

## บทที่ 4

### ความต้องการอาหารของเห็ดและวิธีฆ่าเชื้อ

#### อาหารของเห็ด

เห็ดเป็นพืชที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเหมือนพืชที่มีสีเขียวทั่วไป อาหารและพลังงานของเห็ดที่ใช้ในการเจริญเติบโตจะได้อาหารย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่ได้มาจากซากพืชที่เป็นปุ๋ยคอก โดยมีแบคทีเรียเป็นผู้ทำหน้าที่ย่อยสลายก่อนแล้วเห็ดจึงนำไปใช้ นั่นคือ เห็ดจะสร้างอาหารด้วยตัวเองไม่ได้ จะได้อาหารและพลังงานจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เท่านั้น

อาหารที่เห็ดได้จากเศษซากพืชคือน้ำตาลในรูปน้ำตาลกลูโคส เซลลูโลส แป้ง ฯลฯ น้ำตาลบางชนิดมีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อน เช่น แป้ง ฯลฯ เห็ดบางชนิดมีเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหารเหล่านี้ได้เป็นอย่างดี โดยอาหารจะถูกดูดซึมเข้าไปทางผนังเซลล์ นอกจากน้ำตาลแล้วยังมีโปรตีน และธาตุอาหารอื่นๆ อีก

#### สารอาหารของเห็ด

ประกอบด้วย

##### 1. สารที่เป็นแหล่งคาร์บอน (carbon source)

หมายถึง สารประกอบที่มีคาร์บอนอยู่ได้แก่ น้ำตาลต่างๆ เช่น กลูโคส ฟรุคโตส ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสที่ต้องอาศัยจุลินทรีย์ย่อยสลายให้เป็นโมเลกุลขนาดเล็ก ก่อนที่เห็ดจะนำไปใช้ได้ แบคทีเรียทำหน้าที่ย่อยสลายสารประกอบที่เป็นแหล่งคาร์บอน ก่อนที่เห็ดจะนำไปใช้ ได้แก่

1.1 Autotrophic bacteria ใช้คาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ แก๊สคาร์บอนเนต

1.2 Heterotrophic bacteria ใช้คาร์บอนจากสารประกอบอินทรีย์ เช่น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ฯลฯ

จะเห็นว่าวัสดุในการเตรียมเพื่อเพาะเลี้ยงแม่เชื้อ (mothermycelium) หัวเชื้อ (motherspaw) และก้อนเชื้อ (bag culture) ตลอดจนถึงวัสดุในการเตรียมปุ๋ยหมักเพาะเห็ดหรือวัสดุเพาะเห็ด ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารประกอบคาร์บอน สำหรับวัสดุที่เป็นแหล่งคาร์บอน คือ วัสดุเหลือใช้ในการเกษตร (agricultural waste) ได้แก่ ฟางข้าว ฟางข้าวไ้ด ฟางข้าวไรน์ ฟางข้าวบาร์เลย์ ชี้เลื่อย นอกจากนี้ยังมีการใช้เศษวัสดุเหลือจากการเกษตรอื่นๆ เช่น ทะลายปาล์ม เฟอร์น หญ้า ผักตบชวา เปลือกมันสำปะหลัง เปลือกถั่วเขียว หรือถั่วเหลือง เศษฝ้าย ปุ๋ยหมัก ฯลฯ ซึ่งจะประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เป็นส่วนใหญ่

เห็ดไม่สามารถสังเคราะห์อาหารขึ้นเองได้ มีชีวิตอยู่ได้โดยอาศัยสิ่งมีชีวิตอื่น (heterotroph) จึงจำเป็นต้องอาศัยอาหารสำเร็จรูปจากสิ่งต่าง ๆ เช่น ไม้ผุ หรือปุ๋ยหมัก

เห็ดบางชนิดเช่น เห็ดหอม เห็ดนางรม เห็ดหูหนู ฯลฯ มีน้ำย่อยพิเศษที่สามารถย่อยอาหารได้ โดยเฉพาะพวกที่ให้พลังงาน คือ คาร์บอน (C) ที่อยู่ในรูปเชิงซ้อน เช่น ลิกนิน เฮมิเซลลูโลสได้ แต่เห็ดบางชนิด เช่น เห็ดฟาง เห็ดถั่ว เห็ดแชมปิญอง ไม่มีน้ำย่อยที่สามารถย่อยอาหารเชิงซ้อนเหล่านี้ได้ จึงต้องอาศัยปุ๋ยหมักที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แล้ว

## 2. สารประกอบที่เป็นแหล่งไนโตรเจน (nitrogen source)

หมายถึง สารประกอบที่มีไนโตรเจนอยู่ด้วย เช่น โปรตีน กรดอะมิโน เกลือของแอมโมเนียมต่าง ๆ ที่จุลินทรีย์มีความต้องการและสามารถใช้ในรูปต่าง ๆ กันแล้วแต่ชนิดของจุลินทรีย์ เช่น

Autotrophic bacteria สามารถใช้ในโตรเจนจากเกลือแอมโมเนียมและเกลือไนเตรทเพื่อการเจริญเติบโตได้

Heterotrophic bacteria ใช้ไนโตรเจนในรูปของกรดอะมิโน และแบคทีเรีย แต่ละชนิดมีความต้องการกรดอะมิโนต่างชนิดกัน

เห็ดต้องการไนโตรเจนใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน แหล่งที่ให้ไนโตรเจนที่เหมาะสมแก่เห็ด คือ ยูเรีย เกลือแอมโมเนียม ทั้งแอมโมเนียมซัลเฟต  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$  และแอมโมเนียมไนเตรท  $(\text{NH}_4\text{NO}_3)$  ในกรดอะมิโน เช่น แอสพาราจีน (asparagine) อะลามิน (alamine) และไกลซีน (glycine) ในกองปุ๋ยหมักที่ใช้เพาะเห็ดจะได้โปรตีนจากจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในกองปุ๋ยเหล่านั้นนั่นเอง แหล่งของไนโตรเจนนอกจากจะได้รับจากแหล่งต่าง ๆ ที่ได้กล่าวถึงแล้วยังได้รับจากปุ๋ยธรรมชาติจำพวกมูลม้า วัว ควาย และไก่

โดยทั่วไปการหมักวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของคาร์บอน เช่น ฟาง เศษฟ้าย ปุ๋ยหมัก มักจะเพิ่มไนโตรเจนในรูปยูเรีย 1 กก. ต่อวัตถุดิบ 100 กก. จากนั้นจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียจะทำหน้าที่เปลี่ยนไนโตรเจนในยูเรียหรือแอมโมเนียมไปเป็นโปรตีน ซึ่งโปรตีนนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเห็ด ปกติจะใส่ปุ๋ยแคลเซียมลงไปใส่แอมโมเนียแต่อาจใส่ไม่หมด ในปี 2538 กรมพัฒนาที่ดินรายงานว่า ซีโอไลต์จับยึดปุ๋ยไนโตรเจนและโปแตสเซียมได้ดีแทนการใช้ปุ๋ยแคลเซียมในการเพาะเห็ดถั่งหอย จึงควรมีการทดลองว่าการใส่แอมโมเนียโดยใช้ปุ๋ยแบบเดิมกับการใช้ซีโอไลต์ จะมีผลแตกต่างกันหรือไม่ ทั้งด้านผลผลิตและราคาของซีโอไลต์

### 3. ธาตุอาหาร (nutrient)

เห็ดจะใช้ธาตุอาหารในการเจริญเติบโตทุกระยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเจริญของเส้นใย ธาตุอาหารเหล่านี้ได้แก่ Ca P K และ Mg แม้ว่าต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยแต่จะทำให้เห็ดเจริญเติบโตตามปกติได้ เพราะทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาของเห็ดเป็นไปอย่างปกติ

ดังนั้นในการทำปุ๋ยหมักของเห็ดจึงต้องมีการเพิ่มสารประกอบเหล่านี้

ยิปซัม ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) เพื่อให้เป็นแหล่งของ Ca จำนวน 1.5 กรัม หรือใช้ดีเกลือ 30 กรัม แทนก็ได้

ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นแหล่งของ P (ในรูปของ calcium superphosphate 30 g.) และ K (ในรูปของ potassium sulfate 15 g.) จำนวน 30 กรัม

ดีเกลือ ( $\text{MgSO}_4$ ) เพื่อให้เป็นแหล่งของ Mg จำนวน 20 กรัม

ทั้งนี้อาจใช้หินปูน (lime ;  $\text{CaCO}_3$ ) จำนวน 30 กรัม แทนยิปซัมได้

### 4. วิตามิน

การใช้วิตามินต่างๆ เช่น โบอิทิน (boitin) และไทอามิน (thiamin) มีผลให้เส้นใยของเห็ดแถมปัญหาเจริญเติบโตได้ดี

### 5. สารกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth promotion activity)

การใช้สารเหล่านี้เพื่อผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเห็ด สารที่นำมาใช้ได้แก่ สารในกลุ่ม auxin เช่น IAA (indoleacetic acid) กรดอะมิโน เช่น phenylamine methionine และ proline นอกจากนี้ได้มีการใช้ สารประกอบเอสเทอร์จากกรดไขมัน ได้แก่ oleic acid และ linolic acid

นอกจากนี้ยังสามารถใช้สารประกอบอินทรีย์ อื่นๆ ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดแถมปัญหา โดยนำสารเหล่านี้ผสมกับดินหรือปุ๋ยหมักคลุมชั้นบนก่อนที่เห็ดชนิดนี้จะเจริญเติบโตขึ้นมาจะช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้จากเดิม 0.8-1 กก./ $\text{m}^2$  เป็น 1-1.5 กก./ $\text{m}^2$  และมีการใช้รำข้าวเป็นอาหารเสริมในเห็ดบางชนิด

### อัตราส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจน (C/N ratio)

จะเห็นได้ว่าวัสดุเพาะเห็ดส่วนใหญ่จะจัดเตรียมจากวัสดุเหลือใช้การเกษตร เช่น ฟางข้าว มูลสัตว์ และเติมสารอาหารที่ทำให้เห็ดเจริญเติบโต เช่น ธาตุอาหาร วิตามิน เพื่อปรับอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน (C/N ratio) ให้เหมาะสมในกองปุ๋ย ในระยะแรกนั้น C/N ratio จะสูง โดยอยู่ในช่วง 27:1 แต่หลังการหมักปุ๋ยสิ้นสุดลงแล้วใน 9-12 วัน C/N ratio จะลดลงเป็น 17:1 จะ

เห็นว่าปริมาณคาร์บอนลดลงและถือเป็นอัตราส่วนของเห็ดทั่วไป เช่น เห็ดนางรม ซึ่งเป็นเห็ดที่เจริญในวัสดุหมักอย่างสมบูรณ์ (ในกรณีใช้ฟางหมัก) หรือเห็ดแชมปิยองสามารถเจริญเติบโตได้ดี

## การฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อ หมายถึง ขั้นตอนทำให้วัสดุ อุปกรณ์ที่จะใช้ในงานเพาะเห็ดต้องปราศจากเชื้ออื่นๆ ที่ไม่ต้องการให้เจริญ โดยเฉพาะเชื้อราและแบคทีเรียที่ไม่เป็นที่ต้องการ การฆ่าเชื้อถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่งในงานเพาะเลี้ยงเห็ด โดยเฉพาะขั้นตอนการเลี้ยงเส้นใย และการทำหัวเชื้อเห็ด กล่าวกันว่างานที่จัดทำเกี่ยวกับเห็ดหากต้องการให้เชื้อเห็ดบริสุทธิ์ หรือ pure ต้องมีการกำจัดเชื้อ จุลินทรีย์ต่างๆ ที่เข้ามาปนเปื้อน (contaminate)

ในการเพาะเห็ดมีเชื้ออยู่ 2 กลุ่มใหญ่ ที่พบและเกี่ยวข้องกับการเพาะเห็ดมากที่สุด คือ เชื้อราและแบคทีเรีย 1) **เชื้อรา** จะมีอยู่ทั่วไป ทุกหนทุกแห่ง ในอากาศโดยปลิวไปตามลม ฝุ่นละออง เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ในรูปสปอร์ ทนต่อสภาพความแห้งแล้งและทนต่อความร้อนได้ สามารถเจริญได้ในอาหารของเห็ดที่เป็นชิ้นเล็กๆ และไม่เปียกมาก เช่นเดียวกับเห็ดที่เราต้องการเพาะเลี้ยง จะกำจัดโดยใช้ความร้อนในน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และ 2) **แบคทีเรีย** นั้นมักแพร่กระจายในน้ำและฝุ่นละอองเป็นส่วนใหญ่ แบคทีเรียสามารถเจริญได้ในอาหารที่เปียกและมีน้ำมาก ถ้าอาหารแห้งหรือหยาบจะไม่สามารถเจริญได้แบบเห็ดรา สปอร์ของแบคทีเรียสามารถทนความร้อนได้มากกว่าเชื้อรา ดังนั้นการกำจัดด้วยความร้อนจะต้องใช้ความร้อนที่สูงกว่าและใช้เวลาแตกต่างกันออกไป

ขั้นตอนที่สำคัญในการกำจัดเชื้อคือ 1) **การฆ่าเชื้อบนอาหารวัน** สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ด และ 2) **การฆ่าเชื้อในหัวเชื้อ** ในเมล็ดข้าวฟ่างซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญของงานเพาะเห็ดซึ่งจะเป็นการฆ่าเชื้อทุกชนิดให้ตายไปโดยสิ้นเชิง ที่เรียกว่า การใช้ความร้อนขึ้นฆ่าเชื้อ หรือสเตอริไรส์เซชัน (sterilization)

นอกจากนี้ยังมีการฆ่าเชื้อ ที่ติดอยู่กับอุปกรณ์และวัสดุเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้เป็นภาชนะในการปฏิบัติงาน เช่น ตู้อึ่งเชื้อ เข็มเขี่ยเชื้อ มีดผ่าตัด หรือแม้กระทั่งมือของผู้ปฏิบัติงาน

## วิธีการฆ่าเชื้อ

สามารถแบ่งออกได้ตามวัตถุประสงค์หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. **การใช้สารเคมี** นิยมใช้กับการฆ่าเชื้อในตู้อึ่งเชื้อ ห้องปฏิบัติการ เครื่องมืออุปกรณ์ในการเขี่ยเชื้อ โรงเปิดดอกเห็ด บางชนิดใช้กับคนหรือผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่
  - อัลกอฮอล์ 70-95 % สำหรับเช็ด หรือถูหรือแช่ 2-3 นาที

- สารประกอบประเภทคลอรีน เช่น คลอโรกซ์ (clorox) 10% : ไฮเตอร์
- การรมด้วยแก๊สพิษ เช่น ฟอรัมาลดีไฮด์ (formaldehyde) ที่เตรียมจากต่างทับทิม ( $\text{KMnO}_3$ ) 1 ส่วน ทำปฏิกิริยากับฟอรัมาลีน (formaline) 2 ส่วนจะเกิดก๊าซขึ้นขึ้นมา ใช้ฆ่าเชื้อในตู้เขี่ยเชื้อ หรือในโรงเปิดดอกเห็ดในห้องเขี่ยเชื้อ สิ่งที่ต้องระวัง คือ ก๊าซนี้มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตรวมทั้งคน เช่น ทำลายเยื่อปอด จมูก และสมอง ไม่ควรสูดดม เมื่อใช้รมตู้ควรทิ้งไว้ 20-24 ชม. เพื่อให้ระเหยให้หมด

2. การใช้แสงอุลตราไวโอเลต (UV) เป็นรังสีที่ฆ่าเชื้อได้ เปิดหลอดไฟทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที หลอดราคาค่อนข้างแพง นิยมใช้กับตู้เขี่ยเชื้อ หรือในห้องปฏิบัติการเขี่ยเชื้อ ต้องระมัดระวังเพราะเป็นอันตรายต่อผิวหนังและส่วนต่างๆ ของร่างกาย

3. การใช้ความร้อนแห้ง ใช้กับภาชนะสิ่งของต่างๆ ทั้งประเภทโลหะ เช่น เข็มเขี่ยเชื้อ มีดผ่าตัดเนื้อเยื่อ คีมคีบ และเครื่องแก้ว ได้แก่ จานแก้ว แท่งแก้ว ฯลฯ ความร้อนแห้งที่ฆ่าเชื้อจะมีอุณหภูมิประมาณ 160-180 องศาเซลเซียส นาน 1.5-2 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบแห้ง (hot air oven)

สำหรับการฆ่าเชื้อที่เข็มเขี่ย และมีดผ่าตัดใช้ฆ่าโดยเปลวไฟ (direct flame) ด้วยการลนไฟจากตะเกียงจนส่วนปลายของโลหะร้อนแดง

4. การใช้ความร้อนชื้น หรือ ไอน้ำร้อน (การนึ่ง) เป็นวิธีการปล่อยไอน้ำร้อนเข้าฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยการนึ่ง แบ่งเป็น 2 ประเภท

**การทำพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization)** เป็นการฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำร้อนในอาหารปฏึกหมัก และก้อนเชื้อเห็ดที่เป็นศัตรูต่อเห็ด รวมทั้งแมลงและสัตว์ โดยใช้หม้อนึ่งแบบต่างๆ เช่น 1) หม้อนึ่งแบบลูกทุ่ง หรือหม้อนึ่งความดันแบบต่างๆ ใช้ความร้อน 80-100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชม. 2) หม้อนึ่งความดันจะใช้ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 10 นาที การนึ่งโดยวิธีนี้จะกำจัดเชื้อราและแมลงศัตรูเห็ดบางส่วนได้แต่ไม่สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้ เพราะใช้เวลาหนึ่งและความร้อนน้อยกว่า

**การทำสเตอริไรส์ (sterilization)** เป็นการฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำร้อน และสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตทั้งหมด รวมทั้งราและแบคทีเรีย ให้ตายทั้งหมดโดยสิ้นเชิง ปกติใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีขึ้นไปหากนึ่งในหลอดทดลอง (test tube) และหากมีขนาดใหญ่ เช่น ขวดแบนอาจต้องใช้เวลาประมาณ 25 นาที

## หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)

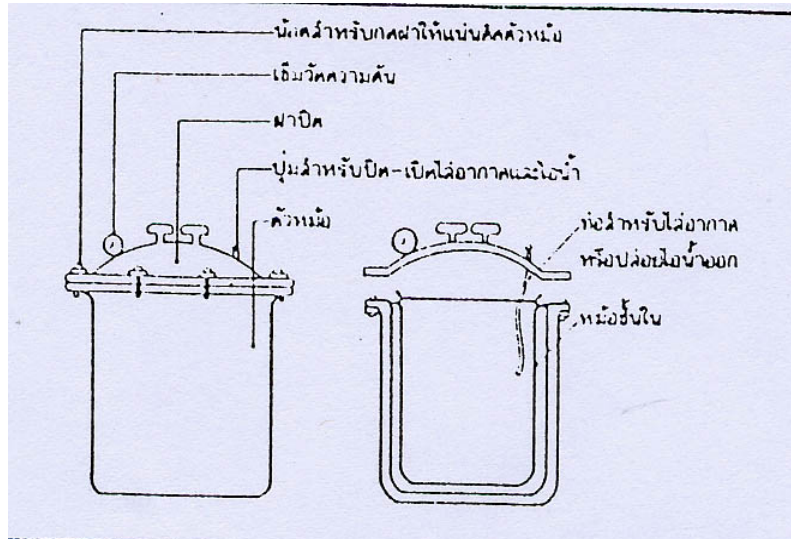
เป็นหม้อนึ่งที่อาศัยหลักความดันของอากาศ ทำให้เกิดความร้อนสูงกว่าอุณหภูมิจุดเดือดและสามารถทำลายสิ่งมีชีวิตทุกชนิดได้ ขึ้นกับการตั้งความดันหรืออุณหภูมิ หม้อนึ่งความดันมีหลายแบบแต่ละแบบมีหลักการทำงานคล้ายกัน แต่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานเพาะเห็ดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

ในการเตรียมอาหารบริสุทธิ์นั้น หม้อนึ่งความดันนับว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญชิ้นหนึ่งเพราะการเตรียมอาหารบริสุทธิ์สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ด จะต้องทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิดที่ติดไปกับอาหารหรือภาชนะบรรจุ ซึ่งในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์นั้นจะมีจุลินทรีย์ บางชนิดที่ไม่สามารถฆ่าให้ตายด้วยความร้อนของอุณหภูมิน้ำเดือดธรรมดา ( อุณหภูมิน้ำเดือดที่ระดับน้ำทะเล 100 องศาเซลเซียส) ซึ่งจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิร้อนขึ้นที่อุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลาหนึ่งเท่านั้นจึงจะสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้นได้

หม้อนึ่งความดันหากทำให้ภายในเป็นสุญญากาศด้วยการไล่อากาศภายในหม้อนึ่งออกให้หมด และภายในหม้อนึ่งมีน้ำเป็นตัวนำความร้อน เมื่อต้มความดันภายในหม้อจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนความดันถึงระดับ 1.2 กก.ต่อพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร หรือ 15 ปอนด์ต่อ 1 ตารางนิ้ว จะได้ อุณหภูมิในหม้อนึ่งประมาณ 120-125 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระดับที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งสปอร์ได้ทุกชนิด

1. **หม้อนึ่ง** ทำด้วยโลหะที่มีความทนทานต่อความดันและความร้อนที่นิยมมาก คือ อะลูมิเนียมผสมสแตนเลส และแผ่นเหล็กชนิดดี (carbon steel) เป็นต้น
2. **ฝา** เป็นโลหะที่มีความทนทานต่อความดันและความร้อนได้ เช่นเดียวกับตัวหม้อ
3. **ปะเก็น** เป็นวัสดุทนร้อนใช้ป้องกันไอน้ำเดือดลอดออกจากหม้อในขณะที่ทำการต้มโดยใส่ไว้ในระหว่างรอยต่อของฝาหม้อกับตัวหม้อ ปะเก็นที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ คือ เชือกทนร้อนหรือยาง แต่มีบางชนิดที่ฝาและตัวหม้อมีผิวที่สามารถปะกบกันได้สนิทโดยไม่ใช้ปะเก็น
4. **วาล์ว** (valve) ระบายไอน้ำ ปิด-เปิด ได้ เพื่อไล่อากาศในระยะแรก หรือเมื่อความดันเกินจุดที่ต้องการ
5. **วาล์วระบายไอน้ำอัตโนมัติ** (safty valve) เป็นวาล์วระบายไอน้ำอีกชนิดหนึ่งทำงานโดยมีสปริงที่สามารถทนร้อนในระดับที่ต้องการ หากความดันเกินสปริงนี้จะเปิดวาล์วโดยอัตโนมัติเพื่อให้ความดันลดลงป้องกันการระเบิดของหม้อเมื่อความดันสูง วาล์วนี้จะมีสารผสมตะกั่วอุดอยู่และละลายได้เพื่อระบายอากาศ

6. **เครื่องวัดความดัน** เป็นเครื่องมือวัดความดันภายในหม้อ มีทั้งแบบอ่านค่าเป็น กิโลกรัมต่อพื้นที่ตารางเซนติเมตร และแบบปอนด์ต่อพื้นที่ตารางนิ้ว การอ่านค่าอุณหภูมิจะต้องทำการไล่อากาศออกจากหม้อหนึ่งให้หมดก่อน จึงจะทราบค่าที่แท้จริงในขณะนั้น (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 ส่วนประกอบของหม้อนึ่งความดัน (autoclave)

หม้อนึ่งความดันบางเครื่องอาจมีเครื่องวัดอุณหภูมิหรือเทอร์โมมิเตอร์ ติดประกบกับฝาหม้อหนึ่ง เพื่อใช้อ่านค่าความร้อนในขณะนั้นได้

หลักสำคัญของการทำงานให้เกิดความร้อนได้สูงจนสามารถกำจัดเชื้อได้ทั้งหมด ก็คืออากาศถือว่าเป็นตัวนำความร้อนที่เร็วกว่าไอน้ำมาก จะต้องระบายอากาศออกจากภายในตัวหม้อ นั่นคือ มีการระบายไอน้ำไล่ที่อากาศในหม้อหนึ่งก่อน จึงต้องไล่อากาศออกจนมีสภาพเป็นสุญญากาศ ให้เหลือเฉพาะความดันที่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้ แล้วปิดให้ความดันเพิ่มขึ้น ความดันจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น

ในตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิภายในหม้อหนึ่ง จะพบว่าเมื่อความดันเพิ่มขึ้น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตาม

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิของหม้อนึ่งในสภาพสุญญากาศ

| ความดัน (lb/in <sup>2</sup> ) | อุณหภูมิ (°C) |
|-------------------------------|---------------|
| 0                             | 100           |
| 5                             | 109           |
| 10                            | 115           |
| 15                            | 121           |
| 20                            | 126.5         |

#### วิธีการใช้หม้อนึ่งความดัน

1. เติมน้ำให้พอดีกับระยะเวลาที่จะใช้ สูงประมาณ 3-5 ซม.
2. นำวัสดุที่ฆ่าเชื้อวางบนตะแกรงในหม้อ
3. ปิดฝาหม้อโดยให้รอยซีดลูกศรบนฝาตรงกับขีดบนตัวหม้อ ซึ่งจะเป็นตำแหน่งที่ปิดได้สนิท
4. ชนน้ำเดือดทุกตัวให้ตึงเท่าๆ กัน แล้วชนให้แน่นที่ละคู่จนครบจะทำให้ฝาหม้อปิด
5. เมื่อความร้อนเพิ่มขึ้นถึง 5 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เปิดวาล์วไล่อากาศออกให้หมด เพื่อให้เกิดสุญญากาศและความร้อนจะสูงขึ้น
6. ให้ความร้อนไปเรื่อยๆ จนความดันถึงระดับ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ให้เริ่มจับเวลา พร้อมกับรักษาความดันไว้ในระดับนี้ หากความดันสูงให้เปิดวาล์วระบายอากาศออกบ้าง และหากรลดน้อยกว่า 15 ปอนด์ ต้องเริ่มจับเวลาใหม่จนครบ 20 นาที
7. เมื่อครบระยะเวลาแล้ว ค่อยๆ ลดไฟลง ปล่อยให้ระบายไอน้ำอย่างช้าๆ หากปล่อยเร็ว ความดันในหม้อปรับตัวไม่ทัน อาจทำให้ขวดหรือแก้ว หรือก้อนเชื้อแตกได้
8. ต้องตรวจดูระดับน้ำในหม้อน้ำทุกครั้งที่จะนึ่ง

ปัจจุบันนอกจากหม้อนึ่งความดันระบบการใช้ความร้อนจากแก๊สแล้ว ยังมีหม้อนึ่งแบบอัตโนมัติใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งให้ความร้อน สามารถตั้งเวลา อุณหภูมิหรือความดันได้

นอกจากนี้ยังมีหม้อนึ่งความดันแบบดัดแปลงผลิตในประเทศมีราคาถูกกว่า และมีระบบการทำงานและอุปกรณ์ เช่นเดียวกับแบบแรก แต่สามารถใช้เชื้อเห็ดได้มากกว่า สำหรับฟาร์มเห็ดขนาดใหญ่ อาจดัดแปลงเป็นหม้อนึ่งขนาดใหญ่ หรือหม้อนึ่งสตีมซึ่งนึ่งก้อนเชื้อได้ครั้งละ 500-1000 ก้อน ส่วนความร้อนที่ใช้ทั้ง 2 แบบนี้ได้จากไม้ฟืน เตาฟู่ น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล

ในฟาร์มเห็ดขนาดเล็กทั่วไปนิยมใช้หม้อนึ่งชนิดดัดแปลง ที่มีราคาถูกและมีคุณภาพใช้งานได้ดีคือการใช้หม้อนึ่งแบบลูกทุ่ง

## หม้อนึ่งลูกทุ่ง

ดัดแปลงจากถังใส่น้ำมันเครื่อง ถังจาร์บีขนาดความจุ 200 ลิตร โดยตัดเอาฝาด้านบน ออกแล้วทำฝาใหม่ให้ครอบพอดีกับปากถังเจาะรูไว้ 1 รู เพื่อระบายไอน้ำ ใช้เข็มขัดโลหะรัดไว้ที่ บริเวณปากถังเพื่อป้องกันไอน้ำรั่ว บริเวณก้นถังนำตะแกรงรองโดยทำให้สูงจากก้นถังประมาณ 4-5 นิ้ว ข้างถังภายในบุด้วยกระสอบป่านหรือถุงปูน เพื่อกันไม่ให้ถังก้นเห็ดละลายติดเมื่อได้รับความร้อน

หม้อนึ่งแบบนี้จะให้ความดันเพียง 8-10 ปอนด์ ความร้อนสูงประมาณ 100 องศาเซลเซียส จึงต้องใช้เวลา นานกว่าหม้อนึ่งความดัน คือใช้เวลานาน 2-3 ชม. จะเริ่มจับเวลาเมื่อมีไอน้ำพุ่งจาก รูตะปูที่เจาะไว้กลางฝา หากมีลักษณะเป็นเส้นตรงให้เริ่มจับเวลาได้ เตาชนิดนี้ใช้พลังงานความร้อน จากการเผาไหม้ซีกบ (เตาเศรษฐกิจ)

ข้อควรระวัง อาจเกิดการระเบิดขึ้นได้ เพราะทนความดันไม่ดีนัก ต้องควบคุมไฟที่ให้ความร้อนให้ดี

การกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธีการต่างๆ ล้วนแต่มุ่งหมายเพื่อให้ได้รับเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ อาหาร เลี้ยงเชื้อเห็ด การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ การทำหัวเชื้อเห็ด ตลอดจนเพื่อฆ่าเชื้อในวัสดุเพาะเห็ด ทุกขั้นตอนต้องคำนึงว่าต้องไม่เกิดสิ่งปนเปื้อนเข้ามาในกระบวนการที่จะก่อความเสียหายตามมา ซึ่งเป็นความสูญเสียเปล่า ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนทั้งทรัพย์สินและเวลา หากผู้ปฏิบัติการยังมีความระมัดระวังในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์มากเท่าใด จะยิ่งพบความสำเร็จของการเริ่มต้นในการผลิตเห็ดมากขึ้นเท่านั้น