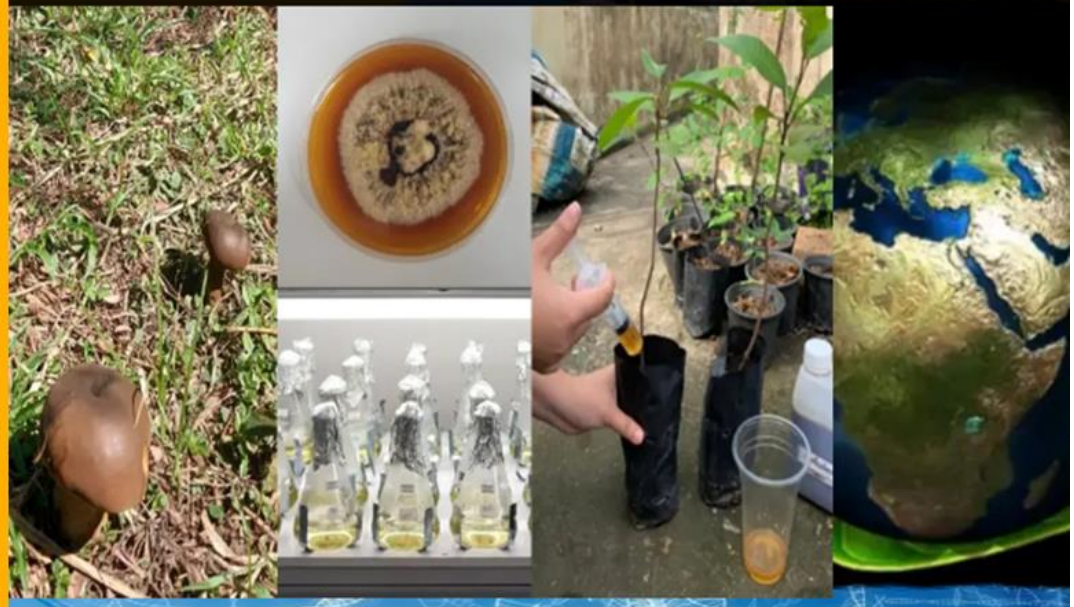
ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ (ศนก.)
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
35 หมู่ 3 เทคโนธานี ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

เทคโนโลยีการเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซา : เห็ดตับเต่า Handbook

1 EDITION 2022

เทคโนโลยีการเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซา : เห็ดตับเต่า

Handbook



จัดทำโดย
ดร.ธนภักษ์ อินยอด และคณะ
ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

คำนำ

เห็ด คือราชนิดหนึ่งที่ไม่ได้จัดว่าเป็นพืชเพราะไม่มีคลอโรฟิลล์ เห็ดจึงไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้และไม่ต้องใช้แสงแดดในการเจริญเติบโต และเห็ดก็ไม่ได้เป็นสัตว์ เห็ดมีความสำคัญต่อมนุษย์มาก มีประโยชน์ทั้งเป็นอาหาร เป็นยา อีกทั้งช่วยทำให้ระบบนิเวศเกิดความสมบูรณ์ จากทั่วโลกมีเห็ดมากกว่า 30,000 ชนิด แต่ที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้นั้น มีประมาณ 1,000 กว่าชนิด เห็ดนอกจากจะนำมาปรุงอาหารแล้ว เห็ดบางชนิดยังมีสรรพคุณในทางยา สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้ เช่น เห็ดหลินจือ ใช้ป้องกันโรคและบำรุงร่างกาย เห็ดหัวลิง ใช้ต้านมะเร็ง เป็นต้น เห็ดจึงเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง และในปัจจุบันเห็ดบางชนิดได้ถูกนำมาสกัดและนำไปเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางได้อีกมากมาย เห็ดจึงเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งที่น่าปลูกในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากมีต้นทุนไม่สูงมากนัก ไม่ต้องอาศัยน้ำมากนักในการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาเรื่องภัยแล้ง และเห็ดยังสามารถปลูกได้แทบทุกพื้นที่ ในปัจจุบันหลายประเทศหันมาให้ความสนใจและมีการทดลองวิจัยปรับปรุงพันธ์เห็ดต่างๆ ให้มีจำนวนมากขึ้นและมีการพัฒนาเทคนิคการขยายพันธุ์ให้ปลูกง่ายและมีผลผลิตที่มากขึ้นอีกด้วย ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความเหมาะสมกับการปลูกเห็ดเป็นอย่างมาก เพราะประเทศไทยมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์เห็ด อาชีพหลักคือการเกษตรกรรม ดังนั้นวัสดุเหลือใช้จากเกษตรจึงมีหลากหลายชนิดและสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับการเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้เชื้อเห็ดสามารถเจริญเติบโตได้ดีอีกด้วย วงจรชีวิตของเห็ดทุกชนิดนั้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยเริ่มจากสปอร์สร้างตัวเป็นกลุ่มรา แล้วโตต่อไปเป็นกลุ่มก้อนของดอกเห็ด เมื่อเห็ดเจริญเติบโตแล้วก็จะสร้างสปอร์ ซึ่งจะปลิวและงอกใหม่เป็นใยราหมุนเวียนเช่นนี้ตลอดไป

เห็ดเป็นอาหารที่จัดอยู่ในประเภทผัก แต่รสสัมผัสของเห็ดแตกต่างไปจากผัก เพราะมีทั้งความเหนียวหนุบกรุบกรอบและบางชนิดยังมีรสชาติที่ละม้ายคล้ายเนื้อสัตว์ เช่น เห็ดฟาง เห็ดเป๋าฮื้อ ฯลฯ จะบอกว่า การนำเห็ดมาปรุงอาหาร ไม่ต้องถึงขั้นมีเสน่ห์ปลายจวักก็สามารถทำให้อร่อยได้ไม่ยาก เพราะเห็ดมีความอร่อยในตัวอยู่แล้ว และสามารถทำได้หลายเมนูไม่ว่าจะเป็น ต้ม ยำ ทำแกง หรือทอด และที่สำคัญเห็ดมีคุณค่าอาหารสูง โดยเฉพาะโปรตีนที่สามารถทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้ มีกรดอะมิโน วิตามินบี วิตามินซี และเกลือแร่ ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย เห็ดในเมืองไทยแบ่งเป็นเห็ดที่กินได้ เห็ดพิษ เห็ดพื้นบ้านหรือเห็ดป่า และเห็ดที่เพาะขาย เห็ดที่เพาะได้เรื่องรสชาติแม้จะด้อยกว่าเห็ดจากธรรมชาติบ้าง แต่เห็ดที่เพาะขายก็ทำให้เรามีเห็ดมากมายหลายชนิดให้บริโภคได้ทุกฤดูกาล เว้นก็แต่เห็ดชนิดเดียวที่ต้องรอเก็บจากธรรมชาติเท่านั้น นั่นก็คือเห็ดโคน เพราะจนกระทั่งวันนี้ก็ยังไม่มีใครสามารถเพาะได้สำเร็จ เห็ดโคนมักจะขึ้นอยู่ตามจอมปลวก จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เห็ดปลวก นอกจากจะมีรสหวานอร่อยกว่าเห็ดอื่นๆแล้ว ยังมีสรรพคุณช่วยให้เจริญอาหาร บำรุงกำลัง แก้บิด แก้คลื่นไส้ อาเจียน แก้ไอ ละลายเสมหะ ในอดีตยังไม่มีการเพาะเห็ดในเชิงพาณิชย์เหมือนปัจจุบันนี้ เห็ดเป็นผลผลิตที่หาได้จากป่าเท่านั้น ซึ่งในเมืองไทยจะขึ้นชุกชุมในช่วงฤดูฝนและต้นหน้าหนาว สมัยที่ป่ายังอุดมสมบูรณ์ เมื่อชาวบ้านเดินเข้าป่าสามารถเก็บเห็ดที่ขึ้นในพื้นป่าได้ มีทั้งเห็ดโคน เห็ดเผาะ เห็ดหมาก (เห็ดชานหมาก) เห็ดมัน (เห็ดมันปู) เห็ดมะม่วง (เห็ดขอนมะม่วง) เป็นต้น เหลือจากการบริโภคเอง ก็นำไปขายในตลาด แต่เมื่อพื้นที่ป่าเริ่มลดลงและป่าไม่ได้เป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์เหมือนเช่นที่เคยเป็นมา ความนิยมของผู้บริโภคประกอบกับการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการเพาะเห็ด ทำให้เกิดการเพาะเห็ดในเชิงพาณิชย์ขึ้น โดยเฉพาะการเพาะเห็ดถุงซึ่งช่วยให้เราสามารถมีเห็ดไว้บริโภคได้ทุกฤดูกาล เห็ดที่นิยมเพาะขายและเป็นที่นิยมรับประทานกันมากในปัจจุบัน เช่น เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม เห็ดหูหนู เห็ดหอม

เห็ดขอน เห็ดเข็ม เห็ดนางนวล เห็ดยานาง เห็ดแชมปิญอง เห็ดเป๋าฮื้อ ฯลฯ นอกจากนั้น ยังมีเห็ดที่ใช้เป็นยา เช่น เห็ดหัวลิง เห็ดหลินจือ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ในป่าธรรมชาติและในสวนป่า จะมีเห็ดไมคอร์ไรซาซึ่งเป็นกลุ่มเห็ดที่ออกดอกตามธรรมชาติ มีรสชาติอร่อย และสามารถหาพบได้เฉพาะฤดูกาลที่ฝนตกเท่านั้น นักบริโภคเห็ดตัวจริงจะทราบดีว่าเห็ดป่านั้นอร่อยมากกว่าเห็ดที่เพาะขึ้นเอง แต่ก็คงยากที่เราจะได้กินเห็ดป่ากันบ่อยๆ เห็ดราไมคอร์ไรซาจะกระจายพันธุ์อยู่ทั่วไป เช่น ป่าดิบชื้น ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ สวนป่าไม้สนเขา สวนป่าไม้ยูคาลิปตัส และสวนป่าไม้วงศ์ไม้ยาง และเห็ดที่พบ ได้แก่ เห็ดเผาะ (เห็ดถอบ) เห็ดผึ้ง (เห็ดห้า, เห็ดตับเต่า) เห็ดระโงก เห็ดไคล เห็ดน้ำหมาก เห็ดแดง เป็นต้น เห็ดไมคอร์ไรซาเกือบทุกชนิดยังไม่สามารถเพาะในระบบโรงเรือนได้ ในขณะที่เห็ดกลุ่มนี้มีความต้องการในตลาดและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจอย่างมหาศาล โดยราคาของเห็ดระโงกหรือเห็ดไข่ห่าน เห็ดตะไคล เห็ดถ่าน เห็ดน้ำหมาก ราคากิโลกรัมละ 100-300 บาท ส่วนเห็ดเผาะราคากิโลกรัมละ 100-600 บาท ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับช่วงเวลา ซึ่งเห็ดที่ออกใหม่ๆ ช่วงต้นฤดูฝนจะมีราคาสูงมาก การจัดทำคู่มือเทคโนโลยีการเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซา (เห็ดตับเต่า) นี้ สำหรับนำไปถ่ายทอดกลุ่มเป้าหมาย โดยเฉพาะกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเห็ดป่า นักเรียน นักศึกษา ตลอดจนบุคคลที่มีความสนใจ ที่จะนำองค์ความรู้ และเทคโนโลยีนี้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง โดยในคู่มือนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเพาะเห็ดตับเต่า เริ่มตั้งแต่กระบวนการเตรียมอาหาร การแยกเชื้อบริสุทธิ์จากดอกสด การเลี้ยงเชื้อเห็ดบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็ง และในอาหารเหลวชนิดที่เหมาะสม เทคนิคการใส่เชื้อเห็ดลงในกล้าไม้ที่เป็นพืชอาศัยของเห็ดตับเต่า การเตรียมกล้าไม้ การปลูก และการดูแลต้นไม้ที่เป็นพืชอาศัยของเห็ด ซึ่งเห็ดไมคอร์ไรซาเป็นเห็ดป่าที่เกิดตามธรรมชาติส่วนใหญ่ไม่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงในระบบโรงเรือนได้เหมือนกับเห็ดเศรษฐกิจทั่วไป และยังมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการในการบริโภค ทำให้มีมูลค่าสูง ดังนั้น หากเกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องการเพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซา (ตับเต่า)

สามารถสร้างแปลงการผลิตเห็ดแบบเลียนแบบธรรมชาติ และมีการขยายพื้นที่สร้างสวนป่าสวนเห็ดอย่างกว้างขวาง จะสามารถสร้างรายได้แก่เกษตรกร และยังเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับชุมชน ก่อให้เกิดการพึ่งพาตนเองและพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนได้อย่างยั่งยืนในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม การยกระดับศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยการใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม ประจำปี 2565 (การพัฒนาชุมชนพึ่งตนเองตามแนวพระราชดำริ) ภายใต้โครงการ การจัดการความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีต้นแบบการผลิตเห็ดตับเต่าแบบเลียนแบบธรรมชาติเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนอย่างเข้มแข็งและยั่งยืน

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	i
กิตติกรรมประกาศ	v
สารบัญ	vi
วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	1
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ	3
อาหารแข็ง	3
อาหารเหลว	4
อาหารเมล็ดข้าวฟ่าง	5
เทคนิคการแยกเชื้อเห็ดให้บริสุทธิ์ การเลี้ยงเชื้อเห็ด และเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ด	6
เทคนิคการแยกเชื้อเห็ด	6
เทคนิคการเลี้ยงเชื้อเห็ดในอาหารเลี้ยงเชื้อ	9
เทคนิคการเพิ่มปริมาณเส้นใยเห้ดตับเต่า และการเก็บรักษาเชื้อเห็ด	15
การใส่เชื้อและการจัดเตรียมกล้าไม้ที่ใส่เชื้อเห็ดป่าไมคอร์ไรซา	16
วิธีการใส่เชื้อเห็ดตับเต่าวิธีการต่าง ๆ	16
ขั้นตอนการใส่เชื้อเห็ดลงในกล้าไม้	18
การเตรียมพื้นที่แปลงผลิตเห็ดตับเต่า การปลูกกล้าไม้ และการดูแลต้นไม้ที่มีเชื้อเห็ดตับเต่า	20
สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา	22
ต้นทุนการผลิตเห็ดป่าไมคอร์ไรซา (เห็ดตับเต่า)	24
แผนการตลาด	30
การแปรรูปและถนอมอาหาร	34

❖ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

- **วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับแยกเชื้อเห็ด**

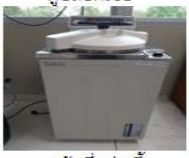
มีดผ่าตัด

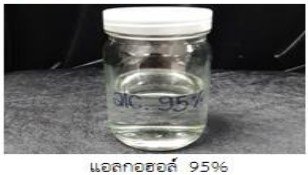
จานอาหารเลี้ยงเชื้อ

ตู้ปลอดเชื้อ

ตะเกียงแอลกอฮอล์

เข็มเขี่ยเชื้อ

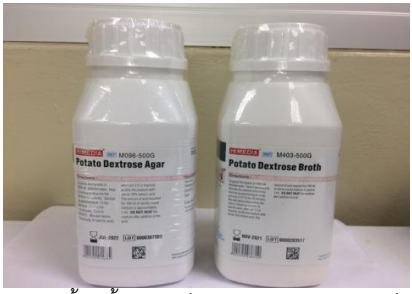

หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ



แอลกอฮอล์ 95%

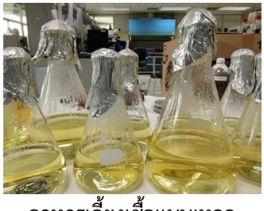
อาหารเลี้ยงเชื้อ

- **อาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดแบบสำเร็จรูป**

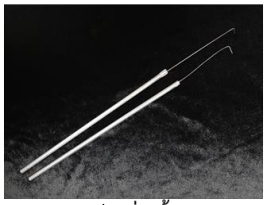


อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็งและแบบเหลวแบบสำเร็จ

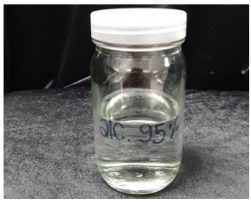
อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็ง


อาหารเลี้ยงเชื้อแบบเหลว

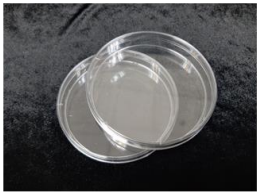
มีดผ่าตัด


เข็มเขี่ยเชื้อ

ตะเกียงแอลกอฮอล์



แอลกอฮอล์ 95%


จานอาหารเลี้ยงเชื้อ

ขวดรูปชมพู่

เครื่องเขย่า

- **วัสดุ และอุปกรณ์ สำหรับเก็บรักษาสายพันธุ์เชื้อเห็ด**

เมล็ดข้าวฟ่าง

ภาชนะต้มข้าวฟ่าง

ขวดแก้วเก็บเชื้อ

❖ การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

- **อาหารแข็ง**

1. ทำการเตรียมอาหารแข็งสำหรับเลี้ยงเชื้อ

อาหารแข็งที่นิยมใช้คือ อาหาร พีดีเอ หรืออาหารมันฝรั่ง ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ คือ

น้ำกลั่น	1000 มิลลิลิตร
มันฝรั่ง	200 กรัม
น้ำตาลเดกซ์โทรส หรือน้ำตาลทรายแดง	15 กรัม
วุ้นผง	15-20 กรัม

2. ปอกเปลือกมันฝรั่งออกให้หมด ล้างน้ำให้สะอาด หั่นมันฝรั่งให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ขนาด 1× 1 เซนติเมตร

3. ใส่น้ำสะอาดลงในหม้อประมาณ 700 มิลลิลิตร ใส่มันฝรั่งลงไปต้มนาน 15 นาที หรือว่าพอสุก อย่าให้เปื่อยยุ่ย เพราะอาจทำให้อาหารขุ่นได้ การดูว่าอาหารที่เตรียมมีการปนเปื้อนหรือไม่ จะทำได้ยากขึ้น

4. กรองเอาแต่น้ำ ปรับปริมาตรโดยใส่น้ำให้ครบ 1 ลิตร ใส่น้ำตาลคนให้ละลาย แล้วเติมผงวุ้นลงไป ต้มต่อด้วยไฟอ่อน 5 นาทีแล้วยกลง

5. กรอกใส่ขวดแบนที่สะอาด ระวังอย่าให้ปากขวดเปื้อน แล้วปิดด้วยสำลี หุ้มด้วยกระดาษ รัดหนังยางให้เรียบร้อย

6. นำไปนึ่งใช้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบเวลานำขวดอาหารวุ้นที่นึ่งวางเอียงเพื่อเพิ่มพื้นผิวหน้าของวุ้น ทิ้งไว้จนวุ้นเย็นและจับตัว อาจทิ้งไว้ข้ามคืน

7. กรณีใช้อาหารเลี้ยงเชื้อแบบสำเร็จรูป โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อปริมาณ 39.5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร

ภาพที่ 1 อาหารเลี้ยงเชื้อมันฝรั่งก่อนแข็งตัว (ซ้าย) และเมื่อแข็งตัวในจานอาหาร (ขวา)

- **อาหารเหลว**

1. ทำการเตรียมอาหารเหลวสำหรับเลี้ยงเชื้อ

อาหารเหลว ที่นิยมใช้คือ อาหาร พีดีบี ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ คือ

น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร
มันฝรั่ง	200	กรัม
น้ำตาลเดกซ์โทรส หรือน้ำตาลทรายแดง	15	กรัม

2. ปอกเปลือกมันฝรั่งออกให้หมด ล้างน้ำให้สะอาด หั่นมันฝรั่งให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ขนาด 1 ขนาด 1× 1 เซนติเมตร

3. ใส่น้ำสะอาดลงในหม้อประมาณ 700 มิลลิลิตร ใส่มันฝรั่งลงไปต้มนาน 15 นาที หรือว่าพอสุก อย่าให้เปื่อยยุ่ย เพราะอาจทำให้อาหารขุ่นได้

4. กรองเอาแต่น้ำ ปรับปริมาตรโดยใส่น้ำให้ครบ 1 ลิตร ใส่น้ำตาลคนให้ละลาย

5. กรอกใส่ขวดรูปชมพู่ที่สะอาด ระวังอย่าให้ปากขวดเปื้อน แล้วปิดด้วยสำลีหุ้มด้วยกระดาษ รัดหนังยางให้เรียบร้อย

6. นำไปนึ่งใช้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที

7. กรณีใช้อาหารเลี้ยงเชื้อแบบสำเร็จรูป โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อปริมาณ 24 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร

- **อาหารเมล็ดข้าวฟ่าง**

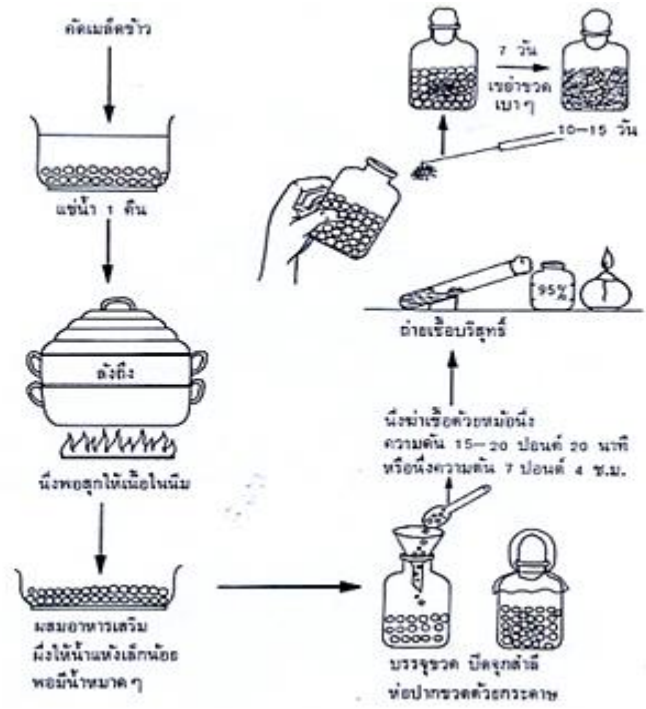
การทำหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวฟ่างเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดที่มีต้นทุนไม่สูง เกษตรกรสามารถผลิตหรือหาวัสดุอุปกรณ์ตามครัวเรือนได้ มีเชื้อเห็ดไมคอร์ไรซาบางชนิดที่สามารถเจริญได้ในเมล็ดข้าวฟ่าง เช่น เห็ดตับเต่า ดังนั้นจึงสามารถเพิ่มปริมาณเชื้อเห็ดตับเต่าโดยใช้เมล็ดข้าวฟ่างได้

1. นำเมล็ดธัญพืชแช่น้ำนาน 6-12 ชั่วโมง หรือ 1 คืน ล้างทำความสะอาด นำไปต้มหรือนึ่งให้สุก ให้เมล็ดสุกประมาณ 15-20% ดังภาพที่ 2 และนำมาพึ่งลมให้แห้ง

ภาพที่ 2 การต้มเมล็ดข้าวฟ่าง

2. บรรจุเมล็ดข้าวฟ่างลงในขวด หรือภาชนะที่มีสีขาวใส เช่น ขวดแบน หรือขวดกลม ปริมาณ 2 ใน 3 ของภาชนะบรรจุ ปิดจุกด้วยสำลีบริสุทธิ์ หุ้มด้วยกระดาษ รัดหนังยางให้เรียบร้อย

3. นำไปนึ่งในหม้อนึ่งความดันที่ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น



ภาพที่ 3 การเขี่ยเชื้อเห็ดลงในขวดเมล็ดธัญพืช (ที่มา: อนงค์, 2530)

❖ เทคนิคการแยกเชื้อเห็ดให้บริสุทธิ์ การเลี้ยงเชื้อเห็ด และเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ดตับเต่า

- **เทคนิคการแยกเชื้อเห็ดให้บริสุทธิ์**

<u>การคัดเลือก และ การเตรียมดอกเห็ดสำหรับแยกเชื้อ</u>

1. ใช้เทคนิคการปลอดเชื้อ เทคนิคการปลอดเชื้อเป็นเทคนิคเบื้องต้นที่สำคัญ หมายถึง การปฏิบัติการใดๆ ก็ตามเพื่อลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ไม่

ต้องการให้หมดไป เช่น การเช็ดทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ หรือพื้นโต๊ะด้วยแอลกอฮอล์ 70 % การลนไฟเข็มเขี่ย ใบมีด ปากขวดหัวเชื้อเห็ด หรือเปิดหลอดไฟอุตราไวโอเล็ตในตู้เขี่ยก่อนทำงาน

2. ตู้เขี่ย เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้สำหรับปฏิบัติการต่างๆ เช่น การแยกเชื้อบริสุทธิ์ การถ่ายเชื้อ ตู้เขี่ยเชื้ออาจทำขึ้นเองโดยใช้ไม้ หรือตู้สแตนเลสที่มีเครื่องกรองอากาศอย่างดี

3. ตะเกียงแอลกอฮอล์ ใช้สำหรับลนไฟเพื่อฆ่าเชื้อเข็มเขี่ยเชื้อ และใบมีด

4. เข็มเขี่ยเชื้อ ใช้สำหรับตัดชิ้นวุ้นและเส้นใยเห็ด

5. ใบมีด ใช้สำหรับตัดเนื้อเยื่อเห็ด

ภาพที่ 4 อุปกรณ์และการแยกเชื้อเห็ด

6. การนึ่งฆ่าเชื้อ อาหารที่เตรียมจะมีพวกเชื้อจุลินทรีย์อื่นมาปะปนอยู่ ดังนั้นต้องทำการฆ่าเชื้อก่อน โดยใช้หม้อนึ่งความดัน หม้อนึ่งทำด้วยโลหะที่ทนแรงดันได้ดี มีฝาปิดที่มิดชิด มีนอตยึดฝาหม้อให้ประกบหม้อได้สนิท มีที่วัดความดันบอกตัวเลขเป็นปอนด์/ตารางนิ้ว ซึ่งปกติจะนึ่งที่ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นอกจากนี้ยังมีวาล์วเป็นที่เปิดให้ไอน้ำออกในระยะแรกของการต้มน้ำ เวลาใช้ใส่น้ำลงไปพอสมควร โดยมากให้สูงกว่าก้นถัง 3 นิ้ว ใส่ของที่จะนึ่งลงไปแล้วปิดฝา โดยหมุนนอตยึดทีละ 2 นอต ในแนวตรงข้ามกันให้แน่นสนิท เปิดวาล์วเพื่อให้ไอน้ำออกในช่วงแรก เริ่มจุดแก๊สถ้าเป็น

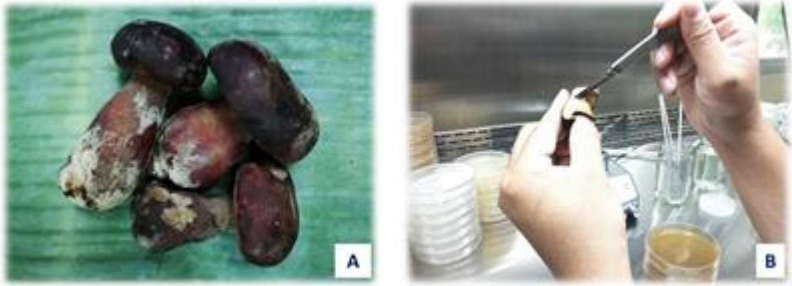
เตาแบบใช้แก๊ส หรือเปิดสวิทซ์ไฟให้ความร้อน ถ้าเป็นเตานึ่งแบบใช้ไฟฟ้า รอจนกระทั่งไอน้ำเริ่มพุ่งออกจากที่เปิดไอน้ำ เพื่อให้อากาศภายในหม้อนึ่งออกจนหมด เป็นการไล่อากาศภายในหม้อนึ่งความดัน สังเกตจากไอน้ำที่พุ่งอย่างไม่ขาดตอน ก็ปิดลิ้นวาล์วไม่ให้ไอน้ำออก ความดันในหม้อนึ่งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 0 จนถึง 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว รักษาระดับความดันนี้ไว้ โดยการปรับความร้อนโดยการหรี่ไฟ จับเวลา 15 นาที ปิดแก๊ส ทิ้งไว้จนความดันในหม้อนึ่งลดลงจนถึง 0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว จึงเปิดฝาหม้อ นำอาหารเลี้ยงเชื้อที่นึ่งมาวางเอียงขวดราบกับพื้น

<u>การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์จากดอกเห็ด</u>

เพื่อเป็นการแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์และเพิ่มปริมาณ รวมทั้งการนำเชื้อพันธุ์เห็ดไปใช้ประโยชน์สำหรับพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนร่วมกับการฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ต่อไปในอนาคตนั้น การดำเนินงานโดยแยกเชื้อเห็ดป่าไมคอร์ไรซาจากส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อของดอกเห็ด (ส่วนที่อยู่ด้านในดอกที่ไม่มีการปนเปื้อน) จากการศึกษาทดลองแยกเชื้อเห็ดเพื่อรวบรวมสายพันธุ์เชื้อเห็ดโดยทีมวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ตลอดระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา พบว่า เห็ดป่าไมคอร์ไรซาที่กินได้ส่วนใหญ่ยังไม่สามารถแยกเชื้อเห็ดและเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อให้เส้นใยเห็ดเจริญเพิ่มปริมาณบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ยกเว้น เห็ดเผาะและเห็ดตับเต่าซึ่งสามารถแยกเชื้อและเลี้ยงได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้สำเร็จ

โดยนำดอกเห็ดสด มาทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์ด้วยการตัดชิ้นเนื้อเยื่อภายในของดอกเห็ด ที่ไม่มีการปนเปื้อน และไม่มีแมลง โดยใช้มีดผ่าตัดปลอดเชื้อ และใช้เข็มเขี่ยเชื้อ ย้ายชิ้นเนื้อเยื่อของดอกเห็ดโดยเทคนิคปลอดเชื้อ แล้วนำมาวางลงบนจานอาหารแข็ง พีดีเอ ที่เตรียมไว้ โดยเว้นระยะห่างให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการปนเปื้อน จากนั้นนำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง รอจนกว่าจะมีการเจริญของเส้นใยเห็ดออกมา จากนั้นทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์ออก ด้วยการเลือกตัดชิ้นวุ้นที่บริเวณส่วน

ปลายของเส้นใยเห็ดที่เจริญออกมาในแนวรัศมีของชิ้นเนื้อเยื่อเห็ด ใช้ปลายเข็มเขี่ยจิกชิ้นวุ้น แล้วย้ายชิ้นวุ้นที่ตัดนั้นมาวางบริเวณกึ่งกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อดูลักษณะของเชื้อและตรวจการปนเปื้อนของเชื้อราอื่น หรือแบคทีเรีย



ภาพที่ 5. การแยกเชื้อเห็ดตับเต่าและการเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ: A = เห็ดตับเต่าที่นำมาแยกเชื้อ, B = การนำเนื้อเยื่อเห็ดเลี้ยงบนอาหารแข็ง

- **เทคนิคการเลี้ยงเชื้อเห็ดในอาหารเลี้ยงเชื้อ**

1) การเลี้ยงเชื้อเห็ดในอาหารแข็ง

เห็ดป่าไมคอร์ไรซาที่กินได้ส่วนใหญ่ ยังไม่สามารถแยกเชื้อเห็ดและเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อให้เส้นใยเห็ดเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ ยกเว้นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาบางชนิด เช่น เห็ดเผาะและเห็ดตับเต่า สามารถแยกเชื้อและเพิ่มปริมาณเส้นใย โดยเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้สำเร็จ วิธีการ ดังนี้

1. นำดอกเห็ดมาทำความสะอาด โดยเลือกดอกเห็ดที่คิดว่าไม่มีการปนเปื้อนและไม่มีแมลง

2. แยกเชื้อบริสุทธิ์ด้วยการตัดชิ้นเนื้อเยื่อภายในของดอกเห็ดที่ไม่มีการปนเปื้อน และไม่มีแมลง โดยใช้มีดผ่าตัดปลอดเชื้อ และใช้เข็มเขี่ยเชื้อ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ ตัดชิ้นเนื้อเยื่อโดยเทคนิคปลอดเชื้อ

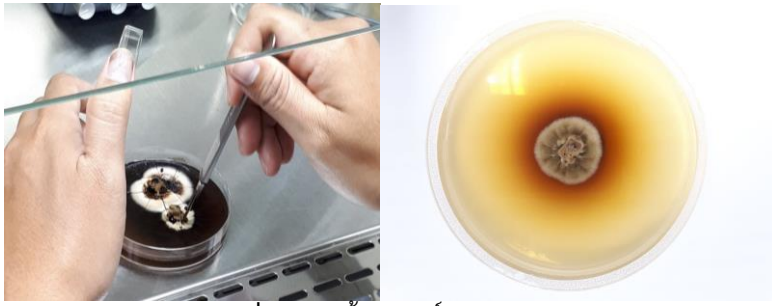
3. นำเนื้อเยื่อเห็ดนำมาวางลงบนอาหารแข็ง พีดีเอ โดยเว้นระยะห่างให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการปนเปื้อน จากนั้นนำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง รอจนกว่าจะมีการเจริญของเส้นใยเห็ดออกมา

ภาพที่ 6 ทำความสะอาดดอกเห็ด

ภาพที่ 7 แยกเชื้อบริสุทธิ์จากดอกเห็ด

ภาพที่ 8 เลี้ยงเนื้อเยื่อเห็ดในอาหารแข็ง พีดีเอ

4. จากนั้นทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์ออก ด้วยการเลือกตัดชิ้นวุ้นที่บริเวณส่วนปลายของเส้นใยเห็ดที่เจริญออกมาในแนวรัศมีของชิ้นเนื้อเยื่อเห็ด ใช้ปลายเข็มเขี่ยจิกชิ้นวุ้น แล้วย้ายชิ้นวุ้นที่ตัดนั้นมาวางบริเวณกึ่งกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เพื่อดูลักษณะของเชื้อและตรวจการปนเปื้อนของเชื้อราอื่น หรือแบคทีเรีย



ภาพที่ 9 แยกเชื้อบริสุทธิ์จากเส้นใยเห็ด

2) การเลี้ยงเชื้อเห็ดในอาหารเหลว

เป็นการใช้เส้นใยจากการเลี้ยงขยายเชื้อจากดอกเห็ด โดยการเลี้ยงในอาหารเหลว เป็นวิธีการที่นิยมกันมากในปัจจุบัน เพราะเราสามารถคัดเลือกสายพันธุ์เห็ดพันธุ์

ดีได้และใช้เวลาเพิ่มปริมาณเส้นใยในเวลาอันรวดเร็ว โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาประมาณ 2-3 สัปดาห์ ก็นำเอาหัวเชื้อไปใช้รดกล้าไม้ได้ ราไมคอร์ไรซาบางชนิดไม่สามารถเลี้ยงเชื้อในอาหารเมล็ดข้าวฟ่างได้ ดังนั้นการเลี้ยงเชื้อเพื่อขยาย จำเป็นต้องนำเชื้อเห็ดมาขยายในอาหารชนิดเหลวเท่านั้น จึงจะสามารถเพิ่มปริมาณได้ วิธีการนี้มีข้อเสีย คือต้องใช้เทคนิคเครื่องมือและอุปกรณ์ค่อนข้างซับซ้อน และต้องการความรู้และความชำนาญเป็นพิเศษ จึงจะทำได้ แต่ข้อดี คือหัวเชื้อเห็ดที่มีความบริสุทธิ์ มีประสิทธิภาพสูง ได้ปริมาณเส้นใยมาก และใช้เวลาในการเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในระยะเวลาสั้น มีวิธีการทำดังนี้

1. วิธีเตรียมอาหารเหลว พีดีบี คล้ายกับการเตรียมอาหารแข็ง พีดีเอ แต่ไม่ต้องใส่ผงวุ้นลงไป เริ่มจากปอกเปลือกมันฝรั่งออกให้หมด ล้างน้ำให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ต้มน้ำสะอาดให้เดือด ใส่มันฝรั่งต้มนาน 15 นาที หรือว่าพอสุกอย่าให้เปื่อยยุ่ย กรองเอาแต่น้ำ ปรับปริมาตรน้ำ แล้วใส่น้ำตาลคนให้ละลายด้วยไฟอ่อน 5 นาทีแล้วยกลง นำไปกรอกใส่ขวดกลมหรือขวดรูปชมพู่ที่สะอาดในปริมาณ 2 ใน 3 ของขวด ระวังอย่าให้เปื้อนปากขวด แล้วปิดด้วยสำลี หุ้มด้วยกระดาษ รัดหนังยางให้เรียบร้อย นำไปนึ่งใช้ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที เมื่ออาหารเย็นลง เก็บไว้ในห้องปลอดเชื้อประมาณ 1-2 วัน เพื่อดูว่าไม่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์อื่น

2. ใช้อุปกรณ์สำหรับตัดชิ้นวุ้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ลนไฟฆ่าเชื้อ เจาะเส้นใยเห็ดที่เจริญอยู่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วย้ายชิ้นวุ้นที่เจาะใส่ลงในขวดอาหารเหลวที่เตรียมไว้ ขวดละ 2-3 ชิ้น โดยเทคนิคปลอดเชื้อ ปิดด้วยจุกสำลี และหุ้มด้วยกระดาษตามเดิม (ภาพที่ 10)

3. นำไปเขย่าบนเครื่องเขย่า ที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาทีตลอดเวลา บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จึงนำไปใช้ต่อไป (ภาพที่ 11)

ภาพที่ 10 ย้ายชิ้นวุ้นเส้นใยเห็ดลงอาหารเหลว

ภาพที่ 11 การเลี้ยงเส้นใยเห็ดในอาหารเหลว

3) การเลี้ยงเชื้อเห็ดในอาหารเมล็ดข้าวฟ่าง

การทำหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่าง เห็ดไมคอร์ไรซาบางชนิดสามารถเจริญได้ในเมล็ดข้าวฟ่าง เช่น เห็ดตับเต่า ดังนั้นจึงสามารถทำการเพิ่มปริมาณหัวเชื้อเห็ดตับเต่าได้โดยใช้เมล็ดข้าวฟ่าง มีวิธีการ ดังนี้

1. นำเมล็ดธัญพืชแช่น้ำนาน 6-12 ชั่วโมง หรือ 1 คืน ล้างทำความสะอาด นำไปต้มหรือนึ่งให้สุก ให้เมล็ดสุกประมาณ 15-20% และนำมาพึ่งลมให้แห้ง บรรจุลง

ในขวดหรือภาชนะที่มีสีขาวใส เช่น ขวดแบน หรือขวดกลม ปริมาณ 2 ใน 3 ของภาชนะบรรจุ ปิดจุกด้วยสำลีบริสุทธิ์ หุ้มด้วยกระดาษ ยางรัด นำไปนึ่งในหม้อนึ่งความดันที่ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น

2. ทำการย้ายเส้นใยเห็ดตับเต่าที่เจริญบนอาหารวุ้นขนาด 1×1 เซนติเมตร ลงบนขวดเมล็ดข้าวฟ่างที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว โดยใช้เข็มเขี่ยเชื้อตัดชิ้นวุ้นที่มีเส้นใยเจริญ มาวางในขวดเมล็ดข้าวฟ่างโดยเทคนิคปลอดเชื้อ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง จนเส้นใยเจริญปกคลุมเต็มเมล็ดข้าวฟ่าง จึงจะนำไปใช้ได้

ภาพที่ 12 การเตรียมอาหารเมล็ดข้าวฟ่าง

ภาพที่ 13 ลักษณะเส้นใยเห็ดตับเต่าในอาหารเมล็ดข้าวฟ่าง

- **เทคนิคการเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ดตับเต่า และการเก็บรักษาเชื้อเห็ด**

การเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ดตับเต่า โดยใช้อุปกรณ์สำหรับตัดชิ้นวุ้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ลนไฟฆ่าเชื้อ เจาะเส้นใยเห็ดที่เจริญอยู่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วย้ายชิ้นวุ้นที่เจาะใส่ลงในขวดอาหารเหลวที่เตรียมไว้ ขวดละ 2-3 ชิ้น โดยเทคนิคปลอดเชื้อ ปิดด้วยจุกสำลี และหุ้มด้วยกระดาษตามเดิม ทุกขั้นตอนปฏิบัติในตู้เขี่ยเชื้อ หลังจากนั้นนำไปเขย่าในเครื่องเขย่า เพื่อเพิ่มอากาศและพื้นที่ผิวสัมผัสอาหารของเส้นใย โดยใช้เวลาในการเลี้ยงประมาณ 7-14 วัน จึงนำเส้นใยที่เจริญในอาหารเหลวไปปั่น เพื่อให้เส้นใยกระจายตัว เก็บใส่ภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด หากยังไม่นำไปใส่ลงต้นกล้าไม้ นำเชื้อเห็ดไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส การเก็บเชื้อที่อุณหภูมินี้ สามารถเก็บรักษาเชื้อได้ประมาณ 1 เดือน

ภาพที่ 14 การเพิ่มปริมาณเส้นใย และการเก็บรักษาเชื้อเห็ด

❖ การใส่เชื้อ และการเตรียมกล้าไม้พืชอาศัยสำหรับใส่เชื้อเห็ดตับเต่า

- **วิธีการใส่เชื้อเห็ดตับเต่าวิธีการต่างๆ**

วิธีที่ 1. การใช้ดินหัวเชื้อ ซึ่งเก็บจากบริเวณแหล่งกำเนิดของต้นไม้ที่มีเชื้อราอยู่ในธรรมชาติ วิธีการคือ นำดินเชื้อราของเห็ดที่อยู่ห่างจากต้นไม่เกิน 50 เซนติเมตร โดยรอบ ขุดดินลึกประมาณ 10–20 เซนติเมตร ให้มีรากเดิมพืชติดมาด้วย แล้วนำไปใช้ทันที หรือเก็บไว้ในที่ร่มประมาณไม่เกิน 7 วัน นำดินที่คาดว่ามีเชื้อราของเห็ดที่ติดอยู่ไปคลุกกับดินที่ใช้เพาะต้นพืช อัตรา 1:6 ถึง 1:10 ส่วน จากนั้นนำดินที่ผสมแล้วไปเพาะเมล็ดและต้นกล้า วิธีนี้มีข้อดี คือ ประหยัด เสียค่าใช้จ่ายน้อย ไม่ต้องใช้วิธียุ่งยากซับซ้อน ง่ายต่อการปฏิบัติ ส่วนข้อเสีย คือ ดินมีน้ำหนักมาก การขนย้ายในระยะทางไกลๆ อาจไม่สะดวก และที่สำคัญเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาที่เรานำมานั้น จะเป็นเชื้อราของเห็ดหรือไม่ และดินอาจมีเชื้อโรคติดมาระบาดต่อต้นกล้าได้ง่าย ดังนั้น วิธีการแก้ไขคือ ต้องเลือกดินที่ติดกับรากต้นแม่ที่สมบูรณ์ปราศจากโรค และควรปัดกวาดซากพืชหน้าดินออกให้สะอาดก่อนขุดดินนำเอาไปใช้เพาะต้นกล้า

วิธีที่ 2. การใช้สปอร์ เพราะเมื่อดอกเห็ดแก่มากๆ ภายในดอกเห็ดจะมีสปอร์อยู่ เมื่อเขย่าแล้วจะได้ยินเสียงของสปอร์อยู่ข้างใน เราสามารถนำสปอร์ไปละลายน้ำหรือใช้สปอร์โดยตรงคลุกกับเมล็ดพันธุ์ก่อนเพาะกล้า หรือนำสปอร์ละลายน้ำในอัตราส่วน 1:1000 แล้วฉีดพ่นกับต้นกล้า หรือเมล็ดพันธุ์ที่เพาะในแปลงเพาะ ข้อดีของวิธีการนี้ คือ นำไปปฏิบัติได้ง่าย ได้พันธุ์เห็ดที่ทราบชื่อชนิดพันธุ์ได้ แต่มีข้อเสีย คือ เราไม่สามารถเก็บสปอร์ในปริมาณมากๆ ได้ ไม่สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีมีประสิทธิภาพสูง และสปอร์มีระยะพักตัว มีการงอกที่ไม่สม่ำเสมอ สปอร์บางชนิดมีอัตราการงอกต่ำ ต้องใช้วิธีกระตุ้นเป็นพิเศษ จึงจะสามารถงอกได้

วิธีที่ 3. โดยดอกเห็ดโดยตรง โดยการนำดอกเห็ด (ยิ่งแก่ยิ่งดี เนื่องจากมีสปอร์มาก) นำมาสับหรือปั่นกับน้ำสะอาด 1 เท่าตัว (น้ำสะอาดต้องไม่มีกลิ่นคลอรีน) แล้วนำไปราดบริเวณรากของพืชอาศัย เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ถ้าเป็นพืชอาศัยที่โตเกินระยะ

กล้าแล้ว ขุดหลุมบริเวณร่มเงาชายพุ่มพืชอิงอาศัยที่ต้องการใช้เป็นที่เพาะเห็ด ให้มีขนาด ลึกประมาณ 1 ฝ่ามือ ห่างกันหลุมละ 1 ศอก รอบๆ ทรงพุ่มของต้นพืช ใส่เชื้อเห็ดลงในหลุม อัตรา 1 แก้วเล็กต่อหลุม กลบทับด้วยดินเหมือนเดิม รดน้ำให้ชุ่ม หากสภาพแวดล้อมเหมาะสม ประมาณ 2-3 ปี จึงจะเกิดดอกเห็ดขึ้น

ภาพที่ 15 ดอกเห็ดตับเต่าสดหลังจากปั่น

วิธีที่ 4. คือ การทำหัวเชื้อจากดินและรากพืช โดยการเก็บสปอร์ไปขยายในถุงเพาะชำ หรือแปลงเพาะกล้าเพื่อขยายให้มีปริมาณมากขึ้นในต้นกล้าพวกถั่ว ข้าวโพด หรือพืชวงศ์หญ้า แล้วใช้ดินเชื้อและรากของพืชที่นำมาขยายเชื้อนั้นไปคลุกผสมกับต้นกล้าที่เราต้องการเพาะปลูกต่อไป

วิธีที่ 5. คือ การใช้เส้นใยเชื้อเห็ด การใช้เส้นใยจากการเลี้ยงขยายเชื้อในเมล็ดข้าวฟ่าง โดยขุดหลุมบริเวณร่มเงาชายพุ่มพืชอิงอาศัยที่ต้องการใช้เป็นที่เพาะเห็ด ลึกประมาณ 1 ฝ่ามือ ห่างกันหลุมละ 1 ศอก รอบๆ ทรงพุ่มของต้นพืช ใส่หัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่างที่ตีจนกระจายแยกตัวออกจากกันดีแล้ว โดยเทลงในหลุมปริมาณครึ่งขวดต่อหลุม กลบทับด้วยดินเหมือนเดิม รดน้ำให้ชุ่ม หรือโดยการเลี้ยงเชื้อเห็ดในอาหารเหลว ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบัน เพราะเราสามารถคัดเลือกสายพันธุ์เห็ดพันธุ์ดีได้ เมื่อเลี้ยงเชื้อในระยะเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ก็นำเอาหัวเชื้อไปใช้คลุกดินเพาะกล้าได้ ในอัตราส่วน 1:8 ถึง 1:10 แล้วจึงเพาะเมล็ดกล้าไม้ หรือนำไปรดกล้าไม้

โดยตรง โดยก่อนรดให้ทำการเจือจากเชื้อเห็ดด้วยน้ำสะอาดก่อน ประมาณ 2-3 เท่า รา ไมคอร์ไรซาบางชนิดไม่สามารถเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อทั่วไปได้ ต้องนำราเห็ดมา ขยายในอาหารพิเศษ แล้วจึงเพาะเมล็ดกล้าไม้ วิธีการนี้มีข้อเสีย คือต้องใช้เทคนิค เครื่องมือและอุปกรณ์ค่อนข้างซับซ้อน และต้องการความรู้และความชำนาญเป็นพิเศษ จึงดำเนินการได้ แต่ข้อดีก็คือ หัวเชื้อที่ได้จะบริสุทธิ์ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น ปนเปื้อน มีความแข็งแรง มีประสิทธิภาพสูง และใช้เชื้อปริมาณน้อย

ภาพที่ 16 การเตรียมเส้นใยเห็ดตับเต่าในอาหารเหลวเพื่อใช้สำหรับหยอดใส่ในต้นกล้า

- **ขั้นตอนการใส่เชื้อเห็ดลงในกล้าไม้**

การเตรียมกล้าไม้สำหรับใส่เชื้อเห็ดตับเต่า ประกอบด้วย (ไม้ผล และไม้โตเร็ว) เช่น ต้นหางนกยูงไทย ต้นหางนกยูงฝรั่ง แคบ้าน มะม่วง ลำไย โดยมีอุปกรณ์สำหรับใส่ เชื้อ ประกอบด้วย เชื้อเห็ดในอาหารเหลว แก้วพลาสติก และกระบอกฉีดยา เริ่มจาก การบีบดินที่ถุงให้ดินแยกออกจากกัน เมื่อใส่เชื้อเห็ดจะทำให้สามารถไหลซึมผ่านไปยัง รากได้สะดวก หลังจากนั้นใช้กระบอกฉีดยาดูดหัวเชื้อเห็ดชนิดเหลวที่ปั่นละเอียด เรียบร้อยแล้ว อัตราที่ใช้คือ ปริมาณ 25 มิลลิลิตรต่อต้น ค่อยๆ ฉีดหัวเชื้อลงไปบริเวณ

โคนรากของกล้าไม้ จนหมด เชื้อเห็ดจะค่อย ๆ ซึมลงไปจนถึงก้นถุงเพาะชำกล้าไม้ เพื่อป้องกันการชะล้างเชื้อเห็ดที่ใส่ลงไป ควรวางกล้าไม้ไว้ที่ร่ม และงดให้น้ำเป็นเวลา 3 วัน โดยเชื้อจะเจริญร่วมกับรากต้นไม้แบบเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน ประมาณวันที่ 4 หลังจากใส่เชื้อเห็ด เริ่มรดน้ำให้ความชื้นเล็กน้อย ประมาณ 1 สัปดาห์ จึงนำกล้าไม้ออกมารับแสงแดดแบบรำไร เพื่อให้ต้นไม้ปรับตัวกับสภาพแวดล้อม ดูแลอนุบาลต้นไม้ไว้ประมาณ 1 เดือน ให้ต้นไม้แข็งแรงสมบูรณ์ ในช่วงเวลานี้ห้ามใส่ปุ๋ยเคมี หรือสารกำจัดศัตรูพืช หลังจากนั้นจึงนำกล้าไม้ไปปลูกในสวน หรือในแปลงที่เตรียมไว้

ภาพที่ 17 การเตรียมและการฉีดเชื้อเห็ดป่าไมคอร์ไรซาลงกล้าไม้ (ก) อุปกรณ์ในการปลูกเชื้อ, (ข) การบีบดินที่ถุงเพาะ, (ค) การฉีดเชื้อลงในกล้าไม้ และ(ง) โรงเรือนสำหรับอนุบาลกล้าไม้

สรุปเห็ดตับเต่า (*Phlebopus portentosus*)

❖ การเตรียมพื้นที่แปลงผลิตเห็ดตับเต่า การปลูกกล้าไม้ และการดูแลต้นไม้ที่มีเชื้อเห็ดตับเต่า

การเตรียมพื้นที่ปลูก การปลูก และการดูแลกล้าไม้ภายหลังการใส่เชื้อ เป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับผู้ที่สนใจในการเพาะเห็ดตับเต่า ซึ่งต้องมีความรู้ความเข้าใจ เพื่อเพิ่มโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการเพาะในอนาคต โดยหลังจากใส่เชื้อเห็ดลงในกล้าไม้ และอนุบาลต้นกล้าอย่างน้อย 1 เดือน จนต้นกล้ามีความแข็งแรงดีแล้ว ซึ่งสังเกตได้โดยต้นกล้าจะเริ่มมีการแตกยอดใหม่ พร้อมที่จะนำออกปลูกในแปลงธรรมชาติ การเตรียมพื้นที่สำหรับปลูก ให้เลือกพื้นที่ที่ใกล้แหล่งน้ำ สามารถรดน้ำให้ความชื้นแก่ต้นกล้าได้ การนำกล้าไม้ที่ใส่เชื้อเห็ดตับเต่าไปปลูก สามารถปลูกในแปลง หรือสวนแบบ

ปลูกแทรกระหว่างต้นไม้ที่ปลูกเดิม หรือพื้นที่โล่งแจ้งก็ได้ โดยมีวิธีการปลูกดังนี้ เริ่มจากวัดระยะการปลูกห่างกัน 4x4 เมตร แล้วขุดหลุมปลูกให้มีขนาดประมาณ 30x30 เซนติเมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอกครึ่งกิโลกรัมต่อหลุม กล้าไม้ที่นำมาปลูกส่วนใหญ่บรรจุในถุงพลาสติกให้ใช้มีดกรีดถุงออก ควรระวังอย่าให้รากของต้นไม้ได้รับความกระทบกระเทือนมากนัก เสร็จแล้ววางต้นไม้ลงในหลุมที่ขุดให้ระดับคอรากอยู่เสมอกับระดับขอบหลุมแล้วกลบด้วยดิน จากนั้นนำไม้หลักปักบริเวณด้านข้าง เพื่อช่วยพยุงลำต้นและป้องกันลมพัด เมื่อปลูกเสร็จรดน้ำให้ชุ่ม

- **การดูแลภายหลังการปลูกในแปลงธรรมชาติ**

ปัจจัยหลักในการพัฒนาเป็นดอกเห็ด ได้แก่ ความชื้นดิน ค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิดิน ซึ่งระดับความชื้นดินที่เหมาะสม คือ 15-20% ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.5-6.5 และอุณหภูมิดิน 25-26 องศาเซลเซียส เกษตรกรควรหมั่นดูแลรักษาแปลงปลูกโดยการตัดวัชพืชไม่ให้คลุมกล้าไม้ รดน้ำให้ความชุ่มชื้นแก่ดินและต้นไม้อย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อให้ดินมีความชุ่มชื้น โดยพยายามรักษาความชื้นให้อยู่ประมาณ 10% ขึ้นไป ในช่วงฤดูฝน หากดินมีความชื้นอยู่แล้วงดการให้น้ำ ในฤดูร้อนหรือฝนทิ้งช่วง อาจจะมีการรดน้ำให้ความชื้นแก่ต้นไม้ถี่ขึ้น เช่น ทุก 3 วัน การปรับค่าความเป็นกรด-ด่างสามารถใช้ปูนขาว โดโลไมท์ หรือปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก บำรุงดินและต้นไม้ได้ แต่ห้ามใช้สารเคมีหรือปุ๋ยเคมีภายในแปลง เนื่องจากอาจทำให้เชื้อเห็ดบริเวณรากไม้หยุดการเจริญหรือตายได้ ส่งผลต่อการเกิดดอกเห็ดในอนาคต เส้นใยเห็ดที่อาศัยอยู่บริเวณรากไม้จะค่อยๆเจริญเติบโตขยายปริมาณไปพร้อมๆกับการเจริญของต้นไม้ เมื่อรากแพร่กระจายไปในพื้นดิน เส้นใยเห็ดก็จะแพร่ตามไปด้วย แต่หากเราสามารถเพิ่มปริมาณเชื้อเห็ดลงไปเพิ่มเติมลงไปในต้นกล้าที่ปลูกจากการใส่เชื้อเห็ดครั้งแรก อีก 1-2 ครั้ง ก็จะช่วยให้มีโอกาสประสบความสำเร็จในการเพาะมากยิ่งขึ้น ข้อควรระวัง คือ ห้ามใช้สารเคมีใดๆ เช่น ปุ๋ยเคมี ยากำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช ยากำจัดวัชพืช ฉีดพ่นหรือรดต้นกล้าไม้ หรือพื้นดินในบริเวณแปลงเพาะเห็ด เพราะอาจทำ

ให้เชื้อราเห็ดตายได้ อย่างไรก็ตาม การเพาะเห็ดตับเต่าต้องใช้เวลาประมาณ 1 ปี ขึ้นไป จึงจะสามารถเห็นผลผลิตดอกเห็ด และต้องมีการดูแลรักษาปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวให้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความชื้นของดิน

❖ สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา การเจริญของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมหลายประการ เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และสารอาหาร เป็นต้น

1) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเจริญเติบโต และการปรับตัวให้อยู่รอดของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา โดยเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาแต่ละชนิดสามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิแตกต่างกันไป อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาส่วนใหญ่ อยู่ระหว่าง 18-27 องศาเซลเซียส บางชนิดสามารถเจริญได้ในช่วงที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้

2) ความชื้น

ความชื้นในอากาศ หรือความชื้นสัมพัทธ์ นับเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด สภาพความชื้นของอากาศมีความสำคัญต่อการเกิดดอกเห็ด และการพัฒนาของดอกเห็ดอย่างมาก เชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความชื้นในดินประมาณร้อยละ 10-15

3) ความเป็นกรด-ด่าง

เชื้อราและยีสต์ มีการเจริญได้ในช่วงความเป็นกรด-ด่าง ที่กว้างกว่าเชื้อแบคทีเรีย เช่น เชื้อรา *Fusarium* spp. สามารถเจริญในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 1.8-11.1 ยีสต์เจริญได้ดีที่ 4.0-4.5 และเชื้อราที่ 3-3.5 โดยความเป็นกรด-ด่าง มีผลต่อ

- อัตราการเจริญของเชื้อ
- จำนวนเชื้อสูงสุด
- ระยะเวลาของช่วงการเจริญเติบโต

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของวัสดุเพาะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย และพัฒนาไปเป็นดอกเห็ด ในสภาพแวดล้อมต่างๆที่เชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาเจริญอยู่ได้นั้นมีความเป็นกรด-ด่างแตกต่างกันไป โดยความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาส่วนใหญ่ อยู่ระหว่าง 4.5-5.5 ไปจนถึง 7 ตัวอย่างเช่น การเจริญของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซา *Paxillus involutus* Batsch Fr. จำนวน 5 สายพันธุ์อยู่ระหว่าง 2.5-4.5 เชื้อรา *Dendryphiella salina* เจริญได้ดีที่ 4-6, เชื้อรา *Cladosporium herbarium* เจริญได้ดีที่ 5-6

4) สารอาหาร

โดยทั่วไปเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาสามารถเจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำตาลกลูโคส แมนโนส และเซลโลไบโอส เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงาน ส่วนน้ำตาลฟรุกโทส สามารถนำมาใช้ได้ โดยเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาบางชนิดเท่านั้น นอกจากนี้พบว่าเชื้อรา *Scleroderma bovista* Fr. เชื้อรา *A. hygrometricus* และเชื้อรา *C. granuforme* (Sowerby), Ferf. & Wine เจริญได้ดีบนอาหารที่มีน้ำตาลซูโครส และมอลโทส เป็นแหล่งคาร์บอน ส่วนแหล่งไนโตรเจนที่มีความสำคัญต่อการเจริญของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซานั้น อยู่ในรูปของอนินทรีย์ไนโตรเจน เชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาสามารถเจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีแอมโมเนียมเป็นแหล่งไนโตรเจน แต่มีเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาบางชนิดสามารถเจริญได้บนอาหารที่มีไนเตรท หรือสารอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น กรดอะมิโน เป็นแหล่งไนโตรเจนได้

5) แร่ธาตุ

พืชที่มีเชื้อราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาสามารถเพิ่มการดูดสารอาหารจากดินโดยเฉพาะสารที่เคลื่อนที่ได้น้อย เช่น ฟอสฟอรัส แต่ถ้าพืชได้รับฟอสฟอรัสมากเกินไป

จะส่งผลต่อปริมาณของเชื้อราเอคโตไมคอร์ไรซาในรากลดลง โดยหากความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้นจาก 10 ส่วนในล้านส่วน เป็น 20 ส่วนในล้านส่วน เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อของไมคอร์ไรซาในรากยูคาลิปตัสจะลดลง จากร้อยละ 30 เป็นร้อยละ 10

❖ ต้นทุนการผลิตเห็ดป่าไมคอร์ไรซา (เห็ดตับเต่า)

ในการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตเห็ดตับเต่า คณะวิจัยได้วิเคราะห์ต้นทุนในการผลิตเห็ดตับเต่าในแปลงธรรมชาติต่อพื้นที่ 1 ไร่ แต่อย่างไรก็ตาม ได้วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตของแต่ละกระบวนการ และสามารถวิเคราะห์ต้นทุนเฉลี่ยต่อจำนวนผลผลิต โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

1. กระบวนการผลิตหัวเชื้อบริสุทธิ์เห็ดตับเต่าในอาหารแข็ง ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างมาก คือ การแยกเชื้อจากดอกเห็ดให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ และขยายบนอาหารแข็ง เพื่อเก็บรักษาและใช้เป็นหัวเชื้อในการผลิตขั้นตอนต่อไป ต้นทุนหลักๆ เป็นค่าวัตถุดิบและค่าดำเนินงานในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ หากผลิตในห้องปฏิบัติการวัสดุที่ใช้เป็นจานอาหารที่ปราศจากเชื้อ มีราคาแพง ในกรณีการถ่ายทอดเทคโนโลยีจึงปรับใช้วัสดุที่เกษตรกรสามารถหาได้ง่าย ราคาถูก จึงใช้ขวดแก้วโซดา หรือขวดทรงแบนทดแทน โดยได้ผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวม เท่ากับ 186.43 บาทต่ออาหารเลี้ยงเชื้อ 1 ลิตร ซึ่งสามารถบรรจุได้ทั้งหมด 50 ขวด ดังนั้นต้นทุนการผลิตหัวเชื้อบริสุทธิ์เฉลี่ยเท่ากับ 3.73 บาทต่อขวด (ตารางที่ 1)

2. กระบวนการผลิตหัวเชื้อเห็ดตับเต่าในเมล็ดข้าวฟ่าง เห็ดตับเต่าเป็นเห็ดป่าไมคอร์ไรซาที่สามารถขยายบนเมล็ดข้าวฟ่างได้ กระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน และวัตถุดิบที่ใช้หาได้ง่าย เมล็ดข้าวฟ่าง 1 กิโลกรัม สามารถผลิตหัวเชื้อเห็ดตับเต่าได้ถึง 12 ขวด มีผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวม เท่ากับ 38.40 บาท คิดเป็นต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 บาทต่อขวด (ตารางที่ 2) ซึ่งอัตราการใช้หัวเชื้อ 1 ขวด สามารถละลายเส้นใยและสปอร์

ในน้ำสะอาดปริมาตร 1 ลิตร อัตราส่วนต้นละ 20 มิลลิลิตร หรือสามารถนำหัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างไปใส่ในกล้าไม้ได้ประมาณ 50 ต้น

ตารางที่ 1. ต้นทุนผันแปรของกระบวนการผลิตหัวเชื้อบริสุทธิ์ในอาหารแข็ง

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวม (บาท)
ค่าวัตถุดิบ					
1	มันฝรั่ง	200	กรัม	0.03	**6.00**
2	น้ำตาลทรายแดง	20	กรัม	0.03	**0.54**
3	เปปโตนสกัด	5	กรัม	4.80	**24.00**
4	มอลต์สกัด	5	กรัม	4.03	**20.16**
5	ผงวุ้น	20	กรัม	2.26	**45.20**
6	น้ำสะอาด	1	ลิตร	0.00	**0.00**
ค่าแรงงาน					
1	ค่าจ้าง	50	ขวด	0.50	**25.00**
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต					
1	แก๊สหุงต้มขนาด 15 กิโลกรัม	50	ขวด	0.29	**14.50**
2	ค่าน้ำประปา	0.03	หน่วย	1.00	**0.03**
3	แอลกอฮอล์ 95%	10	มิลลิลิตร	0.05	**0.50**
4	ขวดโซดา/ขวดแบน	50	ขวด	1.00	**50.00**
5	จุกสำลี	50	จุก	0.01	**0.50**
รวมต้นทุนผันแปร					**186.43**
ต้นทุนแปรผันเฉลี่ย					**3.73**

ตารางที่ 2. ต้นทุนผันแปรขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อเห็ดตับเต่าในเมล็ดข้าวฟ่าง

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวม (บาท)
ค่าวัตถุดิบ					
1	เมล็ดข้าวฟ่าง	1	กิโลกรัม	16.00	**16.00**
ค่าแรงงาน					
1	ค่าจ้าง	12	ขวด	0.50	**6.00**
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต					
1	แก๊สหุงต้มขนาด 15 กิโลกรัม	12	ขวด	0.29	**3.48**
2	ค่าน้ำประปา	0.03	หน่วย	10.00	**0.30**
3	แอลกอฮอล์ 95%	10	มิลลิลิตร	0.05	**0.50**
4	ขวดโซดา/ขวดแบน	12	ขวด	1.00	**12.00**
5	จุกสำลี	12	จุก	0.01	**0.12**
ต้นทุนผันแปรรวม					**38.40**
ต้นทุนแปรผันเฉลี่ย					**3.20**

3. กระบวนการผลิตหัวเชื้อเหลวเห็ดตับเต่า จากเทคโนโลยีของ วว. เป็นหัวเชื้อที่แยกได้จากเนื้อเยื่อเห็ดและพัฒนาเป็นเส้นใย ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการขยายและเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ดตับเต่าให้ได้ปริมาณสูงและมีคุณภาพ เพื่อนำไปถ่ายเชื้อลงในกล้าไม้พืชอาศัย จากตารางที่ 3 แสดงต้นทุนผันแปรของกระบวนการผลิตหัวเชื้อเหลว โดยได้ผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวม เท่ากับ 69.39 บาทต่อหัวเชื้อเหลว 1 ลิตร ซึ่งอัตราส่วนปริมาตรที่ใส่ในต้นไม้ 20-50 มิลลิลิตรต่อต้น ดังนั้นหัวเชื้อเหลว 1 ลิตร สามารถผลิตกล้าไม้ที่มีเชื้อเห็ดตับเต่าได้ 20-50 ต้น

ตารางที่ 3. ต้นทุนผันแปรของกระบวนการผลิตหัวเชื้อเหลวเห็ดตับเต่า

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวม (บาท)
ค่าวัตถุดิบ					
1	มันฝรั่ง	200	กรัม	0.03	**6.00**
2	น้ำตาลทรายแดง	20	กรัม	0.03	**0.54**
3	เปปโตนสกัด	5	กรัม	4.80	**24.00**
4	มอลต์สกัด	5	กรัม	4.03	**20.16**
5	น้ำสะอาด	1	ลิตร	0.00	**0.00**
ค่าแรงงาน					
1	ค่าจ้าง	4	ขวด	0.50	**2.00**
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต					
1	แก๊สหุงต้มขนาด 15 กิโลกรัม	4	ขวด	0.29	**1.16**
2	ค่าน้ำประปา	0.03	หน่วย	10.00	**0.3**
3	แอลกอฮอล์ 95%	10	มิลลิลิตร	0.05	**0.50**
4	แกลลอนขนาดบรรจุ 1 ลิตร	1	ชิ้น	15.00	**15.00**
ต้นทุนผันแปรรวม					**69.39**

4. กระบวนการผลิตกล้าไม้ที่ใส่เชื้อเห็ดตับเต่า เนื่องจากเห็ดตับเต่าเป็นเห็ดไมคอร์ไรซาเจริญเติบโตแบบพึ่งพาอาศัยกับรากไม้ ซึ่งเห็ดตับเต่าจำเพาะต่อต้นไม้ประเภทไม้โตเร็ว ไม้ผล เช่น ต้นมะม่วง ต้นลำไย ต้นชมพู่ ต้นแคบ้าน หางนกยูงไทย และต้นหว้า โดยระยะกล้าไม้ควรมีอายุระหว่าง 6-12 เดือน เพื่อให้เกิดโอกาสในการเกิดดอกเห็ดได้มากขึ้น จึงต้องมีการเตรียมกล้าไม้ โดยถ่ายเชื้อเห็ดลงในต้นกล้า อนุบาลในโรงเรือนเพาะ ก่อนนำไปปลูกในแปลงธรรมชาติ ในพื้นที่ 1 ไร่ ระยะการปลูกต้นไม้ที่เหมาะสม 4x4 เมตร ดังนั้นจะสามารถปลูกกล้าไม้ได้ 100 ต้น โดยต้นทุนผันแปรหลักๆ เป็นค่ากล้าไม้ ได้ผลการวิเคราะห์ต้นทุนรวม เท่ากับ 1,010 บาท ต้นทุนเฉลี่ย เท่ากับ 10.10 บาทต่อต้น (ตารางที่

4) และขั้นตอนการผลิตตับเต่าในแปลงธรรมชาติ มีค่าแรงสำหรับจ้างปลูกต้นไม้ 1 คน เป็นเวลา 1 วัน อัตราหน่วยละ 300 บาท ดังนั้น ต้นทุนแปรผันรวมของทุกกระบวนการรวมเท่ากับ 1604.22 บาท นอกจากค่าวัตถุดิบ ค่าแรงแล้ว ในกระบวนการผลิตยังต้องใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น ตู้เขี่ยเชื้อ หม้อนึ่งความดัน และเครื่องเลี้ยงเชื้อแบบเขย่า ซึ่งจัดเป็นต้นทุนคงที่ เป็นการลงทุนเพียงครั้งเดียว (ตารางที่ 5) ได้ผลการวิเคราะห์ต้นทุนคงที่รวมเท่ากับ 30,550 บาท และวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตรวมทั้งหมด เท่ากับ 32,154.22 บาท

ตารางที่ 4. ต้นทุนผันแปรกระบวนการผลิตกล้าไม้เห็ดตับเต่า

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวม (บาท)
ค่าวัตถุดิบ					
1	หัวเชื้อเหลวเห็ดตับเต่า	2	ลิตร	0.00	**0.00**
2	ต้นกล้าไม้พืชอาศัย	100	ต้น	10.00	**1,000.00**
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิต					
1	กระบอกฉีดยาขนาด 20 มล.	1	ชิ้น	10.00	**10.00**
ต้นทุนผันแปรรวม					**1,010.00**
ต้นทุนแปรผันเฉลี่ย					**10.10**

หมายเหตุ: รายการที่ที่ผลิตเองระบุให้ราคา 0.00 บาท ต่อหน่วย

จากกระบวนการทั้งหมด เกษตรกรหรือผู้ประกอบการที่ลงทุน จะได้ผลผลิตเป็นหัวเชื้อเห็ดตับเต่าในเมล็ดข้าวฟ่าง หัวเชื้อเหลว กล้าไม้ที่ใส่เชื้อเห็ดตับเต่า และผลผลิตดอกสดเห็ดตับเต่า เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ และระยะเวลาการคืนทุน ในส่วนของของผลผลิตเห็ดตับเต่าต่อ 1 ไร่ คณะวิจัยจึงอ้างอิงข้อมูลผลผลิต จากหมู่บ้านเห็ดตับเต่าบ้านสามเรือน จ.พระนครศรีอยุธยา ในพื้นที่ 1 ไร่ พบว่าสามารถให้ผลผลิตถึง 600 กิโลกรัมต่อไร่ มีราคาจำหน่าย 100-150 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรจะมีรายได้ 60,000-90,000 บาท

ต่อไร่ต่อปี นอกจากนี้ยังสามารถจำหน่ายหัวเชื้อเหลว หัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างและกล้าไม้เชื้อเห็ดตับเต่าได้อีกด้วย สามารถวิเคราะห์ผลตอบแทนรายได้จากการจำหน่ายทั้งหมดเท่ากับ 95,480 บาทต่อไร่ ในขณะที่ต้นทุนการผลิตรวมทั้งกระบวนการ เท่ากับ 32,154.22 บาท ดังนั้นการจำหน่ายผลผลิตเพียง 1 ครั้ง สามารถคืนต้นทุนให้กับเกษตรกรได้ คิดเป็นกำไรสุทธิ เท่ากับ 63,325.78 บาท (ตารางที่ 6) ซึ่งการผลิตในช่วงแรกนั้นอาจใช้ระยะเวลา 1-3 ปี เนื่องจากเชื้อเห็ดต้องใช้ระยะการเจริญร่วมกับรากไม้และมีสภาวะที่เหมาะสม แต่หากมีเชื้อเห็ดอยู่แล้วเกษตรกรสามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นฤดูเกิดดอก แต่อย่างไรก็ตาม ได้มีการพัฒนาเพาะเห็ดตับเต่านอกฤดูกาล โดยใช้พืชอาศัยเป็นต้นโสน ติดตั้งระบบน้ำ หรือรดน้ำเพื่อปรับพื้นที่ให้มีความชื้นที่เหมาะสมต่อการเกิดดอก ทำให้เกิดผลผลิตดอกเห็ดได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี

ตารางที่ 5. ต้นทุนการผลิตเห็ดตับเต่ารวมทั้งกระบวนการ

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวม (บาท)
ต้นทุนผันแปร					
1	การผลิตหัวเชื้อบนอาหารแข็ง	50	ขวด	3.73	**186.43**
2	การผลิตหัวเชื้อเหลวเห็ดตับเต่า	4	ขวด	17.35	**69.39**
3	การผลิตหัวเชื้อเห็ดตับเต่าในเมล็ดข้าวฟ่าง	12	ขวด	3.20	**38.40**
4	การผลิตกล้าไม้เห็ดตับเต่า	100	ต้น	10.10	**1,010.00**
5	การผลิตตับเต่าในแปลงธรรมชาติ	1	คน/วัน	300.00	**300.00**
ต้นทุนคงที่					
1	หม้อนึ่งความดันไทยประดิษฐ์ ความจุ 24 ลิตร (แบบนึ่งแก๊ส)	1	เครื่อง	16,500.00	**16,500.00**
2	หัวแก๊ส	1	หัว	400.00	**400.00**

3	ตู้เขี่ยเชื้อไทยประดิษฐ์	1	ตู้	3,000.00	**3,000.00**
4	เข็มเขี่ยเชื้อ	2	ด้าม	25.00	**50.00**
5	ขวดรูปชมพู่	4	ขวด	150.00	**600.00**
6	เครื่องเลี้ยงเชื้อแบบเขย่า 1 ชั้น	1	เครื่อง	10,000.00	**10,000.00**
7	แปลงปลูก (พื้นที่ของเกษตรกร)	1	ไร่	0.00	**0.00**
ต้นทุนแปรผันรวม					**1,604.22**
รวมต้นทุนคงที่รวม					**30,550.00**
ต้นทุนการผลิตรวม					**32,154.22**

หมายเหตุ: รายการที่ที่ผลิตเอง/มีไว้ครอบครองเป็นของส่วนตนระบุให้ราคา 0.00 บาท ต่อหน่วย

ตารางที่ 6. ผลตอบแทนจากการผลิตเห็ดตับเต่า

รายการ	หัวเชื้อในเมล็ดข้าวฟ่าง (ขวด)	หัวเชื้อเหลว (ลิตร)	กล้าไม้เห็ดตับเต่า (ต้น)	ดอกสด (กก.)
ราคาจำหน่าย/หน่วย (บาท)	90.00	200.00	100.00	150.00
จำนวน (หน่วย)	12.00	2.00	40.00	600.00
ผลตอบแทน (บาท)	**1,080**	**400**	**4,000.00**	**90,000.00**
ผลตอบแทนรวม (บาท)				**95,480.00**
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน (บาท)				**32,154.22**
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)				**0.3**
กำไรสุทธิ (ขาดทุนสุทธิ) (บาท)				**63,325.78**

❖ แผนการตลาด

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดต่าง ๆ ทั้งด้านผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และการส่งเสริมทางการตลาด รวมถึงการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมต่าง ๆ มีผลต่อความพึงพอใจในการตัดสินใจเลือกซื้อเห็ดตับเต่าของผู้บริโภค

1. สำหรับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเห็ดสด
   1.1 ด้านผลิตภัณฑ์ ต้องมีความสดใหม่ ดอกเห็ดมีขนาดดอกเหมาะสม ดอกเห็ดมีคุณภาพสม่ำเสมอ มีดอกเห็ดออกสู่ตลาดสม่ำเสมอ มาจากฟาร์มที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับ
   1.2 ด้านราคา ราคาเหมาะสมกับคุณภาพ ความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดชนิดอื่น
   1.3 ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย สถานที่จำหน่าย มีความสะอาด ผู้จัดจำหน่ายมีความน่าเชื่อถือ หาซื้อได้ง่าย มีบริการจัดส่งถึงร้านค้า หรือที่บ้าน
   1.4 ด้านการส่งเสริมการตลาด ได้แก่ ความสัมพันธ์และอัธยาศัยระหว่างลูกค้า
   1.5 การให้คำแนะนำในการประกอบอาหาร การประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อหรืองานแสดงสินค้า เพื่อสร้างภาพลักษณ์ความน่าเชื่อถือ
   1.6 การจัดให้มีโปรแกรมส่งเสริมการขาย เช่น ส่วนลด การแถม
2. การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม ทั้งสภาพแวดล้อมทั่วไป การแข่งขันทางอุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อมภายในและภายนอก เช่น ปัจจัยด้านสังคมและวัฒนธรรม ปัจจัยด้านเทคโนโลยี ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านกฎหมายและการเมือง สิ่งเหล่านี้มีผลต่อยอดการซื้อขายในอนาคต

- **แผนกลยุทธ์การตลาด ในการเพิ่มยอดขายในอนาคต**

1. จัดทำป้ายชื่อฟาร์ม และป้ายบอกทาง เพื่อสร้างภาพลักษณ์และความน่าเชื่อถือ รวมถึงเป็นการเพิ่มช่องทางในการขายส่งและขายปลีก โดยการจัดทำป้ายชื่อฟาร์มให้ลูกค้าสังเกตได้ชัดเจน

2. การโฆษณาประชาสัมพันธ์ด้วยแผ่นพับ เพื่อสร้างการรับรู้แก่ผู้บริโภค เข้าถึงตัวผู้บริโภคได้โดยตรง สามารถแนะนำวิธีการประกอบอาหาร ประโยชน์จากการบริโภคเห็ด เพื่อเพิ่มความสัมพันธ์กับลูกค้า และส่งผลกับยอดขาย โดยการจัดทำแผ่นพับประชาสัมพันธ์ฟาร์ม โดยมีข้อมูลคุณประโยชน์จากเห็ด วิธีการประกอบอาหาร และที่ตั้งฟาร์มเห็ด พร้อมเบอร์โทรศัพท์ติดต่อ

3. การโฆษณาประชาสัมพันธ์ผ่านสื่ออินเตอร์เน็ตหรือเว็บไซต์ เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ฟาร์มเห็ดในวงกว้าง และเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับฟาร์ม ส่งผลกับยอดขายในระยะยาว โดยการจัดทำเว็บไซต์ฟาร์มเห็ด โดยมีข้อมูลเกี่ยวกับประวัติของฟาร์ม สถานที่ตั้ง และความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเห็ดตับเต่า

4. พัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มคุณภาพของเห็ด ให้มีความสด และมีรสชาติอร่อย เป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันโดยตรง อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาระบบการผลิต ระบบการจัดเก็บ รวมไปถึงการขายให้มีมาตรฐานเพื่อพร้อมที่จะพัฒนาและเติบโตอย่างยั่งยืนในอนาคต โดยการจัดอบรมเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกกระบวนการ ได้แก่ การผลิต การดูแลต้นไม้พืชอาศัยเห็ด การจัดส่งดอกสด การขาย เพื่อให้มีกระบวนการทำงานในทุกขั้นตอนที่ชัดเจน

5. เพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายเห็ดให้มากขึ้น ตลอดจนเป็นการทำให้ฟาร์มเป็นที่รู้จักมากขึ้น และส่งผลกับยอดขายโดยตรง เน้นไปทางผู้บริโภคที่นิยมบริโภคเห็ด โดยเฉพาะเห็ดป่าไมคอร์ไรซา ทั่วทุกภาคในประเทศไทย และผู้ประกอบการแปรรูปอาหารจากเห็ด แม้แต่นักท่องเที่ยวที่ต้องการซื้อเห็ดตับเต่าไปรับประทานเอง หรือเป็นของฝาก โดยขยายช่องทางการจัดจำหน่าย จากขายหน้าร้าน ตลาดชุมชนของหมู่บ้าน ไปเป็นตลาดนัดของตำบล การนำสินค้าขึ้นทะเบียนกับพาณิชย์จังหวัด เพื่อจำหน่ายในตลาดตามโครงการที่พาณิชย์จังหวัดจัดขึ้น

6. มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูป เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและเพิ่มยอดขาย โดยการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการผลิต การดูแล การจำหน่าย วิธีจัดเก็บความต้องการของตลาด

7. เข้าร่วมโครงการเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากการผลิตเห็ดตับเต่าเป็นการการทำการเกษตรแบบอินทรีย์ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค และยังเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้แข็งแกร่งและยั่งยืนอีกด้วย โดยการศึกษาขั้นตอนการเข้าร่วมโครงการเกษตรอินทรีย์กับกระทรวงเกษตร และขอใบรับรอง

8. การเก็บข้อมูลความพึงพอใจและความต้องการของลูกค้า มีการจัดทำแบบสอบถามถึงความพึงพอใจและความต้องการของลูกค้า เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาในครั้งต่อๆ ไป

รายชื่อผู้ประกอบการ/กลุ่มผู้เพาะและแปรรูปเห็ดตับเต่า

1. วิสาหกิจชุมชนเห็ดตับเต่าคลองโพธิ์ เลขที่ 53 หมู่ที่ 2 ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โทร. 08-7014-6038
2. กลุ่มแปรรูปเห็ดตับเต่าพัฒนารวมใจ หมู่ที่ 6 ตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โทร. 08-2086-8503
3. วิสาหกิจชุมชนผลิตเห็ดบ้านธาตุน้อย เลขที่ 202 หมู่ที่ 5 บ้านธาตุน้อย ตำบลพระกลางทุ่ง อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม โทร 08-9966-6607
4. ฟาร์มเห็ดบ้านโฮ่งลำพูน เลขที่ 198 หมู่ 6 ตำบลศรีเตี้ย อำเภอบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน 51130 โทร. 0956739042นายอินผ่อง แก้วดำ
5. นายอินผ่อง แก้วดำ เลขที่ 184 หมู่ที่ 4 ตำบลบ้านแซว อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย โทร. 08-7577-9340

6. คุณลำไพ ชัยสิทธิ์โยธิน เลขที่ 33 หมู่ 12 ตำบลระแหง อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี

❖ การแปรรูป และถนอมอาหาร

โดยปกติแล้วอาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมีคุณภาพแตกต่างจากวัตถุดิบทั้งทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัส ซึ่งทางกายภาพ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางขนาด น้ำหนัก รูปร่าง เนื้อสัมผัส ทางด้านเคมี เช่น มีคุณค่าทางอาหารลดลง เกิดการเปลี่ยนสีและกลิ่นรส ทางด้านจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคลดลง หรือจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มากขึ้น และทางด้านประสาทสัมผัส เช่น มีความเหนียวเพิ่มขึ้น มีกลิ่นหอม สีสวย เป็นต้น ดังนั้นในการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพต่าง ๆ เหล่านี้อาจเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บของอาหาร หรือการทำผลิตภัณฑ์ใหม่จำเป็นต้องควบคุมคุณภาพตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการแปรรูป และบรรจุภัณฑ์ มีการขนส่งและจัดจำหน่ายอย่างเหมะสม เพื่อให้อาหารที่ผ่านกระบวนการแปรรูปแล้วมีคุณภาพเป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค ตามหลักเกณฑ์ในการถนอมอาหาร ดังนี้

1. ความสะอาดเป็นสิ่งสำคัญ อุปกรณ์ สิ่งที่จะนำมาทำผลิตภัณฑ์ ต้องรักษาและเก็บให้มีความสะอาดตั้งแต่การเตรียมไปจนถึงการเก็บ ความไม่สะอาดจะทำให้อาหารเกิดความเสื่อมและเน่าเสีย

2. วิธีการระงับยับยั้งการเน่าเสียก่อนเวลา โดยการแช่เย็น แช่แข็ง บรรจุในภาชนะที่มิดชิด หรือใส่สารปรุงแต่งหรือสารเคมีบางอย่างที่ใช้ในการถนอมอาหาร

3. ตัด ตกแต่งส่วนที่อาจจะเกิดการเน่าเสียออกก่อน เลือกวิธีการถนอมอาหารที่เหมาะสมกับอาหารนั้น ๆ

เมื่อมีวัตถุดิบที่ต้องการแปรรูปแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือวิธีการแปรรูปและถนอมอาหารที่เหมาะสมกับวัตถุดิบนั้น ๆ ซึ่งมีอยู่หลายวิธี เช่น

1. การแปรรูปและถนอมอาหารโดยการทำให้แห้ง

วิธีนี้เป็นการกำจัดน้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในอาหารออกจากอาหาร ซึ่งมีผลให้กระบวนการเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์และการลดปริมาณน้ำในอาหารโดยการทำแห้งทำให้อาหารมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ น้อยกว่า 0.6 ซึ่งเป็นระดับที่ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค รวมทั้งยับยั้งการสร้างสารพิษของเชื้อรา (mycotoxin) เช่น Aflatoxin นอกจากนี้การทำแห้งยังทำให้อาหารมีน้ำหนักเบา ลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง และการบริโภค หรือการนำไปเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปต่อเนื่องด้วยวิธีอื่น ๆ และยังเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นทางเลือกของผู้บริโภคมากขึ้นอีกด้วย การทำให้แห้งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ 1)การทำให้อาหารแห้งโดยอาศัยธรรมชาติ เป็นการอาศัยแหล่งความร้อนจากแสงอาทิตย์ หรือผึ่งลม วิธีนี้มีต้นทุนต่ำ ทำได้ง่ายแต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมอัตราเร็วในการทำแห้งได้ โดยขั้นตอนแรก ต้องทำความสะอาดเห็ดก่อน แล้วหั่นทั้งดอกตากแห้ง ประมาณ 3-4 แดด นำใส่ถุงพลาสติก และตากแดดอีกที ก่อนนำไปเก็บรักษา 2) การทำให้อาหารแห้ง โดยอาศัยวิธีกลเข้ามาช่วย วิธีนี้เป็นการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เช่น การใช้เมมเบรน การระเหย และการอบ การทำให้แห้ง โดยวิธีกลต้องหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการถนอมอาหารแต่ละชนิด เพื่อให้มีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด ซึ่งในการทำแห้งส่วนใหญ่จะอาศัยหลักการนำความร้อน และการพาความร้อน การแผ่รังสี ซึ่งวิธีนี้สามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมได้ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพสม่ำเสมอ การอบแห้งควรเป็นขั้นตอนการอบออกเป็น 3 ระยะ

1. ระยะแรกใช้อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง
2. ระยะที่สองใช้อุณหภูมิ40-50 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง
3. ระยะที่สามใช้อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง

การบรรจุอาหารโดยการทำแห้ง ควรเก็บในภาชนะที่สามารถป้องกันการผ่าน

เข้าออกของอากาศ หรือลดปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ในภาชนะบรรจุอาหารแห้งที่ต้องการรักษาความกรอบ ควรบรรจุในกล่องกระดาษ หรือวัสดุกันกระแทกอีกชั้นหนึ่ง เพื่อลดปัญหาการแตกหักของผลิตภัณฑ์

2. การแปรรูปและถนอมอาหารโดยการหมักดอง

เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์ย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต หรือสารอื่น ภายใต้สภาวะที่มีหรือไม่มีอากาศ ซึ่งแตกต่างจากการถนอมอาหารอื่นที่มีวัตถุประสงค์ในการทำลายจุลินทรีย์ และเอนไซม์ธรรมชาติในอาหาร การหมักดองจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารลดต่ำลง ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคเจริญได้ การดอง คือการถนอมอาหารในน้ำเกลือและมีน้ำส้มน้อย อาจเติมเครื่องเทศ น้ำตาลหรือน้ำมันด้วยก็ได้ การดองอาจอาศัยเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปช่วยถ้าดองในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นต่ำ เช่น แตงกวาดอง กระเทียมดอง ขิงดอง เป็นต้น หรืออาจดองโดยไม่ต้องอาศัยเชื้อจุลินทรีย์เลย ซึ่งมักใช้กับผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว หรือมีความเป็นกรดสูง และใช้น้ำเกลือที่เค็มจัด เช่น มะม่วงดอง เป็นต้น การหมัก คือการถนอมอาหารโดยอาศัยจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์บางชนิดเป็นตัวช่วยในการย่อยสลาย หรือเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ อาจเติมเกลือหรือไม่ก็ได้ และอาจเติมส่วนประกอบอย่างอื่น เช่น ข้าวคั่วเพื่อเสริมให้จุลินทรีย์มีบทบาทในการหมัก ทำให้เกิดรสชาติที่ต้องการ ซึ่งระยะเวลาในการหมักแล้วแต่ชนิดของผลิตภัณฑ์

ในการหมักผลิตภัณฑ์ เช่น ไส้กรอกอีสาน แหนม ปลาร้า น้ำปลา น้ำบูดู เชื้อแบคทีเรีย จะทำหน้าที่เปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตเป็นกรดแลคติก ซึ่งทำให้อาหารมีรสเปรี้ยวและความเป็นกรดเพิ่มขึ้น ไม่เหมาะกับการเจริญและเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ทั้งที่เป็นอันตรายและทำให้อาหารเน่าเสีย ความเข้มข้นของกรดแลคติกที่เกิดขึ้นประมาณ 0.8-1.2 เปอร์เซ็นต์ ในการหมัก อาจมีการเติมดินประสิวหรือสารประกอบไนโตรท์และไนเตรต เพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียคลอสตริเดียม และมีการเติมเครื่องเทศเพื่อ

เพิ่มกลิ่นรสในกระบวนการหมัก เพื่อให้เกิดกรดแลคติกมักทำให้อาหารอยู่ในสภาพที่ไม่มีอากาศหรือมีน้อย เช่น การห่อหมูด้วยใบตองหรือพลาสติกให้แน่นในการทำแหนม นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์ที่ใช้กับอาหารที่มีความเป็นกรด ควรเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่ทนต่อการกัดกร่อน และหากผลิตภัณฑ์ต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ไม่ว่าจะเป็นระดับพาสเจอไรซ์หรือสเตอริไลซ์ บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ควรทนความร้อนสูงได้ เช่น ขวดแก้ว กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ เป็นต้น หลักเกณฑ์ในการหมักดองให้มีคุณภาพ คือ

1. วัตถุดิบต้องสด ไม่ว่าจะเป็นเนื้อสัตว์ ผัก ผลไม้ หรือเห็ด
2. สิ่งที่นำมาใช้ในการหมักดอง ต้องมีความอ่อน แก่สม่ำเสมอเพื่อให้ได้คุณภาพเท่าเทียมกัน
3. เครื่องปรุงที่นำมาใช้ต้องคัดสรรให้ได้คุณภาพมาตรฐาน
4. ควรทำตามคำแนะนำทุกขั้นตอน ไม่พลิกแพลงเทคนิควิธีการ หรือเปลี่ยนแปลงขั้นตอน โดยปราศจากความรู้ความเข้าใจและความชำนาญที่ถูกต้อง
5. ในขณะดองและภายหลังจากดองเสร็จ ควรจัดเก็บในภาชนะที่มิดชิดเพื่อป้องกัน อากาศและเชื้อโรค รวมทั้งสิ่งสกปรกที่ลอยปะปนอยู่ในอากาศหล่นลงในอาหาร ซึ่งอาจทำให้อาหารนั้นเกิดเสียรสชาติหรือบูดเน่าได้
6. ในการดองพึงจำไว้ว่า น้ำที่ใช้สำหรับดองนั้นต้องท่วมอาหารที่ต้องการดองเสมอ
7. ภาชนะที่บรรจุอาหารหมักดอง นอกจากต้องสะอาดและปิดมิดชิดแล้ว ควรจัดเก็บในที่ซึ่งไม่ถูกแสงแดดจัด หรือมีอุณหภูมิร้อนจนเกินไป
8. สิ่งที่ควรเน้นที่สุดในการทำอาหารหมักดองคือ ความสะอาด โดยต้องใส่ใจทุก ๆ ขั้นตอน ตั้งแต่เตรียมวัตถุดิบ อุปกรณ์ที่ใช้ กรรมวิธีการดองและปรุง การบรรจุลงภาชนะ

9. การแปรรูปเห็ดต่าง ๆ เช่น การทำแห้งด้วยการอบ ทอด หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นับเป็นตลาดอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหารจากเห็ด เช่น แหนมเห็ด เห็ดสวรรค์น้ำพริก ข้าวเกรียบ ทองม้วน น้ำปลา ซีอิ้ว และลูกชิ้นเห็ด เป็นต้น ซึ่งยังสามารถขยายตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะเห็ดที่ถือว่ามีโปรตีนสูง ถ้านำมาแปรรูปเป็นของขบเคี้ยวสำหรับเด็กได้จะมีคุณค่าทางอาหารมาก เนื่องจากเห็ดเป็นอาหารที่สามารถบริโภคได้ทุกวัน และราคาต่อหน่วยการบริโภคยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ

- **วิธีการแปรรูปเห็ด และเมนูอาหารจากเห็ดตับเต่า**

เห็ดตับเต่าถือเป็นเห็ดปลอดสารพิษ สามารถนำไปประกอบเป็นอาหารได้ โดยนำมาปรุงเป็นแกงผสมกับผักหลายชนิด รสชาติดี เนื้อเห็ดมีความหนา ส่วนโคนก้านของเห็ดตับเต่ามีเนื้อมากกว่าเห็ดโดยทั่วไป เมื่อเคี้ยวจะมีความเหนียวต่างจากเห็ดชนิดอื่น การแปรรูปเห็ดตับเต่าทำได้หลายวิธี เช่น การทำเห็ดตับเต่าดองในน้ำเกลือ ซึ่งสามารถใช้เห็ดตับเต่าได้ ถึงร้อยละ 33 ของส่วนผสมทั้งหมด และเห็ดอบกรอบปรุงรสสามารถใช้เห็ดตับเต่าและเห็ดนางฟ้าได้ในปริมาณหนึ่งต่อหนึ่ง เป็นต้น การแปรรูปเห็ดตับเต่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้ ก็จะสามารถจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าได้ตลอดทั้งปี เป็นการนำทรัพยากรของชุมชนมาสร้างเพิ่มมูลค่า และยังเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าสนใจของผู้บริโภค

1. เห็ดตับเต่าในน้ำเกลือ

อุปกรณ์

หม้อต้มเห็ด

หม้อต้มน้ำเกลือ

กระชอนตักเห็ด

ตาชั่ง

ขวดแก้วที่มีฝาปิดแบบมีซีลยาง ขนาด 16 ออนซ์

หม้อนึ่ง

ส่วนผสม

เห็ดตับเต่าสด 240 กรัม/ขวด

เกลือ 100 กรัม

มะนาว 12 กรัม

น้ำ 1 ลิตร

วิธีทำ

1. นำขวดและฝาขนาด 16 ออนซ์ (ความจุประมาณ 480 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ล้างทำความสะอาด คว่ำใส่หม้อนึ่งฆ่าเชื้อประมาณ 5-10 นาที
2. นำเห็ดตับเต่าสด ตัดแต่งโคนเพื่อเอาดินออก แล้วล้างทำความสะอาด หั่นเห็ดตับเต่าเป็นลูกเต๋าขนาดประมาณ 2x2 เซนติเมตร ลวกในน้ำที่มีกรดมะนาวร้อยละ 0.2 (น้ำ 1 ลิตร หรือน้ำ 1 กิโลกรัม ใส่กรดมะนาว 2 กรัม) นาน 8 นาที ตักขึ้นแช่น้ำเย็น ตักเห็ดขึ้นใส่ตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ รอบรรจุขวด
3. บรรจุเห็ดที่ลวกแล้วลงใส่ขวด ชั่งน้ำหนัก 240 กรัม หรือเต็มขวด
4. เตรียมน้ำเกลือตามข้างต้น (เกลือ กรดมะนาว และน้ำ)
5. บรรจุน้ำเกลือที่กรองแล้วลงในขวดที่บรรจุเห็ดไว้ในขณะที่น้ำร้อนอยู่ ปิดฝาแบบหลวม ๆ นึ่งในหม้อนึ่งที่น้ำเดือดนาน 7 นาที เพื่อเป็นการไล่อากาศ ปิดฝาขวดให้แน่น นึ่งต่อไปอีก 30 นาที ยกลง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปแช่เย็น

2. เห็ดตับเต่าอบกรอบ

ส่วนผสม

เห็ดตับเต่าสด 350 กรัม

น้ำมันมะกอก 5 ช้อนโต๊ะ

เกลือ

เครื่องปรุงรสตามชอบ เช่น พริกป่น พริกไทยดำ เป็นต้น

วิธีทำ

1. เปิดเตาอบที่อุณหภูมิ 400 องศาฟาเรนไฮต์ หรือประมาณ 200 องศาเซลเซียส

2. นำเห็ดตับเต่า มาตัดแต่ง ล้างทำความสะอาด และหั่นหนา ซับน้ำให้แห้ง ใส่ลงอ่างผสม เติมน้ำมันมะกอกและเกลือคลุกจนทั่ว นำไปอบประมาณ 40 นาที พอครบเวลา ให้นำออกมาพลิกกลับอีกด้าน และโรยส่วนผสมทั้งหมดอีกครั้ง นำเข้าไปอบอีก 20 – 40 นาที หรือจนกว่าจะกรอบได้ที่ เป็นอันเสร็จ

3. แกงเห็ดตับเต่า

แกงเห็ดตับเต่า หรือ แกงเห็ดห้า เป็นแกงที่ใช้พริกแห้ง หรือพริกสดเป็นเครื่องปรุงก็ได้ และใส่ยอดมะเม่า หรือยอดมะขาม ก็ได้ แล้วแต่ชอบ มีรสชาติอร่อยทั้ง 2 ตำรับ หรือว่าจะนำเห็ดตับเต่าแกงกับยอดฟักทอง แล้วใส่ใบแมงลัก ก็เป็นตำรับแกงเห็ดตับเต่าอีกตำรับหนึ่ง (ศูนย์สนเทศภาคเหนือ สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2566)

ส่วนผสม

เห็ดตับเต่า	200	กรัม
เนื้อหมูบด	50	กรัม
มะเม่า	5	ยอด
พริกแกง	2	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

1. โขลกเครื่องแกงรวมกันให้ละเอียด
2. ต้มน้ำ พอเดือด ละลายเครื่องแกงในน้ำเดือด
3. ใส่เนื้อหมูบด
4. พอหมูสุก ใส่เห็ดตับเต่า คนให้เข้ากัน รอจนเห็ดสุก
5. ใส่ยอดมะเม่า คนให้เข้ากัน ปิดไฟ

4. แกงคั่วปลาทูเห็ดตับเต่า (บริษัท วงใน มีเดีย จำกัด, 2566)

ส่วนผสม

เห็ดตับเต่า	10-15	ดอก
ปลาทูทอดแกะเนื้อสับละเอียด	1	ตัว
ลูกชิ้นหมูผ่าครึ่ง	10	ลูก
พริกแกงเผ็ดละเอียด	2-3	ช้อนโต๊ะ
ข่า	1/2	หัว
ใบมะกรูด	10	ใบ
พริกหยวก	3	เม็ด
โหระพา	1	กำ
น้ำตาลทราย	1	ช้อนโต๊ะ
น้ำปลา	2-3	ช้อนโต๊ะ
กะทิขวด	250	มิลลิลิตร
น้ำมันพืช	1	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

ตัดโคนเห็ดตับเต่าที่ติดดินออก หั่นแช่น้ำ ล้างให้สะอาด ต้มน้ำให้เดือด ใส่เห็ดลงไปต้มจนสุก จากนั้นนำไปล้างน้ำเย็นอีกซัก 2 น้ำ (เคล็ดลับ: น้ำจะเปลี่ยนเป็นสี

น้ำตาล ต้มไปชักพักเพื่อลดกลิ่นเห็ดลง) นำพริกแกงลงผัดในกระทะคั่วให้หอม ตามด้วยปลาทูสับและลูกชิ้นลงไปผัด ใส่กะทิลงไป เติมน้ำอีก ½ ขวดกะทิ ใส่ข่าซอย และใบมะกรูดลงไป ตามด้วยเห็ดที่ต้มแล้ว ปรุงรสด้วยน้ำตาลและน้ำปลา ชิมรสตามชอบ ใส่พริกหยวกและโหระพา ปิดไฟ พร้อมรับประทาน

5. เห็ดตับเต่าผัดกะเพรา (พรรณรส, 2562)

วิธีทำ

ใช้มีดเกลาส่วนที่สกปรกออกให้หมด ล้างเอาดินโคลน ฝุ่นผงออกให้เกลี้ยง หั่นชิ้นพอคำหรือหั่นขนาดที่ชอบ จากนั้นตั้งน้ำให้เดือด ใส่เกลือเล็กน้อย นำเห็ดลงต้มให้สุก ต้มเห็ดประมาณ 10 นาที ตักขึ้นแช่น้ำเปล่าผสมน้ำส้มสายชูสัก 1 ช้อนโต๊ะ เคล้าเห็ดในน้ำส้มให้ทั่วๆ แล้วล้างน้ำสะอาดอีกครั้ง พักไว้ เห็ดก็จะพร้อมสำหรับทำอาหารต่างๆได้ตามต้องการ

ตำพริกกระเทียมหยาบๆ ผัดในน้ำมันร้อนๆให้หอม ใส่เห็ดที่ต้มแล้วลงผัดให้ทั่ว ปรุงรสด้วยน้ำมันหอย ซีอิ้วขาว ผงปรุงรส น้ำปลา น้ำตาลทราย (ปริมาณปลายช้อน) ผัดไฟแรงให้ร้อนฉ่า แล้วโรยใบกะเพรา ผัดให้ทั่วๆ ปิดแก๊ส ตักเสิร์ฟได้

[เคล็ดลับ 1]: เห็ดตับเต่ามีเมือกลื่นมีกลิ่นดิน เราต้มกับน้ำเกลือก่อนจะลดเมือกได้ระดับหนึ่ง

[เคล็ดลับ 2]: การแช่น้ำผสมน้ำส้มสายชู หลังการต้มน้ำเกลือ ช่วยให้ลดเมือกได้อีกระดับ และกำจัดกลิ่นดินได้

[เคล็ดลับ 3]: เวลาทำเมนูผัด อย่าใส่น้ำเยอะใส่ได้นิดหน่อย ถ้าน้ำเจิ่งมันจะไปละลายให้เห็ดมีเมือกลื่นออกมา

6. ยำเห็ดตับเต่า (กรมส่งเสริมวัฒนธรรม, 2564)

ส่วนผสม

เห็ดตับเต่า	2-3	ดอก
มะม่วงเปรี้ยว	1	ลูก
ตะไคร้	3-4	ต้น
หอมแดง	5-6	หัว
หัวกระทิ	4	ช้อนโต๊ะ
น้ำพริกเผา	2	ช้อนโต๊ะ
น้ำตาลปี๊บ	1	ช้อนโต๊ะ
น้ำปลา	1	ช้อนโต๊ะ
ปูนแดง	2	ช้อนโต๊ะ
พริกแห้ง	5-10	เม็ด

วิธีทำ

1. ทำความสะอาด และเตรียมเห็ด โดยตัดบริเวณโคนออกเล็กน้อย
2. เตรียมน้ำปูนแดง นำเห็ดตับเต่าลงไปแช่ในน้ำปูนแดงให้ชุ่มจนทั่ว แช่ไว้ 3-5 นาที

3. เมื่อครบเวลา นำเห็ดขึ้นสะเด็ดน้ำให้แห้ง หั่นเห็ดให้เป็นชิ้นเล็กๆขนาดพอดีคำ

4. นำหม้อใส่น้ำตั้งบนเตา ใช้ไฟแรง เทเห็ดที่หั่นไว้ลงไปในหม้อ แล้วปิดฝาให้สนิท ต้มทิ้งไว้ราว 3-5 นาที จากนั้นเปิดฝา ใส่มะขามเปียกลงไป ต้มจนเห็ดเนื้อนิ่มและมีสีเข้มขึ้น สะเด็ดน้ำออก แล้วนำไปเทใส่ในภาชนะไว้

5. เตรียมเครื่องยำ เริ่มด้วยซอยตะไคร้ หอมแดง ใบมะกรูดให้ละเอียด สับมะม่วงเป็นเส้นๆ เตรียมน้ำมะนาว ตำกุ้งแห้ง และพริกขี้หนูสวนพอแหลก

6. การเตรียมน้ำยำ ตักหัวกระทิใส่ลงในภาชนะ ตามด้วยน้ำพริกเผา น้ำปลา น้ำตาลปี๊บ น้ำมะนาวลงไป คลุกเคล้าส่วนผสมทุกอย่าง แล้วคนให้เข้ากัน ชิมรสน้ำยำ ควรให้มีรสหวานนำ จากนั้นตักมะม่วงสับลงไป ตามด้วยหอมแดงซอย ตะไคร้ซอย ใบมะกรูดซอย กุ้งแห้งป่น และปิดท้ายด้วยพริกขี้หนูสวนตำ

7. คนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากับน้ำยำ เทเห็ดตับเต่าที่ต้มเตรียมไว้แล้วลงไป คลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครั้ง ตักใส่จาน โรยหน้าด้วยกะทิอีกครั้ง ตามด้วยกุ้งแห้งป่น ใบมะกรูดหั่นฝอย พริกแห้งทอด หอมแดงซอย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมวัฒนธรรม. 2564. ยำเห็ดตับเต่า. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2566. จาก https://www.youtube.com/ watch?v=VP3nv5AMgKU.

เกษม สร้อยทอง. 2537. เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. อุบลราชธานี: ศิริธรรม ออฟเซ็ท.

ทศพร นามโฮง. 2557. การแปรรูปเห็ดตับเต่า. รายงานการวิจัย. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา, พระนครศรีอยุธยา. 38 หน้า.

บริษัท วงใน มีเดีย จำกัด. 2566. แกงคั่วปลาทูเห็ดตับเต่า. สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2566. จาก https://www.wongnai.com/recipes/ugc/f639e700a0b443ecb019d03556cb33aa.

พรรณรส บำรุงรัตน์. 2562. ทริกทำครัว เห็ดตับเต่า (เห็ดผึ้ง) ผัดกะเพรา เมนูหากินยากมีเฉพาะหน้าฝน. สืบค้นเมื่อวันที่ 23มีนาคม 2566. จาก https://www.facebook.com/groups/589251888257808/posts/778782152638113/.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2550. เห็ดในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก และมนัส ทิตย์วรรณ. 2562. วัสดุผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะและผลต่อการเจริญของพืชอาศัย. *วารสารแก่นเกษตร.* 48 (1): 1173-1180.

ศูนย์สนเทศภาคเหนือ สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2566. อาหารพื้นเมืองล้านนา. สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2566. จาก https://lannainfo.library.cmu.ac.th/lannafood/detail_lannafood.php?id_food=44.

สมจิตร อยู่เป็นสุข. 2549. ไมคอร์ไรซา. พิมพ์ครั้งที่ 1. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมทบ เวทโอสถ. 2560. เห็ด และการผลิตเห็ด. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 261 หน้า.

อนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2530. เห็ดเมืองไทยไทย. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

อนงค์ จันทร์ศรีกุล, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และอุทัยวรรณ แสงวณิช. 2551. ความหลากหลายของ เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาทิตยา พัฒนิบูลย์ และอมรชัย อาภรณ์วิชานพ. 2556. เทคโนโลยีการอบแห้ง. Production Technology. 41(243), 64-67.

Allen, M.F. 1991. The Ecology of Mycorrhizae. In *Journal of Tropical Ecology*, A.C. Newton, ed. pp 194. Cambridge: Cambridge University Press.

Brundrett, MC. 2006. Understanding the Roles of Multifunctional Mycorrhizal and Endophytic Fungi. *Soil Biology journal* 38(9): 281-298.

Harley, J. L., and Smith, S. E. 1983. Mycorrhizal symbiosis. In *Scientific Research,* J. Dighton, ed. pp 483. London: Academic Press.

Janos, D. P., Schroeder, M. S., schaffer, B., and Crane, J. H. (2001). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi enhances growth of Litchi chinensis Sonn. Trees after propagation by air-layering. *Plant and Soil* 233: 85-94.

Nopamornbodi, O. 1995. Effect of mycorrhizae on plant growth and soil fertility. In International Training Course on Soil Management Technique “Fertility Improvement”, ADRC, ed. Khonkaen: JICAS ADRC.

Pampolina, N. M., Cruz, R. E., and Garcia, M.U. 1999. Ectomycorrhizal Root and Fungi of Philippine Dipterocarps. In Proceedings of an international symposium and workshop, kaiping, Guangdong

Province, P.R., M. Brundett, B. Dell, N. Malajczuk and G. Mingqin, ed. pp. 47-50. Kaiping city: The Chinese Academy of Forestry.

Phosri, C. 2005. Ectomycorrhizal Formation of Gasteromycete Fungi in Forest Tree Seedlings. Research report (p.60). Phitsanuloke: Pibulsongkram Rajabhat University.