บทนำ

เห็ด (mushroom) เป็นพืชชั้นต่ำจำพวกเห็ดรา (fungi) ซึ่งมีการเจริญเติบโตระยะที่เป็นเส้นใย และระยะที่เป็นดอกเห็ดซึ่งมีการสร้างสปอร์เพื่อสืบพันธุ์ ดอกเห็ดมีรูปร่างแตกต่างกันไปได้มาก เห็ดบางชนิดรับประทานได้ บางชนิดเป็นเห็ดมีพิษ ชนิดที่มีพิษมากถ้าเก็บมารับประทานอาจถึงตายได้

การศึกษาค้นคว้าเห็ดในประเทศไทยเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะปลูกเป็นการค้าได้เริ่มทำมาตั้งแต่ปี 2493 โดยอาจารย์ ก่าน ชลวิจารณ์ ผู้ศึกษาค้นคว้าการเพาะเห็ดบัวหรือเห็ดฟาง (อนงค์, 2520) ปัจจุบันการวิจัยค้นคว้าเห็ดต่าง ๆ ได้เพิ่มมากขึ้น เช่น การศึกษาค้นคว้าวิธีการเพาะเห็ดตีนแรด เห็ดหอม เห็ดโคน เป็นต้น เพราะเห็ดมีคุณค่าทางอาหารดี เป็นการเพิ่มการผลิตอาหารที่มีโปรตีนแก่ประชาชน เห็ดกินได้หลายชนิดยังมีสรรพคุณในการรักษาโรคอีกด้วย ส่วนวิธีการเพาะเห็ดที่ประสบความสำเร็จแล้ว เช่น เห็ดฟาง เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดฝรั่งหรือเห็ดแชมปิญอง และเห็ดหูหนู เป็นต้น

เห็ดหูหนูเป็นเห็ดชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการรับประทานมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับชาวเอเชีย เช่น ไทย จีน ญี่ปุ่น เป็นต้น เพราะมีรสชาติ และความกรอบดี ในปัจจุบันได้มีผู้เพาะเห็ดหูหนูเป็นอุตสาหกรรมจำนวนมาก เพราะทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้ มีการลงทุนไม่มากนัก ให้ผลกำไรดีและเหลือจากขายสดยังทำแห้งได้โดยง่าย แต่ผู้เพาะเห็ดหูหนูเป็นอุตสาหกรรมมักจะพบปัญหาในด้านโรค แมลงที่สำคัญคือไรไข่ปลา เข้าทำลายถุงเชื้อเห็ด และยังพบปัญหาในด้านการทำหัวเชื้ออีก เพราะจากการสังเกตุของผู้เพาะเห็ดหูหนูเป็นอุตสาหกรรมในประเทศไทยพบว่าในการทำ stock culture ของเชื้อเห็ดหูหนู ซึ่งจะเลี้ยงเส้นใยเก็บไว้ในอาหารวุ้นเมื่อจะทำการเพาะจึงจะทำการต่อเชื้อจากอาหารวุ้นลงไปเลี้ยงในเมล็ดธัญญาพืชเพื่อทำหัวเชื้อ ถ้ามีการต่อเชื้อจากอาหารวุ้นไปหลาย ๆ ครั้งแล้ว เชื้อเห็ดรุ่นหลัง ๆ จะเกิดการอ่อนหรือการเสื่อมซึ่งหมายถึงผลผลิตต่ำลงระยะเวลาที่จะออกดอกและช่วงเวลาในการให้ดอกจะช้าลง การศึกษาครั้งนี้เพื่อต้องการทราบข้อมูลที่แท้จริงว่าเชื้อเห็ดหูหนูจะเกิดการอ่อนเมื่อมีการต่อเชื้อจากอาหารวุ้นไปแล้วหลาย

ครั้งจริงหรือไม่ และจะอ่อนเมื่อใด นอกจากนี้จะสังเกตความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่อาจเป็นเครื่องบ่งถึงความอ่อนได้ เช่น ความเปลี่ยนแปลงทางด้านรูปร่างลักษณะของเส้นใย และอัตราการเจริญเติบโตของเส้นใยบนอาหารวุ้นและในถุงก้อนเชื้อ ผลจากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นหลักเกณฑ์สำหรับผู้ทำการเพาะเห็ดหูหนู ให้ทราบถึงจำนวนครั้งที่พอเหมาะสำหรับการต่อเชื้อเพื่อไม่ให้เกิดการอ่อนหรือการเสื่อมของเชื้อเห็ดหูหนูขึ้น นอกจากนี้อาจจะพบสาเหตุที่อาจจะเกี่ยวข้องกับการอ่อนหรือการเสื่อมของเชื้อเห็ดซึ่งจะเป็นประโยชน์ในงานวิจัยเพื่อปรับปรุงการเพาะเห็ดหูหนูต่อไป

การตรวจเอกสาร

เห็ดหูหนูจัดอยู่ใน

Class. Basidiomycetes

Subclass Heterobasidiomycetidae

Order Tremellaceae

Family Auriculariaceae

Genus Auricularia

common name Jelly fungi

หรือ Jew's ear mushroom

(Alexopoulos , 1962)

เห็ดหูหนูที่มีขายในท้องตลาดในประเทศไทย มีอยู่ 2 ชนิด คือ เห็ดหูหนูที่นำมาจากต่างประเทศ เช่น จากไต้หวัน ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Auricularia auricularis (S.F. Gray) Martin (A. auricula judae หรือ Hirneola auricula-judae) ขายในท้องตลาดในลักษณะของเห็ดแห้ง อีกชนิดหนึ่งเป็นเห็ดหูหนูที่เราเพาะขึ้นในประเทศไทย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Auricularia polytricha (Mon) Sacc. Mon-leh. เห็ดหูหนูชนิดนี้เป็นเห็ดชนิดพันธุ์ดอกหนา ดอกโต ขนมากและยาว (อนงค์, 2520) ในปัจจุบันสายพันธุ์เห็ดหูหนูที่มีอยู่จะให้ดอกเห็ดที่มีลักษณะแตกต่างกันไปหลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสีดอก ซึ่งมีตั้งแต่ สีน้ำตาลปนดำ น้ำตาลปนแดง น้ำตาลอ่อน ไปจนถึงสีขาวนวล (กรรณิการ์, 2523) ลักษณะของสีน้อาจจะอยู่ภายใต้อิทธิพล

ของพันธุกรรม อายุของดอกเห็ดความเข้มของแสงที่ได้รับ ความชื้นและอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ในสิ่งแวดล้อม (Lowy, 1951) Auricularia ที่พบในธรรมชาติมักจะพบตามกิ่งหรือตามลำต้นของต้นไม้ใหญ่ เช่น โอ๊ก หรือไม้ผลัดใบอื่น ๆ เชื้อราสกุลนี้พบมากทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ดอกมีลักษณะคล้ายรูปใบหู นุ่มคล้ายวุ้นหรือเหนียวคล้ายหนัง สีน้ำตาล hymenium layer อยู่ด้านตรงข้ามกับก้านดอกเห็ด basidium มีลักษณะยาวเป็น heterobasidium ซึ่งมีผนังกั้นตามขวาง 3 อัน แต่ละเซลล์จะสร้าง epibasidium ยื่นขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน ตอนปลายจะสร้าง basidiospore 1 อันอยู่บน sterigma (Bessey, 1950)

วงจรชีวิตของเห็ดหูหนู

รายละเอียดดูได้จาก Alexopoulos (1962)

เห็ดหูหนูเป็นเห็ดราพวก heterothallic ซึ่งเป็นพวกเส้นใยที่ต้องการเส้นใยอื่นที่มี mating type ต่างกันมาผสมกันจึงเกิดการสืบพันธุ์แบบมีเพศได้ (Alexopoulos, 1962)

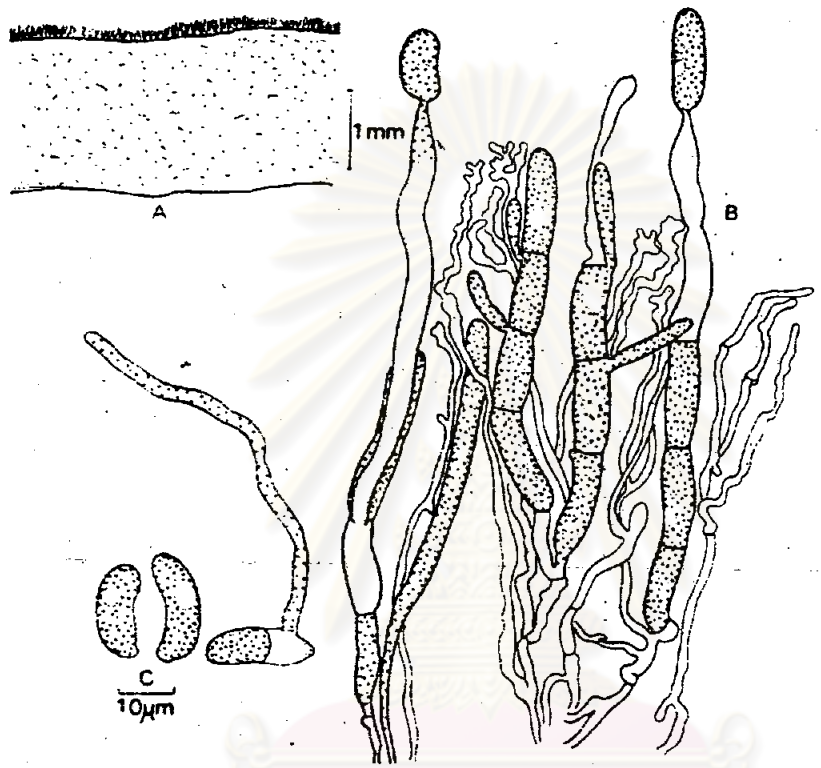
เส้นใยของ Auricularia ที่งอกมาจากสปอร์เดี่ยว จะเป็น monokaryotic และไม่มี clamp connection แต่เมื่อมันมีการผสมกันระหว่างเส้นใยที่มี mating type ต่างกันในระยะของการสืบพันธุ์แบบมีเพศ เส้นใยจะกลายเป็น dikaryotic และเกิด clamp connection ขึ้น (Bessey,1950)

เส้นใยที่ได้เหล่านี้ (dikaryotic hyphae) จะมีการเจริญเติบโตไปเรื่อย ๆ และเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมมันจะมีการรวมตัวกันของเส้นใยเกิดเป็นดอกเห็ด เพื่อสร้าง basidiospore ในการสืบพันธุ์ต่อไป (Alexopoulos, 1962)

เส้นใยที่งอกจาก basidiospore ซึ่งเป็น uninucleate หรือ monokaryotic hyphae ยังมีความสามารถในการสร้างกลุ่มของ oidia ซึ่งมีก้านต่อกับ mycelium อันเดิม oidia นี้สามารถที่จะงอกเป็น uninucleate หรือ monokaryotic hyphae อันใหม่

ได้เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ส่วนพวก dikaryotic hyphae ซึ่งได้จากการผสมกันระหว่างเส้นใยที่มี mating type ต่างกันนั้นยังไม่พบว่ามีการสร้างกลุ่มของ oidia เหมือนในพวก monokaryotic hyphae (กรรณิการ์, 2523)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 1 hymeniun layer และสปอร์ของเห็ดหูหนู (Auricularia sp.)

A. ภาพตัดตามขวางของดอกเห็ดหูหนู

B. basidia

C. basidiospore

(Webster, 1970)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาเหตุที่อาจจะเกี่ยวข้องกับการอ่อนหรือการเสื่อมและความแปรปรวนของลักษณะของเห็ดอาจเกิดมาจากสาเหตุใหญ่ 2 ประการ คือ

ก. สาเหตุที่เกิดมาจากพันธุกรรม

ข. สาเหตุที่เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

ก. สาเหตุที่เกิดมาจากพันธุกรรม

ในการทำเชื้อเห็ดหูหนูเพื่อเพาะเป็นอุตสาหกรรมนั้น ผู้เพาะจะทำการแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด แล้วนำมาเลี้ยงในอาหารวุ้น (Potato Dextose Agar) เนื้อเยื่อจะเจริญกลายเป็นเส้นใย ปกคลุมอาหารวุ้นอยู่ ผู้เพาะเห็ดจะใช้เส้นใยที่อยู่ในอาหารวุ้นนี้เก็บไว้เป็น stock culture เมื่อต้องการใช้ก็จะทำการต่อเชื้อ (subculture) ส่วนหนึ่งจะต่อเชื้อลงเมล็ดข้าวฟ่าง เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อในการเพาะเห็ด อีกส่วนหนึ่งจะต่อเชื้อลงในอาหารวุ้นอันใหม่ และเก็บไว้เป็น stock culture สำหรับรุ่นต่อไป จากการสังเกตของผู้เพาะเห็ดหูหนูในประเทศไทยพบว่า เมื่อทำการต่อเชื้อหลาย ๆ ครั้ง เชื้อเห็ดมักจะเกิดการอ่อนหรือการเสื่อม ซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่จะออกดอกและผลของการให้ดอกช้าลงพร้อมทั้งให้ผลผลิตต่ำลงด้วย การศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดการอ่อนหรือการเสื่อมของเชื้อเห็ดยังไม่มีผู้ใดได้ศึกษาไว้ แต่สาเหตุที่อาจจะเป็นไปได้อาจเกี่ยวกับ

1. ระยะ heterokaryotic ที่เกิดขึ้นในวงจรชีวิตของเห็ดรา

Burnett (1975) ได้รายงานสมมุติฐานที่เกี่ยวข้องกับความแปรปรวนในเห็ดรา เช่น การพบเห็ดฝรั่งหรือเห็ดแชมปิญองพันธุ์ Snow-white strain (Agaricus bisporus v. albidus) และพันธุ์สีน้ำตาล (A. bisporus v. avellanus) ที่เกิดขึ้นในหิ้งที่ทำการเพาะเห็ดฝรั่งหรือเห็ดแชมปิญองพันธุ์ธรรมดาที่เพาะกันอยู่ทั่วไปซึ่งมีสีนวลว่าอาจเกิดจากการมิวเตชันตามธรรมชาติ (spontaneous mutation) หรืออาจเกิดจากการที่มันมีระยะ heterokaryotic ในวงจรชีวิตของมัน

heterokaryon เป็นสภาพที่มีนิวเคลียสที่นำลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันมากกว่า 1 นิวเคลียสในโซโตพลาสซึมเดียวกันอาจเกิดขึ้นโดยการมิวเตชัน ของ homokaryon mycelium หรือได้จากการเกิดการรวมตัวกันของเส้นใย (hyphal fusion) ซึ่งตามด้วยการเคลื่อนตัวไปมากันของนิวเคลียสที่มีลักษณะทางพันธุกรรมแตกต่างกัน heterokaryon สามารถที่จะแสดงลักษณะพันธุกรรมออกมาในรูปที่ homokaryon แต่ละอันควบคุมอยู่หรือแสดงลักษณะพันธุกรรมออกมาในรูปของ heterokaryotic recombination ใหม่ก็ได้ (Burnett, 1975) ในเห็ดหูหนู heterokaryon จะเป็นชนิด dikaryon ซึ่งเป็นสภาพที่มีนิวเคลียสที่นำลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างกันสองชนิดในโซโตพลาสซึมเดียวกัน (Bessey, 1950)

homokaryon heterokaryon

Raper (1966) ได้รายงานว่าในการศึกษา homokaryon 3 สายพันธุ์ของ Coprinus fimetarius ซึ่งสามารถเข้ากันได้ (compatible) เพื่อให้เกิด dikaryon พบว่า dikaryon ที่เกิดขึ้นมีอยู่ชนิดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นใหม่โดยไม่คิดว่าจะเกิดขึ้นได้

mated strain

a. A_1B_1 b. A_2B_2 c. A_3B_3

dikaryon ที่เกิดขึ้นมีดังนี้

1. $(A_1B_1 + A_2B_2)$ 2. $(A_1B_1 + A_3B_3)$

3. $(A_2B_2 + A_3B_3)$

และพวกที่ไม่คาดคิดว่าจะเกิดขึ้น 4. $(A_1B_2 + A_3B_3)$ ซึ่งมีการให้เหตุผลว่าอาจเกิดจาก

1. การรวมตัวและการลดจำนวนลงใน dikaryon อันที่ 1 ซึ่งทำให้เกิดการรวม (recombination) ใหม่คือ A_1B_2 nucleus

2. เกิดการมิวเตชัน จาก B_1 ไปเป็น B_2 ใน homokaryon b. ซึ่งทำให้ได้ A_1B_2 nucleus.

3. เกิดจากการรวมตัวกันของทั้งสาม homokoryon คือ a b และ c ซึ่งทำให้เกิด triploid basidia และมีการแยก (segregation) อย่างผิดปกติ และอาจมีการสูญเสียหรือหายไปของยีนคู่หนึ่งไปโดยอุบัติเหตุ dikaryon ที่เกิดขึ้นนี้จะแสดงลักษณะใหม่ ๆ ออกมาซึ่งยังไม่เคยพบมาก่อนเลย

Burnett (1975) รายงานว่าใน heterokaryon อาจเกิดขบวนการอีกอย่างหนึ่งคือ ขบวนการ parasexual recombination ซึ่งเป็นขบวนการรวมที่ไม่เกี่ยวกับ meiotic segregation เช่น ใน Aspergillus nidulans homokaryon ที่เป็น wild type สามารถเจริญใน minimal medium ได้ แต่ homokoryon ที่เป็น mutant type ไม่สามารถที่จะเจริญใน minimal medium ได้ เมื่อนำ wild type และ mutant นี้มาเลี้ยงพร้อมกันใน minimal medium ที่เดียวกันปรากฏว่าจะเกิดเป็น heterokaryon ขึ้น และสามารถเจริญเติบโตได้ เมื่อมันสร้าง conidia นอกจากจะให้ haploid conidia ที่มีสีเหมือนของพ่อและแม่แล้วมันยังให้ conidia ที่เป็น diploid

ปัจจุบันนี้พบแล้วว่า extrachromosomal element ที่พบอยู่ในไซโตพลาสซึม มีผลต่อ อัตราการเจริญเติบโต สัณฐานความเป็นอยู่การสร้างสปอร์ และความสามารถในการสืบพันธุ์แบบมีเพศของเห็ดราซึ่งจะทำ ให้สัณฐานดังกล่าวข้างต้นมีลักษณะผิดไป นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการต้านทานต่อสารเป็นพิษ ยังเป็นผลที่ได้จากการสืบทอดลักษณะทาง extrachromosomal element เช่น ความสามารถในการต้านทานสารปรอทของ Aspergillus glaucus (Burnett,1975)

Burnett (1975) ได้รายงานคุณสมบัติของ extrachromosomal element ว่า

1. มีความสามารถที่จะคงอยู่ (persistent)
2. เกิดจากการมิวเตชันโดยธรรมชาติ หรือ โดยถูกชักนำให้เกิด (induced mutation) และมีความสามารถเพิ่มจำนวนตัวเองได้ (multiplication)
3. มีความสามารถที่จะแผ่ขยายหรือกระจายตัวเองในขณะที่มีการรวมตัวกันของเส้นใย (hyphal anastomoses)

extrachromosomal element ที่พบในเซลล์ได้แก่

1. cell organelles

เช่น mitochondria ของยีสต์พวก suppressive petite และ neutral petite มี M-DNA (DNA ของ mitochondria)แตกต่างจากยีสต์ปกติ ซึ่งเป็นตัวควบคุม การหายใจโดยใช้ออกซิเจน และความสามารถในการต้านทานต่อยาปฏิชีวนะบางชนิด (Burnett, 1975)

2. plasmagenes

เป็นอนุภาค (particle) ที่อยู่ในไซโตพลาสซึมซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับยีนเนื่องจาก มันสามารถเพิ่มจำนวนได้ด้วยตัวของมันเองและสามารถที่จะถ่ายทอดลักษณะของเซลล์เซลล์หนึ่งไปยังเซลล์ลูกของมันได้ แต่แตกต่างจากยีนในด้านที่ว่าไม่สามารถที่จะถ่ายทอดลักษณะที่มีการ

และมีขนาดใหญ่กว่า haploid conidia เล็กน้อย diploid นี้เชื่อว่าเกิดจากการรวมตัวระหว่าง mutant nuclei 2 ชนิดที่แตกต่างกันซึ่งโอกาสนี้จะเกิดน้อยมาก diploid conidia นี้ถ้าถูกนำไปเลี้ยงให้งอกเป็นเส้นใยมันจะสร้าง conidia ได้ 4 ชนิดคือ สีเหลือง สีขาว สีเขียว และ conidia ที่แสดงลักษณะที่เกิดจากการรวม (recombination) ลักษณะของพ่อและแม่เดิม เช่น เมื่อพ่อแม่มี conidia สีขาว และต้องการ lysine อีกอันเป็นพวก conidia สี เหลืองและต้องการ adenine ลักษณะรวมที่ได้คือ พวกมี conidia สีเหลืองและต้องการ lysine หรือพวก conidia สีขาวและต้องการ adenine เป็นที่เชื่อกันว่าการรวมที่เกิดขึ้นนี้ไม่ได้เป็นผลจาก meiosis แต่เกิดจาก parasexual recombination ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ cycle ที่เรียกว่า parasexual cycle (Burnett, 1975)

ขบวนการ parasexual ยังสามารถพบในเห็ดราชั้น Ascomycetes และ Basidiomycetes ซึ่งมีการสืบพันธุ์แบบมีเพศตามปกติอยู่แล้วด้วย เช่น เห็ดราพวก Cochliobolus sativus, Ustilago maydis, Coprinus lagopus, C. radiatus Schizophyllum commune และ Puccinia graminis tritici ซึ่งยังไม่เป็นที่เข้าใจว่าทำไมเมื่อมันมีความสามารถในการลดจำนวนโครโมโซมลงได้ด้วยวิธีการของการสืบพันธุ์แบบมีเพศตามปกติแล้วยังต้องมีขบวนการ parasexual อีก (Burnett, 1975)

2. extrachromosomal element

กฤษฎา (2519) ได้รายงานว่าจากการศึกษาในเห็ดราหลายชนิดพบว่าการรวมตัวของเซลล์ไม่เพียงแต่นิวเคลียสของฝ่ายหนึ่งจะไหลเข้าไปอยู่ในเซลล์ของอีกฝ่ายหนึ่งเท่านั้น ไซโตพลาสซึมของทั้งสองฝ่ายจะเข้าผสมกันด้วย ถึงแม้ พันธุกรรมของไซโตพลาสซึมจะยังไม่ได้ศึกษาโดยละเอียด แต่ก็มีเหตุผลจะเชื่อได้ว่าความผันแปรทางพันธุกรรม อาจจะเกิดขึ้นโดยการผสมระหว่างไซโตพลาสซึมของเซลล์พ่อและแม่ ทั้งนี้จากการสังเกตว่า conidia ซึ่งมีลักษณะเหมือนพ่อและแม่เดิม (biotype) อาจมีอัตราการงอกความทนทานต่อสารพิษ หรือ ความสามารถในการทำให้เกิดโรคได้ไม่เท่ากัน

Burnett (1975) ได้รายงานว่าลูก (offspring)ที่ได้จากการผสมกลับพ่อและแม่ (reciprocal crosses) จะแสดงลักษณะต่าง ๆ ออกมาต่างจากลูกที่ได้จากพ่อแม่ที่ยังไม่ได้ผสมกลับพ่อและแม่ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ ได้ตั้งสมมุติฐานว่าอาจเกิดจากไซโตพลาสซึม เพราะในการรวมตัวของเซลล์พ่อและเซลล์แม่ ปริมาณของไซโตพลาสซึมที่มารวมกันจะไม่เท่ากันโดยเซลล์แม่ (ตัวรับ) จะมีมากกว่าพ่อ (ตัวให้) แต่ปริมาณโครโมโซมจะเท่ากันเสมอ

Burnett (1975) ได้รายงานถึงการศึกษาของ Jinks (1958) ที่เกี่ยวกับการแยกของ extrachromosomal element ที่มีในไซโตพลาสซึมว่าถ้ามี homokaryon 2 อัน แต่ละอันประกอบด้วย single chromosomal gene ที่แตกต่างกันซึ่งสามารถใช้เป็น marker ได้ และถ้ามี extrachromosomal element ซึ่งไม่มีการทำงานร่วมกับยีนบนโครโมโซม และมี phenotype ที่แตกต่างจาก original parents

พบว่าการแยกของยีนและ extrachromosomal elementเป็นอิสระต่อกันและกันไม่มีปฏิกริยาระหว่าง extrachromosomal element ของ homokaryon หนึ่งกับ extrachromosomal element ของอีก homokaryon หนึ่ง และไม่มีปฏิกิริยาระหว่างนิวเคลียสและไซโตพลาสซึม (nucleo-cytoplasmic interaction)

Burnett (1975) ได้ยกตัวอย่างการศึกษาของ Wright และ Lederberg ที่ได้ศึกษาการใช้ยีสต์พวก suppressive petite ผสมกับพวก normal cell ซึ่งแต่ละตัวมี chromosomal marker ที่ต่างกัน เมื่อลูกของมันมีการแตกหน่อ (budding) ลูกรุ่นต่อไปที่ได้จะมีทั้งลักษณะพ่อและแม่ทั้ง ๆ ที่ไม่ได้มีการรวมตัวยีนเลย ซึ่งจะเห็นว่ายีสต์พวก suppressive petite จะต้องมี suppressive action เกิดขึ้นทำให้เราไม่สามารถคาดคะเนลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นของ phenotype ได้ ซึ่งลักษณะนี้ชี้ให้เห็นว่าเกิดจาก extrachromosomal element นอกจากนี้ยังพบว่า somatic segregation ของ extrachromosomal elementจะมีการกระจายที่ไม่แน่นอน ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรืออาจเกิดจากการชักนำให้เกิดขึ้น เช่น โดยการใช้รังสีอุลตร้าไวโอเล็ต เป็นต้น

กระจายเหมือนอย่างที่แสดงออกมาในรูปของเซลล์สืบพันธุ์ (gametes) ตามกฎของเมนเดล การศึกษาทางด้าน plasmagene ยังไม่กว้างขวางนักแต่ คิดว่า plasmagene อาจจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะที่แสดงออกมามากเกินไปหรือน้อยเกินไป เช่น ความมากน้อยของ perithecium ความหนาแน่นของสปอร์ แต่การแสดงออกของมันยังต้องขึ้นกับ element อื่น ๆ ภายในเซลล์อีกเช่น mitochondria (Burnett, 1975)

3. ไวรัส (Virus)

ไวรัสที่พบในเห็ดรา (mycovirus) สามารถพบได้ในทุกกลุ่มของเห็ดราแต่ส่วนใหญ่จะพบในเห็ดราพวก Penicillium spp. Aspergillus spp. และพวกเห็ดที่เพาะเป็นอุตสาหกรรมอย่างเช่น เห็ดแชมปิญอง (Agaricus bisporus) จากการศึกษาพบว่าไวรัสที่พบในเห็ดราจะเป็นพวก double strain RNA ไวรัสที่พบในเห็ดจะทำให้เกิดการสร้างสปอร์และการสร้างไมซีเลี่ยมลดลง ไวรัสสามารถถ่ายทอดจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งได้ในขณะที่เกิด hyphal anastomoses โดยไวรัสจะปนไปกับ cytoplasm ที่ไหลจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง ไวรัสที่ถ่ายทอดไปจะนำลักษณะพันธุกรรมบางอย่างติดไปกับตัวมันด้วย เช่น สามารถนำส่วนของโครโมโซมของเซลล์หนึ่ง เข้าไปร่วมกับโครโมโซมของอีกเซลล์หนึ่งได้ (transduction) (Burnett, 1975)

Ross (1979) ได้กล่าวถึงอิทธิพลของไวรัสที่มีต่อเชื้อรา เช่น

ก. ในด้านรูปร่าง เช่น การพบ virus like particle ในดอกเห็ดที่มีลักษณะผิดปกติ (malformed mushroom)ของ Agaricus bisporus ที่เป็นโรค dieback disease

ข. อิทธิพลในด้าน pathogenic disease เช่น ราในพวก Penicillium chrysogenum และ Saccharomyces commune สายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคมักจะพบไวรัสกระจัดกระจายตลอดทั้งเส้นใย

ค. อิทธิพลในด้านความรุนแรงของโรค (virulence) เช่นใน Helminthosporium maydis สายพันธุ์ที่เป็น pathogenic จะพบ virus like particles และจะไม่พบในสายพันธุ์ที่ไม่มีความรุนแรงของโรค (non-virulence)

ง. อิทธิพลต่อการสร้าง secondary metabolitesของเชื้อรา เช่น ใน Aspergillus flavus สายพันธุ์ที่ไม่ผลิต aflatoxin จะพบ virus particles แต่ใน A. parasiticus ซึ่งเป็น strong-aflatoxin producer จะไม่พบ virus particles อยู่เลย

จ. อิทธิพลต่อความผิดปกติเกี่ยวกับการแบ่งตัวแบบ meiotic เช่น ใน Coprinus สายพันธุ์ที่ถูก infect โดยไวรัสจะไม่สามารถแบ่งตัวแบบ meiotic ได้ และจะเป็น homokaryon ได้เท่านั้นไม่สามารถเป็น dikaryon ได้

4. Persistent molecule

persistent molecule ที่ศึกษาในเห็ดราส่วนใหญ่จะเป็นพวก RNA เพราะ RNA ในเห็ดราจะเป็นสารที่คงที่ (stable) และมีการกระจายอยู่ทั่วไปในเซลล์ของเห็ดราได้แก่ ribosomal RNA เช่น ใน Neurospora crassa นอกจากจะมี ribosome อิสระ (free ribosome) ใน ไซโตพลาสซึม แล้วยังมีใน mitochondria อีกด้วย ถ้า RNA นี้มีลักษณะผิดปกติขึ้น ซึ่งอาจจะเกิดจากการมิวเตชันหรือเกิดจากความผิดพลาด (error) ในทางใดก็ตามจะทำให้ขบวนการต่าง ๆ ของเซลล์ผิดไป อย่างเช่น ขบวนการถอดรหัส ของการสร้างโปรตีน ซึ่งอาจจะส่งผลถึงพฤติกรรมของเซลล์ได้ (Burnett, 1975)

ข. สาเหตุที่เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความแปรปรวนในด้านลักษณะของพวกเห็ดรา เช่น

1. ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง

Burnett (1975) ได้รายงานการศึกษาของ Miller (1945, 1946 a,b) ได้ศึกษาเห็ดราที่อยู่ในดินพบว่า เมื่อนำราจากดินแล้วมาเลี้ยงใน soil tube มันจะคงลักษณะ

ต่าง ๆ ไว้เหมือนอย่างเดิมตลอด ถึงแม้เราจะ sub culture ถ้าเปลี่ยนจาก soil tube มาเลี้ยงใน nutrient agar ลักษณะของมันจะผิดไปคือ colony จะแบน (flat) แต่มีเส้นใยบางส่วนฟู (fluffy) ขึ้นมา มีการสร้าง plectenchymatous masses หรือ sclerotia อย่างรวดเร็ว Miller เรียกสิ่งเหล่านี้ว่า patch mutation เพราะเขาคิดว่ามันเกิดจากมิวเตชัน ซึ่งโดยสภาพธรรมชาติจะกดดันมิให้มิวเตชันนี้อยู่รอด แต่เมื่อถูกย้ายมาเลี้ยงใน nutrient agar ความกดดันนั้นลดลงจึงสามารถแสดงออกมาได้

อานนท์ (2523 ข) ได้รายงานว่าจากการสังเกตของผู้เพาะเห็ดหูหนูเป็นอุตสาหกรรมในประเทศไทย พบว่าการเสื่อมของเชื้อเห็ดหูหนูซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่จะออกดอกและช่วงของการให้ดอกจะช้าลงพร้อมทั้งให้ผลผลิตต่ำลงด้วย อาจจะเกี่ยวกับอาหารที่ใช้เลี้ยง ในการทำ stock culture ของเชื้อเห็ดหูหนูจะเลี้ยงเส้นใยไว้ในอาหารวุ้น PDA และเมื่อจะทำการเพาะจึงทำการต่อเชื้อจากอาหารวุ้นลงไปเลี้ยงในขี้เลื่อย จากการสังเกตของผู้เพาะในประเทศไทยพบว่า ถ้ามีการต่อเชื้อนี้หลาย ๆ ครั้ง จะเกิดการอ่อนหรือการเสื่อมของเชื้อเห็ดเกิดขึ้นที่เป็นดังนี้จึงมีผู้ตั้งสมมุติฐานว่า เห็ดหูหนูเป็นเห็ดที่มีน้ำย่อยที่สามารถย่อยลิกนินและเซลลูโลสได้ และเมื่อนำไปเลี้ยงในอาหารวุ้น ซึ่งปราศจากลิกนินและเซลลูโลส จะทำให้น้ำย่อยที่มีอยู่ในเส้นใยเสื่อมลงเรื่อย ๆ ดังนั้นถ้านำไปเลี้ยงในขี้เลื่อยใหม่ เส้นใยเห็ดต้องเสียเวลาปรับตัวพร้อมทั้งสร้างน้ำย่อยใหม่อีก ทำให้ผลผลิตลดลงช่วงระยะเวลาการออกดอกช้าลงด้วย

นอกจากนี้จากการสังเกตของผู้เพาะเห็ดในประเทศไทยพบว่า เห็ดแชมปิญอง (Agaricus bisporus) เห็ดหูหนูขาว (Tremella sp) ก็จะมีการอ่อนของเชื้อเร็วมาก ควรแยกเนื้อเยื่อใหม่ทุกรุ่นเพื่อนำมาทำหัวเชื้อ แต่เห็ดที่เป็น homothallic เช่น เห็ดฟาง (Volvariella volvacea) การอ่อนของเชื้อจะช้ากว่า สาเหตุของการอ่อนยังไม่มีผู้ใดอธิบายไว้อย่างชัดเจน

2. การระบายอากาศและอุณหภูมิ

ในการเพาะเห็ดฟางพบว่า ถ้ากองฟางที่ใช้ในการเพาะมีการระบายอากาศที่ไม่ละดวกและอากาศร้อนเกินไป ดอกเห็ดจะมีสีดำมากกว่าปกติ และในการเพาะเห็ดนางรมพบว่า ถ้าการระบายอากาศไม่ดี ซึ่งทำให้มีการสะสมของกาซคาร์บอนไดออกไซด์ จะทำให้ดอกเห็ดสูงชลูด หมวกน้อย ลักษณะเป็นกรวยคล้ายปากแตร และมีก้านหมวกยาว ถ้าเพาะเห็ดนางรมนี้ในที่อากาศร้อน ดอกเห็ดจะมีสียาว แต่ถ้าเพาะในที่เย็น ดอกเห็ดจะมีสีเทา (อานนท์ , 2523 ก) ส่วนในการเพาะเห็ดหูหนู ถ้ามีอากาศถ่ายเทมากเกินไป ดอกเห็ดจะมีลักษณะแข็งกระด้างขนยาว สียาว (อานนท์, 2523 ข)

3. แสง

ในการเพาะเห็ดนางรมพบว่า ถ้ามีแสงสว่างในโรงเพาะน้อยจะทำให้ก้านของดอกเห็ดยาว หมวกดอกจะเล็ก ส่วนในเห็ดฟางถ้ามีแสงมากเกินไปจะทำให้เห็ดมีสีดำ ในเห็ดเป๋าฮื้อถ้าแสงมากไป จะมีสีซีด ในเห็ดหอมถ้ามีแสงมากดอกเห็ดจะมีสีเข้มกว่าพวกไม่ถูกแสง ในเห็ดหูหนูถ้าแสงมากเกินไปดอกเห็ดจะมีสีคล้ำมาก ขนยาว แต่ถ้าแสงน้อยดอกเห็ดจะมีสีซีดและขนสั้น (อานนท์, 2522 และ 2523 ข)

4. แร่ธาตุบางชนิด

ในการเพาะเห็ดตระกูล Pleurotus พบว่าถ้ามีธาตุแมกนีเซียมมากจะทำให้เห็ดมีก้านดอกยาว และดอกมีขนาดเล็ก ในการเพาะเห็ดหูหนู ถ้ามีแคลเซียมเพิ่มขึ้น จะทำให้น้ำหนักของดอกเห็ดเพิ่มขึ้นด้วย และถ้ามีธาตุฟอสฟอรัสมากเกินไปจะทำ ให้ดอกหนาและขนยาว (อานนท์, 2523 ก)

015219

5. วิธีการเก็บ stock culture

Jinks (1975) ได้รายงานว่า การบ่ม (aging) สามารถทำให้เกิดการเสื่อมของเชื้อได้ จากการศึกษาใน Aspergillus glaucus ที่เก็บ stock culture (purely vegetative maintenance) ไว้เป็นเวลานาน จะทำให้เกิด degenerative changes และสิ้นสุดด้วย vegetative death Jinks ได้กล่าวต่อไปอีกว่าการบ่มสามารถทำให้เกิด extrachromosomal inheritance ได้

สุภาพร (2525) ได้รายงานว่า จากการเก็บ stock culture ของเห็ดหูหนูสายพันธุ์ กวร 6 ไว้ที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 30° เซลเซียส (อุณหภูมิห้อง) 24° เซลเซียส (ห้องปรับอากาศ) และ 15° เซลเซียส (ตู้เย็น) 2 ชุด ชุดที่ 1 เก็บนาน 2 สัปดาห์ ชุดที่ 2 เก็บนาน 14 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าเมื่อนำไปทำการเปิดดอก ทั้ง stock culture ชุดที่ 1 และ 2 พวกที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงคือ 30° เซลเซียส ให้ผลผลิตต่ำพวกที่เก็บไว้ที่ 24° และ 15° เซลเซียส ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย