บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เห็ดจัดเป็นอาหารที่ประชาชนทั่วโลกรู้จักกันดีและนิยมนำมาทำอาหารรับประทานกันมาก ความนิยมรับประทานเห็ดในแต่ละถิ่นทั่วโลกจะแตกต่างกันออกไป ประกอบกับประชากรโลกมีจำนวนเพิ่มขึ้น จึงทำให้ความต้องการอาหารที่จะนำมาบริโภคเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น นักวิชาการและนักวิทยาศาสตร์จึงได้ให้ความสนใจงานด้านการเพาะเห็ดและได้ศึกษาค้นคว้าวิจัย โดยการนำเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการเพิ่มผลผลิตเห็ดชนิดต่าง ๆ ให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการผลิตเชื้อเห็ดและการเพาะเห็ดซึ่งเป็นวิธีการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกลับมาใช้ประโยชน์ จึงทำให้การเพาะเห็ดนับวันจะมีความสำคัญมากขึ้น

2.1 ความสำคัญของเห็ดและการเพาะเห็ด

2.1.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเห็ด

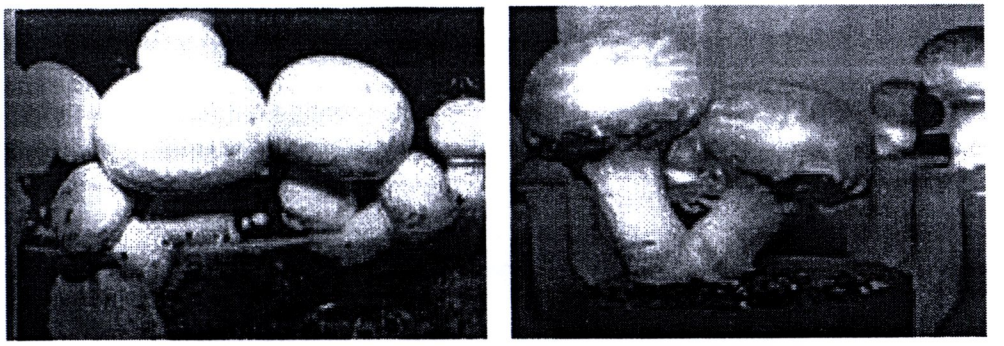
เห็ดเป็นราชนิดหนึ่ง ซึ่งไม่จัดเป็นพืชและสัตว์ เพราะไม่มีสารสีเขียว (Chlorophyll) จึงไม่สามารถปรุงอาหารเองได้เหมือนพืช และไม่มีระบบประสาทหรืออวัยวะ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เหมือนสัตว์ การเจริญเติบโตของเห็ดมีลักษณะเป็นเส้นใย ซึ่งมีสีแตกต่างกัน แต่เส้นใยส่วนใหญ่จะมีสีขาว เมื่อถึงระยะสืบพันธุ์เส้นใยจะรวมตัวกันเป็นก้อนเรียกว่า ดอกเห็ด มีขนาด รูปร่าง สี และกลิ่นแตกต่างกัน เห็ดอาศัยแหล่งอินทรียวัตถุจากภายนอกในการดำรงชีพ จึงเป็นคุณสมบัติพิเศษที่เห็ดสามารถเปลี่ยนอินทรียวัตถุที่ยังไม่ย่อยสลายให้มาอยู่ในรูปของ กรดอะมิโน ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของโปรตีน (บุญเลิศ ไทยทัตกุล, 2551) กรดอะมิโนในเห็ดมีมากกว่า 20 ชนิด โดยมีกรดอะมิโน 9 ชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสร้างขึ้นได้ ได้แก่ lysine, methionine, tryptophane, threonine, valine, leucine, isoleueine, cystine และ phenylalanine ซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้มีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีนที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ นอกจากนั้น เห็ดยังมีสารอาหารอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อร่างกาย เมื่อคิดที่น้ำหนักเห็ดสด 100 กรัม มีองค์ประกอบความชื้นประมาณ 90เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตระหว่าง 3 ถึง 28 เปอร์เซ็นต์ เส้นใย 3 ถึง 32 เปอร์เซ็นต์ และให้พลังงานประมาณ 60 ถึง 90 แคลอรี่ต่อปอนด์ เห็ดทั่วไปมีไขมันต่ำมาก ประมาณ 2 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ เกลือแร่ที่พบมากในเห็ดคือ ฟอสฟอรัส โปแตสเซียมโซเดียม แคลเซียม และเหล็ก (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และกิตติพงษ์ ศิริวานิชกุล, 2538) โปรตีนของเห็ดไม่มีสารคอเรสเตอรอลที่เป็นอันตรายต่อระบบไหลเวียนของโลหิต เห็ดจึงเป็นอาหารที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคตับ โรคไต โรคหัวใจ และโรคความดันโลหิตสูง นอกจากนี้ อาหารประเภทเห็ดยังนิยมบริโภคกันมากในหมู่นักปฏิบัติมังสวิรัติ รวมไปถึงผู้ที่ต้องการลดความอ้วนด้วย (วงเดือน พองไสยา, 2551) ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ประชาชนหันมารับประทานเห็ดกันมากขึ้น

2.1.2 เห็ดที่เพาะกันแพร่หลายในปัจจุบัน (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

ทั่วโลกพบว่ามีจุลินทรีย์ในกลุ่มเห็ดรา จำนวนกว่า 80,000 ชนิด และในแต่ละปี มีเห็ดราชนิดใหม่ของโลกถูกค้นพบเพิ่มขึ้นประมาณ 1,000 ชนิด ซึ่งยังถือเป็นจำนวนเล็กน้อย เมื่อเทียบกับเห็ดราที่คาดว่าจะมีทั้งหมดในโลกกว่า 1,500,000 ชนิด (สมศักดิ์ พินิจด่านกลาง, 2552) ส่วนเห็ดที่พบกันอย่างแพร่หลายและนิยมเพาะเพื่อการค้า ได้แก่

2.1.2.1 เห็ดแชมปิญอง เห็ดกระดุม เห็ดฝรั่งหรือเห็ดขาว (Champignon mushroom, Button mushroom or White mushroom) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Agaricus bisporus* เริ่ม

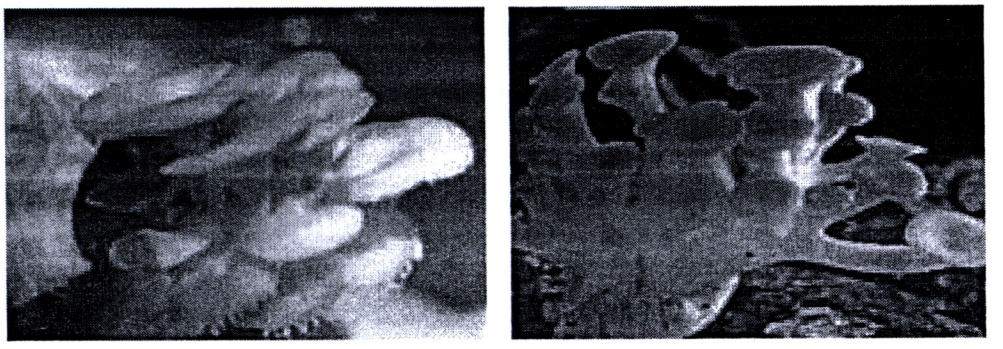
เพาะในศตวรรษที่ 17 ที่ประเทศฝรั่งเศส เป็นเห็ดเขตหนาวมีอยู่หลายชนิด แต่พันธุ์ที่เพาะกันจะมีดอกสีขาวและสีน้ำตาลอ่อน จัดเป็นเห็ดที่มีการเพาะและให้ผลผลิตรวมมาก สามารถนำมาบริโภคได้ ในรูปของเห็ดสดประกอบจานสลัด ใส่ในอาหารและปรุงอาหารได้หลากหลายชนิด เห็ดแชมปิญองมีเอนไซม์ช่วยในการย่อยอาหาร ใช้บำบัดอาการอาหารไม่ย่อย มีสรรพคุณช่วยป้องกันและต่อต้านมะเร็ง ช่วยลดความดันโลหิตสูง เพิ่มน้ำนมในสตรีหลังคลอดบุตร และมีสรรพคุณช่วยในการคลายความตื่นตระหนก



ก. เห็ดแชมปิญองสีขาว ข. เห็ดแชมปิญองสีน้ำตาล

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของเห็ดแชมปิญอง (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

2.1.2.2 เห็ดนางรม (Oyster mushroom) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Pleurotus ostreatus (Fr.) Kummer.* เป็นเห็ดที่มีดอกเห็ดสีขาวสวยและสะอาด เห็ดนางรมมีถิ่นกำเนิดจากทางยุโรป มีรูปร่างคล้ายกับเห็ดมะม่วง หรือเห็ดขอนขาวที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในฤดูฝน แต่เมื่อนำมาเพาะให้ดอกได้ตลอดปี มีคุณค่าทางอาหารสูงประกอบด้วยธาตุอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน รวมทั้งแร่ธาตุและวิตามิน มีประโยชน์ต่อสุขภาพสูง กล่าวคือ ทำให้เส้นเลือดและเส้นเอ็นแข็งแรง จึงช่วยในการรักษาโรคไขข้อและโรคปวดตามเอว ตามข้อ และหลัง รวมทั้งช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ มีกรดโฟลิคสูงกว่าเนื้อสัตว์และผัก ซึ่งสารนี้ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง โรคเบาหวาน และโรคความดันโลหิตสูงได้เป็นอย่างดีและมีโซเดียมในปริมาณต่ำ จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคหัวใจและโรคไตอักเสบ



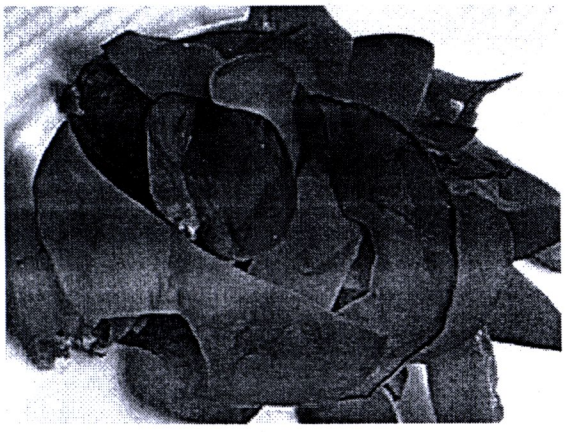
ก. เห็ดนางรมสายพันธุ์ฮังการี ข. เห็ดนางรมทอง

ภาพที่ 2.2 ลักษณะของเห็ดนางรม (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

2.1.2.3 เห็ดนางฟ้า (Sajor-caju mushroom) ดังแสดงในภาพที่ 2.3 มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Pleurotus sajor-caju (Fr.) Sing.* เป็นเห็ดที่จัดอยู่ในสกุลเดียวกับเห็ดนางรม ดอกมีสีขาวนวลอมเทาหรือเทาดำ ขนาดดอกใหญ่กว่าเห็ดนางรม เป็นเห็ดที่มีรสชาติดี สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายทั้งต้ม ผัด ทอด หรือทำน้ำพริก นอกจากนั้นยังเป็นเห็ดที่สามารถตากแห้งเก็บไว้รับประทานได้นาน ๆ เมื่อต้องการปรุงอาหารก็นำเห็ดนางฟ้าไปแช่น้ำ เห็ดก็จะคืนรูปเดิมได้

ภาพที่ 2.3 ลักษณะของดอกเห็ดนางฟ้า (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

2.1.2.4 เห็ดหูหนูดำ (Jew's Ear mushroom) ดังแสดงในภาพที่ 2.4 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Auricularia spp.* เห็ดหูหนูมีหลายสายพันธุ์ เป็นที่รู้จักของคนจีนและคนไทย ส่วนใหญ่ใช้ประกอบอาหารประเภทแกงและผัดจืด มีรสหวาน ไม่มีพิษ สรรพคุณทางยาช่วยบำรุงร่างกาย บำรุงเลือด รักษาอาการปวดเมื่อยหลังและเอว ช่วยรักษาอาการเลือดออกเนื่องจากริดสีดวง ช่วยขับลมในกระเพาะ เห็ดหูหนูเป็นอาหารบำรุงกระเพาะอาหารที่ดี ช่วยควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ อาทิเช่น สมอง หัวใจ ปอด ตับ หยุดอาการเส้นโลหิตฝอยแตก ช่วยในการไหลเวียนของโลหิต มีผลให้การทำงานและการขับเคลื่อนของลำไส้ดีขึ้น

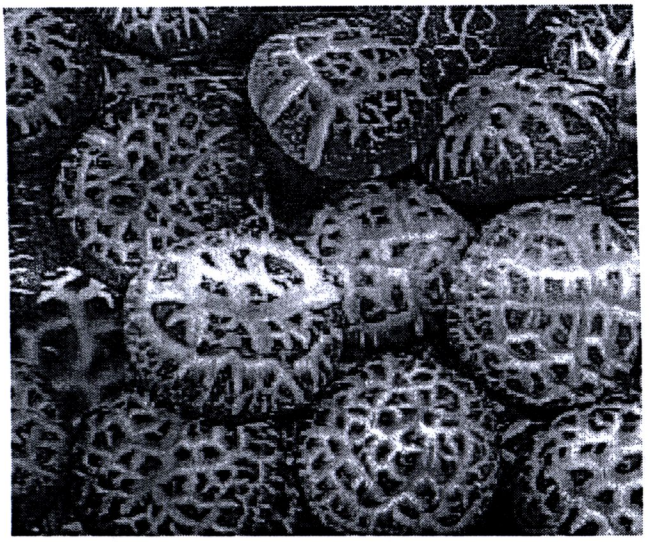


ภาพที่ 2.4 ลักษณะของดอกเห็ดหูหนูดำ (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

2.1.2.5 เห็ดฟางหรือเห็ดบัว (Straw mushroom) ดังแสดงในภาพที่ 2.5 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Volvariella volvaceae (Bull.exFr.) Sing.* เป็นเห็ดที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคยมากที่สุด เพราะเดิมเป็นเห็ดที่ขึ้นตามกองฟาง จึงได้ชื่อว่า เห็ดฟาง และขึ้นในกองเปลือกบัว จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เห็ดบัว จัดเป็นเห็ดที่มีผลผลิตมากเป็นอันดับหนึ่ง ของประเทศไทย เห็ดฟางมีเส้นใยอาหารที่ดีมาก เป็นประโยชน์ในการย่อยอาหารและระบบทางเดินอาหาร ช่วยในการขับถ่าย หากรับประทานเห็ดฟางเป็นประจำ จะช่วยลดการติดเชื้อต่าง ๆ ได้ดี ช่วยทำให้แผลสมานตัวกันได้เร็วขึ้น ป้องกันลักปิดลักเปิดหรือเลือดออกตามไรฟันได้ดี รวมทั้งโรคเหงือก และยังสามารถช่วยลดอาการผื่นคันต่าง ๆ ได้ มีสรรพคุณทางยา แก้ร้อนใน ลดไขมันในเส้นเลือดและบำรุงร่างกาย

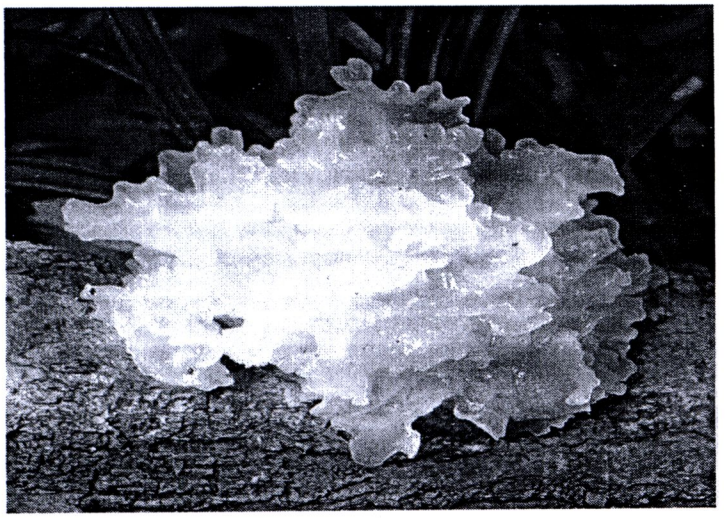
ภาพที่ 2.5 ลักษณะของดอกเห็ดฟาง (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

2.1.2.6 เห็ดหอม (Shitake mushroom) ดังแสดงในภาพที่ 2.6 มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Lentinus edodes (Berk.) Sing.* เป็นเห็ดที่มีน้ำตาลมาก มีกลิ่นหอม เป็นยาเย็น เห็ดหอมเป็นเห็ดที่มีการบริโภคกันอย่างกว้างขวางในประเทศไทย มีการนำเข้าเห็ดหอมแห้งจากประเทศจีนปีละจำนวนมาก และจัดเป็นเห็ดที่มีราคาค่อนข้างแพง เมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดชนิดอื่น ๆ ปัจจุบันมีการเพาะในพื้นที่ที่มีอากาศหนาวเย็น เช่น เชียงใหม่ เลย เป็นต้น มีสรรพคุณช่วยเร่งการสร้างเม็ดเลือดขาว ซึ่งเป็นภูมิต้านทานโรค ซึ่งเท่ากับเป็นการ เสริมสร้างภูมิต้านทานโรคมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ วิตามินดี และวิตามินบี 1 บี 2 มีคุณค่าทางสารอาหารสูงกว่าเห็ดชนิดอื่น สรรพคุณทางยา เป็นยาบำรุงลมและม้าม ช่วยลดโอกาสในการเป็นหวัด ซึ่งมีสาเหตุมาจากร่างกายอ่อนแอ ช่วยให้กระเพาะอาหารทำงานได้ดีขึ้น ช่วยย่อยอาหาร ลดอาการท้องผูก บรรเทาอาการปวดเมื่อย ช่วยบำรุงรักษาอาการหอบหืด ไอ ลดอาการเครียด ช่วยบำรุงสมอง หากรับประทานเป็นประจำ ช่วยลดไขมันในเลือด ลดน้ำตาลสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน เหมาะสำหรับผู้สูงอายุที่สุขภาพไม่แข็งแรง เบื่ออาหาร เป็นอาหารบำรุงที่เหมาะสำหรับทุกเพศ ทุกวัย



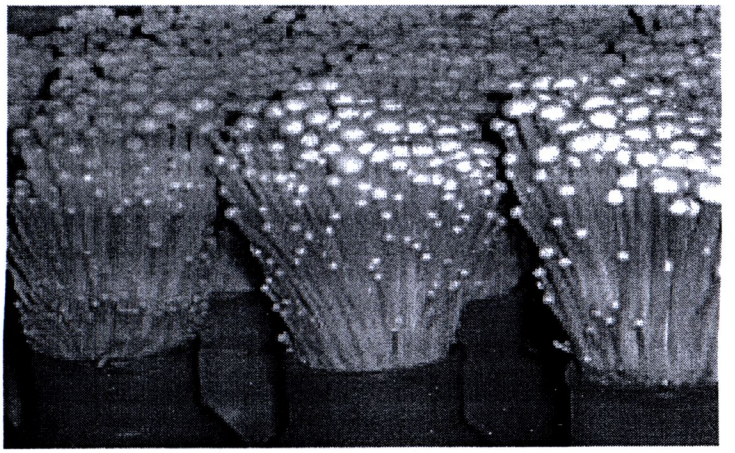
ภาพที่ 2.6 ลักษณะของดอกเห็ดหอมลาย (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

2.1.2.7 เห็ดหูหนูขาว (Silver Ear Mushroom) ดังแสดงในภาพที่ 2.7 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tremella fuciformis (Berk.)* ดอกเห็ดสีขาวคล้ายปะการัง หรือหงอนไก่ เห็ดหูหนูขาวจัดเป็นเห็ดที่คนไทยนิยมบริโภคกันมาก ทุกครัวเรือน เนื่องจากเป็นเห็ดที่มีรสชาติดี มีกลิ่นหอม และมีลักษณะพิเศษของเห็ดชนิดนี้ คือ มีความกรอบไม่ว่าจะนำมาปรุงอาหารประเภทใด ๆ ก็ตาม เป็นยาบำรุงอย่างดี มีรสหวาน มีสรรพคุณเสริมสร้างร่างกาย บำรุงปอดและกระเพาะอาหาร ช่วยบรรเทาอาการอ่อนเพลีย บรรเทาอาการไอ ไอแห้ง ไอมีเสมหะ บำรุงร่างกายหลังฟื้นไข้ ช่วยเสริมการรักษาโรคความดันโลหิตสูง เป็นยาบำรุงหัวใจ ไต บำรุงเลือด แก้อาการร้อนใน



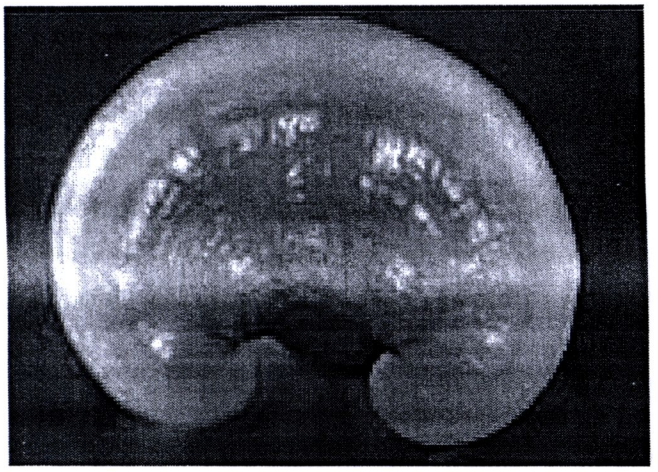
ภาพที่ 2.7 ลักษณะของดอกเห็ดหูหนูขาว (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

2.1.2.8 เห็ดเข็มทองหรือเห็ดเข็มเงิน ดังแสดงในภาพที่ 2.8 มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Flammulina velutipes (Peck) Sing.* สายพันธุ์ที่ผลิตในประเทศไทยเป็นสายพันธุ์สีขาวจึงเรียกเห็ดเข็มเงิน มีราคาค่อนข้างแพงยังเพาะไม่มาก เห็ดเข็มเงินหากรับประทานเป็นประจำ ช่วยรักษาโรคตับ กระเพาะอาหาร และลำไส้อักเสบเรื้อรัง นอกจากนั้นยังช่วยให้น้ำหนักและส่วนสูงของร่างกายเพิ่มอย่างเหมาะสม นอกจากนั้นยังมีกรดอะมิโนที่สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งได้



ภาพที่ 2.8 ลักษณะของดอกเห็ดเข็มเงิน (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

2.1.2.9 เห็ดหลินจือหรือเห็ดหมื่นปี (Ling Zhi mushroom) ดังแสดงในภาพที่ 2.9 มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Ganoderma lucidum.* เนื่องจากเป็นเห็ดที่มีสรรพคุณทางยาอายุวัฒนะ ทำให้ผู้บริโภคมีอายุยืนยาว เป็นเห็ดที่มีลักษณะแข็งเมื่อแห้งสามารถเก็บไว้ได้นานหลายปี แต่ไม่ได้หมายความว่าเป็นเห็ดที่นำมารับประทานแล้วทำให้อายุยืนถึงหมื่นปี เห็ดหลินจือมีดอกที่มีหมากดอกแผ่ออกคล้ายพัด ดอกเมื่อโตเต็มที่ สีหมวกดอกจะมีสีน้ำตาลแดง ผิวหมวกดอกเป็นเงามันคล้ายเซลแลค จึงมีชื่อเรียกว่า Lacquered mushroom เป็นเห็ดที่ช่วยสร้างภูมิต้านทานโรคที่ดีจัดเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่ง ช่วยบำรุงร่างกายให้แข็งแรง กระฉับกระเฉง สภาพจิตใจดี ช่วยลดอาการปวดตามข้อ ขับสารพิษ ช่วยย่อยอาหาร บำบัดอาการอ่อนเพลีย นอนไม่หลับ ช่วยบำรุงสมอง ช่วยให้ความจำดี สมองปลอดโปร่ง ป้องกันอาการสมองเสื่อมบรรเทาอาการไอ หอบหืด ลดและบรรเทาอาการของโรคภูมิแพ้ ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด เพิ่มอินซูลิน ควบคุมน้ำตาลในเลือด ช่วยควบคุมการทำงานของระบบการไหลเวียนของเลือด จึงช่วยลดความดันโลหิต ลดไขมันในเลือดและอาการหลอดเลือดในหัวใจตีบ ช่วยในการดูดซึมแคลเซียม ฟอสฟอรัสในลำไส้ ช่วยส่งเสริมกระบวนการทำงานของร่างกาย ช่วยกำจัดสารพิษและสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกาย เห็ดหลินจือ จึงเป็นเสมือนยาครอบจักรวาล ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์จากเห็ดหลินจือออกมาจำหน่ายมากมาย เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยมักจะนำมารับประทาน เป็นยา มากกว่าที่จะนำมาประกอบอาหารเช่นกับเห็ดชนิดอื่น ๆ



ภาพที่ 2.9 ลักษณะของดอกเห็ดหลินจือ (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

2.1.2.10 เห็ดเป๋าฮื้อ (Abalone mushroom) ดังแสดงในภาพที่ 2.10 มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Pleuronus abalonus Han.* เห็ดเป๋าฮื้อเป็นเห็ดที่มีเนื้อแน่น รูปร่างคล้ายหอยโข่งทะเล และมีรสชาติคล้ายเนื้อสัตว์ ลักษณะดอกเห็ดคล้ายคลึงกับเห็ดนางฟ้า แต่จะแตกต่างที่สีและความแน่นของ เนื้อดอกเห็ด หมวกดอกมีขนาดใหญ่ ผิวของสีหมวกดอกสีครีมถึงเทาเข้ม ก้านดอกมีขนาดใหญ่อวบแน่นและแข็งแรง ผิวของดอกจะแห้งไม่เปียกหรือเป็นเมือกเหมือนเห็ดชนิดอื่น ๆ เห็ดเป๋าฮื้อเป็นเห็ดในตระกูลเดียวกับเห็ดนางฟ้าเห็ดนางรม ที่มีการผลิตมากเป็นอันดับสองในประเทศไทย มีสรรพคุณในทางยาใช้บำบัดอาการปวดเอว ปวดขา อาการชาตามแขน ขา ขยายหลอดเลือดและอาการเอ็นยืด

ภาพที่ 2.10 ลักษณะของดอกเห็ดเป๋าฮื้อ (อังคณา เทียนกล่ำ, 2549)

นอกจากนี้เห็ดที่เพาะได้แล้วแต่ยังไม่ได้ผลิตกันเป็นการค้าอย่างจริงจัง เช่น เห็ดตีนแรด เห็ดกระด้างดำ (เห็ดลม) เป็นต้น สำหรับเห็ดที่ยังเพาะกันไม่ได้แต่จะพบในฤดูฝนในป่าหรือขอนไม้ผุและเป็นที่นิยมบริโภคกัน เช่น เห็ดเผาะ เห็ดโจด เห็ดตับเต่า เห็ดน้ำหมาก เห็ดโคนหรือเห็ดปลวกเห็ดระโงก เห็ดกระด้างขาว และเห็ดตะไคล เป็นต้น

2.1.3 สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับเห็ด (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และ กิตติพงษ์ ศิริวานิชกุล, 2538)

สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการเกิดดอกเห็ด ถ้าต้องการเพาะเห็ดให้ได้ผลผลิตสูง ผู้เพาะเห็ดต้องปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดแต่ละชนิด ซึ่งสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ได้แก่

2.1.3.1 แสงสว่าง (Light) จากการที่เห็ดเป็นฟังไจชนิดหนึ่งที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ช่วยในการสังเคราะห์แสงเหมือนกับพืชทั่ว ๆ ไป เห็ดจึงไม่จำเป็นต้องอาศัยแสงสว่างในการสังเคราะห์แสง แต่แสงสว่างมีผลในการกระตุ้นให้เส้นใยของเห็ดรวมตัวกัน และพัฒนาเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ต่อไป ซึ่งเห็ดแต่ละชนิดมีความต้องการแสงสว่างที่แตกต่างกัน

2.1.3.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามปกติเห็ดมีความทนทานต่อสภาพความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย แต่สภาพ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ควรอยู่ในสภาพที่เป็นกลางหรือมี pH ใกล้เคียงกับ 7 ในสภาพอาหารที่เป็นกรด เห็ดสามารถที่จะเจริญเติบโตได้ต่อไป แต่เป็นการเจริญเติบโตเฉพาะเส้นใยเท่านั้น

1) เห็ดหอม สภาพ pH ของอาหารวุ้นในระยะของการเจริญเติบโตบนเส้นใยควรอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 6.0 ในช่วงที่เห็ดพัฒนาเป็นดอก pH ควรอยู่ในช่วง 5.0 ถึง 6.0

2) เห็ดนางรม จะเจริญได้ดีเมื่อมีค่า pH อยู่ในช่วง 5.5 ถึง 6.5 ทั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยและการพัฒนาเป็นดอกเห็ด

3) เห็ดฟาง ค่า pH ของอาหารวุ้นที่ใช้เลี้ยงเส้นใยควรมีค่าเท่ากับ 7 ส่วนค่า pH ที่เหมาะสมของปุ๋ยหมักสำหรับการเจริญเติบโตของเห็ดฟางประมาณ 6.5

4) เห็ดหูหนู สภาพ pH ของวัสดุที่ใช้เพาะควรอยู่ในช่วง 6.5 ถึง 7.5

2.1.3.3 อุณหภูมิ (Tenperature) อุณหภูมินับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการเจริญเติบโตของดอกเห็ด ตามปกติเห็ดทุกชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดเล็กน้อย ประมาณ 3 ถึง 4 องศาเซลเซียส

1) เห็ดหูหนูขาว อุณหภูมิที่เหมาะต่อการเจริญของเส้นใยควรอยู่ระหว่าง 22 ถึง 28 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะต่อการออกดอกควรอยู่ระหว่าง 20 ถึง 27 องศาเซลเซียส

2) เห็ดนางรม อุณหภูมิที่เหมาะต่อการรวมตัวของเส้นใยเป็น fruiting body ประมาณ 28 ถึง 30 องศาเซลเซียส

3) เห็ดนางฟ้า อุณหภูมิที่เหมาะต่อการรวมตัวของเส้นใยเป็น fruiting body ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะต่อการออกดอกประมาณ 30 องศาเซลเซียส

4) เห็ดฟาง อุณหภูมิที่เหมาะต่อการงอกของสปอร์ ประมาณ 40 องศาเซลเซียส ส่วนเส้นใยจะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 30 ถึง 35 องศาเซลเซียส

2.1.3.4 สภาพอากาศ (Air) เห็ดต้องการออกซิเจนทั้งในระยะเส้นใย และระยะพัฒนาไปเป็นดอก ปกติแล้วในระยะการเจริญเติบโตของเส้นใย เห็ดจะมีความต้านทานต่อสภาพการขาดออกซิเจนได้ดีกว่าระยะการเกิดดอก โรงเรือนที่ใช้ในการเพาะเห็ดจึงควรมีอากาศถ่ายเทได้พอสมควร เพราะถ้ามีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะทำให้เกิดผลเสียหลายประการ เช่น เห็ดนางรม จะทำให้ก้านดอกเห็ดยาวและหมวกดอกไม่เจริญเติบโต เห็ดฟาง จะทำให้ดอกเล็กและบานเร็ว ผลผลิตต่ำ

2.1.3.5 ความชื้นของวัสดุเพาะ (Moisture) เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการความชื้นสูง ในการเตรียมวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดควรเพิ่มความชื้นในปริมาณที่เหมาะสม โดยการให้น้ำปรับความชื้นของวัสดุที่ใช้เพาะ ซึ่งความชื้นของวัสดุเพาะเห็ดมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ดังนี้

1) ความชื้นในวัสดุมีต่ำเกินไป เรือความชื้นมีน้อยเกินไป เส้นใยของเห็ดจะเจริญเติบโตไม่ดี เนื่องจากอาหารมนวัสดุเพาะมีต่ำเกินไป ทำให้ธาตุอาหารในวัสดุเพาะไม่สามารถละลายออกมาในเส้นใยเห็ดเพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้

2) ความชื้นในวัสดุเพาะมีมากเกินไป มีผลทำให้เส้นใยของเห็ดชะงักการเจริญเติบโตในขณะเดียวกันเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ โดยเฉพาะแบคทีเรียกลับเจริญเติบโตได้ดี ดังจะเห็นได้จากก้อนเชื้อเห็ดที่มีวามชื้นมาก ๆ เส้นใยเห็ดจะเจริญเติบโตช้า และเดินไม่เต็มก้อน นอกจากนั้น ก้อนเชื้อที่มีความชื้นมากเกินไปจะทำให้เส้นใยของเห็ดขาดออกซิเจนซึ่งมีผลทำให้เส้นใยของเห็ดเกิดช้าหรืออาจตายได้

2.1.3.6 ความชื้นของอากาศ (Humidity) ความชื้นของอากาศนับว่ามีความสำคัญต่อการเกิดดอกเห็ดและพัฒนาการเห็ดมาก การที่เห็ดให้ผลผลิตมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศเป็นสำคัญ เนื่องจากเห็ดเป็นเชื้อราจึงเจริญเติบโตได้ดีในสภาพความชื้นของอากาศค่อนข้างสูง ดังนั้น ในการเปิดถุงเห็ดให้เกิดดอกนั้น จำเป็นต้องเปิดในโรงเรือนที่สามารถเก็บความชื้นได้ดี การเพิ่มความชื้นในโรงเรือนสามารถทำได้โดยการฉีดพ่นละอองน้ำในโรงเรือนความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative Humidity) ในโรงเรือนมีผลกระทบต่อผลผลิตของเห็ดอย่างมาก หากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำ จะทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะบอบบาง เพราะความชื้นของดอกเห็ดจะระเหยออกไปในอากาศ ทำให้ดอกเห็ดแห้งและชะงักการเจริญเติบโต ถ้าความชื้นของอากาศมีมากเกินไป จะทำให้เส้นใยของเห็ดฟูบริเวณโคนดอกเห็ด ทำให้ดอกเห็ดฉ่ำน้ำและมีคุณภาพต่ำ ถุงก้อนเชื้อเห็ดอาจเน่าและผลผลิตลดลง ความชื้นของอากาศที่เหมาะสม จะทำให้เห็ดเจริญเติบโตตามปกติและให้ผลผลิตสูง ความชื้นของอากาศที่เหมาะสมกับเห็ดแตะละชนิดจะแตกต่างกัน เช่น เห็ดเป๋าฮื้อ ความชื้นของอากาศที่เหมาะสมอยู่ที่ 90 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ เห็ดนางฟ้า ความชื้นของอากาศที่เหมาะสมอยู่ที่ 85 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ เห็ดหูหนู ความชื้นของอากาศที่เหมาะสมอยู่ที่ 70 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และเห็ดฟาง ความชื้นของอากาศที่เหมาะสมอยู่ที่ 65 ถึง 85 เปอร์เซ็นต์

การเพิ่มความชื้นของอากาศภายในโรงเรือนควรใช้น้ำสะอาด ถ้าใช้น้ำฝนได้ยิ่งเป็นการดี นอกจากนี้ควรหลีกเลี่ยงการใช้น้ำที่มีสิ่งเจือปน ถ้าเป็นน้ำประปาควรเก็บกักน้ำไว้ในภาชนะ 2 ถึง 3 วัน เพื่อให้คลอรีนระเหยออกไปก่อนนำไปใช้

2.1.3.7 แรงดึงดูดของโลก (Gravitation) ตามธรรมชาติของเห็ดทั่ว ๆไป ลักษณะของหมวกดอกจะเจริญเติบโตหนีแรงดึงดูดของโลกตลอดเวลา ไม่ว่าจะวางเห็ดในตำแหน่งใดเห็ดก็จะเจริญหนีแรงดึงดูดของโลกตลอดเวลา จะมีเฉพาะเห็ดบางชนิดเท่านั้นที่เจริญในแนวเดียวกับพื้นผิวโลก

2.1.4 การเพาะเห็ดทั่วโลก (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และ กิตติพงษ์ ศิริวานิชกุล, 2538; วงเดือน พองไสยา, 2551)

ประเทศต่าง ๆ กว่า 70 ประเทศทั่วโลก ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการเพาะเห็ดเป็นอย่างมาก เห็ดที่นิยมเพาะกันมากมีอยู่ 8 ชนิดด้วยกันคือ เห็ดแชมปิญอง เห็ดหอม เห็ดหูหนู เห็ดฟาง เห็ดนางรม เห็ดหูหนูขาว เห็ดเข็มทอง และเห็นนามิโกะ นอกจากเห็ดทั้ง 8 ชนิดดังกล่าวแล้วยังมีเห็ดอื่น ๆ อีก เช่น เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางฟ้า เห็ดตีนแรด เห็ดหลินจือ เป็นต้น แต่นิยมปลูกกันมากเฉพาะบางประเทศเท่านั้น และจำนวนการผลิตเห็ดทุกประเทศทั่วโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 เป็นต้นมา เห็ดฝรั่งหรือเห็ดแชมปิญองมีปริมาณการผลิตสูงสุด ปริมาณร้อยละ 78 ของจำนวนผลผลิตเห็ดทั้งหมดในตลาดโลก จากจำนวนประเทศผู้ผลิตเห็ดทั่วโลกพบว่า ประเทศต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาเทคนิค วิธีการ และระบบการเพาะเห็ดที่สำคัญจนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปมีเพียง 5 ประเทศเท่านั้นคือ

2.1.4.1 ประเทศจีน (ไต้หวัน) เป็นประเทศที่ผลิต เห็ดแชมปิญองหรือเห็ดฝรั่ง ได้มากเป็นอันดับที่ 3 ของโลก แต่สามารถส่งจำหน่ายได้เป็นอันดับที่หนึ่งของโลก โดยประเทศจีนผลิตได้ประมาณร้อยละ

95 และส่งเป็นสินค้าออก การพัฒนาการเพาะเห็ดของไต้หวัน นับได้ว่าเจริญรุดหน้ารวดเร็วกว่าประเทศอื่น ๆ เนื่องจากมีการวางแผนการผลิตที่ดี โดยหาข้อมูลความต้องการเห็ดชนิดต่าง ๆ ของต่างประเทศจากทูตพาณิชย์ จึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องการตลาด ในขณะเดียวกัน ภาครัฐบาลและภาคเอกชนก็ร่วมมือประสานงานกันอย่างเต็มที่ในการควบคุมการผลิตและการส่งเสริมความรู้ทางด้านการเพาะเห็ดให้แก่เกษตรกรผู้ผลิตโดยพยายามสนับสนุนให้นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการเพิ่มผลผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตด้านการโฆษณาประชาสัมพันธ์ก็ได้รับความช่วยเหลือจากเอกชนอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริษัทการท่องเที่ยวได้ส่งเสริมประชาสัมพันธ์ด้วยการจัดทำอาหารประเภทเห็ดให้นักท่อนเที่ยวได้รับประทานทุกมื้อ จึงทำให้การพัฒนาการเพาะเห็ดของไต้หวันพัฒนาได้เร็วกว่าประเทศอื่น ๆ ในแถบเอเชีย

2.1.4.2 ประเทศญี่ปุ่น การเพาะเห็ดในประเทศญี่ปุ่นได้ตื่นตัวในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ซึ่งก่อนหน้านี้เกษตรกรจะหาเห็ดหอมจากป่าบริเวณที่มีไม้ก่อขึ้นอยู่มากมาย ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติส่วนมากถูกทำลาย ดังนั้น เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวทางรัฐบาลจึงอนุญาตให้ผู้เพาะเห็ดมีกรรมสิทธิ์ในที่ดินเพื่อใช้ปลูกไม้ก่อสานสำหรับเพาะเห็ดหอม พร้อมทั้งส่งเสริมการค้นคว้าวิจัย เพื่อนำเทคนิคต่าง ๆ มาใช้ในการเพิ่มผลผลิตเห็ด จนทำให้ญี่ปุ่นสามารถผลิต เห็ดหอม ได้มากและส่งเป็นสินค้าออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก

2.1.4.3 ประเทศเกาหลีใต้ เกาหลีได้เริ่มพัฒนาการเพาะเห็ดเมื่อปี พ.ศ. 2515 โดยรัฐบาลได้จ้างผู้เชี่ยวชาญการเพาะเห็ดจากประเทศไต้หวันจำนวน 2 คน ให้ความรู้แก่นักวิชาการชาวเกาหลี พร้อมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนอย่างจริงจังทั้งด้านบุคลากรและงบประมาณ จงทำให้เกาหลีใต้ใช้เวลาในการพัฒนาการเพาะเห็ดเพียง 6 ปี ก็สามารถกลายเป็นประเทศคู่แข่งที่สำคัญของไต้หวันในการส่ง เห็ดแชมปิญองและเห็ดหอมเป็นสินค้าออก

2.1.4.4 ประเทศอินเดีย เป็นประเทศเดียวในแถบเอเชียที่ตื่นตัวช้าที่สุดในการพัฒนาการเพาะเห็ด เนื่องจากความเชื่อถือที่ถูกปลูกฝังมาตั้งแต่ในอดีตว่า เห็ดเป็นดอกไม้มูลสัตว์จึงทำให้พลเมืองของอินเดียในอดีตรังเกียจเห็ดเป็นอย่างมากทำให้ขาดนักวิชาการการเพาะเห็ด แต่ด้วยความช่วยเหลือและรณรงค์ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติหรือ F.A.O. ได้รณรงค์การเพาะเห็ดเพื่อให้สถาบันดังกล่าวเป็นผู้ผลิตเชื้อเห็ดและปุ๋ยหมักและให้เกษตรกรหรือสมาชิกของสถาบันนำไปเพาะ เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วให้นำผลผลิตมารวมกันเพื่อจำหน่ายโดยมีเจ้าหน้าที่ของสถาบันคอยดูแลอย่างใกล้ชิด ซึ่งในปัจจุบันชาวอินเดียจำนวนมากหันมาบริโภคเห็ด เห็ดที่เพาะกันมากในอินเดีย คือ เห็ดนางรม และเห็ดนางนวล

2.1.4.5 ประเทศไทย ในปัจจุบันประเทศไทยมีการปรับปรุงและพัฒนาการเพาะเห็ดไปมากจนกลายเป็นอาชีพหลักที่สำคัญของเกษตรกรอาชีพหนึ่ง ถ้าจะเปรียบเทียบกับประเทศในภูมิภาคเอเชียแล้วประเทศไทยจัดอยู่ในระดับแนวหน้า จะเป็นรองอยู่บ้างก็แต่ประเทศญี่ปุ่นเท่านั้น จำนวนเห็ดที่ผลิตได้สูงสุดในแต่ละปีคือ เห็ดฟาง ส่วนเห็ดที่ผลิตได้น้อยและน้อยมาก คือเห็ดแชมปิญอง และเห็ดหอม โดยมีสาเหตุมาจากฤดูกาล และวัสดุที่ใช้เพาะ ซึ่งเรายังไม่สามารถควบคุม ปรับปรุงและดัดแปลงให้เหมาะสมได้ตลอดทั้งปี แต่อย่างไรก็ตามอาชีพการเพาะเห็ดเป็นอีกอาชีพหนึ่งที่สามารถทำได้ตลอดปี

2.2 การเพาะเห็ดในประเทศไทย (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และ กิตติพงษ์ ศิริวานิชกุล, 2538; วัลลภ พรหมทอง, 2544)

ประเทศไทยได้เริ่มต้นเพาะเห็ดมานานแล้ว และจัดเป็นประเทศอันดับแรก ๆ ที่มีการเพาะเห็ดอย่างเป็นล่ำเป็นสัน แต่การพัฒนาการเพาะเห็ดของประเทศไทยเป็นไปอย่างล่าช้ามาก การเพาะเห็ดในประเทศไทยเริ่มจากการเพาะเห็ดฟางและการทำหัวเชื้อเห็ดฟาง เมื่อ พ.ศ. 2480 โดยอาจารย์ ก่าน ชลวิจารณ์ ซึ่งเริ่มจากชาวจีนอพยพเข้ามาในประเทศไทย ได้มีการเพาะเห็ดโดยใช้หัวเปลือกบัวเป็นวัสดุเพาะ จึงเรียกเห็ดพวกนี้ว่า

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

เห็ดบัวซึ่งก็คือเห็ดฟางนั่นเอง ต่อมาเปลือกบัวหายากและมีราคาแพง จึงได้เปลี่ยนมาใช้ฟางเป็นวัสดุในการเพาะ ชาวจีนพวกนี้ได้ทำการเพาะเห็ดโดยอาศัยกองขยะมูลฝอยเก่า ๆ และใช้ฟางปูทับกองขยะมูลฝอยก่อน จากนั้นจึงกองทับด้วยเปลือกบัวอีกครั้งหนึ่ง แล้วรดน้ำให้ชื้นแก่วัสดุอย่างเหมาะสม จนกระทั่งดอกเห็ดงอกออกมา แต่การเพาะเห็ดวิธีนี้เป็นการอาศัยสปอร์ของเห็ดฟางที่มีอยู่ตามธรรมชาติจึงทำให้การเพาะเห็ดบางครั้งได้ผล บางครั้งไม่ได้ผล และผลผลิตที่ได้ก็อยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำเพราะไม่มีการใส่หัวเชื้อลงไป

ปี พ.ศ. 2481 อาจารย์ ก่าน ชลวิจารณ์ จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าจนสามารถแยกเชื้อบริสุทธิ์ การเพาะเห็ดโดยใส่หัวเชื้อดังกล่าว ซึ่งจะทำให้ผลผลิตของเห็ดฟางเพิ่มสูงขึ้น และได้มีการวิวัฒนาการเพาะเห็ดฟางจากกองสูงมาเป็นการเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยและแบบอุตสาหกรรมในที่สุด

ปี พ.ศ. 2500 แผนกโรคพืช กองพืชพรรณ กรมกสิกร (สาขาจุลชีววิทยาประยุกต์ กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตรในปัจจุบัน) ได้นำเห็ดนางรมเข้ามาทดลองเพาะ โดยอาจารย์ พันธุ์ ภักดีดินแดน ได้ทดลองค้นคว้าหาวิธีการเพาะจนประสบสำเร็จ โดยได้รับความร่วมมือจาก ดร. บร๊อค (Dr.S.S. Block) ต่อมาได้ทำการคัดเลือกพันธุ์ ผสมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์เห็ดนางรม จนได้พันธุ์เห็ดนางรมที่สามารถเติบโตได้ทุกสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ต่อมาในปี พ.ศ. 2502 ได้มีการเผยแพร่ความรู้การทำหัวเชื้อ และการอบรมเพาะเห็ดนางรมเรื่อยมาจนถึง พ.ศ.2515 จึงได้มีการจัดตั้งชมรมเห็ดขึ้นในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำให้เกษตรกรมีการตื่นตัวด้านการเพาะเห็ดมากขึ้น

ปี พ.ศ. 2507 ได้มีผู้นำเทคนิคการเพาะเห็ดหูหนูมาทดลองเพาะที่จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นผลสำเร็จ และกรมวิชาการได้ตีพิมพ์ เผยแพร่การเพาะเห็ดหูหนูให้แก่เกษตรกร

ปี พ.ศ. 2514 บริษัทฟาร์มเห็ดเอกชนที่จังหวัดลำปาง ได้ทำการเพาะเห็ดฝรั่งจนประสบผลสำเร็จ และได้มีการเผยแพร่ผลงานไปสู่เกษตรกรที่สนใจ

ปี พ.ศ. 2515 บริษัทอาหารสากล ได้นำเห็ดเป๋าฮื้อเข้ามาทดลองเพาะเพื่อแปรรูปบรรจุเป็นเห็ดกระป๋อง แต่มิได้เผยแพร่เทคนิคการเพาะ จนกระทั่งชมรมเห็ดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการศึกษาทดลองเพาะเห็ดเป๋าฮื้อจนประสบผลสำเร็จ และได้มีการส่งเสริมเผยแพร่ความรู้ให้แก่เกษตรกร

2.2.1 แหล่งผลิตเห็ดที่สำคัญของประเทศไทย (วงเดือน พองไสยา, 2551)

ผลผลิตของเห็ดทุกชนิดในประเทศไทยจากแหล่งต่าง ๆ ทั่วประเทศพบว่าเห็ดที่ผลิตส่วนใหญ่เป็นการผลิตเห็ดฟางมากที่สุด รองลงมาได้แก่ เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางฟ้า เห็ดหูหนู ซึ่งสามารถจำแนกแหล่งผลิตเห็ดที่สำคัญออกได้ดังนี้ คือ

2.2.1.1 เห็ดฟาง เห็ดฟางมีแหล่งผลิตอยู่ทั่วประเทศ แต่แหล่งผลิตที่สำคัญที่สามารถผลิตเห็ดฟางได้จำนวนมากที่สุดก็คือ บริเวณพื้นที่ชานเมืองและจังหวัดรอบนอกของกรุงเทพมหานคร เช่น เขตหนองแขมเขตตลิ่งชัน อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี อำเภอภาชี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งทุกแหล่งดังกล่าวจัดได้ว่าเป็นตลาดผู้ผลิตเห็ดฟางที่ใหญ่ที่สุดของไทยโดยมีกรุงเทพมหานครเป็นตลาดกลาง และเป็นเมืองท่าส่งเห็ดฟางไปจำหน่ายยังต่างประเทศ

2.2.1.2 เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า และเห็ดนางนวล แหล่งเพาะที่สำคัญส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณเดียวกับการเพาะเห็ดฟาง

2.2.1.3 เห็ดเป๋าฮื้อ แหล่งผลิตเห็ดเป๋าฮื้อที่สำคัญ คือ จังหวัดทางภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง และจังหวัดรอบนอกกรุงเทพมหานคร เช่น อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร เป็นต้น

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 30 พ.ย. 2555
เลขทะเบียน 250798
เลขเรียกหนังสือ

2.2.1.4 เห็ดแชมปิญอง หรืออาจเรียกได้อีก 2 ชื่อว่า เห็ดฝรั่งหรือเห็ดกระดุม มีแหล่งผลิตที่สำคัญ คือ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำปาง และกรุงเทพมหานคร

2.2.1.5 เห็ดหูหนู แหล่งผลิตกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย แต่ส่วนใหญ่ผลิตเป็นรายย่อยเท่านั้น

2.2.1.6 เห็ดหอม เป็นเห็ดที่มีราคาแพงและชอบอากาศหนาวเย็น แหล่งเพาะเห็ดหอมที่สำคัญ คือ จังหวัดทางภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำปาง แต่ในปัจจุบันมีผู้นำเอามาปลูกในภาคกลางได้สำเร็จ โดยกำหนดระยะเวลาปลูกให้เห็ดหอมออกดอกในช่วงฤดูหนาว และได้ดัดแปลงวัสดุที่ใช้ปลูกบนไม้ก่อ มาปลูกในถุงขี้เลื่อยไม้ยางซึ่งปรากฏว่าได้ผลผลิตดีใกล้เคียงกับเห็ดหอมที่ปลูกในภาคเหนือ

2.2.2 **วิธีการเพาะเห็ดในปัจจุบัน** (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2551)

การเพาะเห็ดในประเทศไทยปัจจุบัน แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

2.2.2.1 การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก (Polyethylene Bag Culture) คือ การเพาะเห็ดโดยใช้ถุงพลาสติกใช้ขี้เลื่อย ฟางหมัก หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่น ๆ เป็นวัสดุหลักในการผสมอาหารเสริมบางอย่าง แล้วใส่เชื้อเห็ดที่ต้องการลงไป ใช้เพาะเลี้ยงเห็ดทั่วไป เช่น เห็ดนางฟ้า นางรม หูหนู ยานางิ ฯลฯ มีลักษณะการผลิตในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่

1) ผลิตเชื้อวุ้น

2) ผลิตเชื้อข้าวฟ่าง

3) ผลิตถุงเชื้อเห็ด

4) ผลิตดอกเห็ด

2.2.2.2 การเพาะเห็ดฟาง มี 2 รูปแบบ ได้แก่

1) การเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย เป็นการเพาะเห็ดกลางแจ้ง (Open Culture) เป็นการเพาะเห็ดบนวัสดุเพาะโดยตรง ส่วนใหญ่จะใช้ฟางหมักหรือปุ๋ยหมักเป็นวัสดุเพาะ เพาะในตะกร้าหรือวัสดุอื่น ๆ

2) การเพาะเห็ดในโรงเรือน (Protected Culture) เป็นวิธีการเพาะที่ต้องใช้เทคโนโลยีสูงในทุกขั้นตอนของการเพาะเห็ด เช่น การหมักก่อนเพาะ การอบฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด การรักษาอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือน ได้แก่ การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม การเพาะเห็ดฟางและเห็ดกระดุมในโรงเรือน เป็นต้น

2.3 การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกกำลังเป็นที่นิยมกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกนี้ใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรพวกขี้เลื่อย ชานอ้อย หรือฟางข้าวผสมอาหารเสริม สามารถทำได้ง่าย ดังนั้นการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกจึงแพร่หลายไปอย่างรวดเร็ว ครอบคลุมหลายพื้นที่ หลายพื้นที่ หลายจังหวัดของประเทศ จึงทำให้มีเห็ดที่เพาะจากถุงจำหน่ายและบริโภคกันทั่วไปและสม่ำเสมอ เห็ดที่นิยมเพาะในถุงพลาสติกส่วนมากได้แก่ เห็ดสกุลนางรม เช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม เห็ดภูฐาน เห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดนางนวล เป็นต้น เห็นหูหนู เห็ดหอม เห็ดตีนแรด เห็ดยานางิ เป็นต้น (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2551) เห็ดเหล่านี้สามารถเพาะได้บนวัสดุหลายชนิด โดยเฉพาะขี้เลื่อย หรืออาหารหมักจากฟาง เป็นต้น ข้อดี ของการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก คือ จะมีผลผลิตออกทุกวันเริ่มจากเปิดดอกขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ดโดยจะมีผลผลิตสูงสุดหลังจากเปิดดอก 10 ถึง 15 วัน จะมีอาหารรับประทานและมีรายได้ทุกวันเก็บผลผลิตในขณะที่ดอกเล็ก

สามารถเก็บรักษาในตู้เย็นรอการจำหน่ายได้นาน นอกจากนี้ยังสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์และอาหารได้หลายประเภท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551)

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกนับเป็นทางเลือกหนึ่ง สำหรับเกษตรกรที่สามารถทำได้ เนื่องจากในแต่ละพื้นที่จะมีวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่แตกต่างกันไป เช่น ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณ ชานอ้อย การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกสามารถทำได้หลายชนิด ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกมีแนวทางในการในการทำได้ 2 แนวทางคือ สำหรับผู้ที่เริ่มต้นใหม่ยังไม่มีความรู้ความชำนาญหรือยังไม่กล้าลงทุนมาก อาจทำได้โดยการซื้อก้อนเชื้อเห็ดสำเร็จรูปมาเปิดดอกในโรงเรือนเพื่อเก็บดอกจำหน่าย อีกแนวทางหนึ่งคือ หากต้องการเพาะเป็นจำนวนมากหรือมีความรู้ความชำนาญบ้างแล้วก็สามารถทำก้อนเชื้อเห็ดเอง เพียงแต่ต้องซื้อหัวเชื้อเห็ดมาเพาะลงถุงก้อนเชื้อเท่านั้น วิธีการนี้จะสามารถจำหน่ายได้ทั้งดอกเห็ดและสามารถผลิตก้อนเชื้อเห็ดจำหน่ายได้ด้วย (วัลลภ พรหมทอง, 2544)

2.3.1 ขั้นตอนการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

ขั้นตอนการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกมีหลายกระบวนการที่แตกต่างกัน ได้แก่ การผลิตเชื้อผงวุ้น การผลิตเชื้อข้าวฟ่าง การผลิตก้อนเชื้อเห็ด และการผลิตดอกเห็ด

2.3.1.1 การผลิตเชื้อวุ้น การผลิตเชื้อวุ้นเป็นการผลิตอาหารสำหรับทำเชื้อเห็ด ซึ่งมีขั้นตอนการทำ ดังนี้

1) การเตรียมอาหารวุ้น (PDA) ซึ่งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเชื้อวุ้น ได้แก่ หม้อนึ่งความดัน อุปกรณ์หุงต้ม ขวดแบน สำลี กระดาษ ยางรัด ผงวุ้น น้ำกลั่น มันฝรั่ง ฟักทอง กล้วย น้ำตาลกลูโคส โดยสูตรอาหารวุ้นโดยทั่วไป คือ มันฝรั่ง (ขนาด 1x1x1 เซนติเมตร) 200 กรัม น้ำตาลกลูโคส 20 กรัม ผงวุ้น 15 กรัม น้ำ 1 ลิตร

2) การทำเชื้อวุ้น โดยการต้มมันฝรั่งด้วยน้ำกลั่นให้สุกแล้วกรองเอาเฉพาะน้ำให้มีปริมาตร 1 ลิตร แล้วใส่น้ำตาลกลูโคสลงในน้ำกลั่นที่ได้แล้วคนจนน้ำตาลกลูโคสละลาย จากนั้นใส่ผงวุ้นแล้วคนตลอดจนผงวุ้นละลาย แล้วนำไปเทลงขวดประมาณ 1 ใน 4 ของขวด แล้วนำไปนึ่งในหม้อนึ่งความดัน นึ่งนาน 15 ถึง 20 นาที ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จากนั้นพักขวดทิ้งไว้ในแนวเอียงจนอาหารเริ่มแข็งก็จะได้เชื้อวุ้นสำหรับเพาะเห็ด

2.3.1.2 การผลิตเชื้อจากธัญพืช ประกอบด้วย

1) การเตรียมเม็ดธัญพืช ซึ่งวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเชื้อวุ้น ได้แก่ หม้อนึ่งความดัน อุปกรณ์หุงต้ม ขวดกลม สำลี กระดาษ ยางรัด เม็ดข้าวฟ่าง

2) การทำเชื้อข้าวฟ่าง เริ่มจากการต้มหรือนึ่งเม็ดข้าวฟ่างที่ทำความสะอาดแล้วจนสุก แล้วนำไปผึ่งแดดให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำเม็ดข้างฟ่างใส่ขวดและนึ่งในหม้อนึ่งความดัน นึ่งนาน 15 ถึง 20 นาที ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แล้วพักขวดทิ้งไว้จะได้เชื้อข้าวฟ่างสำหรับเพาะเห็ด

2.3.1.3 การผลิตก้อนเชื้อเห็ด วัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดคือขี้เลื่อย ปกติแล้วก็จะเป็นขี้เลื่อยของไม้เนื้ออ่อนในประเทศไทยสามารถจะใช้ขี้เลื่อยไม้ต่าง ๆ ทุกประเภท ถ้าเป็นขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งจะผุสลายตัวช้าก็นำขี้เลื่อยนั้นมาหมักก่อน โดยรดน้ำให้เปียกชื้นกองสูงประมาณ 1 เมตร หมักทิ้งไว้อย่างนั้นประมาณ 30 วัน ในประเทศหนาวจะหมักให้กองสูงประมาณ 1.5 เมตร ถ้าสูงเกินไปความร้อนภายในกองอาหารจะสูงเกินไป หมักจนกระทั่งสลายตัวดีไม่มีพวกสารยับยั้งการเจริญ

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก ประกอบด้วย วัสดุเพาะ เช่น ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ไม้เบญจพรรณ ชานอ้อย อาหารเสริม แม่เชื้อเห็ด ชนิดที่ต้องการ ถุงพลาสติกทนร้อน คอขวดพลาสติก สำลี ยางรัด และถังนึ่งไม่อัดความดัน

ส่วนผสมสำหรับหารเพาะเห็ด ประกอบด้วย ขี้เลื่อยไม้ยางพาราแห้ง รำละเอียด ยิปซั่ม ปูนขาว และดีเกลือ ซึ่งสัดส่วนผสมขึ้นอยู่กับความนิยมของแต่ละพื้นที่

การเตรียมวัสดุเพาะ โดยนำส่วนผสมดังกล่าวข้างต้น ผสมให้เข้ากันด้วยมือหรือเครื่องผสม แล้วปรับความชื้น 60 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ โดยเติมน้ำพอประมาณ ใช้มือกำวัสดุเพาะบีบให้แน่น ถ้ามีน้ำซึมที่ง่ามมือแสดงว่าเปียกเกินไป (ให้เติมขี้เลื่อย) ถ้าไม่มีน้ำซึมให้แบมือออก วัสดุเพาะจะรวมกันเป็นก้อน แล้วแตกออก 2 ถึง 3 ส่วน ถือว่าใช้ได้ แต่ถ้าแบมือแล้ววัสดุเพาะไม่รวมตัวกันเป็นก้อน แสดงว่าแห้งไปให้เติมน้ำเล็กน้อย (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2551)

วิธีการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก มีขั้นตอนดังนี้

1) บรรจุวัสดุเพาะใส่ถุงพลาสติกทนร้อน น้ำหนัก 800 ถึง 1,000 กรัม กระแทกกับพื้น และทุบให้แน่นพอประมาณ 2 ใน 3 ของถุง ใส่คอขวดรัดด้วยหนังยาง จุกสำลี

2) นำก้อนเชื้อเห็ดที่ได้ไปนึ่งฆ่าเชื้อในถังนึ่งไม่อัดความดันที่ 98 ถึง 100 องศา เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และนำมาพักให้ถุงเย็นสนิททั้งถุง ในที่สะอาด

3) ถ่ายเชื้อจากหัวเชื้อเห็ดที่เลี้ยงในเมล็ดข้าวฟ่างโดยเขย่าเชื้อเห็ดที่เต็มขวด ถุงละ 10 ถึง 15 เมล็ด ปิดสำลี (เปิดและปิดจุกสำลีโดยเร็ว) โดยปฏิบัติในที่สะอาดไม่มีลมโกรก โดยเชื้อเห็ด 1 ขวด ใส่ถุงได้ 30 ถึง 50 ถุง

4) นำไปบ่มในที่สะอาด มีอากาศถ่ายเทสะดวกในอุณหภูมิห้อง จนเส้นใยจะเจริญเต็มถุง 25 ถึง 60 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด

5) เมื่อเส้นใยเดินเต็มถุง คัดเฉพาะถุงที่ไม่มีการปนเปื้อนของราและแมลงเปิดในโรงเรือนเปิดดอกที่สะอาดแสงสว่างพอสมควร การระบายอากาศดี และสามารถเก็บความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเรือนมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป สามารถบรรจุก้อนเชื้อได้ไม่ควรเกิน 5,000 ก้อนเพราะจะเกิดปัญหาด้านความสะอาด และการถ่ายเทอากาศได้ภายหลัง

2.3.1.4 การผลิตดอกเห็ด ซึ่งการผลิตดอกของเห็ดแต่ละชนิดจะมีวิธีการเปิดดอกที่ต่างกัน

1) เห็ดนางรม นางฟ้า (ภูฐาน) เป๋าฮื้อ ยานางิ จะเปิดถุงโดยเอาหนังยางสำลีออก ถอดคอขวดออก แล้วพับถุงเข้าที่เดิม นำก้อนไปเรียงซ้อนกันจะใช้ชั้นไม้ไผ่ตัว A ชั้นไม้ตัว H หรือชั้นแขวนพลาสติกก็ได้ รดน้ำรักษาความชื้นในโรงเรือนให้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ วันละ 2 ถึง 6 ครั้ง ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศโดยสเปรย์น้ำเป็นฝอย ระวังอย่ารดน้ำเข้าในถุงเพาะถุงจะเน่าและเสียเร็ว เก็บผลผลิตได้เมื่อดอกบานเต็มที่ แต่ขอบหมวกยังไม่บานย้วย

2) เห็ดหูหนู ดึงสำลี ถอดคอขวด พับถุงพลาสติกทำเป็นจุกรัดหนังยาง แล้วกรีดด้วยมีดเป็นรอยเฉียง 3 แนว ๆ ละ 3 บั้ง นำไปแขวนหรือตั้งกับพื้น รดน้ำรักษาความชื้น 80 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 5 ถึง 7 วัน จะเห็นดอกเล็ก ๆ และอีก 5 ถึง 10 วัน ดอกบานย้วยเต็มที่ก็จะเก็บดอกได้

3) เห็ดขอนขาว เห็ดลม เอามีดกรีดตรงบ่าถุงออกทั้งหมด (เห็ดลมพักไว้ 1 เดือนก่อนกรีด) นำไปวางซ้อนบนชั้นตัว A หรือแขวน รดน้ำรักษาความชื้น มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ การดูแลเหมือนกับเห็ดนางฟ้า นางรม แต่ต้องการแสงและการระบายอากาศมากกว่า หลังจากเปิดดอกก้อนเชื้อเห็ดจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น การเกิดดอกใกล้เคียงกับเห็ดนางรม

ผลผลิตเห็ดถุงจะขึ้นอยู่กับการดูแลรักษา โดยทั่วไปเห็ดที่เพาะในถุงพลาสติกจะได้ผลผลิต เฉลี่ย 150 ถึง 200 กรัมต่อถุง (สุวัฒน์ บุญจันทร์ และ สมชาย ไทยทัตตกุล, 2551)

2.4 กระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด

การผลิตก้อนเชื้อเห็ดเป็นกระบวนการที่สำคัญกระบวนการหนึ่งในการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก เพื่อให้ได้ถุงก้อนเชื้อเห็ดสำหรับเพาะเห็ดให้เกิดดอก ซึ่งขั้นตอนการผลิตก้อนเชื้อเห็ดมีหลายขั้นตอน ได้แก่ การผสมวัสดุเพาะ การกรอกวัสดุลงถุง และการอัดก้อนเชื้อเห็ด (ระวิน สืบค้า, 2541)

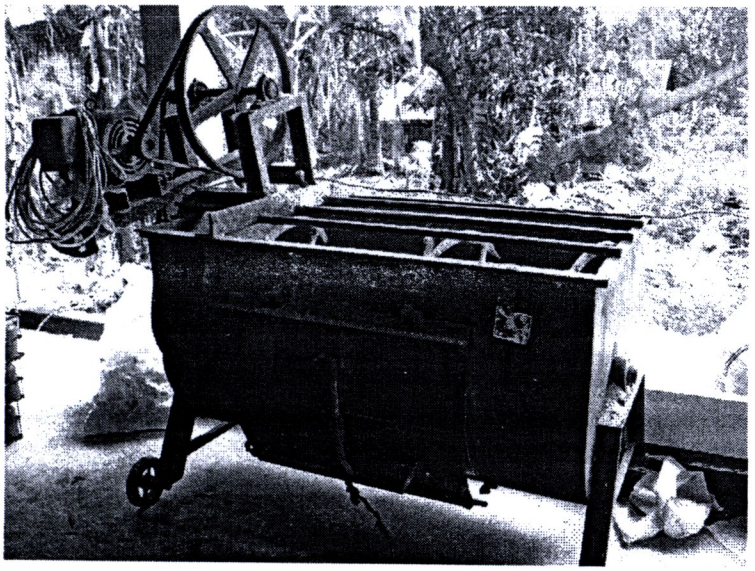
2.4.1 การผสมวัสดุเพาะเห็ด

การผสมเป็นการทำให้องค์ประกอบตั้งแต่ 2 ขึ้นไปที่กระจายกันอยู่รวมเป็นเนื้อเดียวกันตามที่ต้องการ ซึ่งวิธีการผสมวัสดุเพาะเห็ดในปัจจุบันมี 2 วิธี คือ การผสมโดยใช้แรงงานคน และการผสมด้วยเครื่องผสม

2.4.1.1 การผสมโดยใช้คน ดังแสดงในภาพที่ 2.11 เป็นวิธีการผสมซึ่งผู้ประกอบการส่วนใหญ่ปฏิบัติกันอยู่ โดยการกระจายกองขี้เลื่อยให้ทั่ว จากนั้นเทส่วนผสมตามสูตรที่ต้องการ แล้วผสมให้เข้ากันโดยใช้พรั่วตักคลุกเคล้าให้เข้ากัน บางรายใช้การเดินย่ำไปบนกองขี้เลื่อยและใช้เท้าเขี่ยส่วนผสมต่าง ๆ ให้เข้ากัน ทดสอบเปอร์เซ็นความชื้นของกองขี้เลื่อยให้ได้ 60 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณ ด้วยการบีบขี้เลื่อยที่ผสมแล้ว ถ้าความความชื้นพอเหมาะขี้เลื่อยดังกล่าวจะเป็นก้อนพอดี

ภาพที่ 2.11 การผสมวัสดุเพาะเห็ดด้วยการใช้คน

2.4.1.2 การผสมโดยใช้เครื่องผสม (ภาพที่ 2.12) สำหรับฟาร์มเห็ดที่ต้องผลิตก้อนเชื้อเห็ดจำนวนมาก จะใช้เครื่องผสมช่วยในการผสมวัสดุเพาะเห็ดให้ได้ปริมาณมาก ๆ ช่วยลดเวลาในการผสมและลดการใช้แรงงานในการทำงาน

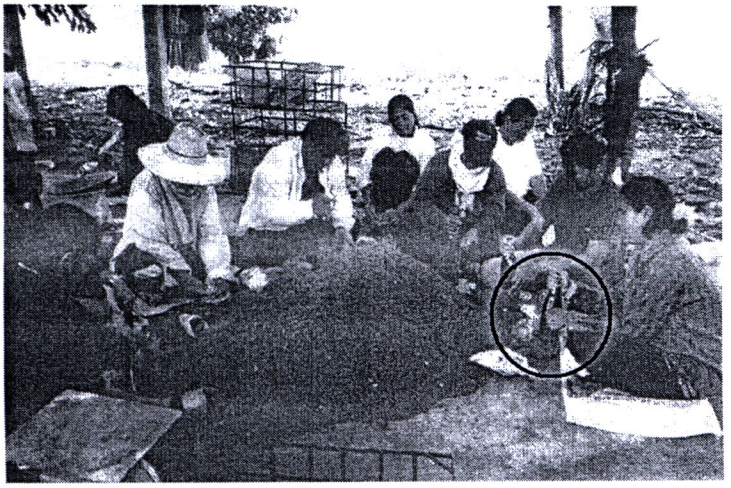


ภาพที่ 2.12 เครื่องผสมขี้เลื่อยทดแทนการใช้แรงงานคนในการผสม

2.4.2 การบรรจุและอัดก้อนเชื้อเห็ด

หลังจากที่ได้ผสมวัสดุเพาะเห็ดแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการบรรจุวัสดุเพาะลงถุงทนร้อนและอัดก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งวิธีการอัดก้อนเชื้อเห็ดในปัจจุบันมี 2 วิธีการ คือ การอัดก้อนโดยใช้คนและการอัดก้อนโดยใช้เครื่อง

2.4.2.1 การบรรจุและอัดก้อนโดยใช้คน ดังแสดงในภาพที่ 2.13 โดยการกรอกวัสดุเพาะลงถุงจนเต็มแล้วกระทุ้งถุงให้เป็นทรงกระบอกตั้ง แล้วใช้มือจับปากถุงกระแทกกับพื้นให้แน่น ประมาณ 2 ใน 3 ของความสูงถุง หรืออาจใช้ขวดช่วยอัด จากนั้นให้รวบปากถุงบีบไล่อากาศออกแล้วสวมคอขวดพลาสติก พับปากถุงลงแล้วใช้ยางรัดปากถุงแล้วอัดด้วยสำลี หุ้มทับด้วยกระดาษหรือฝาครอบพลาสติก (ภาพที่ 2.14) การอัดโดยใช้คนอัดบางครั้งหากใช้แรงมากเกินไปจะทำให้ก้อนเชื้อเห็ดเสียหาย ก้อนมีรอยรั่วหรือก้อนแตกได้ (อภิชาต ศรีสะอาด, 2543)



ภาพที่ 2.13 วิธีการอัดก้อนเชื้อเห็ดโดยคน และใช้ขวดช่วยในการอัด (อภิชาต ศรีสะอาด, 2543)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาพที่ 2.14 วิธีการอัดก้อนเชื้อเห็ดและใส่คอขวด

2.4.2.2 การอัดก้อนโดยใช้เครื่องช่วยอัดก้อนเชื้อเห็ด (ภาพที่ 2.15) โดยการกรอกวัสดุเพาะลงถุงแล้วใช้เครื่องช่วยในการอัดก้อน การอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยเครื่องช่วยให้สามารถผลิตก้อนเชื้อเห็ดได้มากขึ้น เร็วขึ้น สำหรับผู้เพาะเห็ดที่ต้องการผลิตก้อนให้ได้ปริมาณมาก ๆ ในกรณีที่ต้องการจำหน่ายก้อนหรือกรณีที่ขาดแคลนแรงงานในการทำงาน และการอัดด้วยเครื่องยังทำให้อันเชื้อเห็ดมีคุณภาพ ความแน่นของก้อนสม่ำเสมอ ลดปัญหาการเสียหายของถุงก้อนเชื้อเห็ดเนื่องจากการอัดได้

ภาพที่ 2.15 การอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยเครื่องช่วยอัดก้อนเชื้อเห็ด

2.5 งานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตก้อนเชื้อเห็ด

วิทยา เหล็กไหล (2544) ได้ศึกษาผลของสารเร่ง พด.-1 (เป็นเชื้อจุลินทรีย์ผสมระหว่างเชื้อรา แอคติโนมัยซีส และแบคทีเรีย) และสารประกอบไนโตรเจนต่อการย่อยสลายขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม โดยแบ่งออกเป็น 6 สภาวะการทดลอง คือ สภาวะการทดลองย่อยสลายที่ไม่มีการเติมสารใด ๆ ลงในขี้เลื่อยไม้ยางพารา และสภาวะการทดลองย่อยสลายที่มีการเติมสารเร่ง พด.-1 ปริมาณ 0.15 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) และสารยูเรียในอัตราส่วน 0 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ พบว่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่มีการเติมสารเร่ง พด.-1 ร่วมกับยูเรีย 0.5 เปอร์เซ็นต์ และหมักเป็นระยะเวลา 9 วัน เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม และจากการเปรียบเทียบผลผลิตดอกเห็ดเมื่อใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ไม่ผ่านการหมักและผ่านการหมัก 9 วัน โดยมีการเติมสารเร่ง พด.-1 และยูเรีย 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ไม่ผ่านการหมักสามารถให้ผลผลิตดอกเห็ดจำนวน 5 รุ่น น้ำหนักรวมทั้งสิ้น 344.6 กิโลกรัมต่อก้อนเชื้อขี้เลื่อย 1,000 ก้อน และเมื่อใช้ขี้เลื่อยที่ผ่านการหมัก 9 วันสามารถให้ผลผลิตดอกเห็ดจำนวน 6 รุ่น น้ำหนักรวมทั้งสิ้น 499.1 กิโลกรัมต่อก้อนเชื้อขี้เลื่อย 1,000 ก้อน

วิภา ประพินอักษร (2550) ได้ศึกษาการใช้เปลือกมันสำปะหลังเพื่อเป็นวัสดุเพาะเห็ด โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุเพาะจากเปลือกมันสำปะหลังและขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อนต่อการให้ผลผลิตเห็ดนางฟ้าฮังการีและนางฟ้าภูฐาน หมักวัสดุเพาะเป็นเวลา 7 วัน ตามอัตราส่วนเปลือกมันสำปะหลังต่อขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อนในอัตราส่วน 0:100 20:80 40:60 60:40 80:20 และ 100:0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ผลการวิจัยพบว่าวัสดุเพาะมีปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ และอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) มีค่าลดลง ส่วนธาตุอาหารพืช มีปริมาณเพิ่มขึ้นแปรผันตามปริมาณของเปลือกมันสำปะหลัง สำหรับการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าฮังการีมีการเจริญดีกว่าเห็ดนางฟ้าภูฐาน และวัสดุเพาะที่ใช้เปลือกมันสำปะหลังต่อขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อนในอัตราส่วน 40:60 โดยน้ำหนัก ให้ผลผลิตเห็ดทั้งสองชนิดดีที่สุดโดยขนาดความกว้างของหมวกดอกและความยาวของก้านดอกของเห็ดทั้ง 2 ชนิด พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

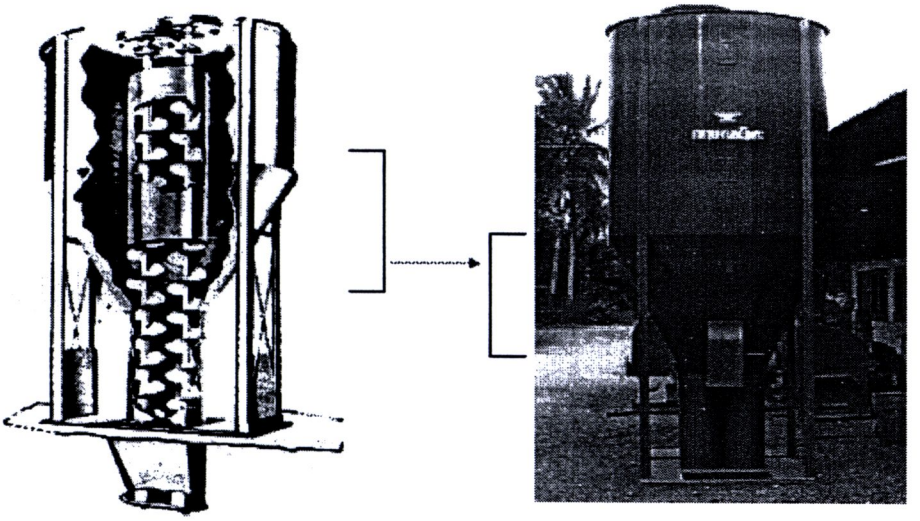
2.5.1 งานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผสม

ณัฐพล กรุดสอาด และประภาส ลายจุด (2551) ได้ออกแบบสร้างเครื่องผสมปุ๋ยน้ำชีวภาพในการย่อยและผสมเศษผักกับน้ำกากน้ำตาลให้เข้ากัน ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ใช้สายพานเป็นตัวส่งกำลังโดยเพลาย่อยมีความเร็วรอบ 304.26 รอบต่อนาที เพลาผสมมีความเร็วรอบ 48 รอบต่อนาที ใช้คนเพียงคนเดียวควบคุมการทำงาน ได้ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องผสมปุ๋ยน้ำชีวภาพ การย่อยและผสมเศษผักกับน้ำกากน้ำตาลสามารถเข้ากันได้ดี โดยเมื่อป้อนผักเข้าไปในเครื่องเครื่องจะทำการย่อยและนำเศษผักที่ถูกย่อยลงมาผสมในท่อผสมถูกลำเลียงลงสู่ถังหมักเพื่อทำการหมักในระยะเวลา 1 เดือน โดยจากการทดสอบเครื่อง ใช้เศษผัก 10 กิโลกรัมและน้ำผสมกากน้ำตาล 15 ลิตรใช้เวลาย่อยและผสม 3.44 นาที ผลการทดลองน้ำหนักเฉลี่ยของปุ๋ยน้ำชีวภาพหลังผสมออกมาได้ 24.8 กิโลกรัม

พิชย์ งามหรู, สุทธิภัทร ธรดาล, สิวาภรณ์ เชิดฉันท์ และสมยศ เชิญอักษร (2550) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องผสมสำหรับวัสดุปลูกพืช โดยถังผสมเป็นถังแนวนอนติดอยู่กับที่ ใช้ใบผสม 8 ใบ ยึดติดกับเพลาหมุน มีช่องสำหรับขนถ่ายวัสดุด้านล่าง ใช้ต้นกำลังมอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ความเร็วรอบ 26 รอบต่อนาที ทดสอบผสมดินปลูกพืชในอัตราส่วน ดิน 32 กิโลกรัม ทราย 20 กิโลกรัม พบว่า สามารถผสมได้ 5,324 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีค่าดัชนีการผสม 0.98 ที่เวลาผสม 30 วินาที

นอกจากนี้ยังมีการประดิษฐ์เครื่องผสมเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ และการประยุกต์ในงานเครื่องผสมที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป

2.5.1.1 เครื่องผสมแบบตั้ง (vertical mixer) (ภาพที่ 2.16) การทำงานของเครื่องใช้เดือยหัวหมู มีลักษณะเป็นเกลียวหมุนดึงอาหารเข้าท่อเหล็กจากตอนล่างของเครื่อง แล้วเหวี่ยงอาหารออกตอนบนและตกลงมาทำให้เกิดการผสมขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งจะเป็นถังลักษณะทรงกระบอกตั้งขึ้น และตอนล่างเรียวเข้าเป็นรูปกรวย เครื่องแบบสะดวกในการใช้และราคาถูก แต่มีข้อเสีย คือ ใช้เวลานานมากในการผสม (ประมาณ 45 นาที) จึงจะคนเข้าทั่วกันดี บางทีก็ผสมไม่ทั่วถ้าผสมทีละน้อย นอกจากนี้ ยังมีการตกค้างของวัสดุผสม เกาะติดอยู่ข้างถังภายในโดยเฉพาะตามปุ่มน๊อต ยิ่งถ้ามีความชื้นสูงการตกค้างก็ยิ่งมาก ค่าบำรุงรักษาค่อนข้างมาก (ชัย จำรัสบุญ, 2546)



ภาพที่ 2.16 ลักษณะเครื่องผสมแบบถังตั้ง (ชัย จำรัสบุญ, 2546)

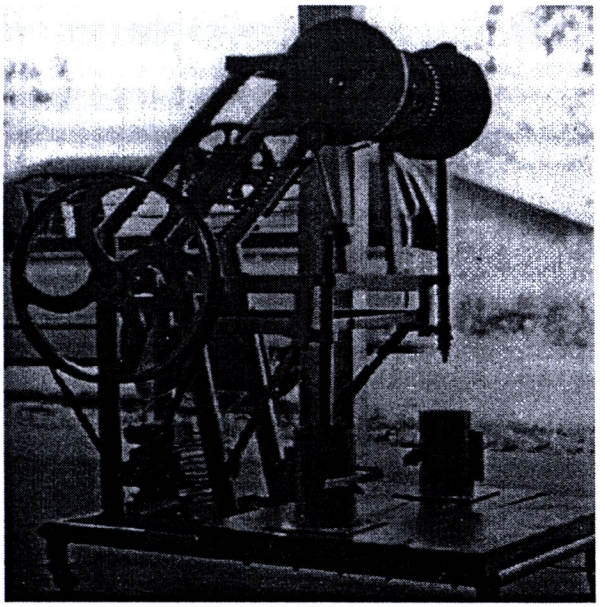
2.5.1.3 เครื่องผสมแบบริบบอน (ribbon mixer) ประกอบด้วยใบเกลียวสกรู 2 ใบยึดติดบนเพลาเดียวกัน ซึ่งหมุนสวนทางกัน อนุภาคของวัสดุผสมจะเคลื่อนที่สวนทางกันทำให้เกิดการผสม เช่น เครื่องผสมขี้เลื่อย เป็นการดัดแปลงเครื่องผสมอาหารสัตว์ เพื่อใช้ผสมขี้เลื่อยซึ่งใช้ได้ดี สามารถผสมได้ทั้งปุ๋ยหมักชีวภาพ อาหารสัตว์ หัวปุ๋ย ขี้เลื่อย หรือผสมดินปลูกต้นไม้ ใช้ต้นกำลังมอเตอร์ 3 แรงม้า ผสมได้ครั้งละ 250 กิโลกรัม ใช้เวลาผสมประมาณ 5 นาที ผสมได้ทั้งวัสดุแห้งและเปียก

2.5.2 งานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอัดก้อนเชื้อเห็ด

สำหรับขั้นตอนการอัดก้อนเชื้อเห็ดโดยทั่วไปแรงงานคนในการอัดก้อน ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านความสามารถในการผลิตก้อนเชื้อเห็ด ความเมื่อยล้าจากการทำงาน และทำให้ก้อนเชื้อเห็ดที่ได้มีความหนาแน่นไม่สม่ำเสมอ เกิดความเสียหายต่อก้อนเชื้อเห็ดได้ จึงได้มีงานศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือ อุปกรณ์ช่วยในการอัดก้อนเชื้อเห็ด เพื่อช่วยลดปัญหาด้านแรงงานในการผลิต เพิ่มความสามารถในการทำงานและได้ก้อนเชื้อเห็ดที่มีความหนาแน่นสม่ำเสมอ ดังนี้

ขวัญชัย พันธ์หมุด (2538) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแบบ 2 จังหวะ ดังแสดงในภาพที่ 2.17 ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง คือ ฐานที่ทำด้วยไม้ติดล้อเลื่อน 4 ล้อ และกระบอกโลหะแบบ 2 อัน ใช้เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าต้นกำลังขนาด 1 แรงม้า ฉุดพูลเลย์ พูลเลย์ติดเฟืองทดกำลังไปยังพูลเลย์ลูกเบี้ยวส่วนหัวอัด ข้อเหวียงส่งกำลังอัด 2 หัว

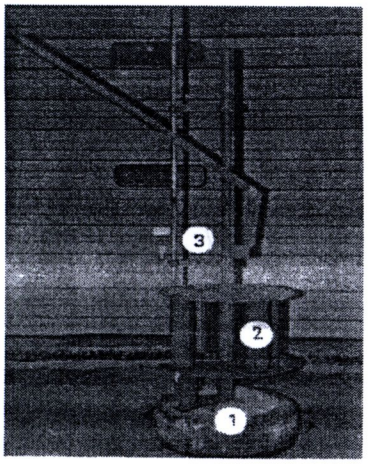
หลักการทำงานของเครื่อง คือ เมื่อเปิดสวิตช์มอเตอร์ไฟฟ้า จะส่งกำลังฉุดพูลเลย์ให้หมุน ทดเฟืองส่งกำลังให้พูลเลย์เพลาลูกเบี้ยวหมุนข้อเหวี่ยง ชักหัวอัดให้ขึ้นลงสลับกัน นำถุงบรรจุขี้เลื่อยเข้าสวมในกระบอกโลหะ นำแผ่นเหล็กวงกลมรองทับขี้เลื่อย จากนั้นหัวอัดจะกดลงบนแผ่นเหล็ก ทำให้ขี้เลื่อยอัดกันแน่น เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด 2 จังหวะ อัดได้สองหัว ใช้แรงงานคนทั้งหมด 3 คน มีความสามารถในการผลิตก้อนเชื้อเห็ด 1, 800 ก้อนต่อคนต่อชั่วโมง



ภาพที่ 2.17 เครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ดแบบ 2 จังหวะ (ขวัญชัย พันธ์หมุด, 2538)

เสกสรร สีหวงษ์ และ กิตติเดช โพธิ์นิยม (2540) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องอัดฟางหมักแบบคานโยกด้วยมือ ดังแสดงในภาพที่ 2.18 ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก คือ ชุดฐานเครื่อง ทำจากทุ่นซีเมนต์หล่อ ใช้เป็นฐานติดตั้งส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่อง ชุดกระบอกอัด ประกอบด้วย กระบอกอัด ทำจากเหล็กแผ่นม้วนขึ้นรูปเป็นทรงกระบอก ติดตั้งอยู่กับจานหมุนใช้เป็นกระบอกบรรจุฟางหมัก จานหมุน ทำจากเหล็กแผ่นหนา 1.27 เซนติเมตร (0.5 นิ้ว) เส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร (24 นิ้ว) ใช้เป็นจานหมุนขณะอัดฟางหมัก จานรอง ทำจากเหล็กแผ่นหนา 1.27 เซนติเมตร (1/2 นิ้ว) เส้นผ่านศูนย์กลาง 62 เซนติเมตร (24.5 นิ้ว) ใช้เป็นจานรองขณะอัดฟางหมักในกระบอก ชุดอัด ประกอบด้วย แกนหมุน ทำจากเหล็กเพลากลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร (1.5 นิ้ว) ใช้เป็นจุดยึดส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่อง คันโยก ทำจากเหล็กเพลากลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.8 เซนติเมตร (1.5 นิ้ว) ใช้เป็นคันโยกหัวอัด หัวอัด ทำจากเหล็กเพลาและเหล็กแผ่น ใช้อัดฟางหมักในกระบอกให้แน่นตามต้องการ

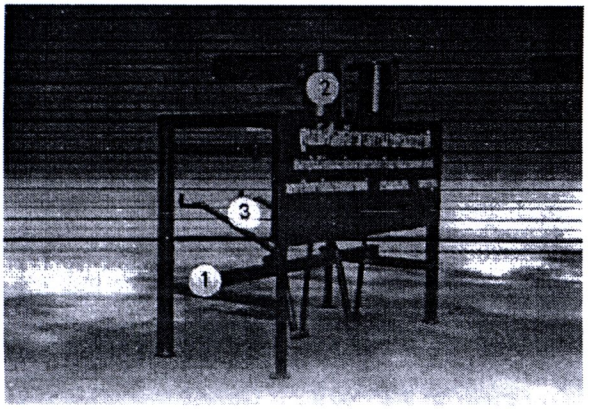
ในการทำงานต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 4 คน ในการสวมถุงพลาสติก ใส่ฟางหมัก อัดฟาง และใส่คอขวด เครื่องสามารถอัดฟางหมักได้ 2 ถุงต่อนาทีต่อ 4 คน (30 ถุงต่อชั่วโมงต่อคน) ฟางหมักที่อัดได้มีความหนาแน่น 0.64 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และจากการให้เกษตรกรใช้งาน ปรากฏว่า เครื่องมีน้ำหนักมาก (200 กิโลกรัม) ใช้แรงงานมาก ประสิทธิภาพต่ำ



ภาพที่ 2.18 เครื่องอัดฟางหมักแบบคานโยกด้วยมือ (เสกสรร สีหวงษ์ และ กิตติเดช โพธิ์นิยม, 2540)

เสกสรร สีหวงษ์ และ กิตติเดช โพธิ์นิยม (2540) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องอัดฟางหมักแบบคานอัดโดยเท้าเหยียบ ดังแสดงในภาพที่ 2.19 ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก คือ ชุดโครงเครื่อง ทำจากเหล็กฉาก เพื่อใช้เป็นฐานติดตั้งส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่อง ชุดกระบอกอัด ทำจากเหล็กแผ่นม้วนขึ้นรูปเป็นทรงกระบอก ติดตั้งอยู่บนโครงเครื่อง ใช้เป็นกระบอกบรรจุฟางหมัก ชุดอัด ประกอบด้วย คานโยกส่งกำลังอัด หัวอัด ใช้อัดฟางหมักในกระบอกอัดให้แน่นตามต้องการ ฝาปิด มีด้ามจับ ใช้เปิดปิดกระบอกอัด

ในการทำงานต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 2 คน ในการใส่ฟางและอัดก้อน ซึ่งเครื่องนี้สามารถทำงานได้ 120 ถุงต่อชั่วโมงต่อคน ความหนาแน่น 0.55 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และจากการให้เกษตรกรใช้งาน ปรากฏว่า เครื่องมีน้ำหนักเบา (46 กิโลกรัม) เครื่องย้ายสะดวก ประสิทธิภาพการทำงานสูง อย่างไรก็ตามการทำงานของเครื่องนี้ต้องใช้แรงคนในการอัดฟางให้ได้ความหนาแน่น ซึ่งทำให้เกิดความเมื่อยล้า

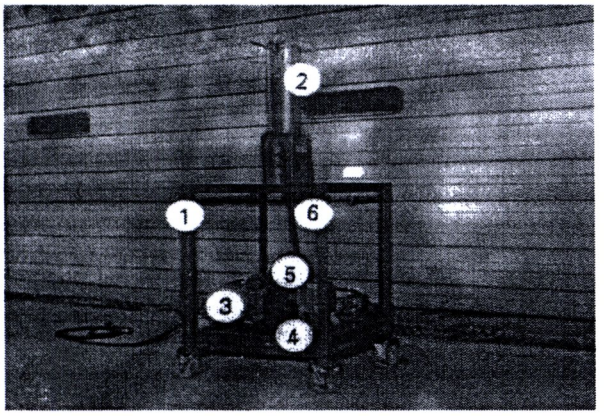


ภาพที่ 2.19 เครื่องอัดฟางหมักแบบคานอัดโดยเท่าเหยียบ (เสกสรร สีหวงษ์ และ กิตติเดช โพธิ์นิยม, 2540)

เสกสรร สีหวงษ์ และ กิตติเดช โพธิ์นิยม (2540) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องอัดฟางหมักแบบล้อช่วยแรงอัด ดังแสดงในภาพที่ 2.20 ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือชุดโครงเครื่อง ทำจากเหล็กฉาก เพื่อใช้เป็นฐานติดตั้งส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่อง ชุดกระบอกอัด ทำจากเหล็กแผ่นม้วนขึ้นรูปเป็น

ทรงกระบอก ติดตั้งอยู่บนโครงเครื่อง ใช้เป็นกระบอกบรรจุฟางหมัก ชุดอัด ประกอบด้วย มอเตอร์ต้นกำลัง คลัชท์ ใช้เป็นกลไกลตัดต่อกำลังขณะทำงาน และชุดเกียร์ทด

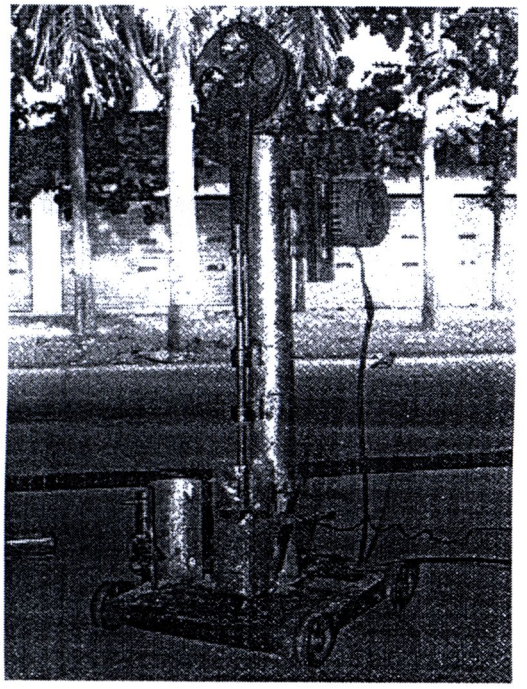
ในการทำงานต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 1 คน ในการใส่ฟางอัดก้อน ซึ่งเครื่องนี้สามารถทำงานได้ 60 ถุงต่อชั่วโมงต่อคน ความหนาแน่น 0.51 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้กำลังไฟฟ้า 700 วัตต์



ภาพที่ 2.20 เครื่องอัดฟางหมักแบบล้อช่วยแรง (เสกสรร สีหวงษ์ และ กิตติเดช โพธิ์นิยม, 2540)

ชาญยุทธ ตระกูลสรณคมน์, รัฐติกรณ์ ศรีสวัสดิ์ และสุพัฒน์ อริยะพิทักษ์ (2544) ได้สร้างเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด สามารถช่วยทดแทนการใช้แรงงานคนและเพิ่มความสามารถในการอัดก้อนเชื้อเห็ด การทำงานของเครื่องเริ่มจากการเปิดผาเปิดถังผสมล่างให้ขี้เลื่อยไหลลงในบล็อกจนเต็ม การอัดก้อนเชื้อเห็ดจากเครื่องอัดก้อนเชื้อเห็ด 1 ก้อน ใช้เวลา 5 ถึง 8 วินาที เมื่อเปรียบเทียบกับการอัดก้อนเชื้อเห็ดด้วยแรงคน ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า เวลาที่ใช้ในการอัดก้อนเชื้อเห็ดต่อคน ใช้เวลา 25 ถึง 30 วินาที ต่อ 1 ก้อน สามารถลดเวลาในการอัดก้อนเชื้อเห็ดลงมาถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 1 ก้อน

บัณฑิต จริโมภาส (2546) ได้สร้างเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด (ภาพที่ 2.21) ตัวเครื่องประกอบด้วย ฐานทำด้วยเหล็กฉาก มีล้อเหล็กเพื่อช่วยในการเคลื่อนย้าย เสาเหล็กกลมกลวง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.62 เซนติเมตร (3 นิ้ว) เป็นที่ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากำลังขนาด 373 วัตต์ (0.5 แรงม้า) เกียร์ทด (อัตราทด 50:1) และสายพานส่งกำลัง ชุดอัด ซึ่งประกอบด้วย พูลเล่ย์ เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ก้านอัดขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.9 เซนติเมตร และเหล็กแผ่นอัด เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร การทดสอบเครื่องต้นแบบเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับการเพาะเห็ด ปรากฏว่า เครื่องสามารถอัดขี้เลื่อยได้ 15 ถุงต่อนาที ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.43 หน่วย สำหรับถุงพลาสติกบรรจุขี้เลื่อยขนาด 16.51 x 30.48 เซนติเมตร (6.5x12 นิ้ว) บรรจุขี้เลื่อยผสมแล้ว 900 กรัม ที่ความชื้น 23 เปอร์เซ็นต์ (มาตรฐานเปียก) ความหนาแน่นเฉลี่ย 0.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า จากต้นทุนการผลิตเครื่องอัดขี้เลื่อย 12,000 บาท ใช้งาน 100 วันต่อปี ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ต้นทุนต่อการอัดขี้เลื่อยต่อถุง เท่ากับ 0.024 บาท ถ้านำเครื่องดังกล่าว ไปให้บริการอัดขี้เลื่อย ราคาถุงละ 0.03 บาท ทำงาน 100 วันต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุน 1.45 ปี โดยได้รับผลตอบแทนปีละ 69.2 เปอร์เซ็นต์

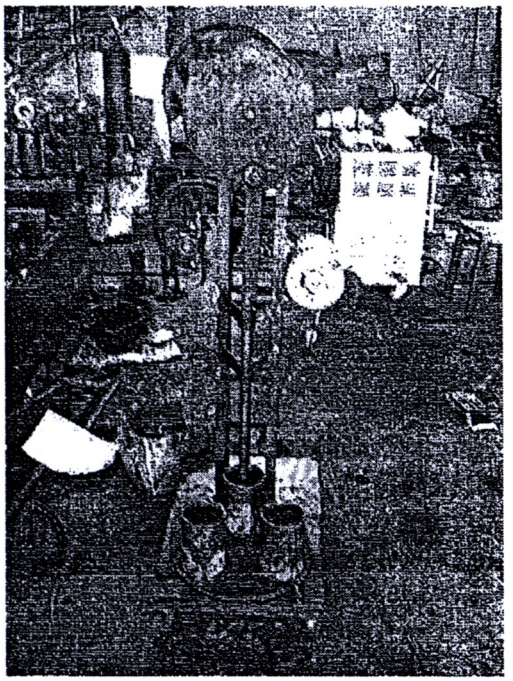


ภาพที่ 2.21 เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับเพาะเห็ด (บัณฑิต จริโมภาส, 2546)

จันที สวัสดิ์นที (2546) ได้สร้างเครื่องช่วยอัดถุงเพาะเห็ดแบบควบคุมจังหวะได้ การทำงานของเครื่องใช้หลักการทดแรงของชุดเฟือง ใช้มอเตอร์กระแสสลับ ขนาด 248 วัตต์ (0.33 แรงม้า) แป้นอัดกดลงในตำแหน่งอัดอย่างสม่ำเสมอ 18 ครั้งต่อนาที มีแรงกดมากกว่า 2 กิโลกรัม ต่อพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร เมื่อทดสอบสภาพการใช้งานจริงโดยอัดถุงวัสดุเพาะเห็ด 3,628 ถุง ใช้เวลา 4.04 ชั่วโมง เฉลี่ย 900 ถุงต่อชั่วโมง หรือ 15 ถุงต่อนาที ทั้งนี้ต้องใช้ผู้ปฏิบัติการ 2 คน ใช้พลังงานไฟฟ้า 248.67 วัตต์ภายในเวลา 1 ชั่วโมง คิดเป็นค่ากระแสไฟฟ้าน้อยกว่า 1.00 บาทต่อชั่วโมง

อิทธิกร ธรรมวงค์, ธีรพงศ์ รักนุ้ย และบรรดาศักดิ์ สุกใส (2549) ได้ทำการพัฒนาเครื่องอัดถุงเพาะเห็ด โดยได้ดำเนินการศึกษาเครื่องอัดถุงเครื่องเพาะเห็ด เห็นว่าเครื่องอัดถุงเพาะเห็ดในปัจจุบันยังใช้แรงงานคนในการอัดถุงอยู่ ทำให้สูญเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในส่วนนี้มากเครื่องอัดเครื่องเพาะเห็ดใส่ถุงนี้ ทำงานโดยระบบกลไกแบบแมคคานิคที่ใช้มอเตอร์ขนาด 2.3 กิโลวัตต์ (3 แรงม้า) เป็นต้นกำลัง ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องแบ่งออกเป็น 3 ชุดหลักคือ ชุดอัด ชุดลำเลียงถุงและชุดถังบรรจุขี้เลื่อย การทำงานของเครื่องจะเริ่มจากการนำถุงพลาสติกสวมท่อในชุดลำเลียงถุง แล้วนำเอาขี้เลื่อยเทลงในถังบรรจุให้เต็มก่อนทำการอัด หลังจากนั้นขี้เลื่อยจะถูกเทลงไปบรรจุอยู่ในถุง เมื่อเปิดเครื่องจะเริ่มการอัดขี้เลื่อยในถุง และจะมีลูกเบี้ยวเป็นตัวผลักเปลี่ยนตำแหน่งไปทีละถุงจะมีคนคอยสวมถุงเข้ากับท่อ และนำถุงที่อัดแล้วออก จนขี้เลื่อยหมดในถังที่บรรจุ เครื่องจะทำการอัดเครื่องเพาะเห็ดใส่ถุงได้ประมาณ 20 ถุงต่อนาที ซึ่งเครื่องเพาะเห็ดใส่ถุงที่ผ่านการอัดจะมีความหนาแน่นของขี้เลื่อยสม่ำเสมอเท่ากันทุกถุง ปัญหาจากการทำงานเกิดจากชุดลำเลียงถุงต้องมีความสัมพันธ์กับชุดอัดมิฉะนั้นเพลาอัดจะอัดผิดตำแหน่งทำให้ชุดลำเลียงถุงพัง การแก้ไขต้องไปปรับระดับตัวผลักชุดลำเลียงถุง สิ่งที่ควรปรับปรุงคือทำชุดลำเลียงถุงให้มีน้ำหนักเบากว่าเดิม

ชูชาติ ผาระนัด (2550) ได้สร้างเครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดแบบอัตโนมัติ (ภาพที่ 2.22) และทดสอบหาอัตราการทำงาน พบว่า เครื่องที่สร้างขึ้นสามารถอัดถุงขี้เลื่อยได้เฉลี่ย 6.81 ถุงต่อนาที โดยมีคนงาน 1 คนคอยบรรจุถุงขี้เลื่อยใส่กระบอกอัด



ภาพที่ 2.22 เครื่องอัดขี้เลื่อยสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดแบบอัตโนมัติ (ชูชาติ ผาระนัด, 2550)

สมศักดิ์ พินิจด่านกลาง (2552) ได้พัฒนาเครื่องอัดขี้เลื่อยกึ่งอัตโนมัติสำหรับเพาะเห็ด โดยเครื่องมีขนาด 60 x 63.50 x135.50 เซนติเมตร อาศัยหลักการทำงานโดยการขึ้นลงของหัวอัดด้วยระบบไฮโดรลิค ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 559 วัตต์ (0.75 แรงม้า) เป็นต้นกำลัง ทดสอบเปรียบเทียบกับการทำงานของคน พบว่า เครื่องสามารถอัดขี้เลื่อยได้ความหนาแน่นสม่ำเสมอเท่ากับ 0.64 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีอัตราการทำงานเท่ากับ 448 ถุงต่อชั่วโมง ในขณะที่การอัดขี้เลื่อยโดยใช้แรงงานคนมีอัตราการทำงานเท่ากับ 105 ถุงต่อชั่วโมง

2.6 สรุปผลการทบทวนวรรณกรรม

ผลจากการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การศึกษาและพัฒนาที่เกี่ยวกับเครื่องผลิตก้อนเชื้อเห็ดให้การทำงานที่เหมาะสมและการลดขั้นตอนการทำงานให้อยู่ในขั้นตอนเดียวกันนั้นยังมีการศึกษาน้อยมากและเป็นเพียงการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการ ดังนั้น การพัฒนาเครื่องให้มีขั้นตอนการทำงานหลัก คือ การผสม บรรจุถุงและอัดก้อนเชื้อเห็ดอยู่ในเครื่องเดียวกัน มีการทำงานที่เหมาะสม สามารถปรับเครื่องให้สามารถอัดก้อนเชื้อเห็ดที่มีความหนาแน่นตามชนิดของเห็ด จึงมีความสำคัญและสมควรแก่การศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูล เครื่องจักรต้นแบบที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการพัฒนาต่อยอด ให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ประกอบการในการเพิ่มความสามารถในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดได้อย่างแท้จริง