หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันประชากรโลกกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดปัญหาขาดแคลนอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีนเห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีโปรตีนสูง มีเกลือแร่และวิตามินสูงกว่าพืชผัก เห็ดจัดอยู่ในพวกเฮทเทอโรโทรฟ จึงสามารถเจริญบนวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม โดยใช้แหล่งคาร์บอนจากลิกโนเซลลูโลส คาร์โบไฮเดรท และสารประกอบอื่น ๆ มาเป็นพลังงานในการเจริญเติบโตและสร้างส่วนประกอบของเส้นใยและดอกเห็ด เห็ดเป็นอาหารที่มีรสดีและมีผู้นิยมรับประทานเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปัจจุบันมีการผลิตเห็ดกินได้ในโลกมีจำนวนสูงถึง 1.5 ล้านตัน (Chang, 1980) เพื่อรองรับการบริโภค นอกจากมีคุณค่าทางอาหารแล้วเห็ดบางชนิดยังมีสรรพคุณทางยาอีกด้วย

เห็ดหอม หรือ ชาวญี่ปุ่นเรียกว่า shiitake มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Lentinus edodes (Berk.) Sing ต่อมา Pegler (1983) ให้ชื่อที่ถูกต้องว่า Lentinula edodes (Berk.) Pegler ในโลกมีการเพาะเห็ดหอมมากเป็นอันดับสองรองจากเห็ดกระดุมหรือเห็ดแชมปิญอง โดยผลิตได้ถึง 314,000 ตัน (Chang, 1987) ชาวเอเชียนิยมบริโภคเห็ดหอมกันมาก เพราะมีรสกลิ่นหอม คุณค่าทางอาหารดี มีวิตามินหลายชนิดเช่น B_1 B_2 และมีวิตามิน D มากเป็นพิเศษและถือว่าเป็นยาอายุวัฒนะ (สุทธพรรณ ตรีรัตน์, 2523) เห็ดหอมมีสารที่มีสรรพคุณทางยา เช่น eritadenine มีคุณสมบัติลด cholesterol ในเลือด (Suzuki and Ohshima, 1974) และที่สำคัญคือ lentinan (β 1,3-glucan) มีคุณสมบัติต่อต้านเนื้องอกและมะเร็งโดยทำให้เกิดภูมิต้านทาน (Hamuro et al., 1976) ปัจจุบันในประเทศญี่ปุ่นมีการผลิต lentinan เพื่อใช้ควบคู่สารเคมีในการบำบัดโรคมะเร็ง Triratana et al., (1992) ศึกษาผลของสารสกัดจากเห็ดหอมต่อการจับตัวของเกล็ดเลือด พบว่า สามารถยับยั้งการจับตัวของเกล็ดเลือดในหลอดทดลองเมื่อถูกกระตุ้นโดย เอดีพี และ คอลลาเจนได้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการป้องกันการอุดตันในท่อเลือด เนื่องจากการจับตัวของเกล็ดเลือด การเพาะเห็ดหอมเจริญได้ดีบนไม้ที่อยู่ในตระกูล Fagaceae ได้แก่ Castanopsis accuminatissima และ Lithocarpus sp. ซึ่งใน

ประเทศไทยมีไม้พวกนี้เป็นไม้สงวนขึ้นในเขตที่สูงของประเทศ (Nutalaya and Pataragetvi, 1981) เนื่องจากการขาดแคลนไม้เพาะจึงได้มีการหันไปเพาะแบบถุงโดยใช้ขี้เลื่อยผสม (Triratana and Osathaphant, 1988) อย่างไรก็ตาม การเพาะโดยใช้ท่อนไม้หรือถุงใช้เวลานานตั้งแต่เริ่มใส่เชื้อให้เส้นใยเดิน (ในท่อนไม้ 8-12 เดือน ในถุงขี้เลื่อย 3-6 เดือน) และในระยะสร้างดอกอีก 2-4 สัปดาห์ ทั้งต้องมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เหมาะสม (Triratana and Tantikanjana, 1987) จึงจะทำให้เส้นใยเปลี่ยนเป็นดอกเห็ดได้ และต้องมีความรู้ทางเทคนิคต่าง ๆ เพื่อควบคุมขั้นตอนการเจริญให้เป็นไปตามความต้องการปัจจุบันการเพาะเห็ดหอมในประเทศไทยยังไม่เพียงพอต่อการบริโภค ต้องสั่งนำเข้าปีละกว่า 30 ล้านบาท

เห็ดนางรม หรือ oyster mushroom มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Pleurotus ostreatus (Fr.) Kummer เป็นเห็ดที่มีการผลิตกันมากชนิดหนึ่งเมื่อดูจากผลผลิตของเห็ดทั่วโลก (Chang and Miles, 1989) โดยผลิตได้ถึง 169,000 ตัน (Chang, 1987) เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่ประสบความสำเร็จในการเพาะในถุงขี้เลื่อย โดยสามารถใช้เซลลูโลสและลิกนินซึ่งเป็นองค์ประกอบของไม้ได้ดี (Block et al., 1959) และสามารถที่จะเพาะกับวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ (Hashimoto and Takahashi, 1974) ขี้เลื่อย (Zadrazil, 1974) และกากเมล็ดกาแฟ (Martinez et al., 1985) เป็นต้น ผู้บริโภคนิยมบริโภคเห็ดนางรมเพราะมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะ โปรตีน คาร์โบไฮเดรท (Rai et al., 1988) และกรดอมิโนสูง เช่น Lysine (Wahid et al., 1988) ทำให้เห็ดมีกลิ่นและรสชาติที่ดี นอกจากนี้เห็ดในสกุลเห็ดนางรมมีสรรพคุณเป็นยาปฏิชีวนะ (antibiotic) และช่วยกระตุ้นบำรุงกำลัง (Birmingham and Jong, 1992)

การบริโภคเห็ดหอมและเห็ดนางรมมีทั้งที่เป็นดอกสด และดอกแห้ง ในปัจจุบันยังมีแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ซีอิ๊วเห็ด ซุบเห็ดหอม น้ำเห็ดหอม ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องใช้ดอกเห็ด แต่อาจใช้เส้นใยซึ่งมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงแล้วปรุงแต่งรสได้ ในปัจจุบันในหลายประเทศมีการปลูกพืชในน้ำ (hydroponic system) และได้รับความสำเร็จอย่างดีในเชิงพาณิชย์ จึงเป็นแนวคิดที่จะวิจัยและพัฒนาการเจริญของเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรม โดยเลี้ยงในอาหารเหลวซึ่งเป็นสภาพที่จะปรับและควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องทุกอย่างได้ เพื่อทำให้ได้ปริมาณและคุณภาพของเส้นใยเห็ดที่ดีเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของอาหารเหลวธรรมชาติชนิดต่าง ๆ เปรียบเทียบกับอาหารสังเคราะห์ที่ให้การเจริญของเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมที่ดี

2. พัฒนาวิธีการและเทคนิคการเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมและเห็ดนางรมในอาหารเหลว

3. ศึกษาปัจจัยที่มีต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดในในอาหารเหลวได้แก่ pH อุณหภูมิ และสภาพการเลี้ยงเส้นใย เพื่อให้ได้สภาวะที่ผลิต เส้นใยได้ดีที่สุด

4. ขยายส่วนการเลี้ยงเส้นใยเห็ดในถังเลี้ยงเชื้อ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

การวิจัยทำให้ทราบถึงเทคนิคและวิธีการเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลวที่ใช้ระยะเวลาในการผลิตเส้นใยเห็ดได้ในเวลาอันสั้น เพื่อเป็นแนวทางในการนำเส้นใยเห็ดไปแปรรูปเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและทางเภสัชในระดับอุตสาหกรรมได้ นอกจากนี้สามารถใช้วัสดุจากการเกษตรที่หาง่ายและมีอยู่มากมาเป็นประโยชน์เตรียมเป็นอาหารเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอม เห็ดนางรม และเห็ดกินได้ชนิดอื่น ๆ ต่อไป ตลอดจนเป็นแนวทางในการเพิ่มชนิดอาหารซึ่งเป็นแนวทางเลือกชนิดใหม่ของผู้บริโภค โดยอาศัยความรู้ทางพฤกษศาสตร์และเทคโนโลยีชีวภาพ

การตรวจเอกสาร

การเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลวเป็นที่รู้จักกันตั้งแต่ปี 1948 โดย Humfeld เลี้ยงเส้นใยเห็ดกระดุม (Agaricus campestris) ในอาหารเหลวน้ำสกัดจากหน่อไม้ฝรั่งลูกแพร์แล้วเติมเดรกโตส และ monosodium glutamate ซึ่งผลที่ได้ทำให้เส้นใยเห็ดกระดุมมีคุณค่าทางอาหารสูง ซึ่งสามารถนำหลักการเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลว (submerged culture) นำมาประยุกต์ใช้ในขบวนการผลิตเส้นใยเห็ดกินได้ชนิดอื่น (Laniece, 1966; Whitaker and Long, 1973) ได้แก่เห็ดหอม (Lentinus edodes) (Ando, 1974; Leatham, 1983; Punnapayak et al., 1992) เห็ดนางรม (Pleurotus ostreatus) (Bukhalo and Solomko,1978; Punnapayak et al.,1992; Tawiah and Martin, 1989) เห็ดนางฟ้า (Pleurotus sajor-caju) (EL-Kattan and EL-Sayed, 1988; El-Kattan et al, 1990; Khan and Qadir, 1989;

Okwujiako, 1990) เห็ดกระดุม (Agaricus sp.) (Block et al, 1953; Dijkstraet al., 1972; Humfeld, 1948) เห็ดฟาง (Volvariella volvacea) (Ghosh and Sengupta,1977; Jiang and Cho,1989) เห็ดหมื่นปี (Ganoderma lucidum) (Punnapayak et al, 1990; Triratana and Gawgla, 1989; Tseng et al, 1984) และเห็ดอื่นๆ อาทิเช่น Coprinus lagopus, Pholiota nameho, Tricholoma matsutake (Miles and Chang, 1988) ซึ่งเห็ดดังกล่าวที่เลี้ยงในอาหารเหลวส่วนใหญ่เป็นเห็ดที่มีความสำคัญต่อการนำไปบริโภค

สิ่งที่จำเป็นและมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด คือ หัวเชื้อเห็ด อาหารเลี้ยงเส้นใยรวมทั้งการเติมอาหารเสริมบางชนิดเพื่อเพิ่มการเจริญของเส้นใย สภาพแวดล้อมอันได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ และสภาพการเลี้ยงเส้นใยเพื่อให้ได้ข้อมูลและศักยภาพในการขยายส่วนการเลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อ ข้อมูลเหล่านี้จำเป็นมากสำหรับการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลวของเส้นใยเห็ดแต่ละชนิด

การทำหัวเชื้อเห็ด

การศึกษาเกี่ยวกับการทำหัวเชื้อนับเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งการทำหัวเชื้อทำได้ 2 รูปแบบคือ หัวเชื้อเมล็ดธัญพืช และหัวเชื้อเหลว โดยหัวเชื้อเมล็ดธัญพืชเตรียมได้จาก ข้าวฟาง ข้าวสาลี และข้าวเปลือก (Run-qian, 1989) เมื่อเส้นใยเจริญเต็มวัสดุดังกล่าวนำไปปลูกเชื้อในท่อนไม้หรือถุงขี้เลื่อยเพื่อทำให้เกิดดอกเห็ดต่อไป สำหรับหัวเชื้อเหลว (liquid spawn) อาศัยเทคนิคการเลี้ยงเส้นใยในอาหารเหลวซึ่ง Przybylowiez and Donoghue (1988) รายงานว่า หัวเชื้อเหลวคือเส้นใยในสารอาหารสามารถผลิตได้โดยนำไปเลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อหรือในขวดทดลอง ก่อนนำไปปลูกเชื้อเพื่อทำให้เกิดดอกต่อไปในท่อนไม้หรือถุงขี้เลื่อย ให้นำเส้นใยปั่นด้วยเครื่องบดละเอียดซึ่งสะดวกต่อการปลูกเชื้อโดยวิธีการฉีด ข้อดีของหัวเชื้อเหลว เช่น ช่วยประหยัดเวลาในการผลิต ลดต้นทุนประหยัดแรงงาน (Rongxia and Shiliang, 1989) และมีผลทำให้เส้นใยพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้เร็วกว่าการใช้หัวเชื้อเมล็ดธัญพืช (Song et al., 1987)

Itavaara (1989) รายงานเพิ่มเติมว่าลักษณะหัวเชื้อเหลวที่ดีควรจะผสมเป็นเนื้อเดียวกัน มีการปรับตัวได้ดีบนวัสดุเพาะ ผลิตได้คราวละมาก ๆ และมีวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก ยังได้เสนอวิธีการผลิตหัวเชื้อเหลวเพื่อเป็นการค้า 3 วิธีได้แก่ การผลิตใน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถังเลี้ยงเชื้อ การผลิตในขวดทดลองในสภาพเขย่าและนิ่ง ในอาหารเหลว YME ในปี 1966 Laniece ศึกษาการผลิตหัวเชื้อเหลวเห็ดนางรมในอาหารเหลวที่มีส่วนประกอบของยีสต์สกัด เลือดแห้ง แป้งข้าวโพด และ mono-potassium phosphate ที่ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.0 การผลิตหัวเชื้อเหลวใช้เวลาในการผลิตเร็วกว่าในขณะที่หัวเชื้อแข็ง (solid spawn) ใช้ระยะเวลา 1-2 เดือน อย่างไรก็ตาม การผลิตต้องมีความระวังในเรื่องความสะอาดให้มากเพราะอาจจะเกิดการปนเปื้อนของเชื้ออื่น และยังต้องเลือกชนิดเห็ดที่เหมาะสม Tawiah and Martin (1987) ศึกษาผลของปริมาณหัวเชื้อเหลวที่ 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ของเส้นใยเห็ดนางรมในอาหารเหลวสารละลายจากพีท (peat) ที่ย่อยด้วยกรดผสมยีสต์สกัดพบว่า ปริมาณหัวเชื้อ 5.0 เปอร์เซ็นต์ให้การเจริญของเส้นใยสูงกว่า 7.5, 10.0 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อบ่มเชื้อเป็นเวลา 8 วัน อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสในสภาพเขย่า

ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อและผลของการเติมอาหารเสริมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

อาหารเลี้ยงเชื้อเป็นปัจจัยประการหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญและคุณภาพของเส้นใย Lilly (1965) แบ่งอาหารเลี้ยงเชื้อออกเป็นอาหารธรรมชาติ (natural media) กับอาหารสังเคราะห์ (synthetic media) โดยอาหารธรรมชาติเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมได้จากสารอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงแต่ไม่ทราบสัดส่วนที่แน่นอนของสารที่เป็นแหล่งอาหารซึ่งอาจเตรียมได้จากส่วนสกัดของพืชหรือสัตว์ได้แก่ มันฝรั่ง ยีสต์สกัด และเบ๊ปโตน ตัวอย่างเช่น อาหารเหลวธรรมชาติเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอม YME (Itavaara, 1989) และ ME (กำพล รุจิผดุงกุล และสุทธพรรณ ตรีรัตน์, 2532) นอกจากนี้อาหารธรรมชาติบางชนิดอาจเตรียมได้จากของเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่

1. กากน้ำตาล น้ำคั้นหัวแครอท น้ำคั้นหัวผักกาด และน้ำอ้อย (Khan and Qadir, 1989) หรือสารสกัดจากชานอ้อย (EL-Kattan et al., 1990) สำหรับเลี้ยงเส้นใยเห็ดนางฟ้า (P. sajor-caju)

2. citrus press water และ orange juice สำหรับเลี้ยงเส้นใยเห็ดกระดุม (A.blazei) (Block et al., 1953)

3. น้ำต้มกากถั่วเหลือง เพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดนางฟ้า และ Morchella crassipes (Miles and Chang, 1988)

4. น้ำต้มหน่อไม้ฝรั่ง และน้ำต้มลูกแพร์ เพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดกระดุม (A.campestris) (Humfeld, 1948)

อาหารสังเคราะห์เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ทราบสัดส่วนที่แน่นอนของสารที่ใช้เป็นแหล่งอาหาร โดยอาหารสังเคราะห์มีหลายสูตรด้วยกัน แต่ส่วนประกอบและปริมาณของสารจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ดและจุดประสงค์ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยแหล่งคาร์บอน เช่น กลูโคส และเดรกโตส แหล่งไนโตรเจน เช่น กรดอมิโน ไนเตรท และยูเรีย แหล่งธาตุอาหาร เช่น แคลเซี่ยม โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม แหล่งวิตามิน เช่น ไทอามีน เป็นต้น Leatham (1983); Miles and Chang (1987) ทดลองเลี้ยงเส้นใยเห็ดหอมในอาหารเหลวสังเคราะห์พบว่า เส้นใยเห็ดเจริญได้ดีสามารถสร้างตุ่มดอกและสร้างดอกเห็ดได้

อาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดอาจมีการเติมอาหารเสริมบางชนิดเพื่อส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดที่นิยมใช้ เช่น น้ำมะพร้าว ยีสต์สกัด และฮอร์โมนบางชนิด โดยน้ำมะพร้าวเป็นที่นิยมเติมลงในสูตรอาหารต่าง ๆ โดยเฉพาะงานทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งน้ำมะพร้าวมีคุณค่าทางอาหารสำหรับการเลี้ยงกล้วยไม้และจุลินทรีย์หลายชนิดรวมทั้งเส้นใยเห็ด จากการทดลองโดย ดีพร้อม ไชยวงค์เกียรติ และประพิณ ศรีสุวรรณ (2516) ศึกษาการใช้น้ำมะพร้าวอ่อนเลี้ยงเส้นใยเห็ดฟาง (V. volvacea) พบว่าสามารถใช้น้ำมะพร้าวในการทำอาหารเลี้ยงเส้นใยเห็ดฟางได้ และยังแนะนำเพิ่มเติมว่าน้ำมะพร้าวมีคุณค่าทางอาหารสามารถนำมาเป็นส่วนผสม ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เลี้ยงยากกว่าปกติ เป็นวัตถุดิบที่หาง่าย Quimio (1986) รายงานว่าสามารถเลี้ยงเส้นใยเห็ดหมื่นปี (G.lucidum) ในอาหารเหลวน้ำมะพร้าว นอกจากนี้ในน้ำมะพร้าวมีฮอร์โมนจำพวก อ๊อกซิน จิบเบอเรลลิน และ ไซโตไคนิน (Dix and Staden, 1982) ซึ่งฮอร์โมนดังกล่าวได้มีผู้ทำการศึกษาผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเมื่อเติมลงในอาหารเหลวโดย กำพล รุจิผดุงกิจ และ สุทธพรรณ ตรีรัตน์ (2532) รายงานว่าการเติม startic hormone (NAA IBA และ วิตามินบี) ในอาหารเหลว ME พบว่าช่วยให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยเห็ดหอมเพิ่มขึ้น

การใช้ฮอร์โมนที่เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เช่น NAA ช่วยในการขยายขนาดของเซลล์ จิบเบอเรลลินช่วยในการยืดตัวของเซลล์ และไซโตไคนินช่วยเร่งการแบ่งเซลล์ (Jacops, 1975) กับเห็ดหลายชนิด จากการทดลองใช้ IAA

จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนิน ในการกระตุ้นการสร้างและพัฒนาดอกเห็ด Lentinus tigrinus พบว่า ช่วยกระตุ้นการออกดอกเห็ด การทดลองเลี้ยงเส้นใยเห็ดหูหนูในอาหารที่เติมจิบเบอเรลลินพบว่า เส้นใยเจริญได้ดี (ชดช้อย ชูเชื้อ, 2525) ส่วนการเติม NAA และ จิบเบอเรลลินในอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ดนางรมพบว่า ไม่ช่วยให้การเจริญของเส้นใยดีขึ้น (ผ่องพรรณ บุณนพพรกุล, 2526)

ยีสต์สกัด ช่วยเพิ่มวิตามินที่สำคัญต่อประสิทธิภาพของเอนไซม์ให้ดีขึ้น (Cochrane, 1958) มีกรดอมิโนสูงกับ growth factor อื่น ๆ อีกมาก (Ghosh and Sengupta, 1977) และมีผู้รายงานว่ายีสต์สกัดเป็นแหล่งไนโตรเจนที่ดีสำหรับเห็ด (Bukhalo and Solomko, 1978; El-Kattan et al., 1990; Sugimori et al., 1971; Tawiah and Martin, 1989)

ผลของความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

การศึกษาภาพ pH ในวัสดุเพาะมีความสำคัญต่อการเจริญของเส้นใยและการพัฒนาเป็นดอก ซึ่ง pH มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ได้แก่ acid protease, neutral protease, alkaline prolease, acid phosphate, laccase และ neutral phosphate ในเห็ดหอมที่เลี้ยงในอาหารเหลวสังเคราะห์ (Leatham, 1985) การเจริญของเส้นใยในอาหารเหลวมีผลทำให้ระดับ pH มีแนวโน้มลดลง (Itavaara, 1989) เนื่องมาจากในระหว่างที่มีการเจริญเส้นใยปล่อยไฮโดรเจนอิออน (H^+) ออกมาเพื่อแลกเปลี่ยนกับการดูดซึมอิออนบางตัว (Lilly and Barnett, 1951) หรือมีการปลดปล่อยกรดบางชนิดออกมาเช่น citric acid, fumaric acid และ malic acid (Stevenson, 1982) ส่วนการที่ pH มีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากเส้นใยดำเนินกิจกรรมการย่อยสลายและใช้อาหารที่มีสารประกอบของไนโตรเจนเปลี่ยนเป็นสารประกอบแอมโมเนียรวมทั้งอนุมูลธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ฟอสฟอรัส และ โปแตสเซี่ยม (Wood et al., 1988) การที่ระดับ pH ในอาหารเหลวมีแนวโน้มลดลงหรือสูงขึ้นอาจช่วยส่งเสริมการเจริญของดอกเห็ด (Tokimoto and Komatsu, 1978)

Chang and Miles (1989) รายงานว่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม ที่ 5.4-6.0 และเส้นใยเห็ดหอมที่ 4.7-4.8 Punnapayak et al., (1990) รายงานการตรวจหาสภาวะบางประการที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดหมื่นปีสายพันธุ์ MU210 ในอาหารเหลวพบว่า pH 5.0 ให้การเจริญของ

เส้นใยเห็ดดีกว่า pH 6.0 ในปี 1989 Khan and Qadir พบว่า pH 8.0 เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าโดยให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยสูงกว่า pH 6.0, 5.0, 9.0, 4.0 และ 7.0 Bassons et al.(1989); El-Kattan and EL-Sayed (1988); EL-Kattan et al.(1990) รายงานว่า pH มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ น้ำหนักแห้งของเส้นใย และต่อคุณภาพของเส้นใย โดยทำให้ปริมาณโปรตีนของเส้นใยเห็ดสูงขึ้น

ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

ตามปกติเห็ดชอบอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการพัฒนาไปเป็นดอกเล็กน้อย ซึ่งอุณหภูมิจะควบคุมระยะการเจริญขบวนการทางเคมีของเส้นใย (Chang and Miles, 1989) การสร้างกรดอมิโนและวิตามินบางชนิด (Lilly and Barnett, 1951)

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเส้นใยเห็ดหอม คือ 25 องศาเซลเซียส ในแต่ละสายพันธุ์มีความสามารถในการเจริญของเส้นใยที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าที่แตกต่างกัน เส้นใยจะหยุดการเจริญที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส และสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงมากกว่า เช่น 45 องศาเซลเซียส ในอาหารเหลวเส้นใยจะตายหลังจากผ่านไปได้ 40 นาที (Tokimoto and Komatsu, 1978) อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเส้นใยอาจมีส่วนสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเกิดดอก (Han et al., 1981)

Song et al., (1987) รายงานว่า อุณหภูมิ 20-25 องศาเซลเซียส เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดหอมในอาหารเหลวสังเคราะห์ ในท่อนไม้การกระตุ้นให้เส้นใยเห็ดหอมสร้างตุ่มดอกทำได้โดยใช้อุณหภูมิต่ำซึ่งเห็ดแต่ละสายพันธุ์ต้องการอุณหภูมิที่ต่างกัน เช่นพวกที่อยู่ในกลุ่มอุณหภูมิต่ำจะมีการสร้างดอกเห็ดในช่วงอุณหภูมิ 3-12 องศาเซลเซียส แต่พวกที่อยู่ในกลุ่มอุณหภูมิสูงต้องการอุณหภูมิ 22-32 องศาเซลเซียส (Tokimoto and Komatsu, 1978)

Tawiah and Martin (1987) รายงานว่า ผลของอุณหภูมิที่ 19, 22, 25, 28 และ 31 องศาเซลเซียสต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมในอาหารเหลว พบว่า อุณหภูมิ 19-28 องศาเซลเซียส การเจริญของเส้นใยจะเพิ่มขึ้นและเริ่มลดลงเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 28 องศาเซลเซียส

ผลของสภาพการเลี้ยงต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

สภาพการเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลวสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะได้แก่ การเลี้ยงเส้นใยบนผิวหน้าอาหารเหลว (surface culture) กับการเลี้ยงเส้นใยแบบจม (submerge culture) ซึ่งการเลี้ยงในสภาพนี้จะต้องมีการให้อ๊อกซิเจนโดยอาศัยการเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (shaker) ซึ่งสามารถปรับอัตราเร็วของเครื่องเขย่าตามความต้องการได้ การเขย่านอกจากช่วยเพิ่มอ๊อกซิเจนแล้วยังช่วยกระจายสารอาหาร เส้นใยสัมผัสกับสารอาหารดียิ่งขึ้น และช่วยเจือจางความเข้มข้นของสารที่เส้นใยผลิตขึ้น

เห็ดเป็นราที่ต้องการอ๊อกซิเจนในการเจริญทั้งในระยะเส้นใยและในระยะพัฒนาเป็นดอก ตามปกติแล้วในระยะของการเจริญเส้นใยมีความทนทานต่อสภาพการขาดอ๊อกซิเจนได้ดีกว่าในระยะเกิดดอก และมีผลต่อการเจริญของเส้นใย (Whitaker and Long, 1973) การให้อ๊อกซิเจนในปริมาณที่เหมาะสมจะส่งผลทำให้เส้นใยเห็ดนางฟ้า (P. sajor-caju) P. eryngii และ Stropharia rugosoannulata เจริญได้ดีในอาหารเหลว ME (Zadrazil and Kamra, 1989)

Tawiah and Martin (1989) ศึกษาผลของความเร็วในการเขย่าในอาหารเหลวต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมพบว่า ความเร็วที่ 150 r.p.m. ให้การเจริญของเส้นใยสูงกว่า 100 และ 200 r.p.m. Bukhalo et al., (1978) รายงานว่าการเลี้ยงเส้นใยเห็ดนางรมแบบจม แล้วมีการให้อ๊อกซิเจนโดยการเขย่าเส้นใยเจริญได้ดีกว่าการเลี้ยงเส้นใยบนผิวหน้าอาหารเหลว Solomko (1978) รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและคุณภาพของเส้นใยในอาหารเหลว ได้แก่ อัตราการให้อากาศ และ mixing rate จะมีความสำคัญต่อการเลี้ยงเส้นใยแบบ submerge culture

การขยายส่วนการเลี้ยงเส้นใยในถังเลี้ยงเชื้อ

เมื่อเทคโนโลยีเจริญมากขึ้นได้มีการนำเทคนิคการเลี้ยงเส้นใยเห็ดมาเลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อซึ่งประสบความสำเร็จมาก่อนในงานด้านอุตสาหกรรมอาหารและยา จึงได้ดัดแปลงมาเลี้ยงเส้นใยเห็ดซึ่งเห็ดที่มีการเลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ เห็ดหอม (L. edodes) เลี้ยงเส้นใยในอาหารเหลวสังเคราะห์ในถังเลี้ยงเชื้อแบบต่อเนื่อง (continuous) ทำให้ได้น้ำหนักแห้งของเส้นใยสูงกว่าแบบแยกถัง (batch) (Fukushima et al.,1991) เห็ดนางรม (P.ostreatus) เลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อ

แบบแยกถังขนาด 2 ลิตร เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใย (Hadar and Arazi, 1986) เห็ดนางฟ้า (P. sajor-caju) เลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อแบบแยกถังขนาด 16 ลิตร และ 150 ลิตร เพื่อศึกษาปริมาณโปรตีนของเส้นใย เห็ดกระดุม (Agaricus sp.) เลี้ยงเส้นใยในถังเลี้ยงเชื้อแบบแยกถังขนาด 20 ลิตร เพื่อศึกษาการใช้สารอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยเห็ด (Humfeld and Sugihara, 1949) และเห็ด Morchella sp. เลี้ยงในถังเลี้ยงเชื้อแบบแยกถังขนาด 2 ลิตร เพื่อศึกษาการใช้แหล่งคาร์บอนและปริมาณโปรตีนของเส้นใยพบว่ากลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในเส้นใยสูงขึ้น (Litchfield et al., 1963) เป็นต้น Hadar and Arazi (1986) รายงานว่า การเลี้ยงเส้นใยเห็ดในถังเลี้ยงเชื้อนอกจากได้น้ำหนักแห้งเส้นใยเพิ่มขึ้นแล้วยังช่วยลดระยะเวลาในการผลิต

การเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลวเท่าที่ได้มีรายงานมามีจุดประสงค์ส่วนใหญ่เพื่อ การทำหัวเชื้อ การศึกษาถึงการใช้แหล่งธาตุอาหารต่าง ๆ และเพื่อศึกษาการสร้างดอก เมื่อประกอบกับความรู้และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าเป็นลำดับทำให้มีการคาดหวังการเพาะเห็ดในรูปแบบใหม่คือในอาหารเหลว (Miles and Chang, 1985)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย