บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

เห็ดในจีนัส *Coprinus* พบครั้งแรกในมูลสัตว์จึงเป็นที่มาของชื่อจีนัส ซึ่งมีผู้ตั้งชื่อนี้ไว้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1838 มีสมาชิกมากกว่า 70 สปีชีส์ อาศัยอยู่ทั่วโลก หลายสปีชีส์พบบนมูลของสัตว์กินพืช บนดินที่มีฮิวมัสสูง เศษกิ่งไม้ ใบไม้ และตอไม้ผุ หรืออาจพบขึ้นในบริเวณที่ถูกรบกวนจากมนุษย์ เช่น รอบบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้าง สนามหญ้า ถนน มีความสามารถในการดันสิ่งกีดขวางที่กั้นการสร้างดอกเห็ด พบมากในช่วงหน้าร้อน และต้นฤดูฝน (Wakefield and Dennis, 1981; Ingold and Hudson, 1993; Jordan, 1993; Mabey , 1993; Jordan, 1996 และSpooner, 1996)

สำหรับ เห็ดโคนน้อย มีชื่อสามัญว่า Shaggy Mane Cap หรือ Lawyer's Wig มีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทั่วทุกภาค (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539) มีชื่อเรียกตามวัสดุเพาะซึ่งมักต่างกันออกไป เช่นถ้าใช้เปลือกถั่วลิสง เรียก เห็ดถั่วดิน ถ้าใช้เปลือกถั่วเหลือง จะเรียก เห็ดถั่วเหลือง เห็ดถั่ว หรือเห็ดถั่วเน่า นอกจากนี้ยังมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละภาค เช่น ภาคกลาง จังหวัดกาญจนบุรี นครปฐม และสุพรรณบุรี เรียก เห็ดโคนน้อย หรือเห็ดถั่วทอง ภาคเหนือ จังหวัดน่าน แพร่ เชียงราย และเชียงใหม่ เรียก เห็ดโคนน้อย หรือเห็ดถั่ว จังหวัดลำปาง และแม่ฮ่องสอน เรียก เห็ดโคนบ้าน เห็ดโคนขาว หรือเห็ดถั่ว ภาคอีสาน จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม สกลนคร และนครพนม เรียก เห็ดโคนน้อย เห็ดคราม เห็ดปลวกน้อย (อานนท์, 2541) อัตราให้ดอกเห็ดจากการเพาะด้วยฟาง 1 กิโลกรัม จะได้ดอกเห็ดโคนน้อย 1 กิโลกรัม จากก้อนวัสดุเพาะหนัก 4 กิโลกรัม ให้ปริมาณดอกเห็ด 2 - 3 กิโลกรัม นับตั้งแต่ใส่เชื้อเห็ดเข้าไปในวัสดุเพาะ จนกระทั่งสามารถเก็บมาบริโภคได้ภายใน 5 - 7 วัน (ธวัช, 2539) นอกจากจะเป็นเห็ดเศรษฐกิจแล้ว เห็ดโคนน้อยยังก่อให้เกิดความเสียหายแก่เห็ดชนิดอื่นและถือเป็นเห็ดคู่แข่ง ที่มักเกิดกับการเพาะเห็ดฟางแบบโรงเรือน สาเหตุคือ การหมักปุ๋ยเพาะเห็ดไม่สมบูรณ์ มีก๊าซแอมโมเนียเหลืออยู่ ทำให้เห็ดโคนน้อยเจริญเติบโตแย่งอาหารจากเห็ดฟาง (กลุ่มพืชผัก, 2539)

อนุกรมวิธานของเห็ดโคนน้อย

เห็ดโคนน้อยมีลำดับอนุกรมวิธาน (Ainsworth *et al.*, 1973, McKnight and McKnight, 1987, Hawsworth *et al.*, 1995 และ Moser, 1978) ดังนี้

Kingdom	:	*Fungi*
Division	:	*Basidiomycota*
Subdivision	:	*Basidiomycotina*
Class	:	*Basidiomycetes*
Subclass	:	*Holobasidiomycetidae*
Order	:	*Agaricales*
Family	:	*Coprinaceae*
Genus	:	*Coprimus*
Species	:	*C. comatus* var. *ovatus* (Schff. ex Fr.)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดโคนน้อย

เห็ดโคนน้อยมีลักษณะอุปนิสัย ความต้องการ ทั้งอาหารและสภาพแวดล้อมที่อาจจะแตกต่างไปจากเห็ดชนิดอื่น ๆ ลักษณะที่ปรากฏในเห็ดแต่ละดอกนอกจากจะได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรมแล้วยังมีปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญของเห็ดชนิดนี้ อาจแบ่งปัจจัยเหล่านี้ออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ สิ่งแวดล้อมทางกายภาพและทางชีวภาพ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ ที่ทำให้ดอกเห็ดเจริญเติบโตได้ดี สิ่งเหล่านี้ได้แก่

1. ธาตุอาหาร อานนท์ (2541) พบว่าเห็ดโคนน้อยสามารถใช้ธาตุไนโตรเจนในรูปปุ๋ยเคมีหรือสารอนินทรีย์ได้ เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนีย และปุ๋ยไนเตรท นอกจากนี้ ยังสามารถเจริญได้ในปุ๋ยหมักที่ยังมีกลิ่นแอมโมเนียอยู่ (Stamets and Chilton, 1983) ด้วยเหตุนี้ มักจะพบเห็ดโคนน้อยเกิดขึ้นในการเพาะเห็ดฟางแบบโรงเรือนที่ทำการหมักไม่สมบูรณ์และยังมีกลิ่นแอมโมเนียหลงเหลืออยู่ ธาตุอาหาร เกลือแร่และวิตามินหลักที่เห็ดโคนน้อยต้องการมีมากมายหลายอย่าง แต่ละชนิดมีความสำคัญเท่าเทียมกัน แต่ใช้ในปริมาณที่ต่างกันเท่านั้น

1.1 คาร์บอน เห็ดโคนน้อยต้องการเพื่อนำไปสร้างเส้นใย และโครงสร้างหลักต่าง ๆ และใช้เป็นแหล่งพลังงาน โดยปกติแล้วเห็ดโคนน้อยจะใช้แหล่งคาร์บอนที่ซับซ้อนได้ดีกว่าเห็ดฟาง หรือเกือบดเท่ายเห็ดนางรม และเห็ดนางฟ้า อย่างไรก็ตาม ผลผลิตของเห็ดก็จะแตกต่างกันไปตามโครงสร้างของคาร์บอน กล่าวคือ หากคาร์บอนอยู่ในรูปสารเชิงซ้อนที่ยากแก่การที่เส้นใยเห็ดโคนน้อยจะย่อยได้ เช่น ขี้เลื่อย ผลผลิตที่ได้ก็จะน้อย เพราะส่วนประกอบหลักของขี้เลื่อยเป็น ลิกนิน และซิลิกา (Liu, 2528 อ้างโดย อานนท์, 2541 และ วีระศักดิ์, 2529) ในทางตรงข้าม

หากคาร์บอนอยู่ในรูปที่เห็ดเอาไปใช้ได้ง่าย เช่น เซลลูโลส เส้นใยของเห็ดโคนน้อยก็จะเจริญได้หนาแน่นและให้ผลผลิตสูง แต่การพิจารณาแหล่งคาร์บอนให้แก่เห็ดโคนน้อยนั้น จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยอย่างอื่นประกอบด้วย เช่น ถึงแม้น้ำตาลจะอยู่ในรูปที่เชื้อเห็ดนำเอาไปใช้ได้ง่าย แต่น้ำตาลก็ไม่ได้เป็นแหล่งคาร์บอนที่นิยมใช้เพาะเห็ดโคนน้อย ทั้งนี้เพราะหากใส่น้ำตาลลงไปมากก็มักจะเกิดปัญหาอย่างอื่นตามมา เช่น ความร้อนอาจจะไม่เหมาะสม หรือปุยหมักบูดเน่าเร็วเกินไป ดังนั้น ในการเลือกวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดจึงเน้นหนักไปในวัสดุที่มีเซลลูโลสสูง (Liu and Cang, 2528 อ้างโดย อานนท์, 2541) เช่น ฟางข้าว ต้นข้าวโพด ต้นข้าวฟ่าง ชานอ้อย ต้นกล้วย ขี้ฝ้าย ไส้นุ่น และหญ้า และวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดอย่างอื่นแล้ว

1.2 ไนโตรเจน การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดโคนน้อย จะต้องอาศัยไนโตรเจนเป็นอาหารที่สำคัญด้วย (อานนท์, 2541) แหล่งของไนโตรเจนนอกจากจะได้จากมูลสัตว์จำพวกมูลม้า มูลวัวควาย หรือมูลไก่ ไนโตรเจนที่สามารถนำไปใช้ได้ดีนั้น คือ ไนโตรเจนที่อยู่ทั้งในรูปของอินทรีย์สาร เช่น กรดอะมิโนต่าง ๆ รวมทั้งสาร อนินทรีย์ เช่น ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรท ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียม เป็นต้น (วีระศักดิ์, 2529)

1.3 เกลือแร่ ที่เห็ดต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพตัสเซียม กำมะถัน แคลเซียม และแมกนีเซียม ส่วนเกลือแร่ที่เห็ดต้องการในปริมาณน้อย ได้แก่ โมลิบดินัม โบรอน ทองแดง แมงกานีส สังกะสี โดยอาจอยู่ในรูปของสารละลายซึ่งเห็ดต้องการใช้ในบางระยะของการเจริญเติบโต (ปัญญา, 2538)

โดยปกติวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดโคนน้อยมักมีแร่ธาตุอาหารจำพวกนี้เพียงพออยู่แล้ว พบว่า แคลเซียม และฟอสฟอรัส ทำให้ดอกเห็ดโคนน้อยมีขนาดใหญ่ขึ้น และบานช้าได้ หากมีการใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่มีธาตุแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ ผลผลิตจะต่ำและหมดเร็ว และหากใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่มีธาตุแคลเซียมเป็นองค์ประกอบจะต้องเติมปูนเข้าไปด้วย ปูนที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ ปูนโดโลไมท์ รองลงมาคือ ปูนขาว ใช้ในกรณีวัสดุเพาะเป็นกรด หรือใช้ปูนยิปซัมในกรณีวัสดุเพาะเป็นด่างหรือเป็นกลาง ส่วนธาตุแมกนีเซียมที่อยู่ในรูปของดีเกลือ ($MgSO_4.7H_2O$) มีผลทำให้เกิดดอกเร็วและเพิ่มปริมาณมากขึ้นแต่ดอกไม่ค่อยสมบูรณ์ หากนำไปผสมน้ำรดตอนที่เกิดดอกเห็ดแล้ว ดอกเห็ดจะฝ่อตายได้ง่าย นอกจากนี้ยังพบว่า โซเดียมที่อยู่ในรูปของเกลือแกง (NaCl) มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดโคนน้อย (อานนท์, 2518)

1.4 วิตามินหรือฮอร์โมน สารสกัดอินทรีย์จากเปลือกกุ้ง ปู หรือฮอร์โมนเขียว สารอินทรีย์สกัดจากเนื้อเยื่อไม้ (สารดีเลท) อัตราความเข้มข้น 0.1 - 0.2 เปอร์เซ็นต์ หรือวิตามินบี 1 ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเร่งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดโคนน้อยได้ ส่วนไบโอติน วิตามินบี 2 และวิตามินซีแทบจะไม่มีผลแตกต่างเลย จิบเบอเรลิค แอซิด ที่สกัดจากเชื้อ *Gibberella fujikuroi* (Zaw) Wollen ขนาดความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลต่อการเจริญ

เติบโตของดอกเห็ด นอกจากนั้นสารควบคุมการเจริญอื่น ๆ เช่น napthalene acetic acid, indole - 3-acetic acid และ 2 - 4 dinitrophenol ก็ให้ผลบ้างเล็กน้อย จากการสำรวจฮอร์โมนเห็ด ที่จำหน่ายตามท้องตลาดในปัจจุบัน ไม่พบวิตามิน และฮอร์โมนดังกล่าวอยู่เลย ยกเว้น ยูเรีย น้ำตาลกลูโคส และดีเกลือ เท่านั้น (อานนท์, 2541)

2. สภาพความเป็นกรด - เบส เห็ดโคนน้อยมีความสามารถในการเจริญในอาหารที่มีสภาพความเป็นกรด - เบส ตั้งแต่ 4.5 - 8.5 แต่ระดับความเป็นกรด - เบสที่เหมาะสมต่อการงอกของสปอร์เห็ดโคนน้อย คือ 7.5 และระดับที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดโคนน้อย คือ 7.0 (อานนท์, 2518)

3. อุณหภูมิ โดยปกติอุณหภูมิระหว่าง 24 - 38 องศาเซลเซียส การงอกของสปอร์ การเจริญเติบโตของเส้นใยและดอกเห็ดโคนน้อยสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี (อานนท์, 2541) และพบว่า อุณหภูมิระหว่าง 35 - 38 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับการงอกของสปอร์ อุณหภูมิระหว่าง 34 - 38 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใย อุณหภูมิระหว่าง 30 - 34 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับการสะสมอาหารของเส้นใย (หลังการเพาะเส้นใยแล้วประมาณ 5 - 8 วัน) อุณหภูมิระหว่าง 28 - 32 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับการรวมตัวของเส้นใยเพื่อสร้างเป็นดอกเห็ด และอุณหภูมิระหว่าง 6 - 8 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่เหมาะสำหรับการรักษาเชื้อ แต่ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส จะเป็นอันตราย หรือหยุดการเจริญเติบโตของเส้นใย (อานนท์, 2541)

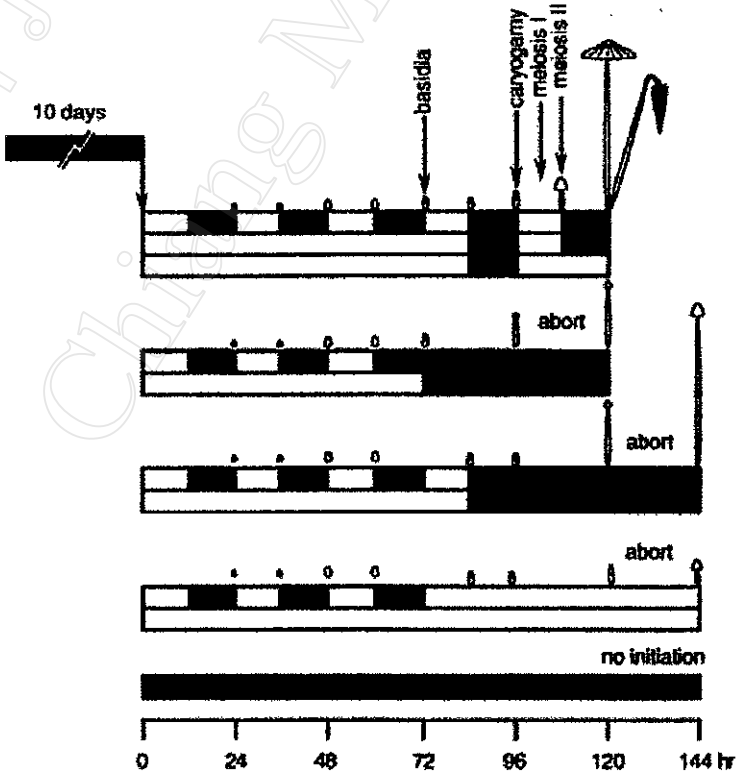
Stott and Broderick (1995) ศึกษาถึงปัจจัยในการเจริญเติบโตของ *C. atramentarius* โดยใช้วิธีการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในช่วงการเจริญเติบโตของ *C. atramentarius* คือ ลดอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียส เป็น 20 องศาเซลเซียส อย่างรวดเร็วในวันที่ 10 หลังจากการเพาะ พบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้น และทำให้ระยะเวลาในการเปิดดอกเร็วขึ้นด้วย

4. ความชื้น จำเป็นในทุกระยะของการเจริญเติบโต ตั้งแต่การงอกของสปอร์ การเจริญเติบโตของเส้นใย การเกิดดอกและการเจริญของดอกเห็ดช่วงระยะเหล่านี้เป็นช่วงที่ต้องการความชื้นสูงมาก ทั้งในวัสดุเพาะความชื้นควรอยู่ในระดับอิ่มตัวของวัสดุ (มากกว่า 77 เปอร์เซ็นต์) หมายถึง ก่อนทำการเพาะเห็ดโคนน้อย ควรนำวัสดุเหล่านั้นแช่น้ำให้อิ่มตัวเสียก่อน ส่วนแช่นานแค่ไหนนั้น ขึ้นอยู่กับอัตราการดูดน้ำและการอมน้ำของวัสดุนั้น หากอมน้ำได้ช้า เช่น ฟางที่ถูกตัดใหม่การดูดน้ำจะช้า ควรแช่น้ำไว้อย่างน้อย 12 - 24 ชั่วโมง เป็นต้น โดยปกติ ฟางแห้ง 1 กิโลกรัม จะสามารถดูดน้ำเข้าไปได้ประมาณ 3 - 4 กิโลกรัม (ลิตร) อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้วัสดุเพาะต้องคำนึงถึงการให้ความชื้นด้วย จะต้องระวังถึงการถ่ายเทอากาศ เพราะจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด ดังนั้นในการใช้วัสดุเพาะ และการนำเอาไปแช่น้ำนานมากน้อยเพียงไร ควรคำนึงว่าวัสดุดังกล่าวมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ อากาศสามารถถ่ายเทเข้าออกได้ (อานนท์, 2541)

5. ความชื้นสัมพัทธ์ ของเห็ดโคนน้อยควรรักษาให้อยู่ในระดับ 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ (Stamets, 1993) โดยจะสังเกตได้จากการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด และลักษณะของวัสดุเพาะที่อยู่รอบนอก หากแห้งหรือสีซีดแสดงว่า ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศไม่มากพอ จะทำให้น้ำจากวัสดุเพาะระเหยออกไป ไม่เพียงพอต่อการเกิดดอกเห็ด หรือดอกเห็ดอาจแคระแกรน ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ได้ และหากความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้เส้นใยฟูมาก ดอกเห็ดฉ่ำน้ำเน่าง่าย (ปัญญา, 2538)

6. สภาพบรรยากาศ ตามปกติแล้วในระยะของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดโคนน้อย หากมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าในบรรยากาศ คือ ประมาณ 0.1 - 0.2 เปอร์เซ็นต์ (ปกติในบรรยากาศจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์) จะทำให้เส้นใยของเห็ดโคนน้อยเจริญทางด้านความยาวและแบ่งเซลล์ได้เร็วยิ่งขึ้น ในทางตรงกันข้ามช่วงระยะที่เส้นใยต้องการรวมตัวเพื่อเกิดดอก หากมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงแล้วจะทำให้การเกิดดอกเห็ดน้อยลง ก้านจะยาว หมวกเห็ดเล็กหรือไม่มีหมวกเห็ดเกิดขึ้นเลย

7. แสงสว่าง Griffin (1994) กล่าวว่า เห็ด *Coprinus* sp. ต้องการแสงช่วยกระตุ้นให้เส้นใยขั้นที่ 2 รวมตัวกัน เพื่อเกิดเป็นดอกเห็ด (ภาพ 1) ดังนั้นในวันที่ 4 - 6 หลังจากที่โรยเชื้อเห็ดลงในวัสดุเพาะแล้ว จึงต้องให้แสงช่วยกระตุ้นให้เกิดการรวมตัว



ภาพ 1 ผลกระทบของแสงกับความมืด ในการพัฒนาเป็นดอกของ *Coprinus* sp.

(ที่มา : Griffin, 1994)

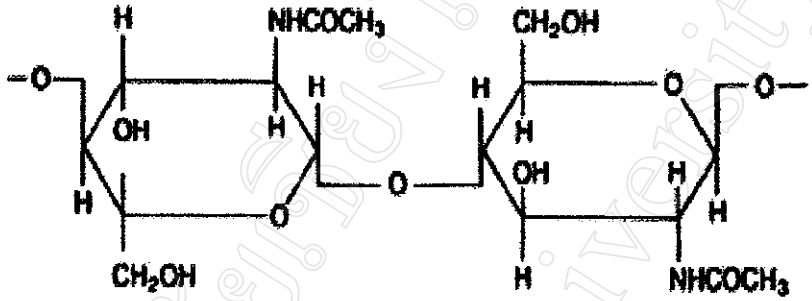
การสลายตัวของดอกเห็ด

การสลายตัวของดอกเห็ดยังมีผู้สนใจศึกษาไม่มากนัก ผลงานวิจัยที่กล่าวถึงส่วนใหญ่ในหัวข้อนี้จะเกี่ยวกับฟังไจทั่วไปซึ่งอาจใช้อธิบายการสลายตัวของเห็ดโคนน้อยได้ โดยปกติเมื่อการเจริญดำเนินมาถึงจุดหนึ่ง เส้นใยจะเสื่อมสภาพและในที่สุดก็จะย่อยสลายตัวเอง สำหรับเห็ดโคนน้อยโอกาสเกิดการย่อยสลายน่าจะมาจากการใช้อาหารจนหมด (Cooke and Whipps, 1993) จึงต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาวะโดยให้มีเส้นใยไม่หนาแน่น แต่เจริญเร็ว บางครั้งยังสามารถเพิ่มพลังงานโดยการรวมออกซิเจนเข้ากับสารบางตัว หรือการกำจัดไฮโดรเจนออกจากสารนั้นและเปลี่ยนเป็นออกไซด์ (Wainwright, 1988) และเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด - เบส อย่างรุนแรง เกิดการสะสมของสารเมตาบอไลท์จนถึงระดับที่เป็นอันตราย (Cooke and Whipps, 1993) ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพขึ้น ขณะเสื่อมสภาพเซลล์จะมีการแบ่งนิวเคลียสช้าลง เกิดช่องว่างขึ้นภายในเซลล์ และเกิดการแตกตัวของกรดนิวคลีอิก ทำให้สูญเสียการควบคุมเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยสลายส่งผลให้เกิดการย่อยสลายตัวเอง (autolysis) ฟังไจบางชนิดแสดงอาการเสื่อมสภาพก่อนที่อาหารจะมีปริมาณลดน้อยลง ในกรณีของเชื้อ *Podospora anserina* ที่จัดอยู่ใน *ascomycetes* มีพลาสมิดสามารถจะควบคุมการเคลื่อนย้ายสารจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง (Esser *et al.*, 1984) ซึ่งในบางครั้งอาจมีพาสารอย่างฉับพลันจะก่อผลเสียอย่างรุนแรงคือทำให้เซลล์เสื่อมสภาพเร็วขึ้นและตายในที่สุด (Wright and Cummings, 1983)

เอนไซม์เป็นอีกสาเหตุหนึ่ง ที่น่าจะเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเส้นใยของเห็ดในจีนัส *Coprinus* ได้แก่ chitinase (endo β-*N*-acetylglucosaminidase, EC 3.2.1.14 : Cooke and Whipps, 1993) พบในหมวกเห็ดจีนัส *Coprinus* ที่มีการย่อยสลาย (Tracey, 1955; Iten and Matile, 1970) และ β-(1-3)-glucanase (Bush, 1974) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบเอนไซม์ชนิดอื่นในจีนัส *Coprinus* ซึ่งเอนไซม์ที่พบบางชนิดอาจเกี่ยวข้องกับการย่อยสลาย ได้แก่ protease, phosphatase, β-glucosidase, aldolase, ribonuclease cytochrome oxidase (Iten and Matile, 1970) และ glutamate dehydrogenase (Fawole and Casselton, 1972; Stewart and Moore, 1974) protein kinase จาก *C. macrorhizus* เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์อื่นอีกหลายชนิด (Uno and Ishikawa, 1974)

ไคตินเป็นสารที่มีมากที่สุดในผนังเส้นใยของดอกเห็ด (Berkeley, 1979) ประกอบด้วย *N*-acetyl-D-glucosamine ต่อกันด้วยข้อต่อ β -1, 4- linkage หรือประกอบด้วย ไดโตไบโอส (chitobiose) ต่อกันซึ่งคล้ายคลึงกับเซลโลไบโอสหลาย ๆ หน่วยมาต่อกันก็จะเป็นโมเลกุลของเซลลูโลสนั่นเอง (ประเสริฐ, 2523) โมเลกุลมีลักษณะเป็นเส้นยาวไม่มีกิ่ง ไม่ละลายน้ำและเรียงตัวเป็นเส้นแบบเซลลูโลส (สุรีย์, 2527) จำนวนมากจับกันที่ตำแหน่ง α-1,4- (ภาพ 2) ไคตินที่อยู่

ในรูป deacetylated เรียกว่า chitosan มีอยู่ 4 - 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ chitinase จะจับกับ α-1,4-linkages กลายเป็น oligosaccharides ที่สำคัญ คือ di-*N*-*N'*-acetylchitobiose ซึ่งต่อมาจะมีการย่อยจนได้ *N*-acetylglucosamine (Cooke and Whipps, 1993)



Chitin (α-1,4-linked *N*-acetyl-D-glucosamine)

ภาพ 2 โครงสร้างพื้นฐานของไคติน

(ที่มา : Cooke and Whipps, 1993)

Konzak *et al.* (1972) ได้ทดลองชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ ด้วยแสงอัลตราไวโอเลต พบว่า สามารถยับยั้งการเกิดการสลายตัวของดอกเห็ดโคน

ธวัช (2539) ทดลองให้แสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ พบว่า สามารถชะลอการสลายตัวของเห็ดโคนน้อย และพบว่าสายพันธุ์ที่นำมาเพาะเลี้ยงในห้องทดลองเกิดการกลายพันธุ์จากการทดลองนำสปอร์และเส้นใยเห็ดมาแยกโปรโตพลาสต์ด้วยเอนไซม์จากเชื้อราเขียว (*Trichoderma* sp.) ที่ปนเปื้อนบนอาหารเพาะเห็ด แล้วนำโปรโตพลาสต์มาหลอมรวมกัน โดยใช้ polyethylene glycol (PEG) แคลเซียมคลอไรด์ และกระตุ้นโดยใช้กระแสไฟฟ้าช่วย เมื่อนำมาเพาะพบ phenotype แปลก ๆ ออกมามากมาย นอกจากนี้ได้กระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์โดยใช้แสงอุลตราไวโอเลตที่มีในตู้เขี่ยเชื้อส่องจานเพาะโปรโตพลาสต์ แล้วนำไปเพาะบนอาหารชนิดต่าง ๆ สามารถคัดเลือกดอกเห็ดโคนน้อยที่มีลักษณะกลายพันธุ์ที่ต้องการได้หลายรูปแบบ

วิธียืดอายุการเก็บรักษาดอกเห็ดให้อยู่ในสภาพที่สามารถรับประทานได้เป็นเวลานาน คือหาวิธีควบคุมการทำงานของเอนไซม์ autolytic สามารถทำได้โดย การลวก การบรรจุกระป๋อง การทำแห้ง และการแช่เย็น (Kurtzman, 1978) วิธีที่ง่ายคือการเก็บไว้ในถุงกระดาษ หรือห่อด้วยกระดาษแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น ไม่ควรเก็บในถุงพลาสติก เพราะจะเป็นการเร่งระยะเวลาในการสลายตัวของดอกเห็ด (Benjamin, 1995) แต่วิธีต่าง ๆ นี้สามารถเก็บเห็ดได้ระยะเวลาหนึ่ง ไม่ว่าจะเป็น

การแปรรูปในรูปแบบใดก็ตามควรนำเห็ดสดมาลวก เพื่อหยุดการเจริญเติบโตและยับยั้งการย่อยสลายตัวเองของเห็ดโคนน้อยก่อน โดยก่อนจะนำเห็ดมาลวกด้วยน้ำร้อนนั้น ควรทำความสะอาดและคัดแยกขนาดของเห็ดเสียก่อน แล้วจึงนำเอาเห็ดไปลวกเป็นเวลา 3 - 5 นาที ในน้ำสะอาดที่ต้มให้เดือดด้วยไฟอ่อน ๆ พร้อมทั้งเติมกรดมะนาว (citric acid) ลงไปประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ หรือปรับให้ได้ค่าความเป็นกรด - เบส (pH) ประมาณ 5.0 - 5.5 หรือเป็นกรดเล็กน้อย เพราะจะช่วยให้สีของดอกเห็ดสดใสน่ารับประทานยิ่งขึ้น เมื่อลวกครบ 3 - 5 นาที ให้รีบตักออกไปใส่ในน้ำเย็นทันที (อานนท์, 2541)

การเพาะ การศึกษาวิจัย และการรวบรวมสายพันธุ์เห็ดโคนน้อย และเห็ดสปีชีส์อื่นในจีนัส *Coprinus*

การเพาะเห็ดโคนน้อยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเพาะแบบมัดเป็นกอง หรือ การเพาะในโรงเรือน เป็นต้น ซึ่งการเพาะในโรงเรือนอาจมีขั้นตอนการเพาะแตกต่างไปจากการเพาะแบบกลางแจ้ง ทั้งนี้เพราะการเพาะด้วยวิธีนี้ จะเป็นการปรับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและแยกขบวนการต่าง ๆ ในการผลิตค่อนข้างชัดเจน กล่าวคือ ขั้นตอนการเตรียมวัสดุเพาะ การเลี้ยงเชื้อ การสะสมอาหารของเส้นใย การกระตุ้นให้เกิดดอกเห็ด การเจริญเติบโตของดอกเห็ด เป็นต้น (อานนท์, 2541) การเพาะเห็ดโคนน้อยแบบโรงเรือนนั้นสามารถผลิตได้ครั้งละมาก ๆ ต้นทุนในการผลิตถูก ปัญหาเรื่องโรคและแมลงมีน้อยกว่า (วิฑูรย์, 2527) แต่ถึงกระนั้นหลักการสำคัญ ๆ ก็จะค่อนข้างคล้ายกับการเพาะเห็ดโคนน้อยแบบมัดเป็นกอง (ภาคผนวก ก และ ข)

Kurtzman (1978) ได้เพาะ *C. fimetarius* ซึ่งเป็นเห็ดจีนัสเดียวกับเห็ดโคนน้อย โดยใช้ฟางข้าวเป็นวัสดุเพาะ วิธีการ คือ นำฟางข้าวแห้ง 1,000 กิโลกรัม มากองให้มีความสูงประมาณ 15 เซนติเมตร ราดด้วยน้ำปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต (ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต 50 กิโลกรัม ละลายน้ำ 3,000 - 4,000 ลิตร) ก่อนที่จะนำน้ำไปใช้จะต้องนำไปต้มให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส แล้วทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดถึง 40 องศาเซลเซียส จึงใส่เชื้อเห็ด ประมาณ 10 วัน หลังใส่เชื้อเห็ดสามารถเก็บผลผลิตได้ และจะสามารถเก็บต่อเนื่องกันไปได้ประมาณ 1 เดือน จะได้เห็ดประมาณ 600 กิโลกรัม นอกจากนี้ยัง พบว่าถึงแม้ *C. fimetarius* จะสร้างดอกเห็ดที่อุณหภูมิ 35 - 40 องศาเซลเซียส แต่สามารถเจริญที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส

Hashioka and Arita (1979) ศึกษาพบว่า เห็ดโคนน้อย และเห็ดสปีชีส์อื่นในจีนัสเดียวกันอีก 2 สปีชีส์ คือ *C. atramentarius* และ *C. micaceus* สามารถงอกได้บนฟางข้าวสด และสร้างดอกเห็ดภายหลังการบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และนำมาทำ cold - shock ที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส

Long and Knapp (1991) ศึกษาเอนไซม์ใน *C. cinereus* ซึ่งเป็นเห็ดจีนัสเดียวกับเห็ดโคนน้อย โดยเติมสาร Junlon PW 110 และ Tween 80 ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ มีผลให้ *C. cinereus* สร้าง cellulase เพิ่มมากขึ้น และกระตุ้นให้สร้างเอนไซม์ ชนิดอื่นอีกด้วย เช่น β-xylosidase และ xylanase

Starmets (1993) เพาะเห็ดโคนน้อยด้วยฟางหมักปุ๋ยคอกสดเป็นผลสำเร็จ โดยใช้วิธีการเพาะแบบเดียวกับการเพาะ *Agaricus bisporus*

ชวัช (2540) ได้ทดลองเพาะเห็ดโคนน้อย โดยอัดฟางในกรอบไม้แบบ ขนาด 1 x 1 x 2 ฟุต แล้วมัดฟางเป็นฟ่อน ๆ จากนั้นใส่ฟ่อนฟางในกะละมังพลาสติก ขนาดที่บรรจุฟ่อนฟางได้ ราดฟางด้วยน้ำปุ๋ยแคลเซียมไนเตรต (15 - 0 - 0) ร้อนที่ 80 - 100 องศาเซลเซียส (ใช้ปุ๋ย 250 กรัม น้ำ 15 - 20 ลิตร) เมื่อเย็นลงต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส ก็ใส่เชื้อเห็ดที่ทำจากเมล็ดข้าวฟ่าง กระจายแทรกเป็นจุด ๆ ใช้เชื้อเห็ด 1 ขวด ต่อฟาง 1 ฟ่อน คลุมด้วยพลาสติก ทิ้งไว้ 3 - 5 วัน เส้นใยเห็ดก็จะขึ้นคลุมเต็มฟ่อนฟางและเริ่มเห็นตุ่มเห็ด ในวันที่ 7 - 9 ก็เริ่มเก็บเห็ดได้ และเก็บติดต่อกันไปทุกวันประมาณ 1 เดือน นอกจากนี้ยังได้ทดลองเพาะด้วยต้นและใบข้าวโพดทั้งสดและแห้ง เปลือกฝักข้าวโพด ผักตบชวาแห้ง ต้นกล้วยและใบสด ซังข้าวโพด ขี้เลื่อยจากถุงเห็ดนางฟ้า - นางรม ที่เก็บหมดแล้ว พบว่า การเพาะด้วยต้นข้าวโพดและใบสดให้ผลดีมาก แต่ซังข้าวโพดให้ผลไม่ดีนัก และได้ทดลองเพาะเห็ดโคนน้อยโดยใช้วิธีเดียวกับที่ใช้กับเห็ดฟางแบบกองเตี้ยโดยไม่ได้ใช้ปุ๋ยแคลเซียมไนเตรทและน้ำร้อน ปรากฏว่าได้ผลดีเช่นกัน แต่มีปัญหาเรื่องไร

สวลักษณ์ (2541) ศึกษาเทคนิคการเพาะเห็ดโคนน้อย โดยศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดโคนน้อยที่ได้มาจากการแยกจากเนื้อเยื่อเห็ด นำมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 4 ชนิด คือ potato dextrose agar (PDA), oatmeal agar (OA), yeast extract agar (YA) และ malt agar (MA) พบว่าเส้นใยเห็ดโคนน้อยบนอาหาร OA ใช้เวลา 7 วันก็เจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อ ให้โคโลนีใหญ่ที่สุด เส้นใยที่ได้ฟูและหนาแน่น รองลงมาคือ PDA, YA และ MA ตามลำดับ และเมื่อนำเส้นใยมาเลี้ยงบนวัสดุขยายเชื้อต่าง ๆ พบว่า เมล็ดข้าวฟ่างให้ผลดีที่สุด รองลงมาคือ ข้าวฟ่างผสมข้าวเปลือก (1 : 1) เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตเป็นน้ำหนักสดของดอกเห็ดที่เพาะบนวัสดุต่าง ๆ พบว่า เห็ดโคนน้อยที่เพาะบนกองต้นถั่วเหลืองให้ผลผลิตดีที่สุด และนอกจากนี้ยังพบว่า การเพาะเห็ดโคนน้อยโดยการใส่เชื้อ จะทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าการเพาะเห็ดโคนน้อยแบบไม่ใส่เชื้อ

เห็ดในจีนัส *Coprinus* มีการเจริญเติบโตเร็วมาก มีผู้นำมาศึกษาและวิจัยด้านพันธุกรรมและวงจรชีวิตของเห็ด ทั้งนี้เพราะเส้นใยของเห็ดในจีนัส *Coprinus* สามารถเจริญเติบโตกลายเป็นดอกเห็ดบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อได้ โดยใช้เวลาสั้นเพียง 5 - 10 วัน ทำให้สามารถทราบผลการทดลองได้เร็ว (Casselto, 1995)

ในประเทศไทย เชื้อพันธุ์เห็ดทั้งหมด (สายพันธุ์เก่าและสายพันธุ์เกิดใหญ่) จะเก็บรวบรวมไว้ที่ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ศูนย์นี้เริ่มก่อตั้งเมื่อ ปี พ.ศ. 2535 มีหน้าที่หลักคือ รับผิดชอบในการอนุรักษ์และเก็บรวบรวมสายพันธุ์เห็ด ในปัจจุบันทางศูนย์มีเชื้อพันธุ์เห็ด ทั้งสิ้น 16 จีนัส 750 สปีชีส์ เชื้อแต่ละสปีชีส์เหล่านี้ เป็นเชื้อเพื่อการวิจัย หรืออยู่ระหว่างการวิจัย ซึ่งรวมถึงเชื้อพันธุ์เห็ดโคนน้อยด้วย (ประไพศรี และสุวลักษณ์, 2540)

ความสำคัญของเห็ดโคนน้อย

คุณค่าทางโภชนาการ

เห็ดโคนน้อยนอกจากจะรับประทานได้ และรสชาติอร่อย แล้วยังมีคุณค่าทางอาหารสูง จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเห็ดโคนน้อย พบว่าประกอบด้วยน้ำ 90.12 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 42.30 เปอร์เซ็นต์ และที่สำคัญยังมีไขมันต่ำ (ตาราง 1 และ 2) นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารที่สำคัญ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เกลือแร่ และวิตามินที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (อานนท์, 2541)

ตาราง 1 คุณค่าทางโภชนาการของเห็ดโคนน้อยเทียบกับเห็ดรับประทานได้ชนิดอื่น

Species	Water	Protein	Fat	Total CHO	N-Free CHO	Fiber	Ash	Energy (kcal)
Agaricus bisporus	89	27	2	60	51	9	10	350
Auricularia sp.	90	5	8	90	75	9	6	360
Boletus edulis	87	30	3	60	52	8	7.5	360
Cantharellus cibarius	91	22	5	65	54	11	8.5	350
Coprinus comatus	**92**	**25**	**3**	**59**	**51**	**7**	**12.5**	**345**
Lentinus edodes	90	17	8	75	70	7	3	390
Morchella esculenta	90	20	4	63	54	8	10	350
Tuber melanosporum	77	23	2	66	38	28	8	270

(ที่มา : Crisan and Sands, 1978)

ตาราง 2 คุณค่าทางโภชนาการของเห็ดโคนน้อย

ส่วนประกอบ	ปริมาณที่ตรวจพบ
น้ำ	90.12 เปอร์เซ็นต์
โปรตีนดอกเห็ดสด	3.89 เปอร์เซ็นต์
โปรตีนดอกเห็ดแห้ง	42.30 เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.014 เปอร์เซ็นต์
เส้นใย	1.542 เปอร์เซ็นต์
เถ้า	1.31 เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต	5.32 เปอร์เซ็นต์
พลังงาน	75.3 เปอร์เซ็นต์
โพลีแซคคาไรด์	10.5 เปอร์เซ็นต์
แคลเซียม	125.6 มก./เห็ด 100 กรัม
ฟอสฟอรัส	105.2 มก./เห็ด 100 กรัม
เหล็ก	6.37 มก./เห็ด 100 กรัม
แมกนีเซียม	956 มก./เห็ด 100 กรัม
โซเดียม	245 มก./เห็ด 100 กรัม
โปแตสเซียม	2354 มก./เห็ด 100 กรัม
วิตามิน บี1	0.121 มก./เห็ด 100 กรัม
วิตามิน บี2	0.56 มก./เห็ด 100 กรัม
วิตามิน บี6	0.61 มก./เห็ด 100 กรัม
โคลีน	1120 มก./เห็ด 100 กรัม
วิตามินซี	0.12 มก./เห็ด 100 กรัม
ไนอาซิน	1.82 มก./เห็ด 100 กรัม
อิโนซิตอล	231 มก./เห็ด 100 กรัม

(ที่มา : อานนท์, 2541)

คุณสมบัติทางยา

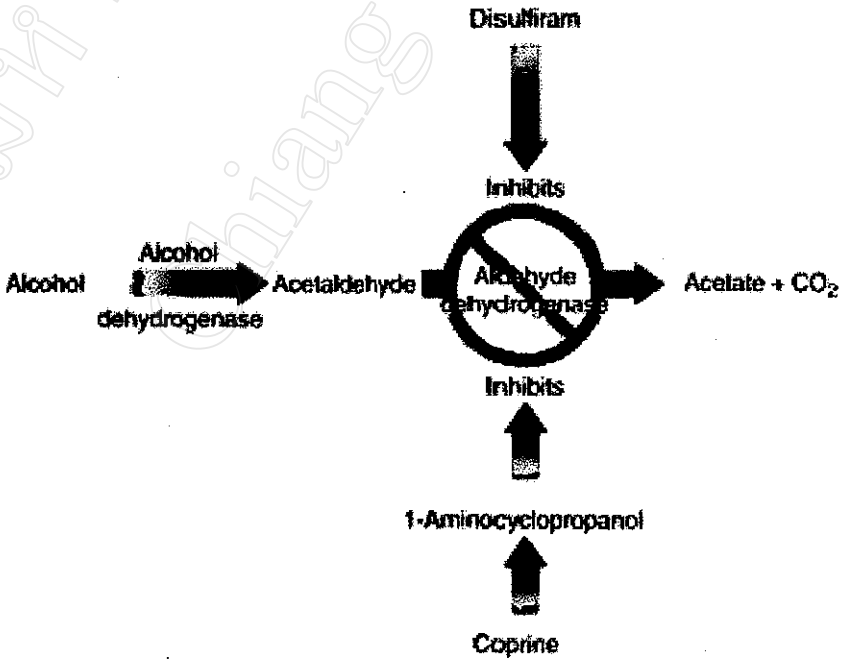
เห็ดโคนน้อยมีคุณค่าทางยาเป็นเห็ดสมุนไพรเช่นเดียวกับเห็ดที่บริโภคได้ทั่วไป เช่น เห็ดฟาง เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดหอม เป็นต้น (อานนท์, 2541) ปัจจุบันได้มีการวิจัยคุณสมบัติของเห็ดโคนน้อย ค่อนข้างมาก และพบว่า เห็ดโคนน้อยช่วยในการย่อยอาหาร บำรุงสมอง เมื่อใช้พอกทาภายนอกจะช่วยบรรเทาอาการปวดต่าง ๆ และช่วยให้ร่างกายแข็งแรงป้องกันการเจ็บป่วยเนื่องจาก ไข้หวัด เจ็บคอ ลดเสมหะ รักษาโรคริดสีดวงทวาร ละลายไขมันในเส้นเลือด สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็ง Sarcoma 180 ได้ 100 เปอร์เซนต์ และยับยั้งเซลล์มะเร็ง Ehrlich carcinoma ได้ 90 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ามีสารออกฤทธิ์ต้านเชื้อรา (Ying, 1987)

สารโพลีแซคคาไรด์ของน้ำตาลเพนโตส (Polysaccharide of Pentose , (1-3) - B-D-glucan) เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ของน้ำตาลเพนโตส เป็นสารที่มีอยู่ในเห็ดโคนน้อยและเห็ดทั่วไป มีส่วนกระตุ้นให้ร่างกายสร้าง สารอินเตอร์เฟรอน (interferon) สารชนิดนี้จะไปกระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันการเข้าทำลายของเนื้องอก หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกบางชนิดได้ รวมทั้งไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไข้หวัดใหญ่ การทดลองที่แสดงให้เห็นผลของการยับยั้งเนื้องอกหรือมะเร็งได้นั้น ได้ทดลองฉีดสารทำให้หนูเป็นมะเร็งเช่นเดียวกับมะเร็งที่เป็นในมนุษย์ จากนั้นจึงฉีดสารสกัดจากเห็ดเข้าไปเป็นเวลา 14 วัน ปรากฏว่า หนูจำนวน 80.7 เปอร์เซ็นต์ หายจากการเป็นมะเร็งดังกล่าว (Ying, 1987) การทดลองนี้เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่า ทำไมเมื่อให้คนรับประทานเห็ดชนิดนี้เข้าไปแล้ว ทำให้หายจากการเป็นโรคมะเร็งได้ อย่างไรก็ตาม ในด้านการแพทย์แล้ว ยังต้องการข้อมูลมากกว่านี้ เพราะในขั้นต้นเป็นการทดลองกับหนูเท่านั้น แต่ก็มีบันทึกจากประสบการณ์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ที่ได้นำเห็ดมารักษาคนไข้แล้วได้ผล มีบันทึกไว้มากมายทั้งในและต่างประเทศ (อานนท์, 2541)

สารอิริตาดินีน (Eritadenine) สารชนิดนี้มีอยู่ในเห็ดโคนน้อย และเห็ดต่าง ๆ ทั่วไป เช่น เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดฟาง และเห็ดหอม สำหรับประเทศญี่ปุ่นมักจะเน้นว่า สารชนิดนี้มีเฉพาะในเห็ดหอม และเห็ดหลินจือเท่านั้น (มีมากในเห็ดหลินจือพันธุ์สีดำหรือสีม่วง) เพราะญี่ปุ่นเพาะเห็ด 2 ชนิดนี้เป็นธุรกิจขนาดใหญ่ สารอิริตาดินีนที่อยู่ในเห็ด ที่มีคุณสมบัติในการละลายไขมันในเส้นเลือด มีสูตรทางเคมี คือ $C_6H_{11}O_4N_5$ 2(R)-dehydroxy 4-(9-adenyl)-butric หากมีการรับประทานเห็ดเป็นประจำ ร่างกายก็จะรับเอาสารอิริตาดินีนนี้เข้าไปช่วยละลายไขมันในเส้นเลือด ทำให้ภายในเส้นเลือดไม่มีการอุดตัน หัวใจก็ไม่จำเป็นจะต้องทำงานหนัก สามารถทำงานได้ตามปกติ (อานนท์, 2541) เห็ดจึงเป็นอาหารที่เหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่เป็นโรคหัวใจ ความดันโลหิตสูงควบคุมไม่ให้มีไขมันอุดตันในเส้นเลือด

สารพิษและฤทธิ์ของสารพิษ

เห็ดโคนน้อยไม่มีสารพิษ Coprine แต่พบในเห็ดจีนัส *Coprinus* หลายสปีชีส์ เช่น *C. atramentarius, C. disseminatus* , *C. fuscescens, C. insignis, C. micaceus, C. quadrifidus, C. variegatus, C. silvaticus* etc. (เกษม, 2537 และ Benjamin, 1995) ทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า Coprinus syndrome (Bresinsky and Besl, 1990) เนื่องมาจากสารพิษ coprine เป็นสารประกอบที่คล้ายพวก tetra ethylthiuram disulfide ชื่อ 5-*N*-(1[1]-hydroxycyclopropyl)-L-glutamine ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทอัตโนมัติ (Allen and Peissel, 1993) สารพิษนี้มีฤทธิ์เสริมกับเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ โดยทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์เกิดฤทธิ์คล้ายกับการรับประทานยา antabuse (Coldwell *et al.*, 1969) คือ การเผาผลาญ ethanol ไม่ถึงคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แต่ถูกยับยั้งที่ acetaldehyde (ภาพ 3) เมื่อดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ก่อนหรือภายหลังจากรับประทานเห็ดอาการจะเกิดขึ้นภายในระยะ 20 นาที ถึง 2 ชั่วโมง (หรืออาจมากขึ้นถึง 72 ชั่วโมง) มีอาการคล้ายเมาค้าง หายใจหอบ หน้าแดงเนื่องจากหลอดเลือดขยาย ใจสั่น ชีพจรเต้นเร็ว เจ็บหน้าอก ปวดศีรษะ มึนงง สับสน ประสาทหลอน และความดันโลหิตต่ำ อาการจะปรากฏอยู่ไม่นาน อาการจะดีขึ้นเอง ภายใน 5 วัน การรักษาเนื่องจากอาการพิษนั้นโดยปกติจะหายได้เอง แต่ผู้ป่วยส่วนใหญ่ถ้าอาการคงอยู่นาน ต้องทำให้อาเจียน ล้างกระเพาะและลำไส้ ถ้าความดันต่ำมากต้องให้การรักษาทันที (Meyer *et al.*, 1971 และ สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย, 2543)



ภาพ 3 กลไกของ interaction ของ coprine และ alcohol

(ที่มา : Benjamin, 1995)