 | กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 2 เดือน | 43 |
| 4-9 | กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 2 เดือน | 43 |
| 4-10 | กราฟแสดงน้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 2 เดือน | 44 |
| 4-11 | กราฟแสดงน้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 2 เดือน | 44 |
| 4-12 | พืชทดลองอายุ 3 เดือนที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ต่างความเข้มข้นเปรียบเทียบแต่ละวัสดุปลูก | 47 |
| 4-13 | พืชทดลองอายุ 3 เดือนในแต่ละวัสดุปลูกเปรียบเทียบการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตต่างความเข้มข้น | 48 |
| 4-14 | กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 3 เดือน | 49 |
| 4-15 | กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 3 เดือน | 50 |
| 4-16 | กราฟแสดงน้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 3 เดือน | 51 |


Copyright by Mahidol University

หน้า


รูปที่ 4-17 กราฟแสดงน้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 3 เดือน 52

4-18 กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือน ที่ปลูกในขี้เลื่อยที่การเพาะเห็ด 53

4-19 กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือน ที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด 54

4-20 กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือน ที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก 54

4-21 กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือน ที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก 55

4-22 กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือน ที่ปลูกในวัสดุปลูกผสม 55

4-23 กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือน ที่ปลูกในวัสดุปลูกผสม 56


Copyright by Mahidol University

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4-1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุปลูก 34
4-2 แสดงค่าใช้จ่ายในการผลิตประทัดฟิลิปปิ นส์เป็นไม้กระถาง 57
ก-1 แสดงลักษณะของพืชที่ขาดธาตุอาหาร 68
ก-2 แสดงระดับเกลือที่ละลายได้(ค่าความเค็มของดิน)ที่มีผลต่อพืช 69
ก-3 แสดงระดับความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) 69
ข-1 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1 เดือน 70
ข-2 น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 70
ข-3 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1 เดือน 71
ข-4 น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 71
ข-5 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักส่วนเหนือดินของ พืชทดลองอายุ 1 เดือน 72
ข-6 น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ1เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 72
ข-7 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 1 เดือน 73
ข-8 น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 1 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 73
ข-9 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 2 เดือน 74
ข-10 น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 74
ข-11 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 2 เดือน 75
ข-12 น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 75
ข-13 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักส่วนเหนือดินของ พืชทดลองอายุ 2 เดือน 76

Copyright by Mahidol University

หน้า

ตารางที่ ข-14 น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 76
ข-15 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 2 เดือน 77
ข-16 น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 77
ข-17 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 3 เดือน 78
ข-18 น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 78
ข-19 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 3 เดือน 79
ข-20 น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 79
ข-21 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักส่วนเหนือดินของ พืชทดลองอายุ 3 เดือน 80
ข-22 น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 3เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 80
ข-23 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 3 เดือน 81
ข-24 น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ 81
ค-1 ค่าใช้จ่ายในการเพาะเห็ด 82

Copyright by Mahidol University

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตมนุษย์นำเอาต้นไม้ขนาดต่างๆ มาปลูกรอบ ๆบริเวณที่อยู่อาศัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการใช้เป็นอาหาร ยารักษาโรค ให้ร่มเงา ต่อมาพื้นที่สำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยจำกัดขนาดลง การปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่จึงกระทำได้ยาก การปลูกไม้กระถางจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับบ้านที่มีพื้นที่จำกัดและไม้กระถางยังเป็นที่นิยมใช้ประดับอาคารทั้งภายในและภายนอก เพราะสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายอีกทั้งสะดวกต่อการซื้อหาและจัดจำหน่าย แม้ไม่มีการสำรวจความต้องการไม้กระถาง วิทยา (2534.) คาดว่าความต้องการไม้กระถางนับวันจะเพิ่มมากขึ้นอย่างแน่นอน และเมื่อความต้องการไม้กระถางเพิ่มมากขึ้น ความต้องการวัสดุปลูกหรือเครื่องปลูก (Growing Media) สำหรับใช้ปลูกกระถางจึงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

พืชที่ปลูกในกระถาง รากพืชจะถูกจำกัดขอบเขตอยู่ในเฉพาะกระถางเท่านั้น ดังนั้นดินที่นำมาปลูกจึงต้องอุดมสมบูรณ์ ในระยะแรกนักปลูกไม้กระถางนิยมเอาดินชั้นบน (ชั้นหน้าดิน)หรือดินจากป่ามาใช้เป็นวัสดุปลูกพืชโดยตรง ปรากฏว่าไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรทั้ง ๆ ที่ถือว่าดินดังกล่าวเป็นวัสดุที่ดีที่สุดสำหรับการปลูกพืชแปลงกลางแจ้ง ประกอบกับในระยะหลังดินดังกล่าวนับวันแต่จะหายากและมีราคาแพง จึงมีการนำวัสดุอื่นหลายชนิดโดยมากกว่าร้อยละ 75 เป็นของเหลือใช้ที่ยังไม่ย่อยสลายมาใช้เป็นวัสดุปลูกทดแทนดิน (Frantisok Zadrazil,2535.) ในประเทศไทยวัสดุปลูกที่นิยมนำมาใช้ทดแทนดินมีหลายชนิด เช่น ปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว เปลือกถั่ว แกลบดิบ แกลบผุ ขี้เลื่อย เศษใบไม้ใบหญ้า เป็นต้น (สมเพียร,2528.) การหาวัสดุอื่นมาทดแทนวัสดุปลูกจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาเพื่อตอบสนองความต้องการวัสดุปลูกของตลาดไม้กระถางที่เพิ่มขึ้นทุกขณะ

มนุษย์ได้นำเห็ดมาใช้เป็นอาหารเป็นเวลานับร้อยปีมาแล้ว มีเห็ดที่รับประทานได้จำนวน2,000 ชนิดจากทั้งหมด 4,500 ชนิดและมีเพียง 10 ชนิดเท่านั้นเพาะจำหน่าย (Kurtzman,1975.) และมีแนวโน้มการเพาะจำหน่ายเพิ่มขึ้น Frantisok Zadrazil (2535.) คาดว่าอัตราการเพาะเห็ดจำหน่ายจากปี พ.ศ 2513-2533เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 20 ต่อปี ในประเทศไทยเห็ดที่นิยมเพาะจำหน่าย คือ เห็ดหูหนู เห็ดนางฟ้าและเห็ดเป๋าฮื้อโดยเพาะลงในวัสดุหมักในถุงพลาสติก สูตรวัสดุหมักที่นิยมแพร่หลายคือใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุหมักและปรับธาตุให้เหมาะสมด้วยการเติมรำละเอียดและปูนขาว

Copyright by Mahidol University

(ศิริกุล,2528.) ซึ่งหลังจากเพาะเห็ดแล้วเกษตรกรส่วนใหญ่มักจะนำถุงขี้เลื่อยซึ่งยากต่อการกำจัด ทิ้งลงข้างทางสาธารณะทั่วไปและตามแหล่งน้ำธรรมชาติก่อให้เกิดสภาพแวดล้อมเสียหาย (ประไพศรี,ไม่ระบุ.) และหากเกษตรกรนำถุงขี้เลื่อยไปทิ้งบริเวณใกล้ ๆ โรงเรือนหรือกองสุมตามพื้นด้านข้างมุมอับของโรงเรือน บริเวณดังกล่าวจะกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์โรคและศัตรู (กอบเกียรติ,2536.) ทำให้ผลผลิตต่ำ การนำขี้เลื่อยกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่สามารถกระทำได้ โดยนำมาหมักรวมกันแล้วนำกลับไปใช้ใหม่หรือนำกลับไปใช้เป็นส่วนผสมของขี้เลื่อยใหม่ (ดีพร้อม,2535.) แต่เกษตรกรไม่นิยมทำเนื่องจากขาดแคลนแรงงาน และส่วนใหญ่จะซื้อถุงเชื้อเห็ดจากฟาร์มขนาดใหญ่เพราะมีราคาไม่แพงนัก จากปัญหาดังกล่าวจึงน่าจะมีวิธีที่จะนำขี้เลื่อยไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เพื่อลดปัญหาการกำจัดวัสดุเหลือใช้จากฟาร์ม

ขี้เลื่อยซึ่งเป็นวัสดุหลักในการเพาะเห็ดเป็นอินทรีย์วัตถุอย่างหนึ่งที่สามารถใช้เป็นวัสดุแทนดินในการปลูกไม้กระถาง วิทยา (2523.) กล่าวว่าก่อนนำขี้เลื่อยมาปลูกพืชควรมีการหมักให้ผุเสียก่อน เพราะขี้เลื่อยที่ใหม่เกินไปทำให้พืชขาดธาตุไนโตรเจนค่อนข้างมากและอาจมีสารที่เป็นพิษปลดปล่อยออกมาจากขี้เลื่อย National Academhy of Science (1771.) พบว่า เมื่อขี้เลื่อยผ่านขบวนหมักจะมีค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจนลดลงจาก 511:1 เป็น 208 :1 และจากการทดลองของ Donal(1970.) ซึ่งทำการปลูกมะเขือเทศในขี้เลื่อยใหม่ พบว่าหลังจากการปลูก 1 เดือนมะเขือเทศจะแสดงอาการขาดธาตุเหล็กและสังกะสีเกือบตลอดฤดูปลูก จากปัญหาดังกล่าวจึงมีความสนใจศึกษาการนำขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับขี้เลื่อยที่ผ่านการหมักมาใช้ประโยชน์ คือ ใช้เป็นวัสดุปลูกสำหรับไม้กระถาง เพราะถ้ามีการให้ธาตุอาหารที่เหมาะสมและเพียงพอกับพืชปลูกแล้ว ขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการเลือกใช้วัสดุปลูกไม้กระถางและตอบสนองความต้องการวัสดุปลูกของตลาดไม้กระถาง อีกทั้งยังเป็นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดและลดปัญหาการกำจัดวัสดุเหลือใช้จากฟาร์มเห็ดด้วย

## 1.2 แนวคิดในการศึกษา

ในการเพาะเห็ดเพื่อการค้า เกษตรกรนำขี้เลื่อยซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้เป็นวัสดุหลักในการผลิตถุงเชื้อเห็ด เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วถุงเห็ดเหล่านี้จะถูกนำไปทิ้งบริเวณใกล้เคียง เนื่องจากถุงเห็ดดังกล่าวย่อยสลายตามธรรมชาติได้ยาก เป็นสาเหตุให้เกิดแหล่งเพาะพันธุ์โรคและแมลงส่งผลเสียหายต่อคุณภาพและปริมาณเห็ด จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ขี้เลื่อยเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัสดุปลูก คือ มีความสามารถในการอุ้มน้ำดีและมีน้ำหนักเบา การนำขี้เลื่อยจากการเพาะเห็ดไปใช้เป็นวัสดุปลูกจึงเป็นวิธีกำจัดวัสดุเหลือใช้จากการเพาะเห็ดและเป็นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

Copyright by Mahidol University

## 1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาความเหมาะสมของการใช้ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดเป็นวัสดุปลูกไม้กระถางเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกผสมที่นิยมใช้ในท้องตลาด

1.3.2 ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดเป็นวัสดุปลูกผสมสำหรับไม้กระถาง

## 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 การศึกษาความเหมาะสมของขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด ในการใช้เป็นวัสดุปลูกไม้กระถางเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกผสมที่นิยมในท้องตลาด ในการศึกษาใช้ขี้เลื่อยเหลือทิ้งที่นำออกจากโรงเรือนโดยตรงและที่ผ่านขบวนการหมักแล้วซึ่งเก็บรวบรวมจากฟาร์มเพาะเห็ดในสกุลเห็ดนางรม (*Pleurotus sp.*) ใน อ.สามพราน จ.นครปฐม ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2539 โดยศึกษา

1.4.1.1 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีในการเป็นวัสดุปลูก ทำการศึกษาทดลองหาความหนาแน่นรวม ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ ระดับความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณเกลือที่ละลายได้ และปริมาณธาตุอาหารหลัก เปรียบเทียบกับสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสมหรือเป็นที่ยอมรับของวัสดุปลูกซึ่งได้จากการค้นคว้า

1.4.1.2.การเจริญเติบโตของพืชทดลอง ทำการศึกษาทดลองที่แปลงทดลอง 2 คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใช้ประทัดฟิลิปปินส์(*Hamelia patens*) ที่ได้จากการปักชำอายุ 15 วันเป็นพืชทดลอง ศึกษาหาน้ำหนักรวมสด น้ำหนักรวมแห้ง น้ำหนักของส่วนเหนือดินและน้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือนหลังการย้ายปลูกในวัสดุปลูกขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก โดยเก็บน้ำหนักของพืชทดลองก่อนการปลูกเป็นค่าเริ่มต้นเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกผสมที่นิยมใช้ในท้องตลาด โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราสดเป็นวัสดุควบคุม ศึกษาหาปริมาณการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมกับแต่ละวัสดุปลูกด้วยการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 ppm-N , 50 ppm-N , 150 ppm-N , 250 ppm-N , 350 ppm-N, 450 ppm-N และ 550 ppm-N โดยให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และธาตุอาหารเสริมจุลธาตุ ปริมาณเท่ากัน

Copyright by Mahidol University

## 1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

| | |
|---|---|
| ขี้เลื่อยสด | ขี้เลื่อยไม้ยางพาราซึ่งเป็นวัสดุหลักในการทำก้อนเชื้อ เห็ดสำหรับการผลิตเห็ดในถุงพลาสติก |
| ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด | ขี้เลื่อยที่ได้จากก้อนเชื้อเห็ดหมดอายุ ซึ่งเก็บดอกจนหมดแล้วรวมถึงก้อนเชื้อเห็ดที่เสียหายระหว่างการพักถุงก้อนเชื้อและระหว่างนำไปเปิดดอก เนื่องจากเส้นใยไม่เดินเป็นราเขียวหรือถูกแมลงรบกวน |
| ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก | ขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดที่เกษตรกรย่อยเป็นชิ้นเล็ก ๆ ด้วยเครื่องสับแล้วกองรวมกันให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติเวลาประมาณ 4 เดือน |
| วัสดุปลูกผสม | วัสดุปลูกผสมที่บรรจุถุงขายในท้องตลาด มีดินเผา 1 ส่วน ทราย 1/4 ปุ๋ยอินทรีย์ 2 ส่วนและธาตุอาหารเป็นส่วนประกอบ |
| น้ำหนักรวมสด | น้ำหนักของพืชทดลองหลังการปลูก มีหน่วยเป็นกรัม |
| น้ำหนักรวมแห้ง | น้ำหนักของพืชทดลอง หลังการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีหน่วยเป็นกรัม |
| น้ำหนักส่วนเหนือดิน | น้ำหนักของพืชทดลองส่วนเหนือดิน ตั้งแต่ส่วนของลำต้นที่ไม่มีรากจนถึงปลายยอด มีหน่วยเป็นกรัม |
| น้ำหนักราก | น้ำหนักของพืชทดลองส่วนใต้ดิน ตั้งแต่ส่วนของพืชที่มีรากลงไป มีหน่วยเป็นกรัม |
| ความหนาแน่นรวม | น้ำหนักต่อปริมาตรของวัสดุปลูก มีหน่วยเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร |
| ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ | เปอร์เซนต์ของน้ำในวัสดุปลูกที่พืชสามารถดูดนำไปใช้ได้ มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์ต่อปริมาตร |
| ปริมาณเกลือที่ละลายได้ | ค่าที่แสดงความเค็มของวัสดุปลูก ซึ่งวัดได้จากค่าการนำไฟฟ้า มีหน่วยเป็นเดซิซีเมนต่อเมตร |

Copyright by Mahidol University

| | |
|---|---|
| ธาตุอาหารหลัก | ธาตุอาหารที่พืชต้องการมากเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตตลอดวงจรชีวิต หากขาดธาตุใดธาตุหนึ่งพืชจะแสดงอาการขาดอย่างเห็นได้ชัดและตายในที่สุด ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม มีหน่วยเป็นเปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก |

Copyright by Mahidol University

# บทที่ 2

# ทบทวนวรรณกรรม

การผลิตไม้ดอกไม้ประดับเพื่อการค้านั้น นับวันจะมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศมากขึ้น ในเมืองไทยเรานั้นตลาดการค้าไม้ดอกไม้ประดับนับวันจะขยายกว้างออก ให้มีปริมาณมากพอกับความต้องการของคนไทย จึงเชื่อได้ว่าอนาคตของการปลูกไม้ดอกไม้ประดับในเมืองไทยนั้นจะก้าวไปสู่วิถีการผลิต เช่น การผลิตในทางเกษตรกรรมสาขาอื่นได้เหมือนกัน(ปิฏฐะ,2530.) ไม้ดอกไม้ประดับจำแนกตามประโยชน์ใช้สอยได้หลายชนิด เช่น ไม้ตัดดอก ไม้กระถาง ไม้ประดับแปลง ไม้ที่ปลูกในกระถาง หรือกระเช้าเพื่อใช้แขวนประดับ ไม้สำหรับปลูกตามซอกหินหรือสวนหิน ไม้ที่ปลูกตามขอบแปลง ไม้ที่ปลูกในที่ร่มรื่นรำไรและไม้คลุมดิน (สมเพียร,2528.) ในลักษณะพื้นที่คับแคบจำกัดมากขึ้นโดยเฉพาะในเมืองที่พื้นที่มีราคาแพง การปลูกไม้กระถางจะช่วยได้มากในการนำไม้ดอกไม้ประดับมาปลูกตกแต่ง

## 2.1 คุณค่าหรือประโยชน์ของไม้กระถาง

ความนิยมในการปลูกพืชในภาชนะหรือในกระถาง สาเหตุหนึ่งก็คือการเคลื่อนย้ายได้ง่ายมีน้ำหนักเบาและกระทบกระเทือนต่อระบบรากน้อย นอกจากนี้ปริมาณของวัสดุปลูกในภาชนะขนาดเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ทำให้การควบคุมการให้น้ำให้ปุ๋ยเป็นไปในลักษณะเดียวกัน(วิทยา,2523.) ปิฏฐะ(2530.) กล่าวถึงคุณค่าหรือประโยชน์ของไม้กระถาง ไว้ดังนี้

1. ไม้กระถางเป็นการปลูกพันธุ์ไม้ลงในภาชนะจำกัดจึงไม่ทำให้เปลืองพื้นที่สามารถตั้งหรือแขวนในที่จำกัดที่ใดก็ได้ หากมีที่กว้างก็ใช้ไม้กระถางหลาย ๆ ชนิดหลาย ๆ อย่าง หลาย ๆ กระถางจัดประดับรวมกันเป็นสวนไม้กระถางก็ได้ ไม้กระถางจึงเป็นการปลูกพันธุ์ไม้ที่ไม่สิ้นเปลืองพื้นที่

2. การดูแลบำรุงรักษาไม้กระถางสิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายน้อย เช่น น้ำและปุ๋ยที่ใช้รดไม้กระถางก็น้อยกว่าการรดน้ำให้ปุ๋ยต้นไม้อื่น ๆ วัชพืชก็น้อยกว่าโรคแมลงก็มีน้อยกว่า

3. ไม้กระถางให้ความสะดวกในเรื่องการขนส่งโยกย้าย การเปลี่ยนที่หรือย้ายที่เพื่อการใช้ประดับตกแต่งก็ทำได้สะดวกหรือแม้แต่จะย้ายลงปลูกในดินก็ทำได้ง่ายไม่ทำให้ต้นไม้เหี่ยวเฉาบอบช้ำเหมือนขุดต้นไม้จากแห่งหนึ่งมาปลูกอีกแห่งหนึ่ง

Copyright by Mahidol University

4. ไม้กระถางไม่เสี่ยงในการสูญหายหรือตายเพราะโรคหรือศัตรูใด ๆ ก็ตาม เนื่องจากแต่ละกระถางหรือแต่ละภาชนะอยู่แยกจากกันโดยเด็ดขาด หากเกิดโรคพืชขึ้นในดินที่ปลูกก็ไม่ติดต่อมายังอีกกระถางหนึ่ง หากมีอาการผิดปกติอย่างหนึ่งอย่างใดก็แก้ไขได้ง่าย เช่น ถูกแดดใบไหม้ก็ยกเข้าร่มได้ หรืออ่อนแอเพราะร่มเกินไปก็ยกมาให้ถูกแสงแดดเพิ่มมากขึ้นก็ได้

5. ไม้กระถางให้ประโยชน์และคุณค่าในการใช้ประดับตกแต่งได้กว้างขวางมาก สามารถใช้ประดับได้เกือบทุกสถานที่ทั้งกลางแจ้งและในร่ม

6. ไม้กระถางสะดวกในการซื้อหาและจำหน่าย สถานที่จำหน่ายพันธุ์ไม้ทุกแห่งจึงมีไม้กระถางเป็นส่วนใหญ่ การควบคุมดูแลในการจัดจำหน่ายเป็นไปโดยง่ายไม่มีปัญหามากมาย เช่น การจัดจำหน่ายพันธุ์ไม้อื่น

7. ไม้กระถางให้ความสะดวกในการเพิ่มจำนวนหรือขยายพันธุ์ โดยเฉพาะในการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เมล็ด คือ แยกหน่อ ตอนกิ่ง ตัดกิ่งปักชำ ติดตา ต่อกิ่ง เทียบกิ่ง

8. ไม้กระถางสามารถทำให้พันธุ์ไม้ในกระถางนั้นผิดลักษณะรูปร่าง ในทางที่เพิ่มความงดงามมากขึ้นจากเดิม

## 2.2 ความหมายของไม้กระถาง

มีผู้ให้ความหมายของไม้กระถางต่างกันคือ

สุชาติ(2518.) กล่าวว่า ไม้กระถาง (Potted plants) หมายถึงพันธุ์ไม้ดอกก็ได้ พันธุ์ไม้ใบก็ได้ หรือพันธุ์ไม้ผลก็ได้ ที่มีสัดส่วนรูปร่าง ลักษณะของต้นดอกใบงดงามน่าชมเมื่ออยู่ในกระถาง

ปีฏฐะ(2530.)ให้ความหมายของไม้กระถางไว้ว่า พันธุ์ไม้บางชนิดที่นำมาปลูกลงในกระถางหรือภาชนะอย่างหนึ่งอย่างใด เพื่อให้เกิดความสวยงามน่าดูใช้เป็นสิ่งประดับตกแต่งความงาม

พรรณี (2533.) กล่าวว่าไม้ดอกกระถาง หมายถึง การปลูกไม้ดอกในกระถางเป็นการจำกัดขอบเขตการทำมาหากินของรากให้อยู่ในกระถางเท่านั้น

จะเห็นว่าพืชที่ใช้ปลูกเป็นไม้กระถางเป็นพืชที่มีความสวยงามน่ามอง แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงก็คือ วัสดุปลูกสำหรับไม้กระถาง ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการเจริญเติบโตของพืชที่ถูกจำกัดขอบเขตการหาอาหารของรากอยู่ในภาชนะหรือกระถาง Spomer (1980.) กล่าวว่า เมื่อปลูกพืชในภาชนะรากพืชจะถูกจำกัดขอบเขตอยู่เฉพาะภายในภาชนะเท่านั้นและถูกจำกัดปริมาตรของวัสดุปลูกอีกด้วย

Copyright by Mahidol University

## 2.3 ความหมายและชนิดของวัสดุปลูก

### 2.3.1 ความหมายของวัสดุปลูก

คำว่า วัสดุปลูก ตรงกับในภาษาอังกฤษว่า Growing Media หรือมักจะเรียกสั้น ๆ ว่า Media นั้น หมายถึง วัสดุใดที่เลือกมาสำหรับปลูกพืชและทำให้ต้นพืชนั้นเจริญเติบโตได้เป็นปกติ วัสดุดังกล่าวนี้อาจเป็นอินทรีย์วัตถุหรืออนินทรีย์วัตถุอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างผสมกัน เช่น ดิน ทราย ทรายกรวด น้ำ ขี้เลื่อยหรือผลิตผลเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม (วิทยา,2534.)

### 2.3.2 ชนิดของวัสดุปลูก

Bunt (1976.) รายงานว่าวัสดุปลูกมี 2 ชนิดคือ

2.3.2.1 Loam-base (soil-base) media เป็นวัสดุปลูกที่ยังมีดินเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยยังนิยมใช้โดยเฉพาะการปลูกไม้ตัดดอกในโรงเรือน ดินที่ผสมในวัสดุปลูกมักจะมีธาตุอาหารพืชพอเพียง รวมถึงความจุในการอุ้มน้ำพอเหมาะ ตัวอย่างวัสดุปลูกผสมที่มีดินเป็นองค์ประกอบที่รู้จักกันแพร่หลาย ได้แก่ วัสดุปลูกจอห์นอินเนส

2.3.2.2 Loam-less(soil-less)media วัสดุปลูกชนิดนี้จะไม่มีดินเป็นองค์ประกอบหรือถ้ามีก็เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ปัจจุบันเป็นที่นิยมกันแพร่หลายในต่างประเทศทดแทนการใช้ Soil-base media เพราะปัญหาสมบัติทางกายภาพทั้งทางด้านเนื้อดินและโครงสร้างของดินไม่เหมาะสมและสม่ำเสมอ การปฏิบัติต่อพืชจึงยุ่งยาก สำหรับวัสดุปลูกที่ไม่มีดินเป็นองค์ประกอบนี้ มนตรี (2531.) ได้จัดแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. วัสดุปลูกเป็นอนินทรีย์สาร ได้แก่ อนุภาคที่เป็นเม็ด เช่น กรวด ทราย วัตถุสังเคราะห์ โฟม หรือเส้นใย เป็นต้น
2. วัสดุปลูกอินทรีย์สาร เช่น ขี้เลื่อย แกลบ เปลือกไม้ ขุยมะพร้าว เป็นต้น
3. วัสดุปลูกผสมอนินทรีย์สารและอินทรีย์สาร เช่น ทรายผสมแกลบ ทรายผสมขุยมะพร้าว ขุยมะพร้าวผสมแกลบผสมทราย เป็นต้น สมเพียร (2528.) ได้กล่าวถึงข้อดีของวัสดุปลูกที่ปราศจากดินไว้ว่า

1. มีความสม่ำเสมอในเรื่องคุณภาพดีกว่าแม้จะใช้ในปริมาณมาก
2. ไม่จำเป็นต้องอบด้วยไอน้ำ เพราะไม่มีเมล็ดวัชพืชติดมาด้วย
3. ค่าแรงงานในการผสมถูกกว่า
4. เบา ขนย้ายได้สะดวก

Copyright by Mahidol University

5. เนื่องจากมีธาตุอาหารน้อยมาก จึงสามารถเสริมธาตุอาหารต่าง ๆ ลงไปได้สะดวก

## 2.4 สมบัติของวัสดุปลูกที่เหมาะสม

วัสดุปลูกในภาชนะของพืช โดยเฉพาะไม้ดอกไม้ประดับมีมากมายหลายชนิดที่ให้การเจริญเติบโต โดยคำนึงถึงลักษณะที่สำคัญต่าง ๆ ของวัสดุที่เหมาะสม ได้แก่ ขนาดอนุภาค (particle size) ช่องว่างอากาศ (air space) ความจุในการดูดยึดน้ำไว้ได้ (water holding capacity) อัตราการซาบซึมน้ำ (water infiltration rate) ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity)ปราศจากสารพิษและศัตรูพืช มีความสม่ำเสมอ หาได้ง่ายและราคาถูก (Richards และคณะ, 1964., DeBoodt และ Verdonck,1972.) Self (1976.) กล่าวว่า วัสดุที่นำมาประกอบเป็นเครื่องปลูกต้องมีความแข็ง คงทนอยู่นาน วัสดุที่สลายตัวได้ง่ายไม่ควรนำมาใช้ เพราะเครื่องปลูกจะสูญเสียโครงสร้างที่เหมาะสมขนาดของวัสดุจะลดลงส่งผลถึงการอัดแน่น ขาดการระบายอากาศในเครื่องปลูกได้

### 2.4.1 สมบัติทางกายภาพของวัสดุปลูก

2.4.1.1 ความจุอากาศและการระบายน้ำของวัสดุปลูก (air capacity and drainage) รากพืชจะเจริญได้ดีที่สุดเมื่อมีการระบายอากาศดี มีระดับความชื้นและธาตุอาหารพอเพียง การ กระจายขนาดของช่องว่าง มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำในวัสดุปลูกที่ถูกดูดยึดไว้ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าส่วนมากของช่องมีขนาดเล็กจะเกิดการขังน้ำได้ (Brown และ Pokorny,1975.) Criley และWatanabe (1974.) รายงานว่าสัดส่วนของช่องอากาศที่เหมาะสมคือ 25 เปอร์เซนต์ ถ้าหากช่องว่างอากาศมากกว่า 35 เปอร์เซนต์ ปริมาณน้ำในวัสดุปลูกจะลดลงจนพืชอาจขาดน้ำได้ง่าย แก้ไขโดยผสมกับวัสดุอนินทรีย์ เช่น ทรายหยาบ เพอร์ไรท์ เป็นต้น Spomer (1974.) กล่าวว่า การระบายอากาศและการเก็บกักความชื้น การระบายอากาศเป็นสมบัติทางกายภาพสำคัญของวัสดุปลูกในภาชนะ ทั้งนี้เพราะว่าผนังด้านข้างและด้านล่างของภาชนะจะจำกัดการระบายน้ำ ลักษณะของวัสดุปลูกสำหรับปลูกพืชในภาชนะที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ควรจะมีการระบายอากาศได้ดีกว่าดินในสภาพไร่นา (field soil) มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดสภาพน้ำขัง (water logging) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนต่าง ๆของภาชนะ

2.4.1.2 ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ (available water capacity) นอกจากการระบายน้ำแล้ว สมบัติทางกายภาพที่สำคัญของเครื่องปลูกอีกอย่างหนึ่ง คือ ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์(Boggie, 1970.) เนื่องจากพืชที่ปลูกในภาชนะระบบรากจะถูกจำกัดเฉพาะภายในเครื่องปลูกในภาชนะเท่านั้น

Copyright by Mahidol University

ดังนั้น ถ้าเครื่องปลูกไม่มีความจุในการอุ้มน้ำทำให้พืชขาดน้ำจะแสดงอาการเหี่ยวให้เห็น ความจุในการดูดยึดน้ำของวัสดุปลูกมีความสำคัญในการเตรียมวัสดุปลูกเพื่อจะมีน้ำเพียงพอต่อพืชในการเจริญเติบโต การเพิ่มความจุในการดูดยึดน้ำของวัสดุปลูกจะต้องไม่ไปลดการระบายอากาศของวัสดุปลูกที่เหมาะสมอยู่แล้ว Polizottoและคณะ (1975.) รายงานว่า ความจุความชื้นของวัสดุปลูกที่เหมาะสมว่าควรอยู่ในช่วง 30-60 เปอร์เซนต์ โดยปริมาตร หรือ 183 ลิตรต่อลูกบาศก์เมตรนอกจากนี้ De.Bood และ Verdonok (1972.) รายงานค่าความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ที่เหมาะสมของวัสดุปลูกที่ปราศจากดินเท่ากับ 20-30 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร Beardsell และคณะ (1979.)แนะนำว่าวัสดุปลูกในภาชนะควรจะมีความจุในการดูดยึดน้ำไว้ได้มากกว่าดินในสภาพไร่นา เนื่องจากวัสดุปลูกมีปริมาตรจำกัดนั่นเอง

2.4.1.3 ความหนาแน่นรวม ( bulk density ) หมายถึงสัดส่วนระหว่างน้ำหนักของวัสดุปลูกกับปริมาตรทั้งหมดของวัสดุปลูกที่ใช้ตรวจสอบ ความหนาแน่นรวมเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญซึ่งจะมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ โดยจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความพรุนของวัสดุปลูก Swartz และ Kardes (1963.) ได้กล่าวว่า เมื่อความหนาแน่นรวมมีค่าสูงจะลดการถ่ายเทอากาศของวัสดุปลูก ลดอัตราการซาบซึมน้ำ ต้านทานการไชชอนของพืชรวมทั้งก่อให้เกิดปัญหาเรื่องโรคและการสะสมเกลือที่ผิวหน้าของวัสดุปลูก

ความหนาแน่นของวัสดุปลูกเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้พืชยืนต้นอยู่ได้ ในสภาพดินไร่ทั่วไป ความหนาแน่นของดินอยู่ระหว่าง 1.0-1.6 กรัม/(ซม.)$^3$ ในขณะแห้ง ซึ่งต่างจากวัสดุปลูกที่อยู่ในภาชนะซึ่งช่วงที่ยอมรับกันอยู่ระหว่าง 0.64-1.2 กรัม/ลบ.ซม. หลังการรดน้ำเล็กน้อยวัสดุปลูกที่มีความหนาแน่นต่ำกว่าช่วงดังกล่าว เมื่อนำไปปลูกต้นพืชจะล้ม แต่ถ้าวัสดุปลูกมีความหนาแน่นสูงวัสดุเครื่องปลูกนั้นจะหนักเกินไป ไม่สะดวกในการขนส่ง (วิทยา,2523) Criley และWatanabe (1974.) ได้เสนอรายงานความหนาแน่นของวัสดุปลูกที่เหมาะสมควรมีค่าเท่ากับ 0.15-0.5 กรัมต่อ ลบ.ซม.

### 2.4.2 สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

2.4.2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่มีผลทางอ้อมในด้านความสามารถละลายได้ของธาตุอาหารต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์หรือเป็นพิษต่อพืชที่ปลูกและควบคุมกิจกรรมของจุลินทรีย์ของพืชในดิน พืชที่ปลูกในภาชนะส่วนใหญ่ จะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างระหว่าง 5.5-6.5 Self (1976.) รายงานว่าพืชสามารถทนสภาพความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกที่สูงหรือต่ำกว่าจุดที่เหมาะสมได้ ถ้าหากระดับแคลเซี่ยมและธาตุอาหารอื่น ๆ พอเพียง แต่ถ้าหากสภาพความเป็นกรด-ด่างของวัสดุปลูกสูงหรือต่ำผิดปกติอลูมินั่มและแมงกานีสจะละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช ถ้ามีการให้ในปริมาณสูง

Copyright by Mahidol University

วิธีที่นิยมใช้วัด pH ของดินมีอยู่ 3 วิธี แต่ละวิธีให้ค่า pH แตกต่างกัน วิธีแรกซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันมากที่สุดคือ วัด pH โดยผสมดินแห้งจำนวนหนึ่งกับน้ำแล้วปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาทีหลังจากนั้นคน แล้ววัด pH ของสารแขวนลอย (suspension) ดินนั้น โดยวิธีนี้ pH ของดินส่วนใหญ่จะอยู่ระหว่าง 4.0-8.5 แต่ก็เคยมีรายงานว่ามี pH ของดินต่ำถึงขนาด 1.2 และสูงถึงขนาด 10.7 วิธีที่สองคล้ายกับวิธีแรกยกเว้นแต่ว่าใช้ 0.01 M $CaCl_2$ แทนน้ำ วิธีนี้ให้ค่า pH ต่ำกว่าวิธีแรกวิธีที่สามก็คล้ายกับวิธีแรกเช่นกันแต่ใช้ 1 N KCl แทนน้ำ วิธีนี้ให้ค่าpH ต่ำกว่าวิธีที่หนึ่งและวิธีที่สอง วิธีหลังนี้ใช้กันมากในยุโรป โดยมีการใช้ค่าที่วัดได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินความต้องการปูนอยู่อยู่บ้าง ค่าpH ที่วัดได้ไม่นับกันว่าเป็นค่า pH ที่แท้จริงของดิน (อำนาจ, 2525.),(ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2527.)

2.4.2.2 ปริมาณเกลือที่ละลายได้ เป็นการบอกความเค็มของดิน ในห้องปฏิบัติการทำได้โดยการวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในดินขณะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำพอดี ค่านี้จะวัดโดยใช้ Conductivity Measuring Bridge ซึ่งค่าที่อ่านออกมาจะมีหน่วยเป็น เดซิซีเมนต่อเมตร และค่านี้จะเป็นดัชนีของความเค็มที่บอกได้ว่าพืชจะเจริญเติบโตเป็นปกติหรือไม่ ค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำกว่า 2 เดซิซีเมนต่อเมตร พืชทุกชนิดจะเจริญเติบโต ถ้าดินมีค่าการนำไฟฟ้ามากกว่า 8 เดซิซีเมนต่อเมตร เฉพาะพืชทนเค็มเท่านั้นที่จะเจริญเติบโตได้ (แสดงในตารางที่ ก-2)

### 2.4.3 ธาตุอาหารของวัสดุปลูก

ธาตุอาหารเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งสำหรับการเจริญเติบโตของพืชและจำเป็นต้องมีปริมาณเพียงพอและสมดุลย์ (อำนาจ,2530.) Fostein(1965.) ได้เสนอการหลักการพิจรณาว่าธาตุใดเป็นธาตุอาหาร ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช (essential elements) ไว้ดังนี้

1. ถ้าพืชได้รับธาตุนั้นเป็นปริมาณที่ไม่พอเพียง หรือกล่าวว่าพืชขาดธาตุนั้น จะมีผลทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นปกติหรือดำรงชีวิตอยู่ได้จนไม่ครบวงจรชีวิตคือไม่สามารถเจริญถึงระยะการออกดอกและให้ผล

2. ถ้าพืชได้รับธาตุนั้นเป็นปริมาณที่ไม่พอเพียง พืชจะแสดงอาการผิดปกติออกมาให้เป็นและเป็นลักษณะอาการโดยเฉพาะของการขาดธาตุแต่ละชนิด ลักษณะอาการผิดปกติของพืชสามารถที่จะป้องกันหรือแก้ไขได้เมื่อไม่รุนแรง โดยการเพิ่มธาตุอาหารนั้นเพียงอย่างเดียวให้แก่พืช

3. พืชนำธาตุนั้นไปใช้ในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตผลิตดอกออกผลอย่างแท้จริง

Copyright by Mahidol University

ปัจจุบันพบว่ามีอยู่ 16 ธาตุ คือ คาร์บอน(C) ไฮโดรเจน(H) ออกซิเจน(O) ไนโตรเจน(N) ฟอสฟอรัส(P) โปแตสเซียม(K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) กำมะถัน (S) เหล็ก(Fe) แมงกานีส(Mn) สังกะสี(Zn) ทองแดง(Cu) โบรอน(B) โมลิบดีนัม(Mo) และคลอรีน(Cl)

ธาตุ C H และ O ที่เป็นองค์ประกอบประมาณเกือบ 95% ของน้ำหนักแห้งของพืชนั้น พืชได้รับมาจากอากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$)และน้ำ ($H_2O$) ซึ่งในสภาพปกติของธรรมชาติโดยทั่วไปพืชจะได้รับธาตุทั้ง 3 ชนิดเป็นปริมาณเพียงพอสำหรับการดำรงชีวิตอยู่แล้ว(เกษม ศรี,2536.) แร่ธาตุอีก 13 ชนิดได้มาจากดิน ยกเว้นพืชตะกูลถั่วที่ได้ไนโตรเจนจากอากาศผ่านแบคทีเรียในปมราก แบ่งธาตุเหล่านี้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ (สมเจตน์,2530.) และ (สมชาย,2531.) คือ

2.4.3.1 มหธาตุ(macronutrient element)เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมาก สำหรับการเจริญเติบโตประกอบด้วยธาตุ 6 ธาตุ คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน โดยทั่วไปพืชต้องการ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม เป็นปริมาณมากกว่า จึงเรียกว่า ธาตุอาหารหลัก (primary element) ส่วนธาตุอาหารรอง (secondary element) เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการน้อยกว่า 3 ธาตุ ธาตุอาหารนี้คือ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน

2.4.3.2 จุลธาตุ (micronutrient element , trace element) หรือธาตุอาหารเสริม เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย แต่จะขาดธาตุใดธาตุหนึ่งไม่ได้ประกอบด้วย 7 ธาตุคือ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน โมลิปดินัม และคลอรีน

ถ้าพืชได้รับธาตุอาหารมากเกินไปก็อาจแสดงอาการเป็นพิษต่อพืชโดยตรง (Toxicity) หรือโดยอ้อมทำให้เกิดปฏิกิริยาขัดขวางและต่อต้าน (antagonism)กับธาตุอาหารอื่น ๆ เช่น การดูดธาตุอาหาร และสำหรับพืชที่ได้รับปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอ ก็จะแสดงอาการผิดปกติของการขาดธาตุอาหาร (nutrient difficiency symptons)ซึ่งเกิดได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต และอาจแสดงที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชก็ได้แต่ที่สามารถเห็นเด่นชัด คือ ใบแก่หรือบริเวณยอดอ่อน ทำให้ลักษณะหรือสีเปลี่ยนไปจากเดิม(ดังแสดงในตารางที่ก-1)ลักษณะการแสดงอาการขาดธาตุอาหารแต่ละชนิดจะแสดงให้เป็นตรงบริเวณส่วนใดนั้นขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายของธาตุอาหารนั้นในพืชคือ

1. ธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ภายในพืช (mobile elements) กลุ่มของธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในส่วน ที่มีอายุมากของพืช เช่น ใบแก่สามารถเคลื่อนย้ายไปยังส่วนที่มีอายุน้อยกว่า เช่น บริเวณยอดหรือใบอ่อน ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แมกนีเซียม และโมลิบดีนัม เมื่อพืชขาดหรือได้รับธาตุอาหารต่าง ๆ นี้ไม่เพียงพอมักจะแสดงอาการผิดปกติให้เห็นที่ใบแก่ก่อน ทั้งนี้เพราะใบอ่อนหรือบริเวณยอด ซึ่งกำลังมีการเจริญเติบโตจะมีความต้องการธาตุอาหารต่าง ๆ เมื่อดินให้ธาตุอาหารดังกล่าวแก่พืชไม่พอเพียงต่อความต้องการ ธาตุอาหารที่พืชสะสมอยู่ที่ใบแก่ก็จะเกิดการเคลื่อนย้ายไปยังใบอ่อนหรือบริเวณยอดเพื่อให้พืชได้ใช้ต่อไป ใบจึงแสดงอาการผิดปกติออกมา และ

Copyright by Mahidol University

เมื่ออาการขาดรุนแรงมากขึ้น อาการผิดปกติดังกล่าวก็จะค่อย ๆ ลุกลามขึ้นไปยังใบที่อยู่ส่วนบนของลำต้น

2. ธาตุที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ภายในพืช (immobile elements) คือกลุ่มของธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในส่วนที่มีอายุมากของพืชไม่สามารถเคลื่อนย้ายไปยังส่วนที่มีอายุน้อยกว่าได้แก่ แคลเซียม กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โบรอน และคลอรีน เมื่อพืชขาดธาตุเหล่านี้จะแสดงอาการผิดปกติให้เห็นที่ใบอ่อนหรือบริเวณส่วนยอด

## 2.5 ประเภทของปุ๋ยอนินทรีย์

ปุ๋ยอนินทรีย์หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์นั้น สามารถแบ่งออกได้ตามองค์ประกอบของธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในปุ๋ยนั้น ๆ ได้ดังนี้คือ

2.5.1ปุ๋ยไนโตรเจน หมายถึง ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบและอยู่ในรูปต่าง ๆ คือ แอมโมเนียม ($NH^+_4$), ไนเตรท ($NO^-_3$), ที่นิยมใช้ทั่ว ๆ ไป ได้แก่

2.5.1.1 ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต มีสูตรทางเคมี คือ $(NH_4)_2SO_4$ ซึ่งประกอบด้วยธาตุไนโตรเจนประมาณ 20.6% และธาตุกำมะถัน 23.7 % นิยมใช้ในนาข้าว เนื่องจากไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียม ($NH^+_4$) เมื่อใส่ลงไปในดินจะทำให้ดูดซับอยู่ที่ผิวของคอลลอยด์ดิน ทำให้ลดการสูญเสียธาตุไนโตรเจนไปจากดินได้เป็นอย่างดี

2.5.1.2 ปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์ มีสูตรทางเคมี $NH_4Cl$ ซึ่งประกอบด้วยธาตุไนโตรเจน 25% และคลอรีน 66% ละลายน้ำได้น้อยกว่ายูเรียจึงไม่เหมาะที่จะทำปุ๋ยน้ำ ปุ๋ยชนิดนี้มีข้อจำกัดในการใช้กับพืชบางชนิด เช่น ยาสูบ มันฝรั่ง สับปะรด เพราะในส่วนประกอบของปุ๋ยมีธาตุคลอรีนทำให้คุณภาพของ ยาสูบ มันฝรั่ง และสับปะรด ไม่ดีเท่าที่ควร เช่น ยาสูบมีคุณภาพในการติดไฟยากขึ้น

2.5.1.3 ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท มีสูตรทางเคมี $NH_4NO_3$ ซึ่งมีไนโตรเจนในรูปไนเตรทประมาณ 17% ทำให้มีพืชสามารถดูดไนเตรทไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ปุ๋ยแอมโมเนียม ไนเตรทยังมีข้อเสีย คือ เป็นวัตถุไวไฟ และดูดความชื้นได้ง่าย ทำให้การเก็บรักษายุ่งยาก

2.5.1.4 ปุ๋ยยูเรีย มีสูตรทางเคมี $CO(NH_2)_2$ มีธาตุไนโตรเจน 46% ละลายน้ำได้ง่าย นิยมใช้เป็นปุ๋ยน้ำหรือปุ๋ยให้ทางใบ

2.5.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส หมายถึง ปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำหรับดินในประเทศไทยมักจะมีปัญหาขาดธาตุฟอสฟอรัส โดยเฉพาะดินกรดจัดและดินด่าง ดังนั้นการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการผลิตพืช ปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ผลิตใช้เพื่อการเกษตรในปัจจุบันได้แก่

Copyright by Mahidol University

2.5.2.1 หินฟอสเฟต มีสูตรทางเคมีทั่ว ๆ ไป คือ $3Ca_3(PO_4)_2CaF_2$ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีธาตุอาหารพืชหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ฟลูโอไรด์ คลอรีนฯลฯ ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยฟอสฟอรัสแทบทุกชนิด นอกจากนี้ยังสามารถนำหินฟอสเฟตมาช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของดินกรดจัดให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช

2.5.2.2 ซุปเปอร์ฟอสเฟต ผลิตโดยการผสมหินฟอสเฟตป่นกับกรดกำมะถันสารประกอบที่ได้คือยิบซั่ม ($CaSO_4$) 50% และโมโนแคลเซียมฟอสเฟต 25 % ถ้าหากใช้กรดฟอสฟอริคผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็นปุ๋ยดับเบิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (Double Super Phosphate) หรือปุ๋ยทริบเบิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต (Triple Super Phosphate) ซึ่งมีฟอสฟอรัส 42-48%

2.5.2.3 ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต (แอมโมฟอส) เป็นปุ๋ยผสมที่มีสูตร 16-20-0 ซึ่งก็คือปุ๋ยนาหรือปุ๋ยข้าวมีองค์ประกอบของธาตุไนโตรเจน 16% และธาตุฟอสฟอรัส 20%

2.5.3 ปุ๋ยโปแตสเซียม เป็นปุ๋ยที่ผลิตมาจากทรัพยากรธรรมชาติพวกสินแร่ต่าง ๆ เช่น ซิลไวท์(sylviite) คาร์นัลไลท์ (carnallile) ซัลวิไนท์ (sylvinite) ซึ่งแร่เหล่านี้ประกอบด้วย เกลือโปแตสเซียมที่แตกต่างกันปุ๋ยโปแตสเซียมจะให้แร่ธาตุอาหารซึ่งอยู่ในรูปของโปแตสเซียมออกไซด์ ($K_2O$) เมื่อถูกน้ำจะเป็นสารประกอบโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ปุ๋ยโปแตสเซียมผลิตขึ้นในรูปของเกลือชนิดต่าง ๆ เช่น

2.5.3.1 ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ มีสูตรทางเคมี KCl มีปริมาณของโปแตสเซียมเป็นองค์ประกอบในปุ๋ยประมาณ 60-62 % ละลายน้ำได้น้อยกว่าปุ๋ยโปแตสเซียมไนเตรท ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะทำปุ๋ยน้ำหรือปุ๋ยที่ให้ทางใบสำหรับพืชทั่ว ๆ ไป

2.5.3.2 ปุ๋ยโปแตสเซียมซัลเฟต มีสูตรทางเคมีคือ $K_2SO_4$ มีโปแตสเซียมเป็นองค์ประกอบ 50-53% และกำมะถัน 55% ละลายน้ำได้น้อยกว่าปุ๋ยโปแตสเซียมไนเตรทเช่นเดียวกัน ปุ๋ยชนิดนี้เหมาะสำหรับพืชพวก มันฝรั่ง ยาสูบ

2.5.3.3 ปุ๋ยโปแตสเซียมไนเตรท ซึ่งมีสูตรทางเคมี คือ $KNO_3$ประกอบด้วยธาตุโพแทสเซียม 44-46% และธาตุไนโตรเจน 13% นิยมใช้กับพืชพวกไม้ผล พืชผัก

การที่พืชจะให้ผลผลิตสูงสุดนั้น พืชจะต้องใช้ธาตุอาหารจากสารละลายในดินจำนวนมาก คือ เมื่อพืชดูดซึมธาตุอาหารพวกไอออนต่าง ๆจากสารละลายในดินไปแล้ว สารละลายในดินก็จะได้ธาตุอาหารชดเชยจากฮิวมัส โดยวิธีการ cation exchange และจากการสลายตัวอย่างช้า ๆ ของพวกแร่ต่าง ๆ และอินทรียวัตถุในดิน แต่ปกติแล้วอัตราการชดเชยของธาตุอาหารนั้นมักไม่เร็วพอกับที่พืชต้องการสำหรับการให้ผลผลิตสูงสุดได้ การใส่ปุ๋ยจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น (Donahue et al., 1971.) แต่การใส่ปุ๋ยที่มากเกินไปอาจทำให้พืชดูดธาตุอาหารนั้น ๆ เข้าไปมากเกินความต้องการได้ โดยธาตุอาหารส่วนเกินเหล่านั้นไม่ทำให้ผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้นเลยโดยเฉพาะธาตุอาหารพวกจุลธาตุ เช่น โบรอน ทองแดง และ แมงกานีส ก็อาจเป็นพิษกับพืชได้ (Hausenbuiller, 1978.) ในระยะแรกของการ

Copyright by Mahidol University

เจริญเติบโตของไม้ดอก การให้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเพียงพอเป็นสิ่งสำคัญมาก (Woodson และ Boodley, 1983.) เพราะถ้าขาดปุ๋ยไนโตรเจนแล้วจะมีผลทำให้น้ำหนักของพืชลดต่ำลงและยืดระยะเวลาการออกดอก (Hosoya และคณะ, 1978.)

การเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางเคมีของดินจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมในระยะยาวคือ ความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้น (Dukshoornและคณะ,1983.) pH ของดินลดลงโดยเฉพาะดินที่ระบายน้ำและอากาศได้ดี เนื่องจากกรดที่เกิดจากการ oxidation ของ $NH^+_4$ เป็น $NO^-_3$ ซึ่ง $NH^+_4$ 1 โมลจะให้ $H^+$2 โมล (Pierre, 1977.) Spencer และ Shive (1933.) พบว่าต้นอะคาเซียที่เกิดอาการซีดเหลืองเนื่องจากความเป็นด่างของดิน สามารถแก้ไขให้เป็นปกติได้โดยการเติมปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$ Sterrett และ Fretz (1977.) รายงานว่า pH ของวัสดุปลูกเมื่อใช้ปุ๋ย $(NH_4)_2SO_4$ จะต่ำกว่าเมื่อใช้ปุ๋ย $Ca(NO_3)_2$

Warem และ Mccollum (1975.) แนะนำว่าควรใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและโปแตสเซียมคลุกเคล้ากับดินปลูกก่อนเพราะธาตุทั้งสองชนิดเคลื่อนที่ในดินได้ช้าการใส่บนผิวดินจะทำให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยต่ำและในระหว่างปลูกก็ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเท่านั้น เมื่อใส่ปุ๋ยทริบเบิ้ลซุบเปอร์ฟอสเฟตฟอสเฟตลงในดินชื้น ปุ๋ยจะดูดความชื้นจากดินแล้วส่วนที่ละลายน้ำได้จะแพร่ออกจากเม็ดและทำ ปฏิกริยากับดินบริเวณรอบ ๆ เม็ดปุ๋ยทำให้มีสภาพเป็นกรดจัด pH ประมาณ 1 (Sample และ Soper, 1980.) เนื่องจากกรดฟอสฟอริกซึ่งเกิดจากปฏิกริยาระหว่างเม็ดปุ๋ยและน้ำ(Linsay และ Stephenson, 1959.) ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นจากการละลายของปุ๋ยทริบเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตแสดงได้ดังนี้ (Van Wazer, 1964.)

$$Ca(H2PO_4)_2.H_2O+H_2O\text{--------}>CaHPO_4.2H_2O+H_3PO_4$$

Boodley(1970.) ได้ทดลองปุ๋ย 4 ชนิด คือ $NH_4NO_3$, $(NH_4)_2SO_4$, $Ca(No_3)_2$ และ$NaNO_3$โดยใช้ความเข้มข้นสองระดับคือ 400 และ 800ppm-N ให้ปุ๋ยสัปดาห์ละครั้ง พบว่าความเข้มข้นของปุ๋ยN มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ทั้งปุ๋ย $NaNO_3$ และ $(NH_4)SO_4$ ที่ระดับความเข้มข้น 800ppm-N ทำให้พืชตายแต่สำหรับ $Ca(NO_3)_2$ ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันให้ผลที่น่าพอใจ ส่วน $NH_4NO_3$ที่ระดับความเข้มข้น 800ppm-N ทำให้พืชบางส่วนเกิดความเสียหาย สุชาดา(2525.)ทดลองหาผลตอบสนองของบานชื่นและแพรเซียงไฮ้ต่อการให้ปุ๋ยไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม ระดับต่าง ๆ ในวัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมทราย พบว่า บานชื่นเจริญเติบโตดีที่สุด (น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน) ที่อัตราส่วนผสม 6:4 โดยใช้ความเข้มข้นของแอมโมเนียม ไนเตรท 400ppm ทริ้บเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต 200ppm และโปแตสเซียมคลอไรด์ 50ppm ทุกสัปดาห์

พัชรีสาร (2534.) ได้ทดลองใช้วัสดุปลูกผสมที่มี ดินอยู่น้อย พบว่า อัตราที่เหมาะสมคือ ขุยมะพร้าว:ทราย:ดิน เท่ากับ 3:1:1 และเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของวัสดุปลูกจึงมีการเติม

Copyright by Mahidol University

ปุ๋ยเคมี (15:15:15) ซึ่งอัตราที่พบว่าเหมาะสมคือ 5 กรัมต่อกระถาง โดยคลุกวัสดุก่อนปลูก ในอัตรานี้จะมีเนื้อปุ๋ยไนโตรเจน 0.75 กรัมเท่ากับเนื้อปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม ส่วนสมพร(2537.) ศึกษาอัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมเพื่อการผลิตอัลคาลอยด์ของแพงพวยฝรั่งได้สูงสุด คือ ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 3,000 มิลลิกรัมN/กระถาง ปุ๋ยฟอสเฟต 286.5 มิลลิกรัมต่อกระถาง โดยการแบ่งใส่ครั้งแรกเมื่อแพงพวยฝรั่งอายุ 26 เดือน ครั้งที่ 2 หลังจากครั้งแรก 3 สัปดาห์ และครั้งต่อๆไปใส่ทุก 2 สัปดาห์

## 2.6 การเพาะปลูกเห็ดในประเทศไทย

ศิริกุล(2528.) กล่าวถึงเหตุจูงใจสำคัญที่ทำให้การเพาะเห็ดเป็นอาชีพที่สำคัญว่า เห็ดเป็นพืชที่ตลาดต้องการทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะเห็ดหูหนูและเห็ดเป๋าฮื้อ ซึ่งสามารถจำหน่ายได้ทั้งในรูปเห็ดสด เห็ดแห้ง และเห็ดกระป๋อง มีต้นทุนการผลิตไม่สูงมากนัก เพราะผลิตได้โดยใช้แรงงานเป็นส่วนใหญ่ ใช้วัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรม ซึ่งหาได้ง่ายและมีราคาถูก สามารถผลิตได้ตลอดทั้งปีและในทุกภาคของประเทศ

การเพาะเห็ดในประเทศไทย ในปัจจุบันอาจกล่าวได้ว่ามี 3 แบบคือ (ประไพศรี, 2538)

2.6.1 การเพาะเห็ดกลางแจ้ง (open field culture) เหมาะสำหรับการเพาะเห็ดฟาง ซึ่งแบ่งเป็นการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยกลางแจ้ง และการเพาะเห็ดฟางแบบสูงเป็นการเพาะแบบธรรมชาติ

2.6.2 การเพาะเห็ดในโรงเรือน (protected culture) เหมาะสำหรับการเพาะเห็ดฟาง อุตสาหกรรม การเพาะเห็ดแชมปิญอง เป็นวิธีเพาะเห็ดซึ่งใช้เทคโนโลยีสูงทุกขั้นตอนของการเจริญเติบโต เช่น การหมักฟางก่อนการอบฟางหมักเพื่อฆ่าเชื้อบางชนิด การรักษาอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน ฯลฯ

2.6.3 การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก (polyethylene bag culture) เป็นการเพาะเลี้ยงเห็ดโดยใช้ถุงพลาสติกบรรจุขี้เลื่อยหรือฟางหมัก หรือใช้วัสดุเหลือใช้จากผลผลิตทางเกษตรหรืออุตสาหกรรม เช่น ซังข้าวโพด ขุยมะพร้าว กากอ้อย ฯลฯ มาหมักและปรับธาตุอาหารให้เหมาะสมกับการเพาะเห็ดแต่ละชนิดแล้วใส่เชื้อเห็ดที่ต้องการเพาะลงไป

เห็ดที่นิยมเพาะในถุงพลาสติกส่วนมาก ได้แก่ เห็ดหูหนู เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางนวล เห็ดตีนแรด เห็ดหอม เห็ดกระด้าง เห็ดขอนขาว เห็ดยานาง เห็ดหลินจือ เป็นต้น ซึ่งสามารถเพาะขึ้นได้บนวัสดุหลายชนิดโดยเฉพาะขี้เลื่อย เนื่องจากในธรรมชาติเห็ดเหล่านี้ขึ้นบนไม้มาก่อน พิมพ์กานต์ (ไม่ระบุ) และ ศิริกุล (2528.)ได้ทำการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม พบว่า การเพาะเห็ดเพื่อการค้าในประเทศไทย นิยมเพาะเห็ดหูหนู เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า และเห็ดเป๋าฮื้อ ลงวัสดุ

Copyright by Mahidol University

หมักในถุงพลาสติกมากกว่าที่จะเพาะในไม้ ทั้งนี้เพราะผลผลิตที่ได้แน่นอน คุณภาพดีกว่าและวัสดุหมักที่ใช้นั้นสามารถหาได้ง่าย

ประพฤติ (2527.) กล่าวว่าขี้เลื่อยที่ได้จากการแปรรูปไม้ยางพารา เมื่อนำ ไปเพาะเห็ดจะได้เห็ดที่มีคุณภาพดีให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ขี้เลื่อยจากไม้อื่น เพราะไม้ยางพารามีปริมาณแป้งและน้ำตาลสูงกว่า นอกจากนี้ ดีพร้อม (2523.) พบว่า ขี้เลื่อยจากไม้เนื้อแข็ง เช่น ไม้ เบญจพรรณ เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดในถุงพลาสติกจะเป็นอาหารที่เลวของเห็ดทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ถ้าจะใช้ต้องทำการหมักเสียก่อนส่วนขี้เลื่อยจากไม้ยางพารานั้นสามารถนำมาใช้ได้โดยไม่ต้องหมัก

ศิริกุล (2528.) รายงานว่าขี้เลื่อยที่ดี คือขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อนที่ไม่มียางซึ่งเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ไม้มะม่วง ไม้มะกอก ไม้งิ้ว อาจนำขี้เลื่อยใหม่มาใช้ได้เลย แต่ได้ผลไม่ดีนักเนื่องจากอาหารที่จุลินทรย์ต้องการมีอยู่มากแต่น้ำตาลที่เห็ดนำไปใช้ได้ง่ายมีน้อย มีไนโตรเจนต่ำ ดังนั้นนำมาใช้เพาะเห็ดจะเห็นว่าใยเดินบาง ผลผลิตต่ำ ระยะให้ดอกนานทำให้เสียเวลามาก แต่ถ้านำมาหมักให้จุลินทรีย์ย่อยและเปลี่ยนสารอาหารต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปที่เห็ดนำไปใช้ได้และมีการเพิ่มอาหารเสริมลงไปจะทำให้การเพาะเห็ดได้ผลผลิตที่สูงขึ้น

กรมวิชาการเกษตร (2528.) ทำรายงานสรุปผลการสัมมนาทางวิชาการกลุ่มเห็ดเกี่ยวกับการศึกษาระยะเวลาการหมัก ขี้เลื่อยที่เหมาะสมต่อการใช้เพาะเห็ด *Pleurotus sp.*บางชนิด โดยใช้ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณทดลองหมักเป็นระยะเวลา 1-6 เดือน นำมาเพาะเห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า และเห็ดเป๋าฮื้อ แล้วเปรียบเทียบกับการเพาะโดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่า ขี้เลื่อยที่ยังไม่ได้หมักใช้เพาะเห็ดนางรมได้เพียงอย่างเดียวแต่เมื่อหมักไปได้ 2 เดือน ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณสามารถใช้เพาะเห็ดทั้ง 3 ชนิด ได้เป็นอย่างดี แต่เชื้อเห็ดที่เพาะในขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณมีอัตราการเจริญต่ำกว่าเชื้อเห็ดที่เพาะในขี้เลื่อยไม้ยางพาราและมีผลผลิตต่ำกว่าเล็กน้อย

จากการสำรวจแหล่งเพาะเห็ดและผลิตก้อนเชื้อเห็ดในถุงพลาสติกของประทีป (2538.) พบว่า ในปี 2537. จังหวัดนครปฐมมีแหล่งเพาะเห็ดกระจายอยู่ใน 6 อำเภอ โดยมีอำเภอสามพรานเป็นแหล่งที่มีการเพาะเห็ดและผลิตก้อนเชื้อเห็ดในถุงพลาสติกแหล่งใหญ่ที่สุดของจังหวัด รองลงมา คือ อำเภอเมืองนครปฐม ที่เหลือคือ อำเภดนครชัยศรี กำแพงแสน ดอนตูมและบางเลน รวมแล้วมีเกษตรกรประกอบการเกี่ยวกับเห็ดจำนวน 85 ราย มีประมาณก้อนเชื้อเหลือทิ้งจากการผลิตประมาณ 4,830,100 ก้อนต่อปี คิดเป็นเศษขี้เลื่อย 4,793 ตัน ( 4,792,920 กิโลกรัม) และจากการสำรวจพบว่า เกษตรกรจะทำการเพาะเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้ามากที่สุด (75.50 เปอร์เซนต์) รองลงมาเป็นเห็ดเป๋าฮื้อ ( 17.88 เปอร์เซนต์) และเห็ดหูหนู (6.02 เปอร์เซนต์)

สำหรับการผลิตเห็ดหูหนู เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้าและเห็ดเป๋าฮื้อ เพื่อการค้าในประเทศไทย พบว่าผู้ผลิตก้อนเชื้อส่วนใหญ่จะใช้สูตรอาหารเดียวกันสำหรับเพาะเห็ดทั้ง 4 ชนิด โดยทำ

Copyright by Mahidol University

การผลิตแบบต่อเนื่องกันไปตลอดทั้งปี สูตรที่นิยมใช้กันแพร่หลาย คือ ใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุหมัก และปรับธาตุอาหารให้เหมาะสมด้วยการเติมรำละเอียดและปูนขาว โดยมีส่วนผสมดังนี้

| | |
|---|---|
| ขี้เลื่อย (ไม้ ยางพารา) | 100 ส่วนโดยปริมาตร |
| รำละเอียด | 5-7 ส่วนโดยปริมาตร |
| ปูนขาว | 0.3 ส่วนโดยปริมาตร |

แล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกทนร้อนขนาดที่นิยมได้คือกว้าง 7 นิ้วยาว13 นิ้ว บรรจุวัสดุหมักถุงละ 800 กรัม หลังจากบรรจุแล้วใส่ขวด อุดจุกสำลีหุ้มสำลีด้วยกระดาษและรัดยางนำไปนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของเห็ดให้หมดไป ศิริกุล (2528.) สำรวจพบว่า เห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้า ถ้าใช้วัสดุหมักขนาดบรรจุ 800 กรัม ดอกเห็ดที่ได้เฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 300-400 กรัมต่อถุง และสามารถเก็บผลผลิตได้นานประมาณ 4-6 รุ่นโดยมีระยะเวลาเก็บดอกเห็ดนานประมาณ 60 วัน ส่วนเห็ดเป๋าฮื้อนับตั้งแต่วันเปิดดอกราว 2 สัปดาห์ เห็ดเป๋าฮื้อจะเริ่มสร้างดอกและสามารถเก็บผลผลิตได้นานประมาณ 3-4 รุ่น ระยะเวลาเก็บดอกนาน 90 วัน ได้ผลผลิตรวมทั้งสิ้น 30-40% ของน้ำหนักวัสดุหมักที่บรรจุในถุงพลาสติก ก้อนเชื้อที่ให้ผลผลิตจวนจะหมดแล้วจะมีน้ำหนักเบา เมื่อบีบดูจะละ เมื่อถึงระยะนี้แล้วเกษตรกรจะนำก้อนเชื้อนั้นออกจากโรงเรือน ล้างโรงเรือน ส่วนนอกโรงเรือนใช้ยาที่มีฤทธิ์ตกค้างนาน ๆ ฉีดหลังจากนั้นจะพักโรงเรือนโดยเปิดประตูหน้าต่าง ทิ้งไว้ประมาณ 10-15 วันจึงจะนำถุงก้อนเชื้อใหม่ไปใส่ และจากการสำรวจจะเห็นได้ว่าเกษตรกรกำจัดก้อนเชื้อเห็ดที่หมดอายุแล้วโดยการนำไปกองทิ้งไว้ในบริเวณใกล้เคียงไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งในความเห็นจริงแล้วก้อนเชื้อที่ใช้แล้วเหล่านี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น ในประเทศไต้หวันและเกาหลีใต้ มีการตั้งโรงงานขนาดใหญ่รับซื้อวัสดุที่เหลือจากการเพาะเห็ด เพื่อนำมาหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ขาย

## 2.7 การนำขี้เลื่อยมาใช้เป็นวัสดุปลูก

ขี้เลื่อยเป็นเศษวัสดุจากการแปรรูปไม้ที่มีปริมาณมหาศาล Bassham และ Thompson รายงานว่า การทำไม้ทำให้เกิดผลพลอยได้ของไม้ถึง 20 ล้านตันในแต่ละปี แต่เดิมได้มีการนำขี้เลื่อยมาใช้ในการเกษตรโดยใช้เป็นวัสดุคลุมดิน ต่อมาจึงนำมาใช้ปลูกพืชในภาชนะได้ผลดีพอสมควร

Adamson และ Mass (1971.) รายงานว่ามะเขือเทศสามารถปลูกได้โดยไม่มีดิน คือ ใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุปลูกแทน ความสำเร็จจะเกิดขึ้นถ้ามีการเติมธาตุอาหารที่จำเป็นอย่างเพียงพอ ผลผลิตจะเพิ่มขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับดินที่มีปัญหา Rankin (1980) ได้ทำการทดลองปลูกมันฝรั่งในขี้เลื่อยในกะบะขนาดกว้าง 5.5 เมตร ยาว 10 เมตร ลึก 0.2 เมตร ให้ผลผลิต 150-350 กิโลกรัมต่อกะบะ ขณะเดียวกันมะเขือเทศที่ปลูกในขี้เลื่อยที่บรรจุในกะบะขนาดกว้าง 0.5 เมตร ยาว 10 เมตร ลึก 0.2 เมตร ให้ผลผลิต 300-600 กิโลกรัมต่อกระบะ นอกจากนี้พืชอื่น ๆ ก็ปลูกได้ผลสำเร็จดีเช่นเดียวกัน

Copyright by Mahidol University

Adamson และ Mass (1971) กล่าวว่าแม้ทรายหรือทรายผสมขี้เลื่อยจะทำให้ผลผลิตมะเขือเทศในโรงเรือนสูงใกล้เคียงกัน แต่ขี้เลื่อยอย่างเดียวน่าจะทำให้ผลผลิตของมะเขือเทศมากกว่าในทางปฏิบัติ เนื่องจากมีราคาถูกและง่ายต่อการขนย้าย แต่มีข้อที่ควรระมัดระวังเพียงประการเดียวคือเรื่องของการรักษาระดับความชื้นให้สม่ำเสมอในช่วงย้ายต้นอ่อนลงปลูกใหม่

ก่อนนำขี้เลื่อยมาปลูกพืชควรหมักให้ผุเสียก่อน (วิทยา,2534.) จากการทดลองของ Donal (1970.) ได้ทำการปลูกมะเขือเทศในขี้เลื่อยที่ได้จากไม้พวก pondorosa pine และ donglas fin โดยผสมธาตุอาหารที่จำเป็นครบทุกธาตุ พบว่า หลังจากปลูกพืชได้ 1 เดือนมะเขือเทศแสดงอาการขาดเหล็กและสังกะสีเกือบตลอดฤดูปลูกโดยเฉพาะในขี้เลื่อยสดและใหม่ การที่เป็นเช่นนี้เกิดจากการ สลายตัวของเครื่องปลูกทำให้ base exchange capacity เพิ่มขึ้นหรือเกิดรูปแบบ chelate ของสารประกอบระหว่างการสลายตัวของเครื่องปลูก ปัญหาที่พบในการใช้ขี้เลื่อยอีก คือโรคเน่าซึ่งเกิดจากเชื้อ pythium, phytopthera โดยเฉพาะเมื่อปลูกพืชในภาชนะเดิมโดยไม่เปลี่ยนวัสดุใหม่ Maree (1984.) รายงานว่าขี้เลื่อยสดมักใช้ปลูกพืชที่มีอายุสั้น แต่ไม่ควรใช้ขี้เลื่อยปลูกพืชติดต่อกันนานกว่า 2 ฤดูปลูก ซึ่งการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของทัศนีย์และสรสิทธิ์ (2531.) ซึ่งกล่าวว่าการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุนั้นต้องมีการเปลี่ยนวัสดุปลูกพืชเมื่อปลูกได้ 1-2 ฤดูเพราะมันจะอัดตัวกันแน่น และการเปลี่ยนวัสดุใหม่ก็เป็นการหลีกเลี่ยงโรคที่ติดมากับวัสดุปลูก

## 2.8 คุณสมบัติในการเป็นวัสดุปลูกของขี้เลื่อย

ได้มีนักวิทยาศาสตร์บางท่านศึกษาคุณสมบัติในการเป็นวัสดุปลูกของขี้เลื่อยไว้ บางประการคือ

Beardsell (1979.) ได้ทดลองหาความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูก 4 ชนิดคือ ทรายหยาบ (croase sand) ขี้เลื่อย (sawdust) เปลือกสน (pine bark) และพีทมอส (peat moss) มีค่าเท่ากับ 1.56, 0.16, 0.2,และ0.09กรัมต่อลบ.ซม. ตามลำดับ ซึ่งจากค่าความหนาแน่นรวมนี้สามารถนำไปหาค่า total porosity ของวัสดุปลูกได้อย่างถูกต้อง เพราะทั้ง 2 ค่านี้จะแปรผกผันกัน ดังนั้นค่า total porosity ของทรายหยาบ ขี้เลื่อย และพีทมอสมีค่ากับ 40.7, 85.7, 87.6, และ 95.5 จากตัวเลขดังกล่าว ขี้เลื่อยมีความหนาแน่นรวม 0.16 กรัมต่อลบ.ซม.และมี total porosity เท่ากับ 85.7

Hanan และคณะ (1978.) ได้รายงานค่าความหนาแน่นของวัสดุปลูกและวัสดุปลูกเมื่อแห้งและเปียกไว้ดังนี้ พีทมอส 0.11 และ 0.70 เพอร์ไรท์ (1.4-5/16นิ้ว) 0.10 และ 0.29 แกลบ0.10และ0.23 ทรายละเอียด 1.44 และ 1.82 ขี้เลื่อย 0.18 และ 0.68 กรัมต่อลบ.ซม.

Copyright by Mahidol University

Hanan และ Holley (1978.) ได้รายงานค่าความจุความชื้นไว้ดังนี้ พีทมอส 58.8 เปอร์เซนต์ เพอร์ไรท์ (ขนาด1/4-5/16 นิ้ว) 19.5 เปอร์เซนต์ แกลบ 12.3 เปอร์เซนต์ ทราย 26.6 เปอร์เซนต์และขี้เลื่อย 49.3 เปอร์เซนต์

การเพาะเห็ดก็เป็นกิจกรรมทางการเกษตรทางหนึ่งที่นำเอาขี้เลื่อยซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากการแปรรูปไม้ไปใช้ แต่ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วนั้นกลับกลายเป็นปัญหาในการกำจัดและเป็นสาเหตุของการเกิดโรคและแมลงของเห็ดตามมา จากงานวิจัยดังกล่าวจึงเป็นไปได้ที่นำเอาขี้เลื่อยที่ผ่านการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรซึ่งกลายเป็นวัสดุเหลือใช้ มาใช้เป็นวัสดุปลูกสำหรับการปลูกไม้กระถาง

## 2.9 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของประทัดฟิลิปปินส์

ประทัดฟิลิปปินส์มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hamelia patens.* มีชื่อสามัญว่า Scarlet Bush, Fire Bush อยู่ในวงศ์ Rubiaceae ประทัดฟิลิปปินส์เป็นไม้พุ่มที่มีลำต้นเตี้ย แตกกิ่งก้านสาขาออกเป็นพุ่มกลม ใบเป็นรูปมนรี ปลายแหลมโคนใบมน ขอบใบเรียบไม่มีจัก ผิวของใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ใบมีสีเขียวและเป็นมัน ดอกออกเป็นช่อ อยู่ตามปลายของลำต้น มีสีแดงสด ลักษณะของดอกเป็นหลอดเล็ก ๆ กลมยาว คล้ายลูกประทัด จะผลิดอกทั้งปีถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์ มักเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนระบายน้ำได้ดี การขยายพันธุ์สามารถกระทำได้โดยการปักชำและการตอนกิ่ง เป็นไม้ที่เลี้ยงง่ายเหมาะกับเป็นไม้กระถางและปลูกประดับสวน

รูปที่ 2-1 ต้นประทัดฟิลิปปินส์ (*Hamelia patens*)

Copyright by Mahidol University

# บทที่ 3

# วิธีการศึกษา

## 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การทดลองหาความเหมาะสมของการใช้ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด เป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง และขั้นตอนการประเมินความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ผลิตไม้กระถางเพื่อการค้า

3.1.1 การทดลองหาความเหมาะสมของการใช้ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดเป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง ซึ่งมีการดำเนินการศึกษาดังนี้

(1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสารและผลการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

(2) เก็บรวบรวมขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดจากฟาร์มเห็ด อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

(3) ทำการศึกษาทดลองคุณสมบัติบางประการทางกายภาพและเคมี ของการใช้เป็นวัสดุปลูกของขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกดินผสม ได้แก่ ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ (available water capacity) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH) ปริมาณเกลือที่ละลายได้และธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบ (mineral composition)

(4) การทดลองศึกษาการเจริญเติบโตของพืชทดลองในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดและวัสดุปลูกผสม โดยการสังเกตลักษณะการเจริญเติบโตของพืชทดลอง รวมถึงการเก็บบันทึกน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งของพืชทดลอง น้ำหนักส่วนเหนือดินและน้ำหนักรากทุก 1 เดือนของการปลูกเป็นระยะเวลา 3 เดือน

3.1.2 ขั้นตอนการประเมินความเป็นไปได้ในการนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดไปใช้เป็นวัสดุปลูกในการผลิตไม้กระถาง

(1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆจากเอกสารและผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุน

(2) คำนวนหาต้นทุนในการผลิตไม้กระถาง โดยใช้ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดเป็นวัสดุปลูกเปรียบเทียบกับการใช้วัสดุปลูกผสม

Copyright by Mahidol University

## 3.2 สถานที่ที่ทำการทดลอง

1. ห้องปฏิบัติการ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

2. หน่วยวิเคราะห์ดินและปุ๋ย ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

3. โรงเรือนปลูกพืชทดลอง แปลงทดลอง 2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

## 3.3 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

(1) เครื่องสับแบบฮัมเมอร์มิลล์

(2) ตู้อบ(Drying Oven)

(3) pH meter

(4) Electro - Conductivity meter

(5) เครื่องชั่ง

(6) กระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว

(7) เครื่องดูดความชื้น (Desicator)

(8) เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องทดลอง

(9) Flame Photometer

(10) Spectrophoto meter (Spectronic 20)

3.3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

(1) ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

(2) ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

(3) ต้นกล้าประทัดฟิลิปปินส์ อายุ 15 วัน

(4) ผ้าพลาสติกและถุงพลาสติก

(5) ตัวอย่างวัสดุปลูกผสมในท้องตลาด

Copyright by Mahidol University

## 3.4 วิธีการทดลอง

### 3.4.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุปลูก

วัสดุปลูกที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้คือ ขี้เลื่อยสด ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก และวัสดุปลูกผสมในท้องตลาด

#### 3.4.1.1 สมบัติทางกายภาพ

(1) ความหนาแน่นรวม (bulk density)

การศึกษาความหนาแน่นรวม ทำการศึกษาทดลองตามวิธีของ Brown และ Porkorny (1975.) โดยนำวัสดุปลูกไปอบที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว ตวงวัสดุปลูกด้วยกระบอกตวง (graduated cylinder) ขนาด 100 มล. เคาะที่ฐาน 40 ครั้ง นำวัสดุปลูกที่มีปริมาตร 100 มล. ไปชั่ง แล้วคำนวนความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนักของวัสดุปลูก (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของวัสดุปลูก (มิลลิลิตร)}}$$

(2) ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ (available water capacity)

การศึกษาหาความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ ทดลองตามวิธีของVeihmeyerและคณะ (1949.) ดังนี้คือ นำวัสดุปลูกซึ่งอิ่มตัวด้วยน้ำ อัดด้วยแรงผลักเท่ากับ 0.3 บรรยากาศ จนกระทั่งเกิดสมดุลย์ คือ ไม่มีน้ำไหลออกจากดินอีก หาปริมาณน้ำที่เหลือในดิน ซึ่งก็คือ ความจุในสนาม(field capacity-FC) และหาระดับน้ำที่จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point-PWP) โดยวิธีเดียวกับระดับความจุสนามโดยอาศัยแรงผลักที่ 15 บรรยากาศแทน คำนวนหาความจุน้ำที่เป็นประโยชน์โดยใช้สูตร

$$AWCA = FC-PWP$$

Copyright by Mahidol University

3.4.1.2 สมบัติทางเคมี

(1) ระดับความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูก

การศึกษาหาความเป็นกรดเป็นด่างของวัสดุปลูก ทดลองตามวิธีของ Brown และ Emino (1981) โดยนำวัสดุปลูกที่ผึ่งให้แห้งมาผสมด้วยน้ำกลั่นจนมีอัตราส่วน 1:4 โดยปริมาตร วางไว้ให้สมดุลย์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปวัดค่า pH

(2) ปริมาณเกลือที่ละลายได้ในวัสดุปลูก

การศึกษาหาปริมาณเกลือที่ละลายได้ในวัสดุปลูก ทดลองตามวิธีของBrown และ Emino (1981) โดยนำวัสดุปลูกผสมด้วยน้ำกลั่นจนมีอัตราส่วน 1:4 โดยปริมาตร วางไว้ให้สมดุลย์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง กรองแล้วนำสารละลายไปวัดค่า

(3) ธาตุอาหารที่เป็นองค์ประกอบ

(3.1) ปริมาณไนโตรเจน

การศึกษาหาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในวัสดุปลูก ( total nitrogen ) ทดลองตามวิธีของกองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ดังนี้

สารเคมี

- concentrate $H_2SO_4$
- NaOH อัตรา 1: 1
- เกลือผสม ($K_2SO_4$ : $CuSO_4 \cdot 5H_2O$: Se )
- 2 % Boric Acid
- Mixed Indicator (Bromcresol green 0.3กรัม และ Methyl red 0.2 กรัม)
- 1 N Hydrochloric Acid

วิธีการ

ชั่งวัสดุปลูกที่ผึ่งจนแห้ง 5 กรัม ใส่ขวดกลม ขนาด 800 มิลลิลิตร แล้วเติมเกลือผสม 10 กรัม และ $H_2SO_4$ 25 มิลลิลิตร อุ่นด้วยเตาไฟฟ้าในตู้ดูดควันจนได้สารละลายสีฟ้าใส ทิ้งไว้จนเย็น เติมน้ำกลั่น 350 มิลลิลิตร และลูกแก้วกันกระโดดเล็กน้อย เติม NaOH 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปกลั่น เตรียมสารละลายอีกชุดหนึ่งโดยดวงBoric Acid 50 มิลลิลิตร หยด Mixed Indicator 10

Copyright by Mahidol University

หยด ได้สารละลายสีม่วงแดง นำไปรองรับสารละลายที่กลั่นได้ สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวรองรับจนได้สารละลายในขวด 300 มิลลิตร นำไปไตรเตรทกับ Hydrochloric Acid จนสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นม่วงแดง แล้วจึงคำนวนหาเปอร์เซนต์ไนโตรเจนจากสูตร

$$\text{เปอร์เซนต์ของไนโตรเจน} = \frac{1.4\,XY}{A}$$

X = ความเข้มข้นของ Hydrochloric Acid (N)

Y = ปริมาณของ Hydrochloric Acid ที่ใช้ (มิลลิลิตร)

A = น้ำหนักของวัสดุปลูก (กรัม)

(3.2) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

การศึกษาหาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด(total phosphorus) ทำการทดลองตามวิธีของ F.s. Watanabe และ S.L. Olsen ดังนี้

สารเคมี

- กรดผสม(Concentrate $HNO_3$ และ 70% $HClO_4$ อัตรา 7:3)
- Borton' s reagent ( ammomium molybdate 25 กรัมในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร ผสมกับ Ammonium betavanadate 1.25 กรัม ในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร และ Concentrated $HNO_3$ 250 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร)
- สารละลาย Standard Phosphorous 50 ppm

วิธีการ

ชั่งวัสดุปลูกที่ผึ่งแห้ง 0.5 กรัม ใส่ขวดขนาด 250 มิลลิลิตร เติมกรดผสม 20 มิลลิลิตร ตั้งบนเตา (Hot Plate) จนของเหลวในขวดใส ทิ้งไว้จนเย็น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เติมBarton ' reagent 10-15 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้จนครึ่งชั่วโมง ให้เกิดสี วัดความเข้มของสีด้วย Spectrophoto meter ที่ความยาวช่วงคลื่น 420 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับกราฟของฟอสฟอรัสมาตรฐานซึ่งเตรียมให้มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0, 10, 100, 500, 1,000, 3,000, 5,000 และ 10,000 ppm แล้วคำนวนความเข้มข้นเป็นเปอร์เซนต์

Copyright by Mahidol University

(3.3) ปริมาณโปแตสเซียม

การศึกษาหาปริมาณโปแตสเซียมทั้งหมด (total potassium) ทดลองตามวิธีของกองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ดังนี้

สารเคมี

- กรดผสม(concentrate $HNO_3$ และ 70 เปอร์เซนต์ของ $HClO_4$)
- สารละลายโปแตสเซียมมาตรฐาน 1 และ 100 meq ต่อลิตร

วิธีการ

ชั่งวัสดุปลูกที่ผึ่งแห้ง 0.5 กรัม ใส่ในขวดแบน เติมกรดผสม 20 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดหาโปแตสเซียมโดยเครื่องเฟลมโฟโตมิเตอร์ ด้วยความยาวคลื่น 383 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายมาตรฐานปรับเครื่อง

3.4.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชทดลอง

3.4.2.1 การวางแผนการทดลอง

ในการศึกษาวางแผนการทดลองแบบ Factorial design โดยให้ชนิดของวัสดุปลูก ได้แก่ ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก วัสดุปลูกผสม และ ขี้เลื่อยสดซึ่งใช้เป็นตัวควบคุมในการทดลองครั้งนี้เป็นปัจจัยหลัก ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียม ซัลเฟต 7 ระดับคือ 0ppm-N 50ppm-N 150ppm-N 250ppm-N 350ppm-N 450ppm-N และ 550ppm-N เป็นปัจจัยรอง เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชทดลองที่อายุปลูก 1 เดือน 2 เดือน 3 เดือนหลังย้ายวัสดุปลูก ทำการทดลอง 3 ซ้ำโดยพืชทดลอง 1 ต้น แทนการทดลอง 1 ซ้ำ

3.4.2.2 การเตรียมพืชทดลอง

นำพืชทดลอง คือ ประทัดฟิลิปปินส์ (*Hamelia patens*) เพาะกล้าไม้โดยการเพาะชำในกระบะเพาะชำที่มีถ่านแกลบเป็นวัสดุเพาะ(กระบะหมอก) เตรียมย้ายลงกระถางเพื่อทำการทดสอง เมื่อต้นกล้าอายุ 15 วันหลังการเพาะชำ

3.4.2.3 การเตรียมวัสดุปลูก

(1) นำขี้เลื่อยสด ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดและผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักกองตากแดด 3 วัน เพื่อฆ่าเชื้อโรคและแมลง โดยสับย่อยขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดให้มีขนาดเล็กโดยเครื่อง

Copyright by Mahidol University

สับฮัมเมอร์มิลล์ก่อนตาก หลังจากนั้นเติมปุ๋ยทริบเบิ้ลซุบเปอร์ฟอสเฟตอัตรา 1.050 กรัมต่อลิตร ปุ๋ยโปแตสเซียมซัลเฟตอัตรา 0.175 กรัมต่อลิตร และปุ๋ยธาตุอาหารเสริม(ปุ๋ยจุลธาตุ) อัตรา 0.138 กรัมต่อลิตร

(2) จัดซื้อวัสดุปลูกผสมจากร้านขายวัสดุเพาะชำ คลุกเคล้าให้เข้ากันเพื่อความสม่ำเสมอของวัสดุปลูก

(3) บรรจุวัสดุปลูกแต่ละชนิดลงในกระถางพลาสติกกระถาง กระถางละ 1.20 ลิตร

3.4.2.4 การย้ายปลูกและการดูแล

ทำการย้ายปลูกเมื่อต้นกล้าอายุ 15 วันหลังการเพาะชำลงในกระถางพลาสติกขนาด 6 นิ้ว (ความจุกระถาง 1.20 ลิตร) ที่มีวัสดุปลูกตามการทดลอง ทำให้วัสดุปลูกในกระถางชื้นก่อนการย้ายปลูก จัดวางกระถางตามแผนการทดลองเพื่อง่ายต่อการปฏิบัติงานและการเก็บข้อมูล ให้น้ำพืชทดลองทุกวันยกเว้นวันที่ให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตซึ่งแบ่งการให้ปุ๋ยเป็น 2 ช่วง คือช่วง 1 เดือนแรกนับจาก 2 อาทิตย์หลังการย้ายปลูก ให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอัตราต่าง ๆ ครั้งละ 100 มิลลิลิตรอาทิตย์ละ 1 ครั้ง พืชทดลองในทุกวัสดุปลูกแสดงอาการขาดไนโตรเจนจึงเพิ่มการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเป็นอาทิตย์ละ 2 ครั้ง ครั้งละ 100 มิลลิลิตร

3.4.2.5 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชนี้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักทั้งส่วนเหนือดินและรากของพืชทดลองก่อนการย้ายปลูก เพื่อเก็บเป็นค่าเริ่มต้น แล้วหลังจากนั้นจึงทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนักดังกล่าวอีก เมื่อพืชทดลองอายุ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือนหลังการย้ายปลูก

สำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลอง ขั้นแรกได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA, F-Test (Randomized Completed Block Design, F-Test) เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของวัสดุปลูกแต่ละชนิดที่ระดับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตต่าง ๆ หากมีความแตกต่างทางสถิติจึงใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ในการเปรียบเทียบ

3.5 การศึกษาความเป็นไปได้ ในการนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดไปใช้ผลิตไม้ กระถางเพื่อการค้า ทำการศึกษาผลตอบแทนที่เกษตรกรผู้เพาะเห็ดจะได้รับ เมื่อนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดไปใช้เป็นวัสดุปลูก โดยศึกษาที่ระดับความเข้มข้นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ให้การเจริญเติบโตของพืชทดลองสูงสุด และเมื่อใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นแรงงานในการผลิต

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 3-1 การเพาะชำพืชทดลองในกระบะเพาะชำ

รูปที่ 3-2 การนำวัสดุปลูกใส่ลงกระถางพลาสติก

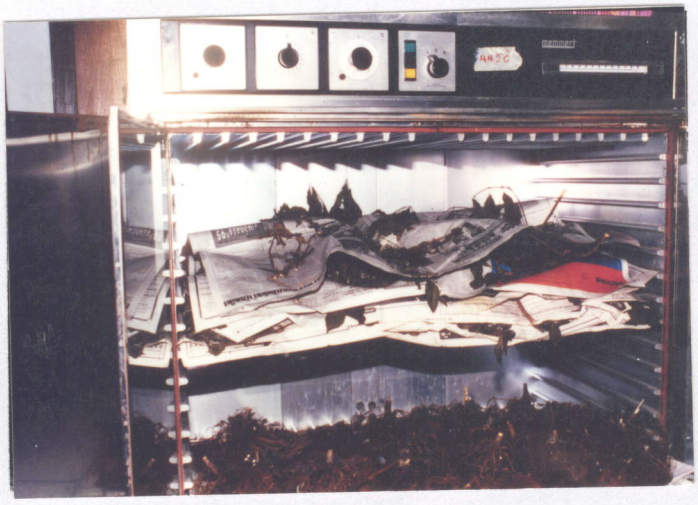
Copyright by Mahidol University

รูปที่ 3-3 ต้นกล้าพืชทดลองอายุ 15 วัน หลังการปักชำ

รูปที่ 3-4 การจัดวางกระถางปลูกพืชทดลองในโรงเรือน

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 3-5 วิธีล้างวัสดุปลูกออกจากรากของพืชทดลอง



รูปที่ 3-6 การอบแห้งพืชทดลองเพื่อหาน้ำหนักแห้ง

Copyright© by Mahidol University

# บทที่ 4

# ผลการทดลองและการอภิปรายผล

## 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุปลูก

การศึกษาสมบัติบางประการและทางเคมีสำหรับเป็นวัสดุปลูกของขี้เลื่อยสด ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดทั้งที่นำออกจากโรงเรือนโดยตรงและที่หมักแล้ว และวัสดุปลูกผสมที่มีขายในท้องตลาด ตามวิธีการทดลองที่ 3.1 เปรียบเทียบกับสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่เหมาะสมของวัสดุปลูกที่มีผู้ศึกษาและยอมรับได้ผลดังนี้ (แสดงดังตารางที่4-1)

4.1.1 ความหนาแน่นรวม จากการศึกษา พบว่า ขี้เลื่อยสดเมื่อผ่านการเพาะเห็ดและเมื่อผ่านการเพาะเห็ดแล้วนำไปหมัก จะมีความหนาแน่นรวมสูงขึ้น( 0.29, 0.418 และ0.499 กรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ) เนื่องจากการยุบตัวของขี้เลื่อยที่เกิดจากการย่อยสลายจนมีขนาดอนุภาคเล็กลง ทำให้ช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อยลงสอดคล้องกับวิทยา (2523.) ที่กล่าวว่า อินทรีย์วัตถุเมื่อย่อยสลายจะเกิดการยุบตัวลงทำให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ค่าความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูกที่เหมาะสม คือ 0.15-0.50 กรัมต่อมิลลิลิตร (Waters และคณะ,1970) ในขณะที่ความหนาแน่นรวมของวัสดุปลูกผสมมีค่าเท่ากับ 0.88 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งแสดงว่าขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมีความหนาแน่นรวมต่ำกว่าวัสดุปลูกผสมมาก

5.1.2 ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ จากการทดลองหาเปอร์เซนต์ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ของขี้เลื่อยสดและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดทั้งสองชนิด ปรากฏว่ามีค่าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมและยอมรับกันทั่วไปของวัสดุปลูกที่ปราศจากดิน คือ 20-30 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร (De Boodt และVerdonok,1972.) โดยขี้เลื่อยที่ผ่านการหมักมีความจุน้ำที่เป็นประโยชน์สูงสุด ( 59.23 เปอร์เซนต์) ในขณะที่ขี้เลื่อยสดมีความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า ( 49. 30 เปอร์เซนต์ ) เนื่องจากขี้เลื่อยสดมีช่องว่างระหว่างอนุภาคมากเกินไป น้ำที่ขี้เลื่อยจะดึงดูดไว้จึงมีการระบายออกก่อนไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ เมื่อผ่านการเพาะเห็ดขี้เลื่อยจึงเกิดการยุบตัวลง ทำให้มีช่องว่างพอเหมาะสามารถอุ้มน้ำได้ดีขึ้น แต่เมื่อนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดไปหมักจนย่อยสลายเกิดการยุบตัว ช่องว่างที่พอเหมาะกับการเก็บน้ำจึงลดลง ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ที่หาได้จะลดลง (36.41 เปอร์เซนต์) ใกล้เคียงกับความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ของ วัสดุปลูกผสม คือ 35.18 เปอร์เซนต์

Copyright by Mahidol University

4.1.3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง จากผลการทดลองขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมีความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่าขี้เลื่อยสด ( มี pH เท่ากับ 8.89 และ 5.64 ตามลำดับ) และมีค่าความเป็นด่างลดลงเมื่อนำมาหมัก ( pH เท่ากับ 7.97 ) สอดคล้องกับอินทรีย์วัตถุทั่วไปที่จะมี pH สูงขึ้น ในขณะที่มีการย่อยสลายและเมื่อการย่อยสลายเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์ pH จะลดลง เนื่องจากกรดอินทรีย์ที่ จุลลินทรีย์ปลดปล่อยออกมา แต่จากผลการทดลอง ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมี pH สูงขึ้นมาก ทั้งนี้น่าจะเกิดจากการเติมปูนขาวในช่วงการเตรียมก้อนเชื้อเห็ด ส่วนวัสดุปลูกผสมในท้องตลาด มีคุณสมบัติเป็นกลาง คือ pH 6.73 ซึ่งทั่วไปแล้ว พืชที่ปลูกในภาชนะส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตได้ดีในระดับที่เป็นกรดเล็กน้อย คือ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ระหว่าง 5.5-5.6 ( Criley และ Watanabe, 1974.) จึงนับว่าขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด มีความเป็นกรดเป็นด่างที่ไม่เหมาะสมนัก อาจมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของแร่ธาตุอาหารบางชนิด

4.1.4 ปริมาณเกลือที่ละลายได้ ( ค่าการนำไฟฟ้า ) ปริมาณเกลือที่ละลายได้เป็นค่าวัดความเค็มของวัสดุปลูกนั้น ๆ ซึ่งวัดจากการนำไฟฟ้าของสารละลายวัสดุปลูก จากการทดลอง ปรากฏว่าค่าการนำไฟฟ้าของขี้เลื่อยสดเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านการเพาะเห็ด คือ จาก 6.18 เป็น 9.40 เดซิซีเมนต่อเมตร และมีค่าเพิ่มขึ้นอีกเมื่อนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด ( 12.85 เดซิซีเมนต่อเมตร ) ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าที่อยู่ในช่วง 8-16 เดซิซีเมนต่อเมตรนี้จัดว่ามีความเค็มมาก คือ มีปริมาณเกลือ 0.35-0.70 เปอร์เซนต์ ( ดังแสดงในตารางที่ ก-2 ) ปริมาณเกลือที่ละลายได้ที่มีค่าสูงขึ้นนี้ คาดว่าเกิดจากการปลดปล่อยอิออนจากการย่อยสลายของขี้เลื่อยและส่วนประกอบที่เติมลงไปในการทำก้อนเชื้อ เช่น รำข้าว และปูนขาว ในขณะที่วัสดุปลูกมีค่าการนำไฟฟ้า 7.36 เปอร์เซนต์ ซึ่งจัดว่ามีค่าความเค็มปานกลาง จะเห็นว่า ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมีปริมาณเกลือที่ละลายได้สูงกว่าค่าที่เหมาะสมกับพืชทั่วไป ซึ่งปริมาณเกลือดังกล่าว มีทั้งที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ เมื่อมีในปริมาณที่มากเกินไป อาจขัดขวางการดูดซึมแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ของพืช

4.1.5 ปริมาณธาตุอาหารหลัก ( N , P , K) จากการทดลองพบว่า ขี้เลื่อยสดมีปริมาณไนโตรเจนต่ำ คือ 0.24 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก เมื่อผ่านการเพาะเห็ดแล้ว พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนสูงขึ้น ( 0.64 เปอร์เซนต์ ) และมีปริมาณไนโตรเจนสูงขึ้นอีกมาก เมื่อนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดไปหมัก ( 1.15 เปอร์เซนต์) ซึ่งไม่น่าเกิดจากการย่อยสลายของขี้เลื่อยเพียงอย่างเดียว เพราะขี้เลื่อยมีค่า C:N ratio สูงถึง 511:1 ปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น จึงอาจเกิดจากการย่อยสลายของรำข้าวซึ่งเป็นส่วนผสมของการทำก้อนเชื้อเห็ดอีกด้วย นอกจากนี้ปริมาณฟอสฟอรัสของขี้เลื่อยมีแนวโน้มสูงขึ้นแต่ไม่มากนักคือ 0.20 , 0.27 , และ 0.41 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณโปแตสเซียมของขี้เลื่อยไม่แตกต่างกันมากนัก คือ 0.45 , 0.56 และ 0.58 เปอร์เซนต์ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า วัสดุ

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

ปลูกดินผสมมีปริมาณไนโตรเจน 1.01 เปอร์เซนต์ ฟอสฟอรัส 1.50 เปอร์เซนต์และโปแตสเซียม 7.25 เปอร์เซนต์ จะเห็นว่า ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักจะมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าวัสดุปลูกผสมเล็กน้อย แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมต่ำกว่ามาก

Copyright by Mahidol University

38089 110501113

ตารางที่ 4-1 แสดงสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุปลูก

| วัสดุ | ความหนาแน่นรวม (กรัมต่อมิลลิลิตร) | ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ (เปอร์เซนต์) | ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง | ค่าการนำไฟฟ้า (เดซิซีเมนต่อเมตร) | ปริมาณธาตุอาหาร (เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม |
| ขี้เลื่อยสด | 0.290 | 49.30 | 5.64 | 6.18 | 0.24 | 0.20 | 0.45 |
| ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด | 0.418 | 59.23 | 8.89 | 9.40 | 0.64 | 0.27 | 0.56 |
| ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก | 0.499 | 36.41 | 7.97 | 12.85 | 1.15 | 0.41 | 0.58 |
| วัสดุปลูกผสม | 0.880 | 35.18 | 6.73 | 7.36 | 1.01 | 1.50 | 7.25 |

Copyright by Mahidol University

## 4.2 การเจริญเติบโตของพืชทดลอง

การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชทดลองในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ในช่วงเวลาการปลูก 3 เดือน โดยเปรียบเทียบระหว่าง ขี้เลื่อยสด ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก และวัสดุปลูกผสม แล้วทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักรวมสด น้ำหนักรวมแห้ง น้ำหนักส่วนเหนือดินและน้ำหนักราก คือ ก่อนการย้ายปลูก และหลังการย้ายปลูกเมื่อพืชทดลองอายุ 1 เดือน 2 เดือน และ 3 เดือน เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงได้ผลดังนี้

### 4.2.1 การเจริญเติบโตของพืชทดลองเมื่ออายุ 1 เดือน

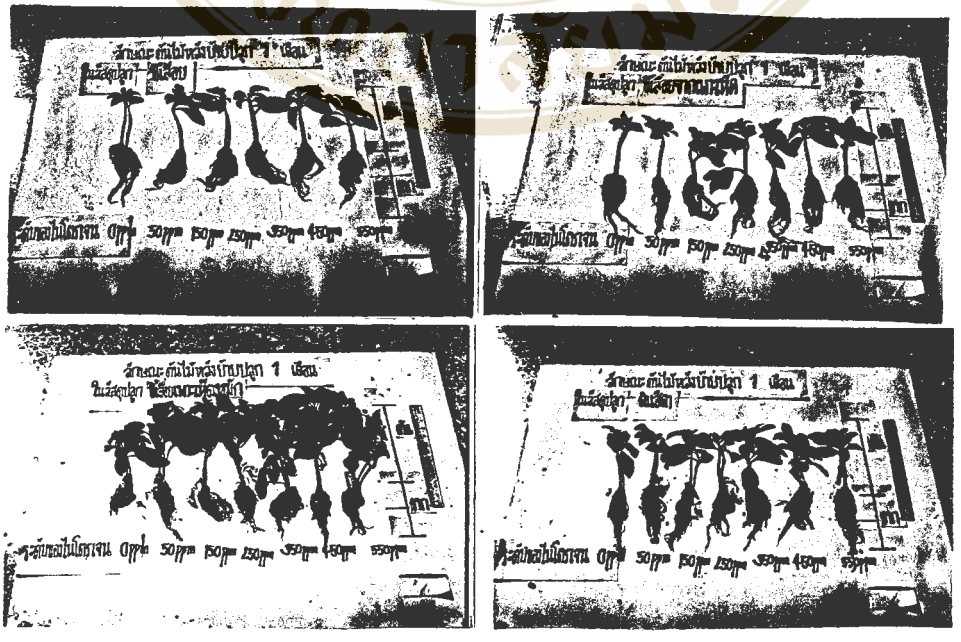
จากการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1 เดือน ( แสดงในรูปที่ 4-2 และตารางที่ ข -1,2 ) ผลปรากฏว่ามีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยทั่วไปแล้วในทุกวัสดุปลูกพืชทดลองมีน้ำหนักรวมสดสูงขึ้น หรือมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักให้ค่าน้ำหนักรวมสดสูงสุด ( 12.777 กรัม ) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N และน้ำหนักรวมสดที่ได้นี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้ปุ๋ยความเข้มข้น 450 ppm-N ( 12.680 กรัม ) ในขณะที่วัสดุปลูกผสมให้น้ำหนักรวมสดสูงสุด ( 11.613 กรัม ) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเข้มข้น 550 ppm-N

น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลอง ( แสดงในรูปที่ 4-3 และตารางที่ ข-3,4 ) ทั้งจากผลการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1 เดือน ให้ไม่แตกต่างกันกับน้ำหนักรวมสด คือ มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และจากการใช้สถิติในการเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า พืชทดลองมีแนวโน้มให้น้ำหนักรวมแห้งสูงขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นสูงขึ้นในทุกวัสดุปลูก และให้น้ำหนักรวมแห้งสูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียม ซัลเฟตความเข้มข้นสูงสุด ( 550 ppm-N ) พืชทดลองที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักให้ค่าน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อได้ปุ๋ย 450 ppm-N และ 550 ppm-N ( 2.030 และ 2.267 กรัมตามลำดับ) ในขณะที่วัสดุปลูกผสมให้น้ำหนักรวมสูงสุด ( 2.267 กรัม) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N ส่วนขี้เลื่อยสดและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดต่างให้น้ำหนักรวมแห้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่การให้ปุ๋ย 0-450 ppm-N ( ขี้เลื่อยสดเท่ากับ 1.443, 1.367, 1.417 และ 1.670 กรัม

Copyright by Mahidol University

ตามลำดับ และขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดเท่ากับ 1.303, 1.300, 1.467, 1.500, 1.530 และ 1.537 กรัม ตามลำดับ )

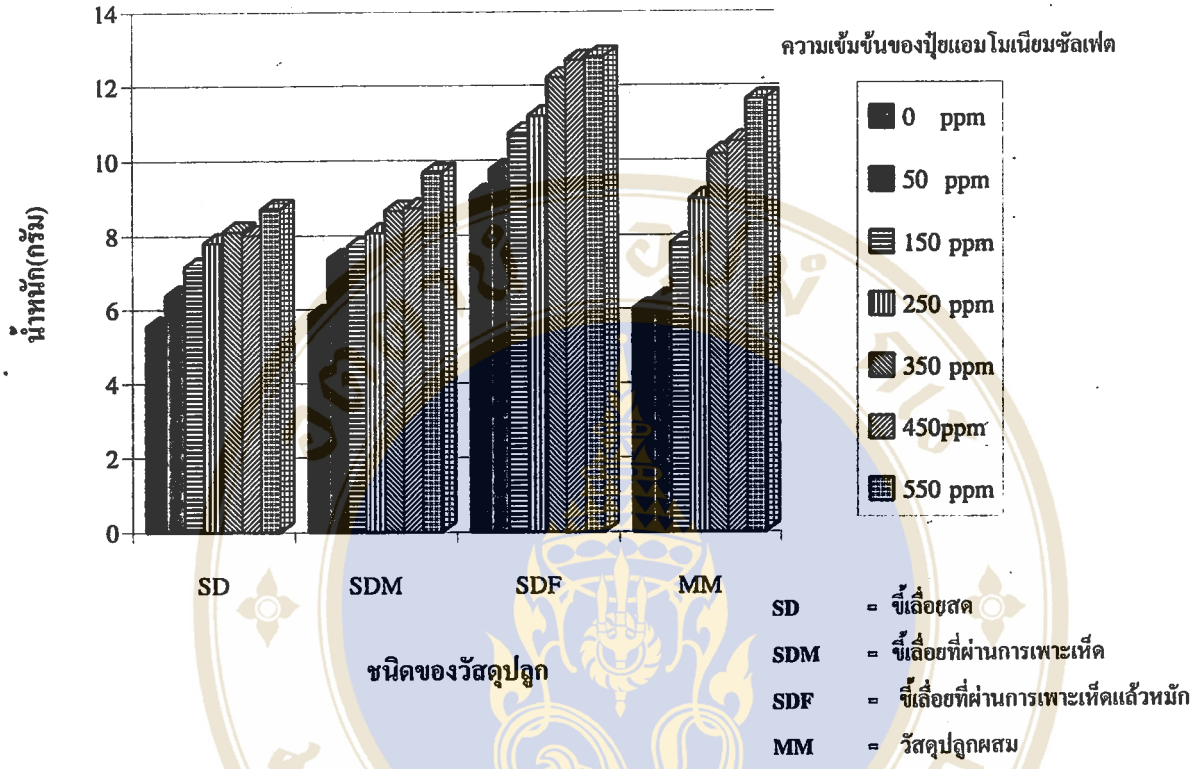
จากรูปที่ 4-7 และตารางที่ ข -5,6 น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 1 เดือน มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่าง มีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของน้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต พบว่า ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักให้น้ำหนักส่วนเหนือดินสูงสุด ( 8.457 กรัม ) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้ปุ๋ยเข้มข้น 450 ppm-N ( 8.073 กรัม ) และให้ค่าต่ำสุด ( 5.150 กรัม) เมื่อไม่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเลย ซึ่งค่าที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดระหว่างน้ำหนักต่ำสุดและสูงสุด แสดงให้เห็นว่า พืชได้รับปุ๋ยที่เพียงพอ ( ที่ 550 ppm-N ) จึงมีการเจริญของส่วนเหนือดินสูงขึ้นอย่างเด่นชัด เมื่อเทียบกับขี้เลื่อยสดซึ่งให้น้ำหนักส่วนเหนือดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระดับความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต แสดงว่า ปริมาณที่พืชได้รับสูงสุดคือ 550 ppm-N ยังไม่พอเพียงกับการเจริญเติบโตของพืช จึงให้ค่าที่ไม่แตกต่างกับที่ไม่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเลย ส่วนพืชทดลองที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด ให้ค่าน้ำหนักส่วนเหนือดินสูงสุดเท่ากับ 3.117 และ 2.195 กรัมตามลำดับ เมื่อให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยที่ความเข้มข้น 150, 250, 350 และ 450 ppm-N แสดงว่าปริมาณที่ได้รับยังไม่เพียงพอเช่นกัน



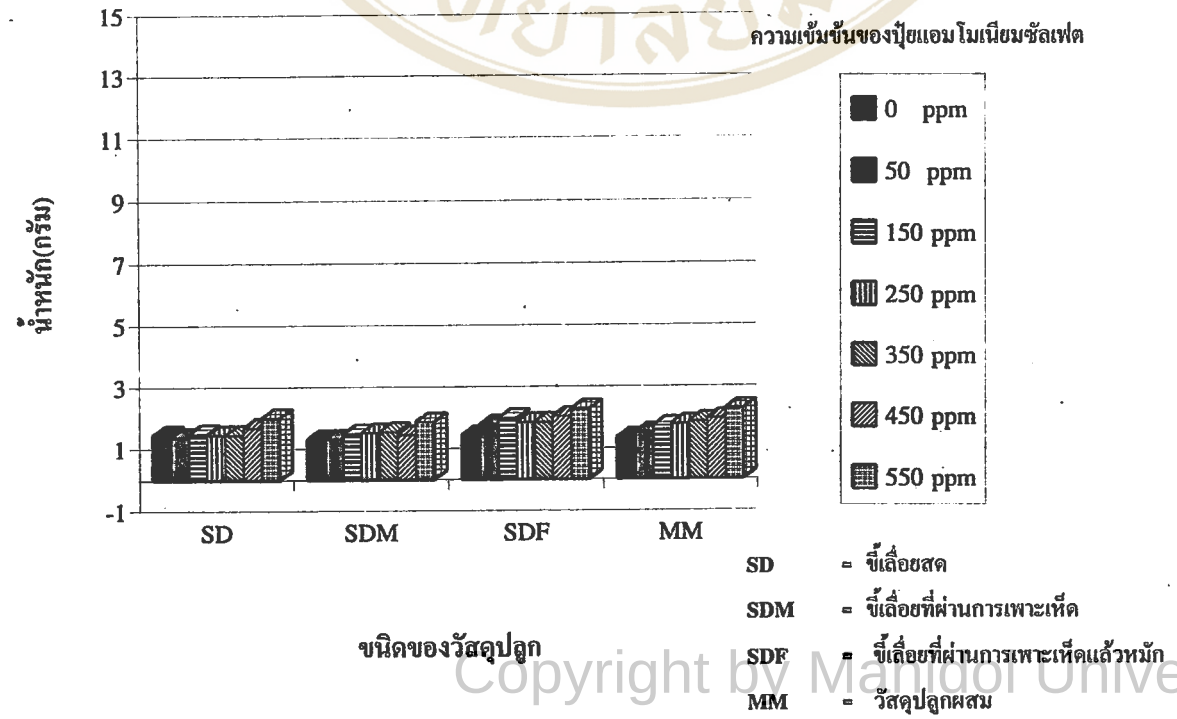
รูปที่ 4-1 พืชทดลองอายุ 1 เดือน ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตต่างความเข้มข้น เปรียบเทียบแต่ละวัสดุปลูก

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-2 กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1 เดือน

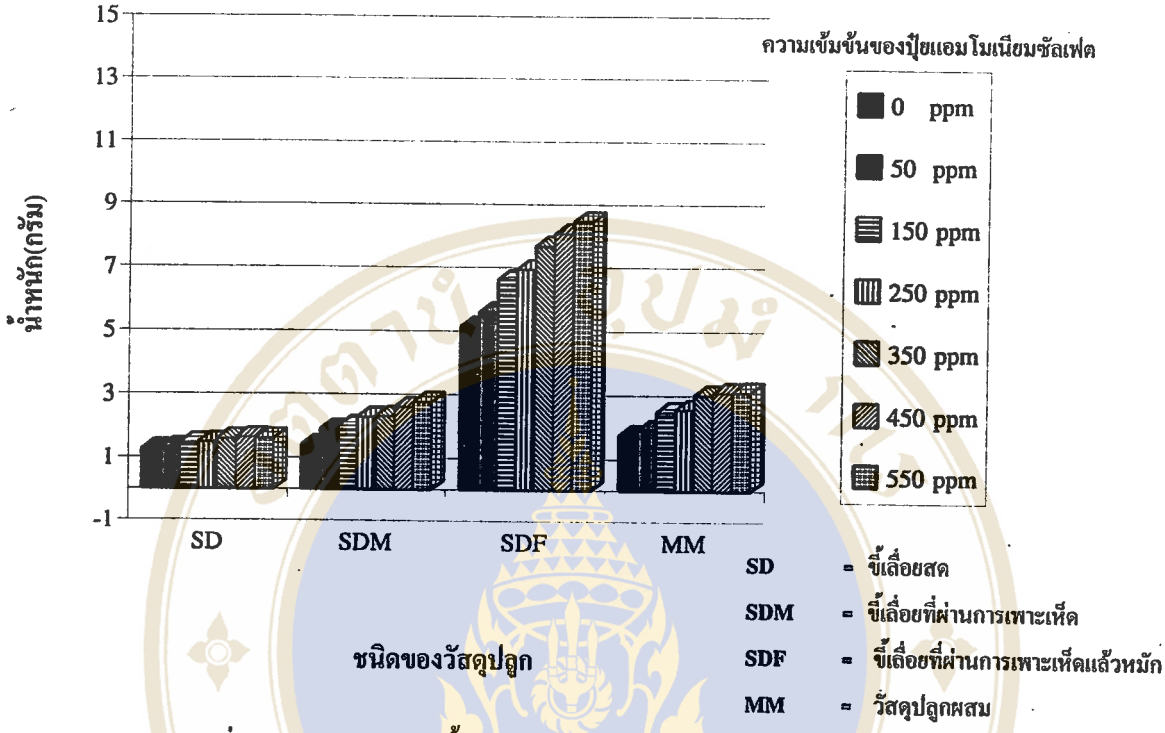



รูปที่ 4-3 กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1 เดือน

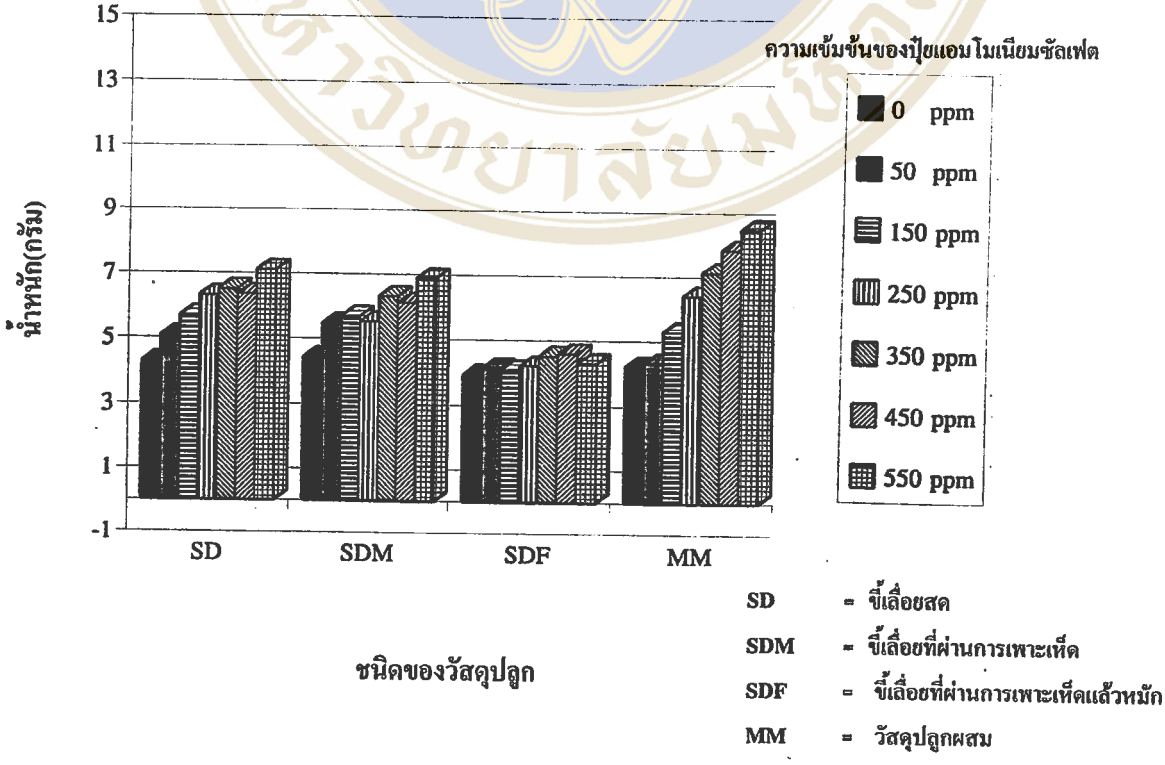



Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-4 กราฟแสดงน้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 1 เดือน




รูปที่ 4-5 กราฟแสดงน้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 1 เดือน




Copyright by Mahidol University

4.2.2 การเจริญเติบโตของพืชทดลองอายุ 2 เดือน

จากการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิตินำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ( แสดงในรูปที่ 4-8 และตารางที่ข-9,10 ) ปรากฏว่า มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยรวมในทุกวัสดุปลูกมีน้ำหนักรวมสูงขึ้นหรือมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีความเข้มข้นมากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักปรากฏว่า มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับการให้ปุ๋ยแอมโมเนียม ซัลเฟตความเข้มข้น 350, 450 และ 550 ppm-N ( 48.397, 49.640 และ 48.187 กรัมตามลำดับ ) แสดงว่าการให้ปุ๋ยความเข้มข้น 350 ppm-N เพียงพอกับการเจริญเติบโตของพืชทดลองแล้ว ฉะนั้นการให้ปุ๋ยปริมาณมากขึ้นจึงไม่ให้การเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ส่วนพืชทดลองที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมให้ค่าน้ำหนักรวมสูงสุด ( 35.843 กรัม ) ที่การให้ปุ๋ย 550 ppm-N ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยที่ความเข้มข้นอื่น แสดงให้เห็นว่า ปริมาณไนโตรเจนยังไม่เพียงพอกับการเจริญเติบโตของพืชทดลอง คือ พืชทดลองจะมีความเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เมื่อมีปริมาณการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตปริมาณมากขึ้น เช่นเดียวกับการเจริญเติบโตของพืชทดลองที่ปลูกในขี้เลื่อยสดและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดที่ให้แนวโน้มเช่นเดียวกับวัสดุปลูกผสม เพียงแต่มีน้ำหนักรวมสดต่ำกว่า คือ สูงสุดเท่ากับ 14.293 และ 15.160 กรัมตามลำดับ

และจากการทดลองและวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิตินำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ให้ผลเช่นเดียวกับน้ำหนักรวมสด ( แสดงในรูปที่ 4-9 และตารางที่ข-11,12 ) คือ มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียม ซัลเฟตเข้มข้นมากขึ้นในทุกวัสดุปลูก และให้น้ำหนักรวมแห้งสูงสุด ( 9.767 กรัม ) เมื่อปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 450 ppm-N ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้ปุ๋ย 350 ppm-N และ 550 ppm-N ( 9.167 และ 9.717 กรัมตามลำดับ) แสดงว่าในวัสดุปลูกขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักได้รับธาตุไนโตรเจนที่เพียงพอกับการเจริญเติบโตคือ 350 ppm-N

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตส่วนเหนือดินของพืชทดลอง จากการผลทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิตินำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ( แสดงในรูปที่ 4-10 และตารางที่ ข-13,14 ) ปรากฏว่ามีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโม เนียมซัตเฟตที่ใช้และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พืชทดลองในวัสดุปลูกผสมให้น้ำหนักส่วนเหนือ

Copyright by Mahidol University

ดินเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเข้มข้นสูงขึ้นและให้น้ำหนักส่วนเหนือดินสูงสุด ( 23.423 กรัม ) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N ขณะที่ให้น้ำหนักส่วนเหนือดินต่ำสุด ( 1.567 กรัม ) เมื่อไม่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต สำหรับขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก ให้น้ำหนักส่วนเหนือดินไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 350, 450 และ 550 ppm-N ( 28.260, 29.860 และ 28.167 กรัมตามลำดับ ) และให้ค่าน้ำหนักต่ำสุด ( 20.043กรัม) เมื่อไม่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเลย ในขณะที่ขี้เลื่อยสดและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดให้น้ำหนักส่วนเหนือดินสูงสุด( 5.250 และ 4.730 กรัมตามลำดับ ) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N

แสดงให้เห็นว่า พืชทดลองที่ปลูกในขี้เลื่อยสดและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนไม่เพียงพอ จึงมีการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินต่ำถึงแม้จะได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในอัตราสูง ในขณะที่พืชทดลองที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเพียงพอแล้วเห็นได้จากการให้ปุ๋ยที่เพิ่มจาก 350 ppm-N เป็น 550 ppm-N ก็ให้น้ำหนักส่วนเหนือดินที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในวัสดุปลูกผสมพืชทดลองยังต้องการปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตที่เพิ่มขึ้น สังเกตได้จากแนวโน้มของน้ำหนักส่วนเหนือดินที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่มีความเข้มข้นมากขึ้น

สำหรับน้ำหนักรากของพืชทดลอง จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ( แสดงในรูปที่ 4-11 และตารางที่ ข-15,16 ) พบว่า น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 2 เดือน มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง น้ำหนักรากของพืชทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นสูงขึ้นในทุกวัสดุปลูก และเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักส่วนเหนือดิน พบว่า รากของพืชทดลองในขี้เลื่อยสดและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด มีการเจริญเติบโตดีกว่าส่วนเหนือดิน คือ ให้น้ำหนักสูงกว่าในทุกความเข้มข้น เช่นเดียวกันกับพืชทดลองที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 0, 50, 150 และ 250 ppm-N ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาของ Davidson (1969.) พบว่า รากจะใช้ไนโตรเจนในการเจริญเติบโตของรากก่อนเมื่อได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอ ส่วนที่อยู่เหนือรากจึงจะเริ่มเจริญ ซึ่งจะเห็นได้ชัดในวัสดุปลูกผสมเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 350, 450 และ 550 ppm-N ส่วนเหนือดินจะเจริญและให้น้ำหนักมากกว่าส่วนราก

Copyright by Mahidol University

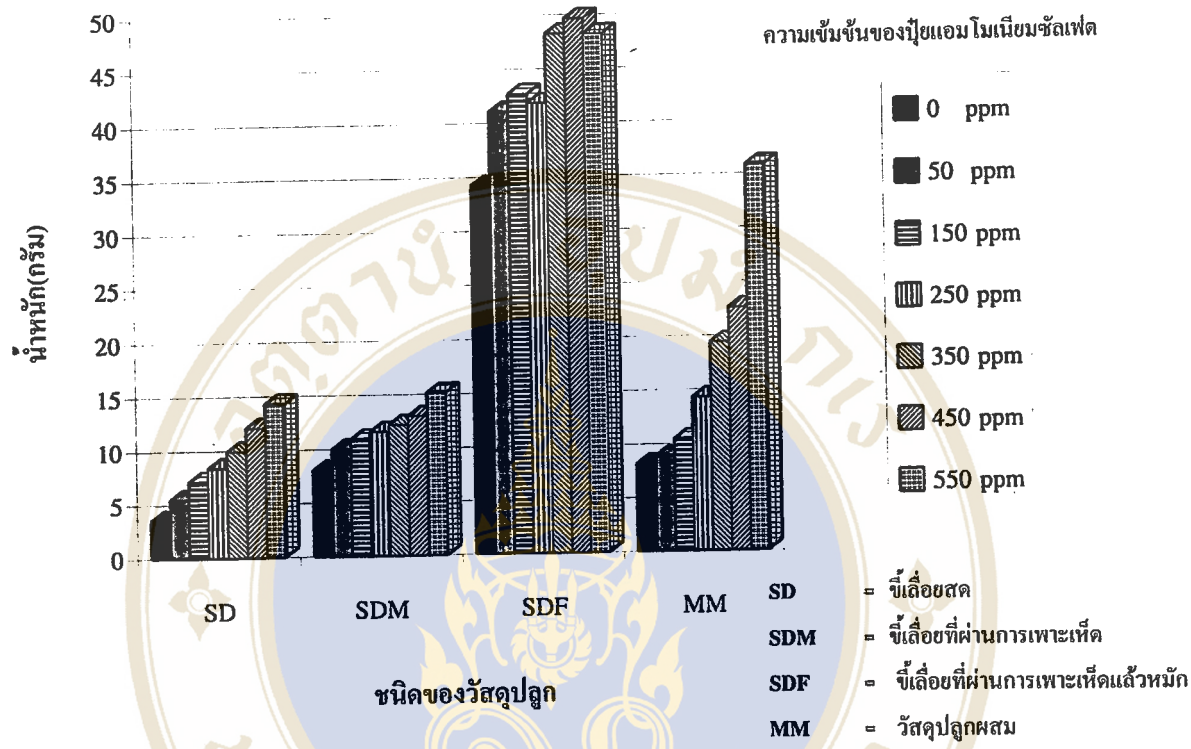
รูปที่ 4-6 พืชทดลองอายุ 2 เดือนที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตต่างความเข้มข้น เปรียบเทียบแต่ละวัสดุปลูก

Copyright by Mahidol University

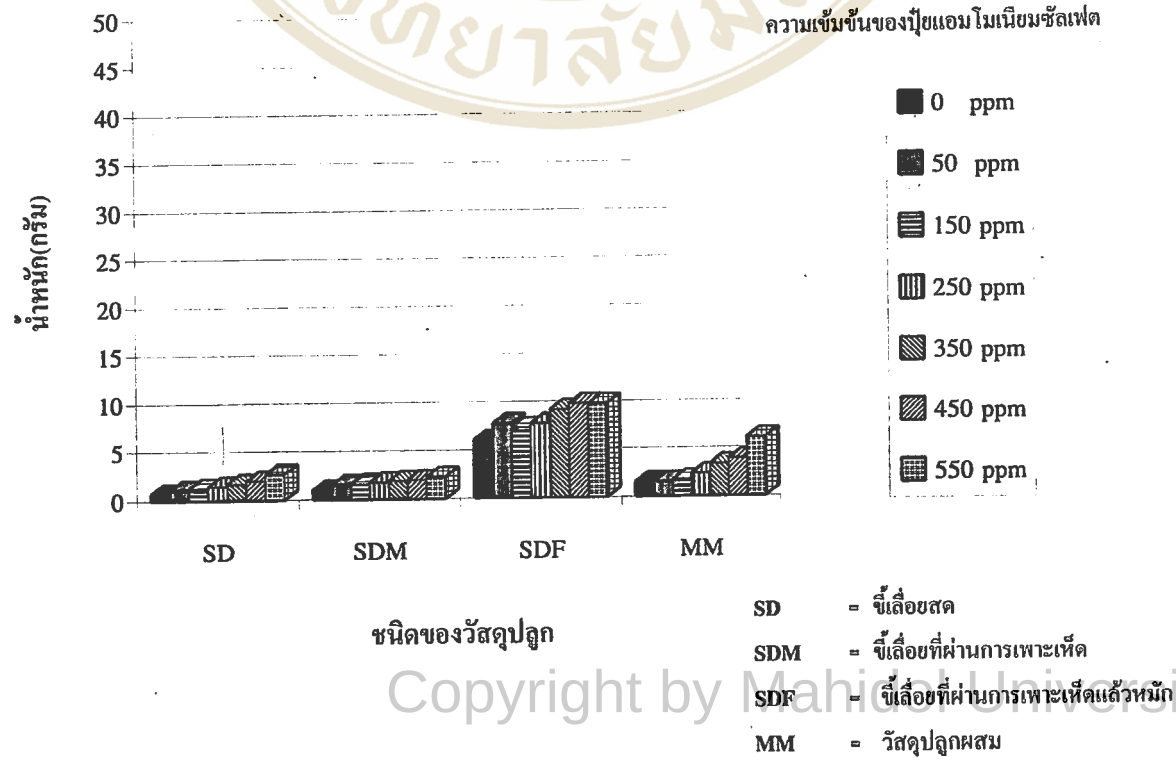
รูปที่ 4-7 พืชทดลองอายุ 2 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกเปรียบเทียบการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตต่างความเข้มข้น

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-8 กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 2 เดือน

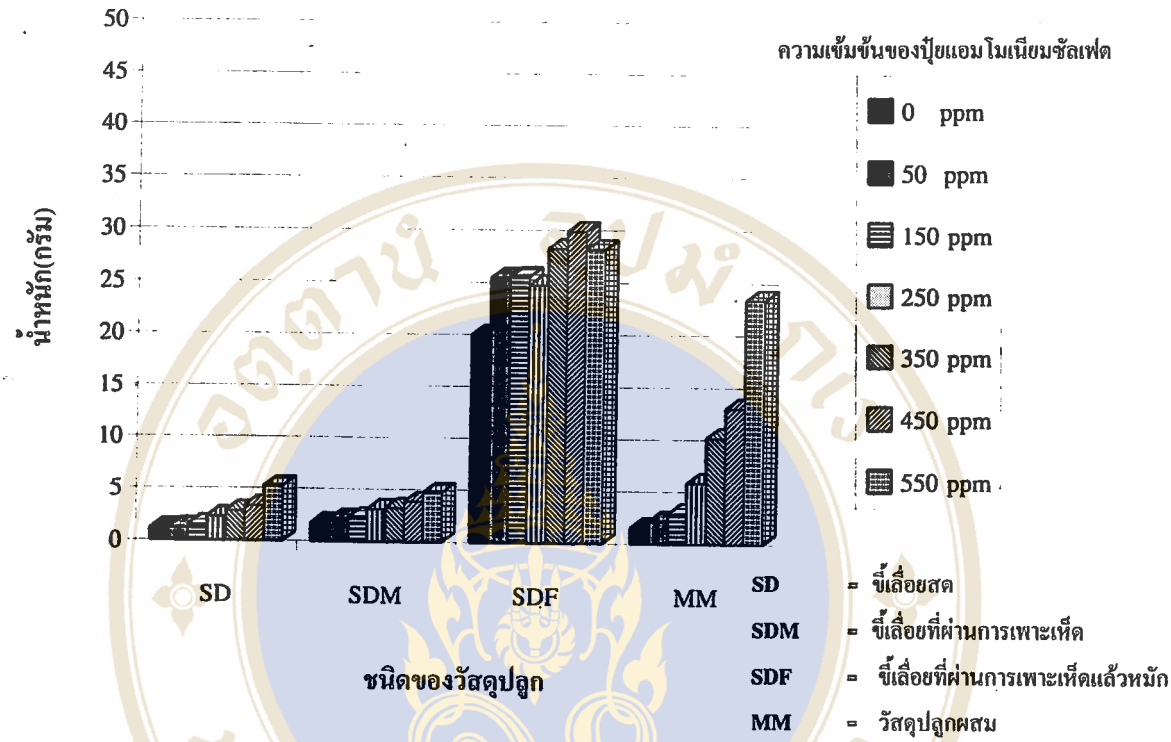



รูปที่ 4-9 กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 2 เดือน

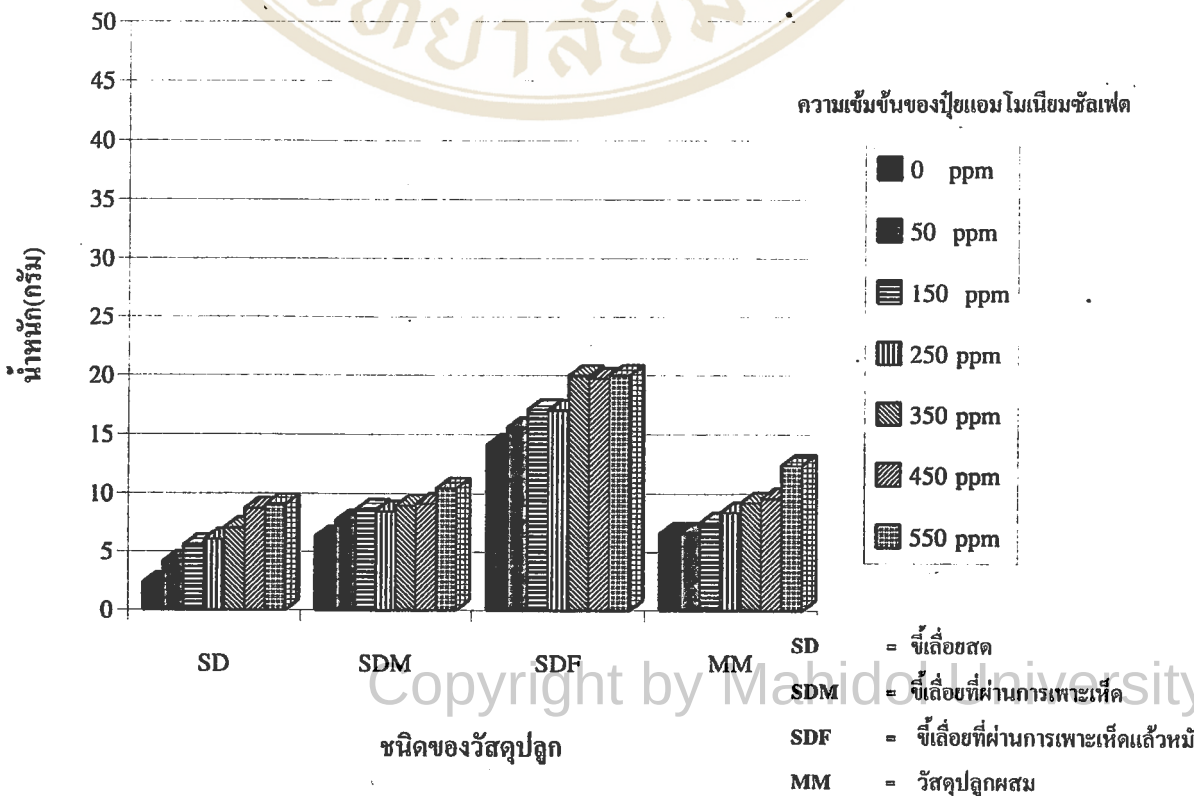



Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-10 กราฟแสดงน้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 2 เดือน




รูปที่ 4-11 กราฟแสดงน้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 2 เดือน




Copyright by Mahidol University

4.2.3 การเจริญเติบโตของพืชทดลองเมื่ออายุ 3 เดือน

จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ น้ำหนักสดรากของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ( แสดงในรูปที่ 4-14 และตารางที่ ข-17,18 ) ปรากฏว่า มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พืชทดลองให้ค่าน้ำหนักรวมสดสูงสุด (85.480 กรัม) ในวัสดุขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้น 450 ppm-N ขณะที่วัสดุปลูกผสมให้น้ำหนักรวมสดสูงสุด ( 65.847 กรัม) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเข้มข้น 550 ppm-N เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว พบว่าพืชทดลองมีแนวโน้มให้ค่าน้ำหนักรวมสดสูงสุดเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N ยกเว้นพืชทดลองที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักที่เมื่อได้รับปุ๋ย 550 ppm-N กลับให้น้ำหนักรวมสดลดลงจนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้ปุ๋ย 350 ppm-N ( 80.880 และ 76.387 กรัมตามลำดับ) และสำหรับขี้เลื่อยสดและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดให้น้ำหนักรวมสดสูงสุด ( 20.867 และ 24.970 กรัมตามลำดับ) ที่การให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N

เมื่อพิจารณาน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลอง จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ ( ดังแสดงในรูปที่ 4-15 และ ตารางที่ ข-19,20 ) พบว่า มีความแตกต่างของน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองระหว่างความเข้มข้นปุ๋นแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พืชทดลองให้น้ำหนักรวมแห้งสูงสุด ( 16.787 กรัม)เมื่อปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักที่ให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 450 ppm-N ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลอง ที่ได้รับปุ๋ย 550 ppm-N ( 16.523 กรัม) ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักนี้ให้น้ำหนักรวมแห้งต่ำสุด ( 12.467, 12.400 และ 12.140 กรัม ) เมื่อไม่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเลยและเมื่อได้รับปุ๋ยเข้มข้น 50 และ 150 ppm-N สำหรับวัสดุปลูกผสมให้น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองสูงสุด ( 11.240 กรัม) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้ปุ๋ย 450 ppm-N ( 11.030 กรัม) และให้น้ำหนักรวมแห้งต่ำสุด( 1.723 กรัม) เมื่อไม่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเลย ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนักแห้งของพืชทดลองที่ได้รับปุ๋ย 50 และ 150 ppm-N (2.487 และ 2.773 กรัมตามลำดับ) ส่วนขี้เลื่อยสดและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดให้น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองสูงสุด( 3.007 และ 3.830 กรัมตามลำดับ) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N

สำหรับการเจริญเติบโตของพืชทดลองในส่วนเหนือดิน จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิตินำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ( แสดงในรูปที่ 4-

Copyright by Mahidol University

16 และตารางที่ ข-21,22 ) ปรากฏว่า มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในทุกวัสดุปลูกพืชทดลองมีแนวโน้มที่จะให้น้ำหนักส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นสูงขึ้น เมื่อพิจารณา ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก พบว่า จะให้น้ำหนักส่วนเหนือดินสูงสุด ( 57.037 กรัม) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 450 ppm-N และน้ำหนักต่ำสุด ( 32.433 กรัม) เมื่อไม่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเลย ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 50 ppm-N (33.907 กรัม) สำหรับวัสดุปลูกผสมเมื่อไม่ได้รับแอมโมเนียมซัลเฟตเลยให้น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองต่ำสุด คือ 2.570 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองที่ปลูกในวัสดุปลูกเดียวกันที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 50 และ 150 ppm-N ( 3.230 และ 4.860 กรัมตามลำดับ)

และสำหรับพืชทดลองที่ปลูกในวัสดุปลูกผสม ให้น้ำหนักส่วนเหนือดินสูงสุด ( 38.940 กรัม ) ที่ระดับความเข้มข้นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 550 ppm-N และให้น้ำหนักส่วนเหนือดินต่ำสุด ( 2.570 กรัม ) เมื่อไม่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเลย แสดงให้เห็นว่า พืชทดลองยังได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตไม่เพียงพอกับการเจริญเติบโตของพืชทดลองเมื่อได้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตมากขึ้นจึงให้น้ำหนักส่วนเหนือดินเพิ่มขึ้น คาดได้ว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตมากกว่า 550 ppm-N ยังทำให้พืชทดลองมีการเจริญเติบโตของส่วนเหนือดินที่เพิ่มขึ้นอยู่ ในขณะที่ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักให้น้ำหนักส่วนเหนือดินสูงสุด ( 57.037 กรัม ) เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 450 ppm-N แต่กลับให้น้ำหนักต่ำลง ( 52.987 กรัม ) เมื่อได้รับปุ๋ยเพิ่มเป็น 550 ppm-N แสดงว่าความเข้มข้นปุ๋ย 450 ppm-N ให้ปริมาณไนโตรเจนที่เพียงพอกับการเจริญเติบโตของพืชทดลอง

เมื่อพิจารณาการเจริญในส่วนรากของพืชทดลอง จากการทดลองและจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิตินำหนักรากของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ปรากฏว่ามีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้และระหว่างชนิดของวัสดุปลูกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พืชทดลองมีแนวโน้มให้น้ำหนักรากเพิ่มขึ้น เมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าปริมาณไนโตรเจนที่ให้กับพืชทดลอง ยังไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของราก ซึ่งเหมือนกันในทุกวัสดุปลูก ยกเว้น ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักที่ให้น้ำหนักรากไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกความเข้มข้นของการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ( 26.223 , 29.857 , 27.917 , 26.660 , 28.443 และ 27.893 กรัมตามลำดับ) ซึ่งแสดงว่า รากได้รับไนโตรเจนเพียงพอกับการเจริญเติบโตและการเจริญของรากถูกจำกัดด้วยขนาดของกระถางจึงไม่เพิ่มขึ้นเมื่อได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตเพิ่มขึ้น โดยพืชจะนำไนโตรเจนไปใช้ในการเจริญของส่วนเหนือดิน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Boyer

Copyright by Mahidol University

และคณะ ( 1976.) ที่พบว่า ไนโตรเจนที่เพียงพอจะทำให้ส่วนเหนือดินเริ่มเจริญและเจริญเร็วกว่าราก เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตมากกว่าและถ้ามีไนโตรเจนอย่างเหลือเฟือ ส่วนเหนือดินจะใช้คาร์โบไฮเดรตมากขึ้นเพื่อการเจริญเติบโต จึงมีคาร์โบไฮเดรตเพียงส่วนน้อยหรือไม่มีเลยที่เคลื่อนที่มายังราก ทำให้การเจริญเติบโตของรากลดลง

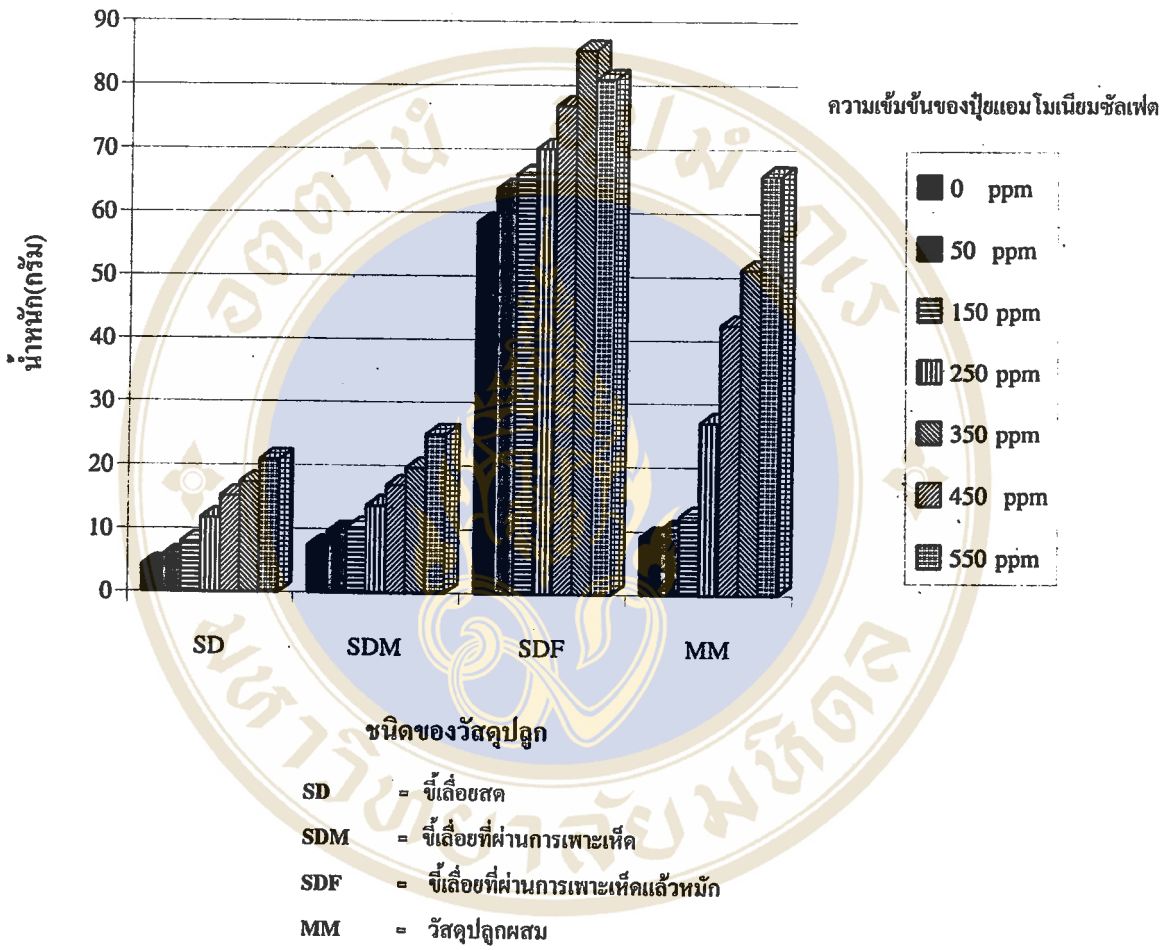
รูปที่ 4-12 พืชทดลองอายุ 3 เดือนที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตต่างความเข้มข้น เปรียบเทียบแต่ละวัสดุปลูก

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-13 พืชทดลองอายุ 3 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกเปรียบเทียบการให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตต่างความเข้มข้น

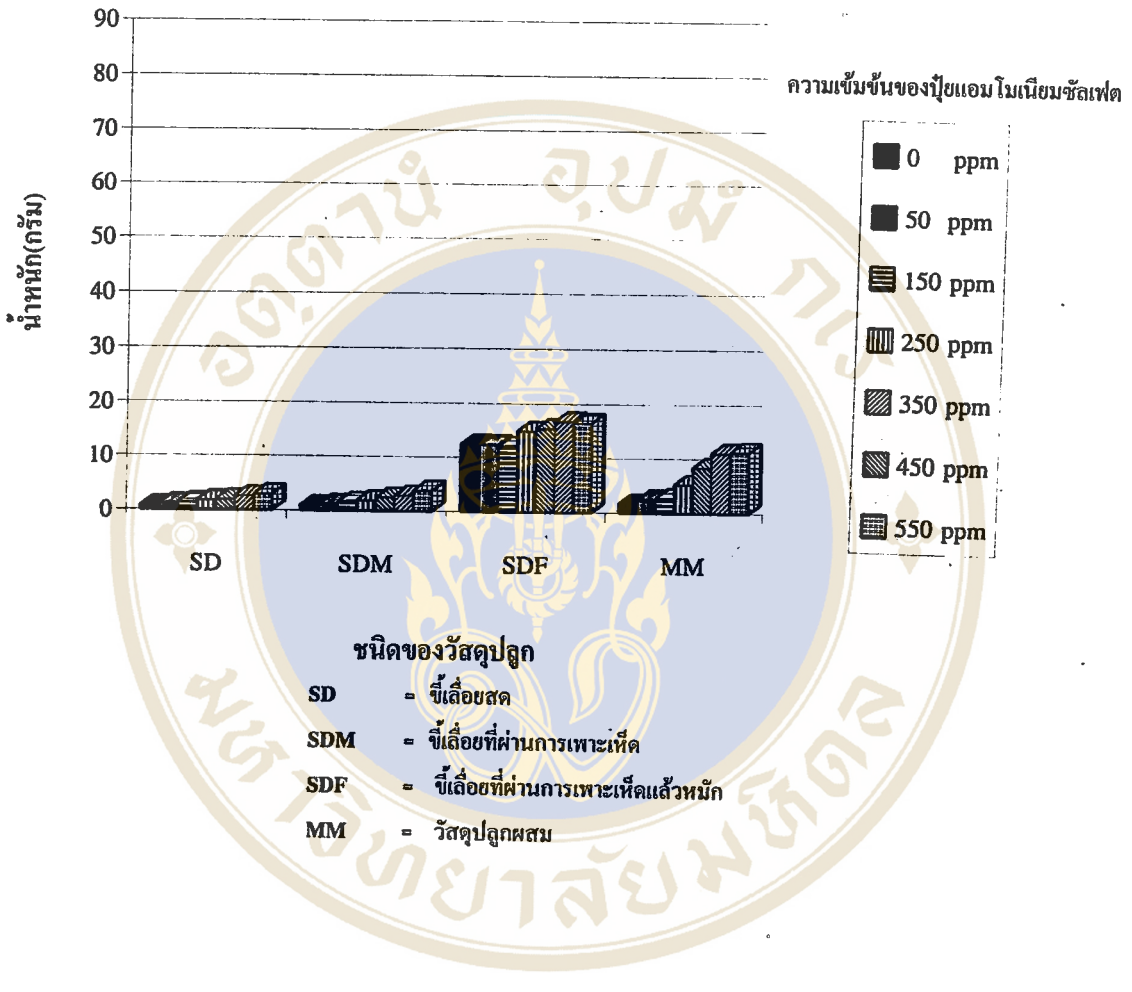
Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-14 กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 3 เดือน



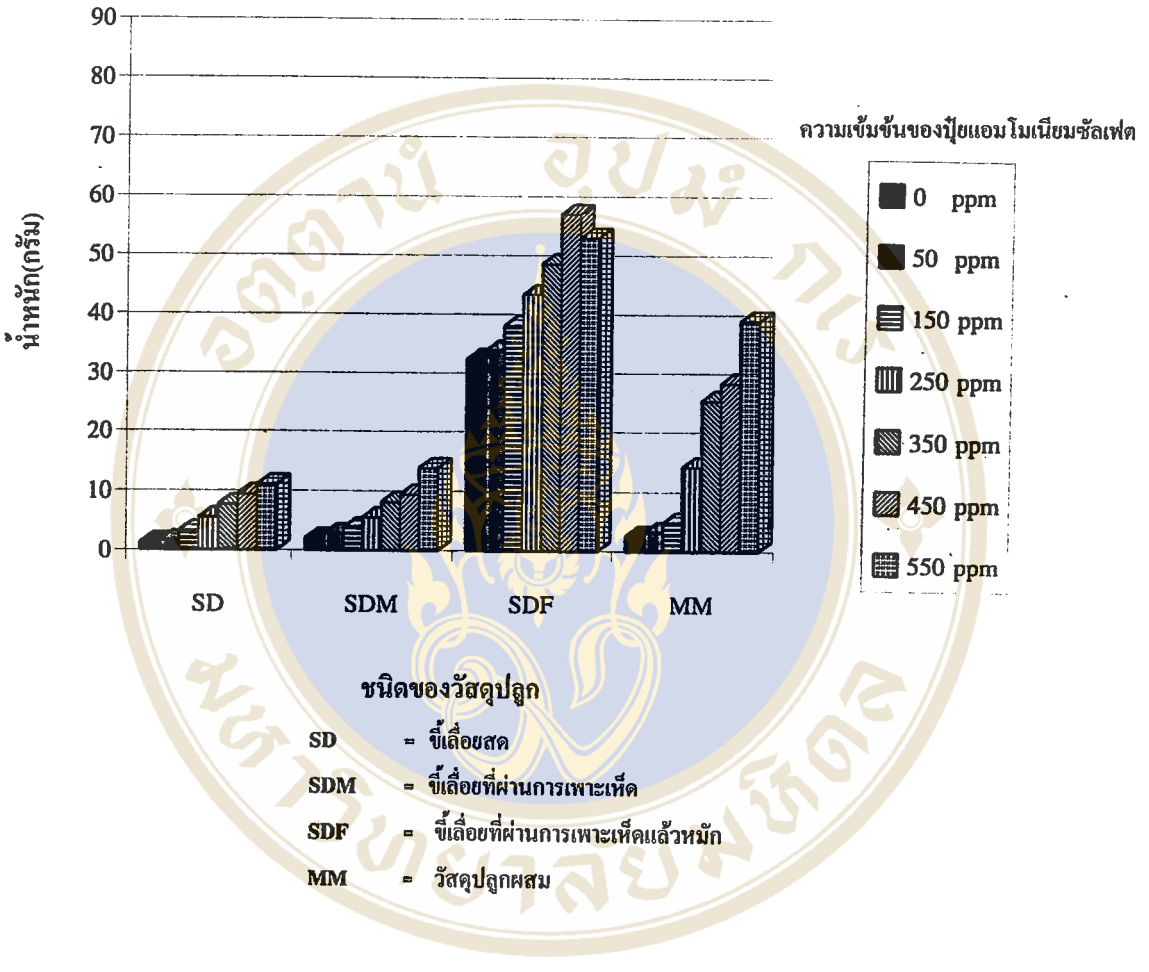

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-15 กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 3 เดือน



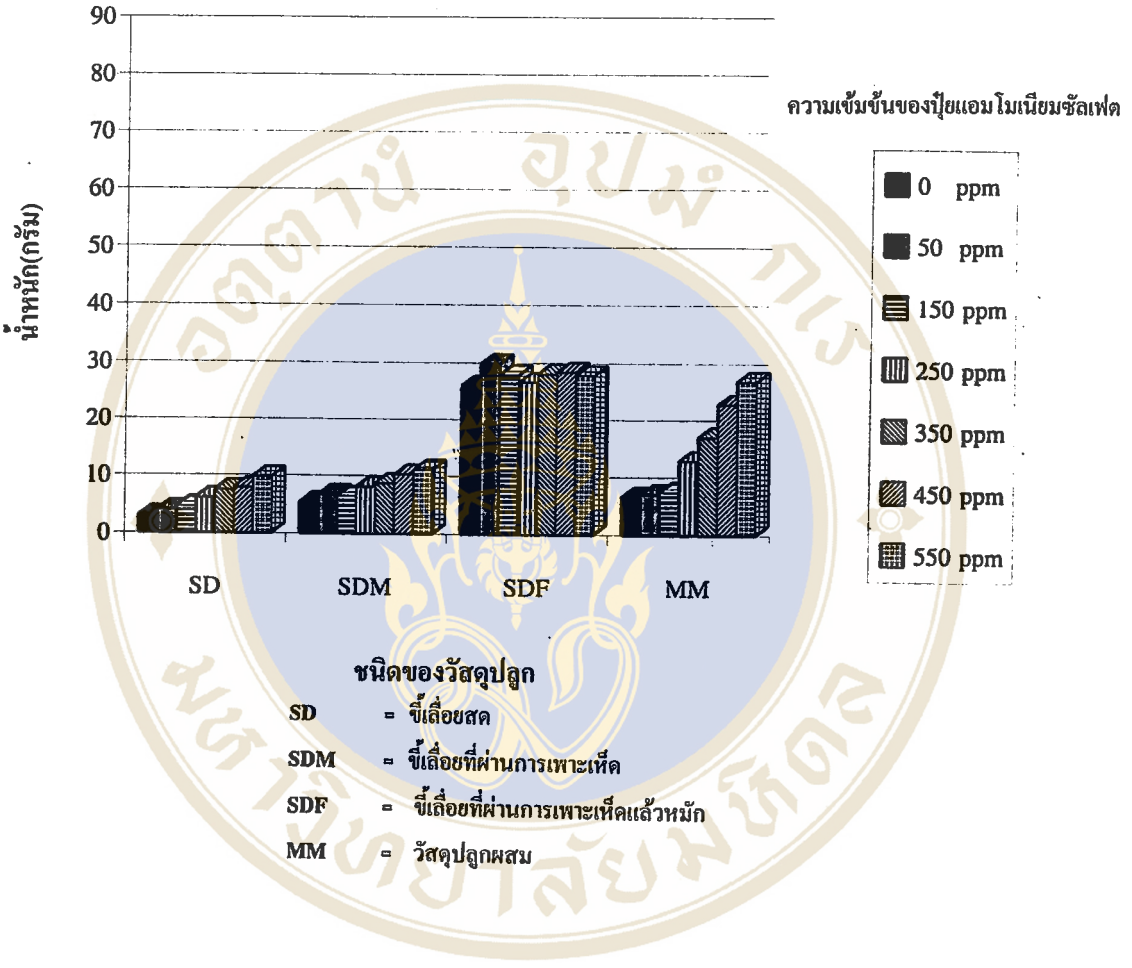

Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-16 กราฟแสดงน้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 3 เดือน




Copyright by Mahidol University

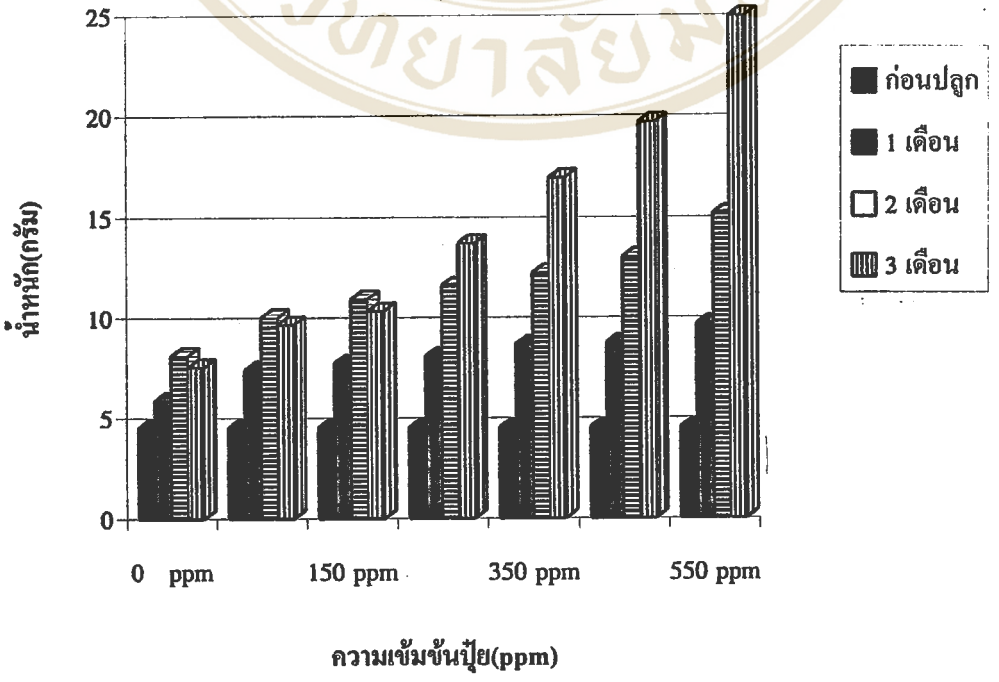
รูปที่ 4-17 กราฟแสดงน้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 3 เดือน




Copyright by Mahidol University

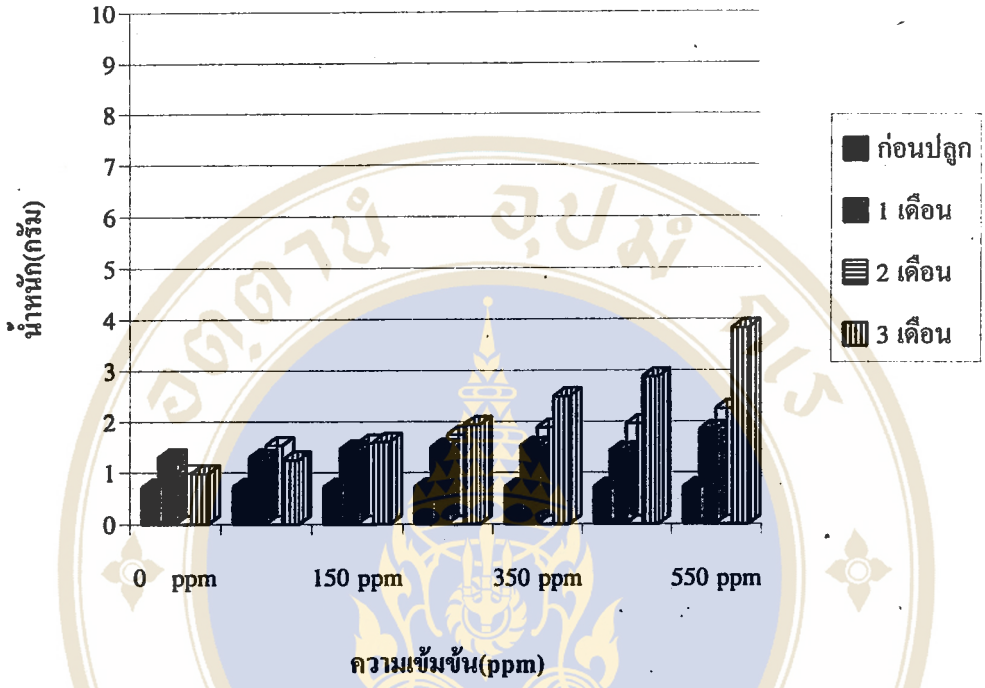
จากผลการทดลองปลูกพืชในระยะการปลูก 3 เดือน ( แสดงในรูป 4-18ถึง 4-23 ) พบว่า ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก ให้การเจริญเติบโตของพืชทดลองสูงกว่าขี้เลื่อยสด และ ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด เนื่องจากขี้เลื่อยสดยังไม่มีการย่อยสลายและขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดยังมีการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ ดังจะเห็นได้จาก ปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นเมื่อขี้เลื่อยถูกหมัก ( จาก 0.24 กรัม เป็น 0.638 กรัม เป็น 13.145 เปอร์เซนต์ ) การย่อยสลายของขี้เลื่อยทั้งสองชนิดจึงเกิดต่อเนื่องขณะนำมาปลูกพืชทดลอง และดึงเอาไนโตรเจนจากแอมโมเนียมซัลเฟตที่เติมลงไปมาใช้ในการย่อยสลาย พืชทดลองจึงมีการเจริญเติบโตต่ำ ฉะนั้น การนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมาเป็นวัสดุปลูกจึงควรนำมาหมักเสียก่อน เพื่อให้ขี้เลื่อยนั้นมีการย่อยสลายสมบูรณ์ อีกทั้งขบวนการย่อยสลายยังทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลงเนื่องจากกรดอินทรีย์ที่จุลลินทรีย์ปลดปล่อยออกมา เมื่อเทียบกับวัสดุปลูกผสมแล้วขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก ยังให้การเจริญเติบโตของพืชทดลองที่ไม่ด้อยกว่าอีกทั้งยังให้ค่าน้ำหนักสดและแห้งที่สูงกว่าอีกด้วย และจากการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่เหมาะสม คือ 450 ppm-N โดยให้ครั้งละ 100 มิลลิลิตร แบ่งการให้เป็น 2 ช่วง คือ ในเดือนแรกทุก 7 วัน และในเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 3 ทุก 4 วัน

รูปที่ 4-18 กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือนที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

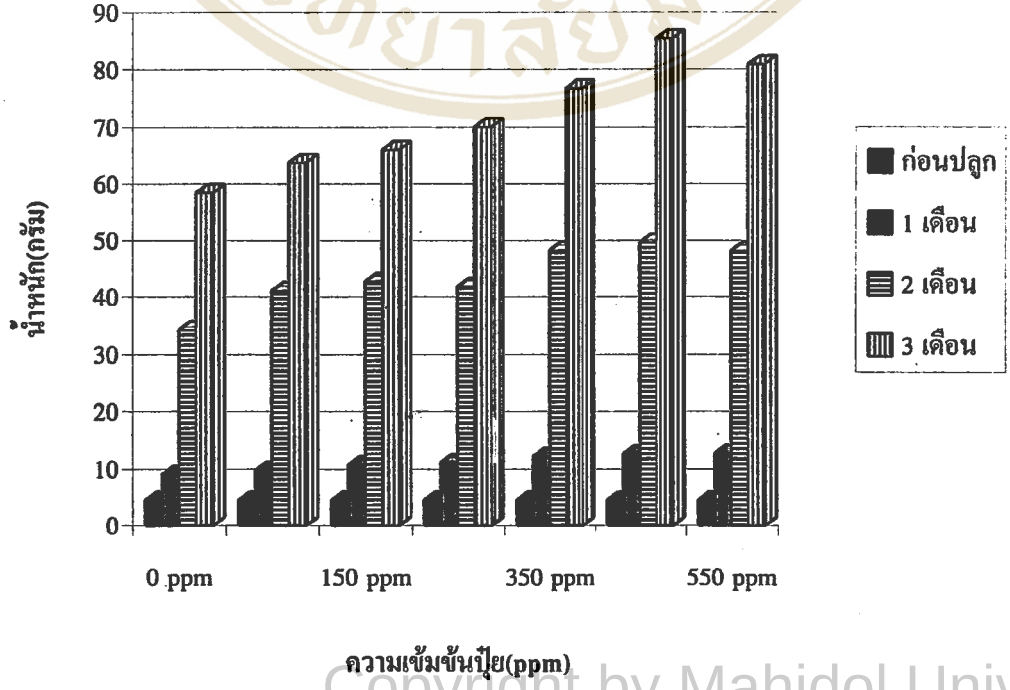



Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-19 กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือนที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

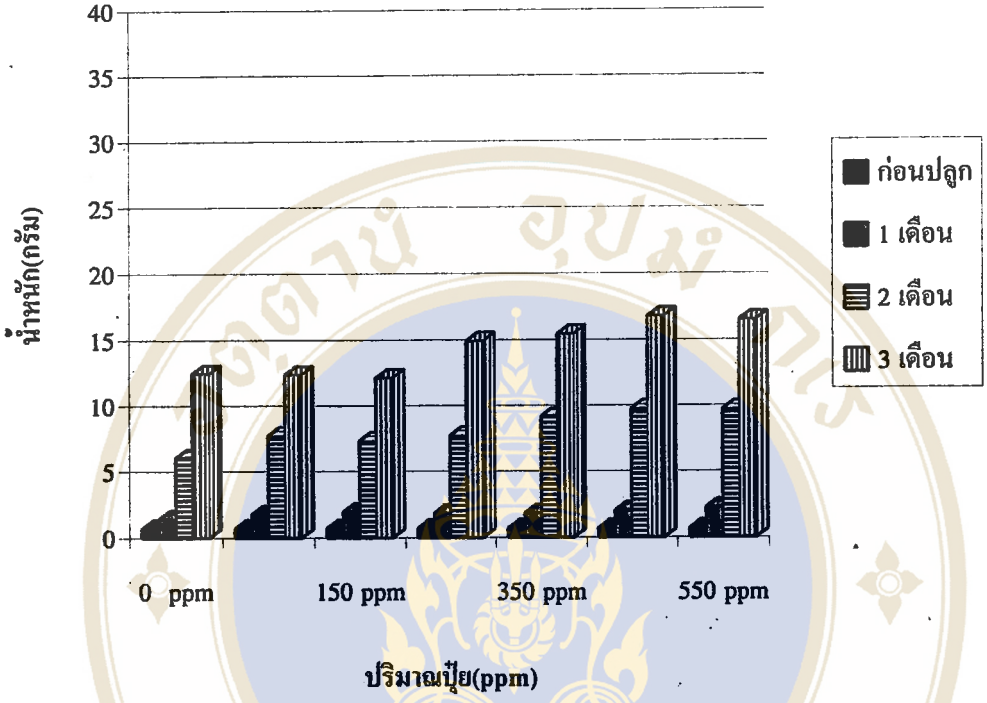



รูปที่ 4-20 กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือนที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

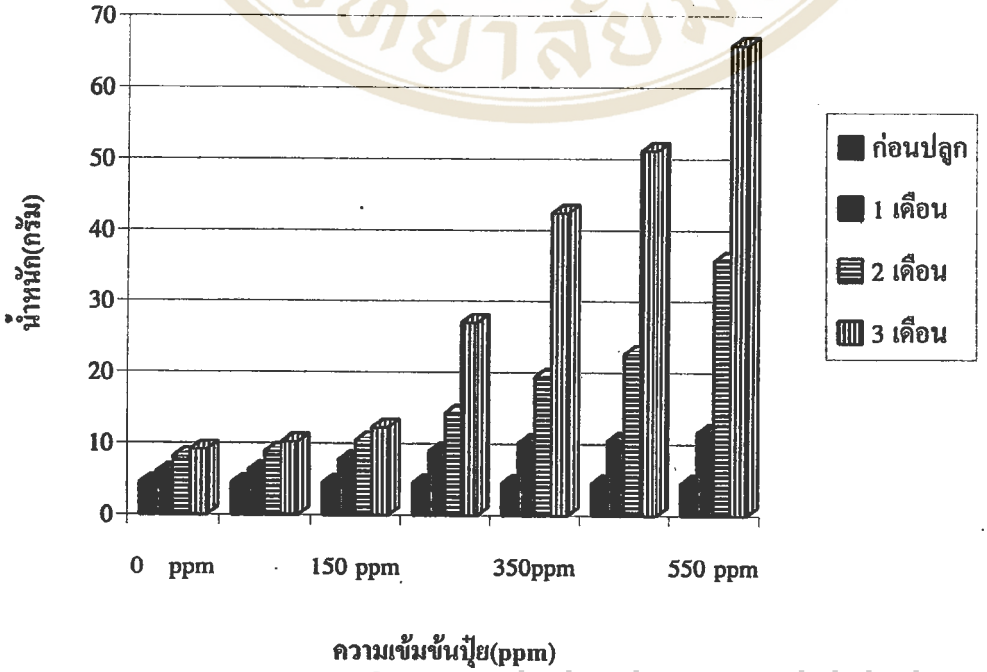



Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-21 กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือนที่ปลูกในขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

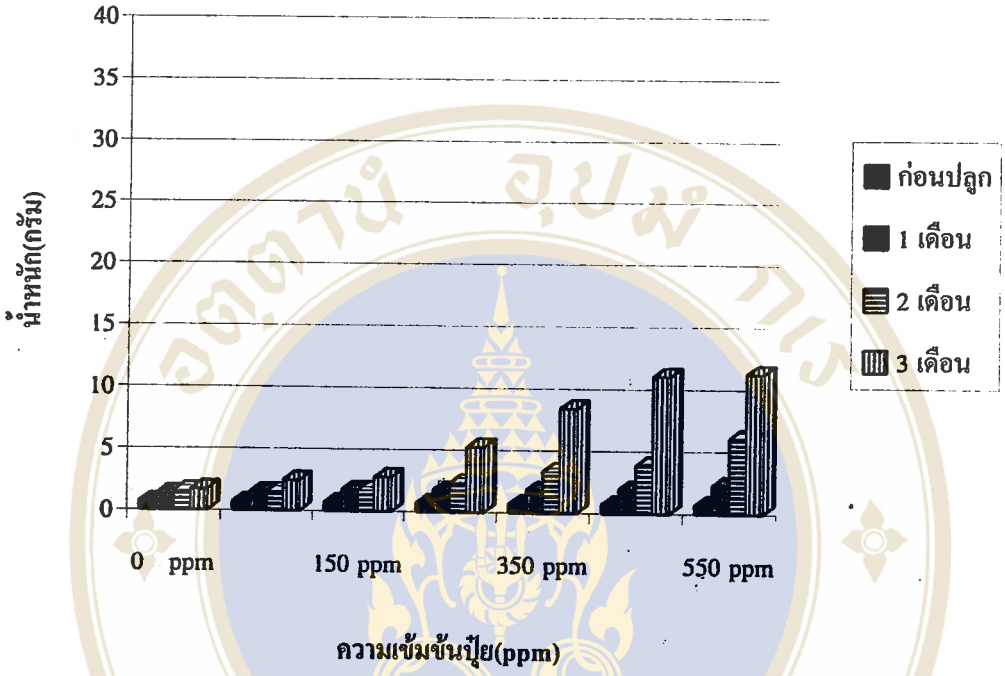



รูปที่ 4-22 กราฟแสดงน้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือนที่ปลูกในวัสดุปลูกผสม




Copyright by Mahidol University

รูปที่ 4-23 กราฟแสดงน้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือนที่ปลูกในวัสดุปลูกผสม




## 4.3 การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดไปใช้เป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง

ในการศึกษาครั้งนี้ ศึกษาขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักตามธรรมชาติ นำมาปลูกประทัดฟิลิปปินส์ในถุงพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ( ความจุ 1.20 ลิตร ) แทนการใช้กระถางเพื่อลดต้นทุนการผลิต สำหรับการดูแลรักษาในช่วงระยะเวลา 3 เดือน ใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง คือ ผสมปุ๋ยทริบเบิ้ลซุบเปอร์ฟอสเฟตอัตรา 1.050 กรัมต่อลิตร โปแตสเซียมซัลเฟต อัตรา 0.175 กรัมต่อลิตรลงในวัสดุปลูก รดน้ำทุกวันๆละ 0.50 ลิตรต่อกระถางและให้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ความเข้มข้น 450 ppm-N ทุก 4 วันในปริมาณครั้งละ 100 มิลลิลิตร โดยใช้แรงงานในครัวเรือนเป็นแรงงานในการผลิต และจากการทดลองพบว่าก้อนเชื้อที่ผ่านการเพาะเห็ดหนึ่งก้อน เมื่อนำมาหมักจะมีปริมาตรเท่ากับ 0.80 ลิตร (คำนวนจากความหนาแน่นรวม) ฉะนั้นสำหรับก้อนเชื้อเห็ด 1,000 ก้อน จะสามารถบรรจุลงถุงพลาสติก ( ใช้แทนกระถาง ) ได้ 660 ถุง และมีค่าใช้จ่ายในการผลิตดังแสดงในตารางที่ 4-2

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าใช้จ่ายในการผลิตประทัดฟิลิปปินส์เป็นไม้กระถาง

| ปัจจัยที่ใช้ในการผลิต | ค่าใช้จ่าย ( บาท ) | |
|---|---|---|
| | ต่อ 1 ต้น | ต่อ 650 ต้น |
| 1. วัสดุ[1] | | |
| - ต้นกล้าพืช | 0.500 | 325.00 |
| - ถุงพลาสติก | 1.500 | 975.00 |
| - ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต | 0.087 | 56.55 |
| - ปุ๋ยทริบเบิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต | 0.019 | 12.35 |
| - ปุ๋ยโปแตสเซียมซัลเฟต | 0.004 | 2.60 |
| 2. แรงงานสำหรับเตรียมวัสดุปลูก[2] | 0.484 | 314.60 |
| 3. การบำรุงรักษา | | |
| - น้ำ[3] | 2.322 | 1,509.30 |
| - แรงงาน[2] | 1.363 | 885.95 |
| 4. ค่าขนส่ง | 0.800 | 520.00 |
| รวม | 7.079 | 4,601.35 |

[1] ราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษา คิดราคา ณ วันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2539.
ราคาปุ๋ยอ้างอิงจากร้านขายปุ๋ยที่ตลาดอมรพันธ์ สามแยกเกษตร กรุงเทพฯ ดังนี้
ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 1 กิโลกรัม ราคา 20 บาท
ปุ๋ยโปแตสเซียมซัลเฟต 1 กิโลกรัม ราคา 20 บาท
ปุ๋ยทริบเบิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟต 1 กิโลกรัม ราคา 15 บาท

[2] แรงงานอ้างอิงจากค่าจ้างแรงงานขั้นต่ำของจังหวัดนครปฐม กรมแรงงานและสวัสดิการสังคม
ค่าแรงวันละ 160 บาท

[3] น้ำ คิดจากราคาการใช้น้ำประปาในบ้านเรือนที่ใช้น้ำไม่เกินเดือนละ 150 หน่วย 1 หน่วย ราคา 5 บาท

จากการสอบถามราคาขายต้นประทัดฟิลิปปินส์ที่มีขนาดเท่ากันกับพืชทดลองอายุ 3 เดือน ที่ตลาดต้นไม้บริเวณเทเวศน์และตลาดนัดสวนจตุจักร ณ วันที่ 15 พฤษภาคม 2539 พบว่า มีราคาขายส่งเฉลี่ยต้นละ 15 บาท ขณะที่สามารถประมาณค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อต้นได้เท่ากับ 7.079 บาท จึง

Copyright by Mahidol University

คาดได้ว่าเกษตรกรผู้เพาะเห็ดที่สนใจนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักนี้มาใช้เป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง จะมีรายได้เพิ่มขึ้นจากรายได้ที่ได้รับจากการเพาะเห็ด 5,148.65 บาท ( 9,750 - 4,601.35 บาท )

จากการศึกษา เกษตรกรที่ทำการเพาะเห็ดนางฟ้าเพื่อจำหน่าย จะมีรายได้สุทธิจากการขายเห็ด เท่ากับ 5,190 บาทต่อก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 1,000 ก้อน ( แสดงในภาคผนวก ค ) ซึ่งหากเกษตรกรนำขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดจำนวนดังกล่าว มาใช้เป็นวัสดุปลูกประทัดฟิลิปปินส์เป็นไม้กระถาง จะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นคิดเป็น 99.20 เปอร์เซนต์ของรายได้จากการเพาะเห็ด

Copyright by Mahidol University

# บทที่ 5

# สรุปและเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 การศึกษาความเหมาะสมของการใช้ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดเป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง พบว่า

(1) สมบัติทางกายภาพบางประการในการเป็นวัสดุปลูกไม้กระถางของขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดทั้งสองชนิด คือ ที่หมักแล้วและไม่ผ่านการหมัก และวัสดุปลูกผสม เหมาะสมในการเป็นวัสดุปลูก โดยขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมีความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ใกล้เคียงกับวัสดุปลูกผสม แต่มีสมบัติเหมาะสมในการเป็นวัสดุปลูกไม้กระถางมากกว่าวัสดุปลูกผสมในด้านความหนาแน่นรวมที่ต่ำกว่า ซึ่งเป็นผลให้ความพรุนสูงสามารถระบายน้ำและอากาศได้ดี น้ำหนักเบา สะดวกต่อการขนย้ายมากกว่าวัสดุปลูกผสม

(2) สมบัติทางเคมี จากการศึกษาพบว่า ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักมีปริมาณไนโตรเจน ค่าความเค็มและความเป็นด่างสูงกว่าวัสดุปลูกผสม แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมต่ำกว่า และเมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีระหว่างขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักและไม่หมัก พบว่า ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักจะให้ปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มมากขึ้นและค่าความเป็นด่างลดลง

(3) การศึกษาการเจริญเติบโตของพืชทดลองในวัสดุปลูก พบว่า ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมักให้การเจริญเติบโตของพืชทดลองดีกว่าวัสดุปลูกทั้ง 3 ชนิด คือ ขี้เลื่อยสด ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดและวัสดุปลูกผสม เมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นเท่ากัน โดยระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตสำหรับขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด คือ 450 ppm-N

จากการศึกษาสรุปได้ว่าขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมีสมบัติเหมาะสมสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูก ซึ่งเมื่อนำมาปลูกพืชทดลอง คือ ประทัดฟิลิปปินส์ พบว่า พืชทดลองมีการเจริญเติบโตดีกว่าเมื่อเทียบกับวัสดุปลูกผสม แต่ก่อนนำมาใช้ควรนำขี้เลื่อยมาหมักให้ย่อยสลายเสียก่อน

Copyright by Mahidol University

5.1.2 การศึกษาความเป็นไปได้ ในการนำขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมาใช้เป็นวัสดุปลูกไม้กระถาง พบว่า หากเกษตรกรผู้เพาะเห็ดนำก้อนเชื้อเห็ดที่เก็บดอกเห็ดหมดแล้ว มาเป็นวัสดุปลูกประทัดฟิลิปปินส์เป็นไม้กระถาง จะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 5,148.65บาทต่อก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 1,000 ก้อน หรือคิดเป็น 99.20 เปอร์เซนต์ของรายได้จากการผลิตเห็ด

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้พืชทดลองคือ ประทัดฟิลิปปินส์ (*Hamelia patens*) ซึ่งไม่ใช่พืชที่นิยมปลูกขายในท้องตลาด ถ้าเกษตรกรสนใจที่จะนำขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดไปใช้ในการผลิตไม้กระถาง ควรเลือกพืชที่มีลักษณะใกล้เคียงกับพืชทดลอง คือ มีลักษณะเนื้อไม้ค่อนข้างแข็งและมีระบบรากที่แข็งแรง เช่น เข็ม (*Ixora chinensis*) มะลิ (*Jusminum adenophyllum*) และเฟื่องฟ้า (*Bougainvillea spp.*) ซึ่งเป็นพืชที่นิยมผลิตจำหน่ายทั่วไป โดยควรเริ่มทดลองในปริมาณที่น้อยก่อน หรืออาจมีการผสมกับวัสดุอื่น เช่น ขุยมะพร้าว ทราย ใบทองหลาง เพื่อลดความเค็มและความเป็นด่างของขี้เลื่อย

5.2.2 เกษตรกรผู้เพาะเห็ดสามารถรวมตัวกันนำขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด มาผลิตเป็นปุ๋ยหมักบรรจุถุงจำหน่าย ซึ่งจากการศึกษาของประทีป (2538.) พบว่า จังหวัดนครปฐมมีปริมาณก้อนเชื้อเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด ประมาณ 4,793 ตันต่อปี เมื่อคิดต้นทุนการผลิตซึ่งอ้างอิงจาก นาวิน ( 2536.) โดยรวมถึงค่าเชื้อเพลิง ค่าเสื่อมราคาของเครื่องสับและค่าแรงงาน (42 บาทต่อตัน) ค่าหัวเชื้อปุ๋ย (0.40 บาทต่อตัน) หินฟอสเฟต (0.63 บาทต่อตัน) ปุ๋ยยูเรีย (0.63 บาทต่อตัน) และราคาขายของปุ๋ยหมักในปัจจุบันราคาตันละ 1,500 บาท จะทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการขายปุ๋ยหมัก 1,442.26 บาทต่อตัน คิดเป็นรายได้ทั้งหมด 6,912,752 บาท

Copyright by Mahidol University

# บรรณานุกรม


กรมวิชาการเกษตร. สรุปผลการสัมมนาทางวิชาการประจำปี 2528 กลุ่มเห็ด. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2528: หน้า 3.

กรมส่งเสริมการเกษตร. คู่มือสวนสำหรับเกษตรตำบล.โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ; 2536.

กอบเกียรติ บันสิทธิ. แมลง-ศัตรูเห็นที่ท่านควรรู้จักและกำจัด. หน่วยควบคุมคุณภาพและถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อการผลิตเห็ดและปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพและสมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. 2536 : เล่มที่ 2-3-5.

เกษมศรี ซับซ้อน. ปฐพีวิทยา. ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตรบางพูน. กองวิทยาลัยเกษตรกรรม. กรมอาชีวศึกษา. 2536.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ.การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก. ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร. กรุงเทพฯ. 2523: หน้า 71.

ทัศนีย์ อัตตนันทน์และจงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยาคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ อัตตนันทน์ และสรสิทธิ์ วัชโรทยาน. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารดินและปุ๋ยเล่มที่ 10. กรุงเทพฯ. 2531: หน้า 59-66.

ธนากร ลวนกุล. การสำรวจวิธีการผลิตและการตลาดในแหล่งผลิตไม้ประดับต่าง ๆ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 2526: หน้า 31-32.

ธวัชชัย ประยูรสิน. การผลิตและการตลาดเห็ดนางฟ้าภูฐานจังหวัดราชบุรี ปี 2535. วารสารเศรษฐกิจการเกษตรวิจัย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2536. ปีที่ 15 ฉบับที่ 47: หน้า 35-58.

นาวิน จินดามัยและคณะ เครื่องย่อยใบไม้และกิ่ง. ปริญญานิพนธ์ปริญญาตรี. คณะวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2536.

ประทีป ปิ่นท้วม. การศึกษาการนำขี้เลื่อยที่เหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมาใช้ในรูปเชื้อเพลิง. วิทยานิพนธ์สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2538.

ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน. โรคของเห็ดฤง.เอกสารเผยแพร่กลุ่มงานวิทยาไมโคร กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร : 3 (อัดสำเนา).


Copyright by Mahidol University

ประพฤติ เช้าเจริญ.การเพาะเห็ดด้วยขี้เลื่อยไม้ยางพารา. กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง 2527: ปีที่ 22. ฉบับที่ 85. หน้า 20-23.

ปิฏฐะ บุนนาค. ไม้กระถาง:หนังสือที่ระลึกวันต้นไม้ประจำปีแห่งชาติ 2530.สำนักสวัสดิการสังคม กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ. 2530: หน้า 115-126.

พรรณี รัตนลาโภ. ไม้ดอกกระถาง. หนังสือที่ระลึกวันต้นไม้ประจำปีแห่งชาติ 2533. สำนักสวัสดิการสังคม กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพ. 2533. หน้า 63-65.

พัชรีสาร รุจิยาปนนท์. การใช้ตะกอนดินมักกะสันในรูปวัสดุปลูก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 2534:หน้า 50-52.

พิมพ์กานต์ อร่ามพงษ์นันธ์. การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก. เอกสารเผยแพร่กลุ่มงานจุลวิทยาประยุกต์. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร(อัดสำเนา).

มนตรี ค้ำชู. อนาคตการปลูกพืชไร้ดิน. เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการดินและปุ๋ยครั้งที่ 6 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา).

วิทยา สุริยาภณานนท์. อาหารและเครื่องปลูกของพืชสวน. เอกสารประกอบการสอนวิชาพืชสวน 453. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ; 2523. หน้า 188.

วิทยา สุริยาภณานนท์. วัสดุปลูกในภาชนะ. หนังสือที่ระลึกวันต้นไม้ประจำปีแห่งชาติ 2534. สำนักสวัสดิการสังคม กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพ. 2534: หน้า 29-32.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. พจนานุกรมไม้ดอกไม้ประดับในเมืองไทย. สำนักพิมพ์โอเดียรสโตร์ 2530. เล่ม 1,2.

ศิริกุล คลองคำนวณการ. ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนในการผลิตเห็ดหูหนู เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า และเห็ดเป๋าฮื้อ เพื่อการค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัญชีมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2528: หน้า 56-108.

สมชาย องค์ประเสริฐ. เอกสารคำสอนปฐพีศาสตร์เบื้องต้น. ภาควิชาดินและปุ๋ย. คณะผลิตภัณฑ์การเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. 2531: หน้า 225-260.

สมพร คนยงค์. อิทธิพลของธาตุอาหารในดิน อัตราปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม ที่มีผลต่อผลผลิต องค์ประกอบทางเคมีและการผลิตอัลคาลอยด์ในแพงพวยฝรั่ง. วิทยานิพนธ์ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2537.

สมเพียร เกษมทรัพย์. ไม้ดอกกระถาง. อักษรพิทยา. กรุงเทพฯ; 2528. หน้า 80.

สมเจตน์ จันทวัฒน์ และคณะ. เอกสารคำสอนชุดวิชาเกษตรทั่วไป 4: ดิน น้ำและปุ๋ย. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2530. หน่วยที่ 1-7. หน้า 448-461.

Copyright by Mahidol University

สุชาดา เกาตะกูล. การตอบสนองของบานชื่นและแพรเซี่ยงไฮ้ ที่ระดับต่าง ๆ ของไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม ในวัสดุปลูกที่ผสมขุยมะพร้าวกับทราย 5 อัตรา. วิทยานิพนธ์สาขาพืชสวน คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2525.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช เล่ม 1. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ; หน้า 277.

Adamson, R.M. and E.F. Mass. Sawdust and other soil substitutes and amendments in greenhouse tomato production. Hort science 1971; 6(4). page 397-399.

Barlow,E .W. R.. L. Boersma and J.L. Young. Root temperature and soil water potential effects on growth and soluble carbohydrate concentration of corn seedlings. Crop Sci.16;1976: page 59-62.

Beardsell, D.V.D.G Nichols and D.L Jones. Physical properties of nursery potting mixtres. Scientia Horticulturac 1979; 11: page 1-8.

Beardsell,D.V.D.G. Nichols and D.L. Jones. Water reltions of nursery potting horticulturae. 1979: 11. page 9-10.

Boodly , J. R. Potassium in floriculture crops nutritiion. Hort Sci. 1970; 4(1) : 42-44.

Boyer , J.S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. Plant Physiol.46; 1970: page 233-235.

Brown, E.F. and F.A. Pokorny. Physical and Chemical porperties of media composed of milled pine bark and sand. J. Amer. Soc. Hort Science 1975:100(2).page 119 - 121.

Bunt A.C. Modern Potting compost: A Munual on the Preparation and use of Growning Media of Pot Plants. 1976: page 277 .

Criley, R.A. and R.T. Watanabe. Response of Chrysanthemum in fore Soilless media. Hort Science 1974: 9(4). page 385-387.

Copyright by Mahidol University

Davidson , R..L. Effect of edaphic factors on the soluble carbohydrate content of root of *Lolium perrme* L. and *Trifolium repens* L. Ann. Bot 33; 1969: page 385-387.

De Boodt, M. and O. Verdonok. The physical properties of the Substrates in horticulture. Acta Horticulturac 1972: 26. page 37-44.

Dukshoorn, W., J. Lampe and Lw Van Broekhoven. The effect of soil pH and chemical from of nitrogen fertilizer on heavy metal constants in ryegrass, Fertilizer Research. 1983 : page 63-74.

Frantisok Zadrazil. Advance in mushroom Production Technology and waste Management. The seminar of the mushroom production. Bangkok : 1992.

Hanan J.J.. Bulk density , porosity , percolation and salinity control in shallow , freely draining , potting soils. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 1981; 106(6): page 742-746.

Hosoya , T., c. Murai and Hiruma. Effectof niitrogen supplied at various groth stages on growth and flowering of pot chrysanthemum. Hort. Sci. 1978; 49(10): page 663.

Jarvis , P.G. and M.S. Jarvis. Growth rates of woody plants. Physiol Plant. 1964:page 654-666.

Kurtzman, R.H., Jr., and Ahmad, D. Proceeding of a Seminar on Mushroom Research and reduction (coprins, Pleurotuus Agaricus). Agricultural Research Council, Karachi, Pakistan. 1975.

Linsay , W.L. and H.F. Stephenson. Nature of the reaction on monocalcium phosphate monohydrate in soil. The solution that react with soil. soil sci.Soc.Am.Pro. 1959: page 12-18.

Maree , P. C. J. Growing seedless English Cucumbers in fresh pine bark and sawdust,In proceeding of the sixth international congress sailless culture ISOSC Netherland 1984: page 123-128

Copyright by Mahidol University

National Academy of Sciences. Mehtane Generation from Human, Animal and agricultural Wastes. New York. 1977.

Pierre , W.H. Nitrogenous fertilizer and soil acidtity: Effect of various nitrogenous fertilizers on soil reaction. J. Am. Soc. Agron. 1977: page 254-269.

Polizotto, K.R.G.E. Wilcox and C.M. Jones. Response of growth and mineral composition of potato to nitrate and ammonium nitrate. J. Amer Soc. Soc Hort. Sci 1975: 100(2) page 165-168.

Rankin , J.B. The use of sawdust as a growing media for all crop in growth box beds in central Africa. Proceedings 6 th international congress on soilless culture , Wageningen. 1980; page 385-390.

Richards, S.J.,J.E. Warneke and F.K. Aljibury. Physical properties of soil mixed. Soil Science 1964: 98. page 129-132.

Sample, E.C. and R..J. Soper. Reaction of phosphate fertilizers in soil. F.E. Rhasawnch et al SSSA, Madison, Wisconsin. 1980: page 263-304.

Self, R.L. Potting mix studies analyzed in alabama. Amer. Nurseryman 1976; 144(3) : 98. page 100-104.

Spencer , E.L. and J.W. Shive. The growth of Rhododendron ponticum. in sand cultures. Bul. Torrey Bot. Club. 1933.60: page 423-439.

Spomer, L A. How container soils influence plant heath. Amer. Nurseryman. CLI(12).1980: 8-9. page 57-60.

Spomer , L.A. Two classroom exercises demonstrating the pattern of container 0 soil water distribution. Hort Science. 1974; 9(2): 152-153.

Sterrett , S. B. and T. A. Fertz. Effect of nitrogen source and rate composted hardwood bark media and subsequent growth of cotoneaster. J. Amer. Soc.Hort. Sci.1977; 102:page 677-680.

Stuart , N. W. Some studies in azalea nutrition. Net 1. Hort. Mag. 1947; 26: 210-214

Copyright by Mahidol University

Swartz, W.E. and L.T. Kardes. Effect of compaction on physical properties of sand-soil-peat mixtures at various moisture. contents. Agron. J. 1963; 55. page 7-10.

United States Salinity Laboratory Staff. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. United States Department of Agriculture. U.S.A.. Agriculture Handbook No.60. 1954; page 160.

Van Wazer, J.R. Phosphate and its compound. Chemistry Interscience. 1964: vol1.page 954.

Veihmeyer , F.L. and A.H. Hendrickson. Method of measuring field capacity and permanent wilting percentage of soils. Soil sci. 1949; 68: page 75-94.

Ware, G.W. and J.P. Mc collum. Producing Vegetable Crops. The Interstate Printers and Pubilishers, Inc., Illinois. 1975: page 507.

Waters , W.E.,W Llewellyn and J. Nesmith. The Chemical, physicaland salinity characteristics of twenty- seven soil media. Proc. State Hort. Soc. 83; 1970:page 432-488.

Woodson , W. R. and J. W. Boodley. Accumulation and partitioning of nitrogen and dry matter during the growth of chrysanthemum. Hort Science. 1883; 18(2): 196 - 197.

Copyright by Mahidol University

# ภาคผนวก

Copyright by Mahidol University

# ภาคผนวก ก

## สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกที่มีผลต่อพืช

ตารางที่ ก-1 แสดงลักษณะของพืชที่ขาดธาตุอาหาร

| กลุ่มธาตุ | บริเวณของพืชที่แสดงอาการ | ลักษณะอาการ |
|---|---|---|
| กลุ่มธาตุที่เคลื่อนย้ายได้ | | |
| ไนโตรเจน | ใบล่างของต้น | ระยะแรกมีสีเหลืองปนส้ม ขาดรุนแรงปลายและขอบใบแห้ง |
| ฟอสฟอรัส | ใบล่างและลำต้น | สีแดงอมม่วง |
| โปแตสเซียม | ใบล่าง | ระยะแรกมีสีเหลือง หลังจากนั้นมีสีน้ำตาลไหม้โดยเริ่มที่ปลายใบ |
| มักเนเซียม | ใบล่าง | เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบจะเป็นสีเหลืองแต่เส้นใบยังมีสีเขียวปกติ |
| โมลิบดินัม | ใบล่าง | สีเหลืองบางครั้งเกิดจุดสีน้ำตาล |
| กลุ่มธาตุที่เคลื่อนย้ายไม่ได้ | | |
| แคลเซียม | ใบบนของต้น | สีเหลือง บางครั้งจะเกิดจุดสีน้ำตาลเกิดขึ้น ใบอาจม้วนงอ |
| กำมะถัน | ใบบนหรือยอด | สีเหลืองหรือสีเขียวอ่อน |
| เหล็ก | ใบอ่อนที่ยังไม่โตเต็มที่ | เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบจะเป็นสีเหลือง แต่เส้นใบยังเขียวปกติ |
| แมงกานีส | ใบอ่อนที่ยังไม่โตเต็มที่ | เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบจะเป็นสีเหลือง แต่เส้นใบยังมีสีเขียวปกติ |
| สังกะสี | ใบบน | เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบจะเป็นสีเหลืองหรือสีเขียวซีด เส้นใบยังเขียวปกติ |
| ทองแดง | ใบบน | พืชพวกธัญพืช ปลายใบจะมีสีขาวซีดมะเขือเทศและยาสูบจะมีสีเขียวเข้ม และสีเหลืองเป็นจ้ำ |
| โบรอน | ใบบน | ใบย่นและหนาผิดปกติ |
| | ผล | เกิดเป็นจุดสีน้ำตาลหรือสีดำ |

Copyright by Mahidol University

ที่มา สมเจตน์และคณะ. 2530.

ตารางที่ ก-2 แสดงระดับของเกลือที่ละลายได้ (ค่าความเค็มของดิน)ที่มีผลต่อพืช

| ระดับ | EC (ds/m) | เกลือ(เปอร์เซนต์) | อิทธิพลต่อพืช |
|---|---|---|---|
| 1. ไม่เค็ม | < 2 | < 0.1 | ไม่มีผล |
| 2. เค็มน้อย | 2-4 | 0.1-0.15 | มีผลต่อพืชไม่ทนเค็ม |
| 3. เค็มปานกลาง | 4-8 | 0.15-0.35 | มีผลต่อพืชหลายชนิด |
| 4. เค็มมาก | 8-16 | 0.35-0.70 | พืชที่ทนเค็มเท่านั้นที่เจริญได้ดี |
| 5. เค็มจัด | > 16 | > 0.70 | พืชทนเค็มน้อยชนิดที่เจริญได้ดี |

ที่มา U.S. Soil salinity Laboratory Staff , 1954.

ตารางที่ ก-3 แสดงระดับของความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)

| ระดับ | pH | ระดับ | pH |
|---|---|---|---|
| กรดจัดอย่างรุนแรง | < 4.5 | กลาง | 6.6-7.3 |
| กรดจัดมาก | 4.5-5.0 | ด่างอ่อน | 7.4-7.8 |
| กรดจัด | 5.1-5.5 | ด่างปานกลาง | 7.9-8.4 |
| กรดปานกลาง | 5.6-6.0 | ด่างจัด | 8.5-9.0 |
| กรดเล็กน้อย | 6.1-6.5 | ด่างจัดมาก | > 9.0 |

ที่มา U.S. Soil salinity Laboratory Staff , 1954.

Copyright by Mahidol University

# ภาคผนวก ข

## ผลการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชทดลองอายุ 1-3 เดือน

ตารางที่ ข-1 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 1.253 | 0.626 | 1.42 ns |
| TREATMENT | 27 | 345.154 | 12.783 | 29.00 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 153.204 | 25.534 | 57.93 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 175.983 | 58.661 | 133.10 ** |
| FXM | 18 | 15.965 | 0.886 | 2.01 * |
| ERROR | 54 | 23.800 | 0.440 | |
| TOTAL | 83 | 370.207 | | |

cv = 7.5%

** = significant at 1% level: * = significant at 5% level

ns = not significant

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-2 น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 1 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 5.550 d | 5.860 d | 9.110 e | 6.007 e | 6.632 |
| 50 ppm | 6.387 cd | 7.323 c | 9.760 de | 6.280 e | 7.438 |
| 150 ppm | 7.160 bc | 7.720 bc | 10.717 cd | 7.790 d | 8.347 |
| 250 ppm | 7.743 ab | 8.163 bc | 11.170 bc | 8.977 c | 9.013 |
| 350 ppm | 8.117 ab | 8.667 ab | 12.210 ab | 10.160 b | 9.788 |
| 450 ppm | 8.017 ab | 8.740 ab | 12.680 a | 10.490 b | 9.982 |
| 550 ppm | 8.717 a | 9.680 a | 12.777 a | 11.613 a | 10.697 |
| M-MEAN | 7.384 | 8.022 | 11.203 | 8.760 | 8.842 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-3 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 0.041 | 0.020 | <1 |
| TREATMENT | 27 | 6.507 | 0.241 | 10.05 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 4.231 | 0.705 | 29.40 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 1.706 | 0.568 | 23.72 ** |
| FXM | 18 | 0.569 | 0.031 | 1.32 ns |
| ERROR | 54 | 1.295 | 0.023 | |
| TOTAL | 83 | 7.843 | | |

cv = 9.3%

** = significant at 1% level: ns = not significant

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-4 น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 1 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 1.443 bc | 1.303 b | 1.423 c | 1.327 d | 1.374 d |
| 50 ppm | 1.367 c | 1.300 b | 1.460 c | 1.500 cd | 1.407 d |
| 150 ppm | 1.470 bc | 1.467 b | 1.967 b | 1.713 bc | 1.654 c |
| 250 ppm | 1.417 bc | 1.500 b | 1.830 b | 1.773 b | 1.630 c |
| 350 ppm | 1.443 bc | 1.530 b | 1.843 b | 1.850 b | 1.667 c |
| 450 ppm | 1.670 b | 1.537 b | 2.030 ab | 1.950 b | 1.797 b |
| 550 ppm | 1.990 a | 1.847 a | 2.267 a | 2.267 a | 2.093 a |
| M-MEAN | 1.543 | 1.498 | 1.831 | 1.769 | 1.660 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-5 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 1 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 0.129 | 0.064 | <1 |
| TREATMENT | 27 | 420.823 | 15.586 | 106.05 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 25.671 | 4.278 | 29.11 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 383.406 | 127.802 | 869.59 ** |
| FXM | 18 | 11.746 | 0.652 | 4.44 * |
| ERROR | 54 | 7.936 | 0.146 | |
| TOTAL | 83 | 428.889 | | |

cv = 11.6%

** = significant at 1% level

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-6 น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ1เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 1.223 a | 1.420 d | 5.150 d | 1.770 c | 2.391 |
| 50 ppm | 1.310 a | 1.907 cd | 5.600 d | 1.940 bc | 2.689 |
| 150 ppm | 1.457 a | 2.020 bcd | 6.617 c | 2.490 ab | 3.146 |
| 250 ppm | 1.487 a | 2.300 abc | 6.940 c | 2.567 ab | 3.323 |
| 350 ppm | 1.600 a | 2.333 abc | 7.677 b | 3.023 a | 3.658 |
| 450 ppm | 1.643 a | 2.607 ab | 8.073 ab | 3.103 a | 3.857 |
| 550 ppm | 1.610 a | 2.780 a | 8.457 a | 3.117 a | 3.991 |
| M-MEAN | 1.476 | 2.195 | 6.930 | 2.573 | 3.294 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-7 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 1 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 0.939 | 0.469 | 1.35 ns |
| TREATMENT | 27 | 122.469 | 4.535 | 13.07 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 53.860 | 8.976 | 25.87 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 46.798 | 15.599 | 44.95 ** |
| FXM | 18 | 21.809 | 1.211 | 3.49 ** |
| ERROR | 54 | 18.740 | 0.347 | |
| TOTAL | 83 | 142.149 | | |

cv = 10.6%

** = significant at 1% level: ns = not significant

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-8 น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 1 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 4.293 d | 4.440 c | 3.960 a | 4.237 d | 4.233 |
| 50 ppm | 5.077 cd | 5.477 b | 4.150 a | 4.340 cd | 4.761 |
| 150 ppm | 5.703 bc | 5.700 b | 4.100 a | 5.300 c | 5.201 |
| 250 ppm | 6.320 ab | 5.540 b | 4.230 a | 6.410 b | 5.625 |
| 350 ppm | 6.517 ab | 6.333 ab | 4.533 a | 7.137 b | 6.130 |
| 450 ppm | 6.373 ab | 6.133 ab | 4.607 a | 7.387 b | 6.125 |
| 550 ppm | 7.107 a | 6.900 a | 4.320 a | 8.497 a | 6.706 |
| M-MEAN | 5.913 | 5.789 | 4.271 | 6.187 | 5.540 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-9 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 2 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 7.022 | 3.511 | 1.35 ns |
| TREATMENT | 27 | 18834.562 | 697.576 | 267.37 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 1864.213 | 310.702 | 119.09 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 16207.034 | 5402.344 | 2070.61 ** |
| FXM | 18 | 763.313 | 42.406 | 16.25 ** |
| ERROR | 54 | 140.888 | 2.609 | |
| TOTAL | 83 | 18982.473 | | |

cv = 8.0%

** = significant at 1% level: ns = not significant

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-10 น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 3.550 f | 8.087 d | 34.433 c | 8.183 e | 13.563 |
| 50 ppm | 5.467 ef | 9.853 cd | 41.067 b | 8.880 e | 16.317 |
| 150 ppm | 7.117 de | 10.923 bc | 42.700 b | 10.433 e | 17.793 |
| 250 ppm | 8.383 cd | 11.593 bc | 41.843 b | 14.243 d | 19.016 |
| 350 ppm | 9.923 bc | 12.233 bc | 48.397 a | 19.413 c | 22.492 |
| 450 ppm | 12.067 ab | 13.017 ab | 49.640 a | 22.593 b | 24.329 |
| 550 ppm | 14.293 a | 15.160 a | 48.187 a | 35.843 a | 28.371 |
| M-MEAN | 8.686 | 11.552 | 43.752 | 17.084 | 20.269 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-11 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 2 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 0.032 | 0.016 | <1 |
| TREATMENT | 27 | 710.989 | 26.332 | 132.26 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 63.350 | 10.558 | 53.03 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 621.299 | 207.099 | 1040.16 ** |
| FXM | 18 | 26.339 | 1.463 | 7.35 ** |
| ERROR | 54 | 10.751 | 0.199 | |
| TOTAL | 83 | 721.773 | | |

cv = 12.3%

** = significant at 1% level

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-12 น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 0.690 d | 0.987 b | 6.040 c | 2.440 c | 2.539 |
| 50 ppm | 1.043 cd | 1.540 ab | 7.733 b | 1.517 d | 2.958 |
| 150 ppm | 1.190 bcd | 1.580 ab | 7.333 b | 1.710 cd | 2.953 |
| 250 ppm | 1.430 bcd | 1.750 ab | 7.733 b | 2.353 c | 3.317 |
| 350 ppm | 1.660 bc | 1.727 ab | 9.167 a | 3.347 b | 3.975 |
| 450 ppm | 1.960 ab | 1.957 a | 9.767 a | 3.883 b | 4.392 |
| 550 ppm | 2.647 a | 2.263 a | 9.717 a | 6.070 a | 5.174 |
| M-MEAN | 1.517 | 1.686 | 8.213 | 3.046 | 3.615 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-13 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 2 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 1.526 | 0.763 | <1 |
| TREATMENT | 27 | 8993.374 | 333.087 | 160.85 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 736.205 | 122.700 | 59.25 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 7632.330 | 2544.110 | 1228.59 ** |
| FXM | 18 | 624.838 | 34.713 | 16.76 ** |
| ERROR | 54 | 111.821 | 2.070 | |
| TOTAL | 83 | 9106.722 | | |

cv = 14.4%

** = significant at 1% level

SD = ขี้เลื่อยสด
SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด
SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก
MM = วัสดุปลูกผสม

ตารางที่ ข-14 น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 1.173 b | 1.760 b | 20.043 c | 1.567 e | 6.136 |
| 50 ppm | 1.267 b | 2.153 ab | 25.453 b | 2.197 e | 7.768 |
| 150 ppm | 1.533 b | 2.300 ab | 25.563 b | 2.890 e | 8.072 |
| 250 ppm | 2.307 b | 3.097 ab | 24.773 b | 5.823 d | 9.000 |
| 350 ppm | 2.860 ab | 3.240 ab | 28.260 a | 10.170 c | 11.133 |
| 450 ppm | 3.343 ab | 3.863 ab | 29.860 a | 13.017 b | 12.521 |
| 550 ppm | 5.250 a | 4.730 a | 28.167 a | 23.423 a | 15.393 |
| M-MEAN | 2.533 | 3.020 | 26.017 | 8.441 | 10.003 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด
SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด
SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก
MM = วัสดุปลูกผสม

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-15 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 2 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 1.736 | 0.868 | 1.20 ns |
| TREATMENT | 27 | 1931.761 | 71.546 | 98.58 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 270.675 | 45.112 | 62.16 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 1627.951 | 542.650 | 747.71 ** |
| FXM | 18 | 33.134 | 1.840 | 2.54 ** |
| ERROR | 54 | 39.190 | 0.725 | |
| TOTAL | 83 | 1972.688 | | |

cv = 8.3%

** = significant at 1% level: ns = not significant

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-16 น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 2 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 2.377 e | 6.327 c | 14.150 d | 6.617 d | 7.368 |
| 50 ppm | 4.200 d | 7.700 bc | 15.613 c | 6.683 d | 8.549 |
| 150 ppm | 5.583 cd | 8.623 b | 17.137 b | 7.543cd | 9.722 |
| 250 ppm | 6.077 bc | 8.497 b | 17.070 b | 8.420bc | 10.016 |
| 350 ppm | 7.063 b | 8.993 ab | 19.987 a | 9.243 b | 11.322 |
| 450 ppm | 8.723 a | 9.153 ab | 19.780 a | 9.577 b | 11.808 |
| 550 ppm | 9.043 a | 10.430 a | 20.020 a | 12.420 a | 12.978 |
| M-MEAN | 6.152 | 8.532 | 17.680 | 8.643 | 10.252 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-17 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 3 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 17.834 | 8.917 | 1.15 ns |
| TREATMENT | 27 | 59892.952 | 2218.257 | 287.08 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 8726.488 | 1454.414 | 188.23 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 47711.178 | 15903.726 | 2058.20 ** |
| FXM | 18 | 3455.285 | 191.960 | 24.84 ** |
| ERROR | 54 | 417.257 | 7.727 | |
| TOTAL | 83 | 60328.044 | | |

cv = 8.6%

** = significant at 1% level: ns = not significant

SD = ขี้เลื่อยสด
SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด
SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก
MM = วัสดุปลูกผสม
FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-18 น้ำหนักรวมสดของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 4.333 e | 7.517 e | 58.477 e | 9.133 e | 19.865 |
| 50 ppm | 5.703 e | 9.640 de | 63.763 d | 10.220 e | 22.332 |
| 150 ppm | 7.957 de | 10.333 de | 66.017 cd | 12.287 e | 24.148 |
| 250 ppm | 11.687 cd | 13.707 cd | 70.020 c | 27.003 d | 30.604 |
| 350 ppm | 15.123 bc | 16.940 bc | 76.387 b | 42.450 c | 37.725 |
| 450 ppm | 17.343 ab | 19.683 b | 85.480 a | 51.150 b | 43.414 |
| 550 ppm | 20.867 a | 24.970 a | 80.880 b | 65.847 a | 48.141 |
| M-MEAN | 11.859 | 14.684 | 71.575 | 31.156 | 32.318 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด
SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด
SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก
MM = วัสดุปลูกผสม
FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-19 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 3 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 1.804 | 0.902 | 2.25 ns |
| TREATMENT | 27 | 2556.612 | 94.689 | 236.31 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 271.227 | 45.204 | 112.81 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 2154.071 | 718.023 | 1791.93 ** |
| FXM | 18 | 131.313 | 7.295 | 18.21 ** |
| ERROR | 54 | 21.637 | 0.400 | |
| TOTAL | 83 | 2580.054 | | |

cv = 10.3%

** = significant at 1% level: ns = not significant

SD = ขี้เลื่อยสด
SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด
SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก
MM = วัสดุปลูกผสม
FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-20 น้ำหนักรวมแห้งของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูก ที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 0.773 d | 0.977 d | 12.467 c | 1.723 d | 3.985 |
| 50 ppm | 1.210 cd | 1.247 d | 12.400 c | 2.487 d | 4.336 |
| 150 ppm | 1.463 cd | 1.607 cd | 12.140 c | 2.773 d | 4.496 |
| 250 ppm | 1.787 bcd | 1.943 bcd | 14.937 b | 5.260 c | 5.982 |
| 350 ppm | 1.980 abc | 2.503 bc | 15.460 b | 8.417 b | 7.090 |
| 450 ppm | 2.597 ab | 2.887 ab | 16.787 a | 11.030 a | 8.325 |
| 550 ppm | 3.007 a | 3.830 a | 16.523 a | 11.240 a | 8.650 |
| M-MEAN | 1.831 | 2.142 | 14.388 | 6.133 | 6.123 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด
SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด
SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก
MM = วัสดุปลูกผสม
FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-21 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 3 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 3.640 | 1.820 | <1 |
| TREATMENT | 27 | 25777.109 | 954.707 | 352.20 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 4418.369 | 736.394 | 271.66 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 19869.496 | 6623.165 | 2443.33 ** |
| FXM | 18 | 1489.243 | 82.735 | 30.52 ** |
| ERROR | 54 | 146.378 | 2.710 | |
| TOTAL | 83 | 25927.129 | | |

cv = 9.0%

** = significant at 1% level

SD = ขี้เลื่อยสด
SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด
SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก
MM = วัสดุปลูกผสม
FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-22 น้ำหนักส่วนเหนือดินของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 1.317 e | 2.363 e | 32.433 f | 2.570 e | 9.671 |
| 50 ppm | 1.667 e | 2.873 de | 33.907 f | 3.230 e | 10.419 |
| 150 ppm | 3.323 de | 3.820 de | 38.100 e | 4.860 e | 12.526 |
| 250 ppm | 5.563 cd | 5.570 cd | 43.360 d | 14.150 d | 17.161 |
| 350 ppm | 7.767 bc | 8.210 bc | 48.583 c | 25.427 c | 22.497 |
| 450 ppm | 9.437 ab | 9.443 b | 57.037 a | 28.387 b | 26.076 |
| 550 ppm | 11.043 a | 13.857 a | 52.987 b | 38.940 a | 29.207 |
| M-MEAN | 5.731 | 6.591 | 43.772 | 16.795 | 18.222 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด
SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด
SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก
MM = วัสดุปลูกผสม
FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ข-23 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 3 เดือน

| SV | DF | SS | MS | F |
|---|---|---|---|---|
| REP (R) | 2 | 6.939 | 3.469 | <1 |
| TREATMENT | 27 | 7515.504 | 278.352 | 68.91 ** |
| FERTILIZER (F) | 6 | 737.871 | 122.978 | 30.44 ** |
| MATERIAL (M) | 3 | 6105.279 | 2035.093 | 503.79 ** |
| FXM | 18 | 672.354 | 37.353 | 9.25 ** |
| ERROR | 54 | 218.135 | 4.039 | |
| TOTAL | 83 | 7740.580 | | |

cv = 14.3%

** = significant at 1% level

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ตารางที่ ข-24 น้ำหนักรากของพืชทดลองอายุ 3 เดือน ในแต่ละวัสดุปลูกที่ได้รับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

| | MATERIAL (M) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| FERTILIZER (F) | SD | SDM | SDF | MM | F-MEAN |
| 0 ppm | 3.017 d | 5.393 c | 26.223 a | 6.567 e | 10.300 |
| 50 ppm | 4.037 cd | 6.767 bc | 29.857 a | 6.990 e | 11.913 |
| 150 ppm | 4.633 bcd | 6.513 c | 27.917 a | 7.430 e | 11.623 |
| 250 ppm | 6.123 bcd | 7.170 bc | 26.660 a | 12.853 d | 13.202 |
| 350 ppm | 7.357 abc | 8.730 abc | 28.137 a | 17.023 c | 15.312 |
| 450 ppm | 7.907 ab | 10.240 ab | 28.443 a | 22.763 b | 17.338 |
| 550 ppm | 9.823 a | 11.113 a | 27.893 a | 26.907 a | 18.934 |
| M-MEAN | 6.128 | 7.990 | 27.876 | 14.362 | 14.089 |

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

SD = ขี้เลื่อยสด

SDM = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ด

SDF = ขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดแล้วหมัก

MM = วัสดุปลูกผสม

FERTILIZER = ความเข้มข้นของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล



ภาคผนวก ค

## รายได้ของการเพาะเห็ดนางฟ้า

ตารางที่ ค-1 ค่าใช้จ่ายในการเพาะเห็ด

| ปัจจัยที่ใช้ในการผลิต | ค่าใช้จ่าย( บาท ) | |
|---|---|---|
| | ต่อ 1 ก้อน | ต่อ 1,000 ก้อน |
| ถุงพลาสติกและยางรัด | 0.25 | 250.00 |
| อาหารเสริม | 0.20 | 200.00 |
| หัวเชื้อเห็ด | 0.06 | 60.00 |
| แรงงาน | 0.75 | 750.00 |
| ขี้เลื่อย | 0.50 | 500.00 |
| เชื้อเพลิง ( ฟืน ) | 0.15 | 150.00 |
| ไฟฟ้า น้ำประปา | 0.10 | 100.00 |
| รวม | 2.01 | 2,010.00 |

ที่มา จากการสัมภาษณ์ คุณบุญสม เบญจอุ่น เกษตรกรผู้เพาะเห็ด
อ.สามพราน จังหวัดนครปฐม ณ วันที่ 20 พฤษภาคม 2539

จากการสอบถามคุณบุญสม เบจญอุ่น เกี่ยวกับราคาขายส่งเห็ดนางฟ้า พบว่า ราคาดังกล่าวมีการขึ้นลงตามฤดูกาล และในช่วงเดือนพฤษภาคม 2539 เห็ดนางฟ้ามีราคาเฉลี่ยกิโลกรัมละ 18 บาท และจากการศึกษาของศิริกุล ( 2528.) พบว่า ก้อนเชื้อเห็ด 1 ก้อน จะให้ผลผลิตเห็ดเฉลี่ย 400 กรัม ซึ่งจึงสามารถคำนวนหารายได้จากการขายเห็ดจากก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 1,000 ก้อน ได้เท่ากับ 5,190.00 บาท ( 7,200-2,010 บาท)

Copyright by Mahidol University

38089