การเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่แช่ในน้ำผสมด่าง แทนการนึ่งฆ่าเชื้อ

(*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer Cultivation from Soaked Agriculture Wastes with Alkaline Water)

โดย

โศภิษฐ์ เวทยสุภรณ์

ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัย

จากงบประมาณรายได้ ประจำปี 2549

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ โดยได้รับความช่วยเหลือจากเงินงบประมาณรายได้ จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปี พ.ศ. 2549 เป็นจำนวนเงิน 40,000 บาทถ้วน ขอขอบพระคุณคณะบดีคณะเทคโนโลยี หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี หัวหน้าหน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์ในส่วนของสถานที่ดำเนินการวิจัย เครื่องมือ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและติดตามผลงานเพื่อให้การวิจัยสำเร็จตามความมุ่งหมาย

ขอขอบพระคุณทุกๆ ท่าน เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

โศภิษฐ์ เวทยสุภรณ์ และคณะ

ผู้จัดทำ

ธันวาคม 2549

Mahasarakham University

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชื่อโครงการ

ชื่อภาษาไทย : การเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่แช่ในน้ำผสมด่างแทนการนึ่งฆ่าเชื้อ

ชื่อภาษาอังกฤษ : *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer Cultivation from Soaked Agriculture Wastes with Alkaline Water

คณะผู้วิจัย

1. ผศ.ดร.โศภิษฐ์ เวทยสุภรณ์ หัวหน้าโครงการวิจัย สังกัดภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2. นายณัฐพงษ์ สิงห์ฦงา ผู้ร่วมวิจัย นิสิตปริญญาโท สังกัดภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เงินสนับสนุน

จากงบประมาณรายได้ ประจำปี 2549

จำนวน 40,000 บาท ระยะเวลา 1 ปี

Mahasarakham University

บทคัดย่อ

การนำเอาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 5 ชนิด คือ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ผงชานอ้อย ขุยมะพร้าว ฟางข้าว และ ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมชานอ้อยมาแช่ในน้ำผสมด่าง 2 ชนิดคือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 4 ระดับที่แตกต่างกัน คือ 0%, 0.5%, 1% และ 2% (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ แล้วนำเอาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้มาทำการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม ผลการทดลองพบว่า วัสดุเพาะที่เป็นขุยมะพร้าวจะไม่พบการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรม ส่วนวัสดุเพาะอีก 4 ชนิดที่เหลือพบว่าสามารถนำมาเพาะเห็ดนางรมได้ โดยจากการเก็บผลผลิตของดอกเห็ด ค่า % BE (Biological efficiency) ที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง 4.17 - 91.66% โดยวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อให้ค่า %BE มากที่สุด คือ 91.66% และวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวจะให้ค่า %BE ต่ำที่สุดคือ 4.16% ส่วนในวิธีการเพาะเห็ดที่ไม่นึ่งฆ่าเชื้อนั้นพบว่า วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% จะให้ค่า %BE สูงสุดคือ 63.12% และไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อรา ซึ่งค่า %BE ที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ

Mahasarakham University

ABSTRACT

Five agricultural wastes (saw dust, bagasse, coconut fiber, rice straw and the combination of saw dust and bangasse ; 50 : 50 w/w) were soaked in four different concentration (0%, 0.5%. 1% and 2%) of the two alkaline water, $Ca(OH)_2$ and NaOH, and used as the substrat for *Pleurotus Ostreatus* (Fr.) Kummer cultivation. The results showed that no growth of mycelium in coconut fiber substrate. Out of coconut fiber substrate, the percentage of biological efficiency (%BE) were ranged between 4.17 – 91.66%, the highest and lowest %BE were fonnd in control (91.66%) and rice straw soked in 0.5% $Ca(OH)_2$ for 36 hours (4.17%) respectively. The highest %BE obtained in non-sterilization substrate. sawdust soaked in 2% NaOH for 36 hours, was 63.12% and no fugal contamination was found in this substrate. However, the %BE values obtained from sterilization (control) and sawdust soaked in 2% NaOH substrate were not significantly different ($p \leq 0.05$) confident level

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ 1
ภูมิหลัง 1
ความมุ่งหมายของการวิจัย 2
สมมติฐานของการวิจัย 2
ความสำคัญของการวิจัย 3
ขอบเขตการวิจัย 3
นิยามศัพท์เฉพาะ 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
ประวัติการเพาะเห็ดนางรม 5
ลักษณะทางชีววิทยาของเห็ดนางรม 6
สารอาหารและแร่ธาตุที่มีอยู่ในเห็ดนางรม 10
ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย 10
ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม 11
สารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของเห็ดนางรม 12
การทำหัวเชื้อเห็ดนางรม 13
การขยายเชื้อเห็ดนางรมบนเมล็ดธัญพืช 16
การเพาะหัวเชื้อลงวัสดุหมัก 16
การเพาะเห็ดนางรมในปุ๋ยหมักหรือขี้เลื่อย 18
โรงเรือนที่ใช้ในการเพาะเห็ดนางรม 19
ปัญหาในการเพาะเห็ดนางรม 20
การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะ 22
การดูแลและป้องกันกำจัดศัตรูในโรงเรือนเพาะเห็ดนางรม 26
วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย 26
สารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) 27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29

Mahasarakham University

บทที่ หน้า

3 วิธีดำเนินการวิจัย 35
รูปแบบการวิจัย 35
วัสดุอุปกรณ์ 35
วิธีดำเนินการทดลอง 37
การวิธีวิเคราะห์ผล 41

4 ผลการทดลอง 43
ผลการวัดค่า pH ของวัสดุเพาะ 43
ผลการวิเคราะห์หาความชื้นและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะ 46
ผลการเจริญของเส้นใย การออกหัวหมุด และการออกดอกของเห็ดนางรม 54

5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 79
ความมุ่งหมายของงานวิจัย 79
สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล 79
ข้อเสนอแนะ 83

บรรณานุกรม 84

ภาคผนวก 87
ภาคผนวก ก การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 88
ภาคผนวก ข การหาความชื้นของวัสดุเพาะเห็ด 91
ภาคผนวก ค การแยกเชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธีขีดเชื้อและการย้อมสีแบคทีเรียแบบแกรม . 93
ภาคผนวก ง การศึกษาสัณฐานวิทยาของราและยีสต์ 95
ประวัติย่อของผู้วิจัย 98
สรุปรายงานการใช้จ่ายเงิน 99

Mahasarakham University

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 แสดงค่า pH เริ่มต้นของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ก่อนแช่ในน้ำผสมด่าง แคลเซียมไฮดรอกไซด์ $Ca(OH)_2$ และด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้นต่างๆ 43

2 แสดงค่า pH ของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิดที่แช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ในชั่วโมงที่ 0 และ 36 40

3 แสดงค่า pH สุดท้ายของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% นาน 36 ชั่วโมง แล้วนำมาแช่ในน้ำธรรมดาก่อนทำการเพาะเห็ด 45

4 แสดงค่าเปอร์เซนต์ความชื้นของวัสดุเพาะและเปอร์เซนต์การปนเปื้อนของก้อนเห็ดในวัสดุเพาะเห็ดทั้ง 5 ชนิด ในทุกสภาวะ 46

5 แสดงชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะเห็ดที่มีการปนเปื้อน 54

6 แสดงระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยในทุกสภาวะการทดลอง 55

7 แสดงระยะเวลาในการออกหัวหมุดในทุกสภาวะการทดลอง 59

8 แสดงระยะเวลาในการออกดอกในทุกสภาวะการทดลอง 63

9 แสดงน้ำหนักสดรวม และจำนวนรุ่นที่มีการออกดอกของดอกเห็ดนางรมในทุกสภาวะการทดลอง 67

10 แสดงค่า %BE (Biological efficiency) ที่คำนวณได้จากวัสดุเพาะชนิดต่างๆ ในทุกสภาวะการทดลอง 71

11 เปรียบเทียบความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจในสภาวะต่างๆ ที่ให้ผลผลิต 77

Mahasarakham University

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 เห็ดนางรม (Oyster mushroom) 5

2 ส่วนประกอบต่างๆ ของเห็ดนางรม 7

3 แสดงลักษณะวงจรชีวิตของเห็ดนางรม 9

4 แสดงขั้นตอนการเขี่ยเนื้อเยื่อเห็ดนางรมเลี้ยงบนอาหารวุ้น 15

5 ลักษณะของเมล็ดข้าวฟ่างที่ปนเปื้อนเชื้อ *Bacillus* sp. 23

6 ลักษณะของดอกเห็ดที่มีการติดเชื้อ *Pseudomonas* sp. 23

7 ลักษณะของเชื้อราเขียว *Trichoderma* sp. 24

8 ลักษณะของเชื้อราสีชมพู *Neurospora sitophila* 24

9 ลักษณะของเชื้อราสีเขียวแกมน้ำเงิน *Penicillium* spp. 25

10 ลักษณะของเชื้อรา *Aspergillus* sp. 25

11 ลักษณะของเชื้อราหัวเข็ม *Rhizopus* spp. 26

12 สารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$ 29

13 สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 31

14 โรงเรือนเพาะเห็ด 40

15 ลักษณะโคโลนีของเชื้อราและแบคทีเรียที่แยกได้จากวัสดุทั้ง 5 ชนิด ที่มีการปนเปื้อน 50

16 ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ในวัสดุเพาะเห็ดทั้ง 5 ชนิด ที่มีการปนเปื้อน 52

17 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม 57

18 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการออกหัวหมุด 61

19 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการออกดอก 65

20 แผนภูมิแสดงผลผลิตของดอกเห็ด 69

21 แผนภูมิแสดงค่า %BE ที่คำนวณได้จากผลผลิตของดอกเห็ด 73

22 ผลผลิตของดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเห็ด 74

22 แผนภูมิเปรียบเทียบความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจในสภาวะต่างๆ ที่ให้ผลผลิต 78

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เห็ดนางรม (Oyster mushroom) เป็นเห็ดที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางประเทศยุโรป และสามารถเจริญเติบโตได้ทั่วไปในเขตอบอุ่น (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2532 : 236) เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่รับประทานได้และนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นเห็ดที่มีสีขาวสวยงามและสะอาด เมื่อนำมาปรุงอาหารรสชาติจะอร่อยและสามารถใช้ปรุงอาหารได้หลายชนิด นอกจากนี้เห็ดนางรมยังมีคุณค่าทางอาหารสูง เช่นมีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และเกลือแร่อีกหลายชนิด รวมทั้งมีสรรพคุณทางยา คือ มีกรดโฟลิก ที่มีคุณสมบัติช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง โรคความดันโลหิตสูง เหมาะสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน และผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก เนื่องจากเห็ดนางรมมีปริมาณไขมันน้อย และแคลเซียมต่ำ (วัลลภ พรหมทอง.2544 : 51) การนำเห็ดนางรมเข้ามาในประเทศไทยนั้นเชื่อใจว่า ดร.วินิต แจ้งศรี เป็นผู้นำมาจากพันธุ์ของ ดร.บล็อก จากรัฐฟลอริดา ประเทศอเมริกา (ดีพร้อม ชัยวงศ์เกียรติ.2524 : 89) และได้มีการเผยแพร่วิธีการเพาะเห็ดชนิดนี้จนเป็นที่รู้จักของประชาชนทั่วๆ ไป

ประชากรในประเทศไทยส่วนใหญ่แล้วประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก เมื่อถึงฤดูเก็บเกี่ยวจึงทำให้มีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมากมาย เช่น ฟางข้าว ซังข้าวโพด ต้นอ้อย แกลบ ขี้เลื่อยฯลฯ ซึ่งวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้สามารถนำมาก่อให้เกิดประโยชน์ได้ จึงทำให้มีผู้สนใจศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการนำวัสดุเหลือทิ้งเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมากมาย รวมทั้งยังสามารถนำมาเป็นวัสดุในการเพาะเห็ดเพื่อเพิ่มปริมาณให้มากเพียงพอกับความต้องการบริโภค ในปี 2004 Shah และคณะ ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเพาะเห็ดที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ฟางข้าวสาลี ใบไม้ และขี้เลื่อย โดยมีการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121°C ที่ความดัน 12-20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากการศึกษาพบว่า ขี้เลื่อยเป็นวัสดุเพาะเห็ดที่ดีที่สุดในการเพาะเห็ดนางรม

ในปัจจุบันการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกกำลังเป็นที่นิยมทำกันมาก เนื่องจากเพาะเห็ดได้หลายชนิด เช่น เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดภูฐาน เห็ดหอม เห็ดขอนขาว เห็ดกระด้าง เห็ดนางรมฮังการี เห็ดหูหนูและเห็ดหลินจือ เป็นต้น จากข้อมูลส่งเสริมการเกษตรคาดกันว่าในปี 2544-2545 มีผลผลิตเห็ดประมาณ 121,900 ตัน มูลค่า 5,446 ล้านบาท โดยปริมาณการผลิตนี้จะก่อให้เกิดธุรกิจหมุนเวียนต่างๆ ไม่ต่ำกว่า 12,000 ล้านบาท ปัจจุบันการเพาะเห็ดในประเทศไทยได้รับการพัฒนามาอย่างรวดเร็ว โดยทางรัฐบาลได้พยายามส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเพาะเห็ดเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้การ

Mahasarakham University

เพาะเห็ดในถุงพลาสติกแพร่หลายอย่างรวดเร็ว ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย มีเห็ดที่เพาะในถุงพลาสติกจำหน่ายกันอยู่ทั่วไปและสม่ำเสมอเพราะมีผู้บริโภคมาก ด้วยเหตุนี้ทำให้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ใช้เพาะเห็ดในถุงพลาสติกไม่เพียงพอกับความต้องการ และมีราคาแพง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นตามไปด้วย ในการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก เกษตรกรส่วนใหญ่จะฆ่าเชื้อวัสดุเพาะเห็ดด้วยวิธีการนึ่งด้วยความร้อน ซึ่งต้องใช้พลังงานและแหล่งเชื้อเพลิงในการนึ่งฆ่าเชื้อ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนที่ติดมาในวัสดุเพาะเห็ดนั้น อาจจะใช้สารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) หรือสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ซึ่งเป็นด่างที่มีค่า pH อยู่ในระดับที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Stolzer และ Grabbe, 1999) และยังมีคุณสมบัติในการช่วยย่อยสลายสารประกอบโมเลกุลใหญ่ๆ ของวัสดุเพาะชนิดด่างๆ ได้ ดังนั้นคาดว่าการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาแช่ในน้ำผสมด่าง เพื่อเตรียมเป็นวัสดุสำหรับเพาะเห็ดจะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้โดยไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาเพื่อหาแนวทางใหม่ๆที่สามารถช่วยเหลือเกษตรกรที่มีอาชีพเพาะเห็ดให้สามารถเพาะเห็ดในถุงพลาสติกได้โดยใช้วัสดุที่หาได้ง่ายและมีอยู่ทั่วไปทุกภาคของประเทศ ได้แก่ ฟางข้าว กากถั่วเหลือง ผงชานอ้อย ขุยมะพร้าว ซึ่งวัสดุเหล่านี้เป็นของเหลือทิ้งมาใช้ทดแทนขี้เลื่อย ซึ่งเป็นการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ และในการเพาะเห็ดนางรมจะทำการเพาะในแบบที่ไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการทำงานและลดรายจ่ายลงไปอย่างมาก

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาวัสดุทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราสำหรับเพาะเห็ดเศรษฐกิจในถุงพลาสติก
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลผลิตของเห็ดนางรมที่ได้จากกรรมวิธีการไม่นึ่งฆ่าเชื้อและนึ่งฆ่าเชื้อของวัสดุเพาะเห็ด
3. เพื่อศึกษาอิทธิพลและปริมาณที่เหมาะสมของสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีผลต่อวัสดุเพาะเห็ด
4. เพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

สมมติฐานของการวิจัย

1. เห็ดนางรมที่เพาะโดยใช้วัสดุต่างกันจะให้ผลผลิตแตกต่างกัน

2. ผลผลิตของเห็ดนางรมที่ได้จากวัสดุเพาะที่ผ่านกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อและไม่ผ่านกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อจะให้ปริมาณที่แตกต่างกัน

3. สารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้นในระดับต่างกันจะสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะเห็ดได้ต่างกัน

<u>ความสำคัญของการวิจัย</u>

1. ทราบชนิดของวัสดุเพาะเห็ดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดต่างๆ ที่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับวัสดุเพาะเห็ดที่เป็นขี้เลื่อยได้

2. ทราบปริมาณที่เหมาะสมของสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่นำมาผสมกับน้ำเพื่อแช่วัสดุเพาะเห็ดชนิดต่างๆ

3. ลดขั้นตอนและต้นทุนการผลิตจากการเพาะเห็ดโดยไม่นึ่งฆ่าเชื้อ

4. สามารถใช้ในการเผยแพร่ให้แก่ผู้สนใจที่ประกอบอาชีพเพาะเห็ด และนำไปใช้เพื่อเพิ่มรายได้แก่ครอบครัวเกษตรกร

<u>ขอบเขตการวิจัย</u>

1. กลุ่มตัวอย่าง คือ เชื้อเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*)
2. ตัวแปรที่ศึกษา
   2.1 ตัวแปรอิสระ
      2.1.1 วัสดุเพาะมี 5 ชนิด คือ
         2.1.1.1 ฟางข้าว
         2.1.1.2 ขี้เลื่อยไม้ยางพารา
         2.1.1.3 ผงชานอ้อย
         2.1.1.4 ขุยมะพร้าว
         2.1.1.5 ขี้เลื่อยยางพาราผสมผงชานอ้อย
      2.1.2 ปริมาณของสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
         2.1.2.1 0%
         2.1.2.2 0.5%
         2.1.2.3 1%

2.1.2.4 2%

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลผลิตเห็ดนางรม

2.3 ตัวแปรควบคุม

2.3.1 ระดับความสูงของก้อนเห็ด

2.3.2 ระยะเวลาในการแช่วัสดุเพาะเห็ดนาน 36 ชั่วโมง

2.3.3 หัวเชื้อเห็ดนางรมที่เจริญบนเมล็ดข้างฟ่างปริมาณ 50 กรัม ต่อถุง

2.3.4 ปริมาณของน้ำที่ผสมกับด่างเพื่อใช้แช่วัสดุเพาะปริมาตร 20 ลิตร

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. วัสดุเพาะ (Substrate) หมายถึง ฟางข้าวที่ได้จากการนวดข้าว ผงชานอ้อยที่ผ่านการบดละเอียดจากโรงงาน ขุยมะพร้าวที่ได้จากการบดปั่นละเอียดของเปลือกลูกมะพร้าวแห้ง และขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ได้จากการเลื่อยต้นยางพารา

2. ค่า Biological efficiency (BE) คือ ค่าน้ำหนักของผลผลิตของเห็ดนางรมที่เกิดขึ้นต่อน้ำหนักแห้งวัสดุเพาะเห็ด

3. การนึ่งฆ่าเชื้อ (Sterilization) หมายถึง การนำวัสดุเพาะเห็ดมานึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยหม้อนึ่งความดันที่ 12-20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิประมาณ 121°C

Mahasarakham University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เห็ดนางรม เป็นเห็ดชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคกันในหลายประเทศ มีลักษณะคล้ายเห็ดมะม่วงหรือเห็ดขอนขาว ที่เกิดในธรรมชาติตามต้นไม้ที่เน่าเปื่อยผุพัง ซึ่งมักจะเก็บดอกอ่อนๆ มาบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคในฤดูฝน แต่เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่สามารถเพาะเพื่อทำให้เกิดดอกเห็ดได้ตลอดปี

เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่เกิดตามธรรมชาติ ในแถบที่มีอากาศอบอุ่นของประเทศสหรัฐอเมริกาและยุโรป มักพบเสมอตามต้นไม้เน่าเปื่อยผุพัง เช่น ไม้โอ๊ค ไม้เอลม์ ไม้เบเบิล ไม้บาส ไม้บ๊อบล่า ไม้ฮอลลี่ และไม้ลาเบอร์นัน เป็นต้น ทั้งยังเป็นเห็ดที่มีรสชาติหวานหอม ไม่เหนียวมากเหมือนเห็ดมะม่วงหรือเห็ดขอนขาว ถึงแม้ว่าจะมีอายุมากก็ตาม

ภาพประกอบ 1 เห็ดนางรม (Oyster mushroom)

<u>ประวัติการเพาะเห็ดนางรม</u>

การศึกษาและค้นคว้าเรื่องเกี่ยวกับเห็ดนางรม เริ่มเมื่อปี 2461 โดยนายโรดส์ (AS. Rhoads) ได้ค้นพบเห็ดนางรมในไม้ลูปินัส (*Lupinus arboreecs*) และได้นำมาทดลองเลี้ยงในอาหารสำหรับเลี้ยงเห็ดลิโดชัยเบและเห็ดอาร์มิเรียสำเร็จเป็นคนแรก นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่มีความสำคัญในการค้นคว้าเกี่ยวกับเห็ดนางรม เช่นปี พ.ศ. 2480 แบดค็อค (E.C. Badcock) ทำการค้นคว้าทดลองอาหารสำหรับเพาะเห็ดนางรม เลินน์ (C.D. Learn) ศึกษาชีววิทยาของเห็ดนางรม พูลล์ (R.F. Poole) ได้ทำ

การคัดเลือกสายพันธุ์ เลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์และผสมพันธุ์เห็ดนางรม ไลส์ และแจล์ด (J. Lise and R. Jalck) ชาวเยอรมันและชาวอิตาลี ทำการเพาะเห็ดนางรมในขี้เลื่อยเป็นผลสำเร็จ และพบว่าขี้เลื่อยไม้ยูคาลิปตัสให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ ไม้สน พร้อมทั้งศึกษาถึงอุณหภูมิที่เห็ดต้องการ ปรากฏว่าเห็ดนางรมชอบอุณหภูมิประมาณ 25-26°C ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10°C หรือสูงกว่า 32°C เห็ดนางรมจะไม่เกิดดอกเลย

เห็ดนางรมที่เพาะในประเทศไทย แผนกโรควิทยากองโรคพืชพันธุ์ 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 เคยทำการเพาะทำเป็นการค้าและมาเลิกไปในปี พ.ศ. 2510 และ 2511 จึงมีบทความเรื่อง การศึกษาวิจัยวิธีเพาะเห็ดหอยนางรม โดยอาจารย์พันธุ์ทวี ภักดีดินแดน นำพิมพ์ในวารสารกสิกร บันทึกผลการทดลองเลี้ยงเห็ดนี้บนอาหารวุ้นและปุ๋ยหมักสูตรต่างๆ พ.ศ. 2517 อาจารย์ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ ได้ดัดแปลงเทคนิคการเพาะเห็ดเป๋าฮื้อของกสิกรภาคเหนือมาใช้เพาะเห็ดนางรมได้ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายจึงทำให้การเพาะเห็ดแพร่หลายในเวลาต่อมา (วิชูรย์ พลาวุฑฒ์.2527 : 105)

<u>ลักษณะทางชีววิทยาของเห็ดนางรม</u>

1. การจำแนกเห็ดนางรม (Taxanomy)

เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่มีลักษณะนิ่ม มีหมวกดอกคล้ายเปลือกหอยนางรม มีสีขาวหรือสีเทา (อนงค์ จันทร์ศรีกุล,2530)

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer

ชื่อสามัญ เห็ดนางรม, Oyster mushroom

Class Basidiomycetes

Subclass Hollobasidiomycetidae

Order Agaricalas

Family Tricholomataceae

Genus Pleurotus

Species Ostreatus

Mahasarakham University

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

เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่มีรูปคล้ายหอยนางรม จึงเรียกเห็ดนี้ว่า Oyster mushroom โดยทั่วไปแล้วเห็ดนางรมจะเกิดเป็นดอกเดี่ยวจะไม่ขึ้นซ้อนกัน เรียงรายลดหลั่นเป็นชั้นๆ ดอกเห็ดจะมีก้านดอกหรือไม่มีก็ได้ ดังภาพประกอบ 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 µm x 3-4 µm

ภาพประกอบ 2 ส่วนประกอบต่างๆ ของเห็ดนางรม

Mahasarakham University

4. วงจรชีวิตของเห็ดนางรม

วงจรชีวิตของเห็ดนางรนเป็นแบบ Homothalic ซึ่งเกิดจากดอกเห็ดที่เจริญเติบโตเต็มที่ วงจรชีวิตของเห็ดนางรมเริ่มจากเมื่อดอกเห็ดเจริญเต็มที่จะมีการสร้างเบซิดิโอสปอร์ (Basidiospore) บริเวณครีบดอก เมื่อสปอร์ปลิวไปตกในบริเวณที่มีสภาพอากาศเหมาะสม สปอร์ก็จะงอกเส้นใยขั้นที่หนึ่ง (Primary mycelium) ออกมา เส้นใยขั้นที่หนึ่งจะมีผนังกั้นเป็นเป็นช่องๆ แต่ละช่องจะมีนิวเคลียส เพียงอันเดียว (haploid) หลังจากนั้นเส้นใยขั้นที่หนึ่งที่เจริญมาจากสปอร์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต่างกันจะรวมตัวกัน โดยเส้นใยจะเชื่อมกันและมีการถ่ายทอดนิวเคลียสเข้ามาอยู่รวมกัน กลายเป็นเส้นใยขั้นที่สอง (Secondary mycelium) ซึ่งมีนิวเคลียส 2 อัน เส้นใยขั้นที่สองจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และในแต่ละเซลล์จะมีข้อยึดระหว่างเซลล์ (Clamp Connection) เมื่อเส้นใยขั้นที่สองรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน พร้อมที่จะสร้างดอก จะเรียกเส้นใยในระยะนี้ว่า เส้นใยขั้นที่ 3 (Teritiary mycelium) จากนั้นเส้นใยจะค่อยๆ พัฒนาไปเป็น fruiting body และเจริญไปเป็นดอกเห็ดต่อไป ดังภาพประกอบ 3

5. ธรรมชาติของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่มีการดำรงชีพแบบ Saprophytic fungi แต่ในบางครั้งก็จัดเป็นพวกปาราสิต (Parasite) โดยเจริญเติบโตบนต้นไม้ที่มีชีวิต และเมื่อต้นไม้ตายเห็ดนางรมก็ยังสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้อีก การดำรงชีพตามธรรมชาติของเห็ดนางรมมีดังนี้

5.1 เห็ดนางรมมีความสามารถในการย่อยสลายสารประกอบที่มีโมเลกุลซับซ้อนได้ดีกว่าเห็ดฟาง โดยเฉพาะพวกเซลลูโลส ลิกนิน ฯลฯ

5.2 ในช่วงที่สภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม เห็ดนางรมสามารถมีชีวิตอยู่ได้โดยการสร้างคลามัยโดสปอร์ (Chlamydospores) อยู่ตามต้นไม้รอจนกว่ากระทั่งสภาพแวดล้อมเหมาะสมก็จะงอกเส้นใยออกมาเพื่อสร้างเป็นดอกเห็ดต่อไป

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

5.4 เส้นใยของเห็ดนางรมมีความสามารถในการเชื่อมต่อกันได้ดี และเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

ภาพประกอบ 3 แสดงลักษณะวงจรชีวิตของเห็ดนางรม

ที่มา : ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์,2532.

Mahasarakham University

สารอาหารและแร่ธาตุที่มีอยู่ในเห็ดนางรม

เห็ดนางรมมีความชื้นเช่นเดียวกับผักทั่วไป คือมีความชื้น 86.1% แต่มีกากอยู่ในระดับต่ำ กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ทำการวิเคราะห์สารอาหารที่มีอยู่ในเห็ดนางรมได้ผลดังนี้ (ดีพร้อม 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 ตามปกติจะใช้วิธีการเขี่ยเนื้อเยื่อมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นชนิดต่างๆ เพื่อให้เห็ดนางรมขยายเส้นใยได้มากขึ้น แต่การที่เส้นใยของเห็ดนางรมจะเจริญเติบโตได้ดีหรือไม่ขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่างคือ (ปัญญา ไพรีรัติรัตน์,2532 : 242)

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

malt extract	5 กรัม
แป้งถั่วเหลือง	10 กรัม

เปปโตน (peptone)	1 กรัม
KH_2PO_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 CO_2 นับว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมอย่างมาก โดยเฉพาะเห็ดนางรมพันธุ์ *Pleurotus ostreatus, Pleurotus florida* และ *Pleurotus eryngii* ถ้าปริมาณของก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่ 28% โดยปริมาตร จะกระตุ้นการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม แต่ถ้าปริมาณของก๊าซ CO_2 มากเกินไป การเจริญเติบโตของเส้นใยจะลดลง

<u>ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม</u>

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 (CO_2) 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 อาจเนื่องมาจากก้อนเชื้อได้รับอุณหภูมิต่ำก่อนที่จะมีการเปิดดอกก็ได้ เมื่อก้อนเชื้อผ่านช่วงอากาศเย็น และได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะช่วยเพิ่มผลผลิตเป็นอย่างดี

<u>สารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญของเห็ดนางรม</u>

ในการเตรียมวัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดต้องคำนึงถึงสารอาหารที่จำเป็นด้วยว่าให้สารอาหารที่ครบและเหมาะสมกับการเจริญเติบโตหรือไม่ ปกติสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเห็ดมีดังนี้ (วีรศักดิ์ ศักดิ์ศิรัตน์,2529 : 85)

1. แหล่งอาหารคาร์บอน (Carbon sorce) ได้แก่ น้ำตาลต่างๆ เช่น xylose, arabinose, glucose, fructose ซึ่งเป็น carbobydrate ที่มีโมเลกุลเล็ก แต่วัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดมีสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น cellulose และ hemicellulose ซึ่งต้องอาศัยจุลินทรีย์ที่หนักปุ๋ยย่อยสลายให้มีองค์ประกอบที่เล็กลงเพื่อที่เห็ดจะสามารถใช้ในการเจริญเติบโตได้

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

3. แร่ธาตุต่างๆ (Trace element) เห็ดต้องการแร่ธาตุต่างๆ ในการเจริญโตยเฉพาะการเจริญของเส้นใยแร่ธาตุที่เห็ดต้องการ เช่น Ca, P, K และ Mg แม้ว่าแร่ธาตุเหล่านี้เห็ดจะต้องการน้อยแต่ก็มีผลต่อการเจริญของเส้นใย ดังนั้นจึงมีการใส่ยิปซัม ($CaSO_4$) เพื่อเป็นแหล่งของ Ca คีเกลือ ($MgSO_4$) เพื่อเป็นแหล่งของ Mg และใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแหล่งของ P และ K

4. ไวตามิน (Vitamins) มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด ซึ่ง biotin และ thaimine ทำให้เส้นใยของเห็ดเจริญเติบโตได้ดี

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

การทำหัวเชื้อเห็ดนางรม

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

1. การเลือกดอกเห็ดทำพันธุ์ ดอกเห็ดที่จะใช้ทำพันธุ์จะต้องเป็นพันธุ์ดี แข็งแรงและให้ผลผลิตสูง ดอกเห็ดที่จะใช้ทำพันธุ์ควรมีลักษณะดังนี้

1.1 ดอกเห็ดที่ใช้ทำพันธุ์ควรเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ หมวกดอกควรมีลักษณะงอโค้งคล้ายเห็ดมะม่วง

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 ซึ่งสามารถจะเลี้ยงให้แพร่ขยายบนอาหารวุ้นได้ เพราะเนื้อเยื่อของเห็ดเป็นเส้นใยที่ผ่านการผสมเส้นใยมาแล้ว การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดอาจทำได้ 2 กรณี คือ

2.1 การเลี้ยงสปอร์ (Spore culture) ตามปกติการเพาะเลี้ยงเส้นใยจากสปอร์ไม่ค่อยนิยมใช้กันมากนัก เพราะขั้นตอนในการปฏิบัติค่อนข้างยุ่งยาก ส่วนใหญ่จะใช้ในกรณีปรับปรุงพันธุ์หรือผสมพันธุ์เพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่ เส้นใยที่ได้จากการผสมสปอร์จะให้ดอกเห็ดที่มีความแปรปรวนมาก การงอกของสปอร์จะดีมากน้อยแค่ไหนขึ้นกับอายุของสปอร์ และอุณหภูมิเป็นสำคัญ ถ้าเก็บสปอร์ไว้ในอุณหภูมิต่ำ จะช่วยเก็บรักษาสภาพและการงอกของสปอร์ได้ดีกว่าอุณหภูมิสูง และสปอร์เห็ดถ้าเก็บเอาไว้นานๆ เปอร์เซ็นต์การงอกจะลดลง

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

Mahasarakham University

3. การทำอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดนางรม ตามปกติอาหารที่ใช้เลี้ยงเส้นใยเห็ดนางรมจะใช้อาหารวุ้น potato dextose agar (PDA) ที่ใช้ในการเพาะเห็ดทั่วๆไป

4. เทคนิคการเขี่ยเชื้อเห็ดนางรม อาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้ออาจเป็นพวก PDA หรือ PDA ผสมยีสต์สกัด อาหารพวกนี้มีวิธีการเตรียมคล้ายกัน ขั้นตอนในการเขี่ยเชื้อเห็ดนางรมควรปฏิบัติดังนี้

4.1 ใช้เข็มเขี่ยชุบแอลกอฮอล์ พร้อมกับลนไฟฆ่าเชื้อที่ปลายเข็ม เขี่ยไล่ขึ้นมาเรื่อยๆ จนถึงส่วนของด้ามที่จับ การลนเข็มควรลนในแนวตรง เพื่อให้เข็มเขี่ยถูกเปลวไฟมากที่สุด

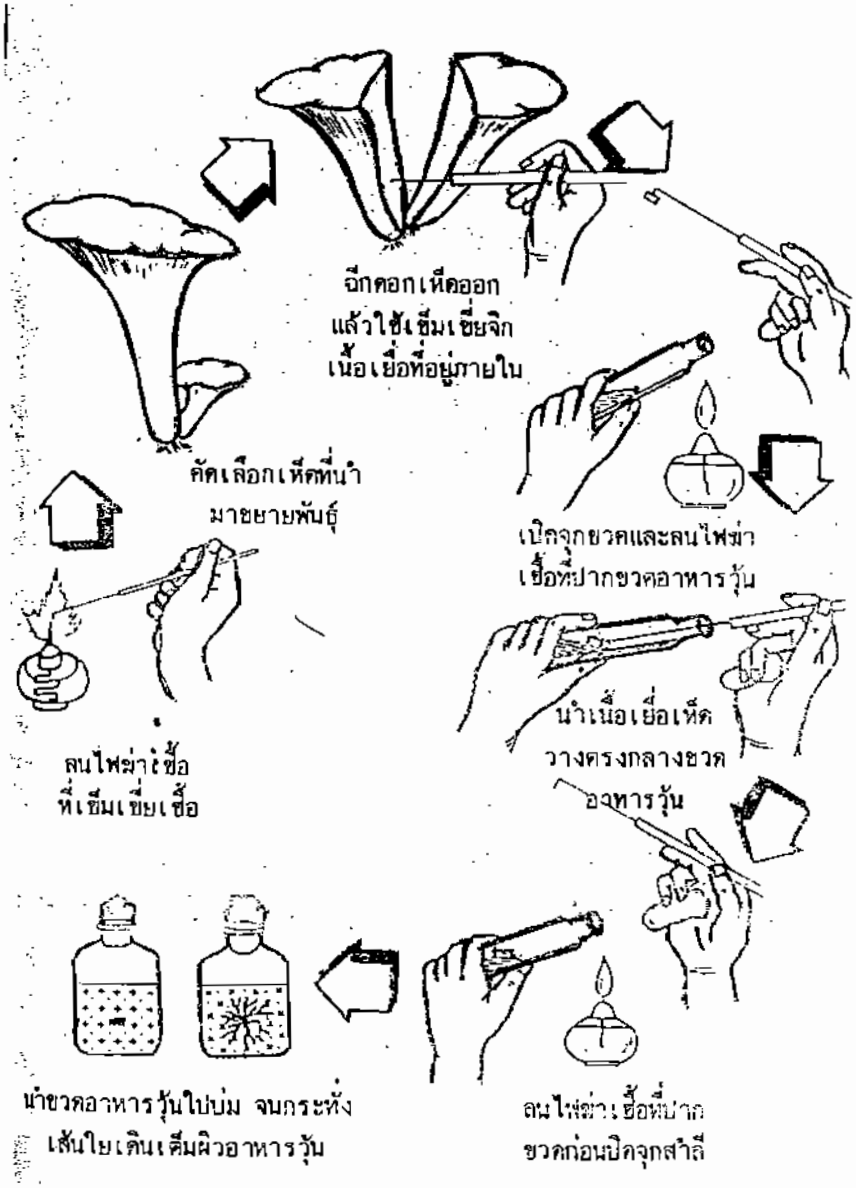
4.2 หลังจากลนไฟฆ่าเชื้อแล้ว ควรถือเข็มให้ปลายเข็มอยู่ในอากาศนานประมาณ 15-20 วินาที และต้องระวังอย่าให้ปลายเข็มไปสัมผัสกับส่วนใดภายในตู้เขี่ยเชื้อ

4.3 ให้ใช้มือฉีกดอกเห็ดนางรมออกเป็น 2 ส่วน พร้อมกับใช้เข็มเขี่ยจิกชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อภายในดอก โดยเลือกเนื้อของดอกเห็ดที่อยู่ระหว่างก้านดอกเห็ดและหมวกดอก เพราะบริเวณดังกล่าว เป็นเนื้อเยื่อค่อนข้างสมบูรณ์ และใช้เข็มเขี่ยจิกให้เนื้อเยื่อติดมาเพียงเล็กน้อย

4.4 เมื่อเขี่ยได้เนื้อเยื่อดอกเห็ดแล้ว ให้วางดอกเห็ดลง พร้อมกับใช้มือหยิบขวดอาหารวุ้น และใช้นิ้วก้อยและอุ้งมือที่ถือเข็มเขี่ยดึงจุกสำลีออกพร้อมกับถือเอาไว้ ห้ามกำจุกสำลีโดยเด็ดขาด จากนั้นจึงทำการลนปากขวดอาหารวุ้นเพื่อฆ่าเชื้อ และสอดเข็มเขี่ยที่มีเนื้อเยื่อติดอยู่เข้าไป พร้อมกับวางเนื้อเยื่อของเห็ดบนอาหารวุ้นและดึงเข็มออกจากปากขวด แล้วให้ลนไฟฆ่าเชื้ออีกครั้งหนึ่งก่อนปิดจุกขวดอาหารวุ้น

4.5 หลังจากเขี่ยเนื้อเยื่อเรียบร้อยแล้วให้เก็บรักษาขวดอาหารวุ้นในที่มืดและมีอุณหภูมิสูง ซึ่งจะช่วยให้เส้นใยของเห็ดเดินเต็มอาหารวุ้นเร็วขึ้น เส้นใยของเห็ดจะเดินเต็มอาหารวุ้นภายใน 10-15 วัน เมื่อเส้นใยเดินเต็มผิวอาหารวุ้นแล้ว ให้นำไปขยายลงในเมล็ดธัญพืชต่อไป หรือจะทำการถ่ายเชื้อเห็ดจากอาหารวุ้น ขยายลงบนขวดอาหารวุ้นหลายๆ ขวดก็ได้ ดังภาพประกอบ 4

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการเขี่ยเนื้อเยื่อเห็ดนางรมเลี้ยงบนอาหารวุ้น

ที่มา : ปัญญา โพธิ์รัตนิรัตน์,2532.

Mahasarakham University

การขยายเชื้อเห็ดนางรมบนเมล็ดธัญพืช

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

1. นำเมล็ดธัญพืชหรือข้าวฟ่างมาคัดเอาสิ่งเจือปนออก แล้วแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน

2. นำเมล็ดข้าวฟ่างมาต้มหรือนึ่งจนสุก แต่อย่าให้เมล็ดบานเพราะจะทำให้เมล็ดชื้นมากเกินไป และเส้นใยจะจับกันแน่นไม่สะดวกในการเขี่ยเชื้อจากเมล็ดธัญพืชลงถุงขี้เลื่อย

3. เมื่อเมล็ดข้าวฟ่างสุกดีแล้ว จึงนำมาผึ่งให้แห้งพอหมาดๆ แล้วจึงบรรจุในขวดแบน โดยให้ใส่เมล็ดข้าวฟ่างลงไปประมาณครึ่งขวดพร้อมกับจุกด้วยสำลีแล้วหุ้มด้วยกระดาษ

4. นำเมล็ดข้าวฟ่างๆไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นานประมาณ 20-30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ดข้าวฟ่าง

5. เมื่อเมล็ดข้าวฟ่างเย็นตัวลง ให้ทำการเขย่าขวดเมล็ดข้าวฟ่าง เพื่อให้ความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างภายในขวดกระจายสม่ำเสมอ ซึ่งจะช่วยให้เส้นใยเห็ดเดินเร็วขึ้น ในการเขย่าขวดเมล็ดข้าวฟ่างต้องระวังอย่าให้เมล็ดข้าวฟ่างมาโดนจุกสำลี เพราะจะทำให้มีโอกาสที่จะเกิดเชื้อปลอมปนได้ง่าย

6. หลังจากนั้นจึงทำการเขี่ยเชื้อเส้นใยเห็ดบนอาหารวุ้นใส่ลงไปโดยใช้เทคนิคการปลอดเชื้อ และควรปฏิบัติภายในตู้เขี่ยเชื้อ เส้นใยของเห็ดนางรมจะเจริญเต็มเมล็ดข้าวฟ่างภายใน 2-3 สัปดาห์ ซึ่งพร้อมที่จะนำไปเขี่ยลงถุงขี้เลื่อยต่อไป

การเพาะหัวเชื้อลงวัสดุหมัก

การหมักวัสดุที่จะใช้เพาะเห็ดนางรม จะแบ่งการหมักเป็น 2 วิธี คือ (วิชูรย์ พลาวุฑฒ์, 2527 : 109)

1. การหมักวัสดุที่ย่อยง่ายสลายเร็ว วัสดุเหล่านี้คือ ฟางข้าว ผักตบชวา ต้นกล้วย ใบไม้ และวัสดุหลังจากเพาะเห็ดอย่างอื่นแล้ว

วัสดุที่ย่อยง่ายสลายเร็วนี้มักมีธาตุอาหารของเห็ดอยู่สูงมาก แต่อาหารบางอย่างเห็ดก็เอาไปใช้ได้ยาก หากจะทำการหมักเสียก่อนก็จะให้ผลดียิ่งขึ้น วิธีการหมักนั้นจะต้องนำวัสดุที่จะหมักมาสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ความยาวประมาณ 5-6 ซม. ก่อนที่จะหมักควรเติมปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของปุ๋ย

Mahasarakham University

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

2. การหมักวัสดุที่ย่อยสลายตัวยาก วัสดุเหล่านี้คือ ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ซังข้าวโพด ต้นอ้อย ต้นข้าวโพด

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

วัสดุที่สลายตัวยากบางอย่าง เช่น ซังข้าวโพดบด ต้นข้าวโพดหรือข้าวฟ่างบด ขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน เช่นขี้เลื่อยไม้มะม่วง ไม้จิ๋ว ไม้นุ่น ไม้ก้ามปู ไม้ยางพารา อาจไม่ต้องหมักก็ได้ เพียงแต่เติมไปผสมเลย

Mahasarakham University

การเพาะเห็ดนางรมในปุ๋ยหมักหรือขี้เลื่อย

เมื่อเส้นใยเห็ดนางรมเจริญเต็มเมล็ดข้าวฟ่าง ขั้นต่อไปเป็นการทำให้เห็ดนางรมออกดอก ซึ่งอาจขยายเชื้อลงในถุงพลาสติกที่บรรจุปุ๋ยหมักหรืออาจขยายเส้นใยเห็ดลงในท่อนไม้ก็ได้ เพื่อให้เห็ดนางรมใช้อาหารจากวัสดุดังกล่าว สำหรับการเจริญและการพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดต่อไป

1. สูตรอาหารที่ใช้เพาะเห็ดนางรม สูตรอาหารที่ใช้เพาะเห็ดนางรมที่นิยมใช้กันมีหลายสูตร คือ (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์,2532 : 255)

สูตรที่ 1 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

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

สูตรที่ 2 สูตรนี้เป็นการเพิ่มอาหารเสริมให้แก่เห็ดนางรม เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น ประกอบด้วยสารต่าง ๆ ดังนี้

ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	100 ก.ก.
รำละเอียด	3-5 ก.ก
แป้งข้าวจ้าวหรือน้ำตาลทราย	3-5 ก.ก.
ปูนขาว	0.5-1 ก.ก.
ดีเกลือ	0.5 ก.ก.
น้ำ	65-70 ก.ก.

สูตรที่ 3 ประกอบด้วยสารต่างๆ ดังนี้

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

2. ขั้นตอนการเตรียมอาหารเพาะเห็ดนางรม ไม่ว่าผู้เพาะจะใช้วัสดุอะไรก็ตาม ขั้นตอนการเตรียมวัสดุดังกล่าวควรปฏิบัติดังนี้ (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์,2532 : 257)

Mahasarakham University

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

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

2.3 ให้เติมน้ำลงไปในวัสดุที่ใช้เพาะพร้อมกับคลุกส่วนผสมให้ความชื้นของส่วนผสมกระจายสม่ำเสมอ จากนั้นจึงทดสอบความชื้นของส่วนผสม โดยนำขึ้นมากำแล้วบีบ ถ้าพบว่ามีน้ำออกตามง่ามมือ แสดงว่ามีความชื้นมากเกินไป แต่ถ้าในขณะที่บีบไม่มีน้ำออกตามง่ามมือและเมื่อแบมือออกส่วนผสมแตกเป็นชิ้นๆ แสดงว่าส่วนผสมแห้งจนเกินไป ลักษณะความชื้นที่เหมาะสมคือ ในขณะที่ใช้มือกำและบีบส่วนผสม พบว่าไม่มีน้ำไหลออกตามง่ามมือ และเมื่อแบมือออก ส่วนผสมยังจับกันเป็นก้อน

2.4 เมื่อความชื้นของส่วนผสมวัสดุที่เพาะเหมาะสมแล้ว ให้นำวัสดุดังกล่าวบรรจุถุงพลาสติกให้หนักประมาณ 8 ขีด พร้อมกับสวมคอขวดใช้ยางรัดแล้วจุกด้วยสำลี หุ้มด้วยกระดาษแล้วใช้ยางรัด จากนั้นจึงนำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งประมาณ 3-4 ชั่วโมง นับจากน้ำเดือด

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

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

<u>โรงเรือนที่ใช้ในการเพาะเห็ดนางรม</u>

จากการที่สภาพความชื้นของอากาศ อุณหภูมิ และแสงสว่างภายนอกไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม การเพาะเห็ดจึงจำเป็นต้องเปิดถุง และทำให้เห็ดออกดอกภายในโรงเรือน

Mahasarakham University

เพาะเห็ด ลักษณะทั่วไปของโรงเรือนเพาะเห็ดนางรมภายในโรงเรือนบุด้วยพลาสติก ส่วนภายนอกและหลังคาควรมุงด้วยจาก จำนวนเชื้อที่ใช้ในการวางก้อนเชื้อจำนวน 5 ชั้น บริเวณที่ใช้ปลูกสร้างโรงเรือนควรมีร่มเงาไม้ เพื่อช่วยเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือนให้มากขึ้น

การรักษาความชื้นภายในโรงเรือนนับว่ามีความสำคัญมาก เพราะเห็ดตามธรรมชาติมีความต้องการสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นค่อนข้างสูง โรงเรือนที่ใช้เพาะเห็ดมีความชื้นน้อยควรใช้ที่ฉีดพ่นฝอยแบบที่ใช้ฉีดยาฆ่าแมลงก็ได้ฉีดพ่น ส่วนจำนวนครั้งจะมากน้อยแค่ไหนขึ้นกับสภาพความชื้นภายในโรงเรือนเพาะเห็ด โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบตุ้มเปียก – ตุ้มแห้งวัด และควรรักษาความชื้นภายในโรงเรือนให้อยู่ในระดับไม่ต่ำกว่า 80% (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์,2532 : 264)

<u>ปัญหาในการเพาะเห็ดนางรม</u>

ในการเพาะเห็ดนางรมเกษตรกรหรือผู้เพาะมักประสบปัญหาคล้ายกับการเพาะเห็ดชนิดอื่นๆ เกษตรกรจึงจำเป็นต้องศึกษาปัญหาดังกล่าว ตลอดจนสาเหตุและวิธีแก้ปัญหาให้ถูกต้อง ปัญหาที่พบทั่วๆ ไปพอจำแนกออกได้ดังนี้ (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์,2532 : 266)

1. เส้นใยไม่เดินลงถุงก้อนขี้เลื่อย หลังจากที่เขี่ยหัวเชื้อบนเมล็ดข้าวฟ่างลงในก้อนเชื้อแล้วเส้นใยเห็ดไม่เดินซึ่งเกิดจากหลายสาเหตุ คือ

1.1 หัวเชื้อเห็ดเป็นเชื้ออ่อน หรือเส้นใยที่นำมาทำหัวเชื้อเห็ด ผ่านการต่อเชื้อมาหลายครั้งทำให้เส้นใยอ่อนแอ ดังนั้นจึงควรเลือกหัวเชื้อที่ได้จากพันธุ์ดี ให้ผลผลิตสูง และไม่ควรมีการต่อเชื้อบ่อยนัก

1.2 หัวเชื้อเห็ดมีเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ ปลอมปน และเจริญแข่งกับเส้นใยเห็ด ดังนั้นในการเลี้ยงเชื้อต้องคอยตรวจสอบว่ามีเชื้ออื่นปลอมปนหรือไม่ โดยให้สังเกตตั้งแต่เลี้ยงบนอาหารวุ้นจะต้องมีแต่เส้นใยเห็ดแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น และหลังจากขยายเชื้อลงบนเมล็ดข้าวฟ่าง จะต้องไม่มีเชื้อจุลินทรีย์อื่นปลอมปน

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

Mahasarakham University

2. เส้นใยเห็ดเดินบางมาก ในบางกรณีหลังจากเขี่ยเชื้อเห็ดลงในถุงก้อนเชื้อแล้ว เส้นใยเห็ดจะเดินแค่ลักษณะการเดินของเส้นใยบางมาก และเมื่อนำไปเพาะจะไม่ค่อยเกิดดอก หรือให้ผลผลิตน้อย สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดจาก

2.1 ถุงก้อนเชื้อใช้วัสดุที่สลายตัวเกือบหมดแล้ว ทำให้อาหารเหลืออยู่น้อยไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย หรือวัสดุที่ใช้เพาะใส่อาหารเสริมน้อยเกินไป ดังนั้นการเพิ่มอาหารเสริมลงในวัสดุที่ใช้เพาะ จึงมีความจำเป็นมากในการเพิ่มผลผลิตของดอกเห็ด

2.2 การนึ่งฆ่าเชื้อวัสดุเพาะที่บรรจุในถุงพลาสติกไม่ดีพอ จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ แข่งกับเห็ดได้ เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดอาจจะสร้างสารบางอย่างตกค้างไว้ และสารดังกล่าวมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด ดังนั้นการนึ่งก้อนเชื้อควรใช้เวลาให้นานอย่างน้อย 3-4 ชั่วโมงนับจากน้ำเดือด

3. เส้นใยเห็ดเดินแล้วหยุด ในบางกรณีหลังจากเขี่ยเชื้อลงก้อนปุ๋ยหมักแล้ว พบว่า เส้นใยของเห็ดจะเดินได้ระยะหนึ่งก็หยุดไม่เจริญต่อไป สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดจาก

3.1 ถุงก้อนเชื้อมีความชื้นมากเกินไป สภาพดังกล่าวไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของเห็ด แต่เหมาะต่อการเจริญของแบคทีเรีย ถ้าความชื้นมากเกินไปจะสังเกตเห็นน้ำไหลเยิ้มมารวมกันที่ก้นถุง สภาพแบบนี้เชื้อแบคทีเรียจะเจริญดีมาก ทำให้ก้อนเชื้อมีกลิ่นเหม็นเน่าได้ ดังนั้นในการผสมน้ำลงในวัสดุที่ใช้เพาะต้องระวังอย่าให้น้ำมากเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเชื้อแบคทีเรียเจริญในถุงก้อนเชื้อแล้ว เชื้อเห็ดจะไม่สามารถเจริญลงไปในถุงก้อนเชื้อได้

3.2 เชื้อเห็ดอ่อนแอ ในบางกรณีถ้าสภาพแวดล้อมภายในถุงเห็ดไม่เหมาะสมและเชื้อที่ใส่ลงไปในถุงอ่อนแอ 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 ดังนั้นการปรับ

Mahasarakham University

สภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญมากต่อการพัฒนาของเส้นใยไปเป็นดอกเห็ด

5. ดอกเห็ดไม่พัฒนาเจริญไปเป็นดอก หลังจากที่เส้นใยเห็ดเจริญเต็มถุงแล้วพบว่า เส้นใยของเห็ดไม่พัฒนาไปเป็นดอกทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำ ในการเพาะเห็ดบางครั้งจะพบว่ามีดอกเห็ดเจริญบนก้อนเชื้อเล็กๆ 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 ไม่ให้ถูกกระทบก้อนเชื้อโดยตรง

5.5 เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายก้อนเชื้อเห็ดหลังจากเปิดถุง เนื่องจากภายในโรงเรือนสกปรก ทำให้เชื้อจุลินทรีย์และเชื้อโรคแพร่ระบาดมาก ดังนั้นการทำความสะอาดภายในโรงเรือนนับว่ามีความสำคัญมาก

5.6 อาจมีแมลงเข้าไปกัดทำลายก้อนเชื้อเห็ด ทั้งนี้เนื่องจากโรงเรือนสกปรกจึงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลงศัตรูเห็ด นอกจากนี้ก้อนเชื้อเห็ดหลังเก็บผลผลิตจนเห็ดไม่เจริญแล้ว เกษตรกรมักทิ้งไว้ตามข้างโรงเรือนจึงเป็นแหล่งอาศัยและแพร่เชื้อโรค ตลอดจนแมลงศัตรูเห็ดได้เป็นอย่างดี ดังนั้นเกษตรกรจึงจำเป็นต้องจัดโรงเรือนให้สะอาด และขุดฝังก้อนเชื้อที่เก็บผลผลิตแล้ว ซึ่งจะช่วยลดการแพร่ระบาดของศัตรูเห็ดได้อย่างมาก

<u>การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะ</u>

โดยทั่วไปแล้ววัตถุดิบเกือบทุกชนิดที่นำมาใช้ในการเพาะเห็ดจะมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนติดมาด้วย ดังนั้นก่อนการเพาะเห็ดจึงต้องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่อยู่ในวัสดุเพาะด้วยวิธีการนึ่งด้วยความร้อนก่อนการเพาะเห็ด ในกรณีที่นึ่งฆ่าเชื้อไม่ดีพอ ก็จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญขึ้นมาแข่งกับเส้นใย

ของเห็ด ทำให้เส้นใยเห็ดไม่เจริญเติบโต ซึ่งชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำให้ก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อน ได้แก่ (http://www.shroomery.org/5276/What-are-common-contaminants-of-the-mushroom-culture)

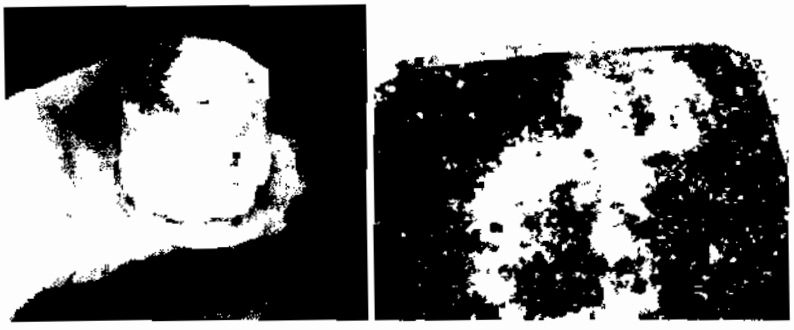
1. แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. มักพบการปนเปื้อนในเมล็ดข้าวฟ่างที่ใช้เป็นหัวเชื้อเห็ดทำให้เส้นใยเห็ดไม่เดิน ลักษณะของเมล็ดข้าวฟ่างที่ติดเชื้อแบคทีเรียกลุ่มนี้ จะมีลักษณะเป็นรอยด่างเหมือนเปียกน้ำ มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว ดังภาพประกอบ 5 เนื่องจากสปอร์ของแบคทีเรียชนิดนี้ดำรงชีวิตอยู่ได้ในอุณหภูมิสูง จึงมีโอกาสทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย

ภาพประกอบ 5 ลักษณะของเมล็ดข้าวฟ่างที่ปนเปื้อนเชื้อ *Bacillus* sp.
ที่มา http://www.shroomery.org

2. แบคทีเรียกลุ่ม *Pseudomonas* sp. เช่น *P. tolaasii* และ *P. fluorescens* จะมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ สีเหลืองอยู่บนดอกเห็ด (Carpophores) เมื่อโดนน้ำจะมีลักษณะเป็นเมือก เหนียวและลื่นเมื่อสัมผัส ดังภาพประกอบ 6 สามารถแพร่กระจายไปยังก้อนเชื้อเห็ดอื่นๆ ได้ง่ายโดยจะไหลไปตามน้ำที่ใช้ในการรด ในป้องกันและกำจัดสามารถทำได้โดยควบคุมความชื้นในโรงเพาะไม่ให้มีมากเกินไป เมื่อมีการกระจายการติดเชื้อไปยังก้อนเห็ดก้อนอื่นให้รดน้ำที่ผสมสารละลายคลอรีน

ภาพประกอบ 6 ลักษณะของดอกเห็ดที่มีการติดเชื้อ *Pseudomonas* sp.
ที่มา : http://www.shroomery.org

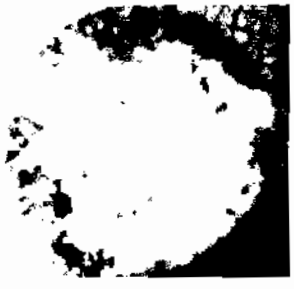
3. ราเขียว (Green Mold) เช่นเชื้อ *Trichoderma harzianum, T. viride* และ *T. koningii* เชื้อรากลุ่มนี้จะดำรงชีวิตอยู่ในวัสดุเพาะโดยการเจริญของเส้นใย ลักษณะของเส้นใยจะมีสีขาว สปอร์จะมีสีเขียว ดังภาพประกอบ 7 โดยทั่วไปแล้วจะพบราชนิดนี้ได้ใน ดิน กระดาษ ไม้แปรรูป สิ่งทอ ฟางข้าว เป็นต้น เมื่อเชื้อราชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ในวัสดุเพาะเห็ดจะสร้างสารพิษ (Toxin) ทำลายผนังเซลล์ของเห็ด ทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถเจริญต่อไปได้



ภาพประกอบ 7 ลักษณะของเชื้อราเขียว *Trichoderma* sp.

ที่มา : http://www.shroomery.org

4. ราสีชมพู (Pink Mold) เช่น เชื้อ *Neurospora sitophila* จะมีเส้นใยเป็นสีชมพู ดังภาพประกอบ 8 เชื้อราชนิดนี้มีการเจริญอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปแล้วจะเจริญอยู่ในดิน มูลสัตว์ และซากพืชที่ตายแล้ว เมื่อเกิดการปนเปื้อนในก้อนเชื้อเห็ดจะทำลายได้ยาก จะต้องนำก้อนเชื้อเห็ดที่ติดเชื้อราชนิดนี้ออกจากการเพาะเห็ดแล้วทำลายโดยการเผาทิ้ง เพื่อป้องกันไม่ให้สปอร์แพร่กระจายไปติดก้อนเห็ดอื่นๆ



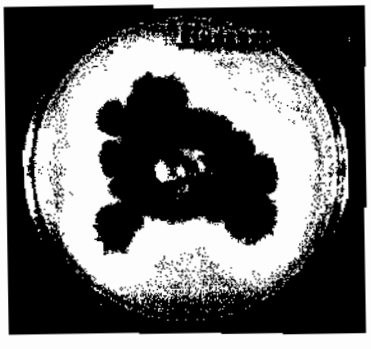
ภาพประกอบ 8 ลักษณะของเชื้อราสีชมพู *Neurospora sitophila*

ที่มา : http://www.shroomery.org

5. ราสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green Molds) เช่นเชื้อ *Penicillium* spp . เชื้อราชนิดนี้จะมีโคโลนีเป็นเขียวออกน้ำเงินบนผิวหน้าอาหาร คล้ายกับเชื้อ *Aspergillus sp.* ดังภาพประกอบ 9 เมื่อเชื้อราชนิดนี้ปนเปื้อนอยู่ในก้อนเชื้อเห็ด *Penicillium* spp . บางสายพันธุ์จะสร้างสารพิษทิ้งไว้ ทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถเจริญต่อไปได้

ภาพประกอบ 9 ลักษณะของเชื้อราสีเขียวแกมน้ำเงิน *Penicillium spp.*
ที่มา : http://www.shroomery.org

6. ราดำ (Black Mold) เช่นเชื้อ *Aspergillus* sp. ราชนิดนี้ พบได้ทั่วไปในอินทรีย์วัตถุ ลักษณะของเชื้อราจะมีโคโลนีสีเหลืองอ่อน จากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม แล้วเปลี่ยนเป็นสีดำ ดังภาพประกอบ 10 เชื้อ *Aspergillus* sp. บางสายพันธุ์จะสร้างสารพิษ เช่น *Aspergillus flavus* ที่มีสปอร์สีเหลืองปนเขียว จะสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน (Aflatoxins) ที่มีผลทำให้เส้นใยไม่สามารถเจริญได้



ภาพประกอบ 10 ลักษณะของเชื้อรา *Aspergillus* sp.
ที่มา : http://www.shroomery.org

7. ราหัวเข็ม (Pin Molds) เช่นเชื้อ *Rhizopus* spp. เป็นเชื้อราที่เจริญเติบโตได้เร็วมาก ลักษณะของเส้นใยจะยาวและมีสปอร์กลมดำเหมือนเข็มหมุด ดังภาพประกอบ 11 ส่วนใหญ่จะพบในวัตถุดิบที่เป็นฟางข้าว

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 11 ลักษณะของเชื้อราหัวเข็ม *Rhizopus* spp.

ที่มา : http://www.shroomery.org

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. ฟางข้าว

ฟางข้าวเป็นผลพลอยได้จากการปลูกข้าว มีมากหลังฤดูเก็บเกี่ยวข้าว เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโค-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%

2. ขี้เลื่อยไม้ยางพารา

ขี้เลื่อยไม้ยางพาราได้มาจากการตัดเนื้อไม้ยางพาราด้วยเลื่อยหรือเครื่องตัดไม้โดยอาจนำไปบดให้ละเอียดก่อนที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบ มีความชื้นประมาณ 49% โดยปกติแล้ว ขี้เลื่อยยางพาราจะประกอบด้วยเซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และลิกนิน (lignin) นิยมนำขี้เลื่อยมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดต่างๆ ซึ่งเห็ดนางรมจะใช้เวลาในการย่อยสลายสารประกอบเหล่านี้ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของเส้นใยและการผลิตดอกเห็ด

3. ผงชานอ้อย

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

4. ขุยมะพร้าว

ขุยมะพร้าวเป็นผลพลอยได้จากการนำเปลือกมะพร้าวแห้งที่นำมาปั่นให้เป็นผงเล็กๆ นิยมนำมาผสมกับดินเพื่อใช้สำหรับเพาะปลูกพืช มีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้คือ วัตถุแห้ง 97.0% เยื่อใยที่ประกอบด้วยเซลลูโลส 35.2 % และโปรตีน 1.5%

<u>สารแคลเซียมไฮดรอกไซด์</u>

คุณสมบัติทางเคมีของสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีคุณสมบัติทางเคมีดังนี้

ชื่อภาษาอังกฤษ	:	*Calcium hydroxide (แคลเซียมไฮดรอกไซด์)*
ชื่อเสมือน	:	*แคลเซียมไฮเดตร หรือปูนขาว*
สูตรทางเคมี	:	$Ca(OH)_2$
ลักษณะ	:	*เป็นของแข็งหรือผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่น ดังภาพประกอบที่12*
ส่วนประกอบ	:	*แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 90-100%*
ความเสถียร	:	*มีความคงตัว*

คำเตือน	:	*ทำให้ระคายเคือง หลีกเลี่ยงการสัมผัส ดวงตา ผิวหนัง เสื้อผ้า เก็บในภาชนะปิดสนิท ทำความสะอาดหลังการสัมผัส*
ความสามารถในการ-ถูกละลาย (น้ำ)	:	*เล็กน้อย(< 0.1 %)*
ข้อปฏิบัติ	:	*ใช้เครื่องช่วยหายใจแบบเต็มหน้า แนะนำให้สวมแว่นตานิรภัย เครื่องแบบ ผ้ากันเปื้อน ถุงมือยาง ทำการดูดไอควันหรือฝุ่นออกให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ กรณีระบายอากาศออกไปไม่ได้ ถ้าความเข้มข้นสูงให้ใช้เครื่องช่วยหายใจหรือใส่หน้ากากกันฝุ่น ตักใส่ภาชนะด้วยความระมัดระวังและนำออกจากที่เกิดเหตุ ทำความสะอาดบริเวณที่เกิดเหตุด้วยน้ำ*
กระบวนการกำจัด	:	*ปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมในประเทศ*
สารอันตรายอื่น	:	*ไม่รวมตัวกับ กรดแก่*
ผลกระทบจากการ-ได้รับสารพิษใน-ปริมาณสูง	:	*ผงฝุ่นอาจจะทำให้ ผิวหนัง ดวงตา จมูกและคอระคายเคือง การสัมผัสทำให้ ผิวหนัง ดวงตาระคายเคือง*
ความเป็นพิษ	:	*THRESHOLD LIMIT VALUE (TLV/TWA): 5MG/M3 LD50 (ORAL-RAT)(MG/KG) – 7340*
สารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง	:	*NTP: ไม่เกิด IARC: ไม่เกิด Z LIST: ไม่เกิด OSHA REG: ไม่เกิด*
การปฐมพยาบาล	:	*เรียกเจ้าหน้าที่ กรณีที่สัมผัสสารที่ผิวหนังหรือดวงตา ให้รีบล้างด้วยน้ำที่ไหลผ่านอย่างน้อย 15 นาที ทันที ล้างผิวหนังและดวงตาด้วยน้ำ*
อุปกรณ์ป้องกัน	:	*ควรสวมเครื่องแบบที่เหมาะสม แนะนำให้สวมแว่นตานิรภัย ถุงมือยาง ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจเมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของสารพิษเกินกว่ากำหนด*
อุปกรณ์ระบายอากาศ	:	*ทำการดูดไอควันหรือฝุ่นออกให้เหลือน้อยที่สุด*

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 12 สารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$

<u>สารโซเดียมไฮดรอกไซด์</u>

คุณสมบัติทางเคมีของสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีคุณสมบัติทางเคมีดังนี้

ชื่อภาษาอังกฤษ	:	sodium hydroxide
ชื่อเสมือน	:	*คอสติกโซดา, โซเดียมไฮเดรต*
สูตรทางเคมี	:	*NaOH*
ลักษณะ	:	*ของแข็ง สีขาว ไม่มีกลิ่น ดังภาพประกอบ 13*
ส่วนประกอบ	:	*โซเดียมไฮดรอกไซด์ 90-100 %*
ความเสถียร	:	*มีความคงตัว*
คำเตือน	:	*ทำให้เป็นแผลไหม้ได้ เป็นอันตรายหากกลืนกิน หรือ สูดดม หลีกเลี่ยงการสัมผัส ดวงตา ผิวหนัง เสื้อผ้า หลีกเลี่ยงการสูดผงฝุ่น เก็บในภาชนะปิดสนิท ใช้ในสถานที่ที่มีการระบายอากาศเพียงพอ ทำความสะอาดหลังการสัมผัสสะอาดหลังการสัมผัส*
ความสามารถในการ-ถูกละลาย (น้ำ)	:	*เห็นได้ชัดเจน (มากกว่า 10 %)*
ข้อปฏิบัติ	:	*ใช้เครื่องช่วยหายใจชนิดแบบเต็มหน้า แนะนำให้สวมแว่นตานิรภัย เครื่องแบบ ผ้ากันเปื้อน ถุงมือยาง ทำการดูดไอควันหรือฝุ่นออกให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ กรณีระบายอากาศออกไปไม่ได้ ถ้าความเข้มข้นสูงเกิน 60 ppm ให้ใช้เครื่องช่วยหายใจหรือใส่หน้ากากกันฝุ่น ตักใส่ภาชนะด้วยความระมัดระวังและนำออกจากที่เกิดเหตุ ทำความสะอาดบริเวณที่เกิดเหตุด้วยน้ำ เมื่อเกิดสารหกรั่วไหลใช้ผลิตภัณฑ์*

Mahasarakham University

		J. T. BAKER NEUTRACIT-2(R) CAUSTIC NEUTRALIZER
กระบวนการกำจัด	:	*ปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมในประเทศ*
สารอันตรายอื่น	:	*ไม่รวมตัวกับ น้ำ , กรดแก่, โลหะส่วนใหญ่, วัสดุติดไฟ, สารออร์แกนิก, สังกะสี, อะลูมินัม, แมกนีเซียม, ฮาโลจีเนต ไฮโดรคาร์บอน เมื่อสัมผัสกับความชื้นและน้ำจะทำให้เกิดความร้อนหรือติดไฟกับวัสดุติดไฟได้ ทำปฏิกิริยากับโลหะได้ก๊าซไฮโดรเจนสามารถฟอร์มเป็นระเบิดได้*
ผลกระทบจากการ-ได้รับสารพิษ-ในปริมาณสูง	:	*การหายใจผงฝุ่นทำให้ระคายเคืองต่อระบบหายใจและปอด การสัมผัสทำให้ ผิวหนัง ดวงตาระคายเคืองและเป็นแผลไหม้ การรับประทานเข้าไปทำให้อาเจียน ปวดศีรษะ เป็นแผลไหม้ที่ปากและกระเพาะอาหาร*
ความเป็นพิษ	:	*THRESHOLD LIMIT VALUE (TLV/TWA): 2 MG/M3PERMISSIBLE EXPOSURE LIMIT (PEL): 2 MG/M3 LD50 (IPR-MOUSE)(MG/KG) - 40*
สารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง	:	NTP: ไม่เกิด IARC: ไม่เกิด Z LIST: ไม่เกิด OSHA REG: ไม่เกิด
การปฐมพยาบาล	:	*เรียกเจ้าหน้าที่ กรณีกลืนกินเข้าไป ถ้ายังมีสติ อย่าให้อาเจียน ให้ดื่มน้ำตามด้วยน้ำสัมสายชูเจืองจาง น้ำผลไม้ หรือไข่ขาว กรณีสูดดมเข้าไป เคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าหยุดหายใจให้ใช้เครื่องช่วยหายใจ ถ้าหายใจขัดให้ใช้ออกซิเจนช่วย กรณีที่สัมผัสสารที่ผิวหนังหรือดวงตาให้รีบล้างด้วยน้ำที่ไหลผ่านอย่างน้อย 15 นาทีทันที ล้างผิวหนังและดวงตาด้วยน้ำ*
อุปกรณ์ป้องกัน	:	*ควรสวมเครื่องแบบที่เหมาะสม แนะนำให้สวมแว่นตานิรภัย ถุงมือยาง ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันการหายใจเมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของสารพิษเกิน 60 ppm*
อุปกรณ์ระบายอากาศ	:	*ทำการดูดไอควันหรือฝุ่นออกให้เหลือน้อยที่สุด*

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 13 สารโซเดียมไฮดรอกไซด์

<u>อิทธิพลของสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีต่อวัสดุเพาะ</u>

เนื่องจากสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์มีคุณสมบัติเป็นเบสแก่ (pH > 7) ค่า pH ในระดับนี้ จะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา และแบคทีเรียได้ เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์จะสามารถเจริญได้ในสภาวะความเป็นเบสที่ระดับ 6 – 9 (Stolzer และ Grabbe, 1999) เมื่อนำวัสดุดิบที่เป็นพืชมาแช่ในน้ำผสมด่างที่เป็นเบสแก่ ด่างจะเข้าทำปฏิกิริยากับผนังเซลล์ของพืช ซึ่งจะย่อยสลายสารประกอบเชิงซ้อนที่เป็นเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน โดยจะเข้าไปเปลี่ยนโครงสร้างในกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลเซลลูโลสไปเป็นเซลลูโลสอะซิเตท ซึ่งเรียกว่ากระบวนการ acetylation และเปลี่ยนโครงสร้างในกระบวนการสร้างลิกนิน ซึ่งเรียกว่ากระบวนการ lignification ในพืช ทำให้สารประกอบเหล่านี้มีขนาดโมเลกุลที่เล็กลง (Sehoon และ Holtzapple, 1991)

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

ดีพร้อม (2518) รายงานว่า ดร.วินิจ แข้งศรี นำเห็ดนางรมจากประทศสหรัฐอเมริกามาทดลองเพาะเป็นการค้าครั้งแรก และในปี 2510 และ 2511 พันธุ์ทวี ภักดีดินแดน เพาะเห็ดนางรมโดยใช้ซังข้าวโพดผสมกับมูลสัตว์ต่างๆ และสูตรอื่นๆ อีกหลายชนิด ดีพร้อม (2518) เพาะเห็ดนางรมในวัสดุปลูกที่มีอัตราส่วนผสมที่แน่นอนสามารถเพาะได้ผลผลิต เช่น (1) ขี้เลื่อย 2 ลิตร ผสมข้าวโพดป่น (หรือรำละเอียด) 100 กรัม (2) ขุยมะพร้าว 2 ลิตร ผสมข้าวโพดป่น (หรือรำละเอียด) 100 กรัม (3) ขุยมะพร้าวทำให้ชื้นด้วยน้ำมะพร้าว (4) ขี้เลื่อยหมักกับขี้ม้าอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร นำมาผสมกับซังข้าวโพดป่นซึ่งแช่น้ำ 1 คืน อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร (5) ซังข้าวโพดป่นล้วนแช่น้ำ 1 คืน ผสมซังแห้งคลุกพอหมาด (6) ซังข้าวโพดป่น 30% ผสมฟางข้าวโพดสับละเอียด 40% และเปลือกถั่วลิสง 30% และ (7) ใส่นุ่นแช่น้ำบีบน้ำออกพอหมาดๆ

วิทยา (2546) ได้ศึกษาผลของสารเร่ง พด. - 1 และสารประกอบไนโตรเจนต่อการย่อยสลายขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม โดยแบ่งออกเป็น 6 สภาวะการทดลอง คือ สภาวะการทดลองย่อยสลายที่ไม่มีการเติมสารใด ๆ ลงในขี้เลื่อยไม้ยางพารา และสภาวะการทดลองย่อยสลายที่มีการเติมสารเร่ง พด.-1 0.15% (โดยน้ำหนัก) และสารยูเรียในอัตราส่วน 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5% และ 2.0% (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ พบว่าขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่มีการเติมสารเร่ง พด.-1 ร่วมกับยูเรีย 0.5% และหมักเป็นระยะเวลา 9 วัน เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม และจากการเปรียบเทียบผลผลิตดอกเห็ดเมื่อใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ไม่ผ่านการหมักและผ่านการหมัก 9 วัน โดยมีการเติมสารเร่ง พด.-1 และยูเรีย 0.5% พบว่าการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ไม่ผ่านการหมักสามารถให้ผลผลิตดอกเห็ดจำนวน 5 รุ่น น้ำหนักรวมทั้งสิ้น 344.6 กก.ต่อก้อนเชื้อขี้เลื่อย 1,000 ก้อน และเมื่อใช้ขี้เลื่อยที่ผ่านการหมัก 9 วันสามารถให้ผลผลิตดอกเห็ดจำนวน 6 รุ่น น้ำหนักรวมทั้งสิ้น 499.1 กก.ต่อก้อนเชื้อขี้เลื่อย 1,000 ก้อน

Baysal และคณะ (2003) ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมโดยใช้กระดาษเหลือทิ้งเป็นวัสดุเพาะเห็ดผสมกับวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ในอัตราส่วนที่ต่างกัน 7 ชนิดได้แก่ กระดาษเหลือทิ้ง 100 % กระดาษเหลือทิ้งผสมถ่านหินโบลูในอัตราส่วน 90:10 (w/w), กระดาษเหลือทิ้งผสมถ่านหินโบลูในอัตราส่วน 80:20 (w/w) กระดาษเหลือทิ้งผสมมูลไก่ในอัตราส่วน 90:10 (w/w) กระดาษเหลือทิ้งผสมมูลไก่ในอัตราส่วน 80:20 (w/w) กระดาษเหลือทิ้งผสมแกลบในอัตรา 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 และคณะ (2004) ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมโดยนำวัสดุเพาะเห็ดนางรม 5 ชนิด คือ หญ้า(*Digitaria decumbens*), แกนข้าวโพด, เปลือกหุ้มข้าวโพด, เปลือกหุ้มข้าวโพดผสมเศษเมล็ดกาแฟ และหญ้าผสมเศษเมล็ดกาแฟ อย่างละ 10 กิโลกรัม แช่ในน้ำที่มีด่างผสมอยู่ 0.5% ระยะในการแช่แปรผันระหว่าง 0-48 ชั่วโมง และศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะ 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 $3x10^6$-10^7 cell ml^{-1}

Deepak และคณะ (2005) ได้ทำการเพาะเห็ดนางรม 3 สายพันธ์ คือ *Pleurotus florida* Eger (EM 1303), *Pleurotus pulmonarius* (Fries) Quelet (EM 1302) และ *Pleurotus sajor-caju*

Mahasarakham University

(Fries) Singer (EM 1304) ในวัสดุเพาะ 2 ชนิด คือ ฟางข้าวสาลีและกากอ้อย ผสมกับกากน้ำตาล ในอัตราความเข้มข้นที่ต่างกัน 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% และพบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อราคือ เชื้อ *Trichoderma harzianum*

Hashimoto และ Takahashi (1976) เพาะเห็ดนางรมโดยใช้ฟางข้าวผสมรำ หนังสือพิมพ์ผสมรำ 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

Hernandez และคณะ (2003) ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมโดยนำวัสดุเพาะเห็ดคือหญ้า(*Digitaria decumbens*) 70% ผสมกับเศษเมล็ดกาแฟ 30% และเติมด้วย $Ca(OH)_2$ 2% หมักในสภาวะที่แตกต่างกัน 5 สภาวะ นาน 5 วัน เพื่อเตรียมเป็นวัสดุสำหรับเพาะเห็ดนางรม ได้แก่ สภาวะแรก เป็นตัวควบคุมทำการหมักวัสดุเพาะเป็นกองบนพื้นปกคุมกองด้วยพลาสติก และทำการกลับกองวัสดุหมักวันละครั้ง ทุกวัน สภาวะที่ 2 หมักวัสดุเพาะในถังหมักโดยไม่กลับกองวัสดุหมักและไม่มีช่องระบายอากาศ สภาวะที่ 3 หมักวัสดุเพาะในถังหมักโดยไม่กลับกองวัสดุหมักและมีช่องระบายอากาศ สภาวะที่ 4 หมักวัสดุเพาะในถังหมักโดยกลับกองวัสดุหมักวันละครั้งทุกวัน และไม่มีช่องระบายอากาศ และสภาวะที่ 5 หมักวัสดุเพาะในถังหมักโดยมีการกลับกองวัสดุหมักทุกวัน และมีช่องระบายอากาศ โดยไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ จากการทดลองพบว่าวัสดุเพาะเห็ดทั้ง 5 สภาวะ สามารถเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมได้ โดยค่า %BE ของเห็ดนางรมทั้ง 5 สภาวะที่ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 59.79% - 93% ในการเก็บเกี่ยว 2 รุ่น

Kalberer (1976) เพาะเห็ดนางรมในฟางข้าว 93% ผสม glass meal 7% และให้ความชื้น 3 ระดับ คือ 78.5, 77.0 และ 72.4% ปรากฏว่าความชื้นในวัสดุเพาะ 77% ให้ผลผลิตสูงสุด

Mehrotea และคณะ (1983) ใช้กากใบชา 300 กรัม ผสมเศษกระดาษ 500 กรัม ขี้เถ้าไม้ 25 กรัม และยีสต์ 3 กรัม ในการเตรียมเป็นวัสดุเพาะเห็ดนางฟ้า จากการทดลองพบว่าสามารถเพาะเห็ดนางฟ้าได้ ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัด

Shah และคณะ (2004) ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเพาะเห็ดที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ฟางข้าวสาลี, ใบไม้ และขี้เลื่อย โดยนำวัสดุเหล่านี้มาแช่น้ำนาน 24 ชั่วโมงและผสมด่างลงไปในอัตรา 5% จากนั้นทำการหมักวัสดุเหล่านี้นาน 5 วัน โดยมีผ้าพลาสติกคลุมกองวัสดุหมัก และมีการนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121°C ด้วยความดัน 12-20 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว จากการทดลองพบว่าขี้เลื่อยเป็นวัสดุ

Mahasarakham University

เพาะเห็ดที่ดีที่สุดในการเพาะเห็ดนางรมโดยมีปริมาณของดอกเห็ดสูงสุดคือ 646.9 กรัม จากการเก็บเกี่ยวดอกเห็ด 3 รุ่น

Srijumpa และ Seehawong (2002) ได้ทำการศึกษาการใช้หญ้าบางชนิดเป็นวัสดุเพาะเห็ดตระกูลนางรม (*Pleurotus* sp.) ที่สวนวิจัยพืชสวนเชียงราย ในภาคเหนือของประเทศไทย ระหว่างเดือน มิถุนายน 2542 – มิถุนายน 2543 โดยนำหญ้า 3 ชนิด คือ แขม เลง และก๋ง มาหมักร่วมกับปุ๋ยยูเรีย และดีเกลือ ก่อนการบรรจุในถุงพลาสติก ซึ่งพบว่า หญ้าทั้ง 3 ชนิดสามารถใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดนางรมฮังการีได้ดี และระหว่างหญ้าทั้ง 3 ชนิด พบว่าหญ้าแขมหมักให้ผลผลิตสูงสุด

Mahasarakham University

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Reserch) โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) ชนิดอิทธิพลกำหนด (Fixed Effect Model) มี 41 สภาวะการทดลอง แต่ละสภาวะการทดลองมี 10 ถุง รวมจำนวนถุงทั้งหมด 410 ถุง

วัสดุอุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับเพาะเห็ดนางรม
   - ฟางข้าว
   - ผงชานอ้อย
   - ขุยมะพร้าว
   - ขี้เลื่อยไม้ยางพารา
   - รำละเอียด
   - ปูนขาว
   - ดีเกลือ
   - ปิเปต
   - ถังพลาสติก
   - มีด
   - เครื่องตัดย่อยวัสดุ
   - ถาด
   - ถุงพลาสติก polyethylene ขนาด 2 กิโลกรัม
   - ยางยืด
   - คอขวดพลาสติก
   - กระดาษและสำลี
   - โรงเพาะเห็ด
   - บัวรดน้ำ หรือสายยาง

Mahasarakham University

- เครื่องวัดอุณหภูมิ
- เชื้อเห็ดนางรมที่เจริญบนข้าวฟ่างในขวด

2. อุปกรณ์สำหรับการหาน้ำหนักสด และค่า pH
   - เครื่องชั่ง
   - บีกเกอร์
   - ฟลอยด์
   - เครื่องวัด pH (pH meter) (Horiba, F-12)
3. อุปกรณ์สำหรับทดสอบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์
   - บีกเกอร์
   - เครื่องผสม (Vortex mixer) (Scientific Industries, G-560E)
   - หลอดทดลอง
   - จานเลี้ยงเชื้อ (Petri dish)
   - ปิเปต
   - หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) (Hyrayama, HV-85)
   - อาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar medium
   - แท่ง Spreader
   - ตู้บ่มเชื้อ
   - กล้องจุลทรรศน์
4. สารเคมี
   - แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$)
   - สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
   - โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
   - Agar
   - Glucose
   - Peptone
   - Dextose
   - Yeast extract
   - Beef extract
   - Malt extract
5. สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ
   - สูตรอาหาร PDA สำหรับเลี้ยงเชื้อรา

- สูตรอาหาร NA สำหรับเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย
- สูตรอาหาร YM สำหรับเลี้ยงเชื้อยีสต์

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

1. การเตรียมวัสดุเพาะเห็ด และวิธีการเพาะเห็ด

วัตถุดิบที่นำมาใช้เตรียมเป็นวัสดุเพาะเห็ดมี 5 ชนิด คือ ฟางข้าว ผงขานอ้อย ขี้เลื่อยไม้ยางพาราผสมผงขานอ้อย (ในอัตราส่วน 50:50 w/w) ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และขุยมะพร้าว โดยวัตถุดิบที่เป็นฟางข้าวนั้นต้องสับให้มีขนาดเล็กลง ประมาณ 3-4 ซม. ด้วยเครื่องสับก่อน ทำการเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิดโดยแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ที่ความเข้มข้น 4 ระดับที่แตกต่างกันคือ 0%, 0.5%, 1% และ 2% (โดยน้ำหนัก) เทียบกับวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านกรรมวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ ตามวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

1.1 การเตรียมวัสดุเพาะเห็ดและวิธีการเพาะเห็ดของชุดควบคุม (Control) มีวิธีการดังต่อไปนี้คือ

1.1.1 นำวัตถุดิบที่เป็นขี้เลื่อยที่เตรียมไว้แล้วมา 10 กก.

1.1.2 นำมาปรับความชื้นให้มีความชื้นประมาณ 70% โดยการกำวัสดุดูว่าไม่มีน้ำไหลออกตามง่ามมือและเมื่อแบมือวัสดุก็ยังจับตัวเป็นก้อน ผสมรำละเอียด 500 กรัม ดีเกลือ 50 กรัม และ ปูนขาว 100 กรัม คลุกให้เข้ากัน นำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซนต์ความชื้นอีกครั้ง (ภาคผนวก ข)

1.1.3 บรรจุลงในถุงถุงพลาสติก polyethylene ขนาด 1 กิโลกรัม ให้พอดีกับถุงเพื่อสวมคอขวด แล้วใช้ยางรัด อุดด้วยจุกสำลีหุ้มด้วยกระดาษแล้วใช้ยางรัดอีกครั้ง

1.1.4 นำมานึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งที่ความดัน 15 - 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121°C นาน 3-4 ชั่วโมง เมื่อนึ่งเสร็จแล้วให้ตั้งทิ้งไว้จนเย็น

1.1.5 เขี่ยสปอร์เห็ดนางรมที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่าง 50 กรัม ลงในถุงเพาะที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว อุดด้วยจุกสำลี หุ้มด้วยกระดาษแล้วใช้ยางรัด

1.1.6 นำไปบ่มเชื้อในบริเวณที่มืด และอุณหภูมิห้อง จนเส้นใยเห็ดเจริญเติบโต

1.1.7 เมื่อเส้นใยเจริญเต็มถุงแล้วนำไปเปิดดอกในโรงเปิดดอกเห็ดเพื่อทำการเก็บดอกเห็ดและบันทึกผลการทดลอง

1.2 การเตรียมวัสดุเพาะเห็ดและวิธีการเพาะเห็ดโดยแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ มีวิธีการดังต่อไปนี้

1.2.1 นำวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ที่เตรียมไว้แล้วมาอย่างละ 10 กิโลกรัม

Mahasarakham University

1.2.2 แช่ในถังพลาสติกขนาด 75 ลิตร ที่บรรจุน้ำ 20 ลิตร (อุณหภูมิ 25 ± 2°C) ผสมกับสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณความเข้มข้นของสารที่ต่างกันคือ 0%, 0.5%, 1% และ 1.5% ดังนี้

ถังที่ 1 ฟาง : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%

ถังที่ 2 ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%

ถังที่ 3 ขุยมะพร้าว : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%

ถังที่ 4 ผงชานอ้อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%

ถังที่ 5 ผงชานอ้อย+ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%

ถังที่ 6 ฟาง : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0.5%

ถังที่ 7 ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0.5%

ถังที่ 8 ขุยมะพร้าว : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0.5%

ถังที่ 9 ผงชานอ้อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0.5%

ถังที่ 10 ผงชานอ้อย+ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 0 .5%

ถังที่ 11 ฟาง : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%

ถังที่ 12 ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%

ถังที่ 13 ขุยมะพร้าว : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%

ถังที่ 14 ผงชานอ้อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%

ถังที่ 15 ผงชานอ้อย+ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%

ถังที่ 16 ฟาง : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%

ถังที่ 17 ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%

ถังที่ 18 ขุยมะพร้าว : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%

ถังที่ 19 ผงชานอ้อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%

ถังที่ 20 ผงชานอ้อย+ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร $Ca(OH)_2$ = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%

1.2.3 หลังจากแช่ครบ 36 ชั่วโมงแล้ว นำวัสดุเพาะเห็ดออกมาแช่ในน้ำเปล่าประมาณ 5 นาที เพื่อให้ค่า pH ในวัสดุเพาะลดลง จากนั้นนำไปผึ่งแดดเพื่อให้สะเด็ดน้ำ

1.2.4 นำวัสดุเพาะเห็ดมาปรับความชื้นให้มีความชื้นประมาณ 70% ผสมรำละเอียด 500 กรัม ดีเกลือ 50 กรัม และปูนขาว 100 กรัม คลุกให้เข้ากัน นำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซนต์ความชื้นอีกครั้ง (ภาคผนวก ข)

1.2.5 บรรจุลงในถุงถุงพลาสติก polyethylene ขนาด 1 กิโลกรัม ให้พอดีกับถุงเพื่อสวมคอขวด แล้วใช้ยางรัดอุดด้วยจุกสำลีหุ้มด้วยกระดาษแล้วใช้ยางรัดอีกครั้ง

Mahasarakham University

1.2.6 เขี่ยสปอร์เห็ดนางรมที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่าง 50 กรัม ลงในถุงที่บรรจุวัสดุเพาะทุกชนิดไว้แล้ว อุดด้วยจุกสำลี หุ้มด้วยกระดาษแล้วใช้ยางรัด

1.2.7 จากนั้นจึงนำไปบ่มเชื้อในบริเวณที่มืดๆ และอุณหภูมิสูง เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเส้นใย

1.2.8 เมื่อเส้นใยเจริญเต็มถุงแล้วนำไปเปิดดอกในโรงเปิดดอกเห็ดเพื่อทำการเก็บดอกเห็ดเพื่อบันทึกผล

1.3 การเตรียมวัสดุเพาะเห็ดและวิธีการเพาะเห็ดโดยแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ มีวิธีการดังต่อไปนี้

1.3.1 นำวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ที่เตรียมไว้แล้วมาอย่างละ 10 กิโลกรัม

1.3.2 แช่ในถังพลาสติกขนาด 75 ลิตร ที่บรรจุน้ำ 20 ลิตร (อุณหภูมิ 25 ± 2°C) ผสมกับสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในปริมาณความเข้มข้นของสารที่ต่างกันคือ 0%, 0.5%, 1% และ 1.5% ดังนี้

ถังที่ 21 ฟาง : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%
ถังที่ 22 ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%
ถังที่ 23 ชุยมะพร้าว : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%
ถังที่ 24 ผงชานอ้อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%
ถังที่ 25 ผงชานอ้อย+ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0%
ถังที่ 26 ฟาง : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0.5%
ถังที่ 27 ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0.5%
ถังที่ 28 ชุยมะพร้าว : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0.5%
ถังที่ 29 ผงชานอ้อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0.5%
ถังที่ 30 ผงชานอ้อย+ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 0 .5%
ถังที่ 31 ฟาง : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%
ถังที่ 32 ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%
ถังที่ 33 ชุยมะพร้าว : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%
ถังที่ 34 ผงชานอ้อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%
ถังที่ 35 ผงชานอ้อย+ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 1%
ถังที่ 36 ฟาง : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%
ถังที่ 37 ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%
ถังที่ 38 ชุยมะพร้าว : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%
ถังที่ 39 ผงชานอ้อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%

Mahasarakham University

ถังที่ 40 ผงชานอ้อย+ขี้เลื่อย : น้ำ : สาร NaOH = 10 กก. : 20 ลิตร : 2%

1.3.3 หลังจากแช่ครบ 36 ชั่วโมงแล้ว นำวัสดุเพาะเห็ดออกมาแช่ในน้ำเปล่าประมาณ 5 นาที เพื่อให้ค่า pH ในวัสดุเพาะลดลง จากนั้นนำไปผึ่งแดดเพื่อให้สะเด็ดน้ำ

1.3.4 นำวัสดุเพาะเห็ดมาปรับความชื้นให้มีความชื้นประมาณ 70% ผสมรำละเอียด 500 กรัม ดีเกลือ 50 กรัม และปูนขาว 100 กรัม คลุกให้เข้ากัน นำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาค่าเปอร์เซนต์ความชื้นอีกครั้ง (ภาคผนวก ข)

1.3.5 บรรจุลงในถุงถุงพลาสติก polyethylene ขนาด 1 กิโลกรัม ให้พอดีกับถุงเพื่อสวมคอขวด แล้วใช้ยางรัดอุดด้วยจุกสำลีหุ้มด้วยกระดาษแล้วใช้ยางรัดอีกครั้ง

1.3.6 เขี่ยสปอร์เห็ดนางรมที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่าง 50 กรัม ลงในถุงที่บรรจุวัสดุเพาะทุกชนิดไว้แล้ว อุดด้วยจุกสำลี หุ้มด้วยกระดาษแล้วใช้ยางรัด

1.3.7 จากนั้นจึงนำไปบ่มเชื้อในบริเวณที่มืดๆ และอุณหภูมิสูง เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเส้นใย

1.3.8 เมื่อเส้นใยเจริญเต็มถุงแล้วนำไปเปิดดอกในโรงเปิดดอกเห็ดเพื่อทำการเก็บดอกเห็ดเพื่อบันทึกผล

2. การเตรียมโรงเรือนเพาะ

ก่อนที่จะนำก้อนเชื้อเห็ดเข้าโรงเพาะเพื่อเปิดดอกเห็ด ควรจะทำความสะอาดโรงเพาะเห็ดให้สะอาด มีอากาศถ่ายเทสะดวกและในระหว่างที่เปิดดอกควรรักษาความชื้นให้พอเหมาะโดยให้มีความชื้นภายในโรงเรือนประมาณ 70% และทำการวัดอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะทุกวันโดยให้มีอุณหภูมิภายในโรงเรือนประมาณ 20-23°C ดังภาพประกอบ 14

ภาพประกอบ 14 โรงเรือนเพาะเห็ด

3. วิธีการวัดค่า pH และกลุ่มของจุลินทรีย์ ในวัสดุเพาะเห็ด

3.1 ทำการวัดค่า pH ดังนี้

3.1.1 วัด pH เริ่มต้นของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิดก่อนที่จะแช่ในน้ำที่ผสมด่าง โดยนำวัสดุเพาะมาอย่างละ 1 กรัม แช่ในน้ำกลั่น 10 ml ทิ้งไว้ค้างคืนแล้ววัดด้วยเครื่องวัด pH meter

3.1.2 วัด pH ของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ในขณะที่กำลังแช่วัสดุเพาะในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ในชั่วโมงที่ 0 และ 36

3.1.3 วัด pH สุดท้ายของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ก่อนที่จะใช้เพาะ โดยนำวัสดุเพาะมาอย่างละ 1 กรัม แช่ในน้ำกลั่น 10 ml ทิ้งไว้ค้างคืนแล้ววัดด้วยเครื่องวัด pH meter

3.2 หากลุ่มของจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะเห็ด ได้ดังนี้

3.2.1 นำวัสดุเพาะหลังจากแช่ในน้ำผสมด่างมาอย่างละ 5 กรัม

3.2.2 ผสมกับสารละลาย NaCl 0.85% ปริมาตร 100 ml ด้วยเครื่องผสม

3.2.3 ดูดส่วนที่ใสจากการตกตะกอนมาอย่างละ 1 ml ใส่ในหลอดทดลอง ทำการเจือจาง (dilution) หาความเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อนับจำนวนโคโลนี

3.2.4 ดูดสารละลายเจือจางออกจากหลอดทดลองมาอย่างละ 0.1 ml เทลงบนผิวหน้าของอาหารในจานเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่จะศึกษา ซึ่งทำการศึกษาจุลินทรีย์โดยเพาะเลี้ยงในอาหารและสภาวะที่เหมาะสมดังนี้ (ภาคผนวก ก)

- เชื้อรา เพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- แบคทีเรีย เพาะเลี้ยงบนอาหาร NA บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- ยีสต์ เพาะเลี้ยงบนอาหาร YM บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.2.5 บริเวณของจุลินทรีย์จะปรากฏขึ้นเป็นโคโลนีตามวิธีการ spread plate จากนั้นนำมาแยกหาเชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธีขีดเชื้อ (ภาคผนวก ค)

3.2.6 นำเชื้อที่แยกได้ไปศึกษาชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ โดย

- เชื้อแบคทีเรียนำมานับจำนวนโคโลนี และย้อมสีแกรม (ภาคผนวก ง)
- เชื้อรานำมาศึกษาสัณฐานวิทยาชนิดของรา (ภาคผนวก จ)
- เชื้อยีสต์นำมาศึกษาสัณฐานวิทยาชนิดของยีสต์ (ภาคผนวก ฉ)

<u>วิธีวิเคราะห์ผล</u>

1. วิเคราะห์ผลการทดลองโดยทำการเก็บดอกเห็ดที่ได้จากทุกวัสดุ จนกว่าก้อนเห็ดจะไม่ออกดอก และนำเห็ดที่เก็บมาได้ มาทำการคำนวณหาค่า biological efficieney (BE) ตามสมการ

$$BE = \frac{\text{Biomas (fresh weight)} \times 100}{\text{Substrate weight (dry basis)}}$$

2. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบการเจริญของเส้นใย การออกหัวหมุด การออกดอกและผลผลิตของเห็ดนางรมในการทดลองนี้ใช้ F-test สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way Analysis of Variance) ในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) เปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่โดยวิธี Seheffe test

3. วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นของก้อนเห็ดที่ไม่มีการเจริญของเส้นใย

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจ

Mahasarakham University

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการวัดค่า pH ของวัสดุเพาะ

จากการศึกษาวัดค่า pH ของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด คือ ฟางข้าว ผงขานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงขานอ้อย (50 : 50 w/w) ขี้เลื่อย และขุยมะพร้าว ก่อนการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์($Ca(OH)_2$) และด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) พบว่าค่า pH ของวัสดุทั้ง 5 ชนิด มีค่าอยู่ระหว่าง 6.02 – 6.34 โดยวัสดุเพาะที่เป็นขุยมะพร้าวให้ค่า pH ต่ำสุดคือ 6.02 และวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยให้ค่า pH สูงสุดคือ 6.34 ดังแสดงในตารางที่ 1 หลังจากแช่วัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 4 ระดับที่แตกต่างกันคือ 0%, 0.5%, 1% และ 2% (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับแล้ว พบว่าค่า pH ของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิดที่แช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในชั่วโมงที่ 0 มีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 6.10 – 12.66 และค่า pH ของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ที่แช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในชั่วโมงที่ 0 มีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 6.14 – 13.98 ส่วนค่า pH ของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ นาน 36 ชั่วโมง มีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 5.12 - 12.36 และค่า pH ของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิดที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ นาน 36 ชั่วโมง มีค่าแปรผันอยู่ระหว่าง 5.12 - 13.22 จะเห็นได้ว่าในชั่วโมงที่ 36 ค่า pH ที่วัดได้มีค่าลดลง เนื่องจากในระหว่างที่แช่วัสดุในน้ำผสมด่างนั้นเกิดกระบวนการย่อยสลายของด่างที่มีต่อวัสดุเพาะ ซึ่งเหมือนกับการเกิดกระบวนการหมัก ทำให้ภาวะความเป็นกรดเพิ่มขึ้นดังนั้น ค่า pH จึงลดลง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตาราง 1 แสดงค่า pH เริ่มต้นของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ก่อนแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ $Ca(OH)_2$ และด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้นต่างๆ

สภาวะ	pH				
	ฟางข้าว	ผงขานอ้อย	ขี้เลื่อย+ผงขานอ้อย	ขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าว
ก่อนการแช่ด่าง	6.15	6.11	6.35	6.34	6.02

Mahasarakham University

ตาราง 2 แสดงค่า pH ของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิดที่แช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ในชั่วโมงที่ 0 และ 36

สภาวะ	pH				
	ขี้เลื่อย	ฟางข้าว	ผงซานอ้อย	ขุยมะพร้าว	ขี้เลื่อย+ผงซานอ้อย
ชั่วโมงที่ 0					
$Ca(OH)_2$ 0%	6.59	6.98	6.15	6.10	6.42
$Ca(OH)_2$ 0.5%	12.55	12.27	12.03	11.89	12.24
$Ca(OH)_2$ 1%	12.51	12.37	12.42	12.50	12.36
$Ca(OH)_2$ 2%	12.56	12.58	12.56	12.66	12.58
NaOH 0%	6.49	6.87	6.18	6.14	6.46
NaOH 0.5%	12.98	12.68	12.35	11.98	12.69
NaOH 1%	13.53	13.38	13.25	13.05	12.98
NaOH 2%	13.96	13.85	13.98	13.59	13.92
ชั่วโมงที่ 36					
$Ca(OH)_2$ 0%	5.72	5.12	6.09	5.97	5.90
$Ca(OH)_2$ 0.5%	9.52	9.33	9.79	9.99	10.17
$Ca(OH)_2$ 1%	11.28	11.76	11.97	10.09	11.98
$Ca(OH)_2$ 2%	12.34	12.13	12.25	12.36	12.19
NaOH 0%	5.72	5.12	6.09	5.97	5.90
NaOH 0.5%	10.52	10.33	10.79	10.06	10.67
NaOH 1%	12.89	12.69	12.97	12.09	12.26
NaOH 2%	12.87	12.93	13.12	13.22	13.06

เมื่อแช่วัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิดครบ 36 ชั่วโมงแล้ว นำวัสดุเพาะไปแช่ในน้ำธรรมดาเพื่อให้วัสดุเพาะมีค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม จากการวัดค่า pH สุดท้ายของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 4 ระดับที่แตกต่างกันคือ 0%, 0.5%, 1% และ 2% (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ ก่อนที่จะทำการถ่ายเชื้อเห็ดนางรม พบว่าค่า pH ที่วัดได้มีค่าอยู่ระหว่าง 5.53 – 8.70 โดยวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวที่แช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% จะให้ค่า pH ต่ำที่สุดคือ 5.53 ส่วนขุยมะพร้าวที่แช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% ให้ค่า pH สูงที่สุดคือ 8.70 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตาราง 3 แสดงค่า pH สุดท้ายของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% นาน 36 ชั่วโมง แล้วนำมาแช่ในน้ำธรรมดาก่อนทำการเพาะเห็ด

สภาวะ	pH				
	ฟางข้าว	ผงชานอ้อย	ขี้เลื่อย+ผงชานอ้อย	ขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าว
$Ca(OH)_2$ 0%	5.57	6.27	6.62	6.28	6.15
$Ca(OH)_2$ 0.5%	6.80	6.53	6.75	6.97	7.05
$Ca(OH)_2$ 1%	7.11	7.03	7.23	7.10	7.51
$Ca(OH)_2$ 2%	7.24	7.15	7.24	7.84	8.70
NaOH 0%	5.53	6.19	6.58	6.30	6.19
NaOH 0.5%	6.95	7.09	7.41	6.84	7.12
NaOH 1%	7.59	7.65	7.58	7.26	7.21
NaOH 2%	7.94	7.89	8.02	7.59	8.12

ผลการวิเคราะห์หาความชื้นและการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะ

จากการวิเคราะห์หาค่าความชื้นของวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ฟางข้าว ผงชานอ้อย ผงชานอ้อยผสมขี้เลื่อย ขี้เลื่อย และขุยมะพร้าว พบว่า วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยของตัวควบคุม (Control) ก่อนนำไปผ่านกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อมีค่าความชื้น 69.90% ส่วนวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 4 ระดับที่แตกต่างกันคือ 0%, 0.5%, 1% และ 2% (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ พบว่ามีค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 71.60% – 89.95% โดยวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% มีค่าความชื้นน้อยที่สุดคือ 71.60% ส่วนขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 89.95% ดังแสดงในตารางที่ 4

ตาราง 4 แสดงค่าเปอร์เซนต์ความชื้นของวัสดุเพาะและเปอร์เซนต์การปนเปื้อนของก้อนเห็ดในวัสดุเพาะเห็ดทั้ง 5 ชนิด ในทุกสภาวะ

สภาวะ	ความชื้น (%)	การปนเปื้อน (%)
ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)	69.90	0
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%	72.31	100
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%	71.60	100
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%	87.56	100
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%	85.44	100
ขุยมะพร้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%	89.95	100
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	71.62	80
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	82.14	100
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	84.25	100
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	83.69	100
ขุยมะพร้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	87.89	100
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	79.50	30
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	88.58	60
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	85.65	20
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	86.72	10
ขุยมะพร้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	88.87	100

ตาราง 4 (ต่อ)

ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	73.00	40
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	82.20	40
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	80.09	50
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	80.01	10
ขุยมะพร้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	87.69	100
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0%	75.06	100
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0%	78.29	100
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0%	85.58	100
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0%	87.25	100
ขุยมะพร้าวแช่ใน NaOH 0%	87.88	100
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%	75.23	50
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0.5%	84.32	100
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0.5%	81.45	100
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0.5%	87.21	100
ขุยมะพร้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	85.52	100
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%	80.41	70
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%	81.25	40
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%	84.89	50
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%	87.65	50
ขุยมะพร้าวแช่ใน NaOH 1%	88.21	100
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 2%	78.54	100
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 2%*	-	-
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%	82.44	40
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%	81.88	0
ขุยมะพร้าวแช่ใน NaOH 2%	85.23	100

* หมายเหตุ ไม่นำมาคิดหาค่าความชื้นและการปนเปื้อนเนื่องจากไม่สามารถนำมาเตรียมเป็นวัสดุสำหรับเพาะเห็ดได้

Mahasarakham University

จากการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในก้อนเชื้อเห็ด โดยใช้วัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ฟางข้าว ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย ขี้เลื่อย และขุยมะพร้าว พบว่า วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control) จะไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดเลย กล่าวคือ มีอัตราการเสียของก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 0% ส่วนวัสดุเพาะที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 4 ระดับที่แตกต่างกันโดยไม่นึ่งฆ่าเชื้อนั้น พบว่าวัสดุเพาะทั้ง 5 ชนิด ที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0% มีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 100% วัสดุเพาะที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ 0.5% พบว่ามีวัสดุเพาะ 4 ชนิด คือ ขี้เลื่อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย ผงชานอ้อย และขุยมะพร้าว มีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 100% ส่วนวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าว พบว่ามีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 80% วัสดุเพาะที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 1% พบว่าวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 30% วัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อยมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 60% วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อยมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 20% วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอัตรา 10% และวัสดุเพาะที่เป็นขุยมะพร้าวมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 100% วัสดุเพาะที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% พบว่าวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 40% วัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อยมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 40% วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อยมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 50% วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 10% และวัสดุเพาะที่เป็นขุยมะพร้าวมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 100% วัสดุเพาะที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.5% พบว่ามีวัสดุเพาะ 4 ชนิด คือ ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย ขี้เลื่อย และขุยมะพร้าวมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 100% ส่วนวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าว พบว่ามีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 50% วัสดุเพาะที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 1% พบว่าวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 70% วัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อยมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 40% วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อยมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 50% วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 50% และวัสดุเพาะที่เป็นขุยมะพร้าวมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 100% วัสดุเพาะที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2% พบว่าวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อยมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 40% วัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวและขุยมะพร้าวมีก้อนเชื้อเห็ดปนเปื้อนในอัตรา 100% วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยนั้นไม่พบการปนเปื้อนในก้อนเชื้อเห็ดโดยมีการปนเปื้อนในอัตรา 0% ส่วนวัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อยหลังจากแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% และผ่านการแช่ในน้ำธรรมดาแล้วตากผึ่งให้สะเด็ดน้ำให้แห้งปรากฏว่าผงชานอ้อยจับตัวแข็งเป็นแผ่นจึงไม่สามารถนำมาเตรียมเป็นวัสดุสำหรับเพาะเห็ดได้

Mahasarakham University

ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยลักษณะทั่วไปของก้อนเห็ดที่มีการปนเปื้อนนั้นจะมีสีเทาออกดำ และเป็นแถบสีเขียวในบางบริเวณ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากก้อนเห็ดที่มีการเจริญของเส้นใยเห็ดซึ่งเป็นสีขาว เมื่อนำโคโลนีที่เพาะเลี้ยงได้ ดังภาพประกอบที่ 15 (a – j) มาตรวจสอบและวิเคราะห์หาชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ทางสัณฐานวิทยาแล้วพบว่า มีเชื้อเชื้อ จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน ดังนี้

เชื้อชนิดที่ 1 ลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนอาหารแข็ง PDA มีสีเขียว เมื่อนำมาส่องกล้องจุลทรรศน์พบว่า เส้นใยมีสีขาว สปอร์มีสีเขียว ก้านชูอับสปอร์แตกเป็นกิ่งก้านคล้ายปีระมิด เมื่อนำลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นฐานของเชื้อราแล้ว คาดว่าน่าจะเป็นเชื้อรา *Trichoderma* sp. ดังภาพประกอบที่ 16(a)

เชื้อชนิดที่ 2 ลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนอาหารแข็ง PDA จะมีสีขาวนวลในช่วงแรก แล้วเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มออกน้ำเงิน เมื่อนำมาส่องกล้องจุลทรรศน์พบว่า ลักษณะของก้านชูอับสปอร์มีรูปร่างยาวแตกออกเป็นกิ่งก้านคล้ายมือคน มีสปอร์สีเขียวเข้มเป็นวงกลมต่อกันขึ้นไปหลายอัน ซึ่งเมื่อนำลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นฐานของเชื้อราแล้ว คาดว่าน่าจะเป็นเชื้อรา *Pennicillium* sp. ดังภาพประกอบที่ 16(b)

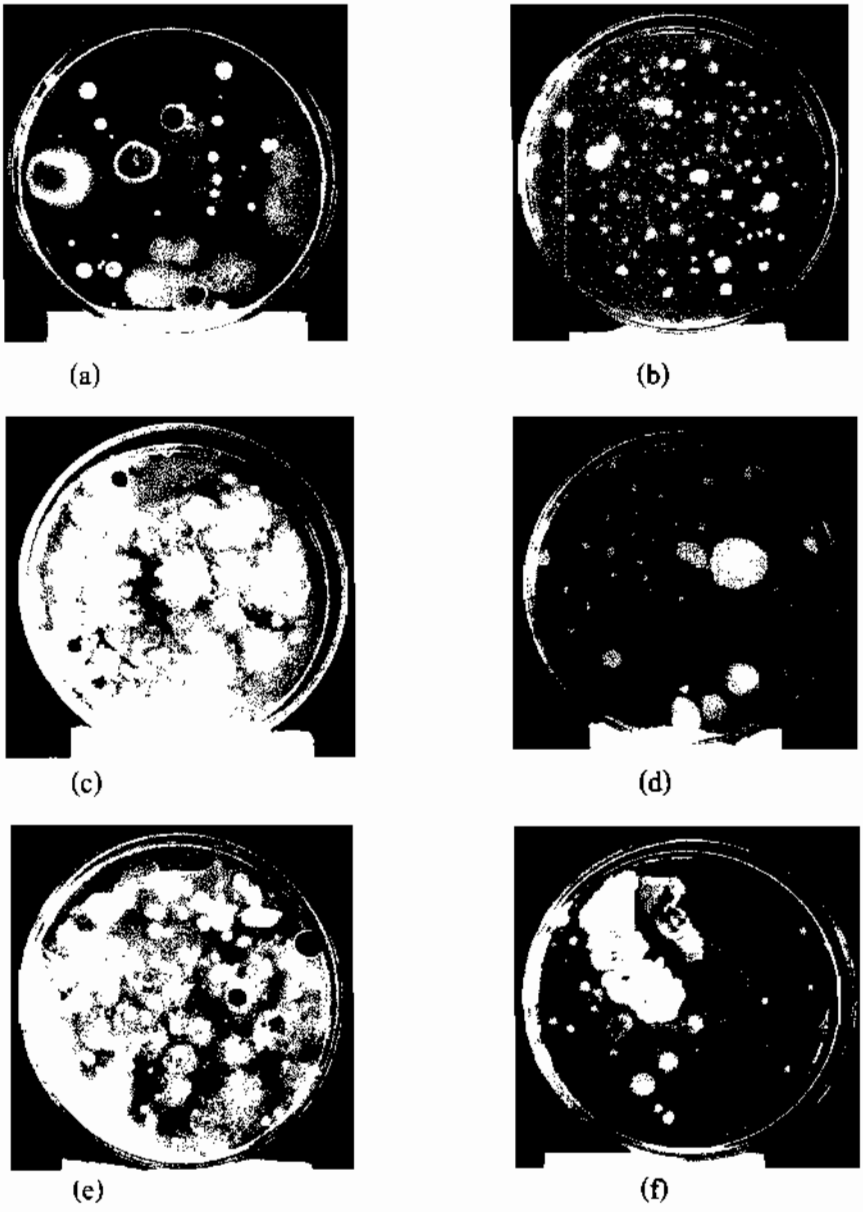
เชื้อชนิดที่ 3 ลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนอาหารแข็ง PDA จะมีสีนวลออกเหลือง จากนั้นจะเริ่มเห็นเส้นใยเป็นสีเขียวอ่อน เมื่อนำมาส่องกล้องจุลทรรศน์พบว่า เส้นใยจะมีลักษณะเป็นปล้องๆ ยาวต่อกันแตกออกเป็นกิ่งก้าน ที่ปลายของเส้นใยจะเป็นสปอร์สีเขียวออกเหลือง ซึ่งเมื่อนำลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นฐานของเชื้อราแล้ว คาดว่าน่าจะเป็นเชื้อรา *Monilia* sp. ดังภาพประกอบที่ 16(c)

เชื้อชนิดที่ 4 ลักษณะโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนอาหารแข็ง PDA มีสีเหลืองอ่อน จากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม แล้วเปลี่ยนเป็นสีดำ เมื่อนำมาส่องกล้องจุลทรรศน์พบว่า เส้นใยของรามีผนังกั้นเป็นห้องๆ มีก้านชูอับสปอร์ที่มีสปอร์ที่มีสีดำดั้งอยู่แผ่ออกไปคล้ายพัดหรือหางปลานกยูง ซึ่งเมื่อนำลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นฐานของเชื้อราแล้ว คาดว่าน่าจะเป็นเชื้อรา *Aspergillus* sp. ดังภาพประกอบที่ 16(d)

เชื้อชนิดที่ 5 ลักษณะของโคโลนีที่แยกได้ในอาหารแข็ง NA มีลักษณะกลม สีขาวนวล เมื่อนำมาย้อมสีแกรมพบว่า เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีรูปร่างเป็นแท่งสั้นๆ (rod) ดังภาพประกอบที่ 16(e)

เชื้อชนิดที่ 6 ลักษณะของโคโลนีที่แยกได้ในอาหารแข็ง NA มีลักษณะกลม สีออกเหลือง เมื่อนำมาย้อมสีแกรมพบว่า เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นแท่ง (bacilli) ดังภาพประกอบที่ 16(f)

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 15 ลักษณะโคโลนีของเชื้อราและแบคทีเรียที่แยกได้จากวัสดุทั้ง 5 ชนิดที่มีการปนเปื้อน

(a) โคโลนีของเชื้อราที่แยกได้จากฟางข้าว

(b) โคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากฟางข้าว

(c) โคโลนีของเชื้อราที่แยกได้จากผงชานอ้อย

(d) โคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากผงชานอ้อย

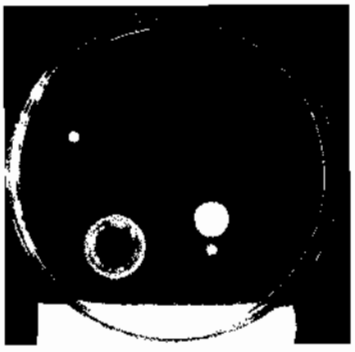
(e) โคโลนีของเชื้อราที่แยกได้จากขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย

(f) โคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย

Mahasarakham University

(g)

(h)



(i)

(j)

ภาพประกอบ 15 ลักษณะโคโลนีของเชื้อราและแบคทีเรียที่แยกได้จากวัสดุทั้ง 5 ชนิดที่มีการปนเปื้อน (ต่อ)

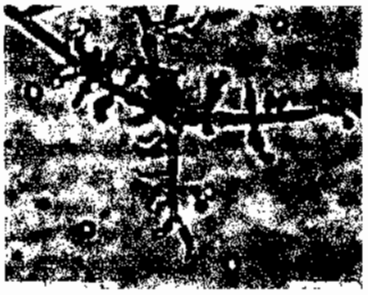
(g) โคโลนีของเชื้อราที่แยกได้จากขี้เลื่อย

(h) โคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากขี้เลื่อย

(i) โคโลนีของเชื้อราที่แยกได้จากขุยมะพร้าว

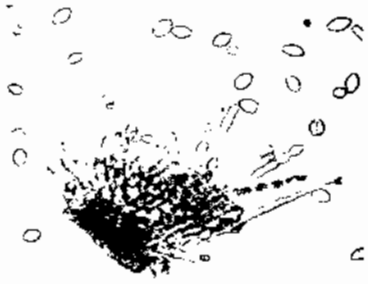
(j) โคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากขุยมะพร้าว

Mahasarakham University



(a)

(b)



(c)

(d)

(e)

(f)

ภาพประกอบ 16 ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ในวัสดุเพาะเห็ดทั้ง 5 ชนิด ที่มีการปนเปื้อน

(a) เชื้อ *Trichoderma* sp. (ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า)

(b) เชื้อ *Pennicillium* sp. (ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า)

(c) เชื้อ *Monilia* sp. (ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า)

(d) เชื้อ *Aspergillus* sp. (ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า)

(e) แบคทีเรียแกรมบวก (ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100 เท่า)

(f) แบคทีเรียแกรมลบ (ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100 เท่า)

Mahasarakham University

จากการศึกษาหาชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในก้อนเชื้อเห็ดแล้วพบว่า วัสดุเพาะแต่ละชนิดมีเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนไม่แตกต่างกันมากนัก โดยวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าว คาดว่าเป็นการปนเปื้อนกลุ่มของเชื้อรา *Trichoderma* sp., *Pennicillium* sp. และกลุ่มของแบคทีเรียชนิดแกรมบวกจำนวน 9.2×10^{7} cell ml^{-1} วัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อย คาดว่าเป็นการปนเปื้อนกลุ่มของเชื้อรา *Monilia* sp., *Pennicillium* sp., *Aspergillus* sp. กลุ่มของแบคทีเรียชนิดแกรมบวกจำนวน 4.7×10^{7} ccll ml^{-1} และแบคทีเรียชนิดแกรมลบจำนวน 9.4×10^{7} ccll ml^{-1} วัสดุเพาะที่เป็น ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย คาดว่าเป็นการปนเปื้อนกลุ่มของเชื้อรา *Monilia* sp., *Pennicillium* sp., *Aspergillus* sp. กลุ่มของแบคทีเรียชนิดแกรมบวกจำนวน 7.9×10^{7} cell ml^{-1} และแบคทีเรียชนิดแกรมลบจำนวน 1.2×10^{8} cell ml^{-1} วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อย คาดว่าเป็นการปนเปื้อนกลุ่มของเชื้อรา *Monilia* sp., *Pennicillium* sp., *Aspergillus* sp. กลุ่มของแบคทีเรียชนิดแกรมบวกจำนวน 3.2×10^{7} cell ml^{-1} และแบคทีเรียชนิด แกรมลบจำนวน 8.9×10^{7} cell ml^{-1} และวัสดุเพาะที่เป็นขุยมะพร้าว คาดว่าเป็นการปนเปื้อนกลุ่มของเชื้อรา *Trichoderma* sp., *Pennicillium* sp. กลุ่มของแบคทีเรียชนิดแกรมบวกจำนวน 7×10^{6} cell ml^{-1} และแบคทีเรียชนิดแกรมลบจำนวน 2.1×10^{7} cell ml^{-1} ดังแสดงในตารางที่ 5

Mahasarakham University

ตาราง 5 แสดงชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะเห็ดที่มีการปนเปื้อน

ชนิดของวัสดุเพาะ	ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	
	รา	แบคทีเรีย
ฟางข้าว	*Trichoderma* sp., *Pennicillium* sp.	แกรมบวก
ผงชานอ้อยแช่	*Monilia* sp., *Pennicillium* sp.,	แกรมบวก
	Aspergillus sp.	แกรมลบ
ขี้เลื่อย+ผงชานอ้อย	*Monilia* sp., *Pennicillium* sp.,	แกรมบวก
	Aspergillus sp.	แกรมลบ
ขี้เลื่อย	*Monilia* sp., *Pennicillium* sp.,	แกรมบวก
	Aspergillus sp.	แกรมลบ
ขุยมะพร้าว	*Trichoderma* sp., *Pennicillium* sp.	แกรมบวก
		แกรมลบ

ผลการเจริญของเส้นใย การออกหัวหมุด และการออกดอกของเห็ดนางรม

ในการวิเคราะห์ระยะเวลาการเจริญเดิบโตของเส้นใย โดยนับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มถ่ายเชื้อเห็ดนางรม จนกระทั่งเส้นใยมีการเจริญเต็มถุง จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาการเจริญของเส้นใยอยู่ในช่วงระหว่าง 21.50 – 55.00 วัน โดยวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ มีการเจริญของเส้นใยเร็วที่สุด คือ 21.50 วัน และวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.5% มีการเจริญของเส้นใยช้าที่สุด คือ 55.00 วัน ส่วนวัสดุเพาะที่ไม่มีการเจริญของเส้นใยเลย คือ ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% ขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 2% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% และขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพประกอบที่ 17 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการเจริญของเส้นใยในวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับ

Mahasarakham University

วัสดุเพาะทุกชนิดที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ตามลำดับ

ตาราง 6 แสดงระยะเวลาการเจริญของเส้นใยในทุกสภาวะการทดลอง

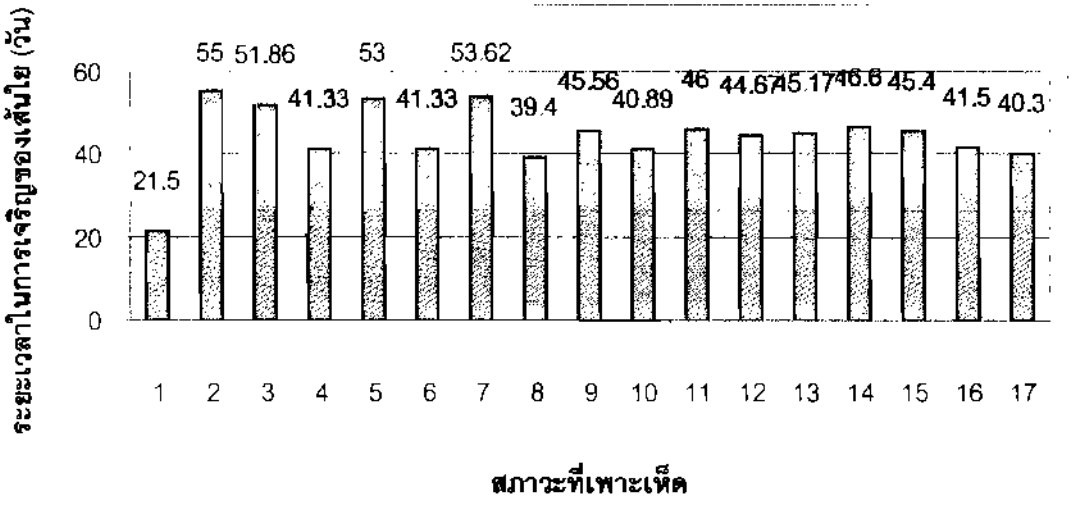
สภาวะ	ระยะเวลาในการเจริญของเส้นใย (วัน)
ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)	21.5±2.64[a]
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	55.00±1.41[d]
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	51.86±0.38[d]
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	41.33±0.52[b]
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	53.00±0.82[d]
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	41.33±2.80[b]
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	53.62±0.52[d]
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	39.40±1.52[b]
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	45.56±2.40[c]
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	40.89±1.62[b]
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%	46.00±0.00[c]
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%	44.67±0.00[b]

ตาราง 6 (ต่อ)

สภาวะ	ระยะเวลาในการเจริญของเส้นใย (วัน)
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%	45.17 ± 0.13^{c}
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 2%	-
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%	46.60 ± 0.55^{c}
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%	41.50 ± 1.16^{b}
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%	45.40 ± 0.55^{c}
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%	40.30 ± 0.00^{b}
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด

$^{a,b,c,...}$ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

* หมายเหตุ วัสดุเพาะที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติเนื่องจากมีการปนเปื้อนทั้งหมด



ภาพประกอบ 17 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม เมื่อเพาะเห็ดในสภาวะดังนี้

1 = ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)

2 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%

3 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

4 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

5 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

6 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

7 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

8 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

9 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

10 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

11 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%

12 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%

13 = ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%

14 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%

15 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%

16 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%

17 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%

ในการวิเคราะห์ระยะเวลาการเจริญไปเป็นดอกหมุด โดยนับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มถ่ายเชื้อเห็ดนางรม แล้วมีการเจริญของเส้นใย จนกระทั่งเจริญไปเป็นดอกหมุด จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาการเจริญไปเป็นดอกหมุดของวัสดุเพาะทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 34.30 – 96.25 วัน โดยวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ มีการเจริญไปเป็นดอกหมุดเร็วที่สุด คือ 34.30 วัน และวัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างที่ความเข้มข้น 1% มีการเจริญไปเป็นดอกหมุดช้าที่สุด คือ 96.25 วัน ส่วนวัสดุเพาะที่ไม่มีการเจริญไปเป็นดอกหมุดเลย คือ ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% ขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 2% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% และขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%. 1% และ 2% ดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพประกอบที่ 18 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการเจริญไปเป็นหัวหมุดในวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะทุกชนิดที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ตามลำดับ

Mahasarakham University

ตาราง 7 แสดงระยะเวลาในการออกหัวหมุดในทุกสภาวะการทดลอง

สภาวะ	ระยะเวลาในการออกหัวหมุด(วัน)
ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)	34.30 ± 5.52^{a}
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	87.00 ± 0.00^{bd}
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	91.43 ± 5.16^{cd}
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	74.33 ± 6.02^{b}
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	96.25 ± 10.14^{d}
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	81.83 ± 7.96^{bd}
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	92.38 ± 8.21^{cd}
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	75.80 ± 2.69^{bc}
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	84.44 ± 9.40^{bd}
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	74.67 ± 5.98^{b}
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%	81.20 ± 0.00^{bd}
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%	77.00 ± 0.00^{bc}
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด

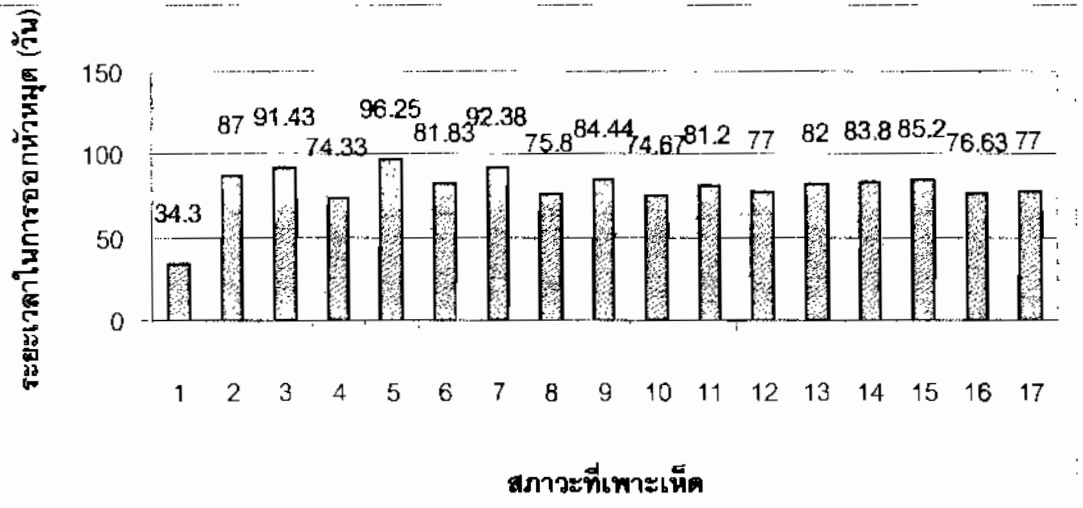
ตาราง 7 (ต่อ)

สภาวะ	ระยะเวลาในการออกหัวหมุด(วัน)
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%	82.00 ± 1.64^{bd}
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 2%	-
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%	83.80 ± 5.66^{bd}
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%	76.63 ± 2.05^{bc}
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%	85.20 ± 3.01^{bd}
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%	77.00 ± 0.00^{bc}
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด

$^{a,b,c,\ldots}$ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

* หมายเหตุ วัสดุเพาะที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติเนื่องจากมีการปนเปื้อนทั้งหมด

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 18 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการออกหัวหมุด เมื่อเพาะเห็ดในสภาวะดังนี้

1 = ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)

2 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%

3 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

4 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

5 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

6 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

7 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

8 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

9 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

10 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

11 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%

12 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%

13 = ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%

14 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%

15 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%

16 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%

17 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%

ในการวิเคราะห์ระยะเวลาการเจริญเป็นดอกเห็ด โดยนับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มถ่ายเชื้อเห็ดนางรม แล้วมีการเจริญของเส้นใย และเจริญไปเป็นดอกหมุดจนกระทั่งเริ่มออกดอก จากการศึกษาพบว่า ระยะเวลาการเจริญไปเป็นดอกเห็ดของวัสดุเพาะทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 38.10 – 100.25 วัน โดยวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ มีการเจริญเป็นดอกเห็ดเร็วที่สุด คือ 38.10 วัน และวัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างที่ความเข้มข้น 1% มีการเจริญเป็นดอกเห็ดช้าที่สุด คือ 100.25 วัน ส่วนวัสดุเพาะที่ไม่มีการเจริญไปเป็นดอกเห็ดเลย คือ ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% ขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 2% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสม ผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% และขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพประกอบที่ 19 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระยะเวลาในการออกดอกในวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะทุกชนิดที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ตามลำดับ

Mahasarakham University

ตาราง 8 แสดงระยะเวลาการออกดอกในทุกสภาวะการทดลอง

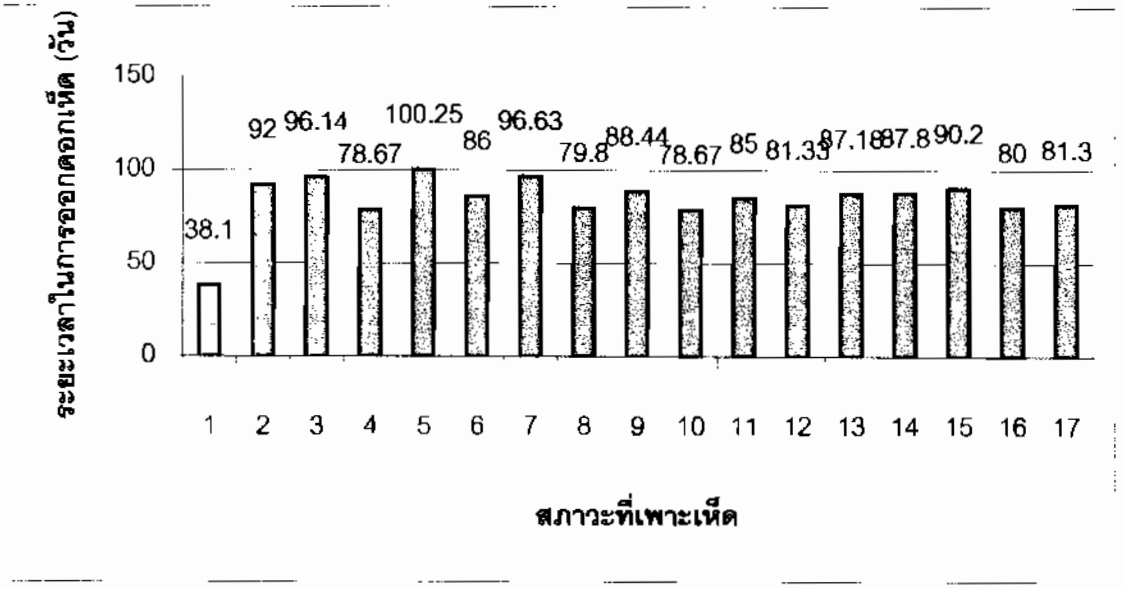
สภาวะ	ระยะเวลาในการออกดอก (วัน)
ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)	38.10±5.99[a]
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	92.00±0.00[bd]
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	96.14±5.27[cd]
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	78.67±6.19[b]
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	100.25±10.44[d]
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	86.00±7.87[bd]
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	96.63±8.0cd
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	79.80±2.68[bc]
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	88.44±9.40[bd]
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	78.67±5.98[b]
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%	85.00±0.00[bd]
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%	81.33±0.00[bc]
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด

ตาราง 8 (ต่อ)

สภาวะ	ระยะเวลาในการออกหัวหมุด(วัน)
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%	87.18 ± 1.27^{bd}
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 2%	-
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%	87.80 ± 5.66^{bd}
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%	80.00 ± 1.94^{bc}
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%	90.20 ± 3.01^{bd}
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%	81.30 ± 0.00^{bc}
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด

$^{a,b,c,...}$ ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

* หมายเหตุ วัสดุเพาะที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติเนื่องจากมีการปนเปื้อนทั้งหมด



ภาพประกอบ 19 แผนภูมิแสดงระยะเวลาในการออกดอก เมื่อเพาะเห็ดในสภาวะดังนี้

1 = ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)

2 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%

3 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

4 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

5 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

6 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

7 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

8 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

9 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

10 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

11 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%

12 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%

13 = ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%

14 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%

15 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%

16 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%

17 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%

ในการวิเคราะห์หาปริมาณผลผลิตของดอกเห็ด โดยทำการชั่งน้ำหนักสดของดอกเห็ดที่เก็บได้ต่อรุ่น จากการศึกษาพบว่า น้ำหนักของดอกเห็ดที่เก็บได้จากวัสดุเพาะทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่าง 41.67 – 916.66 กรัม โดยวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อให้ผลผลิตของดอกเห็ดมากที่สุด คือ 916.66 กรัม และให้ผลผลิตสูงสุดจำนวน 6 รุ่น วัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวที่ผ่านการแช่น้ำผสมด่างที่ความเข้มข้น 0.5% ให้ผลผลิตน้อยที่สุด คือ 41.67 กรัม และให้ผลผลิตสูงสุดจำนวน 2 รุ่น ส่วนวัสดุเพาะที่ไม่ให้ผลผลิตของดอกเห็ดเลย คือ ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% ขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 2% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% และขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ดังแสดงในตารางที่ 9 และภาพประกอบที่ 20 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลผลิตของดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% และ 2% ตามลำดับ

Mahasarakham University

ตาราง 9 แสดงน้ำหนักสดรวม และจำนวนรุ่นที่มีการออกดอกของดอกเห็ดนางรมในทุกสภาวะ

สภาวะ	น้ำหนักสดรวมของดอกเห็ด (กรัม)	จำนวนรุ่นที่มีการออกดอก (รุ่น)
ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)	916.66±114.53[a]	6
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	41.67±92.67[c]	2
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	196.66±1506[bc]	3
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	220.00±241.50[bc]	4
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	112.50±202.03[c]	4
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	275.00±263.49[bc]	5
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	275.00±176.17[bc]	5
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	220.83±258.38[bc]	5
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	487.50±203.22[ac]	6
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	518.75±201.85[ac]	6
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%	203.33±224.12[bc]	3
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%	96.67±157.49[c]	2
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0

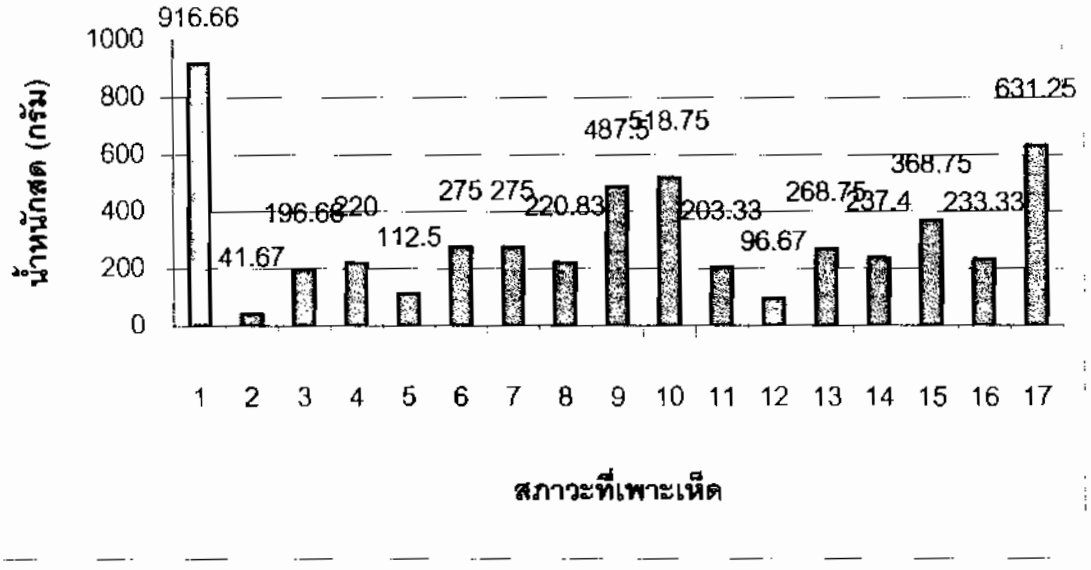
ตาราง 9 (ต่อ)

สภาวะ	น้ำหนักสดรวมของดอกเห็ด (กรัม)	จำนวนรุ่นที่มีการออกดอก (รุ่น)
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%	268.75±232.91^{bc}	5
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 2%	-	-
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%	237.50±259.13^{bc}	6
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%	368.75±338.51^{bc}	6
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%	233.33±259.61^{bc}	6
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%	631.25±93.20^{ab}	6
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด	0

$^{a,b,c,...}$ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

* หมายเหตุ วัสดุเพาะที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติเนื่องจากมีการปนเปื้อนทั้งหมด

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 20 แผนภูมิแสดงผลผลิตของดอกเห็ด เมื่อเพาะเห็ดในสภาวะดังนี้

1 = ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)

2 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%

3 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

4 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

5 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

6 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

7 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

8 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

9 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

10 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

11 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%

12 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%

13 = ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%

14 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%

15 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%

16 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%

17 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%

เมื่อนำปริมาณผลผลิตของดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะในทุกสภาวะการทดลองมาคำนวณหาค่า %BE (Biological efficiency) โดยเทียบกับน้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะ จากการศึกษาพบว่า ค่า %BE ที่คำนวณได้จากวัสดุเพาะทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 4.17% - 91.66% โดยวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อให้ค่า %BE มากที่สุด คือ 91.66% และวัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าวที่ผ่านการแช่น้ำผสมด่างที่ความเข้มข้น 0.5% ให้ค่า %BE น้อยที่สุด คือ 4.17% ส่วนวัสดุเพาะที่ไม่สามารถคิดค่า %BE ได้คือ ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% ขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ฟางข้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 2% ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0% และ 0.5% และขุยมะพร้าวที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 0%, 0.5%, 1% และ 2% ดังแสดงในตารางที่ 10 และภาพประกอบที่ 21 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่า %BE ที่ได้จากวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้น 1% และ 2% ตามลำดับ

Mahasarakham University

ตาราง 10 แสดงค่า %BE (Biological efficiency) ที่คำนวณได้จากวัสดุเพาะชนิดต่างๆ ในทุกสภาวะ

สภาวะ	Biological efficiency (%)
ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)	91.66±11.45[a]
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	4.17±9.27[c]
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	19.66±15.02[bc]
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	22.00±24.15[bc]
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	11.25±20.20[c]
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	27.50±26.35[bc]
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	27.50±17.62[bc]
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	22.08±25.84[bc]
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	48.75±20.32[ac]
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	51.87±20.18[ac]
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%	20.33±22.41[bc]
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%	9.66±15.75[c]
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด

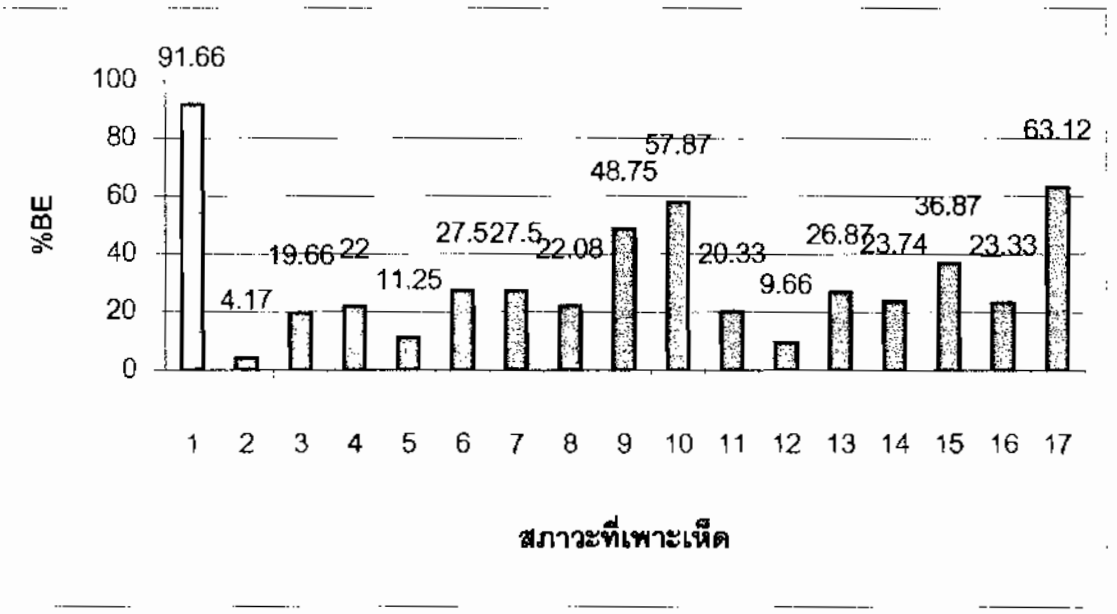
ตาราง 10 (ต่อ)

สภาวะ	ระยะเวลาในการออกหัวหมุด(วัน)
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%	26.87 ± 23.29^{bc}
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 2%	-
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%	23.74 ± 25.91^{bc}
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%	36.87 ± 33.84^{bc}
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%	23.33 ± 25.96^{bc}
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%	63.12 ± 9.31^{ab}
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 0.5%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 1%*	ปนเปื้อนทั้งหมด
ขุยมะพร้าวที่แช่ใน NaOH 2%*	ปนเปื้อนทั้งหมด

$^{a,b,c,...}$ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

* หมายเหตุ วัสดุเพาะที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติเนื่องจากมีการปนเปื้อนทั้งหมด

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 21 แผนภูมิแสดงค่า %BE ที่คำนวณได้จากผลผลิตของดอกเห็ด เมื่อเพาะเห็ดในสภาวะดังนี้

1 = ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)

2 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%

3 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

4 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

5 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

6 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

7 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

8 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

9 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

10 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

11 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%

12 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%

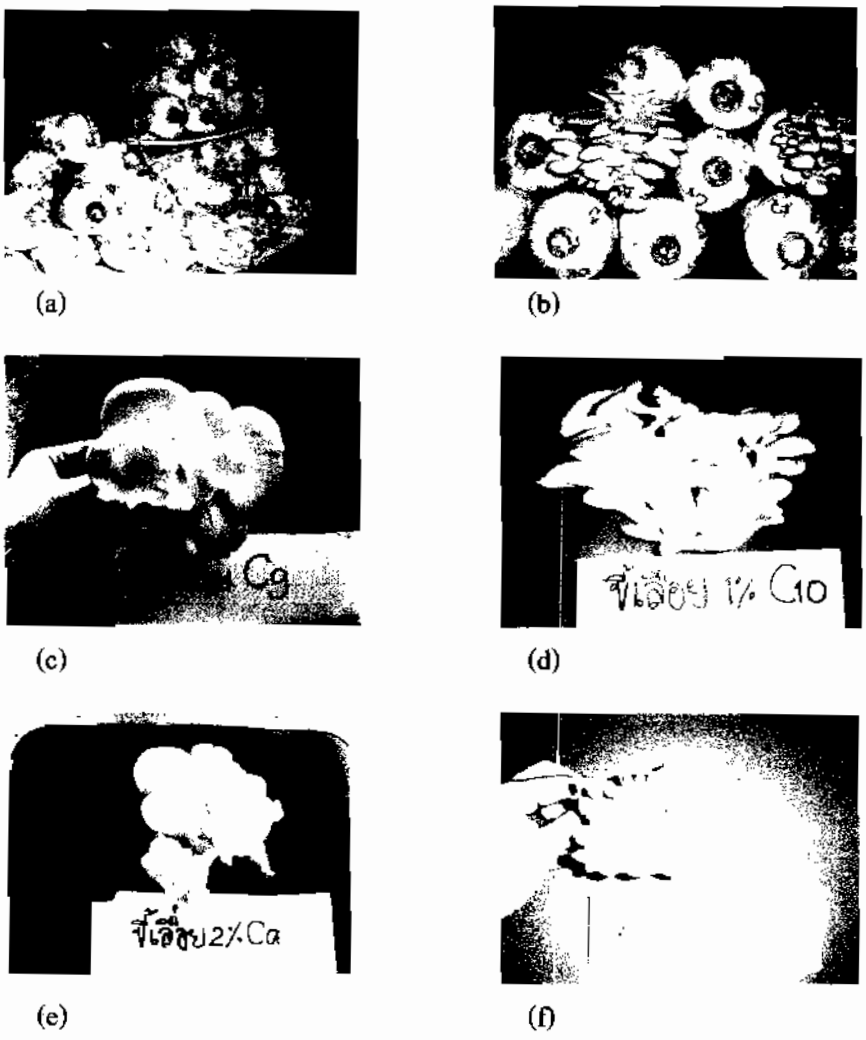
13 = ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%

14 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%

15 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%

16 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%

17 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%



ภาพประกอบ 22 ผลผลิตของดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเห็ด

a = ก้อนเห็ดที่ออกดอกในวัสดุเพาะที่ผ่านการแช่น้ำผสมด่าง

b = ก้อนเห็ดที่ออกดอกในวัสดุเพาะที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ

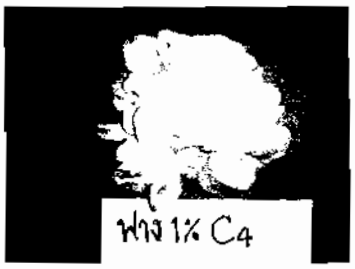
c = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ

d = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

e = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

f = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%

Mahasarakham University

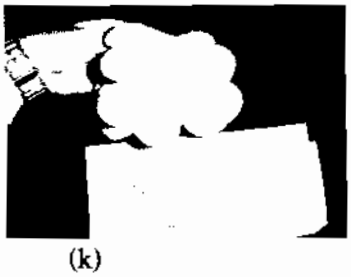


(g)

(h)

(i)

(j)



(k)

(l)

ภาพประกอบ 22 ผลผลิตของดอกเห็ดที่ได้จากการเพาะเห็ด (ต่อ)

g = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

h = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

i = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

j = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

k = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะขี้เลื่อย + ชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

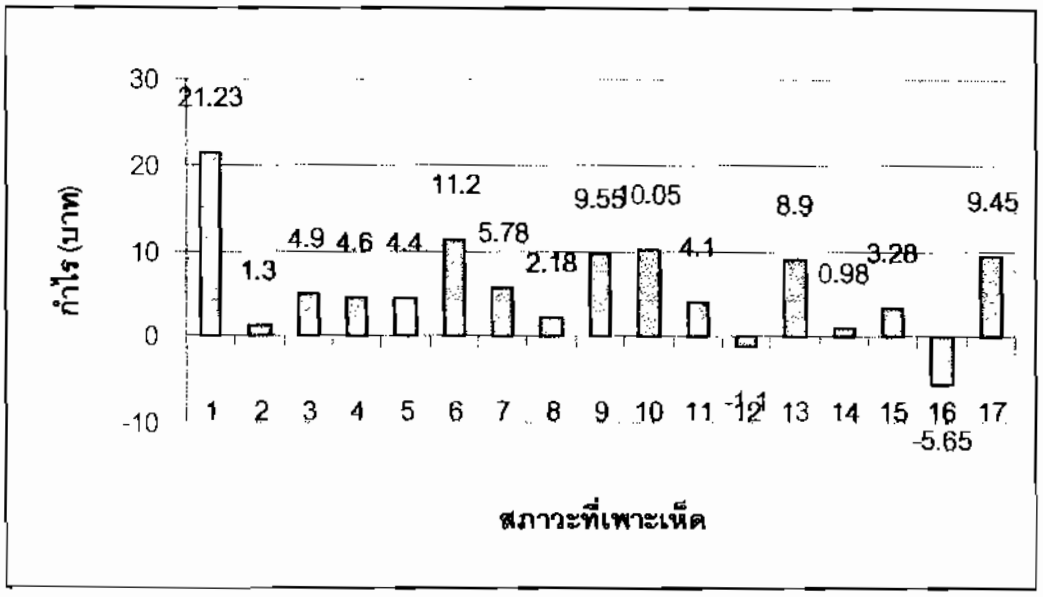
l = ดอกเห็ดที่ได้จากวัสดุเพาะขี้เลื่อย + ชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

เมื่อนำผลผลิตที่ได้ในแต่ละสภาวะการทดลองมาวิเคราะห์เปรียบเทียบถึงความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจในผลของกำไรที่ได้ โดยมีรายจ่ายคือ ราคาของวัสดุเพาะที่ใช้ รวมกับค่าใช้จ่ายในการฆ่าเชื้อในวิธีแบบนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและแบบใช้ด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์แทนการนึ่งฆ่าเชื้อ และรายรับคือ จำนวนเงินที่ได้จากการขายผลผลิตของดอกเห็ด โดยในการทดลองนี้ใช้วัสดุเพาะปริมาณ 10 กิโลกรัม ต่อสภาวะการทดลอง พบว่าวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ มีผลกำไรสูงสุดคือ 21.23 บาท ต่อก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 10 ถุง ส่วนวัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% ให้ผลกำไรสูงสุดคือ 11.20 บาท ต่อก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 10 ถุง เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะทั้งหมดที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างเหมือนกัน และวัสดุที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 1% ให้ผลกำไรน้อยที่สุดหรือขาดทุนคือ -5.65 บาท ต่อก้อนเชื้อเห็ดจำนวน 10 ถุง ดังแสดงในตารางที่ 11 และภาพประกอบที่ 23

Mahasarakham University

ตาราง 11 เปรียบเทียบความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจในสภาวะต่างๆ ที่ให้ผลผลิต

สภาวะ	ราคาวัสดุเพาะ ต่อ 10 กก. (บาท)	ราคาใน การฆ่าเชื้อ (บาท)	รายรับ (บาท)	กำไร (บาท)
ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (Control)	12.85	9.92	44.00	21.23
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%	0	0.50	1.80	1.30
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	0	1.00	5.90	4.90
ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	0	2.00	6.60	4.60
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	0	1.00	5.40	4.40
ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	0	2.00	13.20	11.20
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	6.42	1.00	13.20	5.78
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	6.42	2.00	10.60	2.18
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%	12.85	1.00	23.40	9.55
ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%	12.85	2.00	24.90	10.05
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%	0	2.00	6.10	4.10
ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%	0	4.00	2.90	-1.10
ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%	0	4.00	12.90	8.90
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%	6.42	4.00	11.40	0.98
ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%	6.42	8.00	17.70	3.28
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%	12.85	4.00	11.20	-5.65
ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%	12.85	8.00	30.30	9.45



ภาพประกอบ 23 แผนภูมิเปรียบเทียบความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจของผลผลิตที่ได้จากการเพาะเห็ดในสภาวะดังนี้ 1 – ขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ

2 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 0.5%

3 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

4 = ฟางข้าวแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

5 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

6 = ผงชานอ้อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

7 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

8 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

9 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 1%

10 = ขี้เลื่อยแช่ใน $Ca(OH)_2$ 2%

11 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 0.5%

12 = ฟางข้าวแช่ใน NaOH 1%

13 = ผงชานอ้อยแช่ใน NaOH 1%

14 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 1%

15 = ขี้เลื่อย + ผงชานอ้อย แช่ใน NaOH 2%

16 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 1%

17 = ขี้เลื่อยแช่ใน NaOH 2%

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาหาวัสดุทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราสำหรับเพาะเห็ดเศรษฐกิจในถุงพลาสติก โดยเปรียบเทียบผลผลิตของเห็ดนางรมที่ได้จากวัสดุเพาะที่ผ่านกรรมวิธีการไม่นึ่งฆ่าเชื้อและนึ่งฆ่าเชื้อของวัสดุเพาะเห็ด วัสดุเพาะที่ไม่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อจะทำการฆ่าจุลินทรีย์โดยใช้สารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ผสมกับน้ำที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มาใช้ในการแช่วัสดุเพาะเห็ด โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของงานวิจัย
2. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

<u>ความมุ่งหมายของการวิจัย</u>

1. เพื่อศึกษาหาวัสดุทดแทนขี้เลื่อยไม้ยางพาราสำหรับเพาะเห็ดเศรษฐกิจในถุงพลาสติก
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลผลิตของเห็ดนางรมที่ได้จากกรรมวิธีการไม่นึ่งฆ่าเชื้อและนึ่งฆ่าเชื้อของวัสดุเพาะเห็ด
3. เพื่อศึกษาอิทธิพลและปริมาณที่เหมาะสมของสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีผลต่อวัสดุเพาะเห็ด
4. เพื่อเพิ่มมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

<u>สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล</u>

การวิจัยในครั้งนี้ สรุปและอภิปรายผลได้ว่า

จากการทดลองเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 5 ชนิด คือ ฟางข้าว ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย (50:50 ; w/w) ขี้เลื่อย และขุยมะพร้าว เมื่อนำวัสดุเพาะมาแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ความเข้มข้น 4 ระดับที่แตกต่างกันคือ 0%, 0.5%, 1% และ 2% (โดยน้ำหนัก) จากการทดลองพบว่ามีวัสดุเพาะ 4 ชนิด ได้แก่ ฟางข้าว ผงชานอ้อย ขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อย และขี้เลื่อย ที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างทั้ง 2 ชนิดในปริมาณความเข้มข้นของด่างที่แตกต่างกัน สามารถนำมาเตรียมเป็นวัสดุสำหรับ

เพาะเห็ดนางรมได้โดยไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ โดยวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยไม้ยางพาราจะให้ผลผลิตดีที่สุด จำนวน 6 รุ่น เมื่อนำมาแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% โดยให้ค่า %BE สูงสุด 63.12% และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อรา วัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อยจะให้ผลผลิตดีที่สุด จำนวน 5 รุ่น เมื่อนำมาแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% โดยให้ค่า %BE สูงสุด 27.50% และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อรา วัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยผสมผงชานอ้อยให้ผลผลิตดีที่สุดจำนวน 6 รุ่น เมื่อนำมาแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% โดยให้ค่า %BE สูงสุด 36.87% และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อรา และวัสดุที่เป็นฟางข้าวให้ผลผลิตดีที่สุด จำนวน 4 รุ่น เมื่อนำมาแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% โดยให้ค่า %BE สูงสุด 22.00% และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อรา

จากผลที่ได้ข้างต้นจะเห็นได้ว่า ฟางข้าว และผงชานอ้อย สามารถนำมาเป็นวัสดุเพื่อใช้ทดแทนขี้เลื่อยสำหรับเพาะเห็ดนางรมได้ แต่ผลการทดลองที่ได้พบว่าขี้เลื่อยยังคงเป็นวัสดุที่ให้ผลผลิตดีที่สุดในการเพาะเห็ดนางรม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Shah และคณะ (2004) ที่ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมจากวัสดุเพาะเห็ดที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ฟางข้าวสาลี ใบไม้ และขี้เลื่อย จากการทดลองพบว่าขี้เลื่อยเป็นวัสดุเพาะเห็ดที่ดีที่สุดในการเพาะเห็ดนางรมโดยมีปริมาณของดอกเห็ดสูงสุดคือ 646.9 กรัม จากการเก็บเกี่ยวดอกเห็ด 3 รุ่น เมื่อนำค่า %BE ที่ได้ในวัสดุเพาะทั้ง 4 ชนิดมาเปรียบเทียบกับผลผลิตที่ได้จากวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (91.66%) พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ถึงแม้ว่าวัสดุทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่าง 2 ชนิดข้างต้น จะสามารถนำมาเพาะเห็ดให้เกิดผลผลิตได้ แต่ระยะเวลาในการเจริญของเส้นใย การออกหัวหมุด จนกระทั่งออกดอกนั้นจะใช้เวลานานกว่าวัสดุเพาะที่นึ่งฆ่าเชื้อ ซึ่งผลที่ได้พบว่า ระยะเวลาในการเจริญของเส้นใย การออกหัวหมุด จนกระทั่งออกดอกในทุกวัสดุเพาะที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (ตามตารางที่ 6) ทั้งนี้คาดว่าอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวกและแกรมลบในวัสดุเพาะ โดยสังเกตได้จากในก้อนเชื้อเห็ดที่มีการเจริญของเส้นใยเห็ดจะมีบริเวณสีเหลือง หรือเขียวอ่อน ปะปนอยู่กับเส้นใยสีขาวที่เจริญอยู่ในก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งอาจเกิดจากน้ำผสมด่างที่ใช้แช่วัสดุเพาะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียได้ในระยะเวลาหนึ่ง เมื่อเวลาผ่านไปเชื้อแบคทีเรียก็สามารถที่จะเจริญขึ้นมาใหม่ได้ หรืออาจเกิดจากการที่ก้อนเชื้อเห็ดมีความชื้นสูงเกินไป (>70%) ซึ่งสภาพดังกล่าวเหมาะต่อการเจริญของแบคทีเรีย ทำให้เชื้อเห็ดเจริญเดิบโตลงไปในถุงก้อนเห็ดได้ช้า (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ , 2532 : 266) ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของ Contreras และคณะ (2004) ที่ได้ศึกษาการเพาะเห็ดนางรมในวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร 5 ชนิด ที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแทนการนึ่งฆ่าเชื้อ และศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในวัสดุเพาะ พบว่าไม่มีการปนเปื้อนเชื้อรา แต่พบการ

Mahasarakham University

ปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย 3 ชนิด คือ แบคทีเรียแกรมลบคือเชื้อ *Pseudomonas* sp. และ Coliforms และแบคทีเรียแกรมบวกคือเชื้อ *Bacillus* sp.

วัสดุเพาะที่ให้ผลผลิตน้อยที่สุดในการทดลองนี้คือ ฟางข้าว โดยเมื่อนำมาแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.5% จะให้ค่า %BE ต่ำที่สุดคือ 4.17% ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ (91.66%) และวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% (51.87%, 63.12%) ตามลำดับ เนื่องจากการทดลองที่ได้พบว่า ฟางข้าวมีลักษณะอ่อนนุ่มกว่าวัสดุเพาะชนิดอื่นๆ เมื่อแช่ในน้ำผสมด่างแล้วทำให้เกิดการย่อยสลายได้ง่ายและเร็วเกินไป ทำให้อาหารเหลืออยู่น้อยไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย (ปัญญา โพธิ์จิติรัตน์, 2532 : 266) รวมทั้งฟางข้าวมีสารอาหารน้อยเกินไปสำหรับการเจริญของเส้นใยเพื่อพัฒนาไปเป็นดอกเห็ด ส่วนวัสดุที่เป็นขุยมะพร้าวพบว่า ไม่สามารถให้ผลผลิตของเห็ดนางรมได้ในทุกสภาวะการทดลอง เพราะมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งอาจเกิดเนื่องมาจากขุยมะพร้าวเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดีทำให้ค่าความชื้นในขุยมะพร้าวในทุกสภาวะการทดลองอยู่ในปริมาณที่สูง (ตารางที่ 4) ซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบของเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งในขุยมะพร้าวมีปริมาณสารอาหารที่น้อยเกินไป ทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถเจริญเติบโตแข่งกับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ได้ ซึ่งวัสดุชนิดนี้จะไม่ถูกนำมาคิดคำนวณหาค่า %BE วัสดุที่เป็นผงชานอ้อยเมื่อผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2% แล้วผ่านการแช่ในน้ำธรรมดาเมื่อนำมาผึ่งตากให้สะเด็ดน้ำแล้วพบว่าผงชานอ้อยจับตัวกันเป็นแผ่นแข็งไม่เป็นผง ทำให้ไม่สามารถนำมาเตรียมเป็นวัตถุดิบสำหรับเพาะเห็ดได้ อาจเนื่องมาจากที่ความเข้มข้นของสารสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ในระดับนี้ สูงเกินไปจึงทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารประกอบเชิงซ้อนของผงชานอ้อยที่มากตามไปด้วย โดยจะทำให้ผงชานอ้อยเปื่อยยุ่ยมากขึ้นเมื่อนำไปตากให้แห้งจึงทำให้ติดกันเป็นแผ่นแข็ง ในวัสดุเพาะที่ไม่มีการเจริญของเส้นใยหรือเส้นใยเดินไม่เต็มถุงนั้น มีสาเหตุมาจากวัสดุชนิดนั้นมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในวัสดุเพาะมากเกินไป จากการศึกษาหาชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนพบว่าเป็นการปนเปื้อนของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นเชื้อ *Trichoderma* sp., *Pennicillium* sp. *Monilia* sp., *Aspergillus* sp., แบคทีเรียแกรมบวก และแบคทีเรียแกรมลบ โดยวัสดุเพาะแต่ละชนิดจะมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เชื้อทั้งหมดที่พบนี้เป็นเชื้อจุลินทรีย์พื้นฐานที่พบได้ทั่วไปในวัตถุดิบตามธรรมชาติที่สามารถเจริญเติบโตได้ง่าย และเมื่อนำวัตถุดิบเหล่านั้นมาใช้เตรียมเป็นวัสดุสำหรับเพาะเห็ดโดยผ่านการฆ่าเชื้อที่ไม่ดีพอก็จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้เจริญในก้อนเชื้อเห็ดทำให้เส้นใยเห็ดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของ Deepak และคณะ (2005) ได้ทำการเพาะเห็ดนางรม 3 สายพันธุ์โดยใช้ฟางข้าวสาลีและกากอ้อยผสมกับกากน้ำตาลในอัตราความ เข้มข้นที่ต่างกัน โดยผ่านการ

Mahasarakham University

นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C นาน 1 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อราคือ เชื้อ *Trichoderma harzianum* ในวัสดุเพาะที่เป็นที่เป็นฟางข้าวสาลีผสมกากน้ำตาลที่ความเข้มข้น 50% และให้ค่า %BE ต่ำสุดคือ 33.1%

นอกจากนี้การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ยังมีสาเหตุมาจากวัสดุเพาะมีความชื้นมากเกินไป (>70%) ซึ่งสภาพดังกล่าวเหมาะต่อการเจริญของแบคทีเรีย ถ้าความชื้นมากเกินไปจะสังเกตเห็นน้ำไหลเยิ้มมารวมกันที่ก้นถุง สภาพแบบนี้เชื้อแบคทีเรียจะเจริญดีมาก ทำให้ก้อนเชื้อมีกลิ่นเหม็นเน่าได้ ดังนั้นในการผสมน้ำลงในวัสดุที่ใช้เพาะต้องระวังอย่าให้น้ำมากเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเชื้อแบคทีเรียเจริญในถุงก้อนเชื้อแล้ว เชื้อเห็ดจะเจริญเติบโตลงไปในถุงก้อนเห็ดได้ช้าหรือไม่มีการเจริญของเชื้อเห็ดเลย ดังนั้นต้องระวังอย่าให้วัสดุเพาะมีความชื้นมากเกินไป (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์,2532 : 266)

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์และสารโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถนำมาใช้ในการเพาะเห็ดได้โดยไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นข้อดีในเรื่องการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเพาะเห็ดนางรม เนื่องจากสารทั้งสองชนิดนี้ จะช่วยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่มีอยู่ในวัสดุเพาะเห็ด รวมทั้งยังช่วยในการย่อยสลายวัสดุที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ให้มีโมเลกุลขนาดที่เล็กลงเพื่อที่เส้นใยเห็ดจะนำอาหารไปใช้ในการเจริญได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยจะเห็นว่าชนิดและความเข้มข้นของด่างในปริมาณที่แตกต่างกันในวัสดุเพาะที่แตกต่างกันจะมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากด่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมไฮดรอกไซด์มีโครงสร้างและคุณสมบัติทางเคมีในการละลายน้ำที่แตกต่างกันทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์นั้นแตกต่างกันตามไปด้วย ซึ่งมีผลต่อการเจริญของเส้นใยและการออกดอกของเห็ดนางรม ในส่วนของข้อเสียนั้น เนื่องจากว่าสารทั้งสองชนิดนี้เป็นด่างเข้มข้นที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ถ้าหากเกษตรกรไม่มีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของสารทั้งสองชนิดนี้ และไม่ระมัดระวังในขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนั้นเกษตรกรจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องของสารทั้งสองชนิดนี้อย่างดีพอ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการเพาะเห็ดได้อย่างปลอดภัย ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือการเพาะเห็ดด้วยวิธีนี้จะควบคุมในเรื่องของความชื้นได้ยาก เนื่องจากเป็นวิธีการเพาะเห็ดแบบแช่ในน้ำผสมด่างทำให้มีความชื้นสูงมาก ดังนั้นก่อนการถ่ายเชื้อเห็ด วัสดุเพาะเห็ดที่เตรียมได้ต้องมีการปรับระดับความชื้นให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมเสียก่อน

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจ พบว่าวัสดุเพาะที่เป็นขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อยังคงให้ผลกำไรทางเศรษฐกิจดีที่สุด (21.23 บาท) ส่วนในวิธีแบบไม่นึ่งฆ่าเชื้อนั้นพบว่า วัสดุเพาะที่เป็นผงชานอ้อยที่ผ่านการแช่ในน้ำผสมด่างที่ความเข้มข้น 2% ให้ผลกำไรสูงสุด (11.20 บาท) จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ในวิธีการเพาะเห็ดแบบนึ่งฆ่าเชื้อนั้นยังคงเป็นวิธีที่มีความคุ้มทุนทางเศรษฐกิจในเรื่องการค้าได้ดี ถึงแม้ว่าจะมีการลงทุนที่สูงแต่ผลกำไรก็ให้สูงตามไป

Mahasarakham University

ด้วย ส่วนในวิธีการเพาะเห็ดแบบไม่นึ่งฆ่าเชื้อนั้น วัสดุเพาะที่เป็นฟางข้าว มีการลงทุนต่ำแต่ผลกำไรที่ได้ก็ต่ำ อย่างไรก็ตามวัสดุเพาะที่เป็นผงขานอ้อยนั้นจะเห็นว่ามีการลงทุนที่ต่ำแต่ผลกำไรที่ได้อยู่ในระดับที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุชนิดอื่นๆ ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่น่าพอใจ เพราะฉะนั้นในการตัดสินใจเลือกวิธีการเพาะเห็ดในแบบทั้งสองวิธี เกษตรกรต้องพิจารณาดูว่ามีความต้องการทำการเพาะเห็ดเพื่อการค้าขายขนาดใหญ่ หรือว่าต้องการทำการเพาะเห็ดเพื่อการค้าขายขนาดเล็ก หรือเพื่อต้องการที่จะบริโภคเอง ซึ่งถ้าต้องการทำการเพาะเห็ดเพื่อการค้าขายขนาดใหญ่ผู้วิจัยคิดว่า ควรจะเลือกในวิธีการเพาะเห็ดแบบนึ่งฆ่าเชื้อ แต่ถ้าต้องการเพาะเห็ดเพื่อการค้าขายขนาดเล็ก หรือเพื่อบริโภคเอง ผู้วิจัยคิดว่า การเพาะเห็ดแบบไม่นึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้วิธีการแช่ในน้ำผสมด่างน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำมาปฏิบัติลงมือได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัย สามารถนำเทคนิคการเพาะเห็ดจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยไม่นึ่งฆ่าเชื้อไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ แต่ต้องทำการศึกษาเพื่อให้มีความรู้และความเข้าใจในเรื่องของสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์และขั้นตอนในการปฏิบัติงาน เพื่อที่จะทำให้ประสบความสำเร็จในการเพาะเห็ดโดยการนำด่างมาใช้แทนการนึ่งฆ่าเชื้อ

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

จากการวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อนำมาใช้เตรียมเป็นวัสดุสำหรับเพาะเห็ดเพียง 5 ชนิดเท่านั้น ควรมีการศึกษาถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการทดลองเพาะเห็ดโดยไม่นึ่งฆ่าเชื้อได้ในครั้งต่อไป

Mahasarakham University

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมอาชีวศึกษา. การเพาะเห็ดและการทำเชื้อเห็ด. กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ. 2525.

เกษม สร้อยทอง. เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. อุบลราชธานี : ศิริธรรม ออฟเซ็ท. 2527.

จำนง วิสุทธิแพทย์. ปฏิบัติการจุลชีววิทยา. กาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม. 2542.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. การเพาะเห็ดและเห็ดบางชนิดในประเทศไทย. 2524.

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2532.

วราวุฒิ ครูส่ง. เทคโนโลยีการหมักในอุสาหกรรม. 2532.

วิทยา เหล็กไหล. การเพาะเห็ดนางรมบนก้อนเชื้อขี้เลื่อยที่ถูกย่อยสลายโดยการหมัก. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2546.

วิทูรย์ พลาวุฒฆ์. การทำเชื้อและการเพาะเห็ด. แผนกการเพาะเลี้ยงเห็ด คณะพืชศาสตร์ วิทยาเขตเกษตรนครศรีธรรมราช วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2525.

วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์. การผลิตเห็ด. ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2529.

วัลลภ พรหมทอง. เห็ดเพาะกินได้ เพาะขายรวย. 2544.

อนงค์ จันทร์ศรีกุล. เห็ดเมืองไทย. 2530.

อนุวัช คล่องการยุทธ. ผลของการใช้จุลินทรีย์ EM(Efective Microorganism)ในการเพาะเห็ดนางรม. โครงการปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2545.

อานนท์ เอื้อตระกูล. "การเพาะเห็ดถั่ว," วารสารพืชสวน. 11(3) : 19-31, 2518-2519.

Contreras E.P. and others. Soaking of substrate in alkaline water as a pretreatment for the cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 2004. 79 (2) p. 234 – 240.

Deepak P.. Gangi U. Reddy and Alok A. (2005). Cultivation of oyster mushrooms on wheat straw and bagasse substrate amended with distillery effluent. World Journal of Microbiology & Biotechnology(22). 2005. p. 267 – 275.

Mahasarakham University

Ergun Baysal and others. Cultivation of oyster mushroom on waste paper with some added supplementary materials. Bioresource Technology 89. 2003. p. 95 – 97.

Geml J., Labuschagne P. and Royse D.J. Oyster mushroom production on three continents : An overview of cultivation in Hungary, South Africa and the United States. Mush. News 49(2) 2001. p. 4 – 13.

Hashimoto, K. and Z. Takahashi. Studies on the growth of *Pleurotus ostreatus*. Mushroom Sci. 9(1). 1976. p. 585 – 593.

Henandez D., Sanchez J. E. aud Yamasaki K. (2003). Composting , a simple procedure for preparing substrate for cultivation of *Pleurotus ostreatus*. Bioresouree Technology 90(2). 2003. p. 145 – 50.

Kalberer P.P. The cultivation of *Pleurotus ostreatus* experiment to eluciate the influcnce of different culture conditions on the crops yield. Mushroom Sci. 9(1) 1976. p. 653 – 661.

Kim Sehoon and Holtzapple Mark T. Effect of structural features on enzyme digestibility of corn stover. Centre National De La Recherche Scientifioue. 1991.

Kirk T.K. Effects of microorganisms on lignin. Ann. Rev.Phytopath 9. 1971. p. 185–210.

Philipoussis A., Zervakis G. and Daimantopoulou P. Bioconversion of agricultural lignincellulosic waste through the cultivation of the edible mushroom *Agrocybe aegerita, Volvariella volvacea* and *Pleurotus* spp. World Journal of Microbiology & Biotechnogy(17). 2001. p. 191 – 200.

Shah Z.A., Ashraf M. and Ishtiaq M. Comparative study on cultivation and yield performance of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on different substrates (wheat straw, leaves, sawdust). Pakistan Journal of Nutrition 3 (3). 2004. p. 158 – 160.

"Shroomery Comprehensive Mushroom (Shroom) Information," Homepage. March 24, 1999. < http://www.shroomery.org/5276/What-are-common-contaminants-of-the-mushroom-culture> September 20, 2006.

Srijumpa N. and Seehawong W. Development of culture media and yield comparison of *Pleurotus* mushroom hyrids. Journal of Agriculture Vol.3, No.1. 1997.

Stozer S. and Grabbe K.(1991). Mechanisms of substrate selectivity in the cultivation of edible fungi. Mushroom Science(13). 1991 p. 141 – 145.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

Mahasarakham University

1. สูตรอาหาร Potato dextrose agr (PDA)

ส่วนผสม

Potato	200 g
Dextrose	20 g
Agar	15 g
Distilled water	1,000 ml

ตัดมันฝรั่งให้เป็นรูป 4 เหลี่ยมเล็กๆ นำไปต้มกับน้ำกลั่น 500 มล. นาน 10-15 นาที คั้นเอาแต่น้ำ เติมน้ำตาลเด็กซ์โตรส 20 กรัม วุ้น 15 กรัม และน้ำกลั่น 500 มล. ต้มให้วุ้นละลาย เติมน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มล. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ ที่ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 21°C เป็นเวลา 15 นาที

2. สูตรอาหาร Nutrient agar (NA)

ส่วนผสม

Peptone	5 g
Beff extract	0.1 g
Agar	15 g
Distilled water	1000 ml

นำส่วนประกอบทั้งหมดใส่ภาชนะคนให้ละลายเข้ากันโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย ปรับ pH ให้เท่ากับ 7 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ ที่ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 21°C เป็นเวลา 15 นาที

3. สูตรอาหาร Yeast malt extract agar (YM) (จำนง วิสุทธิแพทย์, 2542 : 221)

ส่วนผสม

Peptone	5 g
Glucose	10 g
Yeast extract	0.1 g
Malt extract	3 g
Agar	15 g
Distilled water	1000 ml

Mahasarakham University

นำส่วนประกอบทั้งหมดใส่ภาชนะคนให้ละลายเข้ากันโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย ปรับ pH ให้เท่ากับ 7 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ ที่ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 21°C เป็นเวลา 15 นาที

Mahasarakham University

ภาคผนวก ข
การหาความชื้นของวัสดุเพาะเห็ด

Mahasarakham University

การหาความชื้นของวัสดุเพาะเห็ด

1. นำกระทงอะลูมิเนียมฟอยด์มาอบในตู้อบแห้ง (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100°C นาน 24 ชั่วโมง

2. นำกระทงอะลูมิเนียมฟอยด์ที่อบเรียบร้อยแล้วใส่ลงใน desiccator ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักแห้ง จดบันทึก

3. ชั่งตัวอย่างขนาดประมาณ 5 – 10 กรัม ใส่ลงในกระทงอะลูมิเนียมฟอยด์

4. นำไปอบแห้งที่ตู้อบแห้ง (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100°C นาน 24 ชั่วโมง ใส่ลงใน desiccator ทิ้งไว้ให้เย็น

5. ชั่งน้ำหนัก จดบันทึก

6. นำมาคำนวณจากสูตร

ความชื้น =

$$\frac{(\text{นน.อะลูมิเนียมฟอยด์พร้อมวัสดุเพาะก่อนอบ} - \text{นน.อะลูมิเนียมฟอยด์พร้อมวัสดุหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง}}$$

Mahasarakham University

ภาคผนวก ค

วิธีการศึกษาแบคทีเรีย

1. การแยกเชื้อบริสุทธิ์
2. การย้อมสีแกรม

1. การแยกเชื้อบริสุทธิ์ด้วยวิธี Steak plate มีวิธีการดังนี้

1.1 นำวุ้นอาหารออกมา 1 ชุด ทางที่ดีควรทิ้งวุ้นอาหารไว้ 1 คืน เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีเชื้ออื่นปะปน

1.2 นำลูปเผาไฟฆ่าจัดเชื้อ ปล่อยให้เย็น 10 นาที แล้วนำไปแคะเชื้อผสมในจานเลี้ยงเชื้อที่ได้ ด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ

1.3 เอาลูปที่แคะเชื้อแล้วนำไปขีดกลับไปกลับมาประมาณ 15 ครั้ง บนผิวหน้าของวุ้นอาหาร ระวังอย่าให้ลูปไปสัมผัสกับสิ่งใดๆ นอกเหนือจากผิววุ้นอาหาร

1.4 เผาลูปให้ร้อนแดงแล้วปล่อยให้เย็นนาน 10 วินาที หมุนจานเพาะเชื้อไปประมาณ 90°C ใช้ลูปที่เย็นแล้วลากผ่านรอยขีดเชื้อส่วนที่ 1 ประมาณ 2-3 ครั้ง

1.5 นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30°C นานอย่างน้อย 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำมาตรวจและรายงานผล

2. การย้อมสีแบบแกรม มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ทำความสะอาดสไลด์เขียนชื่อเชื้อลงบนสไลด์แต่ละแผ่น และสเมียร์เชื้อให้ตรงตามชื่อเชื้อบนสไลด์แต่ละแผ่น ปล่อยรอยสเมียร์ให้แห้งแล้วจึงนำไปฟิกซ์ด้วยความร้อน

2.2 ย้อมสีครั้งแรกด้วย crystal violet ให้ท่วมรอยสเมียร์นาน 1 วินาที แบคทีเรียทุกเซลล์จะติดสีม่วง

2.3 ล้างสีแรกออกด้วยน้ำจากขวดล้างอย่างช้าๆ ประมาณ 5 วินาที อย่าปล่อยน้ำให้ถูกรอยสเมียร์โดยตรง

2.4 หยดสารละลาย Gram's iodine ให้ท่วมรอยสเมียร์นาน 1 นาที

2.5 เทไอโอดีนทิ้งล้างด้วยน้ำแล้วใช้อะซีโตนแอลกอฮอล์ล้างสีออกด้วยการหยดผ่านรอยสเมียร์จนระทั่งสีจางไปหรือไม่เกิน 30 นาที แล้วแต่ความหนาของรอยสเมียร์

2.6 ล้างออกน้ำออกทันที สลัดน้ำออกจากสไลด์เบาๆ

2.7 ย้อมสีที่ สอง (counterstain) ด้วย safranin o นาน 30 วินาที

2.8 ล้างสีที่สองทิ้งด้วยน้ำ

2.9 นำไปตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ด้วยกำลังขยาย 100 เท่า และบันทึกผล

Mahasarakham University

ภาคผนวก ง
การศึกษาสัณฐานวิทยาของราและยีสต์

Mahasarakham University

1. การศึกษาสัณฐานวิทยาของรา มีวิธีการดังนี้

1.1 เตรียม slide culture โดยใช้กระดาษกรองวางลงในจานเพาะเชื้อและวางสไลด์ทับบนกระดาษกรอง ปิดฝาจานแล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน

1.2 เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อลงบนกระดาษกรองในจานเพาะเชื้อประมาณ 2 มล.

1.3 ทำ slide culture โดยใช้เชื้อราชนิดใดชนิดหนึ่ง ดังนี้

1.3.1 เปิดฝาจานเพาะเชื้อโดยวางฝาจานไว้บนขอบฝาล่าง

1.3.2 ใช้ปิเปตดูดอาหาร Sabouraud's agar ที่กำลังหลอมเหลวแล้วหยดลงบนกลางสไลด์ที่วางอยู่ในจานเพาะเชื้อปริมาณ 1 หยด ทำให้อาหารแบนกลม ปิดฝาจานดามเดิมและปล่อยให้อาหารบนสไลด์แข็งตัว

1.3.3 เปิดฝาจานเพาะเชื้ออีกครั้งหนึ่ง ใช้ลูปที่ลนไฟกำลังร้อนตัดแล่งเนื้อวุ้นออกเป็น 2 ส่วน ครึ่งหนึ่งเอาทิ้งไปเหลือไว้ครึ่งหนึ่ง

1.3.4 ใช้ลูปที่ลนไฟและปล่อยให้เย็นเขี่ยเชื้อที่ต้องการศึกษาชนิดใดชนิดหนึ่งแล้วนำไปปลูกเชื้อตามรอยขอบตรงของเนื้อวุ้นที่เหลืออยู่ครึ่งหนึ่งบนสไลด์

1.3.5 นำกระจกปิดสไลด์จุ่มแอลกอฮอล์ 95% และเผาไฟแล้วทิ้งไว้ให้เย็น 2-3 วินาที นำไปปิดบนชิ้นวุ้นที่ปลูกเชื้อไว้แล้ว หลังจากนั้นใช้ปิเปตปลายแหลมดูดวาสปาร์เหลวแล้วนำไปปิดขอบกระจกสไลด์ไว้ทั้ง 3 ด้าน ส่วนด้านที่ 4 ไม่ต้องปิดเพื่อให้อากาศผ่านเข้าออกได้

1.3.6 ปิดฝาจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส หรือจนกระทั่งเส้นใยของราเจริญถึงขอบกระจกปิดสไลด์ ขณะบ่มเชื้ออย่าลืมเติมน้ำกลั่นปลอดเชื้อลงบนกระดาษกรองในจานเพาะเชื้อทุกวัน

1.4 เมื่อเชื้อราเจริญเป็นเส้นใยสมบูรณ์แล้ว นำมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำและสูงตามลำดับ

2. ศึกษาสัณฐานวิทยาและการแตกหน่อของยีสต์

2.1 ศึกษารูปร่าง ขนาด และการแตกหน่อของยีสต์ โดยการเตรียมสไลด์วิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้

2.1.1 เตรียมสไลด์สดชั่วคราว (wet mount) โดยไม่ต้องย้อมสี นำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดเฟส-คอนทรัสต์ หรือกล้องใช้แสงชนิดไบร์ท-ฟิลด์ กำลังขยายปานกลางหรือกำลังขยายสูง

2.1.2 เตรียมสไลด์หรือย้อมสีอย่างง่าย (simple stain) ด้วยคริสตัลไวโอเลต ตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดไบร์ท-ฟิลล์

2.1.3 บันทึกผลในเรื่องรูปร่าง ขนาด และการแตกหน่อ วาดภาพที่มองเห็นโดยเฉพาะตำแหน่งของหน่อที่เกิดขึ้นบนเซลล์แม่ และขนาดของเซลล์แม่

Mahasarakham University

2.2 ศึกษาการสร้างแอสโคสปอร์ของยีสต์

2.2.1 ทำสเมียร์เชื้อยีสต์ และฟิกซ์ด้วยความร้อน

2.2.2 ย้อมสีด้วย malacchitc green โดยตัดกระดาษซับปิดตรงรอยสเมียร์แล้วหยดสี malacchitc green ให้ท่วม ทิ้งไว้นาน 5 นาที โดยไม่ต้องนำไปผ่านเปลวไฟ

2.2.3 เมื่อครบเวลาแล้วใช้ปากคีบจับกระดาษซับออก ล้างด้วยน้ำสะอาดเบาๆ จนไม่มีสารละลายออกมาอีก

2.2.4 ย้อมสีที่สอง (counterstain) ด้วย basic fucsin นาน 30 นาที แล้วล้างสีทิ้งด้วยน้ำสะอาด

2.2.5 ตรวจดูเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ และบันทึกผลโดยตรวจดูรูปร่าง ขนาด และลักษณะทั่วๆ ไปของเซลล์ และตรวจดูภายในเซลล์ด้วยว่าภายในเซลล์มีแอสโคสปอร์หรือไม่ มีจำนวนเท่าไรใน 1 เซลล์ (ascus)

Mahasarakham University

สรุปรายงานการใช้จ่ายเงิน

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. หมวดค่าตอบแทน 20% ของงบประมาณทั้งหมด	8,000
2. หมวดค่าวัสดุ/สารเคมี	
2.1 ค่าวัสดุอุปกรณ์สำหรับการเพาะเห็ด	20,000
2.2 สารเคมี $Ca(OH)_2$, NaOH, อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย รา และยีสต์	10,000
3. ค่าเดินทางระหว่างปฏิบัติงานในโครงการ	1,000
4. ค่าจ้างพิมพ์เอกสาร เข้าปก เย็บเล่ม	1,000
รวม	40,000 (สี่หมื่นบาทถ้วน)