

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เห็ดนางรม เป็นเห็ดชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคกันหลายประเทศ มีลักษณะคล้ายเห็ดมะม่วงหรีหรือเห็ดขอนขาว ที่เกิดในธรรมชาติตามต้นไม้ที่เน่าเปื่อยผุพัง ซึ่งมักจะเก็บดอกอ่อนๆ มาบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคในฤดูฝน แต่เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่สามารถเพาะเพื่อทำให้เกิดดอกเห็ดได้ตลอดปี ดังภาพประกอบที่ 1

เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่เกิดตามธรรมชาติ ในแถบที่มีอากาศอบอุ่นของประเทศสหรัฐอเมริกาและยุโรป มักพบเสมอตามต้นไม้เน่าเปื่อยผุพัง เช่น ไม้โอ๊ก ไม้เอลม์ ไม้เบเบิล ไม้บาส ไม้บ๊อบล่า ไม้ฮอลลี และไม้ลาเบอร์นัน เป็นต้น ทั้งยังเป็นเห็ดที่มีรสชาติหวานหอม ไม่เหนียวมากเหมือนเห็ดมะม่วงหรีหรือเห็ดขอนขาว ถึงแม้ว่าจะมีอายุมากก็ตาม



ภาพประกอบ 1 เห็ดนางรม (Oyster mushroom)

ประวัติการเพาะเห็ดนางรม

การศึกษาและค้นคว้าเรื่องเกี่ยวกับเห็ดนางรม เริ่มเมื่อปี 2461 โดยนายไรดส์ (AS. Rhoads) ได้ค้นพบเห็ดนางรมในไม้ลูปินัส (*Lupinus arboreecs*) และได้นำมาทดลองเลี้ยงในอาหารสำหรับเลี้ยงเห็ดลิโตซัยเบและเห็ดอาร์มีเรียสำเร็จเป็นคนแรก นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่มีความสำคัญในการ

ค้นคว้าเกี่ยวกับเห็ดนางรม เช่นปี พ.ศ. 2480 แบดค็อก (E.C. Badcock) ทำการค้นคว้าทดลองอาหารสำหรับเพาะเห็ดนางรม เลิร์น (C.D. Learn) ศึกษาชีววิทยาของเห็ดนางรม พูลล์ (R.F. Poole) ได้ทำการคัดเลือกสายพันธุ์ เลียงเชื้อบริสุทธิ์และผสมพันธุ์เห็ดนางรม ไลส์ และแจลค์ (J. Lise and R. Jalck) ชาวเยอรมันและชาวอิตาลี ทำการเพาะเห็ดนางรมในจีเลื่อยเป็นผลสำเร็จ และพบว่าจีเลื่อยไม้ยูคาลิปตัสให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ ไม้สน พร้อมทั้งศึกษาถึงอุณหภูมิที่เห็ดต้องการ ปรากฏว่าเห็ดนางรมชอบอุณหภูมิประมาณ 25-26°C ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10°C หรือสูงกว่า 32°C เห็ดนางรมจะไม่เกิดดอกเลย

เห็ดนางรมที่เพาะในประเทศไทย แผนกโรควิทยาของโรคพืชพันธุ์ ได้ซื้อเชื้อเห็ดมาเป็นครั้งแรก จาก ดร.บล็อก (Dr. S.S. Block) แห่งมหาวิทยาลัยฟลอริดาสหรัฐอเมริกา เมื่อปี พ.ศ. 2500 ได้ทำการค้นคว้าศึกษาและออกบทความทางวิทยุ เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2520 โดยให้ชื่อเห็ดนี้ว่า “เห็ดหอยนางรม” ซึ่งแปลมาจากชื่อภาษาอังกฤษ (Oyster mushroom) ดร.วินิจ แจ้งศรี เคยทำการเพาะทำการค้าและมาเลิกไปในปี พ.ศ. 2510 และ 2511 จึงมีบทความเรื่อง การศึกษาวิจัยวิธีเพาะเห็ดหอยนางรม โดยอาจารย์พันธุ์ทวี ภักดีดินแดน นำพิมพ์ในวารสารกสิกร บันทึกรผลการทดลองเลี้ยงเห็ดนี้บนอาหารวุ้นและปฏึกหมักสูตรต่างๆ พ.ศ. 2517 อาจารย์ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ ได้ดัดแปลงเทคนิคการเพาะเห็ดเป่าเชื้อของกสิกรภาคเหนือมาใช้เพาะเห็ดนางรมได้ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายจึงทำให้การเพาะเห็ดแพร่หลายในเวลาต่อมา (วิฑูรย์ พลาวุฑฒ์. 2527 : 105)

ลักษณะทางชีววิทยาของเห็ดนางรม

1. การจำแนกเห็ดนางรม (Taxonomy)

เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่มีลักษณะนี้ มีหมวกดอกคล้ายเปลือกหอยนางรม มีสีขาวหรือสีเทา (อนงค์ จันทศรีกุล. 2530 : 75)

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer

ชื่อสามัญ เห็ดนางรม, Oyster mushroom

Class Basidiomycetes

Subclass Hollobasidiomycetidae

Order Agaricales

Family Tricholomataceae

Genus *Pleurotus*

Species *Ostreatus*

2. ชนิดของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมที่เกษตรกรเพาะกันอยู่โดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2532 : 238)

2.1 ชนิดสีขาว (White type) หรือ Florida type จัดเป็นเห็ดนางรมที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง จึงเหมาะที่จะนำมาเพาะในช่วงฤดูร้อน เห็ดชนิดนี้จะออกดอกได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 20°C หมวกดอกมีสีขาว และมีน้ำหนักมากกว่าเห็ดนางรมสีเทา แต่มีขนาดเล็กและบางกว่าเห็ดนางรมสีเทา

2.2 ชนิดสีเทา (Gray type) หรือ Winter type เห็ดพวกนี้เจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ จึงเหมาะที่จะนำมาเพาะในฤดูหนาว โดยเห็ดจะออกดอกได้ดีที่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า 20°C หมวกดอกจะหนาและมีขนาดใหญ่ แต่ผลผลิตจะต่ำกว่าเห็ดนางรมสีขาว

3. รูปร่างและลักษณะของดอกเห็ดนางรม

เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่มีรูปลักษณ์เหมือนนางรม จึงเรียกเห็ดนี้ว่า Oyster mushroom โดยทั่วไปแล้วเห็ดนางรมจะเกิดเป็นดอกเดี่ยวจะไม่ขึ้นซ้อนกัน เรียงรายลดหลั่นเป็นชั้นๆ ดอกเห็ดจะมีก้านดอกหรือไม่มีก็ได้ ดังภาพประกอบที่ 2 ซึ่งดอกเห็ดนางรมประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

3.1 หมวกดอก (Cap) หรือ Pileus หมวกดอกมีลักษณะคล้ายหอยนางรม หมวกดอกมีลักษณะแบนราบไม่โค้งเหมือนเห็ดฟาง กลางหมวกดอกมีลักษณะเว้าเป็นแอ่ง หมวกดอกมีสีขาวหรือสีขาวอมเทา มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-15 ซม. และหมวกดอกจะเป็นเนื้อเดียวกันกับดอก

3.2 ก้านดอก (Stalk) เป็นส่วนที่ชูหมวกดอกขึ้นไปในอากาศก้านดอกมีขนาดสม่ำเสมอ ยาวประมาณ 3-6 นิ้ว และหันเข้าแสงสว่าง

3.3 ครีบดอก (Gill) มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ สีขาวหรือสีเทา ที่บริเวณครีบดอกเป็นแหล่งผลิตสปอร์ สปอร์ของเห็ดนางรมจะมีขนาด $8-12\ \mu\text{m} \times 3-4\ \mu\text{m}$



ภาพประกอบ 2 ส่วนประกอบต่างๆ ของเห็ดนางรม

4. วงจรชีวิตของเห็ดนางรม

วงจรชีวิตของเห็ดนางรมเป็นแบบ Homothalic ซึ่งเกิดจากดอกเห็ดที่เจริญเติบโตเต็มที่ วงจรชีวิตของเห็ดนางรมเริ่มจากเมื่อดอกเห็ดเจริญเต็มที่ที่มีการสร้างเบซิดิโอสปอร์ (Basidiospore) บริเวณครีบดอก เมื่อดสปอร์ปลิวไปตกในบริเวณที่มีสภาพอากาศเหมาะสม สปอร์ก็จะงอกเส้นใยชั้นที่หนึ่ง (Primary mycelium) ออกมา เส้นใยชั้นที่หนึ่งจะมีผนังกันเป็นเป็นช่องๆ แต่ละช่องจะมีนิวเคลียส เพียงอันเดียว (haploid) หลังจากนั้นเส้นใยชั้นที่หนึ่งที่เจริญมาจากสปอร์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต่างกันจะรวมตัวกัน โดยเส้นใยจะเชื่อมกันและมีการถ่ายทอดนิวเคลียสเข้ามาอยู่รวมกัน กลายเป็นเส้นใยชั้นที่สอง (Secondary mycelium) ซึ่งมีนิวเคลียส 2 อัน เส้นใยชั้นที่สองจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และในแต่ละเซลล์จะมีข้อยึดระหว่างเซลล์ (Clamp Connection) เมื่อเส้นใยชั้นที่สองรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน พร้อมทั้งจะสร้างดอก จะเรียกเส้นใยในระยนี้ว่า เส้นใยชั้นที่ 3 (Tertiary mycelium) จากนั้นเส้นใยจะค่อยๆ พัฒนาไปเป็น fruiting body และเจริญไปเป็นดอกเห็ดต่อไป ดังภาพประกอบที่ 3 (ปัญญา โพธิ์สุตริรัตน์, 2532 : 239)

5. ธรรมชาติของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่มีการดำรงชีพแบบ Saprophytic fungi แต่ในบางครั้งก็จัดเป็นพวกปรสิต (Parasite) โดยเจริญเติบโตบนต้นไม้ที่ไม่มีชีวิต และเมื่อต้นไม้ตายเห็ดนางรมก็ยังสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้อีก การดำรงชีพตามธรรมชาติของเห็ดนางรมมีดังนี้

5.1 เห็ดนางรมมีความสามารถในการย่อยสลายสารประกอบที่มีโมเลกุลซับซ้อนได้ดีกว่าเห็ดฟาง โดยเฉพาะพวกเซลลูโลส ลิกนิน ฯลฯ

5.2 ในช่วงที่สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม เห็ดนางรมสามารถมีชีวิตอยู่ได้โดยการสร้างคลามัยโดสปอร์ (Chlamydospores) อยู่ตามต้นไม้รอนจนกว่าสภาวะแวดล้อมเหมาะสมก็จะงอกเส้นใยออกมาเพื่อสร้างเป็นดอกเห็ดต่อไป

5.3 เห็ดนางรมสามารถเจริญได้ในสภาพที่เป็นกรดเล็กน้อย หรือ pH ประมาณ 5.0-5.2 อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยประมาณ 32 °C และสร้างดอกเห็ดประมาณ 25 °C

5.4 เส้นใยของเห็ดนางรมมีความสามารถในการเชื่อมต่อกันได้ดี และเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
Rajabhat Sakon Nakhon Rajabhat University

ภาพประกอบ 3 แสดงลักษณะวงจรชีวิตของเห็ดนางรม

สารอาหารและแร่ธาตุที่มีอยู่ในเห็ดนางรม

เห็ดนางรมมีความชื้นเช่นเดียวกับผักทั่วไป คือมีความชื้น 86.1% แต่มีกากอยู่ในระดับต่ำ กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ทำการวิเคราะห์สารอาหารที่มีอยู่ในเห็ดนางรมได้ผล ดังนี้ (ตีพิมพ์ ไชยวงศ์เกียรติ, 2525 : 97)

โปรตีน	5.95%
คาร์โบไฮเดรต	50.90%
กาก	0.17%
ไขมัน	0.17%
เถ้า	0.14%

และจากเห็ดนางรม 100 กรัม จะให้แร่ธาตุวิตามินดังนี้

พลังงาน	45.65 แคลอรี
แคลเซียม	8.9 มิลลิกรัม
เหล็ก	1.9 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	170.0 มิลลิกรัม
วิตามินบี 1	0.15 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.17 มิลลิกรัม
วิตามินซี	12.40 มิลลิกรัม

จากคุณสมบัติดังกล่าวของเห็ดนางรมจึงทำให้มีผู้สนใจ และนิยมรับประทานเห็ดนางรมกันมากขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย

ในการเพาะเห็ดนางรม ตามปกติจะใช้วิธีการเขียนเนื้อเยื่อมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นชนิดต่างๆ เพื่อให้เห็ดนางรมขยายเส้นใยได้มากขึ้น แต่การที่เส้นใยของเห็ดนางรมจะเจริญเติบโตได้ดีหรือไม่ ขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่างคือ (ปัญญา โพธิ์จิตรพันธ์. 2532 : 242)

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ (Nutrient Media) เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่เจริญเติบโตได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อหลายชนิด เช่น PDA แต่จากการศึกษาพบว่า สูตรที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมประกอบด้วย

malt extract	5 กรัม
แป้งข้าวเหลือง	10 กรัม

เปปโตเน (peptone)	1 กรัม
KH ₂ PO ₄	0.5 กรัม
ดีเกลือ	0.5 กรัม
Yeast extract	0.1 กรัม
วุ้นทำขนม	15 กรัม
น้ำสะอาด	1 ลิตร

2. อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเจริญของเส้นใย อัตราการเจริญเติบโตของเส้นใยมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 15°C อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มอย่างสม่ำเสมอเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่ในช่วงอุณหภูมิ 15-20°C อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมสีขาวและสีเทาอยู่ประมาณ 30°C

3. อิทธิพลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณของก๊าซ CO₂ นับว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมอย่างมาก โดยเฉพาะเห็ดนางรมพันธุ์ *Pleurotus ostreatus*, *P. florida* และ *P. eryngii* ถ้าปริมาณของก๊าซ CO₂ เพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ 28% โดยปริมาตร จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม แต่ถ้าปริมาณของก๊าซ CO₂ มากเกินไป การเจริญเติบโตของเส้นใยจะลดลง

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม

เห็ดเป็นพืชชั้นต่ำไม่มีคลอโรฟิลล์จึงไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ ต้องอาศัยอาหารจากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์จากดิน ปุ๋ยหมักอินทรีย์วัตถุเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต และการที่เห็ดนางรมจะให้ผลผลิตดีหรือไม่ ขึ้นกับปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องหลายประการ คือ

1. แสงสว่าง (Light) แม้ว่าเห็ดนางรมจะไม่มีคลอโรฟิลล์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แสงก็ตาม แต่แสงสว่างมีผลต่อการพัฒนา และการเจริญเติบโตของดอกเห็ดมาก เพราะแสงสว่างช่วยกระตุ้นในการรวมตัวของเส้นใยและการพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ ถ้าได้รับแสงสว่างน้อยจะทำให้หมวกดอกมีขนาดเล็กลงในขณะที่ก้านดอกยาวขึ้น และถ้าแสงน้อยมากๆ จะทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะผิดปกติเช่นกัน ในการเพาะเห็ดนางรมควรให้เห็ดได้รับแสงสว่างอย่างน้อย 15 นาทีต่อวัน จากการศึกษาของ Zadrazil (1974) แสดงให้เห็นว่าแสงสว่างมีความจำเป็นต่อการพัฒนาของดอกเห็ด

2. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จะมีผลในการเร่งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรม แต่ในระยะที่เห็ดพัฒนาไปเป็นดอกเห็ด การมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะผิดปกติได้ ดังนั้นโรงเรือนที่เพาะเห็ดนางรมควรให้มีอากาศถ่ายเทบ้าง ซึ่งจะช่วยให้ดอกเห็ดเจริญไปเป็นดอกที่สมบูรณ์

3. ความชื้นของอากาศ (Humidity) ความชื้นของอากาศมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางรมอย่างมาก โดยเฉพาะในระยะเปิดก้อนเชื้อเห็ดนางรมต้องการความชื้นค่อนข้างสูง จึงจำเป็นต้องเปิดก้อนเชื้อภายในโรงเรือนที่เก็บความชื้นได้ และควรมีการฉีดพ่นละอองน้ำเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือน 2-3 ครั้งต่อวัน ระดับความชื้นของอากาศ (Relative humidity) ควรอยู่ในระดับ 70-80%

4. อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ดนางรมอย่างมาก จากการศึกษาผลผลิตของเห็ดนางรมในแต่ละเดือน พบว่าเห็ดนางรมจะให้ผลผลิตสูงในช่วงอุณหภูมิ 24-33.5°C ผลผลิตในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมค่อนข้างสูง และผลผลิตในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคมค่อนข้างต่ำ สาเหตุที่ทำให้ผลผลิตในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมค่อนข้างสูง อาจเนื่องมาจากก้อนเชื้อได้รับอุณหภูมิต่ำกว่าก่อนที่จะมีการเปิดดอกก็ได้ เมื่อก้อนเชื้อผ่านช่วงอากาศเย็น และได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะช่วยเพิ่มผลผลิตเป็นอย่างดี

สารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของเห็ดนางรม

ในการเตรียมวัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดต้องคำนึงถึงสารอาหารที่จำเป็นด้วยว่าให้สารอาหารที่ครบและเหมาะสมกับการเจริญเติบโตหรือไม่ ปกติสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเห็ดมีดังนี้ (วีรศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์. 2529 : 85)

1. แหล่งอาหารคาร์บอน (Carbon source) ได้แก่ น้ำตาลต่างๆ เช่น xylose, arabinose, glucose, fructose ซึ่งเป็น carbohydrate ที่มีโมเลกุลเล็ก แต่วัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดมีสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น cellulose และ hemicellulose ซึ่งต้องอาศัยจุลินทรีย์ที่หมักย่อยสลายให้มีความพร้อมที่เล็กลงเพื่อที่เห็ดจะสามารถใช้ในการเจริญเติบโตได้

2. แหล่งอาหารพวกไนโตรเจน (Nitrogen source) แหล่งที่ให้ไนโตรเจน ได้แก่ ยูเรีย เกลือแอมโมเนีย กรดอะมิโน เช่น astarsetine, alanine และ glycine แหล่งของไนโตรเจน นอกจากจะได้จากมูลสัตว์แล้ว ยังได้จากการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต หรือปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรทก็ได้

3. แร่ธาตุต่างๆ (Trace element) เห็ดต้องการแร่ธาตุต่างๆ ในการเจริญ โดยเฉพาะการเจริญของเส้นใยแร่ธาตุที่เห็ดต้องการ เช่น Ca, P, K และ Mg แม้ว่าแร่ธาตุเหล่านี้เห็ดจะต้องการน้อยแต่ก็มีผลต่อการเจริญของเส้นใย ดังนั้นจึงมีการใส่ยิปซัม (CaSO_4) เพื่อเป็นแหล่งของ Ca ดีเกลือ (MgSO_4) เพื่อเป็นแหล่งของ Mg และใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแหล่งของ P และ K

4. วิตามิน (Vitamins) มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด ซึ่ง biotin และ thiamine ทำให้เส้นใยของเห็ดเจริญเติบโตได้ดี

5. สารกระตุ้นการเจริญ (Growth promoting activity) สารกระตุ้นการเจริญของเส้นใยเห็ด เช่น indoleacetic สารประกอบ ester จากกรดไขมัน oleic acid

การทำหัวเชื้อเห็ดนางรม

การทำหัวเชื้อเห็ดนางรม นับว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากขั้นตอนหนึ่งซึ่งจำเป็นต้องฝึกปฏิบัติให้ถูกต้องและมีความชำนาญ เพื่อที่จะได้หัวเชื้อเห็ดที่มีคุณภาพดีและให้ผลผลิตสูง การปฏิบัติควรทำดังต่อไปนี้ (ปัญญา โพธิ์จิตร์รัตน์, 2532 : 249)

1. การเลือกดอกเห็ดทำพันธุ์ ดอกเห็ดที่จะใช้ทำพันธุ์จะต้องเป็นพันธุ์ดี แข็งแรงและให้ผลผลิตสูง ดอกเห็ดที่จะใช้ทำพันธุ์ควรมีลักษณะดังนี้

1.1 ดอกเห็ดที่ใช้ทำพันธุ์ควรเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ หมวกดอกควรมีลักษณะงอโค้ง คล้ายเห็ดมะม่วง

1.2 ดอกเห็ดที่ใช้ทำพันธุ์จะต้องไม่แก่หรืออ่อนเกินไป และดอกเห็ดควรอยู่ในระยะก่อนที่จะมีการสร้างสปอร์

1.3 ดอกเห็ดจะต้องมีก้านดอกที่แข็งแรง ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์หรือเชื้อโรคทำลาย ดอกเห็ดจะต้องมีสีขาวหรือเทา ขึ้นกับชนิดของพันธุ์ และต้องไม่มีสีอื่นปะปน

1.4 ดอกเห็ดที่คัดเลือกมาทำพันธุ์ ควรคัดมาจากถุงก้อนเชื้อที่ให้ผลผลิตสูงกว่าถุงก้อนเชื้ออื่นๆ

2. การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ด จากการที่เห็ดนางรมมีวงจรชีวิตแบบ Heterothallic เมื่อเส้นใยของดอกเห็ดงอกออกจากสปอร์ เรียกเส้นใยนี้ว่า เส้นใยขั้นแรก (Primary mycelium) จากนั้นเส้นใยขั้นแรกที่เกิดจากต่างสปอร์กันและสามารถเข้ากันได้ จะรวมตัวกันเป็นเส้นใยขั้นที่สอง (Secondary mycelium) และเส้นใยขั้นที่สองซึ่งมีนิวเคลียส 2 อัน จะพัฒนาไปเป็นเส้นใยขั้นที่สาม (Tertiary mycelium) แล้วเจริญเติบโตไปเป็นดอกเห็ดต่อไป เนื้อเยื่อของดอกเห็ดจึงมีนิวเคลียสสองอัน ซึ่งสามารถจะเลี้ยงให้แพร่ขยายบนอาหารได้ เพราะเนื้อเยื่อของเห็ดเป็นเส้นใยที่ผ่านการผสมเส้นใยมาแล้ว การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดอาจทำได้ 2 กรณี คือ

2.1 การเลี้ยงสปอร์ (Spore culture) ตามปกติการเพาะเลี้ยงเส้นใยจากสปอร์ไม่ค่อยนิยมใช้กันมากนัก เพราะขั้นตอนในการปฏิบัติค่อนข้างยุ่งยาก ส่วนใหญ่จะใช้ในกรณีปรับปรุงพันธุ์หรือผสมพันธุ์เพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่ เส้นใยที่ได้จากการผสมสปอร์จะให้ดอกเห็ดที่มีความแปรปรวนมาก การงอกของสปอร์จะดีมากน้อยแค่ไหนขึ้นกับอายุของสปอร์ และอุณหภูมิเป็นสำคัญ ถ้าเก็บสปอร์ไว้ในอุณหภูมิต่ำ จะช่วยเก็บรักษาสภาพและการงอกของสปอร์ได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง และสปอร์เห็ดถ้าเก็บเอาไว้มานานๆ เพอร์เซ็นต์การงอกจะลดลง

2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue culture) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการขยายเส้นใยเห็ดนางรมกันมาก เพราะวิธีการนี้ทำง่าย สะดวก รวดเร็ว และเส้นใยที่ได้เมื่อนำไปเพาะจะได้ดอกเห็ดที่มีลักษณะคล้ายพันธุ์เดิม ส่วนขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเห็ดต้องใช้เทคนิคการปลอดเชื้อ

3. การทำอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดนางรม ตามปกติอาหารที่ใช้เลี้ยงเส้นใยเห็ดนางรมจะใช้อาหารวุ้น potato dextrose agar (PDA) ที่ใช้ในการเพาะเห็ดทั่วไป

4. เทคนิคการแช่เชื้อเห็ดนางรม อาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้ออาจเป็นพวก PDA หรือ PDA ผสมยีสต์สกัด อาหารพวกนี้มีวิธีการเตรียมคล้ายกัน ขั้นตอนในการแช่เชื้อเห็ดนางรมควรปฏิบัติดังนี้

4.1 ใช้เข็มแช่ซุบแอลกอฮอล์ พร้อมกับลนไฟฆ่าเชื้อที่ปลายเข็ม แช่ไล่ขึ้นมาเรื่อยๆ จนถึงส่วนของด้ามที่จับ การลนเข็มควรลนในแนวตรง เพื่อให้เข็มแช่ถูกเปลวไฟมากที่สุด

4.2 หลังจากลนไฟฆ่าเชื้อแล้ว ควรถือเข็มให้ปลายเข็มอยู่ในอากาศนานประมาณ 15-20 วินาที และต้องระวังอย่าให้ปลายเข็มไปสัมผัสกับส่วนใดภายในตู้แช่เชื้อ

4.3 ให้ใช้มือฉีกดอกเห็ดนางรมออกเป็น 2 ส่วน พร้อมกับใช้เข็มแช่จิกชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อภายในดอก โดยเลือกเนื้อของดอกเห็ดที่อยู่ระหว่างก้านดอกเห็ดและหมวกดอก เพราะบริเวณดังกล่าว เป็นเนื้อเยื่อค่อนข้างสมบูรณ์ และใช้เข็มแช่จิกให้เนื้อเยื่อติดมาเพียงเล็กน้อย

4.4 เมื่อแช่ได้เนื้อเยื่อดอกเห็ดแล้ว ให้วางดอกเห็ดลง พร้อมกับใช้มือหยิบขวดอาหารวุ้น และใช้นิ้วก้อยและอุ้งมือที่ถือเข็มแช่จิกจุกสำล่ออกพร้อมกับถือเอาไว้ ห้ามกำจุกสำลีโดยเด็ดขาด จากนั้นจึงทำการลนปากขวดอาหารวุ้นเพื่อฆ่าเชื้อ และสอดเข็มแช่ที่มีเนื้อเยื่อติดอยู่เข้าไป พร้อมกับวางเนื้อเยื่อของเห็ดบนอาหารวุ้นและดึงเข็มออกจากปากขวด แล้วให้ลนไฟฆ่าเชื้ออีกครั้งหนึ่งก่อนปิดจุกขวดอาหารวุ้น

4.5 หลังจากแช่เนื้อเยื่อเรียบร้อยแล้วให้เก็บรักษาขวดอาหารวุ้นในที่มืดและมีอุณหภูมิสูง ซึ่งจะช่วยให้เส้นใยของเห็ดเดินเต็มอาหารวุ้นเร็วขึ้น เส้นใยของเห็ดจะเดินเต็มอาหารวุ้นภายใน 10-15 วัน เมื่อเส้นใยเดินเต็มผิวอาหารวุ้นแล้ว ให้นำไปขยายลงในเมล็ดธัญพืชต่อไป หรือจะทำการถ่ายเชื้อเห็ดจากอาหารวุ้น ขยายลงบนขวดอาหารวุ้นหลายๆ ขวดก็ได้ ดังภาพประกอบที่ 4

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
Rajabhat Udon Thani University

ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการเขียนเนื้อเยื่อให้คนางรมเลี้ยงบนอาหารวัน

การขยายเชื้อเห็ดนางรมบนเมล็ดธัญพืช

ในการเพาะเห็ดนางรม การเพาะส่วนใหญ่นิยมขยายเส้นใยเห็ดลงบนเมล็ดธัญพืช ก่อนที่จะนำไปเพาะลงถุงเชื้อ ทั้งนี้เนื่องจากถ้าใช้เส้นใยจากอาหารวุ้นโดยตรง จะทำให้สิ้นเปลืองและโอกาสที่จะเกิดเชื้อปลอมปนได้ง่าย นอกจากนี้ยังไม่สะดวกในการเก็บเชื้อลงถุงเชื้อ จึงนิยมขยายเชื้อลงบนเมล็ดธัญพืชก่อน และยังสามารถจำหน่ายในรูปของการค้าได้ ในราคาขวดละ 6-8 บาท เมล็ดธัญพืชที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ก็คือ เมล็ดข้าวฟ่าง เพราะหาง่าย ราคาถูก แต่ถ้าบางพื้นที่หายากก็อาจใช้เมล็ดข้าวเปลือกแทนก็ได้ การขยายเชื้อเห็ดนางรมบนเมล็ดธัญพืชมีวิธีการดังนี้

1. นำเมล็ดธัญพืชหรือข้าวฟ่างมาคัดเอาสิ่งเจือปนออก แล้วแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน
2. นำเมล็ดข้าวฟ่างมาต้มหรือนึ่งจนสุก แต่อย่าให้เมล็ดบานเพราะจะทำให้เมล็ดขึ้นมากเกินไป และเส้นใยจะจับกันแน่นไม่สะดวกในการเก็บเชื้อจากเมล็ดธัญพืชลงถุงเชื้อ
3. เมื่อเมล็ดข้าวฟ่างสุกดีแล้ว จึงนำมาผึ่งให้แห้งพอหมาดๆ แล้วจึงบรรจุในขวดแบน โดยให้ใส่เมล็ดข้าวฟ่างลงไปประมาณครึ่งขวดพร้อมกับจุกด้วยสำลีแล้วหุ้มด้วยกระดาษ
4. นำเมล็ดข้าวฟ่างๆ ไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นานประมาณ 20-30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ดข้าวฟ่าง
5. เมื่อเมล็ดข้าวฟ่างเย็นตัวลง ให้ทำการเขย่าขวดเมล็ดข้าวฟ่าง เพื่อให้ความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างภายในขวดกระจายสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้เส้นใยเห็ดเดินเร็วขึ้น ในการเขย่าขวดเมล็ดข้าวฟ่างต้องระวังอย่าให้เมล็ดข้าวฟ่างมาโดนจุกสำลี เพราะจะทำให้มีโอกาสดังกล่าวเกิดเชื้อปลอมปนได้ง่าย
6. หลังจากนั้นจึงทำการเก็บเชื้อเส้นใยเห็ดบนอาหารวุ้นใส่ลงไปโดยใช้เทคนิคการปลอดเชื้อ และควรปฏิบัติภายในตู้เชื้อเชื้อ เส้นใยของเห็ดนางรมจะเจริญเต็มเมล็ดข้าวฟ่างภายใน 2-3 สัปดาห์ ซึ่งพร้อมที่จะนำไปเชื้อลงถุงเชื้อต่อไป

การเพาะหัวเชื้อลงวัสดุหมัก

การหมักวัสดุที่จะใช้เพาะเห็ดนางรม จะแบ่งการหมักเป็น 2 วิธี คือ (วิฑูรย์ พลาวุฑฒ์. 2527 : 109)

1. การหมักวัสดุที่ย่อยง่ายสลายเร็ว วัสดุเหล่านี้คือ ฟางข้าว ผักตบชวา ต้นกล้วย ใบไม้ และวัสดุหลังจากเพาะเห็ดอย่างอื่นแล้ว

วัสดุที่ย่อยง่ายสลายเร็วนี้มักมีธาตุอาหารของเห็ดอยู่สูงมาก แต่อาหารบางอย่างเห็ดก็เอาไปใช้ได้ยาก หากจะทำการหมักเสียก่อนก็จะให้ผลดียิ่งขึ้น วิธีการหมักนั้นจะต้องนำวัสดุที่จะหมักมาสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ความยาวประมาณ 5-6 ซม. ก่อนที่จะหมักควรเติมปุ๋ยในโตรเจนในรูปของปุ๋ย

แอมโมเนียมซัลเฟต หรือปุ๋ยยูเรียประมาณร้อยละ 0.5-1.0 หรืออาจเติมมูลสัตว์ เช่น มูลม้า มูลวัว มูลควาย อย่างใดอย่างหนึ่งประมาณร้อยละ 10 หรือมูลเป็ด มูลไก่ ร้อยละ 5 แทนปุ๋ยไนโตรเจนก็ได้ นอกจากนั้นจะต้องเติมปูนขาวร้อยละ 1-2 (หน่วยน้ำหนักของอัตราส่วนต่างๆ ของวัสดุที่จะหมักนี้คิดเป็นหน่วยน้ำหนักต่อวัสดุแห้ง) การเติมปูนขาวนี้จะทำให้ลักษณะของปุ๋ยดีขึ้น ทั้งยังเป็นการทำลายสารพิษต่างๆ ที่มีต่อเห็ดและยังช่วยรักษาเซลล์ลูโลสไว้เป็นพลังงานต่อการเจริญเติบโตของเห็ดด้วย เมื่อทำการผสมวัสดุหมักและปุ๋ยต่างๆ แล้ว ก็รดน้ำให้เปียกชุ่มพอสมควร ทำเป็นกองรูปสามเหลี่ยมสูงไม่เกิน 1 เมตร จะทำการหมักในที่ร่ม หรือกลางแจ้งก็ได้แต่ถ้าลมโกรกมากควรคลุมถุงหมักด้วยผ้าพลาสติกเพื่อเก็บความร้อนและความชื้นได้ หลังจากกองเป็นรูปแล้วควรถบกองให้แน่นหมักทิ้งไว้ 2 วัน จึงทำการกลับกองปุ๋ยหมัก โดยกลับเอาส่วนที่อยู่ข้างในออกข้างนอกและเอาส่วนนอกเข้าข้างในหมักต่ออีก 1-2 วัน ก็ทำการกลับกองอีกครั้งหนึ่ง ขณะที่กลับกองปุ๋ยอยู่นั้นให้เติมปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟตร้อยละ 1 และปูนขาวร้อยละ 0.5 จากนั้นก็หมักต่ออีกประมาณ 1-2 วัน ก็สามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งการหมักปุ๋ยนี้จะใช้เวลาในการหมักประมาณ 4-6 วัน ก็นำไปใช้ได้

2. การหมักวัสดุที่ย่อยสลายด้วยยาก วัสดุเหล่านี้คือ จี๋เลื้อย ขุยมะพร้าว ชังข้าวโพด ต้นอ้อย ต้นข้าวโพด

การหมักวัสดุที่สลายตัวช้านี้ เพื่อเป็นการทำลายสารบางอย่างที่อาจจะทำให้เส้นใยเห็ดนางรมเจริญช้า และเป็นการให้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติช่วยย่อยอาหารของเห็ดให้มีขนาดเล็กลงสะดวกในการที่เห็ดจะนำไปใช้ และเนื่องจากวัสดุดังกล่าวนี้มีไนโตรเจนอยู่น้อยมาก ดังนั้นถ้าหากทำการหมักเสียก่อน ก็จะทำให้มีโอกาสดังกล่าวนี้เกิดการปนเปื้อนต่ำมาก ทั้งยังเป็นการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นอีกด้วย วิธีการหมักนั้นจะต้องนำวัสดุที่จะหมักมาทุบหรือบดให้ละเอียดเสียก่อน จากนั้นให้เติมปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต หรือปุ๋ยยูเรียก็ได้ประมาณร้อยละ 0.5-1.0 ของน้ำหนักวัสดุแห้ง และเติมปูนขาวประมาณร้อยละ 1.0-1.5 ของน้ำหนักวัสดุแห้ง จะหมักทิ้งไว้ในที่ร่มหรือกลางแจ้งก็ได้ โดยทำเป็นกองสูงไม่เกิน 1.5 เมตร การหมักนี้จะทำการกลับกองทุกๆ 3-5 วัน ซึ่งจะทำได้ติดต่อกันไปเรื่อยๆ รวมการกลับกองหมักประมาณ 3-4 วัน วัสดุเหล่านี้ก็จะสลายตัว ไม่มีกลิ่น มีสีค่อนข้างคล้ำ อ่อนนุ่ม ซึ่งเป็นลักษณะที่นำไปใช้ได้ แต่ถ้าหากยังไม่ต้องการใช้ ควรฝังไว้ให้แห้งเสียก่อนที่จะเก็บไว้

วัสดุที่สลายตัวยากบางอย่าง เช่น ชังข้าวโพดบด ต้นข้าวโพดหรือข้าวฟ่างบด จี๋เลื้อยไม้เนื้ออ่อน เช่น จี๋เลื้อยไม้มะม่วง ไม้จั่ว ไม้หนูนุ่น ไม้ก้ามปู ไม้ยางพารา อาจไม่ต้องหมักก็ได้ เพียงแต่เติมไปผสมเลย

การเพาะเห็ดนางรมในปุ๋ยหมักหรือจี๋เลื้อย

เมื่อเส้นใยเห็ดนางรมเจริญเต็มเมล็ดข้าวฟ่าง ขึ้นต่อไปเป็นการทำให้เห็ดนางรมออกดอก ซึ่งอาจขยายเชื้อลงในถุงพลาสติกที่บรรจุปุ๋ยหมักหรืออาจขยายเส้นใยเห็ดลงในท่อนไม้ก็ได้ เพื่อให้เห็ดนางรมใช้อาหารจากวัสดุดังกล่าว สำหรับการเจริญและการพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดต่อไป

1. สูตรอาหารที่ใช้เพาะเห็ดนางรม สูตรอาหารที่ใช้เพาะเห็ดนางรมที่นิยมใช้กันมีหลายสูตร คือ (ปัญญา โพธิ์สุตริรัตน์. 2532 : 255)

สูตรที่ 1 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	100 ก.ก.
รำละเอียด	5 ก.ก.
น้ำสะอาด	65-70 ก.ก.

สูตรที่ 2 สูตรนี้เป็นการเพิ่มอาหารเสริมให้แก่เห็ดนางรม เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ประกอบด้วยสารต่างๆ ดังนี้

ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	100 ก.ก.
รำละเอียด	3-5 ก.ก.
แป้งข้าวเจ้าหรือน้ำตาลทราย	3-5 ก.ก.
ปูนขาว	0.5-1 ก.ก.
ดิลกลี	0.5 ก.ก.
น้ำ	65-70 ก.ก.

สูตรที่ 3 ประกอบด้วยสารต่างๆ ดังนี้

ขี้เลื่อยแห้งสนิท	100 ส่วนโดยปริมาตร
รำละเอียด	8 ส่วนโดยปริมาตร
แป้งข้าวเจ้าหรือน้ำตาลทราย	2-3 ส่วนโดยปริมาตร
กากถั่ว	2 ส่วนโดยปริมาตร
หินปูน	2-3 ส่วนโดยปริมาตร
ความชื้น	70-75 %

2. ขั้นตอนการเตรียมอาหารเพาะเห็ดนางรม ไม่ว่าผู้เพาะจะใช้วัสดุอะไรก็ตาม ขั้นตอนการเตรียมวัสดุดังกล่าวควรปฏิบัติดังนี้ (ปัญญา โพธิ์สุตริรัตน์. 2532 : 257)

2.1 ถ้าใช้ฟางข้าว ผู้เพาะต้องนำฟางข้าวมาสับเป็นท่อนๆ ให้ยาวประมาณ 2-3 นิ้ว พร้อมกับหมักฟางไว้ประมาณ 5-7 วัน แต่ถ้าใช้ขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อนหรือไม้ยางพาราให้ทิ้งไว้ประมาณ 1-2 วัน

2.2 วิธีการผสม ให้นำวัสดุที่ใช้ในปริมาณมาก เช่น จีเลียว ฟางข้าว ฯลฯ กองบนพื้นปูนซีเมนต์ พร้อมกับใส่อาหารเสริมลงไปบนกองวัสดุที่ใช้เพาะ โดยใส่แบบกระจายให้ทั่ว จากนั้นจึงใช้พลั่วคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันดีเสียก่อนเพื่อให้อาหารเสริมกระจายในส่วนผสมอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้เส้นใยของเห็ดนางรมเจริญกระจายภายในถุงก้อนเชื้ออย่างทั่วถึงและรวดเร็ว

2.3 ให้เติมน้ำลงไปในวัสดุที่ใช้เพาะพร้อมกับคลุกส่วนผสมให้ความชื้นของส่วนผสมกระจายสม่ำเสมอ จากนั้นจึงทดสอบความชื้นของส่วนผสม โดยนำชิ้นมากำแล้วบีบ ถ้าพบว่ามีน้ำออกตามง่ามมือ แสดงว่ามีความชื้นมากเกินไป แต่ถ้าในขณะที่บีบไม่มีน้ำออกตามง่ามมือและเมื่อแบมือออกส่วนผสมแตกเป็นชิ้นๆ แสดงว่าส่วนผสมแห้งจนเกินไป ลักษณะความชื้นที่เหมาะสมคือในขณะที่ใช้มือกำและบีบส่วนผสม พบว่าไม่มีน้ำไหลออกตามง่ามมือ และเมื่อแบมือออก ส่วนผสมยังจับกันเป็นก้อน

2.4 เมื่อความชื้นของส่วนผสมวัสดุที่เพาะเหมาะสมแล้ว ให้นำวัสดุดังกล่าวบรรจุถุงพลาสติกให้หนักประมาณ 8 จีด พร้อมกับสวมคอขวดใช้ยางรัดแล้วจุกด้วยสำลี หุ้มด้วยกระดาษแล้วใช้ยางรัด จากนั้นจึงนำไปนั่งด้วยหมอนึ่งประมาณ 3-4 ชั่วโมง นับจากน้ำเดือด

2.5 เมื่อนึ่งถุงพลาสติกที่บรรจุวัสดุเพาะแล้ว ให้ตั้งทิ้งไว้จนเย็น จึงนำเชื้อเห็ดที่เลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่างลงไป พร้อมกับเขย่าให้เมล็ดข้าวฟ่างกระจาย จากนั้นจึงนำไปบ่มเชื้อในที่มืด และอุณหภูมิสูง เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเส้นใย เส้นใยเห็ดจะเดินเต็มก้อนวัสดุเพาะภายใน 2-3 สัปดาห์ เมื่อเส้นใยเห็ดเดินเต็มดีแล้ว ให้พักก้อนเชื้อระยะหนึ่ง เพื่อให้เส้นใยสะสมอาหาร และพร้อมที่เจริญเติบโตไปเป็นดอกเห็ดต่อไป

2.6 ถ้าผู้เพาะต้องการจะเพิ่มผลผลิตของก้อนเชื้อเห็ด ควรนำก้อนเชื้อเห็ดมาเก็บไว้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิค่าประมาณ 17-20°C ประมาณ 10-15 วัน เพื่อชะงักการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะทำลายเห็ด จากนั้นจึงนำก้อนเชื้อไปเปิดให้เกิดดอกภายในโรงเรือนเพาะเห็ด วิธีการนี้ นอกจากจะช่วยลดศัตรูเห็ดที่จะคอยทำลายดอกเห็ดแล้ว ยังเป็นการกระตุ้นให้เห็ดนางรมเจริญเติบโตดี ทำให้ผลผลิตของเห็ดเพิ่มสูงขึ้น จึงถือได้ว่าวิธีการนี้เป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับเห็ดนางรมอีกวิธีหนึ่ง

โรงเรือนที่ใช้ในการเพาะเห็ดนางรม

จากการที่สภาพความชื้นของอากาศ อุณหภูมิ และแสงสว่างภายนอกไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม การเพาะเห็ดจึงจำเป็นต้องเปิดถุง และทำให้เห็ดออกดอกภายในโรงเรือนเพาะเห็ด ลักษณะทั่วไปของโรงเรือนเพาะเห็ดนางรมภายในโรงเรือนบุด้วยพลาสติก ส่วนภายนอกและหลังคาคลุมด้วยจาก จำนวนเชื้อที่ใช้ในการวางก้อนเชื้อจำนวน 5 ชั้น บริเวณที่ใช้ปลูกสร้างโรงเรือนควรมีร่มเงาไม้ เพื่อช่วยเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือนให้มากขึ้น

การรักษาความชื้นภายในโรงเรือนนับว่ามีความสำคัญมาก เพราะเห็ดตามธรรมชาติมีความต้องการสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นค่อนข้างสูง โรงเรือนที่ใช้เพาะเห็ดมีความชื้นน้อยควรใช้ที่ฉีดพ่นฝอยแบบที่ใช้ฉีดยาฆ่าแมลงก็ได้ฉีดพ่น ส่วนจำนวนครั้งจะมากน้อยแค่ไหนขึ้นกับสภาพความชื้นภายในโรงเรือนเพาะเห็ด โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบดัมเปียก – ดัมแห้งวัด และควรรักษาความชื้นภายในโรงเรือนให้อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่า 80% (ปัญญา โพธิ์จูศิริรัตน์. 2532 : 264)

ปัญหาในการเพาะเห็ดนางรม

ในการเพาะเห็ดนางรมเกษตรกรหรือผู้เพาะมักประสบปัญหาลำบากกับการเพาะเห็ดชนิดอื่นๆ เกษตรกรจึงจำเป็นต้องศึกษาปัญหาดังกล่าว ตลอดจนสาเหตุและวิธีแก้ปัญหาก็ถูกต้อง ปัญหาที่พบทั่วไปพอจำแนกออกได้ดังนี้ (ปัญญา โพธิ์จูศิริรัตน์. 2532 : 266)

1. เส้นใยไม่เดินลงถุงก้อนเชื้อเห็ด หลังจากที่ย้ายหัวเชื้อบนเมล็ดข้าวฟ่างลงในก้อนเชื้อแล้ว เส้นใยเห็ดไม่เดินซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ คือ

1.1 หัวเชื้อเห็ดเป็นเชื้ออ่อน หรือเส้นใยที่นำมาทำหัวเชื้อเห็ด ผ่านการต่อเชื้อมาหลายครั้งทำให้เส้นใยอ่อนแอ ดังนั้นจึงควรเลือกหัวเชื้อที่ได้จากพันธุ์ดี ให้ผลผลิตสูง และไม่ควรมีการต่อเชื้อบ่อยนัก

1.2 หัวเชื้อเห็ดมีเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ ปดอมปน และเจริญแข่งกับเส้นใยเห็ด ดังนั้นในการเลี้ยงเชื้อต้องคอยตรวจสอบว่ามีเชื้ออื่นปดอมปนหรือไม่ โดยให้สังเกตตั้งแต่เลี้ยงบนอาหารวุ้นจะต้องมีแต่เส้นใยเห็ดแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น และหลังจากขยายเชื้อลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง จะต้องไม่มีเชื้อจุลินทรีย์อื่นปดอมปน

1.3 วัสดุที่ใช้เพาะ เช่น ฟางข้าวหรือขี้เลื่อยมีสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อเห็ด โดยเฉพาะยาฆ่าเชื้อรา ผู้เพาะควรเลือกวัสดุเพาะที่ปราศจากสารเคมีดังกล่าว

1.4 สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในวัสดุเพาะไม่เหมาะสมผู้เพาะควรปรับสภาพ pH ให้อยู่ระหว่าง 6.5-6.8 ซึ่งจะช่วยให้เส้นใยของเห็ดนางรมเจริญได้ดี

1.5 สภาพของวัสดุที่ใช้เพาะ หรือขี้เลื่อยที่ใช้ในการเพาะ มีความชื้นมากเกินไปทำให้เส้นใยเห็ดชะงักการเจริญเติบโต เมื่อเชื้อแบคทีเรียและเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ เจริญเติบโตเต็มก้อนเชื้อ จะทำให้เชื้อเห็ดชะงักหรือไม่สามารถเจริญเติบโตลงในก้อนวัสดุที่ใช้เพาะได้

2. เส้นใยเห็ดเดินบางมาก ในบางกรณีหลังจากย้ายเชื้อเห็ดลงในถุงก้อนเชื้อแล้ว เส้นใยเห็ดจะเดินแต่ลักษณะการเดินของเส้นใยบางมาก และเมื่อนำไปเพาะจะไม่ค่อยเกิดดอก หรือให้ผลผลิตน้อย สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดจาก

2.1 ลูกก่อนเชื้อใช้วัสดุที่สลายตัวเกือบหมดแล้ว ทำให้อาหารเหลืออยู่น้อยไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย หรือวัสดุที่ใช้เพาะใส่อาหารเสริมน้อยเกินไป ดังนั้นการเพิ่มอาหารเสริมลงในวัสดุที่ใช้เพาะ จึงมีความจำเป็นมากในการเพิ่มผลผลิตของดอกเห็ด

2.2 การนั่งฆ่าเชื้อวัสดุเพาะที่บรรจุในถุงพลาสติกไม่ดีพอ จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ แข่งกับเห็ดได้ เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดอาจจะสร้างสารบางอย่างตกค้างไว้ และสารดังกล่าวมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด ดังนั้นการนั่งก้อนเชื้อควรใช้เวลาให้นานอย่างน้อย 3-4 ชั่วโมงนับจากน้ำเดือด

3. เส้นใยเห็ดเดินแล้วหยุด ในบางกรณีหลังจากเชื้อเชื้อลงก้อนปุ๋ยหมักแล้ว พบว่า เส้นใยของเห็ดจะเดินได้ระยะหนึ่งก็หยุดไม่เจริญต่อไป สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดจาก

3.1 ลูกก่อนเชื้อมีความชื้นมากเกินไป สภาพดังกล่าวไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของเห็ด แต่เหมาะต่อการเจริญของแบคทีเรีย ถ้าความชื้นมากเกินไปจะสังเกตเห็นน้ำไหลเยิ้มมารวมกันที่ก้นถุง สภาพแบบนี้เชื้อแบคทีเรียจะเจริญดีมาก ทำให้ก้อนเชื้อมีกลิ่นเหม็นเน่าได้ ดังนั้นในการผสมน้ำลงในวัสดุที่ใช้เพาะต้องระวังอย่าให้น้ำมากเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเชื้อแบคทีเรียเจริญในลูกก่อนเชื้อแล้ว เชื้อเห็ดจะไม่สามารถเจริญลงไปในลูกก่อนเชื้อได้

3.2 เชื้อเห็ดอ่อนแอ ในบางกรณีถ้าสภาพแวดล้อมภายในถุงเห็ดไม่เหมาะสมและเชื้อที่ใส่ลงไปถุงอ่อนแอ ก็จะทำให้เส้นใยหยุดชะงักการเจริญเติบโตได้ ดังนั้นนอกจากจะปรับสภาพภายในถุงให้เหมาะสมแล้ว เชื้อเห็ดที่ใช้ต้องเป็นเชื้อที่แข็งแรง

4. เห็ดออกดอกช้าหลังจากเปิดถุงแล้ว เมื่อมีการเปิดถุงเห็ดแล้ว เห็ดควรเจริญเติบโตมาเป็นดอกได้เลยหรือบางครั้งยังไม่ทันเปิดปากถุงดอกเห็ดก็ดันปากถุงเจริญมาเป็นดอกเอง แต่ถ้าเปิดปากถุงแล้วดอกเห็ดไม่ค่อยเจริญอาจเกิดจากหลายสาเหตุคือ

4.1 เกิดจากการเปิดปากถุง ในขณะที่เส้นใยยังไม่ได้มีการสะสมอาหาร หรือในขณะที่เส้นใยเดินเต็มถุงใหม่ๆ ก็เปิดปากถุงเลย ทำให้เส้นใยพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดช้า ดังนั้นเมื่อเส้นใยเดินเต็มถุงแล้ว ควรปล่อยให้เส้นใยรัดตัวประมาณ 8-10 วัน โดยสังเกตจากการเจริญของเส้นใยต้องเดินสานกันแน่น และมีการสะสมอาหารก่อนที่จะพัฒนาไปเป็นดอก

4.2 การถ่ายเทหรือการระบายอากาศภายในโรงเรือนไม่ดี ทำให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในโรงเรือนสูง ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาเส้นใยไปเป็นดอกเห็ด

4.3 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในโรงเรือน ถ้าอุณหภูมิภายในโรงเรือนสูงหรือต่ำเกินไป และความชื้นไม่เพียงพอก็จะทำให้การพัฒนาของเส้นใยไปเป็นดอกเห็ดช้า ดังนั้นการปรับสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญมากต่อการพัฒนาของเส้นใยไปเป็นดอกเห็ด

5. ดอกเห็ดไม่พัฒนาเจริญไปเป็นดอก หลังจากเส้นใยเห็ดเจริญเต็มถุงแล้วพบว่า เส้นใยของเห็ดไม่พัฒนาไปเป็นดอกทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำ ในการเพาะเห็ดบางครั้งจะพบว่ามีดอกเห็ดเจริญ

บนก้อนเชื้อเล็กๆ เต็มไปหมด ดอกเห็ดเหล่านี้มีขนาดเล็กและไม่เจริญต่อไป แต่ดอกเห็ดจะแห้งและเหี่ยวตายในที่สุด สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดจาก

5.1 หัวเชื้อเห็ดที่ใช้อ่อนแอ จึงทำให้เส้นใยไม่พัฒนาไปเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ การเลือกหัวเชื้อที่ใช้จึงมีความสำคัญมาก จะต้องเลือกหัวเชื้อที่ดีและแข็งแรงเท่านั้น

5.2 การเปิดปากถุงก้อนเชื้อกว้างเกินไป ทำให้เส้นใยเจริญไปเป็นดอกเห็ดจำนวนมาก และอาหารภายในก้อนเชื้อไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาดอกให้ใหญ่ขึ้น จึงทำให้ดอกที่ออกมาแคระแกร็น และแห้ง การเปิดปากถุงไม่ควรเปิดกว้างมากนัก

5.3 ความชื้นภายในโรงเรือนไม่เพียงพอ ทำให้ดอกที่กำลังเจริญเติบโตแห้งได้ ดังนั้นผู้เพาะต้องคอยหมั่นตรวจเช็คความชื้นภายในโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอ ถ้าความชื้นน้อย ให้ฉีดพ่นน้ำให้ความชื้นภายในโรงเรือน ให้สูงมากขึ้น

5.4 รดน้ำมากเกินไป และรดไม่ถูกวิธี ทำให้น้ำขังอยู่ภายในถุงเห็ด ทำให้เห็ดภายในถุงเน่าเสียหาย การให้น้ำภายในโรงเรือนเห็ด ควรใช้วิธีการฉีดพ่นให้ความชื้นแก่ก้อนเชื้อเห็ด โดยฉีดพ่นฟุ้งกระจายในอากาศ ไม่ให้ถูกกระทบบก้อนเชื้อโดยตรง

5.5 เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายก้อนเชื้อเห็ดหลังจากเปิดถุง เนื่องจากภายในโรงเรือนสกปรก ทำให้เชื้อจุลินทรีย์และเชื้อโรคแพร่ระบาดมาก ดังนั้นการทำความสะอาดภายในโรงเรือนนับว่ามีความสำคัญมาก

5.6 อาจมีแมลงเข้าไปกัดทำลายก้อนเชื้อเห็ด ทั้งนี้เนื่องจากโรงเรือนสกปรกจึงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงศัตรูเห็ด นอกจากนี้ก้อนเชื้อเห็ดหลังเก็บผลผลิตจนเห็ดไม่เจริญแล้ว เกษตรกรมักทิ้งไว้ตามข้างโรงเรือนจึงเป็นแหล่งอาศัยและแพร่เชื้อโรค ตลอดจนแมลงศัตรูเห็ดได้เป็นอย่างดี ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นต้องจัดโรงเรือนให้สะอาด และขูดฟางก้อนเชื้อที่เก็บผลผลิตแล้ว ซึ่งจะช่วยลดการแพร่ระบาดของศัตรูเห็ดได้อย่างมาก

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะ

โดยทั่วไปแล้ววัตถุดิบเกือบทุกชนิดที่นำมาใช้ในการเพาะเห็ดจะมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนติดมาด้วย ดังนั้นก่อนการเพาะเห็ดจึงต้องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่อยู่ในวัสดุเพาะด้วยวิธีการนึ่งด้วยความร้อนก่อนการเพาะเห็ด ในกรณีที่นึ่งฆ่าเชื้อไม่ดีพอ ก็จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญขึ้นมาแข่งกับเส้นใยของเห็ด ทำให้เส้นใยเห็ดไม่เจริญเติบโต ซึ่งชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้ก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อน ได้แก่ (Shroommery Comprehensive Mushroom (Shroom) Information. 1997 : Web site)

1. แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. มักพบการปนเปื้อนในเมล็ดข้าวฟ่างที่ใช้เป็นหัวเชื้อเห็ดทำให้เส้นใยเห็ดไม่เดิน ลักษณะของเมล็ดข้าวฟ่างที่ติดเชื้อแบคทีเรียกลุ่มนี้ จะมีลักษณะเป็นรอยดำ

เหมือนเปียกน้ำ มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ดังภาพประกอบที่ 5 เนื่องจากสปอร์ของแบคทีเรียชนิดนี้ดำรงชีวิตอยู่ได้ในอุณหภูมิสูง จึงมีโอกาสทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย



ภาพประกอบ 5 ลักษณะของเมล็ดข้าวฟ่างที่ปนเปื้อนเชื้อ *Bacillus* sp.

2. แบคทีเรียกลุ่ม *Pseudomonas* sp. เช่น *P. tolaasii* และ *P. fluorescens* จะมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ สีเหลืองอยู่บนดอกเห็ด (Carpophores) เมื่อโคนน้ำจะมีลักษณะเป็นเมือก เหนียวและลื่นเมื่อสัมผัส ดังภาพประกอบที่ 6 (Shroomery Comprehensive Mushroom (Shroom) Information, 1997 : Web site) สามารถแพร่กระจายไปยังก้อนเชื้อเห็ดอื่นๆ ได้ง่ายโดยจะไหลไปตามน้ำที่ใช้ในการรด ในป้องกันและกำจัดสามารถทำได้โดยควบคุมความชื้นในโรงเพาะไม่ให้มีมากเกินไป เมื่อมีการกระจายการติดเชื้อไปยังก้อนเห็ดก้อนอื่นให้รดน้ำที่ผสมสารละลายคลอรีน



ภาพประกอบ 6 ลักษณะของดอกเห็ดที่มีการติดเชื้อ *Pseudomonas* sp.

3. ราเขียว (Green Mold) เช่นเชื้อ *Trichoderma harzianum*, *T. viride* และ *T. koningii* เชื้อรากลุ่มนี้จะดำรงชีวิตอยู่ในวัสดุเพาะโดยการเจริญของเส้นใย ลักษณะของเส้นใยจะมีสีขาว สปอร์จะมีสีเขียว ดังภาพประกอบที่ 7 (Shroomery Comprehensive Mushroom (Shroom) Information, 1997 : Web site) โดยทั่วไปแล้วจะพบราชนิดนี้ได้在地 กระจาย ไม้แปรรูป สิ่งทอ ฟางข้าว เป็นต้น เมื่อเชื้อราชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ในวัสดุเพาะเห็ดจะสร้างสารพิษ (Toxin) ทำลายผนังเซลล์ของเห็ด ทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถเจริญต่อไปได้



ภาพประกอบ 7 ลักษณะของเชื้อราเขียว *Trichoderma* sp.

4. ราสีชมพู (Pink Mold) เช่น เชื้อ *Neurospora sitophila* จะมีเส้นใยเป็นสีชมพู ดังภาพประกอบที่ 8 (Shroomery Comprehensive Mushroom (Shroom) Information, 1997 : Web site) เชื้อราชนิดนี้มีการเจริญอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปแล้วจะเจริญอยู่ในดิน มูลสัตว์ และซากพืชที่ตายแล้ว เมื่อเกิดการปนเปื้อนในก้อนเชื้อเห็ดจะทำลายได้ยาก จะต้องนำก้อนเชื้อเห็ดที่ติดเชื้อราชนิดนี้ออกจากการเพาะเห็ดแล้วทำลายโดยการเผาทิ้ง เพื่อป้องกันไม่ให้สปอร์แพร่กระจายไปติดก้อนเห็ดอื่นๆ



ภาพประกอบ 8 ลักษณะของเชื้อราสีชมพู *N. sitophila*

5. ราสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green Molds) เช่นเชื้อ *Penicillium* spp. เชื้อราชนิดนี้จะมีโคโลนีเป็นเขียวออกน้ำเงินบนผิวหน้าอาหาร คล้ายกับเชื้อ *Aspergillus* sp. ดังภาพประกอบที่ 9 (Shroomery Comprehensive Mushroom (Shroom) Information, 1997 : Web site) เมื่อเชื้อราชนิดนี้ ปนเปื้อนอยู่ในก้อนเชื้อเห็ด *Penicillium* spp. บางสายพันธุ์จะสร้างสารพิษทิ้งไว้ ทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถเจริญต่อไปได้



ภาพประกอบ 9 ลักษณะของเชื้อราสีเขียวแกมน้ำเงิน *Penicillium* spp.

6. ราดำ (Black Mold) เช่นเชื้อ *Aspergillus* sp. ราชนิดนี้ พบได้ทั่วไปในอินทรีย์วัตถุ ลักษณะของเชื้อราจะมีโคโลนีสีเหลืองอ่อน จากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม แล้วเปลี่ยนเป็นสีดำ เชื้อ *Aspergillus* sp. บางสายพันธุ์จะสร้างสารพิษ เช่น *A. flavus* ที่มีสปอร์สีเหลืองปนเขียวจะสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน (Aflatoxins) ที่มีผลทำให้เส้นใยไม่สามารถเจริญได้ ดังภาพประกอบที่ 10 (Shroomery Comprehensive Mushroom (Shroom) Information, 1997 : Web site)



ภาพประกอบ 10 ลักษณะของเชื้อรา *Aspergillus* sp.

7. ราหัวเข็ม (Pin Molds) เช่นเชื้อ *Rhizopus* spp. เป็นเชื้อราที่เจริญเติบโตได้เร็วมาก ลักษณะของเส้นใยจะยาวและมีสปอร์กลมดำเหมือนเข็มหมุด ส่วนใหญ่จะพบในวัตถุดิบที่เป็นฟางข้าว ดังภาพประกอบที่ 11 (Shroomery Comprehensive Mushroom (Shroom) Information, 1997 : Web site)



ภาพประกอบ 11 ลักษณะของเชื้อราหัวเข็ม *Rhizopus* spp.

การดูแลและป้องกันกำจัดศัตรูในโรงเรือนเพาะเห็ดนางรม

เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่มีกลิ่นหอมจึงดึงดูดศัตรูต่างๆ เข้ามาทำลายเป็นจำนวนมาก ศัตรูของเห็ดนางรมที่พบเสมอ คือ (วัลลภ พรหมทอง, 2544 : 55)

1. ไร ตัวไรจะดูดกินน้ำเลี้ยงของเส้นใย และดอกเห็ด การป้องกันโดยทำความสะอาดภายในโรงเรือน และเพื่อความชื้นให้สม่ำเสมอจะช่วยลดจำนวนไรลงได้
2. แมลงหวี่ ส่วนใหญ่จะเกิดกับเชื้อเห็ดที่มีอายุมากแล้ว ถ้าพบจะต้องรีบนำออกจากโรงเรือนเพาะเห็ดแล้วทำลาย เพื่อป้องกันไม่ให้ระบาดไปยังก้อนเชื้ออื่นๆ
3. หนู มักพบหนูทำลายก้อนเชื้อเห็ดในระยะบ่มพักเส้นใย การป้องกันกำจัดโดยใช้กับดักหรือกาวดักหนู
4. แมลงสาบ แมลงสาบจะเข้าทำลายก้อนเชื้อเห็ดทั้งในโรงบ่มและโรงเปิดดอก ป้องกันกำจัดโดยใช้กาวดัก อย่าใช้ยาฉีดเพราะจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
5. โรคจุดเหลือง พบมากในก้อนเห็ดที่มีอายุมาก ในช่วงที่มีอากาศร้อนจัด หรือก้อนที่ตกค้างในโรงเพาะ ถ้าพบต้องรีบกำจัดทิ้ง
6. ราเมือก ลักษณะของราเมือกจะเป็นสายสีเหลืองๆ มีกลิ่นคาว ป้องกันโดยทำให้โรงเรือนมีอากาศถ่ายเทได้ดี และควรเก็บก้อนเชื้อเห็ดเก่าหรือมีอายุมากแล้วออกจากโรงเรือนเพาะเห็ด

วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

1. จีเลื่อยไม้ยางพารา
จีเลื่อยไม้ยางพาราได้มาจากการตัดเนื้อไม้ยางพาราด้วยเลื่อยหรือเครื่องตัดไม้โดยอาจนำไปบดให้ละเอียดก่อนที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ มีความชื้นประมาณ 49% โดยปกติแล้ว จีเลื่อยยางพาราจะประกอบด้วยเซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) นิยมนำจีเลื่อยมาใช้ในการเพาะเห็ดชนิดต่างๆ ซึ่งเห็ดนางรมจะใช้เวลาในการย่อยสลายสารประกอบเหล่านี้ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของเส้นใยและการผลิตดอกเห็ด
2. ฟางข้าว
ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้จากการปลูกข้าว มีมากหลังฤดูเก็บเกี่ยวข้าว เป็นแหล่งอาหารหายาสำหรับโค-กระบือในช่วงแล้ง มีคุณค่าทางอาหารต่ำ มีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้คือ วัตถุแห้ง 90.0%

โปรตีนรวม 2.76% เยื่อใย 38.13% เถ้า 14.54% ไขมัน 2.0% คาร์โบไฮเดรต 32.27% โภชนะย่อยได้ทั้งหมด 40.2% โปรตีนย่อยได้ 0% การย่อยได้ของวัตถุแห้ง 50.0%

3. กากอ้อย

กากอ้อยเป็นกากที่เหลือจากการบีบน้ำอ้อยแล้วผ่านการบดย่อยจากโรงงานน้ำตาล ปกติแล้วกากอ้อยมีความชื้นประมาณ 46-52% เมื่อนำมาตากแห้งความชื้นจะลดลง มีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้คือ วัตถุแห้ง 95.30 % เยื่อใย 37.4 % โปรตีน 2.7% ของแข็งที่ละลายน้ำได้ (ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาล) 2-6% กรดอะมิโนได้แก่ aspartic acid 13.25 mg% theonine 5.58 mg% methionine 7.84 mg% valine 3.33 mg% leucine 5.75 mg% tyrosine 1.51 mg% alanine 3.56 mg% ของโปรตีนทั้งหมด และยังมีสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของเนื้องอก (Antitumor substances, 0.1%) อาจเป็นสารพวก Polysaccharide ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม (hexose) และน้ำตาลที่มีคาร์บอน 5 อะตอม (pentose)

4. กากข้าวโพด

กากข้าวโพดเป็นต้นข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวแล้วนำมาบดให้ละเอียด โดยต้นข้าวโพดแห้งจะมีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้คือ วัตถุแห้ง (dry matter) 25.3%, โปรตีน (crude protein) 8.8 – 9.7%, เยื่อใยหยาบ (crude fiber) 26.8%, ไขมัน (ether extract) 0.9%, เถ้า (Ash) 7.5-8.5%, Nitrogen free extract 55.0%, ADF 37.2-37.4%, NDF 61.7-63.6%, ลิกนิน 3.8-4.3%, แคลเซียม 0.4% และฟอสฟอรัส 0.2%

จุลินทรีย์อีเอ็ม (Effective Microorganisms : EM)

จุลินทรีย์ EM หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective Microorganisms) สามารถแปรสภาพวัสดุเหลือใช้ประเภทอินทรียสารได้ ซึ่งเทคนิคนี้เป็นการนำเอากลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ไปใช้ในการปรับปรุงสถานะของดินให้ดีขึ้น ช่วยในการลดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และยังช่วยให้พืชใช้น้ำหรือสารอินทรีย์ในดินได้ง่ายกว่าเดิม



ด้านหน้า

ด้านหลัง

ภาพประกอบ 12 จุลินทรีย์ EM ที่ขายตามท้องตลาด

1. ต้นกำเนิดของจุลินทรีย์ EM

ดร. เทรูโอะ ฮิงะ ได้ค้นพบจุลินทรีย์ EM โดยบังเอิญ จากการนำจุลินทรีย์ผสมไปทิ้งโดยขาดลงในสนามหญ้าแล้วทำให้หญ้าบริเวณนั้นเจริญงอกงามขึ้น จากนั้นจึงได้ศึกษาจุลินทรีย์กลุ่มนี้จนเกิดเป็น เทคโนโลยีจุลินทรีย์ EM ขึ้นมา โดยมีการรวบรวมเอาจุลินทรีย์กว่า 2,000 ชนิดในญี่ปุ่นมาทำการทดสอบและคัดเลือกจนเหลือเพียง 80 ชนิดที่ใช้ได้ จากนั้นได้จัดตั้งเทคโนโลยีของจุลินทรีย์ EM ขึ้นในปี ค.ศ.1979 ที่มหาวิทยาลัยวักิว โอกินาวา ประเทศญี่ปุ่น

2. ส่วนประกอบใน EM

จุลินทรีย์ EM ประกอบไปด้วยจุลินทรีย์ประเภทที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (Mesophiles) และชอบอุณหภูมิสูง (Thermophiles) จุลินทรีย์ EM เป็นจุลินทรีย์ผสมที่ไม่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม และจุลินทรีย์หลักๆที่พบส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตกรดแลคติก (Lactic acid bacteria), กลุ่มจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์แสง (Photosynthetic bacteria) และยีสต์ (Yeast) นอกจากนี้ยังอาจพบจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ เช่น Actinomycetes และ Fermenting fungi (Lancaster, 2544) ในจำนวนนี้จะรวมทั้งแอโรบิกแบคทีเรีย (Aerobic Bacteria) เช่น แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน เช่น Azotobacter และแอนแอโรบิกแบคทีเรีย (Anaerobic Bacteria) อาศัยอยู่ร่วมกัน (เทรูโอะ ฮิงะ, 2536 : 9 - 10) ซึ่งนำไปสู่การเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์แบบพึ่งพากันอย่างกลมกลืนในสภาพธรรมชาติ กลุ่มจุลินทรีย์หลักทั้ง 3 ชนิดได้แก่ จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติก จุลินทรีย์ที่สังเคราะห์แสง และยีสต์ เจริญอยู่ในสภาวะที่เป็นกรด (pH 3.5) เป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ เมื่อนำกลุ่มจุลินทรีย์ดังกล่าวข้างต้นมาทำการศึกษาถึงความเป็นประโยชน์ในห้องปฏิบัติการผลปรากฏว่าจุลินทรีย์เหล่านี้จะไม่สร้างสารที่ก่อให้เกิดโทษใดๆ แต่ในทางกลับกัน จุลินทรีย์กลุ่มนี้จะสร้างสารที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่างๆ เมื่อนำมาใส่ลงดิน (Teruo Higa, 2001)

จุลินทรีย์ EM จะสร้างสารแอนติออกซิแดน สารพากุยบิควิโนน (Ubiquinone) ซาโปนิน (Saponin) และโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) ที่มีโมเลกุลต่ำๆ นอกจากนั้นยังทำให้เกิด ปฏิกริยา คีเลชั่น (Chelation) ของโลหะในดิน (Seminar on the Application of Effective Microorganisms (EM) Techniques in Organic Farming, 2001) โดยสารแอนติออกซิแดนที่อยู่ในดินเกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ EM นอกจากนี้จุลินทรีย์ EM ยังมีประสิทธิภาพและความสามารถลดปริมาณสารพิษในดินโดยการไปยับยั้งปฏิกิริยา ที่ก่อให้เกิดสารพิษต่าง ๆ กล่าวคือ จุลินทรีย์ EM จะไปดึงเอาไอออนของสารตั้งต้นออกก่อนที่จะเกิดปฏิกิริยาสร้างสารพิษนั้น และสามารถเหนี่ยวนำให้จุลินทรีย์ต่างๆ ในดินสร้างเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายสารประกอบต่าง ๆ ในดิน เช่น เอนไซม์ลิกนิน-เปอร์ออกซิเดส (Lignin peroxidase) จะช่วยย่อยสารพอลิกลินินและเอนไซม์จำเพาะต่าง ๆ ที่ย่อยสลายส่วนประกอบทางชีวเคมีของพืช เป็นต้น นอกจากนี้จุลินทรีย์ EM ยังสามารถย่อยสารพอกไดออกซิน (Dioxin) ซึ่งเป็นสารตกค้างในดินจากยาฆ่าแมลงได้อีกด้วย

กลุ่มจุลินทรีย์ EM ที่เป็นจุลินทรีย์ที่สังเคราะห์แสง สามารถเปลี่ยนพลังงานคลื่นแสงที่เป็นอันตรายให้กลายเป็นคลื่นแสงที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต (Gravity wave resonance) โดยมีความถี่ของคลื่นสูงกว่ารังสีเอกซ์ (X-ray) และรังสีแกมมา (Gamma-ray) แต่มีพลังงานต่ำกว่าทำให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3. ลักษณะ คุณสมบัติและประโยชน์ของจุลินทรีย์ EM

- เป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม ดังภาพประกอบที่ 13 ถ้าจุลินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบยังมีชีวิตอยู่ จะมีกลิ่นหอม อมเปรี้ยว อมหวานถ้ามีกลิ่นเหม็นแสดงว่าจุลินทรีย์บางชนิดที่เป็นองค์ประกอบได้ตายไปบ้างแล้ว

- เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ ถ้าอยู่ในสภาพที่มีสารเคมียาปราบศัตรูพืชและปุ๋ยวิทยาศาสตร์ แต่ถ้าใช้ EM อย่างเดียวจะให้ผลดีที่สุด

- ไม่เป็นอันตรายต่อ คน สัตว์ พืช และแมลง

- ช่วยปรับสภาพความสมดุลของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

- เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถนำไปแพร่ขยายได้สะดวก

- ใช้ทำปุ๋ยหมักเพื่อใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์

- เก็บไว้ได้นานถึง 1 ปี ในที่ร่ม ที่อุณหภูมิห้อง ระวังอย่าให้ถูกแสงแดดนาน ๆ ไม่ต้องเก็บไว้ในตู้เย็นและต้องปิดภาชนะเก็บให้แน่น ถ้าใช้ให้หมดภายในระยะเวลา 3 เดือนจะมีประสิทธิภาพสูง

- ใช้ผสมน้ำรดพืชผัก และต้นไม้ ทำให้ดินอ่อนนุ่ม ร่วนซุย อุ้มน้ำและให้อากาศผ่าน ทำให้พืชเจริญงอกงามดี มีคุณภาพ รสชาติอร่อย และออกดอกผลมากมาย

- ใช้กำจัดกลิ่นเหม็นในคอกปศุสัตว์ เช่น คอกหมู เป็ด ไก่ ได้ภายใน 24 ชั่วโมง กำจัดแมลงวันและส่งเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยงทำให้สัตว์แข็งแรง

- ใช้บำบัดน้ำเสีย เช่น ใช้บำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลา บ่อเลี้ยงกุ้ง

- ใช้บำบัดกลิ่นเหม็นของกองขยะ โดยจะไปย่อยอินทรีย์วัตถุในขยะ ให้กลายเป็นปุ๋ยได้
อย่างดี และพืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้

- ใช้กำจัดโรคพืช และไล่เดือนฝอยในดิน

- ใช้เป็นสารป้องกันและขับไล่แมลง ช่วยสร้างฮอร์โมนพืช ให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดีขึ้น
โดยผสมในสูตรปุ๋ย



ภาพประกอบ 13 ลักษณะของน้ำจุลินทรีย์ EM

4. หน้าที่ของจุลินทรีย์ EM

จุลินทรีย์ EM ช่วยให้ดินมีความร่วนซุย อุ่มน้ำ มีรูพรุน ทำให้ดินหลวมเมื่อนำพืชมาปลูกจะทำให้พืชมีความแข็งแรงทนทานต่อสภาวะแวดล้อมทุกรูปแบบไม่ว่าจะหนาวจัด ร้อนจัด แห้งแล้ง และน้ำท่วม พบว่าเมื่อใช้ EM ในอัตราส่วน 1: 100 หรือ 1 : 500 ฉีดพ่นในดินที่มีคุณภาพต่ำจะช่วยกำจัดวัชพืชในดินให้ลดลง จุลินทรีย์ EM ยังสามารถใช้ในการควบคุมโรคพืชและแมลงได้เมื่อใช้ร่วมกับสมุนไพร นอกจากนี้จุลินทรีย์ EM จะช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสงของพืช เปลี่ยนรังสีที่เป็นอันตรายให้เป็นรังสีที่ไม่เป็นอันตราย ในบางประเทศที่มีปริมาณสารกัมมันตรังสีตกค้างในดินสูงสามารถใช้ จุลินทรีย์ EM เพื่อลดปริมาณสารกัมมันตรังสีเหล่านี้และบางพื้นที่ได้ใช้ จุลินทรีย์ EM ในการบำบัดสารที่เป็นมลพิษให้กลายมาเป็นสารที่มีประโยชน์ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

5. การเก็บรักษาจุลินทรีย์ EM

สามารถเก็บรักษาจุลินทรีย์ EM ไว้ได้นาน 6 เดือนถึง 1 ปี ที่อุณหภูมิปกติ ไม่เกิน 45 ถึง 50 องศา เซลเซียส โดยปิดฝาให้สนิท ไม่ให้อากาศเข้า ไม่ควรเก็บไว้ในตู้เย็น และทุกครั้งที่แบ่งไปใช้ ต้องรีบปิดฝาให้สนิท การเก็บไว้หลายวัน โดยไม่มีการเคลื่อนไหวในภาชนะจะมีฝ้าขาวเหนือผิวน้ำ นั่นคือการทำงานของจุลินทรีย์ที่พอกตัว เมื่อเขย่าแล้วทิ้งไว้ชั่วขณะ ฝ้าสีขาวจะสลายตัว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ (2524 : 89) รายงานว่า ดร.วินิจ แจ่มศรี นำเห็ดนางรมจากประเทศสหรัฐอเมริกามาทดลองเพาะเป็นการค้าครั้งแรก และในปี 2510 และ 2511 พันธุ์ทวี ภัคดีดินแดนเพาะเห็ดนางรมโดยใช้ขังข้าวโพดผสมกับมูลสัตว์ต่างๆ และสูตรอื่นๆ อีกหลายชนิด ดีพร้อม (2518)

เพาะเห็ดนางรมในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนผสมที่แน่นอนสามารถเพาะได้ผลผลิต เช่น (1) จี๋เลื่อย 2 ลิตร ผสมข้าวโพดป่น (หรือรำละเอียด) 100 กรัม (2) ขุยมะพร้าว 2 ลิตร ผสมข้าวโพดป่น (หรือรำละเอียด) 100 กรัม (3) ขุยมะพร้าวทำให้ชื้นด้วยน้ำมะพร้าว (4) จี๋เลื่อยหมักกับจี๋ม้าอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร นำมาผสมกับซังข้าวโพดป่นซึ่งแช่น้ำ 1 คืน อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (5) ซังข้าวโพดป่นลวกแช่น้ำ 1 คืน ผสมซังแห้งคลุกพองหมด (6) ซังข้าวโพดป่น 30% ผสมฟางข้าวโพดสับละเอียด 40% และเปลือกถั่วลิสง 30% และ (7) ใส่ปูนแช่น้ำบิบน้ำออกพองหมดๆ

วิทยา เหล็กไหล (2546 : 97 - 103) ได้ศึกษาผลของสารเร่ง พด. - 1 และสารประกอบไนโตรเจนต่อการย่อยสลายจี๋เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม โดยแบ่งออกเป็น 6 สถานะการทดลอง คือ สถานะการทดลองย่อยสลายที่ไม่มีการเติมสารใด ๆ ลงในจี๋เลื่อยไม้ยางพารา และสถานะการทดลองย่อยสลายที่มีการเติมสารเร่ง พด.-1 0.15% (โดยน้ำหนัก) และสารยูเรียในอัตราส่วน 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% และ 2.0% (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ พบว่าจี๋เลื่อยไม้ยางพาราที่มีการเติมสารเร่ง พด.-1 ร่วมกับ ยูเรีย 0.5% และหมักเป็นระยะเวลา 9 วัน เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม และจากการเปรียบเทียบผลผลิตดอกเห็ดเมื่อใช้จี๋เลื่อยไม้ยางพาราที่ไม่ผ่านการหมักและผ่านการหมัก 9 วัน โดยมีการเติมสารเร่ง พด.-1 และยูเรีย 0.5% พบว่าการใช้จี๋เลื่อยไม้ยางพาราที่ไม่ผ่านการหมักสามารถให้ผลผลิตดอกเห็ดจำนวน 5 รุ่น น้ำหนักรวมทั้งสิ้น 344.6 กก. ต่อก่อนเชื้อจี๋เลื่อย 1,000 ก้อน และเมื่อใช้จี๋เลื่อยที่ผ่านการหมัก 9 วัน สามารถให้ผลผลิตดอกเห็ดจำนวน 6 รุ่น น้ำหนักรวมทั้งสิ้น 499.1 กก. ต่อก่อนเชื้อจี๋เลื่อย 1,000 ก้อน

Baysal and others (2003 : 95 - 97) ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมโดยใช้กระดาษเหลือทิ้งเป็นวัสดุเพาะเห็ดผสมกับวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ในอัตราส่วนที่ต่างกัน 7 ชนิดได้แก่ กระดาษเหลือทิ้ง 100 % กระดาษเหลือทิ้งผสมถ่านหินใบในอัตราส่วน 90:10 (w/w), กระดาษเหลือทิ้งผสมถ่านหินใบในอัตราส่วน 80:20 (w/w) กระดาษเหลือทิ้งผสมมูลไก่ในอัตราส่วน 90:10 (w/w) กระดาษเหลือทิ้งผสมมูลไก่ในอัตราส่วน 80:20 (w/w) กระดาษเหลือทิ้งผสมแกลบในอัตราส่วน 90:10 (w/w) และกระดาษเหลือทิ้งผสมแกลบในอัตราส่วน 80:20 (w/w) โดยผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 60°C นาน 8 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่ากระดาษเหลือทิ้งที่ผสมมูลไก่เพิ่มในอัตราส่วน 80:20 (w/w) เป็นวัสดุเพาะเห็ดที่ดีที่สุดที่ทำให้เส้นใยของเห็ดนางรมเจริญเร็วที่สุด (15.8วัน) รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนเร็วที่สุด (21.4 วัน) ออกดอกเร็วที่สุด (25.6วัน) และได้ผลผลิตมากที่สุด (350.2 กรัม)

Contreras and others (2004 : 234 - 240) ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมโดยนำวัสดุเพาะเห็ดนางรม 5 ชนิด คือ หญ้า (*Digitaria decumbens*), แขนข้าวโพด, เปลือกหุ้มข้าวโพด, เปลือกหุ้มข้าวโพดผสมเศษเมล็ดกาแฟ และหญ้าผสมเศษเมล็ดกาแฟ อย่างละ 10 กิโลกรัม แช่น้ำที่มีค่าผสมอยู่ 0.5% ระยะในการแช่แปรผันระหว่าง 0-48 ชั่วโมง และศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ใน

วัสดุเพาะ โดยเปรียบเทียบกับผลที่ได้รับในงานวิจัยของ Hernandez (2003) และไม่ผ่านกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อ เมื่อทำการเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเหล่านี้พบว่า ค่า %BE (biological efficiency) ที่ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 37.3-126% โดยหญ้าเป็นวัสดุเพาะเห็ดที่ให้ค่า BE สูงสุด (126%) และไม่มีการปนเปื้อนเชื้อรา แต่พบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย 3 ชนิด คือ *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. และ Coliforms ซึ่งเชื้อ *Pseudomonas* sp. มีการปนเปื้อนในปริมาณสูงสุดคือ $3 \times 10^6 - 10^7$ cell ml⁻¹

Hernandez, Sanchez and Yamasaki (2003 : 145 - 150) ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมโดยนำวัสดุเพาะเห็ดคือ หญ้า(*Digitaria decumbens*) 70% ผสมกับเศษเมล็ดกาแฟ 30% และเติมด้วย Ca(OH)₂ 2% หมักในสภาวะที่แตกต่างกัน 5 สภาวะ นาน 5 วัน เพื่อเตรียมเป็นวัสดุสำหรับเพาะเห็ดนางรม ได้แก่ สภาวะแรก เป็นตัวควบคุมทำการหมักวัสดุเพาะเป็นกองบนพื้นปกคลุมกองด้วยพลาสติก และทำการกลับกองวัสดุหมักวันละครั้ง ทุกวัน สภาวะที่ 2 หมักวัสดุเพาะในถังหมักโดยไม่กลับกองวัสดุหมักและไม่มีช่องระบายอากาศ สภาวะที่ 3 หมักวัสดุเพาะในถังหมักโดยไม่กลับกองวัสดุหมักและมีช่องระบายอากาศ สภาวะที่ 4 หมักวัสดุเพาะในถังหมักโดยกลับกองวัสดุหมักวันละครั้งทุกวัน และไม่มีช่องระบายอากาศ และสภาวะที่ 5 หมักวัสดุเพาะในถังหมักโดยมีการกลับกองวัสดุหมักทุกวัน และมีช่องระบายอากาศ โดยไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ จากการทดลองพบว่าวัสดุเพาะเห็ดทั้ง 5 สภาวะ สามารถ เพาะเลี้ยงเห็ดนางรมได้ โดยค่า %BE ของเห็ดนางรมทั้ง 5 สภาวะที่ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 59.79% - 93% ในการเก็บเกี่ยว 2 รุ่น

Pant, Reddy and Adholeya (2006 : 267 - 275) ได้ทำการเพาะเห็ดนางรม 3 สายพันธุ์ คือ *Pleurotus florida* Eger (EM 1303), *P. pulmonarius* (Fries) Quelet (EM 1302) และ *P. sajor-caju* (Fries) Singer (EM 1304) ในวัสดุเพาะ 2 ชนิด คือ ฟางข้าวสาลีและกากอ้อย ผสมกับกากน้ำตาลในอัตราความเข้มข้นที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 15%, 30% และ 50% โดยผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C นาน 1 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า เห็ดนางรมสายพันธุ์ *P. florida* ที่เพาะในวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวสาลีผสมกากน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50% ให้ค่า %BE สูงสุดคือ 238.6% และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนเห็ดนางรมสายพันธุ์ *P. sajor-caju* ที่เพาะในวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวสาลีผสมกากน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50 ให้ค่า %BE ต่ำสุดคือ 33.1% และพบว่ามี การปนเปื้อนของเชื้อราคือ เชื้อ *Trichoderma harzianum*

Hashimoto and Takahashi (1976 : 585 - 593) เพาะเห็ดนางรมโดยใช้ฟางข้าวผสมรำหนังสือพิมพ์ผสมรำ แกลบผสมรำ และขี้เลื่อยผสมรำ ได้ผลผลิต 23.7, 22.6, 17 และ 13.6% ของน้ำหนักวัสดุปลูก นอกจากนี้ยังได้ทดลองใช้ฟางข้าวผสมรำข้าว 5, 10 และ 15% เป็นอาหารเสริมปรากฏว่าฟางข้าวผสมรำ 10% ให้ผลผลิตสูงสุดคือ 126 กรัม/วัสดุปลูก 500 กรัม

Shah, Ashraf and Ch. (2004 : 158 - 160) ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเพาะเห็ดที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ฟางข้าวสาลี, ใบไม้ และขี้เลื่อย โดยนำวัสดุเหล่านี้มาแช่น้ำนาน 24

ข้าวโม่และผสมด่างลงไปในอัตรา 5% จากนั้นทำการหมักวัสดุเหล่านี้ 5 วัน โดยมีผ้าพลาสติกคลุมกองวัสดุหมัก และมีการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121°C ด้วยความดัน 12-20 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว จากการทดลองพบว่าจี้เกลือเป็นวัสดุเพาะเห็ดที่ดีที่สุดในการเพาะเห็ดนางรมโดยมีปริมาณของดอกเห็ดสูงสุดคือ 646.9 กรัม จากการเก็บเกี่ยวดอกเห็ด 3 รุ่น

Sopit Vetayasuporn (2004 : 706 – 710) ได้ทำการศึกษาการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (EM) ในอัตรา 0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 และ 8 mL ต่อน้ำประปา 1,000 mL ผสมกับจี้เกลือไม่ยางพาราแล้วหมักนาน 7 วัน เพื่อเตรียมเป็นวัสดุสำหรับเพาะเห็ดนางรม จากการศึกษาพบว่า ก้อนเชื้อเห็ดที่มีการผสมจุลินทรีย์ EM มีอัตราการปนเปื้อนน้อยกว่าก้อนเชื้อเห็ดที่ไม่มีการผสมจุลินทรีย์ EM และดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเห็ดที่มีการผสมของจุลินทรีย์ EM ในอัตรา 1 mL ต่อน้ำประปา 1,000 mL จะให้น้ำหนักรวมมากที่สุดคือ 63.49 กิโลกรัม

Srijumpa and Seehawong (1997 : 114 - 120) ได้ทำการศึกษาการใช้เหี่ยวบางชนิดเป็นวัสดุเพาะเห็ดตระกูลนางรม (*Pleurotus* sp.) ที่สวนวิจัยพืชสวนเชิงทราย ในภาคเหนือของประเทศไทย ระหว่างเดือน มิถุนายน 2542 – มิถุนายน 2543 โดยนำเหี่ยว 3 ชนิด คือ แยม เลง และก้าง มาหมักร่วมกับปุ๋ยยูเรีย และดีเกลือ ก่อนการบรรจุในถุงพลาสติก ซึ่งพบว่า เหี่ยวทั้ง 3 ชนิดสามารถใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมยังงารีได้ดี และระหว่างเหี่ยวทั้ง 3 ชนิด พบว่าเหี่ยวแยมหมักให้ผลผลิตสูงสุด