

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานวิจัย

การเปรียบเทียบฮอร์โมนพืชและวิตามินที่มีผลต่อการเจริญเติบโต
และผลผลิตของเห็ดฟางที่เพาะในโรงเรือนแบบอุตสาหกรรม

A Comparative study on Plant Hormones and Vitamins on Growth
and Yield of Straw Mushroom in Housing Industrial Production.

รศ. ดร. ปัญญา โพธิ์จตุรัตน์
นางประภัสสร โพธิ์จตุรัตน์

RCH
SB
853.5
V64
พ5245
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 67388
วัน,เดือน,ปี..... 29 พ.ย. 2549

11676036
b.....
i.....

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อเรื่องวิจัย : การเปรียบเทียบฮอร์โมนพืชและวิตามินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของ
เห็ดฟางที่เพาะในโรงเรือนแบบอุตสาหกรรม

คณะผู้วิจัย : รศ. ดร. ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์
นางประภัสสร โพธิ์ฐิติรัตน์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบฮอร์โมนพืชและวิตามินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ดฟางที่เพาะในโรงเรือนแบบอุตสาหกรรม โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ

การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาอิทธิพลของวิตามินบี1 ในอัตรา 0, 2, 4 และ 6 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร จากผลการทดลองพบว่าการใช้วิตามิน บี 1 ในอัตรา 2 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร ผลิตเห็ดฟางได้ก่อนอบโรงเรือนด้วยไอน้ำ เห็ดฟางให้ผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ย 2,353.67 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาเป็นผลผลิตเห็ดฟางที่ได้จากการใช้วิตามิน บี 1 ในอัตรา 0, 4 และ 6 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,847.00, 1,688.00 และ 1,369.33 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับเมตร และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับ .01

การทดลองที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ในอัตรา 0, 200, 400 และ 600 ppm ผลิตเห็ดฟางได้ก่อนอบโรงเรือนด้วยไอน้ำ จากผลการทดลองพบว่าการใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ในอัตรา 600 ppm ผลิตเห็ดฟางได้ก่อนอบโรงเรือนด้วยไอน้ำ เห็ดฟางให้ผลผลิตมากที่สุดเฉลี่ย 1,971.67 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาเป็นผลผลิตเห็ดฟางที่ได้จากการใช้จิบเบอเรลลิน ในอัตรา 400, 200 และ 0 ppm ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,819.33, 1,770.33 และ 1,730.33 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับเมตร และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สารบัญ

| | หน้า |
|--------------------------------------|------|
| บทคัดย่อ | (1) |
| สารบัญ | (2) |
| คำนำ | 1 |
| วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย | 2 |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ | 2 |
| ทฤษฎีและกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย | 2 |
| การตรวจเอกสาร | 4 |
| อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 21 |
| ผลการทดลอง | 23 |
| สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง | 25 |
| เอกสารอ้างอิง | 26 |

การเปรียบเทียบฮอร์โมนพืชและวิตามินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและ ผลผลิตของเห็ดฟางที่เพาะในโรงเรือนแบบอุตสาหกรรม

คำนำ

เห็ดฟางจัดเป็นเห็ดที่ประชาชนรู้จักกันมานานแล้ว เห็ดชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในวัสดุหลายชนิด ประกอบกับเห็ดฟางเป็นเห็ดที่เพาะง่ายและใช้ระยะเวลาในการเพาะน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดชนิดอื่น ๆ จึงเหมาะที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะเพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือน แต่เดิมเกษตรกรจะเพาะแบบกองสูงหรือกองเตี้ย ซึ่งให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำและผลผลิตไม่แน่นอน ต่อมาเกษตรกรได้หันมาเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม หรือเพาะเห็ดฟางในโรงเรือน(indoor cultivation) การเพาะเห็ดฟางแบบนี้ได้ผลผลิตสูงมากเนื่องจากสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ แต่ผลผลิตของเห็ดฟางที่ได้ยังไม่สูงเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากโรงเรือนที่เพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมที่ทำด้วยจากหรืออิฐบล็อกไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ดีเท่าที่ควร และเกษตรกรที่เพาะเห็ดฟางมักประสบปัญหาของการสะสมเชื้อโรคจึงทำให้เกษตรกรที่เพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมต้องเลิกล้มกิจการไปเป็นจำนวนมาก คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบโรงเรือนเพาะเห็ดเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโดยใช้วัสดุพวกแผ่นโฟมที่เป็นของเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเปรียบเทียบกับโรงเรือนที่ทำด้วยตับจากเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม

นอกจากนี้เกษตรกรที่เพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากได้ใช้วิธีการเพิ่มผลผลิตโดยการใช้ฮอร์โมนและวิตามินที่มีผู้ผลิตและจำหน่ายในราคาแพง การใช้ฮอร์โมนดังกล่าวบางครั้งได้ผลดี บางครั้งเห็ดไม่ออกเลยทำให้เกษตรกรสูญเสียเงินโดยเปล่าประโยชน์ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาจากเอกสารต่าง ๆ สรุปได้ว่า ฮอร์โมนพวก gibberellic acid และ วิตามิน พวก thiamine มีผลทำให้เห็ดฟางได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น จึงได้ทำการศึกษาหาอัตราส่วนของฮอร์โมนและวิตามินดังกล่าวที่เหมาะสมต่อการเพิ่มผลผลิตของเห็ดฟางที่เพาะในโรงเรือน

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนของฮอร์โมน gibberallic acid ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเห็ดฟาง
- 2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนของวิตามิน thiamine ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเห็ดฟาง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่จะนำไปใช้ประโยชน์

- 1) เกษตรกรสามารถใช้ฮอร์โมน gibberallin ในอัตราที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเห็ดฟางที่เพาะแบบอุตสาหกรรม
- 2) เกษตรกรสามารถใช้วิตามิน thiamine ในอัตราที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเห็ดฟางที่เพาะแบบอุตสาหกรรม
- 3) ทำให้ทราบปฏิกิริยสัมพันธ์ระหว่างฮอร์โมน gibberallin วิตามิน thiamine ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเห็ดฟาง
- 4) เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับนักวิจัยที่ทำวิจัยเกี่ยวกับฮอร์โมนและวิตามินที่มีผลต่อเห็ดฟางต่อไป

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สถานศึกษาทุกแห่ง โดยเฉพาะคณะเทคโนโลยีการเกษตรนำไปใช้ในการเรียนการสอนและการทำปัญหาพิเศษ
2. ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรนำไปใช้ในการฝึกอบรมและเผยแพร่ให้กับเกษตรกรและผู้ที่เกี่ยวข้องจะประกอบอาชีพเพาะเห็ดฟาง
3. กรมส่งเสริมการเกษตร สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่ให้กับเกษตรกร

ทฤษฎีหรือกรอบแนวคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

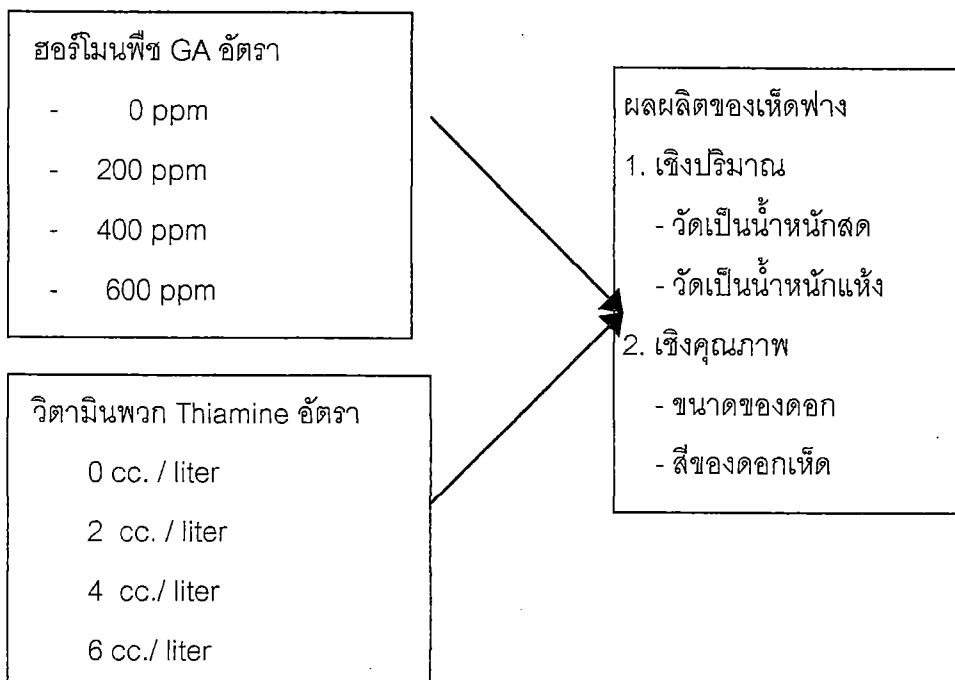
พีระเดช ทองอำไพ (2529) ฮอร์โมนจัดเป็นสารที่เร่งการเจริญเติบโตของพืชซึ่งจะส่งผลถึงทำให้ผลผลิตของพืชเพิ่มสูงขึ้น ประกอบกับฮอร์โมนมีคุณสมบัติเด่นแตกต่างจากสารเคมีทางการเกษตรกลุ่มอื่น ๆ เนื่องจากสารพวกนี้มีผลในการเปลี่ยนแปลงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเจริญเติบโตของพืช จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงได้มีการนำฮอร์โมนมาใช้อย่างกว้างขวางในการเพิ่มผลผลิตและการเพิ่มคุณภาพของพืช อย่างไรก็ตามงานวิจัยเกี่ยวกับฮอร์โมนพืชมีน้อยมาก

คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเพื่อหาชนิดของฮอร์โมนที่เหมาะสมตลอดจนปริมาณการใช้ที่ถูกต้องในการเพิ่มผลผลิตเห็ดฟางให้สูงขึ้น

Voltz (1972) ได้ทำการทดลองฮอร์โมนพืช พวก Gibberellic acid, 2,4-dicholophenoxy acetic acid, Kinetin, Indoleacetic acid และ Indolebutrylic acid ในอัตราส่วน 0.001 % กับเห็ดฟางพบว่า Gibberellic acid ที่มีผลไปเร่งการเจริญเติบโตของเห็ดฟางและทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ในขณะที่ฮอร์โมนชนิดอื่น มีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตของเห็ดฟาง

Chandra และ Pukayastha (1977) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบวิตามินพวก thiamine, biotin, ascorbic acid, pyridoxine และ riboflavin ในอัตราส่วน 0.5 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร พบว่า thiamine มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของเห็ดฟางมากที่สุด รองมาเป็นพวก biotin, ascorbic acid, pyridoxine และ riboflavin สำหรับเห็ดฟางที่ได้รับ riboflavin ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สำหรับ thiamine เห็ดฟางให้ผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Impens (1970) ได้ทำการทดลอง thiamine กับเห็ดฟางและสรุปว่า thiamine มีผลทำให้เส้นใยของเห็ดฟางเจริญเติบโตดีและมีผลทำให้ให้ผลผลิตของเห็ดฟางสูงขึ้น (Kurtzman, 1984)

ในการเปรียบเทียบฮอร์โมนพืชและวิตามินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ดฟางที่เพาะในโรงเรือนแบบอุตสาหกรรมครั้งนี้ ได้ใช้ทฤษฎีและกรอบแนวคิดในการวิจัยของ Voltz (1972) และ Kurtzman (1984)



ภาพที่ 1. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การตรวจเอกสาร

การจำแนกลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เห็ดฟาง (Paddy straw) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Volvariella volvacea* จำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ ดังนี้ (Chang & Quimio, 1988)

| | | |
|-------------|---|--------------------------------|
| Common name | : | เห็ดฟาง เห็ดบัว Straw mushroom |
| Kingdom | : | Fungi |
| Phylum | : | Basidiomycota |
| Class | : | Basidiomycetes |
| Subclass | : | Holobasidiomycetidae |
| Series | : | Hymenomycetes |
| Order | : | Agaricales |
| Family | : | Volvariaceae |
| Genus | : | Volvariella |
| Species | : | Volvaceae |

นักเห็ดราวิทยาได้ศึกษาสำรวจ จำแนก และได้ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ให้อยู่ในสกุล *Volvariella* ซึ่งปรากฏว่ามีอยู่ด้วยกันรวม 50 ชนิด (Kirk *et.al.*, 2001) เห็ดฟางจัดเป็นเห็ดที่ประชาชนรู้จักเป็นอย่างดี และเป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย เห็ดชนิดนี้เกษตรกรนิยมเพาะกันอย่างกว้างขวางและแพร่หลายในแถบทวีปเอเชีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งประเทศไทย

ตามปกติเห็ดฟางเจริญเติบโตได้ดีบนวัสดุพวกฟางข้าว (Paddy straw) กองซากใบไม้ (Compost piles) ซอบอากาศร้อนอบอ้าวและมีความชื้นสูง แต่สามารถเจริญเติบโตได้ดีบนกองขึ้นไม้ (Wood chip piles) และขี้เลื่อยได้อีกด้วย ตามปกติการผลิตเห็ดฟางทั่วโลกมีสถิติการผลิตปีละประมาณ 180,000 เมตริกตัน หรือประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตเห็ดทั่วโลก

การจำแนก วิจัย และการตรวจพิสูจน์ชนิดของเห็ดในสกุลเห็ดฟาง (*Volvariella*) ต้องระมัดระวังอย่างมาก เนื่องจากลักษณะภายนอกของเห็ดชนิดนี้คล้ายคลึงกับเห็ดในสกุลเห็ดระโงก (*Amanita*) มาก และเห็ดในสกุลเห็ดระโงกมีความหลากหลายมากถึง 286 ชนิด (Tulloch and Yang, 2005) เห็ดที่อยู่ในสกุลเห็ดระโงกมีทั้งเห็ดที่มีพิษร้ายแรง เช่น เห็ดระโงกหิน เห็ดระโงกขาว และเห็ดที่กินได้ เช่น เห็ดไข่ห่าน เห็ดระโงกเหลือง

ระยะการเจริญเติบโตของเห็ดฟาง

เห็ดฟางเป็นเชื้อราชั้นสูงชนิดหนึ่งที่มีดอกโตปานกลาง สีของปลอกหุ้มรวมทั้งหมวกดอกมีสีขาวเทาจนถึงสีดำขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสภาพแวดล้อม หลังจากดอกเห็ดพัฒนาจากเส้นใยชั้น 2 มารวมกัน สามารถแบ่งรูปร่างเป็น 6 ขั้นตอน คือ (อานนท์, 2536)

1. **ระยะหัวเข็มหมุด (pinhead stage)** ระยะนี้เกิดหลังจากโรยเชื้อเห็ดใน วันที่ 5 – 7 เส้นใยจะรวมตัวเป็นจุดขาวเล็กๆ ในสภาพอุณหภูมิ 28 – 32 องศาเซลเซียส
2. **ระยะดอกเห็ดรูปกระดุมเล็ก (tiny button stage)** เป็นระยะที่ต่อจากรยะแรก 15 – 30 ชั่วโมง เป็นระยะที่เจริญจากรยะแรกอย่างรวดเร็ว มีรูปของดอกเป็นลักษณะกลมยกตัวขึ้นจากวัสดุเพาะ
3. **ระยะรูปกระดุม (button stage)** เป็นระยะที่ดอกเห็ดขยายตัวทางกว้างเต็มที่ ดอกเห็ดจะมีลักษณะกลม หรือรีเรียว มีฐานโตกว่าด้านปลาย
4. **ระยะรูปไข่ (egg stage)** ดอกเห็ดเริ่มเจริญเติบโตทางยาวของก้านดอกและความกว้างของหมวกดอก ด้านของเปลือกหุ้มดอกจะยึดตามความยาวของก้าน ทำให้ปลอกหุ้มดอกบางลงและเรียวยาวคล้ายรูปไข่ ส่วนมากผู้เพาะมักจะเก็บเกี่ยวในระยะนี้เพราะมีน้ำหนักสูงสุดและผู้บริโภคนิยมมากที่สุด
5. **ระยะปริดดอก (elongation stage)** มีการเจริญเติบโตของก้านและหมวกดอกรวดเร็ว ทำให้ส่วนบนสุดของปลอกหุ้มดอกแตกออกและแตกแบบไม่เป็นระเบียบ สีของดอกเมื่อสัมผัสกับอากาศจะมีสีดำขึ้น แตกก้านและครีบจะเป็นสีขาว ระยะนี้มีรสหวานและก้านจะเหนียวพอสมควร สปอร์จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมีความหอม ระยะนี้นิยมรับประทานกันมาก
6. **ระยะดอกแก่เต็มที่ (mature stage)** ก้านและหมวกจะขยายตัวเต็มที่ ครีบของดอกจะสร้างสปอร์และปลิวตกไปตามลม สีของครีบจะเข้มขึ้นเรื่อยๆ จนเป็นสีน้ำตาลดำ ก้านดอกจะเหนียวหมวกจะอ่อนนุ่มแตกง่าย

ลักษณะสกุลเห็ดฟาง (อนิวัตน์ เฉลิมพงษ์, 2547)

ดอกเห็ดฟาง (Basidiocarp) เป็นเห็ดที่มีขนาดตั้งแต่เล็กจนถึงใหญ่ ขอบเจริญบนดิน ขุยมะพร้าว ฟางข้าว และอินทรีย์วัตถุอื่น ๆ มีรูปร่างและส่วนประกอบคล้ายเห็ดทั่วไป ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ปลอกหุ้ม (volva) เป็นแผ่นบางที่อยู่โคนดอกเห็ดมีสีน้ำตาล มีรูปร่างคล้ายถ้วย เมื่อดอกเห็ดยังอ่อนจะมีสีน้ำตาลหุ้มดอกไว้ เมื่อดอกเห็ดต้นเห็ดหุ้มออกมาเนื้อเห็ดหุ้มนี้ อยู่ที่โคนดอกเห็ด
2. ก้านดอก (stipe) เห็ดฟางจะมีก้านดอกเชื่อมกันระหว่างหมวกดอกและปลอกที่หุ้ม ก้านดอกเห็ดฟางจะมีผิวเรียบและไม่มียางเหนียว ขนาดของก้านดอกขึ้นอยู่กับหมวกดอก ปกติจะมีความยาวประมาณ 3 - 8 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 - 1.5 เซนติเมตร
3. หมวกดอก (pileus) หมวกดอกของเห็ดฟางมีลักษณะคล้ายร่ม เมื่อแผ่ขยายเต็มที่จะเป็นวงกลมโดยขอบจะเรียบและผิวเกลี้ยง ตรงกลางมีสีเทาแก่บริเวณขอบหมวกจะมีสีเทาอ่อน เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6 - 10 เซนติเมตร ขนาดขึ้นอยู่กับอาหารและสภาพแวดล้อม (Shu - Ting Chang, 1972)
4. ครีบดอก (gills) เป็นส่วนที่อยู่ใต้หมวกดอก ลักษณะเป็นแผ่นเล็กๆ วางเรียงกันเป็นรัศมีจากจุดใกล้ก้านดอก มีลักษณะตรงผิวเรียบ ที่บริเวณครีบดอกของเห็ดฟางจะเป็นแหล่งสร้างสปอร์ (ปัญญา, 2532)
5. สปอร์ (basidiospore) สปอร์เห็ดฟางมีลักษณะเป็นรูปไข่ (Egg shape) มีขนาดเล็กมาก ทำหน้าที่ขยายพันธุ์ ผิวของสปอร์จะมีสีน้ำตาลอ่อนถึงแก่ ขึ้นอยู่กับความแก่ของสปอร์
6. เส้นใย (mycelium) เส้นใยที่เกิดจากสปอร์ของเห็ด เมื่อแรกงอกขึ้นมาจะมีลักษณะคล้ายปูฝ้ายสีขาว บริเวณที่ดอกเห็ดขึ้นอยู่จะปรากฏเส้นใยสีขาวขึ้นอยู่ก่อน เส้นใยนี้จะก่อตัวหรือรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ โดยปกติเส้นใยของเห็ดจะเป็นสีขาวนวลแทรกซึมอยู่ตามบริเวณที่จะเกิดดอกเห็ด
7. คลามีโดสปอร์ (chlamydo-spore) อวัยวะสำหรับขยายพันธุ์อีกชนิดหนึ่ง เกิดจากเส้นใยของเห็ด ในกรณีที่เส้นใยเริ่มแก่ตัวในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ผนังบางส่วนของเซลล์ในเส้นใยจะถูกสร้างให้หนาขึ้น มีลักษณะค่อนข้างกลม ส่วนใหญ่มักถูกสร้างขึ้นในตรงส่วนปลายเซลล์ มีสีน้ำตาลไหม้ทนทานต่อสภาพแวดล้อม และสามารถมีชีวิตอยู่ได้ข้ามฤดูในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

เห็ดฟางจัดเป็นเห็ดที่เน่าเสียเร็ว จึงไม่สามารถเก็บเอาไว้ได้นานเหมือนกับเห็ดชนิดอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะเห็ดฟางจะขับน้ำย่อยออกมาย่อยตัวเอง (autolysis) ดังนั้นการเก็บผลผลิตเห็ดฟาง ควรทำการเก็บระยะดอกตูม นับว่าเหมาะสมที่สุด

ส่วนประกอบคุณค่าทางอาหาร

เห็ดฟางจัดเป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางอาหารสูงชนิดหนึ่ง จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเห็ดฟาง ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ (วีระศักดิ์,2530)

| | |
|-----------------------------|------------------------------|
| ความชื้น (Moisture) | 90.10 % ของ น.น.แห้ง |
| โปรตีน(Crude protein) | 21.20 % ของ น.น.แห้ง |
| ไขมัน (Fat) | 10.12 % ของ น.น.แห้ง |
| คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) | 58.60 % ของ น.น.แห้ง |
| เยื่อใย (Fiber) | 11.10 % ของ น.น.แห้ง |
| เถ้า (Ash) | 10.10 % ของ น.น.แห้ง |
| พลังงาน (Energy value) | 369.0 Kcal / 200 mg.น.น.แห้ง |
| Thiamine | 1.2 mg / 100 gm.น.น.แห้ง |
| Riboflavin | .3 mg / 100 gm.น.น.แห้ง |
| Niacin | 91.9 mg / 100 gm.น.น.แห้ง |
| Ascorbic acid | 0.2 mg / 100 gm.น.น.แห้ง |
| แคลเซียม (Ca) | 71.0 mg / 100 gm.น.น.แห้ง |
| ฟอสฟอรัส (P) | 77 mg / 100 gm.น.น.แห้ง |
| เหล็ก (Fe) | 17.1 mg / 100 gm.น.น.แห้ง |
| โซเดียม (Na) | 374 mg / 100 gm.น.น.แห้ง |
| โปแตสเซียม (K) | 3.455 mg / 100 gm.น.น.แห้ง |
| กรดอะมิโน (Amino acid) | 16 ชนิด |

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเห็ดในระยะต่างๆ ของการเจริญเติบโตของเห็ดฟางพบว่าเห็ดฟางมีคุณค่าทางอาหารแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 จากตารางจะพบว่าปริมาณของคาร์โบไฮเดรตจะมีมากที่สุดในระยะดอกตูมหรือระยะรูปไข่ (egg) ส่วนปริมาณโปรตีนของเห็ดฟางในระยะเม็ดกระดุม (button) มีมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ประชาชนส่วนใหญ่นิยมรับประทานเห็ดในระยะดอกตูมมากที่สุด เห็ดในระยะดอกตูมจะมีคาร์โบไฮเดรต พลังงาน และธาตุ สูงกว่าเห็ดฟางในระยะอื่น

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของธาตุอาหารเห็ดฟาง(%) ต่อน้ำหนักแห้ง ในระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต(Chang, 1982)

| ส่วนประกอบของ ธาตุอาหารของเห็ดฟาง | ระยะต่าง ๆ ของการเจริญเติบโต | | | |
|--|------------------------------|----------------|--------------|----------------|
| | ระยะเมล็ด กระดุม | ระยะดอก ตูม | ระยะยี่ดัดัว | ระยะดอก บาน |
| ความชื้น (moisture) | 88.63±0.70 | 89.17±0.89 | 88.87±1.01 | 89.46±1.68 |
| ไขมัน (crude fat) | 1.14±0.23 | 1.62±0.23 | 2.06±0.48 | 3.65±1.51 |
| คาร์โบไฮเดรท (carbohydrate) | 43.33±6.22 | 50.63±5.62 | 49.54±5.28 | 39.98±4.63 |
| เยื่อใย (crude fiber) | 6.32±1.65 | 5.13±1.18 | 7.15±1.29 | 13.41±2.78 |
| โปรตีน (crude protein) | 30.51±7.55 | 23.21±4.25 | 21.34±5.13 | 21.35±5.80 |
| เถ้าถ่าน (ash) | 8.78±0.83 | 8.14±0.96 | 8.46±1.17 | 9.49±5.80 |
| พลังงาน (Kcal. /100 กรัม ของ น.น.แห้ง) | 280.88 | 287.02 | 281.22 | 254.41 |
| ฟอสฟอรัส (mg./100 กรัม ของ น.น.แห้ง) | 4.81 | 12.17 | 12.29 | 8.18 |
| โซเดียม (mg./100 กรัม ของ น.น.แห้ง) | 3.69 | 4.66 | 1.80 | 1.16 |
| โปแตสเซียม(mg./100 กรัมของ น.น.แห้ง) | 45.59 | 45.76 | 42.42 | 42.60 |
| แคลเซียม (mg./100 กรัม ของ น.น.แห้ง) | 3.43 | 4.17 | 3.37 | 2.59 |
| แมกนีเซียม (mg./100 กรัม ของ น.น.แห้ง) | 1.96 | 1.76 | 1.60 | 1.70 |
| ทองแดง (mg./100 กรัม ของ น.น.แห้ง) | 0.063 | 0.058 | 0.043 | 0.036 |
| สังกะสี (mg./100 กรัม ของ น.น.แห้ง) | 0.110 | 0.118 | 0.081 | 0.076 |
| เหล็ก (mg./100 กรัม ของ น.น.แห้ง) | 0.120 | 0.140 | 0.110 | 0.128 |

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของเห็ดฟาง

ส่วนด้านต้นทุนการผลิต และผลตอบแทน การเพาะเห็ดแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับท้องถิ่นที่ปลูกหรือไกลแหล่งวัตถุดิบที่ใช้ในการเพาะ การเพาะเห็ดฟางส่วนใหญ่เกษตรกรจะเพาะแบบกองเตี้ย เนื่องจากลงทุนต่ำและใช้อุปกรณ์เครื่องมือไม่มากนัก แต่การเพาะเห็ดแบบนี้ให้ผลผลิตไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ส่วนใหญ่จะเพาะในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว ซึ่งต่างกับการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือนที่ให้ผลผลิตสูงมากและสามารถเพาะได้ตลอดปี จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของกรมส่งเสริมการเกษตรต้นทุนการผลิต และผลตอบแทนดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนการเพาะเห็ดฟางแบบต่าง ๆ (ประภัสสร, 2542)

| วิธีการเพาะ เห็ดฟาง | ต้นทุน บาท/กก. | ราคาเห็ดฟาง(บาท/กก.) | | | | | |
|-------------------------|-------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| แบบกองเตี้ย(ใช้ฟางข้าว) | 13.00 | +12.00 | +17.00 | +22.00 | +27.00 | +32.00 | +37.00 |
| แบบใช้ก้อนเชื้อทิ้งแล้ว | 13.33 | +11.67 | +16.67 | +21.67 | +26.67 | +31.67 | +36.67 |
| แบบเพาะในโรงเรือน | 29.41 | - 4.41 | + 0.59 | + 5.59 | +10.59 | +15.59 | +20.59 |

การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม

การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม หรือการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือน (indoor cultivation) นับว่าเป็นวิธีการเพาะเห็ดที่น่าสนใจวิธีหนึ่ง ที่นิยมทำกันในต่างประเทศ โดยเฉพาะฮ่องกงและไต้หวัน การเพาะเห็ดวิธีนี้ ผู้เพาะสามารถปรับอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของเห็ดฟางได้ จึงทำให้ผลผลิตที่ได้สูงกว่าการเพาะเห็ดแบบกองสูงและกองเตี้ยมาก การเพาะเห็ดแบบอุตสาหกรรมนี้ ชาวไต้หวันเป็นผู้นำเข้ามาทดลองเพาะในประเทศไทย ในระยะแรกได้รับความสนใจจากผู้เพาะเห็ดฟางมาก แต่ต่อมาเกิดปัญหาเกี่ยวกับการใช้อุณหภูมิและชื้นในปุ๋ยหมักที่ต้องใช้เชื้อเพลิงและแรงงานมาก ทำให้ต้นทุนสูง นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการสะสมของโรคแมลงศัตรูเห็ดในโรงเรือนทำให้ผลผลิตลดลงประกอบกับราคาของเห็ดฟางไม่แน่นอน จึงทำให้ผู้เพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมประสบภาวะการขาดทุนและเลิกล้มกิจการไป หรือหันมาเพาะเห็ดฟางแบบกองสูงและกองเตี้ยแทน

1. สาเหตุของการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม

สาเหตุที่เกษตรกรหันมาสนใจเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม มีหลายอย่างได้แก่

(1) เห็ดฟางไม่สามารถย่อยเซลลูโลส(cellulose)และเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องอาศัยเชื้อจุลินทรีย์บางอย่างช่วยย่อยเซลลดังกล่าวให้มีขนาดเล็กลง และเชื้อเห็ดฟางจะสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้

(2) ตามธรรมชาติ เห็ดฟางจัดเป็นเห็ดที่ต้องการความชื้น และอุณหภูมิค่อนข้างสูง การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมเป็นวิธีการที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมกับความต้องการของเห็ดได้อย่างดี

(3) การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมสามารถควบคุมการระบายถ่ายเทของอากาศได้ จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเพาะเห็ดฟาง ทั้งนี้เนื่องจากเห็ดฟางต้องการออกซิเจนในการ

พัฒนาเส้นใยไปเป็นดอก ถ้ามีออกซิเจนน้อย ดอกเห็ดฟางจะโตช้าและไม่สมบูรณ์

(4) การเพาะเห็ดฟางสามารถควบคุมแสงสว่างได้ จึงช่วยในการพัฒนาเส้นใยไปเป็นดอกเห็ดได้อย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากแสงสว่างช่วยกระตุ้นให้เส้นใยเห็ดรวมตัวกันเพื่อสร้าง fruiting body และพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์

(5) เนื่องจากเห็ดฟางในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต มีความต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมแตกต่างกัน การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม เป็นวิธีการที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการพัฒนาของเส้นใยไปเป็นดอกเห็ดได้ จากการศึกษาธรรมชาติของเห็ดฟางพบว่าเห็ดฟางในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต ต้องการอุณหภูมิแตกต่างกัน ดังนี้

- ระยะ 1 - 4 วันหลังใส่เชื้อเห็ดฟางต้องการอุณหภูมิสูงในการเจริญเติบโตของเส้นใย ระยะนี้ อุณหภูมิที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 30-34 องศาเซลเซียส
- ระยะ 5 - 6 วัน หลังจากเพาะเห็ด เห็ดฟางต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าระยะแรก ประมาณ 2 - 4 องศาเซลเซียส
- ระยะ 6 - 8 วัน หลังจากเพาะเห็ด อุณหภูมิควรต่ำกว่าระยะแรกประมาณ 2 - 4 องศาเซลเซียส ในระยะนี้ เห็ดฟางต้องการแสงและความชื้นอย่างมาก สำหรับช่วยในการพัฒนาการของเส้นใยไปเป็นดอกเห็ด

(6) การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม สามารถที่จะควบคุมสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้เหมาะสมกับความต้องการของเห็ดได้ ตามปกติ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดฟางควรอยู่ระหว่าง 6.5-7.8 แต่ในระดับ pH 7.2 เป็นระดับที่เห็ดฟางให้ผลผลิตสูงสุด

2. ข้อดีของการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม

การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมจัดเป็นวิธีการใหม่ที่เกษตรกรสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย และการพัฒนาไปเป็นดอกเห็ด จึงทำให้ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างสูง ข้อดีของการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมมีหลายอย่าง คือ

- ผลผลิตของเห็ดฟางที่ได้สูง และมีคุณภาพสม่ำเสมอ ตามปกติการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมเห็ดจะให้ผลผลิตประมาณ 30-35 % ของน้ำหนักวัสดุที่ใช้เพาะ แต่ถ้าเป็นการเพาะเห็ดฟางแบบกองสูง หรือกองเตี้ยจะได้ผลผลิตประมาณ 5% ของน้ำหนักวัสดุที่ใช้เพาะ
- การเพาะเห็ดฟางแบบนี้ สามารถใช้วัสดุเพาะได้เกือบทุกชนิดวัสดุที่ใช้ส่วนมากเป็นวัสดุที่

มีราคาถูก หาง่าย และเป็นวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ต้นถั่ว ต้นข้าวโพด เศษฟาง ผักตบชวาแห้ง ชานอ้อย กากฝ้าย ไล้ฝุ่น มูลสัตว์ ฯลฯ

- การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม สามารถเพาะได้ทุกฤดูกาล ผลผลิตที่ได้จะสูงและสม่ำเสมอตลอดเวลา ทั้งนี้เนื่องจากการเพาะเห็ดแบบนี้สามารถควบคุมอุณหภูมิความชื้น และการระบายถ่ายเทอากาศได้ตลอดเวลา
- การเพาะเห็ดแบบอุตสาหกรรม เหมาะที่จะนำมาใช้เพาะเห็ดในบริเวณที่มีพื้นที่จำกัด ทั้งนี้เนื่องจากการเพาะเห็ดแบบนี้ใช้พื้นที่น้อย และสามารถทำได้หลายครั้ง หลังจากเก็บผลผลิตแล้วให้นำเศษวัสดุเพาะที่ใช้แล้วออกจากโรงเรือน และนำวัสดุเพาะชุดใหม่เข้าไปเพาะต่อในโรงเรือนได้ทันที
- ระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะเห็ดฟางสั้นกว่าการเพาะเห็ดแบบอื่น ๆ ถ้านับเวลาในการเพาะตั้งแต่เตรียมปุ๋ยหมัก จนกระทั่งเก็บผลผลิตจะใช้เวลาไม่เกิน 14 วัน
- วัสดุเหลือใช้จากการเพาะเห็ด หรือวัสดุที่ผ่านการเพาะเห็ดฟางมาแล้ว สามารถนำไปทำปุ๋ย หรือนำไปเพาะเห็ดนางรม นางฟ้าต่อได้เลย โดยไม่ต้องผ่านขบวนการหมักทางธรรมชาติอีก
- การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม ช่วยลดปัญหาการทำลายของแมลงศัตรูเห็ดได้อย่างมาก เพราะปุ๋ยหมักที่ใช้เพาะต้องผ่านขบวนการใช้ความร้อนฆ่าสิ่งที่มีชีวิตที่เป็นศัตรูเห็ดมาก่อน และผลผลิตที่ได้ยังมีสี ขนาด และคุณภาพตามที่ตลาดต้องการ
- หลังจากเลิกเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมแล้ว โรงเรือนที่ใช้เพาะเห็ดสามารถตัดแปลงไปเป็นโรงเรือนเพาะเห็ดนางรม นางฟ้า เป้าฮื้อ ฯลฯ ได้อย่างดี โดยไม่ต้องมีการตัดแปลงแก้ไขแต่อย่างใด

3. ข้อเสียของการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม

ในระยะแรกของการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม ในระยะแรกของการเพาะ แม้ว่าเห็ดฟางจะให้ผลผลิตสูง และไม่ค่อยมีปัญหาเกี่ยวกับแมลงศัตรูเห็ดมากนัก แต่หลังจากเพาะเห็ดฟางติดต่อกันหลาย ๆ ครั้ง ผลผลิตของเห็ดฟางจะลดลง เพราะมีการสะสมของโรคและแมลงศัตรูเห็ดมากขึ้น โรคแมลงศัตรูเห็ดจะเข้าทำลายเส้นใยเห็ด ทำให้ผลผลิตลดลงเรื่อย ๆ ประกอบกับต้นทุนที่ใช้ในการผลิตค่อนข้างสูง แต่ราคาของเห็ดฟางที่จำหน่ายกันในท้องตลาดไม่แน่นอน จึงทำให้ผู้เพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมถึงกับต้องเลิกล้มกิจการไปหลายราย นอกจากนี้ การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมยังมีข้อเสียอีกหลายประการ พอที่จะสรุปได้ดังนี้

- การลงทุนสูงมาก การเพาะเห็ดแบบอุตสาหกรรมลงทุนในระยะแรกสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากต้องลงทุนสร้างโรงเรือนเพาะเห็ดให้ได้มาตรฐานแล้ว ยังลงทุนเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไอน้ำ และอุปกรณ์ที่จำเป็นอื่น ๆ อีก แต่ถ้าจะเพาะเห็ดฟางแบบในโรงเรือนควบคุมไปกับการทำโรงสีที่ใช้พลังงานจากไอน้ำนับว่าเหมาะสมมากเพราะวัสดุเหลือใช้จากโรงสีสามารถดัดแปลงมาใช้ในการเพาะเห็ดฟางได้ และจะช่วยประหยัดเกี่ยวกับเชื้อเพลิง หรือไอน้ำที่จะนำมาใช้ในการเพาะเห็ดแบบอุตสาหกรรมได้อย่างดี
- ขั้นตอนในการเพาะเห็ดค่อนข้างซับซ้อน การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม จะต้องผ่านขั้นตอนการเตรียมปุ๋ยหมัก การใช้ความร้อนอบฆ่าเชื้อราและเชื้อจุลินทรีย์ การโรยเชื้อเห็ด การปรับอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด
- เทคนิคที่ใช้ในการเพาะค่อนข้างซับซ้อน ผู้เพาะต้องศึกษาขั้นตอนในการปฏิบัติในแต่ละระยะของการเจริญเติบโตของเห็ดให้ถูกต้อง และต้องคอยเอาใจใส่ดูแลตรวจสอบตลอดเวลา โดยเฉพาะการปรับสภาพความชื้นและอุณหภูมิถ้าเกิดผิดพลาดขึ้นก็จะเกิดผลเสียหายทั้งโรงเรือน
- การสะสมของโรคแมลงศัตรูเห็ดภายในโรงเรือน แม้ว่าการเพาะเห็ดฟางแบบโรงเรือนจะมีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และแมลงศัตรูเห็ดบางส่วนก่อนนำวัสดุเพาะเข้าโรงเรือนก็ตาม แต่ก็ยังมีโรคและแมลงบางส่วนติดปุ๋ยหมักเข้าไปและมีโอกาสที่จะแพร่ระบาดทำความเสียหายแก่เห็ดฟางได้มาก จึงทำให้ผลผลิตของเห็ดฟางลดลงเรื่อย ๆ แต่ก็อาจแก้ไขได้โดยใส่ในภาชนะ หรือถาดบรรจุวัสดุที่ใช้เพาะเห็ด และนำเข้าไปวางในโรงเรือนเพาะเห็ด ไม่ใช่ นำปุ๋ยหมักไปกองไว้บนชั้นเพาะเห็ดโดยตรง เพราะจะทำให้โรงเรือนสกปรก แต่ถ้าใช้ภาชนะที่ใส่ปุ๋ยหมักโดยเฉพาะนำเข้าไปตั้งเรียงบนชั้นให้เต็ม และหลังจากเก็บผลผลิตเห็ดฟางแล้ว ก็ยกภาชนะที่ใส่ปุ๋ยหมักและผ่านการเพาะเห็ดฟางแล้วออก ก็จะไม่มีความเสียหายของปุ๋ยหมักเหลือตกค้างในโรงเพาะเห็ดเลย ทำให้โอกาสที่โรคแมลงศัตรูเห็ดจะแพร่ระบาดในโรงเรือนเห็ดลดน้อยลง
- ต้องมีความรู้ความชำนาญ การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมผู้เพาะต้องมีความรู้ความชำนาญในการหมักปุ๋ย การปรับอุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่างในโรงเรือนให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดฟางตลอดเวลา เห็ดฟางจึงจะให้ผลผลิตสูง

การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์เพาะเห็ดฟาง

ในการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม ผู้เพาะต้องมีการจัดเตรียมโรงเรือน วัสดุที่ใช้เพาะ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการปรับสภาพภายในโรงเรือนให้เหมาะสม ดังนี้

(1) การเตรียมโรงเรือนเพาะเห็ด การเพาะเห็ดแบบอุตสาหกรรมผู้เพาะควรมีการจัดสภาพโรงเรือน ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด โรงเรือนดังกล่าวต้องมิดชิด สามารถอบและเก็บรักษาความชื้น ตลอดจนอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้อย่างดี วัสดุที่ใช้ในการทำโรงเรือน ควรมีความทนทาน โดยอาจจะใช้อิฐบล็อก กระเบื้องแผ่นเรียบ ฯลฯ หรืออาจจะใช้ถุงปุ๋ยเคลือบพลาสติกก็ได้ การเตรียมโรงเรือนควรใช้หลักการ ดังนี้

- พื้นโรงเรือน พื้นโรงเรือนควรทปูนหรือคอนกรีต เพื่อสะดวกในการทำความสะดวก หรือจะใช้พื้นทรายก็ได้ เพราะสามารถเก็บความชื้นได้ดี
- วัสดุที่ใช้ในการสร้างโรงเรือน ควรมีความทนทานพอที่จะใช้อบความร้อนได้ถึง 70 องศาเซลเซียส
- เครื่องกำเนิดความร้อน หรือเครื่องกำเนิดไอน้ำ จะต้องมีประสิทธิภาพในการอบความร้อน ฆ่าเชื้อโรคได้อย่างทั่วถึงภายในโรงเรือน
- ขนาดของโรงเรือน โรงเรือนที่ใช้เพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม ควรมีความกว้าง 5 เมตร สูง 2-3 เมตร แต่ถ้าผู้เพาะใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร เป็นแหล่งกำเนิดไอน้ำ ควรสร้างโรงเรือนให้กว้าง 4 เมตร ยาว 4-5 เมตร และสูงประมาณ 2-2.5 เมตร และโรงเรือนควรสามารถป้องกันไอน้ำที่จะรั่วออกมาได้

(2) การเตรียมอุปกรณ์เพาะเห็ด ในการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม ผู้เพาะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะใช้ในการเพาะเห็ด อุปกรณ์ดังกล่าวประกอบด้วย

- ชั้นสำหรับเพาะเห็ด ชั้นเพาะเห็ดควรทำด้วยไม้จริงที่มีความทนทาน และแน่นอนหนาพอสมควร โดยให้แต่ละชั้นมีความทนทานและแน่นอนหนาพอสมควร ชั้นแต่ละชั้นควรมีความกว้างประมาณ 140 ซม. ส่วนความยาวขึ้นกับขนาดของโรงเรือน ชั้นที่ใช้เพาะเห็ดควรมี 4 ชั้น โดยให้ชั้นล่างอยู่สูงจากพื้นประมาณ 40 ซม. ในแต่ละชั้นให้ตีไม้ระแนงห่างกัน 3-5 ซม.
- ถาดใส่ปุ๋ยหมัก แต่เดิมในการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมมักมีปัญหาเกี่ยวกับการสะสมของโรคและแมลงศัตรูเห็ด เนื่องจากวัสดุปุ๋ยหมักเหลือตกค้างบนชั้นเพาะเห็ด ผู้เขียนจึงได้ดัดแปลงโดยการไม่ใส่ปุ๋ยหมักบนชั้นเพาะเห็ด แต่จะใส่ถาดซึ่งสามารถยกเข้าออกโรงเรือนได้ ถาดดังกล่าวอาจทำด้วยไม้หรืออะลูมิเนียมก็ได้ โดยให้ถาดมีความกว้างประมาณ 120 ซม. ยาว 175 ซม. และสูง 17.5 ซม.

- พัดลมเป่าและดูดอากาศให้ใช้พัดลมคล้ายกับห้องแอร์ซึ่งมีทั้งพัดลมเป่าและพัดลมดูดอากาศได้นาทีละ 65-70 ลูกบาศก์เมตร โดยการติดตั้งพัดลมที่ส่วนหน้าของโรงเรือน
- เครื่องกำเนิดไอน้ำ อาจใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร เป็นแหล่งกำเนิดไอน้ำก็ได้ แต่สำหรับผู้เพาะเห็ดที่มีแหล่งไอน้ำจากโรงงานหรือโรงสีข้าว ที่ขับเคลื่อนด้วยไอน้ำจะช่วยให้ประหยัดได้อย่างมาก แต่ถ้าใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร ให้ใช้ท่อประปาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ต่อจากเครื่องกำเนิดไอน้ำเข้าไปในโรงเรือน ส่วนท่อประปาในโรงเรือนให้เจาะรูขนาด 1-2 หุน เพื่อให้ไอน้ำกระจายทั่วโรงเรือน
- เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์ การวัดความชื้นภายในโรงเรือนให้ใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบตุ้มเปียก-ตุ้มแห้ง
- เทอร์โมมิเตอร์ หรือเครื่องวัดอุณหภูมิ ควรติดตั้งภายในโรงเรือนให้สูงจากพื้นประมาณ 1.0 – 1.5 เมตร
- กระจะหมักปุ๋ยหมัก ควรใช้กระจะสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีความกว้าง 1-1.5 เมตร และสูงประมาณ 50 ซม. เปิดทั้งด้านบนและด้านล่าง
- หลอดนีออน หรือฟลูออเรสเซนต์ ควรใช้หลอดชนิด day light ที่มีระดับความเข้มของแสง 50 ft-candle 2 หลอดติดตั้งภายในโรงเรือน

การหมักวัสดุที่จะใช้เพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม

การหมักวัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดฟาง นับว่ามีความสำคัญมาก ทั้งนี้เนื่องจากเห็ดฟางไม่สามารถย่อยพวกเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องอาศัยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นช่วยในการย่อยเสียก่อน จากนั้น เห็ดฟางจึงสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ดังนั้น วัสดุที่จะใช้เพาะเห็ดจะต้องผ่านขบวนการหมักเสียก่อน สิ่งสำคัญในการหมักมีดังนี้

- (1) วัสดุที่ใช้หมัก วัสดุที่ใช้ในการหมักส่วนใหญ่จะใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทุกชนิด ได้แก่ ต้นถั่วเหลือง ฟางข้าว กากฝ้าย ใสนุ่น ผักตบชวาเศษหญ้า ชานอ้อย ฯลฯ
- (2) ขั้นตอนในการหมัก ในการหมักวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดฟาง มีกรรมวิธีในการหมักที่สำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การหมักแบบอับอากาศ (Anaerobic fermentation) เป็นขั้นตอนในการหมักที่ไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน การหมักขั้นตอนนี้เป็นการใช้เชื้อจุลินทรีย์และแบคทีเรียที่มีอยู่ทั่วไปในภาค และที่ติดมากับวัสดุที่ใช้เพาะช่วยในการย่อย เพื่อย่อยวัสดุเพาะที่มีโมเลกุลใหญ่ ให้มี

ขนาดเล็กลง จนกระทั่งเชื้อเห็ดฟางสามารถเอาไปใช้ประโยชน์ได้ การหมักขั้นตอนนี้ต้องปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม โดยให้มีอากาศน้อยที่สุด วิธีการหมักมีดังนี้

- ทำกองปุ๋ยหมักให้อับอากาศ โดยการอัดปุ๋ยหมักในกะบะค่อนข้างแน่น และคลุมกองปุ๋ยด้วยพลาสติก เพื่อไม่ให้อากาศถ่ายเท
- ให้ความชื้นในกองปุ๋ยหมักค่อนข้างสูงกว่าปกติ เพื่อเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์
- ทำกองปุ๋ยหมักให้เกิดความร้อนสูง โดยการเพิ่มอาหารเสริม ซึ่งจะลงไปเร่งกิจกรรมของจุลินทรีย์
- ปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสม โดยปรับให้มีสภาพเป็นกลาง
- การหมักแบบอับอากาศนี้ พวกเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อแบคทีเรียจะย่อยพวกไนโตรเจนให้มาอยู่ในรูปของเกลือ หรือก๊าซแอมโมเนียค่อนข้างรุนแรง วัสดุหมักในระยะนี้ยังไม่เหมาะที่จะนำไปเพาะเห็ดฟาง เนื่องจากเห็ดฟางยังไม่เหมาะที่จะนำไปเพาะเห็ดฟาง เนื่องจากเห็ดฟางยังไม่สามารถนำอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ จนกว่าเกลือหรือก๊าซแอมโมเนีย จะถูกเปลี่ยนให้มาอยู่ในรูปของโปรตีนเสียก่อน

ขั้นตอนที่ 2 การหมักแบบใช้อากาศ (Aerobic fermentation) เป็นกรรมวิธีการหมักที่อาศัยเชื้อจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งและจัดเป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องจากขั้นตอนแรก ขั้นตอนนี้เป็น การเปลี่ยนอาหารในวัสดุหมักที่พวกเชื้อแบคทีเรียและจุลินทรีย์อื่น ที่ย่อยปุ๋ยหมักซึ่งอยู่ในสภาพอับอากาศ ให้มาอยู่ในรูปที่เชื้อเห็ดสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ขั้นตอนการหมักแบบใช้อากาศมีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- ในการหมักต้องให้อากาศถ่ายเทในกองปุ๋ยหมักอย่างเพียงพอ โดยการกลับกองปุ๋ยหมัก และตีกองปุ๋ยหมักให้ร่วนซุยแล้วกองปุ๋ยหมักให้อยู่ในลักษณะหลวม ๆ
- เพิ่มความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก ให้สูงกว่าการหมักแบบอับอากาศ
- ปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้อยู่ในสภาพเป็นกลาง
- เพิ่มอาหารเสริมให้กองปุ๋ยหมัก เพื่อเร่งกิจกรรม และปฏิกิริยาในการหมัก ซึ่งจะ ทำให้การหมักใช้เวลาน้อยลงอาหารเสริมที่เหมาะสมจะนำมาใช้ได้แก่ รำละเอียด ใบกระถิน ฯลฯ

ปัญหาในการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม

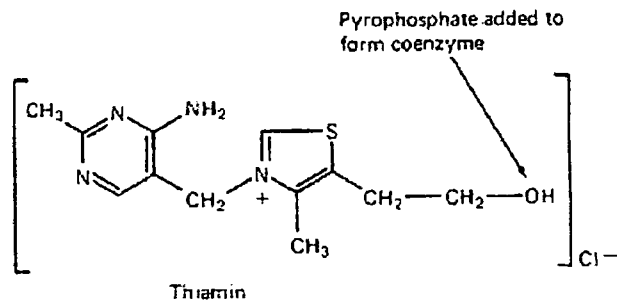
การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม นับว่ามีความสำคัญมาก ทั้งนี้เนื่องจากการเพาะเห็ดฟางด้วยวิธีการนี้จะให้ผลผลิตสูงและแน่นอน ประกอบกับผู้เพาะสามารถที่จะควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเพาะเห็ด ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดได้ตลอดเวลา ในระยะแรกของการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม จะไม่ค่อยมีปัญหามากนัก และเห็ดฟางจะให้ผลผลิตสูง แต่หลังจากที่ทำการเพาะเห็ดฟางไปหลาย ๆ ครั้ง ผลผลิตจะเริ่มลดลง เพราะมีโรคและแมลงศัตรูเห็ด นอกจากนี้ ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตค่อนข้างสูง เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำเชื้อเพลิงและค่าแรงงานค่อนข้างแพง และที่สำคัญก็คือราคาของเห็ดฟางที่จำหน่ายกันในท้องตลาดมีราคาไม่แน่นอน จึงทำให้ผู้เพาะเห็ดหลายรายถึงกับต้องเลิกล้มกิจการไป อย่างไรก็ตามถ้าได้มีการตั้งโรงงานแปรรูปทำเป็นเห็ดกระป๋องแล้ว ความต้องการเห็ดก็จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมก็น่าจะกลับมามีบทบาทอีกครั้งหนึ่ง ส่วนการแก้ไขปัญหาค่าใช้จ่ายของโรคแมลงศัตรูเห็ดภายในโรงเรือนก็สามารถแก้ไขได้โดยการบรรจุวัสดุที่ใช้เพาะลงในกระบะเพาะ ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ทั้งกระบะ ไม่นำวัสดุเพาะหรือปุ๋ยหมักไปวางไว้บนชั้นเพาะเห็ดโดยตรง เพราะทำความสะอาดยากและโอกาสที่จะเป็นแหล่งสะสมของโรคและศัตรูก็มีมาก ผู้เขียนคิดว่าถ้าทำแบบชั้นเคลื่อนที่ได้ โดยตัดแปลงมาจากการเพาะเห็ดแชมปิญองในต่างประเทศจะช่วยให้แก้ปัญหาค่าใช้จ่ายของโรคแมลงศัตรูเห็ดได้อย่างดี ส่วนปัญหาการเพาะเห็ดฟางเท่าที่พบในปัจจุบันมีดังนี้

- (1) การหมักวัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม ยังหมักไม่ได้ที่ จึงทำให้ผลผลิตของเห็ดฟางที่ได้ไม่มากเท่าที่ควร ผู้เพาะต้องศึกษาขบวนการหมักวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดฟางและปฏิบัติให้ถูกต้อง เพื่อที่เห็ดฟางจะสามารถใช้อาหารจากวัสดุเพาะได้มากที่สุด
- (2) วัสดุที่นำไปเพาะในโรงเรือนเพาะเห็ดผู้เพาะกองแน่นเกินไป จึงทำให้เส้นใยของเห็ดเดินไม่สะดวก และทำให้ผลผลิตลดน้อยลง
- (3) การเกิดวัชเห็ด (weed fungi) ซึ่งคอยเจริญแข่งขัน และแย่งอาหารจากเห็ดตลอดเวลา การที่วัสดุเพาะมีวัชเห็ดนั้น อาจเกิดจากการอบไอน้ำมาเชื้อยังไม่ดีพอ จึงทำให้มีเชื้อราเหลือตกค้างอยู่ หรืออาจเกิดจากหัวเชื้อเห็ดที่นำมาใช้ไม่บริสุทธิ์ จึงทำให้เกิดวัชเห็ดเจริญแข่งขันกับเห็ดฟาง และทำให้ผลผลิตของเห็ดฟางลดลง
- (4) เส้นใยของเห็ดฟางแห้ง และชะงักการเจริญเติบโต ซึ่งเกิดจากความชื้นภายในโรงเรือนไม่เหมาะสม และโรงเรือนมีความชื้นไม่สม่ำเสมอ
- (5) เห็ดฟางให้ผลผลิตต่ำ ดอกเล็ก ไม่คุ้มค่ากับการลงทุน สาเหตุที่สำคัญอาจเกิดมาจาก

- หัวเชื้อเห็ดฟางที่ใช้อ่อนแอ เนื่องจากผ่านการต่อเชื้อมาหลายครั้ง
- หัวเชื้อเห็ดฟางไม่บริสุทธิ์ หรือมีเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ ปะปนเมื่อนำมาเพาะในโรงเรือน เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้จะแพร่ระบาดทำความเสียหายให้แก่ เห็ดฟาง
- โรงเรือนที่ใช้เพาะเห็ดฟาง มีการสะสมของโรคแมลงศัตรูเห็ด เนื่องจากผ่านการเพาะเห็ดมาหลายรุ่น โรคและแมลงศัตรูเห็ดก็จะเข้าทำลายเห็ดฟาง ทำให้ผลผลิตลดลง
- โรงเรือนที่ใช้เพาะเห็ดมีอากาศไม่เพียงพอ ทำให้เห็ดฟางขาดก๊าซออกซิเจน ที่ จะช่วยให้เส้นใยเห็ดฟางรวมกันแล้วพัฒนาไปเป็นดอก
- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือน รวดเร็วเกินไปจึงทำให้เห็ดฟางปรับตัวไม่ทันซึ่งจะมีผลทำให้ผลผลิตลดลง
- โรคและแมลงศัตรูเห็ด เป็นปัญหาที่สำคัญในการเพาะเห็ดฟางแบบโรงเรือนอย่างมาก เพราะโรงเรือนที่ใช้เพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรมที่ผ่านการเพาะเห็ดฟางมีหลาย ๆ ครั้ง จะมีการสะสมของโรคและแมลงศัตรูเห็ดแต่ถ้าทำชั้นเพาะเห็ดที่เคลื่อนย้ายได้ จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้มาก อย่างไรก็ตาม โรงเรือนเพาะเห็ดแบบอุตสาหกรรม ควรมีการพักโรงเรือน

วิตามิน บี1 (Thiamine)

วิตามิน บี 1 หรือ thiamine มีอยู่ในอาหารหลายชนิดในปริมาณน้อยๆ คือ มักต่ำกว่า 0.1 มก./ 100ก. แหล่งสำคัญของ thiamin ได้แก่ เนื้อหมู ตับ ถั่วเหลือง รำข้าว ข้าวซ้อมมือ wheat germ และบิวเวอเรียสต์ สำหรับข้าวที่สีจนขาว มี thiamine เหลืออยู่น้อยมาก นอกจากนี้ แบคทีเรียสามารถสังเคราะห์ได้เองในลำไส้ ปัจจุบันยังพบว่า บุคคลทั่วไปมักจะไม่เป็นโรคขาดวิตามิน บี 1 นอกจากจะพบได้ในคนที่เป็โรคพิษสุราเรื้อรัง และผู้ป่วยโรคเหน็บชา



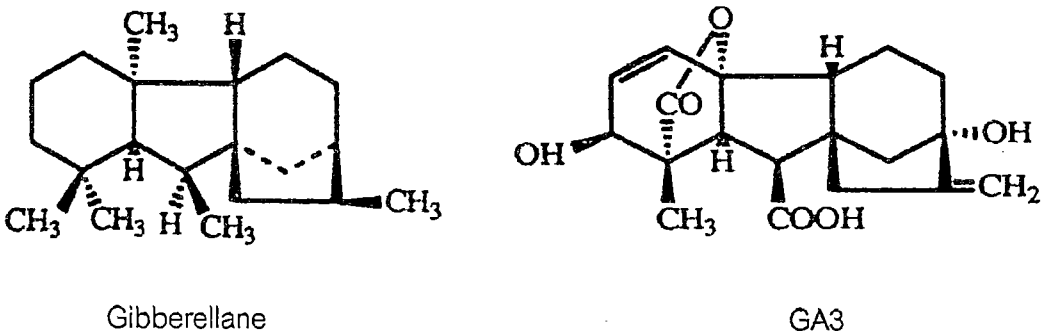
ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของ วิตามิน บี1 (Thiamine) (รพีพร ภาโนมัย,2549)

ประโยชน์ วิตามิน บี1 (Thiamine)

วิตามินบี 1 เมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะถูกเปลี่ยนเป็น thiamin pyrophosphate [TPP] ซึ่งเป็น active form วิตามิน บี1 มีความสำคัญต่อเมตาบอลิซึมของพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โดยทำหน้าที่เป็น co-enzyme ใน oxidative decarboxylation ในกระบวนการสลายน้ำตาลกลูโคส [glycolysis] , Kreb' s cycle, และ Pentose phosphate pathway ดังนั้น ยิ่งใช้พลังงานมาก ก็ยิ่งมีความต้องการวิตามิน บี 1 มากขึ้น ค่า RDA ของวิตามิน บี 1 ประมาณ 0.5 มก./1000 กิโลแคลอรี

ฮอร์โมน จิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

จิบเบอเรลลิน จัดเป็นสารพวก isoprenoid ที่มีโครงสร้างหลักเป็น ent-gibberellane (ดังภาพที่ 3.1) สามารถกระตุ้นการแบ่งตัวและการยืดตัวของเซลล์ได้ มักเรียกว่า กรดจิบเบอเรลลิก (gibberellic acid ,GA) เพราะมีหมู่ คาร์บอกซิล อยู่ในโครงสร้าง ปัจจุบันพบว่ามีความมากกว่า 90 ชนิด พบทั้งในเชื้อราและในพืชชั้นสูง จิบเบอเรลลินแต่ละชนิดแตกต่างกันที่ตำแหน่งของ double bond และหมู่ hydroxyl(OH)



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้าง gibberellane และ GA3

การค้นพบจิบเบอเรลลินเริ่มจากปี ค.ศ. 1890 โดยชาวญี่ปุ่นได้สังเกตเห็นกล้าของข้าวที่มีลักษณะสูงผิดปกติจะอ่อนแอ มักไม่ออกดอกและตายก่อนที่จะเจริญเติบโตเต็มที่ เรียกอาการผิดปกตินี้ว่า "โรคบาคาเน" (bakanae) ต่อมาในปี ค.ศ. 1926 นักพฤกษศาสตร์ชาวญี่ปุ่นได้ค้นพบว่า โรคข้าวชนิดนี้เกิดจากเชื้อราชื่อ *Gibberella fujikuroi* เชื้อรานี้สร้างสารที่มีผลกระตุ้นการยืดยาวของลำต้น ต่อมาในปี ค.ศ.1935 นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นประสบความสำเร็จในการสกัดสารดังกล่าวจากเชื้อรานี้ จึงให้ชื่อสารนี้ว่า จิบเบอเรลลิน และในปี ค.ศ. 1955 นักวิทยาศาสตร์ชาว

อังกฤษได้สกัดสารจากเชื้อราชนิดนี้เช่นกัน แล้วให้ชื่อสารที่สกัดได้นี้ว่า กรดจิบเบอเรลลิก (gibberellic acid) (สมบุญ, 2536)

จิบเบอเรลลิน เป็นชื่อที่ใช้เรียกทั่วไปของกลุ่มสารประเภทนี้ ซึ่งค้นพบแล้วไม่น้อยกว่า 80 ชนิด และตั้งชื่อเรียกเป็น gibberellin A_1 (GA_1), GA_2 , GA_3 เป็นต้น โดยที่กรดจิบเบอเรลลิก คือ GA_3 เป็นชนิดที่พบมากและได้รับความสนใจศึกษามากกว่าชนิดอื่นๆ ปัจจุบันพบจิบเบอเรลลินมากกว่า 80 ชนิด (दनัย, 2537)

โดยทั่วไปทราบว่า ในพืชชั้นสูงนั้นมีแหล่งสังเคราะห์จิบเบอเรลลินอย่างน้อย 3 แหล่ง ได้แก่ ในผลหรือเมล็ดที่กำลังเจริญพัฒนา บริเวณปลายยอด และปลายราก แต่ GA มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากโดยตรงน้อยมาก และยับยั้งการสร้าง adventitious root อีกด้วย

การลำเลียง GA เกิดขึ้นโดย การแพร่ผ่านทาง xylem และ phloem เป็นแบบไม่มีขั้ว ซึ่งโดยมาก GA ในลำต้นส่วนมากลำเลียงมาจากรากผ่านทาง xylem

GA_3 เป็นสารที่รู้จักกันมากที่สุดในกลุ่มของ gibberellins และนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างมาก สาร GA_3 อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า gibberellic acid ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์เป็นผลึกสีขาวละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายน้ำ

ผลของจิบเบอเรลลินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

1. กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช โดยทำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ พืชบางชนิดอาจจะไม่ตอบสนองต่อจิบเบอเรลลินที่ได้จากภายนอกซึ่งอาจเป็นเพราะว่าในพืชชนิดนั้นมีปริมาณจิบเบอเรลลินเพียงพอแล้ว

2. กระตุ้นการงอกของตาที่พักตัว และเมล็ดที่พักตัว

3. กระตุ้นการเกิดดอก (Flower initiation) โดย GA สามารถทดแทนความยาวของวัน ที่จำเป็นต่อการออกดอกในพืชบางชนิด และทดแทนความต้องการความหนาวเย็นในการกระตุ้นการออกดอก (vernalization) ในพืชบางชนิดอีกด้วย

4. ยับยั้งการออกดอกในพืช ในไม้ผลส่วนมากขณะที่เกิดการสร้างตาดอก ปริมาณ GA ที่ปลายยอดจะอยู่ในปริมาณต่ำ

5. กระตุ้นการลำเลียงอาหารและแร่ธาตุอาหารในเซลล์สะสมอาหารของเมล็ด

6. ช่วยทำให้พืชบางชนิดเกิดการพัฒนารูปแบบของผลแบบ parthenocarp (ไม่มีเมล็ด) เช่น มะเขือเทศ และ ส้ม

7. ช่วยให้อุ่นที่ไม่มีเมล็ดมีผลขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้อุ่นหลายพันธุ์มีขนาดใหญ่ขึ้น ช่อผลยาว และผลในช่อโปร่งมากขึ้น
8. การแสดงออกของเพศดอก GA_3 เข้มข้น 50-500 ppm จะทำให้อุ่นดอกของก่อ (chinese chestnut) มีจำนวนดอกตัวผู้ลดลง และมีจำนวนดอกตัวเมียมากขึ้น แต่ในพืชตระกูลแตง เช่น แตงกวา พักทอง กลับ+ชักนำให้เกิดการสร้างดอกตัวผู้เพิ่มมากขึ้น
9. การชะลอการแก่ชรา (senescence) ในใบพืช

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลองแท้ (True experimental design) ซึ่งมีรายละเอียด
ดังนี้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

| | | |
|--|-------|----------|
| - หัวเชื้อเห็ดฟาง | 480 | ถุง |
| - ยิบซัม | 6 | กก. |
| - รำละเอียด | 360 | กก |
| - ยูเรีย | 30 | กก. |
| - ปูนขาว | 30 | กก. |
| - ดิเกล็ด | 3 | กก. |
| - วิตามิน บี1 | 1 | ลิตร |
| - จิบเบอแรลลิต | 2 | หลอด |
| - ถังต้มไอน้ำ | 1 | ชุด |
| - ถังฟั่นละอองน้ำ | 1 | ใบ |
| - กากฝ้าย | 1,200 | กก. |
| - โรงเรือนโพลี ขนาด 4 x 6 เมตร สูง 2 เมตร | 2 | โรงเรือน |

การวางแผนการทดลอง

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ

การทดลองแรก ที่ใช้คือวิตามิน บี1

- 0 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร
- 2 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร
- 4 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร
- 6 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร

การทดลองที่ 2 ที่ใช้คือวิตามิน บี1

- 0 ppm ต่อน้ำ 5 ลิตร
- 200 ppm ต่อน้ำ 5 ลิตร
- 400 ppm ต่อน้ำ 5 ลิตร
- 600 ppm ต่อน้ำ 5 ลิตร

วิธีดำเนินการทดลอง

1. จำแนกทำความสะอาดโรงเรือนที่ทำด้วยจากและทำด้วยแผ่นโฟม
2. สุ่มวางต่อซังข้าว บนชั้นเพาะเห็ดให้สม่ำเสมอชั้นละ 30 กก. ของน้ำหนักแห้ง จำนวนอย่างละ 2 ชั้น
3. รดน้ำบนต่อซังให้เปียกชุ่มอย่างสม่ำเสมอ
4. นำวัสดุเพาะพอกกากฝ้ายชั้นละ 40 กก. จำนวน 8 ชั้น ฉีดพ่นน้ำผสมฮอร์โมนตามอัตราส่วนในการทดลองที่ 1 ส่วนการทดลองที่ 2 ฉีดพ่น vitamin ตามที่กำหนดไว้
5. อบวัสดุเพาะด้วยไอน้ำจนได้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
6. เมื่อวัสดุเพาะเย็นตัวลง จึงทำการโรยเชื้อเห็ดฟางในอัตรา 10 ถูต่อชั้น
7. หลังจากโรยเชื้อได้ 3 วัน ทำการตัดเส้นใยโดยการฉีดพ่นน้ำที่สะอาดแล้วปิดโรงเรือนไว้แบบเดิมจากนั้นเห็ดฟางก็จะค่อย ๆ พัฒนาไปเป็นดอก จึงทำการเก็บผลผลิตแล้วนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) หรือ F-test

ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบเฉพาะ hormone และ vitamin ที่ใช้ฉีดพ่นไปกับน้ำบนวัสดุเพาะก่อนอบไอน้ำเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยทำการทดลองที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย :

ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2548 - กันยายน 2548 (ประมาณ 7 เดือน) ทำการทดลองที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีและผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

1. เผยแพร่ผลการวิจัยลงวารสารเทคโนโลยีการเกษตรพระจอมเกล้า คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. การประชุมทางวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
3. จัดฝึกอบรมให้กับเกษตรกรที่สนใจเพาะเห็ดฟางเป็นอาชีพ ในเขตชนบท เนื่องจากผู้วิจัยเป็นวิทยากรอบรมการเพาะเห็ดของศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลของการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาอิทธิพลของวิตามินบี1

จากการทดสอบหาปริมาณของวิตามิน บี 1 ที่เหมาะสมในการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือนแบบอุตสาหกรรม ผลการทดลองพบว่าการใช้วิตามิน บี 1 ในอัตรา 2 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร รดวัสดุเพาะเห็ดก่อนอบโรงเรือนด้วยไอน้ำเห็ดฟางให้ผลผลิตมากที่สุด เฉลี่ย 2,353.67 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาเป็นผลผลิตเห็ดฟางที่ได้จากการใช้วิตามิน บี 1 ในอัตรา 0, 4 และ 6 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,847.00, 1,688.00 และ 1,369.33 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับเมตร และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลผลิตของเห็ดฟาง (กรัมต่อตารางเมตร) ตลอดทั้งการทดลอง

| วิตามิน บี1 ซีซี /น้ำ 5 ลิตร | ครั้งที่ 1 1-3 วัน | ครั้งที่ 2 4-6 วัน | ครั้งที่ 3 7-9 วัน | ครั้งที่ 4 10-12 วัน | ครั้งที่ 5 13-15 วัน | รวม |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------|
| 0 | 702.67ab | 578.33 | 282.67 | 176.67 | 108.33 | 1,847.00 b |
| 2 | 891.67a | 705.67 | 338.67 | 240.33 | 176.33 | 2,353.67a |
| 4 | 562.33bc | 576.67 | 276.33 | 183.33 | 87.67 | 1,688.00bc |
| 6 | 462.00 c | 418.33 | 273.00 | 138.00 | 78.00 | 1,369.33 c |
| Replication | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Treatment | * | ns | ns | ns | ns | ** |
| LSD.05 | 208.53 | 214.31 | 86.11 | 88.19 | 79.45 | 357.57 |
| LSD.01 | 315.91 | 324.66 | 130.45 | 133.61 | 120.37 | 541.70 |
| CV | 15.94% | 18.82% | 14.72% | 23.91% | 35.32% | 9.86% |

การทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับ .05

** ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับ .01

การทดลองที่ 2 เป็นการศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน

จากการทดสอบหาปริมาณของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ที่เหมาะสมในการเพาะเห็ดฟาง ในโรงเรือนแบบอุตสาหกรรม ผลการทดลองพบว่าการใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ในอัตรา 600 ppm ผลิตเห็ดก่อนอบโรงเรือนด้วยไอน้ำเห็ดฟางให้ผลผลิตมากที่สุด เฉลี่ย 1,971.67 กรัม ต่อตารางเมตร รองลงมาเป็นผลผลิตเห็ดฟางที่ได้จากการใช้จิบเบอเรลลิน ในอัตรา 400, 200 และ 0 ppm ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,819.33, 1,770.33 และ 1,730.33 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ เมตร และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดง ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลผลิตของเห็ดฟาง (กรัมต่อตารางเมตร) ตลอดทั้งการทดลอง

| วิตามิน บี1 | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | ครั้งที่ 4 | ครั้งที่ 5 | รวม |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| ppm | 1-3 วัน | 4-6 วัน | 7-9 วัน | 10-12 วัน | 13-15 วัน | |
| 0 | 669.33 | 576.67b | 216.00 | 176.67 | 91.67 | 1730.33 |
| 200 | 683.33 | 578.33b | 205.33 | 207.00 | 96.33 | 1770.33 |
| 400 | 695.33 | 610.00ab | 243.00 | 183.33 | 87.66 | 1819.33 |
| 600 | 858.33 | 672.33a | 206.33 | 138.00 | 96.67 | 1971.67 |
| Replication | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Treatment | ns | * | ns | ns | ns | ns |
| LSD.05 | 141.13 | 66.04 | 38.06 | 48.53 | 39.71 | 209.49 |
| LSD.01 | 213.80 | 100.05 | 57.67 | 73.53 | 60.16 | 317.36 |
| CV | 9.72% | 5.42% | 8.75% | 13.78% | 21.35% | 5.75% |

การทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับ .05

** ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับ .01

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนพืชและวิตามิน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ดฟางที่เพาะในโรงเรือนแบบอุตสาหกรรม โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design จำนวน 3 ซ้ำ

การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาอิทธิพลของวิตามินบี₁ ในอัตรา 0, 2, 4 และ 6 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร จากผลการทดลองพบว่าการใช้วิตามิน บี 1 ในอัตรา 2 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร ผลิตเห็ดก่อนอบโรงเรือนด้วยไอน้ำเห็ดฟางให้ผลผลิตมากที่สุด เฉลี่ย 2,353.67 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาเป็นผลผลิตเห็ดฟางที่ได้จากการใช้วิตามิน บี 1 ในอัตรา 0, 4 และ 6 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,847.00, 1,688.00 และ 1,369.33 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับเมตร และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับ .01 การที่ใช้วิตามิน บี 1 ในอัตรา 2 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร ผลิตเห็ดก่อนอบโรงเรือนด้วยไอน้ำเห็ดฟางให้ผลผลิตมากที่สุด อาจเนื่องมาจากเห็ดฟางต้องการวิตามิน บี 1 ไปใช้ในการเจริญเติบโต แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ผลผลิตเห็ดฟางลดลงอาจเนื่องมาจากความเข้มข้นที่มากเกินไปจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและผลผลิตของเห็ดฟาง

การทดลองที่ 2 การศึกษาอิทธิพลของฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ในอัตรา 0, 200, 400 และ 600 ppm ผลิตเห็ดก่อนอบโรงเรือนด้วยไอน้ำ จากผลการทดลองพบว่าการใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ในอัตรา 600 ppm ผลิตเห็ดก่อนอบโรงเรือนด้วยไอน้ำเห็ดฟางให้ผลผลิตมากที่สุด เฉลี่ย 1,971.67 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาเป็นผลผลิตเห็ดฟางที่ได้จากการใช้จิบเบอเรลลิน ในอัตรา 400, 200 และ 0 ppm ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,819.33, 1,770.33 และ 1,730.33 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับเมตร และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะฮอร์โมนจิบเบอเรลลินสามารถเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้แต่เห็ดฟางเป็นเชื้อราและมีระยะเวลาการเจริญเติบโตสั้นจึงทำให้ผลผลิตของเห็ดฟางที่ได้ไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- दनัย บุญยเกียรติ. 2539. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่. 216 น.
- ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2538. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. วี.บี. บุคเซ็นเตอร์ (เค..ยู.) กรุงเทพฯ. 421 หน้า.
- ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2542. การใช้ประโยชน์จากแผ่นโฟมในการสร้างโรงเพาะเห็ดฟางแบบ อุตสาหกรรม. เอกสารการฝึกอบรมการเพาะเห็ด ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมเทคโนโลยี การเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร เขต ลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 32 หน้า.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2529. ฮอริโมนพืชและการสังเคราะห์ : แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. หจก. ไดนามิคการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 1-40.
- รพีพร ภาโนมัย. 2549. วิตามิน บี. <http://vdo.kku.ac.th/mediacenter/mediacenter-uploads/lib/html/756/vitaminB1.htm>
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 237 น.
- Chandra, A. and R.P. Pukayastha. 1977. Physiological studies on Indian edible mushrooms. Trans. Br. Mycol. Soc. 69: 63-70
- Kurtzman, R.H. 1984. Physiological considerations for cultivation of *Volvariella* mushrooms. In Tropical mushrooms : Biological nature and cultivation methods. edited by Chang S.T. and T.H. Quimio. 1982. pp. 139-166. Chinese University of Hongkong, Ngai Kwong Printing Co., Ltd.
- Voltz, P.A. 1972. Nutritional studies on species and mutants of *Lepista*, *Cantharellus*, *Pleurotus* and *volvariella*. Mycopath. Mycol. Applicata. 48 : 175-185.

ตารางที่ 5 ผลผลิตเห็ดฟางที่ได้จากการใช้วิตามิน บี

| 1วิตามิน บี1 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร | กรัม | | | รวม | เฉลี่ย |
|------------------------------------|------|------|------|-----|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 0 | 688 | 830 | 590 | | |
| 2 | 920 | 828 | 927 | | |
| 4 | 680 | 420 | 587 | | |
| 6 | 535 | 375 | 476 | | |
| 0 | 480 | 600 | 650 | | |
| 2 | 705 | 682 | 730 | | |
| 4 | 465 | 620 | 650 | | |
| 6 | 435 | 570 | 250 | | |
| 0 | 320 | 298 | 230 | | |
| 2 | 321 | 310 | 385 | | |
| 4 | 264 | 240 | 325 | | |
| 6 | 250 | 284 | 285 | | |
| 0 | 220 | 190 | 120 | | |
| 2 | 221 | 220 | 280 | | |
| 4 | 230 | 210 | 110 | | |
| 6 | 150 | 140 | 124 | | |
| 0 | 90 | 85 | 150 | | |
| 2 | 125 | 124 | 280 | | |
| 4 | 86 | 82 | 95 | | |
| 6 | 70 | 80 | 84 | | |
| 0 | 1798 | 2003 | 1740 | | |
| 2 | 2292 | 2164 | 2602 | | |
| 4 | 1725 | 1572 | 1767 | | |
| 6 | 1440 | 1449 | 1219 | | |

ตารางที่ 5 ผลผลิตเห็ดฟางที่ได้จากการใช้จิบเบอเรลลิน

| จิบเบอเรลลิน ppm | ฐ้า | | | รวม | เฉลี่ย |
|---------------------|------|------|------|-----|--------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| 0 | 688 | 730 | 590 | | |
| 200 | 680 | 720 | 650 | | |
| 400 | 735 | 775 | 576 | | |
| 600 | 820 | 828 | 927 | | |
| 0 | 480 | 600 | 650 | | |
| 200 | 465 | 620 | 650 | | |
| 400 | 480 | 700 | 650 | | |
| 600 | 605 | 682 | 730 | | |
| 0 | 220 | 198 | 230 | | |
| 200 | 221 | 210 | 185 | | |
| 400 | 264 | 240 | 225 | | |
| 600 | 250 | 184 | 185 | | |
| 0 | 220 | 190 | 120 | | |
| 200 | 221 | 220 | 180 | | |
| 400 | 230 | 210 | 110 | | |
| 600 | 150 | 140 | 124 | | |
| 0 | 90 | 85 | 100 | | |
| 200 | 95 | 124 | 70 | | |
| 400 | 86 | 82 | 95 | | |
| 600 | 120 | 80 | 90 | | |
| 0 | 1698 | 1803 | 1690 | | |
| 200 | 1682 | 1894 | 1735 | | |
| 400 | 1795 | 2007 | 1656 | | |
| 600 | 1945 | 1914 | 2056 | | |