

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาและทดสอบวิธีการลดต้นทุนด้านพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตก้อนวัสดุเพาะ

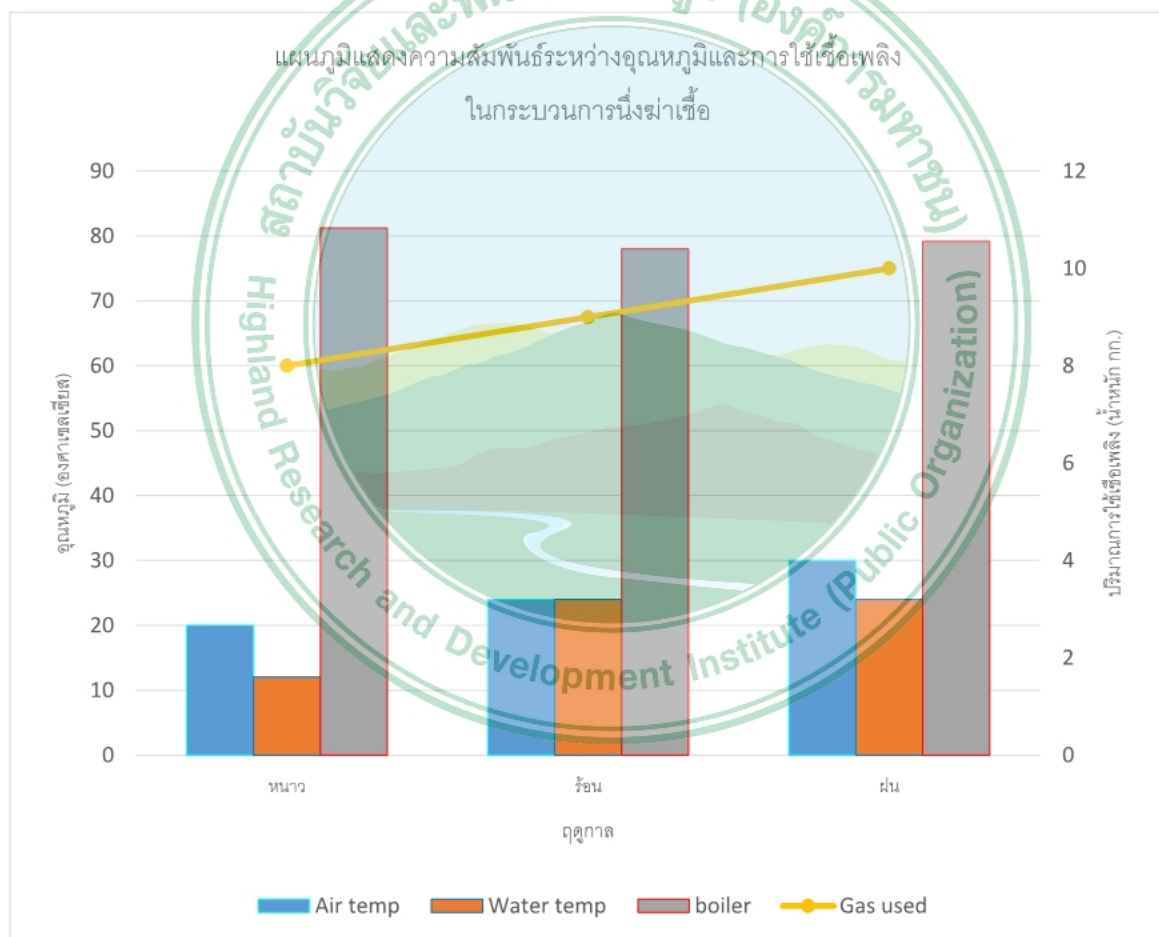
จากการทดสอบการเพาะเห็ดร่วมกับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดท้องถิ่นและเห็ดเศรษฐกิจบนพื้นที่สูงได้ดำเนินการติดตั้งและทดสอบการทำงานของหม้อต้มน้ำพลังแสงอาทิตย์ ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางมะโอ โดยทำการทดสอบใน 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และ ฤดูฝน พบว่าช่วงฤดูหนาวในการนึ่งฆ่าเชื้อก้อนวัสดุเพาะด้วยวิธีการเพิ่มอุณหภูมิน้ำก่อนเข้าหม้อต้มไอน้ำ (preheat) จำนวน 1 ครั้ง (ประมาณ 1,349 ก้อน)/เตา ใช้เวลา 1 ชั่วโมง 35 นาที ในการเพิ่มอุณหภูมิภายในฝาคอบจาก 20 องศาเซลเซียส เป็น 90 องศาเซลเซียส ใช้ก๊าซหุงต้มไป 8 กิโลกรัม โดยมีอุณหภูมิเริ่มต้นจากหม้อต้มน้ำร้อนพลังแสงอาทิตย์ 81.2 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนใช้เวลา 1 ชั่วโมง 19 นาที ในการเพิ่มอุณหภูมิภายในฝาคอบจาก 24 องศาเซลเซียส เป็น 90 องศาเซลเซียส ใช้ก๊าซหุงต้มไป 9 กิโลกรัม โดยมีอุณหภูมิเริ่มต้นจากหม้อต้มน้ำร้อนพลังแสงอาทิตย์ 78 องศาเซลเซียส ในฤดูฝนใช้เวลา 1 ชั่วโมง 17 นาที ในการเพิ่มอุณหภูมิภายในฝาคอบจาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 90 องศาเซลเซียส ใช้ก๊าซหุงต้มไป 10 กิโลกรัม โดยมีอุณหภูมิเริ่มต้นจากหม้อต้มน้ำร้อนพลังแสงอาทิตย์ 79.2 องศาเซลเซียส ซึ่งวิธีการเดิมในการเพิ่มอุณหภูมิภายในฝาคอบจากอุณหภูมิห้องไปเป็น 90 °C ใช้เวลาในการนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง โดยใช้ก๊าซหุงต้มไปทั้งหมด 12-15 กิโลกรัมต่อการนึ่ง 1 เตา คิดเป็นร้อยละ 80-100



ภาพที่ 4-1 หม้อต้มน้ำพลังแสงอาทิตย์แบบหลอดแก้วสุญญากาศและเครื่องควบคุม ในกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อแบบ pre-heat

ตารางที่ 4-1 แสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศ น้ำ หม้อต้ม กับปริมาณเชื้อเพลิงและระยะเวลาในการเพิ่มอุณหภูมิ ในกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อแบบ pre-heat

Season	Temperatures (°C)			Gas (kg.)			time to 90 °C (hour)
	Air	Water	boiler	before	After	used	
winter	20	12	81.2	15.6	7.6	8	1.35
summer	24	24	78	15.6	6.6	9	1.19
rain	30	24	79.2	15.6	5.6	10	1.17



ภาพที่ 4-2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศ น้ำ หม้อต้ม กับปริมาณเชื้อเพลิงและระยะเวลาในการเพิ่มอุณหภูมิ ในกระบวนการนึ่งฆ่าเชื้อแบบ pre-heat

4.2 การศึกษาวิธีการเพาะเห็ดพื้นบ้านที่สำคัญในสภาพป่าธรรมชาติและครัวเรือนเกษตรกร

ดำเนินการทดสอบวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ด 3 ชนิด ได้แก่ เห็ดเผาะ เห็ดหล่ม และเห็ดโคน

1. ศึกษาวิธีการเพาะเห็ดท้องถิ่นที่สำคัญตามแนวทางของวิถีการอยู่กับธรรมชาติอย่างยั่งยืน (permaculture)

เห็ดโคน

จากการศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ดโคนในห้องปฏิบัติการ พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรดัดแปลง 1/2 PDB ที่มีส่วนผสมของ Bacto-Peptone 1.5 g, Yeast extract 1.0 g, K_2HPO_4 1.5 g และ $MgSO_4$ 0.5 g (pH 5.6 ± 2 ที่อุณหภูมิ 25 °C) ทำให้เส้นใยเห็ดโคนเจริญเติบโตเต็มขวดอาหารภายใน 30 วัน และในการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนด้วยรังปลวกจำลองในแปลงของเกษตรกรจำนวน ๓ ราย โดยใช้แนวทางของวิถีการอยู่กับธรรมชาติอย่างยั่งยืน (permaculture) ในการล่อปลวกให้เข้ามากินเศษไม้และสปอร์ของเห็ดเพื่อให้ปลวกนำกลับไปทำรังและสร้างรังใหม่ โดยทำการขุดหลุมลึกประมาณ 20-50 ซม. จากนั้นนำเศษใบไม้ กิ่งไม้ ฟางข้าว ก้อนเห็ดเก่าหรือลังกระดาษ วางซ้อนเป็นชั้นๆ จากนั้นรดด้วยน้ำหมักดอกเห็ดโคนแก่ ผสมจุลินทรีย์จาวปลวก อัตรา 500-600 มล. ต่อน้ำ 5 ลิตร ให้ทั่วกอง คลุมกองด้วยดิน ใบไม้ หรือหญ้าแห้ง ดูแลรดน้ำสม่ำเสมอ เห็ดโคนสามารถให้ผลผลิตภายใน 6 เดือน – 1 ปี สำหรับกรณี que เริ่มจากการจับคู่กันของปลวกจะใช้เวลาอย่างน้อย 3 ปี



ภาพที่ 4-3 การทดสอบการเพาะเห็ดโคนร่วมกับเกษตรกรบ้านป่าแป๋ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน

4.3 ศึกษาและพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดท้องถิ่นบนพื้นที่สูงกลุ่มชิมไบโอซิสที่มีศักยภาพ

1. ศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสร้างดอกเห็ดในห้องปฏิบัติการและแปลงทดสอบ (แสง อุณหภูมิ ความชื้น)

การศึกษาและพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดท้องถิ่นบนพื้นที่สูงกลุ่มชิมไบโอซิสที่มีศักยภาพ ดำเนินการศึกษาปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสร้างดอกเห็ดในห้องปฏิบัติการและแปลงทดสอบในพื้นที่บ้านแม่ละโล โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่ละโล โดยจากการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงในแปลงทดสอบพบว่าเห็ดเหาะแก่อยู่ในบริเวณแปลงทดสอบปัจจัยฯ และพบดอกเห็ดเหาะอ่อนอยู่บริเวณป่าที่อยู่ใกล้เคียงกัน ในช่วงปลายเดือนมิถุนายน นอกจากนี้ยังพบเห็ดลมในบริเวณแปลงทดสอบ มีสภาพแห้งและแข็งในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ และพบเห็ดข้า เห็ดแดง เห็ดไข่ห่าน และเห็ดหลินจือ ในช่วงเดือนมิถุนายน โดยพบเห็ดเหาะแก่และกล้าไม้วงศ์ยางกำลังงอกในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม 2563



ภาพที่ 4-4 เห็ดที่พบในแปลงทดสอบปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสร้างดอกเห็ด บ้านแม่ละโล โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่ละโล อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่



ภาพที่ 4-5 สภาพแปลงทดสอบการเพาะเห็ดเหาะและปัจจัยการเกิดดอกเห็ด บ้านแม่ละโล โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงแม่ละโล อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

และจากการศึกษาสารสำคัญจากเห็ดที่มีศักยภาพ 8 ชนิด ได้แก่ เห็ดเผาะ เห็ดหล่ม เห็ดฟาน เห็ดแดง หน้าม้อย เห็ดโคนแดง เห็ดแดงก่อ เห็ดไข่เหือง (เหืองอ่อน) และเห็ดขมิ้น ได้ผลดังนี้

1. เห็ดเผาะ พบสารสำคัญในเห็ดเผาะ 13 ชนิดดังนี้



ตารางที่ 4-2 สารสำคัญในเห็ดเผาะ

No.	%Matching more than 85%	Cas no.	Rt (min)	(%area)	%matching
1	dl-Limonene		9.034	0.62	94
2	2-Tetradecene, (E)-	035953-54-9	18.910	1.78	98
3	10b-Methylaceptylene	102521-06-2	20.638	0.93	90
4	Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-	000096-76-4	22.012	24.26	95
5	3-Hexadecene, (Z)-	034303-81-6	23.774	3.37	96
6	1-Octadecene	000112-88-9	28.163	2.37	97
7	1-Hexadecanamine, N,N-dimethyl-	000112-69-6	30.457	2.77	86
8	1,2-Benzenedicarboxylic acid, dibutyl ester	000084-74-2	31.624	3.88	94
9	Ethyl palmitate		32.179	7.19	99
10	Methyl 9,12-heptadecadienoate	998410-70-8	34.794	0.68	93
11	Ethyl linoleate	000544-35-4	35.258	1.69	97
12	Stearic acid, ethyl ester	000111-61-5	35.819	2.23	98
13	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	000117-81-7	41.615	29.87	91
% area				81.64	

2. เห็ดหล่ม (vial no.9) พบสารสำคัญในเห็ดหล่มมี 15 ชนิดดังนี้



ตารางที่ 4-3 สารสำคัญในเห็ดหล่ม

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
1	22.0538	4.5654	PHENOL, 2,4-BIS(1,1-DIMETHYLETHYL)	plant metabolite and a mammalian metabolite	
2	22.2254	18.7033	Phenol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl)	plant metabolite and a mammalian metabolite	
3	24.2224	1.9916	1-HEXADECENE	สารลดแรงตึงผิว	Jun, L. I. "Synthesis and applications of sodium hexadecyl diphenyl ether disulfonate in EOR [J]." Detergent & Cosmetics 9 (2010).
4	25.6414	0.9097	1,1-BIS(P-TOLYL)ETHANE		
5	25.9561	0.9978	1,1-BIS(P-TOLYL)ETHANE		
6	26.1164	2.456	1,1'-Biphenyl, 2,2',5,5'-tetramethyl		
7	26.3624	1.3846	1,1-BIS(P-TOLYL)ETHANE		
8	26.8087	1.6044	5-ETHYL-3,12-DIOXATRICYCLO[4.4.2.0(1,6)]DODECAN-4-ONE		
9	28.6741	1.3584	E-15-Heptadecenal	Antimycobacterial	Seow, Lay-Jing, et al. "Antimicrobial activity of Gynura segetum's leaf extracts and its active fractions." TANG [HUMANITAS MEDICINE] 2.2 (2012): 20-1.
10	31.9413	1.9825	1,2-BENZENEDICARBOXYLIC ACID, DIBUTYL ESTER	องค์ประกอบของพลาสติก	
11	32.7024	14.2178	ETHYL HEXADECANOATE	Aromatic hydrocarbon	Altintas, Ayhany, et al. "Composition of the

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
					essential oils of Lycium barbarum and L. ruthenicum fruits." Chemistry of natural compounds 42.1 (2006): 24-25.
12	35.7808	5.7841	9,12-OCTADECADIENOIC ACID ETHYL ESTER		
13	35.9066	25.8405	ETHYL 9-OCTADECENOATE		
14	36.0154	2.3544	ETHYL OCTADEC-9-ENOATE		
15	36.393	8.0016	ETHYL OCTADECANOATE		

3. เห็ดฟาง (vial no.2) พบสารสำคัญในเห็ดฟางมี 16 ชนิดดังนี้



ตารางที่ 4-4 สารสำคัญในเห็ดฟาง

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
1	19	1.1504	3-TETRADECENE	Antimycobacterial	Mata, Rachel, et al. "Antimycobacterial Compounds from Piper s anctum." Journal of Natural Products 67.12 (2004): 1961-1968.
2	22	20.7467	2,4-di-t-Butylphenol	พลาสติก	
3	24	2.5562	ALPHA.-HEXADECENE	สารลดแรงตึงผิว	Jun, L. I. "Synthesis and applications of sodium hexadecyl diphenyl ether disulfonate in EOR [J]." Detergent & Cosmetics 9 (2010).
4	25	1.4922	1,1-BIS(P-TOLYL)ETHANE		
5	26	2.4279	1,2,3-TRIMETHYL-4-PROPENYLNAPHTHALENE	Aromatic hydrocarbon	Chen, MeiChun, et al. "Analysis on characteristic flavor components of aged Pu-erh tea." Journal of Tea Science 34.1 (2014): 45-54.
6	26	2.109	3,4-DIMETHOXY-5-METHYL-2-(1-METHYLETHYL)PHENOL		
7	26	1.5715	BENZO[C]CINNOLINE, 5,6-DIHYDRO-5,6-DIMETHYL		

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
8	26	8.9266	1,2,3-TRIMETHYL-4-PROPENYLNAPHTHALENE	Aromatic hydrocarbon	Chen, MeiChun, et al. "Analysis on characteristic flavor components of aged Pu-erh tea." <i>Journal of Tea Science</i> 34.1 (2014): 45-54.
9	27	2.5709	1,4-Dicyano-2-(5-hexenyl)benzene	Biomedicine	Peng, Wan-Xi, et al. "Determination of Biomedicine Resource of Benzene/Ethanol Extractives of Flesh Eucalyptus Urophydis Chips by Py-GC/MS." 2008 2 nd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering. IEEE, 2008.
10	27	5.2847	BENZO[C]CINNOLINE, 5,6-DIHYDRO-5,6-DIMETHYL		
11	29	1.7822	E-15-Heptadecenal		Seow, Lay-Jing, et al. "Antimicrobial activity of Gynura segetum's leaf extracts and its active fractions." <i>TANG [HUMANITAS MEDICINE]</i> 2.2 (2012): 20-1.
12	32	2.8546	BUTYL ISOBUTYL PHTHALATE	ลดน้ำตาลในเลือด	Bu, Tong, et al. " α -glucosidase inhibition and the in vivo hypoglycemic effect of butyl-isobutyl-phthalate derived from the Laminaria japonica rhizoid." <i>Phytotherapy Research</i> 24.11 (2010): 1588-1591.
13	33	10.1034	ETHYL HEXADECANOATE	Aromatic hydrocarbon	Altintas, Ayhan, et al. "Composition of the essential oils of Lycium barbarum and L. ruthenicum fruits." <i>Chemistry of natural compounds</i> 42.1 (2006): 24-25.
14	36	1.2644	Linoleic acid ethyl ester	กรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้	Brenna, J. Thomas, et al. "Plasma and red blood cell membrane accretion and pharmacokinetics of RT001 (bis-allylic 11, 11-D2-linoleic acid ethyl ester) during long term dosing in patients." <i>Journal of Pharmaceutical Sciences</i> 109.11 (2020): 3496-3503.
15	36	4.2283	ETHYL OCTADEC-9-ENOATE		
16	36	4.4673	STEARIC ACID ETHYL ESTER	ไขมัน	Liu, Wei, et al. "Microwave assisted esterification of free fatty acid over a heterogeneous catalyst for biodiesel production." <i>Energy conversion and</i>

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
					management 76 (2013): 1009-1014.

4. เติตแต่งหน้ามอย (vial no.3) พบสารสำคัญในเติตแต่งหน้ามอย 18 ชนิดดังนี้



ตารางที่ 4-5 สารสำคัญในเติตแต่งหน้ามอย

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
1	12.0805	1.134	Decamethylcyclotrasiloxane		
2	16.7038	0.9408	DODECAMETHYL CYCLOHEXASILOXANE		
3	16.8183	1.5835	Dodecamethylcyclotrasiloxane		
4	19.2902	1.3302	3-TETRADECENE	Antimycobacterial	Mata, Rachel, et al. "Antimycobacterial Compounds from Piper sanctum." Journal of Natural Products 67.12 (2004): 1961-1968.
5	22.0482	6.8082	2,5-Di-tert-butylphenol		
6	22.2255	24.2998	2,4-di-t-Butylphenol		
7	24.2225	3.0129	1-HEXADECENE	สารลดแรงตึงผิว	Jun, L. I. "Synthesis and applications of sodium hexadecyl diphenyl ether disulfonate in EOR [J]." Detergent & Cosmetics 9 (2010).
8	25.6416	1.8299	2,2',3,3'-TETRAMETHYLBIPHENYL		
9	25.9448	1.8619	2,4-DIMETHOXY-6-METHYL-3-(1-METHYLETHYL)PHENOL (ESPINTANOL)		
10	26.1165	5.5923	Biphenyl-, 2,2',5,5'-tetramethyl-		
11	26.6315	1.4336	5-ETHYL-3,12-DIOXATRICYCLO[4.4.2.0(1,6)]DODECAN-4-ONE		
12	26.8089	4.5496	5,6-DIHYDRO-5,6-		

			DIMETHYLBENZO[C]CINNOLINE		
13	28.6742	1.7716	E-15-Heptadecenal	Antimycobacterial	Seow, Lay-Jing, et al. “Antimicrobial activity of Gynura segetum’s leaf extracts and its active fractions.” TANG [HUMANITAS MEDICINE] 2.2 (2012): 20-1.
14	31.9415	2.7159	BENZENE-O-DICARBOXYLIC ACID DI-N-BUTYL ESTER		
15	32.7025	12.8661	HEXADECANOIC ACID, ETHYL ESTER		
16	35.7809	2.5253	Linoleic acid ethyl ester	กรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้	Brenna, J. Thomas, et al. “Plasma and red blood cell membrane accretion and pharmacokinetics of RT001 (bis-allylic 11, 11-D2-linoleic acid ethyl ester) during long term dosing in patients.” Journal of Pharmaceutical Sciences 109.11 (2020): 3496-3503.
17	35.9011	5.9178	(Z)-9-OCTADECENOIC ACID ETHYL ESTER		
18	36.3931	5.5831	Ethyl octadecanoate		

5. เห็ดโคนแดง (vial no.4) พบสารสำคัญในเห็ดโคนแดง 17 ชนิดดังนี้



ตารางที่ 4-6 สารสำคัญในเห็ดโคนแดง

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
1	16.7209	0.8012	Dodecamethylcyclhexasiloxane		
2	16.8124	0.9333	Dodecamethylcyclhexasiloxane		
3	19.2843	1.048	(2Z)-2-Tetradecene	Antimycobacterial	Mata, Rachel, et al. "Antimycobacterial Compounds from Piper s sanctum." Journal of Natural Products 67.12 (2004): 1961-1968.
4	22.0709	6.289	2,4-di-t-Butylphenol		
5	22.2254	16.0151	2,4-di-t-Butylphenol		
6	24.2224	2.5531	1-Hexadecene	สารลดแรงตึงผิว	Jun, L. I. "Synthesis and applications of sodium hexadecyl diphenyl ether disulfonate in EOR [J]." Detergent & Cosmetics 9 (2010).
7	25.6357	3.459	1,4-ETHENO-1,3-DIHYDRO-2,3,9,10-TETRAMETHYLNAPHTHALENE		
8	25.9676	1.0895	5-ETHYL-3,12-DIOXATRICYCLO[4.4.2.0(1,6)]DODECAN-4-ONE		
9	26.1164	3.0281	5,6-DIHYDRO-5,6-DIMETHYLBENZO[C]CINNOLINE		
10	26.3567	1.6483	2,3',5-TRIMETHYLDIPHENYLMETHANE		
11	26.803	2.1764	2,2',5,5'-Tetramethyl-1,1'-biphenyl #		
12	28.6741	1.4382	ALPHA-OCTADECENE		
13	31.9413	2.0871	BENZENE-O-DICARBOXYLIC ACID DI-N-BUTYL ESTER		
14	32.7024	11.1723	PALMITIC ACID ETHYL ESTER		
15	35.7808	18.8683	9,12-OCTADECADIENOIC ACID ETHYL ESTER		

16	35.9009	8.1373	(Z)-9-OCTADECENOIC ACID ETHYL ESTER		
17	36.393	4.8622	Ethyl octadecanoate		

6. เติ็ดแดงก่อ (vial no.7) พบสารสำคัญในเติ็ดแดงก่อ 16 ชนิดดังนี้



ตารางที่ 4-7 พบสารสำคัญในเติ็ดแดงก่อ 16 ชนิดดังนี้

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
1	19.2845	1.687	(E)- 2-Tetradecene,	Antimycobacterial	Mata, Rachel, et al. "Antimycobacterial Compounds from Piper sanctum." Journal of Natural Products 67.12 (2004): 1961-1968.
2	20.9324	1.4878	2-(1',3'-DIMETHYL-1',2'-BUTADIEN-1'-YL)-3-(1		
3	22.0711	11.2159	2,5-Di-tert-butylphenol		
4	22.2256	27.1124	2,4-di-t-Butylphenol		
5	24.2169	3.8894	1-HEXADECENE	สารลดแรงตึงผิว	Jun, L. I. "Synthesis and applications of sodium hexadecyl diphenyl ether disulfonate in EOR [J]." Detergent & Cosmetics 9 (2010).
6	25.6416	1.202	2,4-DIMETHOXY-6-METHYL-3-(1-METHYLETHYL)PHENOL (ESPINTANOL)		
7	25.9621	1.3878	5,6-DIHYDRO-5,6-DIMETHYLBENZO[C]CINNOLINE		
8	26.1166	4.0027	5,6-DIHYDRO-5,6-DIMETHYLBENZO[C]CINNOLINE		
9	26.2081	1.0183	2-(5-Hexenyl)terephthalonitrile		
10	26.3569	2.0623	1,1-BIS(P-TOLYL)ETHANE		
11	26.6544	0.9138	1,1-BIS(P-TOLYL)ETHANE		
12	26.8089	3.0147	1,1-BIS(P-TOLYL)ETHANE		
13	28.6686	2.3179	.ALPHA.-HEXADECENE		

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
14	31.9472	3.3796	1-Butyl 2-isobutyl phthalate		
15	32.7025	13.2725	Hexadecanoic acid, ethyl ester		
16	36.3932	4.3021	ETHYL OCTADECANOATE		

7. เห็ดไข่เหือง (เหืองอ่อน) (vial no.8) พบสารสำคัญในเห็ดไข่เหือง (สีเหลืองอ่อน) 16 ชนิดดังนี้



ตารางที่ 4-8 สารสำคัญในเห็ดไข่เหือง (สีเหลืองอ่อน)

No	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
1	19.2844	1.137	2-Tetradecene	Antimycobacterial	Mata, Rachel, et al. "Antimycobacterial Compounds from Piper s anctum." Journal of Natural Products 67.12 (2004): 1961-1968.
2	22.0595	8.815	2,4-di-t-Butylphenol	พลาสติก	
3	22.2255	23.061	2,4-di-t-Butylphenol	พลาสติก	
4	24.2167	2.7114	1-HEXADECENE	สารลดแรงตึงผิว	Jun, L.-I. "Synthesis and applications of sodium hexadecyl diphenyl ether disulfonate in EOR [J]." Detergent & Cosmetics 9 (2010).
5	25.6415	1.4487	Naphthalene, 1,2,3-trimethyl-4-propenyl	Aromatic hydrocarbon	Chen, MeiChun, et al. "Analysis on characteristic flavor components of aged Pu-erh tea." Journal of Tea Science 34.1 (2014): 45-54.
6	25.9562	1.7597	Naphthalene, 1,2,3-trimethyl-4-propenyl	Aromatic hydrocarbon	Chen, MeiChun, et al. "Analysis on characteristic flavor components of aged Pu-erh tea." Journal of Tea Science 34.1 (2014): 45-54.
7	26.1107	4.312	BENZO[C]CINNOLINE		
8	26.3567	1.8022	2,3',5-TRIMETHYLDIPHENYLMETHANE	Aromatic hydrocarbon	Chen, MeiChun, et al. "Analysis on characteristic flavor components of aged Pu-erh tea." Journal of Tea Science 34.1 (2014): 45-54.

No	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
9	26.6428	1.5098	1,1-BIS(P-TOLYL)ETHANE		
10	26.803	3.8214	BENZO[C]CINNOLINE, 5,6-DIHYDRO-5,6-DIMETHYL		
11	28.6684	1.2203	1-Octadecene		
12	30.9458	0.9913	7,9-DI-TERT-BUTYL-1-OXASPIRO[4.5]DECA-6,9-DIENE-2,8-DIONE	Aromatic hydrocarbon	TAŞKIN, Hatira. (2013): 122-125.
13	31.9414	2.7316	BENZENE-O-DICARBOXYLIC ACID DI-N-BUTYL ESTER	องค์ประกอบของพลาสติก	
14	32.7024	8.9734	ETHYL HEXADECANOATE	Aromatic hydrocarbon	Altintas, Ayhany, et al. "Composition of the essential oils of Lycium barbarum and L. ruthenicum fruits." Chemistry of natural compounds 42.1 (2006): 24-25.
15	35.7808	1.909	Linoleic acid ethyl ester	กรดไขมันที่ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้	Brenna, J. Thomas, et al. "Plasma and red blood cell membrane accretion and pharmacokinetics of RT001 (bis-allylic 11, 11-D2-linoleic acid ethyl ester) during long term dosing in patients." Journal of Pharmaceutical Sciences 109.11 (2020): 3496-3503.
16	36.3931	3.7108	Ethyl octadecanoate		

8. เห็ดขมิ้น (vial no.6) พบสารสำคัญในเห็ดขมิ้น 15 ชนิดดังนี้



ตารางที่ 4-9 สารสำคัญในเห็ดขมิ้น

No.	RT	Area Pct	Library/ID	คุณสมบัติ	อ้างอิง
1	19.2903	1.1356	2-Tetradecene	Antimycobacterial	Mata, Rachel, et al. "Antimycobacterial Compounds from Piper sanctum." Journal of Natural Products 67.12 (2004): 1961-1968.
2	22.0654	7.6354	PHENOL, 2,4-BIS(1,1-DIMETHYLETHYL	พลาสติก	
3	22.2199	22.6332	Phenol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl)	พลาสติก	
4	24.2226	2.6262	1-HEXADECENE	สารลดแรงตึงผิว	Jun, L. I. "Synthesis and applications of sodium hexadecyl diphenyl ether disulfonate in EOR [J]." Detergent & Cosmetics 9 (2010).
5	25.4872	1.0547	2,2',5,5'-TETRAMETHYL-1,1'-BIPHENYL		
6	25.5615	0.8952	Naphthalene, 1,2,3-trimethyl-4-propenyl	Aromatic hydrocarbon	Chen, MeiChun, et al. "Analysis on characteristic flavor components of aged Pu-erh tea." Journal of Tea Science 34.1 (2014): 45-54.
7	25.6416	2.8184	2,2',5,5'-TETRAMETHYL-1,1'-BIPHENYL		
8	25.9678	3.3984	2,2',5,5'-TETRAMETHYL-1,1'-BIPHENYL		
9	26.1108	9.1994	2,2',5,5'-TETRAMETHYL-1,1'-BIPHENYL		
10	26.6544	2.7129	12,2',5,5'-TETRAMETHYL-1,1'-BIPHENYL		
11	26.8089	6.4402	5-ETHYL-3,12-DIOXATRICYCLO[4.4.2.0(1,6)]DODECAN-4-ONE		
12	28.6743	1.7925	1-OCTADECENE		
13	31.9473	2.7016	BENZENE-O-DICARBOXYLIC ACID DI-N-	องค์ประกอบของ	

[illegible]

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเห็ดท้องถิ่น 11 ตัวอย่าง

รายการทดสอบ	เห็ด เผาะ	เห็ด หล่ม	เห็ด แดง	เห็ด ถ่าน	เห็ดโคน หลวง 2563	เห็ดโคน หลวง 2560	เห็ดโคน แดง	เห็ดไข่ เหือง	เห็ด ขอน	เห็ด นางนวล ยางพารา	เห็ด นางนวล หม่อน
วิตามินบี 1 (มก.)	ไม่พบ	ไม่พบ	<0.03	<0.03	0.05	ไม่พบ	0.10	<0.03	ไม่พบ	4.42	5.49
วิตามินบี 2 (มก.)	0.13	2.091	1.11	0.90	0.52	0.68	0.57	0.18	0.58	0.42	0.36
แคลเซียม (มก.)	68.97	28.55	25.43	25.66	26.17	36.99	25.61	25.98	33.79	24.19	20.89
เหล็ก (มก.)	1.78	0.36	0.75	16.84	1.27	6.05	5.16	0.50	1.77	1.31	1.19
ถั่ว (ก.)	1.02	0.80	0.57	0.90	0.65	0.98	0.29	0.43	1.36	1.20	1.18
ความชื้น (ก.)	68.12	87.80	94.99	93.30	87.64	92.14	90.85	96.81	90.01	90.15	88.68

2. นำร่องการทำแปลงเพาะเห็ดถอบเชิงพาณิชย์และการจัดการร่วมกับเกษตรกร

- เห็ดเผาะ และเห็ดหล่ม

การเพาะเห็ดเผาะและเห็ดหล่มในสภาพป่าธรรมชาติในแปลงทดสอบการเพาะเห็ดเผาะในพื้นที่บ้านป่าแป๋ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน ร่วมกับโครงการวิจัยและพัฒนาก่อนการอนุรักษ์ พันธุ์ และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อเป็นธนาคารอาหารของชุมชนบนพื้นที่สูง จำนวน 3 แปลง ที่มีไม้วงศ์ยาง ได้แก่ ชาด (เหียง) แะ (เต็ง) และเป่า (รัง) กระจายอยู่ในแปลง และทำการเตรียมหัวเชื้อเห็ดเผาะผสมเห็ดหล่ม เติมหื้อเห็ดในแปลงๆ ละ 800 มิลลิลิตร โดยนำไปผสมน้ำ 5 ลิตร แล้วนำไปรดให้ทั่วบริเวณโคนต้นของไม้วงศ์ยาง



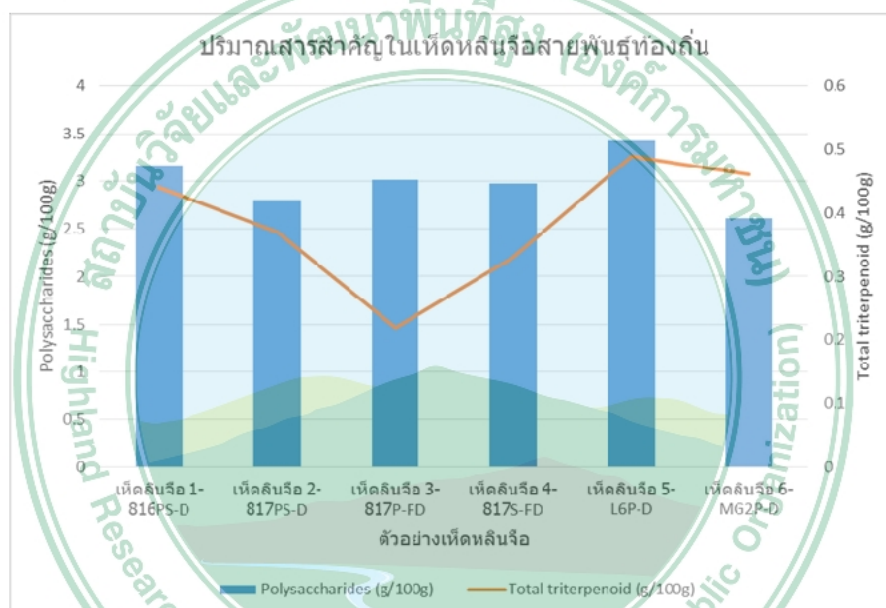
ภาพที่ 4-6 แปลงทดสอบการเพาะเห็ดเผาะและเติมหื้อเห็ดในพื้นที่บ้านป่าแป๋ อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน

และในการเก็บรวบรวมดอกเห็ดเผาะสำหรับทำหัวเชื้อ พบว่าดอกเห็ดเริ่มแก่ในช่วงปลายเดือนมิถุนายน และทยอยแก่ไปจนถึงเดือนกันยายน โดยในปี 2563 ได้รวบรวมเห็ดเผาะในพื้นที่อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ มาไว้สำหรับทำหัวเชื้อแบบน้ำหมัก และเก็บรักษาดอกเห็ดบางส่วนด้วยการฝืนลมทำแห้ง สำหรับใช้ในการเพิ่มปริมาณเชื้อเห็ดในสภาพธรรมชาติต่อไป

4.4 ทดสอบการเพาะและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดกลุ่มผู้ย่อยสลายและเห็ดกลุ่มปรสิตร่วมกับชุมชน

1. ศึกษาวิธีการเพาะเห็ดที่มีฤทธิ์ทางยา และปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างสารสำคัญของเห็ด (หัวลิง หลินจือ กระถิน พิมาน)

จากการศึกษาการเพาะเห็ดหูหนู เห็ดหลินจือ และเห็ดหัวลิง ร่วมกับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดท้องถิ่น และเห็ดเศรษฐกิจบนพื้นที่สูง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูป พบว่าเห็ดกลุ่มที่มีฤทธิ์ทางยาเป็นเห็ดที่มีการเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นดอกเห็ดที่ค่อนข้างช้า โดยในปี 2562 สามารถแยกเชื้อเห็ดกระถินพิมานได้ 2 ไอโซเลต และทำการวิเคราะห์สารสำคัญในเห็ดหลินจือสายพันธุ์ท้องถิ่นเทียบกับสายพันธุ์ที่มีในท้องตลาด เพื่อนำมาพัฒนาเป็นสายพันธุ์การค้า พบว่าเห็ดหลินจือสายพันธุ์ท้องถิ่น (HL816,HL817) อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C มีปริมาณสารพอลิแซ็กคาไรด์ 3.17 กรัม/100 กรัม และไตรเทอเพนอยด์ 0.44 กรัม/100 กรัม ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างที่นำไปแช่ที่อุณหภูมิ -20 °C แล้วนำมาอบแห้ง



ภาพที่ 4-7 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสาร polysaccharide และ Triterpenoid ในเห็ดหลินจือสายพันธุ์ท้องถิ่นกับสายพันธุ์การค้า

2. ศึกษาวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดท้องถิ่นเพื่อเพิ่มมูลค่าและเสริมรายได้ให้กับชุมชน (เห็ดแห้ง เห็ดผง ข้าวเกรียบ น้ำพริก)

จากการทดสอบการเพาะและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดกลุ่มผู้ย่อยสลายและเห็ดกลุ่มปรสิตร่วมกับชุมชน พบว่าเห็ดสกุลนางรม และเห็ดหูหนู มีความเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการแปรรูปเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ผลผลิตดอกเห็ดสดของเห็ดสกุลนางรมสามารถจำหน่ายได้กิโลกรัมละ 60 บาท และผลผลิตเห็ดหูหนูสดสามารถจำหน่ายได้กิโลกรัมละ 80 บาท โดยรูปแบบของการแปรรูปที่ชุมชนต้องการทำมากที่สุด คือ ข้าวเกรียบเห็ด เนื่องจากมีอายุการเก็บรักษาที่ค่อนข้างนานในรูปแบบของแห้ง ก่อนนำไปทอด

4.5 สร้างเครือข่ายการอนุรักษ์ พันธุ์ และใช้ประโยชน์เห็ดท้องถิ่น โดยอาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน

การสร้างเครือข่ายการอนุรักษ์ พันธุ์ และใช้ประโยชน์เห็ดท้องถิ่น โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ได้ดำเนินการติดตามให้คำแนะนำในการปรับปรุงฐานเรียนรู้การเพาะเห็ดท้องถิ่นและเห็ดเศรษฐกิจให้แก่ชุมชนในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง 5 พื้นที่ ได้แก่ 1) แม่สอง (โรงเรียนบ้านแม่ระเมิง) 2) ปางมะโอ (วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดท้องถิ่นและเห็ดเศรษฐกิจบนพื้นที่สูง) 3) โป่งคำ (บ้านศรีบุญเรือง) 4) น้ำแบ่ง (บ้านแห่น) 5) วาวี (โรงเรียนบ้านป่าเมี่ยงแม่พริก)

- การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การจัดการโรงเรือนและผลผลิตเห็ดหลังการเก็บเกี่ยว” ให้แก่เกษตรกรบ้านศรีบุญเรือง โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโป่งคำ ต.พงษ์ อ.สันติสุข และเกษตรกรบ้านแห่น โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงน้ำแบ่ง ต.ผาทอง อ.ท่าวังผา จ.น่าน มีผู้เข้าร่วมจำนวน 30 คน โดยได้สาธิตการจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวและการจัดการผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว รวมทั้งการจัดการโรงเรือน โดยก่อนทำการเก็บเห็ดต้องรดให้น้ำอย่างน้อย 1-2 ชั่วโมง ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายของดอกเห็ดจากการช้ำเนื่องจากฉ่ำน้ำลงได้ และในการเก็บดอกเห็ดควรนำตะกร้าหรือถาดไปใส่แล้วนำมาลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่ 4-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง เพื่อหยุดกิจกรรมการหายใจของดอกเห็ด หลังจากนั้นจึงนำมาตัดแต่งแล้วบรรจุถุงเพื่อนำไปจำหน่ายต่อไป ซึ่งเป็นวิธีปฏิบัติที่ช่วยลดความเสียหายของดอกเห็ดจากการช้ำเนื่องจากฉ่ำน้ำลงได้ และทำให้ดอกเห็ดคงอยู่ในสภาพที่ดีและเก็บรักษาได้นาน ในด้านการจัดการโรงเรือนต้องดูแลเรื่องความสะอาดควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศให้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 65 และไม่อับอากาศจนเกินไป



ภาพที่ 4-8 การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การจัดการโรงเรือนและผลผลิตเห็ดหลังการเก็บเกี่ยว” ให้แก่เกษตรกรบ้านศรีบุญเรือง โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโป่งคำ ต.พงษ์ อ.สันติสุข จ.น่าน

- การปรับปรุงฐานเรียนรู้ร่วมกับชุมชนในพื้นที่บ้านหมู่ 4 5 และ 6 ต.แม่พริก อ.แม่สรวย จ.เชียงราย โดยประสานงานกับชุมชนผ่านทางแอปพลิเคชัน LINE และมอบหมายให้ชุมชนดำเนินการเองในช่วงมาตรการเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของโรคโควิด-๑๙ ซึ่งทางชุมชนได้ปรับปรุงในส่วนของเตาึ่งก้อนวัสดุเพาะให้สามารถกันไฟลามขึ้นข้างถัง โดยการก่อเตาในลักษณะคล้ายเตาึ่งเมียงทั้งหมด 6 เตา และมีการทำหลังคาครอบบริเวณที่ติดตั้งเตาึ่งด้วย นอกจากนี้ทางกลุ่มยังได้ผลิตก้อนเชื้อเห็ดสนับสนุนเกษตรกรจำนวน 5,000 ก้อน



ภาพที่ 4-9 การผลิตก้อนเชื้อเห็ดสำหรับสนับสนุนชุมชนในภาวะวิกฤตการณ์ โควิด 19 ร่วมกับชุมชนในพื้นที่บ้านหมู่ 4 5 และ 6 ต.แม่พริก อ.แม่สรวย จ.เชียงราย

- การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การเพาะเห็ดไมคอร์ไรซ่า...พลาซ่าของชุมชน” ณ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโป่งคำ บ้านศรีบุญเรือง ต.พงษ์ อ.สันติสุข จ.น่าน ในวันที่ 5 สิงหาคม 2563 มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมรวมทั้งสิ้น 27 คน และมีผู้สนใจลงชื่อเพื่อขอรับการสนับสนุนกล้าไม้จำนวนทั้งสิ้น 15 คน จัดเป็นต้นยางนา 15 คน พะยอม 6 คน ตะเคียน 5 คน เหยียง 4 คน ดิ่ง 2 คน และมะเกี๋ยง 1 คน ซึ่งสามารถสรุปจำนวนกล้าไม้ได้ดังนี้ คือ ต้นยางนา 690 ต้น ต้นตะเคียน 250 ต้น ต้นพะยอม 225 ต้น ต้นเหยียง 60 ต้น ดิ่ง (พลวง) 40 ต้น และมะเกี๋ยง 10 ต้น และการจัดอบรมฯ ในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางมะโอ บ้านปางก๊ิด ต.อินทิล อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ในวันที่ 13 สิงหาคม 2563 มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมรวมทั้งสิ้น 18

คน โดยร่วมกันปลูกกล้าไม้จำนวน 40 ต้น และใส่เชื้อเห็ดป่ารวม (เห็ดเผาะ เห็ดแดง เห็ดไข่ เห็ดหล่ม และเห็ดห้ำ) ในกล้าไม้จำนวน 160 ต้น ในแปลงเกษตรกร 2 ราย



ภาพที่ 4-10 การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การเพาะเห็ดไมคอร์ไรซา...พลาซ่าของชุมชน” ณ โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงโป่งคำ บ้านศรีบุญเรือง ต.พงษ์ อ.สันติสุข จ.น่าน

- การทดลองเพาะเห็ดสกุลนางรมร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน จำนวน 3 ราย โดยกำหนดรายละ 1,000 ก้อน รวมจำนวนทั้งสิ้น 3,000 ก้อน เพื่อฝึกการดูแลและทดสอบตลาดเห็ดในพื้นที่ สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนส่งเสริมการเพาะเห็ดเพื่อเป็นอาชีพทางเลือกให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ต่อไป



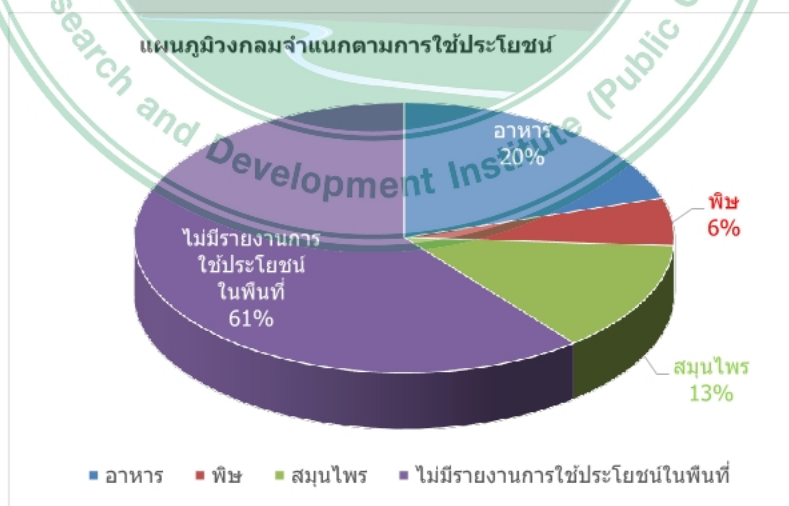
ภาพที่ 4-11 การสนับสนุนก้อนเชื้อเห็ดสกุลนางรม จำนวน 3,000 ก้อน แก่เกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงปางหินฝน อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

โครงการวิจัยและพัฒนาเพื่อฟื้นฟูเห็ดท้องถิ่นสำหรับเป็นแหล่งอาหารและรายได้ของชุมชนบนพื้นที่สูง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตก้อนเชื้อเห็ด และทดสอบวิธีการเพาะเลี้ยงที่สามารถเพิ่มปริมาณสารสำคัญของเห็ดท้องถิ่นที่มีฤทธิ์ทางยา รวมทั้งศึกษาและพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดที่มีศักยภาพกลุ่มผู้ย่อยสลายและเห็ดกลุ่มซิมไบโอซิสที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ตลอดจนศึกษาและพัฒนาแหล่งเรียนรู้ด้านการอนุรักษ์ พันธุ์ และใช้ประโยชน์เห็ดท้องถิ่นโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน สามารถสรุปผลการดำเนินงาน ดังนี้

จากการดำเนินงานของสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง ในด้านการศึกษาความหลากหลายของเห็ดท้องถิ่นในระหว่างปี พ.ศ. 2555-2562 พบเห็ดทั้งหมด 96 สกุล 158 ชนิด จาก 618 ตัวอย่าง โดยจัดจำแนกตามการใช้ประโยชน์ได้ 4 กลุ่ม คือ (1) เห็ดที่ใช้เป็นอาหาร 20 สกุล 35 ชนิด (2) เห็ดสมุนไพร 6 สกุล 9 ชนิด (3) เห็ดพิษ 13 สกุล 15 ชนิด และ (4) เห็ดที่ยังไม่มีรายงานการใช้ประโยชน์ 57 สกุล 95 ชนิด โดยจัดเป็นเห็ดที่มีศักยภาพที่สามารถนำมาสร้างมูลค่าได้จำนวน 16 ชนิด เช่น เห็ดเผาะ เห็ดโคน เห็ดหล่ม เห็ดตับเต่า เห็ดมันออน เหินซอน เห็ดลม เห็ดหัวลิง เห็ดหลินจือ และเห็ดกระถินพิมาน เป็นต้น ในจำนวนนี้ได้คัดเลือกเห็ดท้องถิ่นเพื่อศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงร่วมกับเกษตรกรบนพื้นที่สูง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มเห็ดไมคอร์ไรซา ได้แก่ เห็ดเผาะ และเห็ดหล่ม (2) กลุ่มเห็ดโคนหรือเห็ดปลวก ซึ่งเห็ดทั้ง 2 กลุ่มนี้ ไม่สามารถนำมาเพาะเลี้ยงเชิงเดี่ยวให้เกิดดอกเห็ดได้ (3) กลุ่มเห็ดผู้ย่อยสลาย ได้แก่ เห็ดฟาง เห็ดหูหนู เห็ดมันออน (4) กลุ่มเห็ดปรสิตซึ่งเป็นเห็ดที่มีฤทธิ์ทางยา ได้แก่ เห็ดหัวลิง เห็ดหลินจือ และเห็ดกระถินพิมาน เพื่อนำมาพัฒนาเป็นเห็ดเศรษฐกิจ



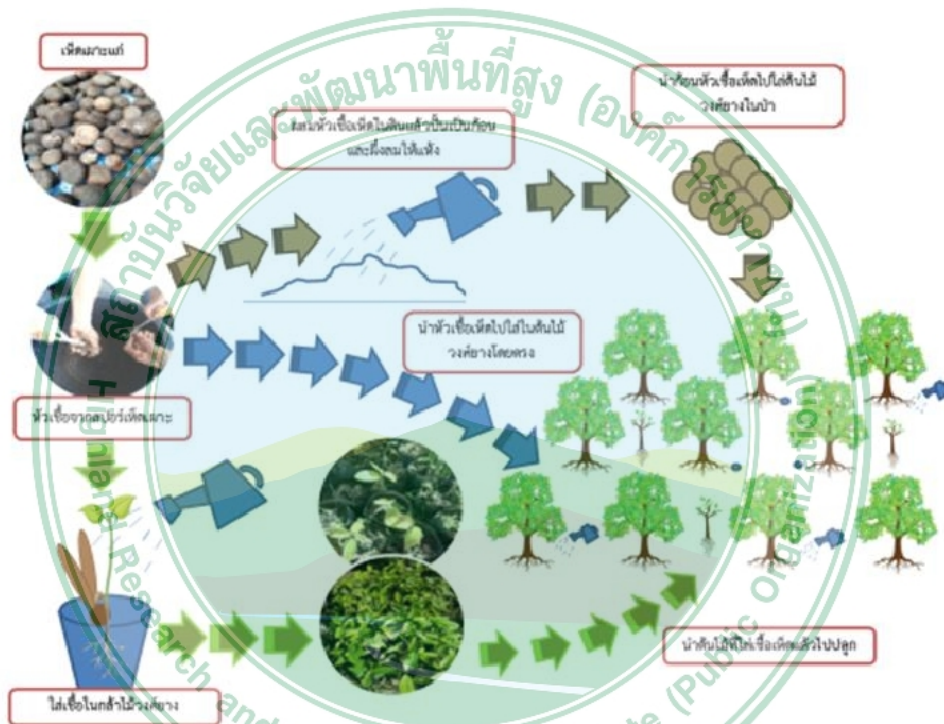
ภาพที่ 5-1 การจัดจำแนกเห็ดตามการใช้ประโยชน์

จากการวิเคราะห์สารสำคัญของเห็ดท้องถิ่น 8 ชนิด ด้วยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี พบว่ามีสารประกอบในกลุ่ม antimycobacterial ได้แก่ 2-tetradecene (E) 3-tetradecene และ E-15-Heptadecenal อยู่ในเห็ดทั้ง 8 ชนิด ส่วนสารที่มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด ได้แก่ Butyl Isobutyl Phthalate พบในเห็ดฟานเท่านั้น และ

กรดเอมิโนจำเป็น ได้แก่ Linoleic acid ethyl ester พบในเห็ด 3 ชนิด คือ เห็ดฟาน เห็ดหนาม้อย และเห็ดไข่เหลือง ซึ่งสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ยาหรืออาหารเสริมสุขภาพในอนาคตได้

ในด้านการทดสอบการเพาะขยายพันธุ์เห็ดท้องถิ่นที่เหมาะสมกับชุมชนบนพื้นที่สูง พบว่ามีปัญหาในเรื่องของกำลังการผลิตก้อนเชื้อเห็ดและเชื้อเพลิงที่ใช้ในการนึ่งฆ่าเชื้อ เนื่องจากเกษตรกรใช้เตาตั้งแบบลูกทุ่ง ขนาด 200 ลิตร ซึ่งสามารถบรรจุก้อนวัสดุเพาะได้ครั้งละ 80-90 ก้อน ทำให้ต้องใช้เวลานานและเชื้อเพลิงเป็นจำนวนมากในการผลิตให้ได้ 800-1,000 ก้อน สำหรับใส่โรงเรือนเปิดดอกหรือแบ่งกันในกลุ่ม เมื่อคิดต้นทุนการผลิตต่อก้อนจะตกอยู่ที่ก้อนละ 6.90 บาท ต่อมาได้มีการพัฒนามาใช้เตาตั้งไอน้ำแรงดันต่ำแบบฝาครอบที่มีกำลังผลิตครั้งละ 1,296 ก้อนต่อครั้ง โดยใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ทำให้มีต้นทุนลดลงเหลือ 3.76 บาท ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาการลงทุนเพาะเห็ดนางฟ้าของชลธิชา โคประโคน ในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งระบุว่าต้นทุนก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้ามีราคาอยู่ที่ 3.98 บาทต่อก้อน และราคาจำหน่ายเห็ดนางฟ้าจะอยู่ที่กิโลกรัมละ 80-100 บาท ทั้งนี้การเพาะเห็ดบนพื้นที่สูงที่มีปัจจัยจำกัดในการขนส่งวัตถุดิบ อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตก้อนวัสดุเพาะ อุณหภูมิของน้ำ แหล่งพลังงานและปริมาณที่ใช้ในการผลิตก้อนเชื้อ รวมทั้งแรงงานในการผลิต ซึ่งปัญหาหลักที่พบในพื้นที่สูงคือ อุณหภูมิของน้ำตั้งต้มน้ำที่ใช้ค่อนข้างต่ำ ทำให้มีความสิ้นเปลืองพลังงานเชื้อเพลิงค่อนข้างสูงในการเพิ่มอุณหภูมิน้ำ ทั้งนี้หากสามารถเพิ่มอุณหภูมิน้ำให้สูงขึ้นใกล้เคียง 100 องศาเซลเซียสได้จะทำให้การใช้ปริมาณเชื้อเพลิงลดลงเนื่องจากพลังงานความร้อนที่ใช้ในเปลี่ยนอุณหภูมิลดลง โดยเมื่อติดตั้งหม้อต้มน้ำพลังแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำก่อนเข้าหม้อต้มไอน้ำให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส โดยใช้ก๊าซหุงต้มไปทั้งหมด 8 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 53.33 ซึ่งปกติจะใช้ก๊าซหุงต้ม 12-15 กิโลกรัมต่อการนึ่ง 1 เตา คิดเป็นร้อยละ 80-100 ซึ่งสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงลงไปได้ 5-7 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 33.33-46.66 และใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง ในการเพิ่มอุณหภูมิภายในฝาครอบให้ถึง 90 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถลดต้นทุนในส่วนนี้ลงได้ และทำให้ประสิทธิภาพ รวมทั้งกำลังในการผลิตเพิ่มขึ้น มีความคุ้มค่าในการใช้พลังงานเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งอุณหภูมิของน้ำในหม้อต้มน้ำพลังแสงอาทิตย์มีความแปรผันตามความเข้มแสงและระยะเวลาที่ได้รับแสงแดด โดยการทดสอบในฤดูฝน หม้อต้มน้ำพลังแสงอาทิตย์ยังคงสามารถทำอุณหภูมิน้ำร้อนได้ไม่ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส แต่มีใช้ปริมาณเชื้อเพลิงมากกว่าในฤดูหนาว 1-2 กิโลกรัม เนื่องจากน้ำร้อนที่ผ่านท่อมา มีการสูญเสียความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมโดยมีอุณหภูมิที่ต่างกันระหว่างหม้อต้มกับปลายท่ออยู่ที่ 2-3 องศาเซลเซียส และระยะเวลาที่ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิภายในฝาครอบให้เป็น 90 องศาเซลเซียสขึ้นอยู่กับปริมาณก้อนวัสดุเพาะและอุณหภูมิตั้งต้มน้ำภายในก้อนวัสดุและอุณหภูมิห้องภายในฝาครอบ ซึ่งปกติจะใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง จากการทดสอบสรุปได้ว่าการเพิ่มอุณหภูมิให้น้ำก่อนนำมาใช้จะสามารถทำให้ลดการใช้พลังงานและต้นทุนลงได้ ร้อยละ 33-47 ซึ่งจะมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 5-6 ปี เมื่อคำนวณจากการลดการใช้เชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวในกระบวนการผลิตก้อนวัสดุครั้งละ 2 เตา จำนวน 3 ครั้ง/เดือน

ในส่วนของการศึกษาการฟื้นฟูและการใช้ประโยชน์เห็ดท้องถิ่นกลุ่มซิมไบโอซิสตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561-2562 โดยเฉพาะกลุ่มเห็ดไมคอร์ไรซา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีการเก็บหาโดยชาตหลักในการจัดการ คือ มีแต่การนำออกจากป่าแต่ไม่เคยมีการเติมเชื้อเห็ดกลับคืนสู่ป่า ทำให้ปริมาณเห็ดกินได้ในธรรมชาติเริ่มลดลง รวมทั้งความเชื่อที่คลาดเคลื่อนไปจากเดิมเกี่ยวกับการเกิดของดอกเห็ด โดยเฉพาะเห็ดเผาะที่ปัจจุบันตกเป็นจำเลยของสังคมในเรื่องของปัญหาไฟป่าและปัญหาฝุ่นควันในพื้นที่ภาคเหนือ เนื่องจากความเข้าใจผิดว่าต้องเผาเห็ดถึงจะออก โดยในปี 2562 ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดอกของเห็ดเผาะในสภาพธรรมชาติ และการเพิ่มปริมาณเชื้อเห็ดโดยวิธีการอย่างง่าย ได้แก่ การใช้หัวเชื้อสปอร์จากดอกเห็ดแก่ในการขยายพันธุ์โดยตรงและเติมในกล้าไม้วงศ์ยางเพื่อนำไปปลูก ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1-3 ปี หลังจากใส่เชื้อแล้วในการเกิดดอกเห็ด โดยวิธีนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับกลุ่มเห็ดไมคอร์ไรซาทั้งหมดได้ และในการทดลองเพาะเลี้ยงเห็ดโคนด้วยวิธีการใช้รังปลวกมาทำเป็นหัวเชื้อ



ผสมกับสปอร์จากดอกเห็ดแก่ทำให้สามารถควบคุมชนิดและการเกิดของดอกเห็ดได้

ภาพที่ 5-2 วิธีการเพิ่มปริมาณเชื้อเห็ดเผาะในธรรมชาติ

เห็ดเผาะ มีรูปแบบหัวเชื้อและระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสมสำหรับการเพิ่มปริมาณในธรรมชาติดังนี้ คือ หัวเชื้อดอกเห็ดแห้ง มีอายุเก็บรักษา 1 ปี หัวเขื่อน้ำสปอร์เห็ด มีอายุเก็บรักษา 6 เดือน และหัวเชื้อเส้นใยเห็ด ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการเพิ่มปริมาณในธรรมชาติเนื่องจากต้องต่อเชื้อทุก 2-3 สัปดาห์ และปัจจัยที่เหมาะสมต่อการสร้างดอกเห็ดเผาะในธรรมชาติ มีดังนี้ คือ 1) อุณหภูมิกลางวัน-กลางคืนต่างกัน 14-15 องศาเซลเซียส 2) ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 3) ปริมาณน้ำฝน 51.45-65.5 มม. ในการเพิ่มปริมาณเชื้อในธรรมชาติสามารถทำได้โดยคัดเลือกพืชอาศัยที่เหมาะสมในกลุ่มไม้วงศ์ยาง ได้แก่ ยางนา ตะเคียน เหียง เต็ง รัง พลวง มาใส่เชื้อเห็ดเผาะ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้ คือ การใส่เชื้อในกล้าไม้ โดยเจาะดินรอบต้นกล้า 4-6 รู ใส่หัวเชื้อเห็ด 25 มล. (ใส่ซ้ำ 2-3 เดือน) อนุบาลต้นกล้าอย่างน้อย 6 เดือน ถึง 1 ปี เพื่อให้เชื้อเห็ดเข้าสู่รากกล้าไม้และมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ก่อนนำไปปลูก

2) การใส่เชื้อในต้นไม้ใหญ่ โดยขุดหลุมบริเวณโคนต้น ใช้จอบขุดเบาๆ เพื่อทำแผล จากนั้นเจือจางหัวเชื้อน้ำหมักดอกเห็ด อัตราส่วน 1:100 (500-600 มล. ต่อน้ำ 5 ลิตร หรือ 1 บัวรดน้ำ) รดบริเวณรากให้ชุ่ม และคลุมด้วยใบไม้ โดยเห็ดจะเริ่มให้ผลผลิตในปีที่ 2-3

เห็ดโคน สามารถเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ดโคนในห้องปฏิบัติการได้ โดยเฉพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรดัดแปลง ½ PDB ที่มีส่วนผสมของ Bacto-Peptone 1.5 g, Yeast extract 1.0 g, K_2HPO_4 1.5 g และ $MgSO_4$ 0.5 g (pH 5.6 ± 2 ที่อุณหภูมิ 25 °C) ทำให้เส้นใยเห็ดโคนเจริญเติบโตเต็มขวดอาหารภายใน 30 วัน และการเพาะเลี้ยงเห็ดโคนด้วยการสร้างรังปลวกจำลองตามแนวทางของวิถีการอยู่กับธรรมชาติอย่างยั่งยืน (permaculture) ในพื้นที่บ้านป่าแม่สะเรียง อ.แม่สะเรียง จ.แม่ฮ่องสอน และบ้านปางก๊าด-ปางมะโอ จ.เชียงใหม่ โดยใช้วิธีการขุดดินบริเวณใกล้ๆ จอมปลวก ลึกประมาณ 20-50 ซม. จากนั้นนำเศษใบไม้ กิ่งไม้ ฟางข้าว ก้อนเห็ดเก่าหรือลังกระดาษ วางซ้อนเป็นชั้นๆ แล้วรดด้วยน้ำหมักดอกเห็ดโคนแก่ ผสมจุลินทรีย์จาวปลวก อัตรา 500-600 มล. ต่อน้ำ 5 ลิตร ให้ทั่วกอง คลุมกองด้วยดิน ใบไม้ หรือหญ้าแห้ง ดูแลรดน้ำสม่ำเสมอ เห็ดโคน



สามารถให้ผลผลิตภายใน 6 เดือน – 1 ปี สำหรับกรณีเริ่มจากการจับคู่กันของปลวกจะใช้เวลาอย่างน้อย 3 ปี

ภาพที่ 5-3 การเพาะเลี้ยงเห็ดโคนด้วยการสร้างรังปลวกจำลองตามแนวทางของวิถีการอยู่กับธรรมชาติอย่างยั่งยืน (permaculture)

ในเห็ดกลุ่มที่มีฤทธิ์ทางยาเป็นเห็ดที่มีการเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นดอกเห็ดที่ค่อนข้างช้า โดยที่อุณหภูมิและอาหารตั้งต้นค่อนข้างมีผลต่อการสร้างสารสำคัญในดอกเห็ด เห็ดกลุ่มนี้จะมีสารในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ และไตรเตอปีนอยด์เป็นสารสำคัญในเห็ด ซึ่งบนพื้นที่สูงที่มีระดับความสูงจากน้ำทะเลแตกต่างกันทำให้ปริมาณสารสำคัญในเห็ดแตกต่างกันไปด้วย โดยในปี 2562 สามารถแยกเชื้อเห็ดกระถินพิมานได้ 2 ไอโซเลต และทำการวิเคราะห์สารสำคัญในเห็ดหลินจือสายพันธุ์ท้องถิ่นเทียบกับสายพันธุ์ที่มีในท้องตลาดเพื่อนำมาพัฒนาเป็นสายพันธุ์การค้าพบว่าเห็ดหลินจือสายพันธุ์ท้องถิ่น (HL816, HL817) อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารพอลิแซ็กคาไรด์ 3.17 กรัม/100 กรัม และไตรเตอปีนอยด์ 0.44 กรัม/100 กรัม ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างที่นำไปแช่ที่

อุณหภูมิตั้งที่ -20 องศาเซลเซียส แล้วนำมาอบแห้ง ในการเพาะและการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดกลุ่มผู้ย่อยสลายและเห็ดกลุ่มปรสิตร่วมกับชุมชน เห็ดสกุลนางรม และเห็ดหูหนู มีความเหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ในการแปรรูปเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ผลผลิตดอกเห็ดสดของเห็ดสกุลนางรมสามารถจำหน่ายได้กิโลกรัมละ 60 บาท และผลผลิตเห็ดหูหนูสดสามารถจำหน่ายได้กิโลกรัมละ 80 บาท โดยรูปแบบของการแปรรูปที่ชุมชนต้องการทำมากที่สุดคือ ข้าวเกรียบเห็ด เนื่องจากมีอายุการเก็บรักษาที่ค่อนข้างนานในรูปแบบของแห้ง ก่อนนำไปทอด ซึ่งในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดจำเป็นต้องมีการรับรองมาตรฐาน GAP GMP และ ออ. ตามเงื่อนไขของผลิตภัณฑ์ ในเบื้องต้นควรแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ง่ายๆ หรือวัตถุดิบสำหรับใช้เป็นส่วนผสม ซึ่งสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตและเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนได้

นอกจากนี้ในการดำเนินงานพัฒนาฐานเรียนรู้เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลและเผยแพร่ความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้สนใจและหน่วยงานในพื้นที่ ได้จัดให้มีการรวมกลุ่มเพื่อวางแผนการผลิตและจัดการผลผลิตการแปรรูปเห็ดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าสำหรับรองรับความเสี่ยงในกรณีที่ผลผลิตออกมามากเกินไปและมีราคาตกต่ำ และสร้างเครือข่ายในการเพาะเห็ดระหว่างชุมชนเพื่อเพิ่มโอกาสในการสร้างรายได้จากการจำหน่ายผลผลิต ซึ่งในปี พ.ศ. 2563 ได้พัฒนาศักยภาพของชุมชนในการขับเคลื่อนกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และใช้ประโยชน์เห็ดท้องถิ่น โดยอาศัยหลักการทำงานแบบมีส่วนร่วมของชุมชนในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในปัจจุบันผสมผสานกับภูมิปัญญาท้องถิ่นและหลักการของวิถีการอยู่กับธรรมชาติอย่างยั่งยืน (permaculture) ซึ่งเป็นการออกแบบความสัมพันธ์ของกิจกรรมในพื้นที่ให้มีความเชื่อมโยงและสอดคล้องกันกับสภาพแวดล้อม เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรเห็ดในท้องถิ่น และเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านการบริหารจัดการเห็ดท้องถิ่นระดับชุมชน ในด้านการผลิตเห็ดให้ได้ตามแนวทางมาตรฐานสินค้าเกษตร และด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูเห็ดท้องถิ่นในสภาพธรรมชาติของชุมชนอันจะก่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไป โดยสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) ฐานเรียนรู้การเพาะเห็ดท้องถิ่นและเห็ดเศรษฐกิจให้แก่ชุมชน 6 พื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง ได้แก่ แม่สลอง (โรงเรียนบ้านแม่ระเมิง) ปางมะโอ (วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดท้องถิ่นและเห็ดเศรษฐกิจบนพื้นที่สูง) แม่ะล่อ (แม่วาก) โป่งคำ (บ้านศรีบุญเรือง) วาวี (โรงเรียนบ้านป่าเมี่ยงแม่พริก) และน้ำแบ่ง (บ้านแทน)
- 2) แปลงศึกษาการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และใช้ประโยชน์เห็ดท้องถิ่นโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน 4 พื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง ได้แก่ ปางมะโอ (วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเพาะเห็ดท้องถิ่นและเห็ดเศรษฐกิจบนพื้นที่สูง) แม่ะล่อ (แม่วาก) โป่งคำ (บ้านศรีบุญเรือง) วาวี (โรงเรียนบ้านป่าเมี่ยงแม่พริก) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวง 1 แห่ง คือ แม่สะเรียง (ศูนย์ย่อยป่าแป๋)

ซึ่งในการดำเนินการในช่วงแรกจะต้องมีความต่อเนื่องและมีความถี่ของเจ้าหน้าที่ในการทำงานร่วมกันกับชุมชน ในระยะต่อมากควรให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมโดยเฉพาะการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีให้แก่ชุมชนอื่นให้มากขึ้น และควรประเมินศักยภาพของบุคลากรในชุมชนเพื่อยกระดับให้เป็นวิทยากรหรือนักวิจัยชุมชนอย่างต่อเนื่อง และเน้นการใช้ทรัพยากรบุคคลของชุมชนเป็นหลักโดยให้เจ้าหน้าที่เป็นเพียงพี่เลี้ยงในการดำเนินกิจกรรม ซึ่งหากใช้แนวทางในการพัฒนาบุคลากรในลักษณะการสร้างวิทยากรหรือนักวิจัยชุมชน สำหรับถ่ายทอดการถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยี จะทำให้เกิดความยั่งยืนของชุมชน