บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญของเส้นใยเห็ดหอม (L. edodes) สายพันธุ์ MU2 และเห็ดนางรม (P. ostreatus) สายพันธุ์ นางรม1 ในอาหารเหลวเพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใย โดยหาปัจจัยต่าง ๆ ที่เหมาะสม พบว่า เส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมเจริญเติบโตในอาหารเหลวน้ำต้มมันฝรั่ง (PD) โดยได้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยเห็ดสูงกว่าอาหารเหลวธรรมชาติชนิดอื่น และอาหารสังเคราะห์ (SM) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1 ; ตารางที่ 2) โดยอาหารเหลว CoD SD และ PPD ช่วยส่งเสริมการใกล้เคียงกับอาหารสังเคราะห์ (SM) ส่วนอาหารเหลว CaD BD และ WRD ไม่ส่งเสริมการเจริญและยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดหอม (กราฟที่ 1) สำหรับอาหารเหลว PPD CoD SD และ BD ช่วยส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม ส่วนอาหารเหลว CaD WRD และ SM ไม่ส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม (กราฟที่ 2) อาหารเหลว PD ประกอบด้วยน้ำต้มมันฝรั่ง ซึ่งมีแป้ง (starch) และน้ำตาลเดรกโตสในปริมาณที่สูงถึง 2 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดี (C-source) (Khanna and Garcha, 1985) อยู่ในสภาพของ polysaccharide และ disaccharide ตามลำดับ เมื่อถูกย่อยด้วยเอนไซม์กลายสภาพเป็น monosaccharide ที่สำคัญ คือ น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลอื่น ๆ เหมาะแก่การดูดซึมนำไปใช้ในการเจริญของเส้นใย (Lilly and Barnett, 1951)

สำหรับอาหารเหลว SM ช่วยส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดหอม ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Punnapayak et al., (1990) รายงานว่าเส้นใยเห็ดหมื่นปี (G. lucidum) ในอาหารเหลว PD และ SM พบว่าทุกช่วงระยะเวลาที่เลี้ยงเส้นใยเป็นเวลา 40 วัน อาหารเหลว PD ให้น้ำหนักของเส้นใยเห็ดที่สูงกว่า SM และ Triratana and Gawgla (1989) รายงานว่าเลี้ยงเส้นใยเห็ดหมื่นปี (G. lucidum) ในอาหารเหลว PSY PS และ ME พบว่า อาหารเหลวที่มีส่วนประกอบจากมันฝรั่งให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดหมื่นปีสูงกว่าอาหารเหลว ME Song et al. (1987) พบว่าได้ใช้อาหารเหลว SM เลี้ยงเส้นใยเห็ดหอม (L. edodes) ซึ่งเป็นอาหารเหลวชนิดเดียวกันกับการทดลอง โดยช่วยส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดหอม

เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารเหลวชนิดอื่น แต่ในขณะเดียวกันอาหารเหลว SM ให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดหอมน้อยกว่าอาหารเหลว PD ทุกช่วงเวลา การเจริญของเส้นใยเห็ดหอมที่เลี้ยงในอาหารเหลว SM มีการเจริญต่ำกว่าอาหารเหลว PD สาเหตุอาจเนื่องมาจาก

1. แหล่งคาร์บอนในอาหารเหลว SM มีแหล่งคาร์บอนชนิดเดียวได้แก่ กลูโคส 2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในอาหารเหลว PD มีทั้งเดรกโตส 2 เปอร์เซ็นต์ เดรกติน และแป้ง รวมทั้งน้ำตาลชนิดอื่น ๆ ที่อยู่ในหัวมันฝรั่ง

2. แหล่งไนโตเจน ในอาหารเหลว SM ได้รับจากแอมโมเนียมคลอไรด์ และ aspartic acid ส่วนในอาหารเหลว PD ได้รับจากหัวมันฝรั่งซึ่งจัดเป็น Mixed Nitrogen source เช่น กรดอมิโน

3. ในอาหารเหลว SM ยังขาด growth regulator อีกหลายชนิดที่ไม่ได้เติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อมีแต่เพียง ไทอามีน เท่านั้น ส่วนในอาหารเหลว PD เส้นใยเห็ดได้รับจาก growth regulator ต่าง ๆ จากหัวมันฝรั่ง

เห็นได้ว่าอาหารเหลว PD ดีกว่าอาหารเหลว SM จึงทำให้อาหารเหลว PD เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรม ส่วนอาหารเหลวชนิดอื่นได้แก่ CoD SD CaD WRD PPD และ BD ซึ่งให้การเจริญของเส้นใยเห็ดหอมเห็ดนางรมต่ำกว่าอาหารเหลว PD อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของแหล่งสารอาหารซึ่งมีส่วนที่แตกต่างกันและเหมือนกัน คือส่วนที่เหมือนกัน ได้แก่ แหล่งของคาร์บอน และไนโตรเจน ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนัก จะแตกต่างกันในแหล่งของ growth regulator หรืออาจเนื่องมาจากการต้มหรือการสกัดสารอาหารในวัสดุดังกล่าวว่าที่ออกมาในอาหารเหลวอยู่ในลักษณะโมเลกุลแบบใด ถ้าอยู่ในโมเลกุลที่เส้นใยเห็ดนำไปใช้ได้ดีหรือมีอยู่มากในปริมาณที่พอเหมาะต่อการเจริญ จึงส่งผลให้การเจริญของเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมในอาหารเหลวชนิดต่าง ๆ แตกต่างกัน สำหรับเห็ดนางรมจากการทดลองนี้เห็นได้ว่าอาหารธรรมชาติชนิดต่าง ๆ เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมมากกว่าอาหารสังเคราะห์ (SM) แต่อย่างไรก็ตามชนิดของเห็ดมีผลต่อความเหมาะสมของชนิดอาหารที่แตกต่างกัน (Cooney, 1981) หรือเห็ดหอมและเห็ดนางรมจะเจริญได้ดีแตกต่างกันในวัสดุเพาะที่ต่างกัน (Zadrazil, 1982) เช่น อาหารเหลว BD ไม่ส่งเสริมการเจริญเส้นใยเห็ดหอมแต่ส่งเสริมการเจริญเส้นใยเห็ดนางรม จากกราฟที่ 2 แสดงให้เห็นว่า อาหารเหลวธรรมชาติชนิดต่าง ๆ ให้การเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมดีกว่าในอาหารเหลวสังเคราะห์ (SM)

การสังเกตการเจริญและการพัฒนาของเส้นใยเห็ดพบว่า เส้นใยเห็ดนางรมที่เลี้ยงในอาหารเหลว PD PPD CoD SD และ BD โคโลนีมีลักษณะเป็นแผ่น และเส้นใยพัฒนาเป็นดอกเห็ดในอาหารเหลว PD และ CoD แต่ดอกนั้นผิดปกติโดยมีลักษณะดอกยาวมีแต่ก้าน (ตารางที่ 6; ภาพที่ 6) เนื่องมาจากผลของคาร์บอนไดออกไซด์ (Zadrazil, 1974) สำหรับเห็ดหอมพบว่าอาหารเหลว PD CoD SD PPD และ WRD โคโลนีมีลักษณะเป็นแผ่น เส้นใยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มและพัฒนาเป็นตุ่มดอกและดอกเห็ด ในอาหารเหลว PD (ตารางที่ 5; ภาพที่ 5) ซึ่งน่าจะเป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับของเอนไซม์ laccase และ acid phosphatase (Panichajakul et al., 1991) และนอกจากนี้ Leatham and Stahmann (1981) และ Lu et al., (1988) รายงานว่า เอนไซม์ laccase มีหน้าที่เกี่ยวกับการเกิดสีและการกระตุ้นการเกิดดอกเห็ด และนอกจากนี้ดอกเห็ดหอมจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลโดยเป็นผลจากเอนไซม์ tyrosinase ทำให้ดอกเห็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (browning reaction) (Flurky and Ingebrigtsen, 1989; Ingebringtsen et al., 1989)

จากการวัดการเปลี่ยนแปลงของ pH ของอาหารเหลวหลังจากเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอม และเห็ดนางรม พบว่า อาหารเหลวหลังจากเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมแล้ว pH มีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 30; กราฟที่ 3) เนื่องจากในระหว่างที่มีการเจริญเส้นใยเห็ดปล่อยไฮโดรเจนอิออน (H^+) ออกมาเพื่อแลกเปลี่ยนกับการดูดซึมอิออนบางตัว (Lillyand Barnett, 1951) หรือการสร้างกรดบางชนิดออกมา เช่น citric acid fumaric acid และ malic acid รวมทั้งอมิโนแอซิดและกรดนิวคลีอิค (Stevenson, 1982) ซึ่งการปลดปล่อยกรดอินทรีย์ดังกล่าวออกมาอาจช่วยส่งเสริมการเจริญของดอกเห็ดได้ในที่สุด (Tokimoto and Komatsu, 1978) สำหรับเห็ดนางรม พบว่าอาหารเหลวหลังจากเลี้ยงเส้นใยเห็ดแล้ว pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4; กราฟ ที่ 4) มีลักษณะคล้ายคลึงกับการย่อยสลายวัสดุเศษพืช (Hobson and Robertson, 1977) โดยที่เส้นใยเห็ดจะดำเนินกิจกรรมการย่อยสลายและใช้อาหารที่มีสารประกอบของไนโตรเจนเปลี่ยนเป็นสารประกอบแอมโมเนีย รวมถึงอนุมูลธาตุอาหารหลักได้แก่ ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม ซึ่งมีอยู่ในอาหารเหลว จึงมีผลทำให้ระดับ pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Wood et al., 1988)

ผลของการเติมอาหารเสริมได้แก่ น้ำมะพร้าว และยีสต์สกัด ในอาหารเหลว PD พบว่า อาหารเหลว PD ผสมน้ำมะพร้าว (PDC) เส้นใยเห็ดหอมเจริญได้ดีกว่าในอาหารเหลว PD และ PD ผสมยีสต์สกัด (PDY) (กราฟที่ 5) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสอดคล้องกับการทดลองของ ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ และ ประพิน ศรีสุวรรณ (2516) รายงานว่า ใช้น้ำมะพร้าวอ่อนทำอาหารวุ้นเลี้ยงเส้นใยเห็ดฟาง (V. volvace) พบว่าสามารถใช้น้ำมะพร้าวในการทำอาหารเลี้ยงเส้นใยเห็ดฟางได้และยังแนะนำเพิ่มเติมว่าน้ำมะพร้าวมีคุณค่าทางอาหารสามารถนำมาเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่เลี้ยงยากกว่าปกติ และนอกจากนี้ยังเป็นวัตถุดิบที่หาง่าย สาเหตุที่ทำให้เส้นใยเห็ดหอมเจริญได้ดีในอาหารเหลว PD ผสมน้ำมะพร้าวเป็นอาหารเสริมเนื่องมาจากพบว่า ในน้ำมะพร้าวมีฮอร์โมนจำพวกออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน (Dix and Staden, 1982) เช่น อ๊อกซิน ได้แก่ NAA และ IBA มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดหอมเพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลว ME (กำพล รุจิผดุงกิจ และ สุทธพรรณ ตรีรัตน์, 2532) จิบเบอเรลลินมีผลทำให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ด Pholiota destruens เพิ่มขึ้นเมื่อเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลวสังเคราะห์ (Krishna and Sharma, 1989) และไซโตไคนินกระตุ้นการเจริญของเส้นใยเห็ด Termitomyces elypeatus กับ Coprinus lagopus ในอาหารเหลวสังเคราะห์ (Ghosh and Sengupta, 1982) โดย NAA ช่วยในการขยายขนาดของเซลล์ จิบเบอเรลลินช่วยในการยืดตัวของเซลล์ และไซโตไคนิน ช่วยเร่งการแบ่งเซลล์ (Jacops, 1975) จึงมีผลทำให้ได้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยเห็ดหอมในอาหารเหลว PDC สูงกว่าอาหารเหลว PD และ PDY และนอกจากนี้เมื่อสังเกตลักษณะการเจริญและการพัฒนาของเส้นใยเห็ดหอมในอาหารเหลว PD PDC และ PDY (ตารางที่ 9) พบว่า อาหารเหลว PDC ให้ความหนาแน่นของเส้นใยสูงและเส้นใยเจริญเต็มผิวหน้าอาหารเหลวในขวดทดลองได้เร็วกว่า เส้นใยมีสีขาวหนารวมกันเป็นแผ่นคล้ายหนัง ซึ่งเป็นผลมาจากฮอร์โมนดังกล่าวซึ่งมีคุณสมบัติช่วยในการขยายขนาดของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ในพืชชั้นสูงนั้นไปมีผลต่อการแบ่งเซลล์บริเวณปลายเส้นใย (apical growth) ทำให้เส้นใยยาวขึ้นและมีผลต่อการแตกแขนง (branching) ของเส้นใย จึงทำให้ได้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยเห็ดหอมในอาหารเหลว PDC สูงกว่าในอาหารเหลว PD และ PDY ในอาหารเหลว PDC ยังมีส่วนช่วยให้เส้นใยเห็ดหอมสร้างตุ่มดอกและดอกเห็ดเป็นผลมาจากฮอร์โมนดังกล่าวจะช่วยกระตุ้นการสร้างและการพัฒนาดอกเห็ด (Sladky and Tichy, 1973) สำหรับเห็ดนางรมพบว่า อาหารเหลว PD

ผสมยีสต์สกัด (PDY) เส้นใยเห็ดนางรมเจริญได้ดีกว่าในอาหารเหลว PD และ PD ผสมน้ำมะพร้าว (PDC) (กราฟที่ 6) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อสังเกตลักษณะการเจริญและการพัฒนาของเส้นใยในอาหารเหลว PD PDC และ PDY (ตารางที่ 8) พบว่า อาหารเหลว PDY ให้ความหนาแน่นของเส้นใยสูง และเส้นใยเจริญเต็มผิวหน้าอาหารเหลวในขวดทดลองได้เร็วกว่าและเส้นใยพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้ภายในเวลา 25 วัน ซึ่งเป็นผลมาจากยีสต์สกัดที่ช่วยเพิ่มวิตามินซึ่งสำคัญต่อประสิทธิภาพของเอนไซม์ในเห็ดให้ดีขึ้น (Cochrane, 1958) มีกรดอมิโนสูงกับ growth factor อื่น ๆ อีกมาก (Ghosh and Sengupta, 1977) และยังเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ดีสำหรับเห็ด (Bukhalo and Solomko, 1978; El-Kattan et al., 1990; Sugimori et al., 1971; Tawiah and Martin, 1989) โดยไนโตรเจนจะถูกนำไปใช้ในการสร้างเส้นใยเห็ดในรูปของไนเตรทหรือแอมโมเนีย เพื่อสร้างสารประกอบของกรดอมิโน และ nucleotide สำหรับนำไปใช้ในการสร้างเส้นใยของเห็ด (Griffin, 1981) สำหรับอาหารเหลว PD ผสมน้ำมะพร้าวเหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดหอม แต่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมอาจจะเนื่องโดยรายงานของผ่องพรรณ บุญนพพรกุล, (2526) รายงานว่า ออร์โมน อ๊อกซิน และจิบเบอเรลลินไม่ช่วยให้การเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมดีขึ้น สำหรับการจัดการเปลี่ยนแปลง pH ของอาหารเหลวหลังจากเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรม พบว่า อาหารเหลวหลังจากเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมแล้ว pH มีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 7; กราฟที่ 7) สำหรับเห็ดนางรมพบว่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 8; กราฟที่ 8) ซึ่งสาเหตุได้กล่าวไปแล้ว

การเจริญของเส้นใยเห็ดหอมในอาหารเหลว PDC และเห็ดนางรมในอาหารเหลว PDY ที่ pH ต่างกัน พบว่า เส้นใยเห็ดหอมเจริญได้ดีที่ pH 5.0 โดยให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยสูงกว่าที่ pH 3.0-4.5 และ 5.5-7.0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11; กราฟที่ 9) สอดคล้องกับการทดลองของ Khan et al., (1991) รายงานว่า pH 5.0 เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดหอม (L. edodes) มากกว่าที่ pH 5.5,6.0, 6.5 และ 7.0 บนอาหารแข็ง MEA และ EL-Kattan and EL-Sayed, (1988) รายงานว่า pH 5.0 เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้า (P.soju-caju) มากกว่าที่ pH 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 ในอาหารเหลว ME ความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดหอมพบว่าความหนา

แน่นของเส้นใยเห็ดหอมที่ pH ต่าง ๆ ไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 11) อาจจะเนื่องมาจาก pH เริ่มต้นไม่มีผลต่อความหนาแน่นของเส้นใย สำหรับเส้นใยเห็ดนางรมพบว่าเส้นใยเห็ดนางรมเจริญได้ดีที่ pH 6.0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12; กราฟที่ 10) สอดคล้องกับการทดลองของ Bukhalo and Solomko, (1978) รายงานว่า pH 6.0-6.5 เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมในอาหารเหลว YE และ Sobal et al., (1989) รายงานว่า pH 6.0-7.0 เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมบนอาหาร EMA pH ระดับต่าง ๆ ให้ความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดนางรมแตกต่างตั้งแต่ความหนาแน่นมาก (++++) ไปน้อย (++) (ตารางที่ 12) แสดงว่า pH มีผลต่อความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดนางรม (Sobal et al., 1989) จากการทดลองเห็นได้ชัดเจนว่า pH ที่เหมาะสมน่าจะขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ และชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ (Lilly and Barnett, 1951) โดยเส้นใยเห็ดหอมเจริญได้ดีในอาหารเหลว PDC ที่ pH 5.0 และเห็ดนางรมเจริญได้ดีในอาหารเหลว PDY ที่ pH 6.0 จนทำให้ได้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยสูงกว่าที่ระดับ pH อื่น ๆ อาจเนื่องมาจาก

1. pH ที่เหมาะสมจะทำให้เส้นใยเห็ดใช้ธาตุอาหารต่างที่มีอยู่ในอาหารเหลวได้ดี

2. pH ที่เหมาะสมทำให้เส้นใยเห็ดดูดซึมวิตามินที่จำเป็น และกรดบางชนิดได้ดี

3. pH ที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ในเส้นใยเห็ด

4. pH ที่เหมาะสมมีผลต่อการสร้างวิตามินและกรดอมิโนบางชนิดทำให้เส้นใยเจริญได้ดี

นอกจากนี้การที่เส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมเจริญได้ดีในอาหารเหลวที่มี pH ที่เหมาะสมนอกจากจะทำให้ได้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยเห็ดดีขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้คุณภาพของเส้นใยเห็ดดีขึ้นโดยทำให้ปริมาณโปรตีนของเส้นใยเห็ดสูงขึ้น (Bassous et al., 1989; EL-Kattan and EL-Sayed, 1988; EL-Kattan et al., 1990)

เมื่อเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมในอาหารเหลว PDC ที่ pH 5.0 เห็ดนางรมในอาหารเหลว PDY ที่ pH 6.0 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กับ 30

องศาเซลเซียส พบว่า เส้นใยเห็ดหอมเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยมากกว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กราฟที่ 11) แสดงว่าการเจริญของเส้นใยเห็ดหอมต้องการอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับการทดลองของ Khan et al., (1991); Tokimoto and Komatsu (1978); Tokimoto and Komatsu (1982) รายงานว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเส้นใยเห็ดหอม คือ ที่ 25 องศาเซลเซียส ในอาหารเหลว จากการทดลองยังพบอีกว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เส้นใยเห็ดหอมสามารถสร้างตุ่มดอกและพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้ในขณะที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เส้นใยเจริญได้น้อยมากไม่สามารถสร้างตุ่มดอกและดอกเห็ด (ภาพที่ 12) สอดคล้องกับการทดลองของ Tokimoto and Komatsu (1982) รายงานว่า ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นอกจากจะเหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดหอมแล้ว ยังเหมาะสมต่อการเกิดตุ่มดอกเห็ดมากที่สุด และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เส้นใยมีการเจริญลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส (Ishikawa, 1967) สำหรับผลของอุณหภูมิต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม พบว่าเส้นใยเห็ดนางรมเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส โดยให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (กราฟที่ 11) แสดงว่าเส้นใยเห็ดนางรมสามารถเจริญได้ดีในช่วงอุณหภูมิค่อนข้างกว้าง สอดคล้องกับการทดลองของ Zadrazil (1974) รายงานว่า ที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส เส้นใยเห็ดนางรมสามารถเจริญและพัฒนาได้ดีและ Bukhalo and Solomko, (1978) อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม นอกจากนี้เส้นใยเห็ดนางรมสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 40องศาเซลเซียส (Leong, 1984) ดังนั้นการทดลองนี้สามารถเลี้ยงเส้นใยเห็ดนางรมได้ที่อุณหภูมิ 25 และ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิที่เหมาะสม ของเห็ดหอม คือ 25 องศาเซลเซียส กับเห็ดนางรม คือ 25 และ 30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุด (maximum temperature) ของเห็ดหอม คือ 45 องศาเซลเซียส เส้นใยจะตายภายใน 40 นาที (Tokimoto and Komatsu, 1978) กับเห็ดนางรม คือ 40 องศาเซลเซียส (Leong, 1984) และอุณหภูมิต่ำสุด (minimum temperature) ของเห็ดหอม คือที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส เส้นใยจะหยุดการเจริญ (Tokimoto and Komatsu, 1978) กับเห็ดนางรม คือ 10 องศาเซลเซียส เส้นใยหยุดการเจริญ (Leong, 1984) ซึ่งการเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมในอุณหภูมิที่เหมาะสมทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์

ดีขึ้น หรือมีผลต่อการสร้างกรดอมิโน และวิตามินบางชนิดที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใย (Lilly and Barnett, 1951) ดังนั้น อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญของเส้นใยเห็ดทำให้ทราบว่า เห็ดหอมและเห็ดนางรมเป็นเห็ดที่จัดอยู่ในพวก mesophile เพราะเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมชอบอุณหภูมิในระดับปานกลางสำหรับการเจริญ

สภาพการเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลวมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรม โดยเมื่อเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมในอาหารเหลว PDC ที่ pH 5.0 และเห็ดนางรมเลี้ยงในอาหารเหลว PDY ที่มี pH 6.0 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ในสภาพการเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมแบบกึ่งนิ่งให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยสูงกว่าสภาพการเลี้ยงเส้นใยแบบนิ่ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กราฟที่ 12) แสดงว่าการเลี้ยงเส้นใยแบบกึ่งนิ่ง เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรม เนื่องจากการเลี้ยงเส้นใยในสภาพนี้ช่วยเพิ่มปริมาณอ๊อกซิเจน ซึ่งเห็ดจัดเป็นรา ที่ต้องการ อ๊อกซิเจน (Przybylowiez and Doughue, 1988) ในการเจริญเติบโตทั้งในระยะเส้นใยและระยะการพัฒนาไปเป็นดอกตามปกติแล้ว ในระยะของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดจะมีความทนทานต่อสภาพการขาด อ๊อกซิเจน ได้ดีกว่าในระยะการเกิดดอกและมีผลต่อ metabolic activity ของเส้นใย (Whitaker and Long, 1973) สอดคล้องกับการทดลองของ Song et al., (1987) รายงานว่า เลี้ยงเส้นใยเห็ดหอม (L. edodes) ในอาหารสังเคราะห์ในสภาพการเลี้ยงแบบนิ่งเปรียบเทียบกับแบบเขย่าพบว่า ในสภาพเขย่าที่ความเร็ว 50-200 r.p.m. ให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดหอมสูงกว่าการเลี้ยงเส้นใยแบบนิ่ง และนอกจากนี้การเพิ่มอ๊อกซิเจนให้แก่เส้นใย ช่วยให้เส้นใยสามารถใช้สารอาหารได้ดียิ่งขึ้นในเส้นใยเห็ด P. eryngii (Zadrazil and Kamra, 1989) และสาเหตุที่สภาพการเลี้ยงเส้นใยเห็ดแบบกึ่งนิ่งเหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมเนื่องมาจาก

1. ช่วยเพิ่มปริมาณอ๊อกซิเจน
2. ช่วยกระจายสารอาหาร
3. เส้นใยสัมผัสกับสารอาหารได้ดี
4. เจือจางความเข้มข้นของสารพิษที่เส้นใยขับออกมา

การสังเกตลักษณะการเจริญและการพัฒนาของเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรม (ภาพที่ 14) การเลี้ยงเส้นใยเห็ดในสภาพนิ่งจะคล้ายกับการเลี้ยงจริง โดยเมื่อเลี้ยงเส้นใยในสภาพที่เหมาะสม เส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมจะพัฒนาเป็นดอกได้ แต่ถ้าสภาพที่มี

การเขย่าหรือสภาพกึ่งนิ่ง จะไม่เอื้ออำนวยต่อการเกิดดอกเห็ดจะได้ในลักษณะของเส้นใยที่เป็น pellet คือเส้นใยมีการเจริญได้ทุกทิศทาง โดยรอบตัวเป็นก้อนกลม สอดคล้องกับรายงานของ Whitaker and Long (1973)ว่ามีราประมาณ 150 ชนิด ที่เส้นใยเจริญในลักษณะ pellet เมื่อเลี้ยงในอาหารเหลวและในจำนวนนี้ได้รวมเส้นใยเห็ดไว้ด้วย

การศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วทำให้ได้ปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อนำมาเป็นข้อมูล และศักยภาพในการขยายส่วนการเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอม พบว่า การเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมในถังเลี้ยงเชื้อในสภาพที่ให้อากาศ ให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยสูงกว่าการเลี้ยงเส้นใยในถังเลี้ยงเชื้อในสภาวะที่ไม่ให้อากาศ (ตารางที่ 14; ตารางที่ 16) แสดงให้เห็นว่า การเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมในถังเลี้ยงเชื้อในสภาวะที่ให้อากาศเป็นสภาพที่เอื้ออำนวยต่อการผลิตเส้นใยได้สูง ทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะมีการขยายส่วนการเลี้ยงเส้นใยต่อไปในระดับอุตสาหกรรม สอดคล้องกับการทดลองของ Bukhalo and Solomko (1978) Fukushima et al., (1991) Song et al., (1987) รายงานว่าเลี้ยงเส้นใยเห็ดในขวดทดลองแล้วขยายส่วนการเลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อ พบว่า สามารถได้น้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่เส้นใยเห็ดเจริญได้ดีในถังเลี้ยงเชื้อในสภาวะที่ให้อากาศอาจเนื่องมาจากการเลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อนั้นมีการให้อ๊อกซิเจนที่เพียงพอต่อความต้องการของเส้นใยดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่าอ๊อกซิเจนถ้าให้ในปริมาณที่พอเหมาะอ๊อกซิเจนจะช่วยส่งเสริมการเจริญของเส้นใย และถ้ามีการใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนประกอบกับถังเลี้ยงเชื้อ เช่น ระบบการควบคุม pH อ๊อกซิเจน และการเพิ่มเติมสารอาหารด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ยิ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้ดีส่งผลทำให้การเจริญของเส้นใยดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การเลี้ยงเส้นใยเห็ดในถังเลี้ยงเชื้อในสภาวะที่ให้อากาศจะให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดที่สูงในระยะเวลาที่เร็วกว่า (Hadar and Arazi, 1986) จะเห็นได้ชัดเจน จากการเลี้ยงเส้นใยเห็ดนางรม โดยการเลี้ยงเส้นใยในถังเลี้ยงเชื้อในสภาวะที่ให้อากาศให้น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของเส้นใยเห็ดนางรมสูงภายในเวลา 20 วัน ในขณะที่การเลี้ยงเส้นใยเห็ดในถังเลี้ยงเชื้อในสภาวะที่ไม่ให้อากาศให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยสูง ภายในเวลา 25 วัน (ตารางที่ 16) ซึ่งจะส่งผลทำให้ลดต้นทุนในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้มาก สำหรับการสังเกตและการพัฒนาของเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมพบว่า การเลี้ยงเส้นใยในถังเลี้ยงเชื้อในสภาวะที่ให้อากาศเส้นใยเจริญในลักษณะเป็น pellet กลม

จมอยู่ในอาหารเหลวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร สำหรับเห็ดหอม และเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.6 เซนติเมตร สำหรับเห็ดนางรม ซึ่งขนาดดังกล่าวจะไม่มีเพิ่ม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตามรายงานของ Hadar and Arazi (1986); Jiang and Cho (1989) แนะนำว่า ปัญหาของการเจริญของ pellet ขึ้นอยู่กับขนาดของ pellet จะจำกัดการใช้อ๊อกซิเจนโดยเฉพาะเซลล์ที่อยู่ตรงกลางในก้อน pellet ทำให้การแพร่ของอ๊อกซิเจนเป็นไปได้ลำบากปริมาณของหัวเชื้อ (v/v) ต้องเหมาะสม ปริมาณสารอาหารและปริมาณอ๊อกซิเจนถ้ามากเกินไปจะยับยั้งการเจริญของเส้นใย ซึ่งข้อจำกัดต่าง ๆ เหล่านี้จะส่งผลต่อปริมาณของเส้นใย และคุณค่าทางอาหารลดลงได้เช่น ปริมาณโปรตีน กลิ่นและรสชาติของเห็ดเป็นต้น จากการทดลองแสดงให้เห็นถึงศักยภาพความเป็นไปได้ที่จะเลี้ยงเส้นใยเห็ดในระดับอุตสาหกรรมโดยเลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อซึ่งจะได้เส้นใยเห็ดที่มีปริมาณมากพอ

การศึกษาคุณค่าทางอาหารของเส้นใยเห็ดเปรียบเทียบกับดอกเห็ด โดยนำเส้นใยและดอกเห็ดหอมและเห็ดนางรมแห้งมาบดเป็นผง แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน พบว่าเส้นใยเห็ดนางรมมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าดอกเห็ด แต่ในขณะที่เส้นใยเห็ดหอมมีโปรตีนสูงกว่าดอกเห็ดหอม ซึ่งเป็นผลที่น่าสนใจมากซึ่ง Block et al., (1953); Dijkstra et al., (1972) รายงานว่าเส้นใยเห็ดกระดุม (A. bisporus) มีปริมาณโปรตีน กรดอมิโน และวิตามินสูง Martin et al., (1984); Martin and Bailey., (1985) รายงานว่า ปริมาณโปรตีนในเส้นใยเห็ดกระดุม (A. campestris) มีสูงกว่าดอกเมื่อเลี้ยงในอาหารเหลว ดังนั้นโอกาสที่จะนำเส้นใยเห็ดมาเป็นอาหารของผู้บริโภคน่าจะเป็นไปได้สูงเนื่องจากมีโปรตีนใกล้เคียงและสูงกว่าดอกเห็ดโดยอาจนำเส้นใยเห็ดไปแปรรูปเป็นอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ ได้แก่ น้ำเห็ดหอม ซุบเห็ดหอม ซีอิ๊วเห็ดหอม ผงเห็ดชูรส เพื่อปรุงแต่งอาหารให้มีคุณค่า และกลิ่นรสดีหรือทำเนื้อเทียม (mycomeat) ซึ่ง Miles and Chang (1988) ได้เสนอแนวคิดไว้ นอกจากนั้น อาจทดลองนำเส้นใยเห็ดไปสกัดสารที่มีสรรพคุณทางยาแทนดอกเห็ดได้