



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย การพัฒนาการผลิตและระบบการจัดการฟาร์มเห็ดสมุนไพรเพื่อการนำมาสร้าง
นวัตกรรมผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพในเชิงบูรณาการร่วมกับเห็ดเศรษฐกิจ

โดย นาง ชิตชม อีรางะ และคณะ

ตุลาคม 2558

สัญญาเลขที่ RDG5750056

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย การพัฒนาการผลิตและระบบการจัดการฟาร์มเห็ดสมุนไพรเพื่อการนำมา
สร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพในเชิงบูรณาการร่วมกับเห็ดเศรษฐกิจ

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. นาง ชิดชม อีรางะ	สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผศ.ดร.สาโรจน์ ประเสริฐศิริวัฒน์	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
3. รศ. ดร. วิณา จิรัจฉิยากุล	ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ชุดโครงการ การวิจัยด้านวิสาหกิจชุมชน และวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs)

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย วช.-สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปโครงการ (Executive Summary)

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการผลิตและระบบการจัดการฟาร์มเห็ดสมุนไพร เพื่อนำมาสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพในเชิงบูรณาการร่วมกับเห็ดเศรษฐกิจ เป็นชุดโครงการวิจัยที่ประกอบด้วย ๓ โครงการย่อย ได้แก่ โครงการย่อยที่ ๑ การศึกษากระบวนการผลิตเห็ดสมุนไพรในเชิงพาณิชย์ โครงการย่อยที่ ๒ การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพและการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ของเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์สุขภาพจากเห็ด และโครงการย่อยที่ ๓ การพัฒนาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดสมุนไพร มีแผนการดำเนินงานเพื่อ ส่งเสริมพัฒนากระบวนการผลิตเห็ดสมุนไพรที่สำคัญ ให้เป็นฟาร์มต้นแบบ ที่จะนำไปส่งเสริมการผลิตเห็ดที่ได้มาตรฐาน สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ เพื่อควบคุมคุณภาพและวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เห็ด สมุนไพรรวมถึงจัดทำข้อกำหนดรายละเอียด (specification) เพื่อศึกษา ค้นคว้า ประสิทธิภาพต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์จากเห็ดที่นำมาศึกษา รวมถึงเปรียบเทียบฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกัน ต่อเซลล์มะเร็งลำไส้ และการต้านการอักเสบ ทั้งในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ได้ เพื่อสร้างนวัตกรรม สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด บูรณาการ การใช้ประโยชน์ร่วมกันของเห็ดเศรษฐกิจและเห็ดสมุนไพร ด้วยการเสริมจุดแข็ง ลดจุดอ่อน ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเห็ดสมุนไพร และผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดที่ได้พัฒนาขึ้นให้กับผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ รวมทั้ง จัดสัมมนาถ่ายทอดความรู้เพื่อพัฒนาศักยภาพ และประสิทธิภาพให้กับเกษตรกรผู้ผลิต สร้างทัศนคติและมุมมองใหม่ให้กับผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่ของการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิต ผู้แปรรูปและผู้บริโภค เห็ดสมุนไพรที่ได้รับการคัดเลือกนำมาศึกษาตามโครงการนี้ เป็นเห็ดสมุนไพรที่มีข้อมูลสนับสนุนว่ามีศักยภาพทางยา มีฤทธิ์ในการต้านเซลล์มะเร็ง และมีการเพาะเลี้ยงในประเทศไทย ประกอบด้วย เห็ดแครง (*Schizophyllum commune* Fr.) เห็ดหัวลิง (*Hericium erinaceum*) เห็ดการบูร (*Antrodia camphorata*) ของไต้หวัน และเห็ดของไทยที่คล้ายเห็ดการบูรของไต้หวัน

ผลการดำเนินงานในขั้นแรกเป็นผลการดำเนินงานของโครงการย่อยที่ ๒ โดยคณะผู้วิจัยจากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพและการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในเห็ดสมุนไพรทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวข้างต้น โดยเตรียมเป็นสารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอล บันทึกค่า drug-extract ratio วิเคราะห์ปริมาณรวมโพลีแซคคาไรด์ ปริมาณรวมโพรเทอจินอยด์ วิเคราะห์กลุ่มของสารสำคัญโดยใช้เทคนิค thin-layer chromatogram ผลการตรวจฤทธิ์ปรับระบบภูมิคุ้มกัน พบว่า สารสกัดน้ำเห็ดแครงแสดงผลปรับระบบภูมิคุ้มกันโดยยับยั้งการสร้าง **TNF- α** สูงที่สุด ร้อยละ 31.65 ± 5.28 , (91% เมื่อเทียบกับ dexamethasone 100% dexamethasone 10 $\mu\text{g/ml}$ มีฤทธิ์ในการยับยั้งการสร้าง **TNF- α** ได้ร้อยละ 34.97 ± 15.26) รองลงมาคือเห็ดหัวลิง เห็ดการบูรไต้หวัน และเห็ดของไทยที่คล้ายเห็ดการบูรไต้หวัน มีฤทธิ์ในการยับยั้งการสร้าง **TNF- α** ได้ร้อยละ 19.75 ± 7.62 , 13.94 ± 2.79 , และ 2.48 ± 10.05 ตามลำดับ และจากการที่เห็ดแครงเป็นเห็ดสมุนไพรที่มีความปลอดภัยเพราะใช้เป็นอาหาร ทางคณะผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกเห็ดแครงเป็น

เห็ดสมุนไพรที่จะนำมาในชั้นศึกษาต่อไป คือ ศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงโดยโครงการย่อยที่ ๑ คณะผู้วิจัยจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ได้ศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยง เห็ดแครง และเห็ดการบูร แบบ solid culture พบว่า เห็ดแครงเจริญได้ดีบนธัญพืชทุกชนิดที่นำมาทดลองได้แก่ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลีหยาบ ลูกเดือย ข้าวฟ่าง ปลายข้าว และข้าวโพด โดยเจริญเต็มเมล็ดธัญพืชในขวดภายใน 4 วัน นำเส้นใยที่เจริญบนธัญพืชไปอบแห้งและตรวจปริมาณ β -glucan ตามวิธีของ Megazyme พบว่าปริมาณ β -glucan ของเส้นใยเห็ดแครงที่เจริญบนข้าวบาร์เลย์และกระตุ้นด้วยน้ำมันปาล์ม มีปริมาณ β -glucan สูงสุด คือ 68.9 (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดธัญพืชที่ใช้เลี้ยงที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แต่ไม่มีความแตกต่างของชนิดน้ำมันพืชที่นำมากระตุ้นการสร้าง β -glucan ส่วน fruiting body ของเห็ดแครงที่เจริญบนก้อนขี้เลื่อยอายุ 14 วัน หลังเปิดดอกพบว่า fruiting body ที่เก็บจากก้อนที่ผสมน้ำมันรำข้าว 8 % มีปริมาณ β -glucan สูงสุด คือ 31.8 (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดน้ำมันที่ใช้กระตุ้นการสร้าง β -glucan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แต่ไม่มีความแตกต่างของระดับน้ำมันพืชที่ผสมในก้อนขี้เลื่อย สำหรับเห็ดการบูรเจริญได้ดีบนธัญพืชทุกชนิดที่นำมาทดลองได้แก่ ข้าวโพดข้าวสาลีหยาบ ข้าวบาร์เลย์ และข้าวหอมนิล โดยเจริญเต็มเมล็ดธัญพืชในขวดโดยเฉลี่ยประมาณ 32 วัน หรือประมาณ 5 สัปดาห์ ผลการตรวจปริมาณ total triterpenoids โดยโครงการย่อยที่ 2 พบว่าปริมาณ total triterpenoids ของเส้นใยเห็ดการบูรที่เจริญบนข้าวโพดผสมเปลือกถั่วที่อายุ 9 สัปดาห์ มีปริมาณ total triterpenoids สูงสุด คือ 5.18 (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดธัญพืชที่ใช้เลี้ยงและชนิดของเปลือกผลไม้ที่ใช้กระตุ้นการออกฤทธิ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 การศึกษาต้นทุน ผลตอบแทนและระยะคืนทุนของฟาร์มต้นแบบขนาดย่อม จำนวน 3,000 ขวด โดยใช้เลี้ยงบนข้าวโพดผสมข้าวบาร์เลย์ในสัดส่วน 1:1 เป็นระยะเวลา 2 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยวิธีอบแห้งที่ 70 เซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำมาบดละเอียด บรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยด์ขนาด 1 กก. เพื่อจำหน่ายให้โรงงานแปรรูป พบว่า ประมาณรายได้จากการผลิตเห็ดการบูรผง เท่ากับ 4,032,000 บาท มีต้นทุนคงที่เท่ากับ 665,989.63 บาท ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 1,437,717.11 บาท ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 2,103,707.74 บาท ประมาณกำไรสุทธิเท่ากับ 1,928,292.26 บาท มีอัตราผลตอบแทนการลงทุน เท่ากับ 91.66 % และสามารถคืนทุนได้ใน ระยะเวลา 1 ปี 9 เดือน 25 วัน ผลการดำเนินงานในด้านการผลิตเห็ดสมุนไพร ได้ถ่ายทอดวิธีการเพาะเลี้ยงให้กับฟาร์มเห็ดที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อให้เป็นฟาร์มต้นแบบ ที่จะนำไปส่งเสริมการผลิตเห็ดสมุนไพรที่ได้มาตรฐาน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเห็ดสมุนไพรและเห็ดเศรษฐกิจที่นิยมบริโภคในประเทศ โดยคณะผู้วิจัยจาก สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ศึกษาข้อมูล วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสุขภาพที่เกี่ยวกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ เห็ดแครง เห็ดหูหนูดำ เห็ดหอม และ เห็ดฟาง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการสร้างแนวคิดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผลการดำเนินงานได้ออกแบบผลิตภัณฑ์ 2 รูปแบบคือ ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากสารสกัดน้ำของเห็ดแครงในรูปแบบที่เป็นของเหลวใส มีความเข้มข้นคล้าย syrup มีความหวานน้อย สาเหตุที่นำสารสกัดน้ำของเห็ดแครงมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ เนื่องจากผลการศึกษาในโครงการย่อยที่ 2 พบว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดแครงละลายได้ดีในน้ำ กระบวนการผลิตใช้วิธีลด water activity ของ

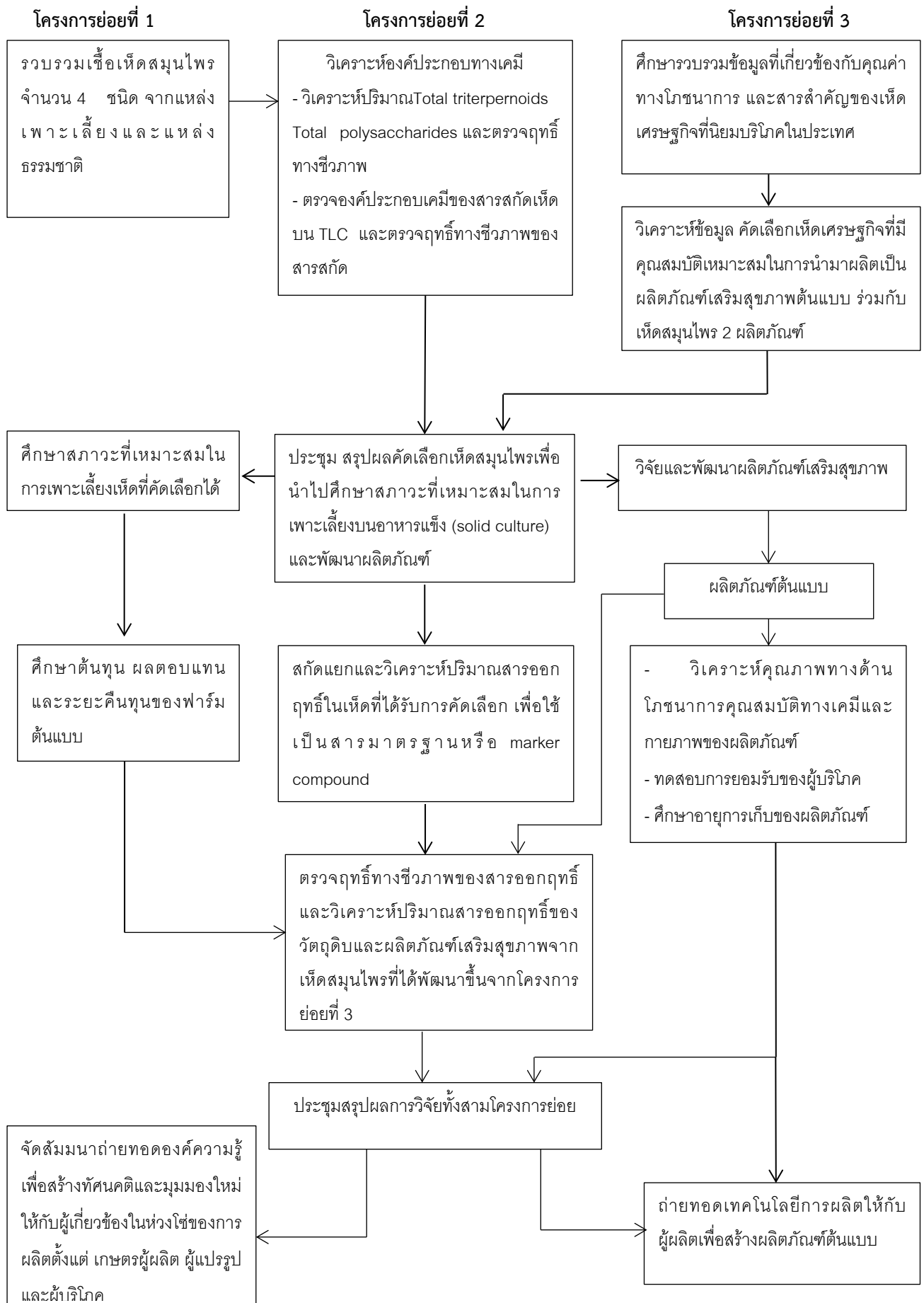
ผลิตภัณฑ์ให้มีค่าน้อยกว่า 0.85 ทำให้ไม่ต้องใช้ความร้อนสูงในการฆ่าเชื้อ ช่วยรักษาคุณค่าของผลิตภัณฑ์ไม่ให้ถูกทำลายด้วยความร้อน ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่ช่วยกระตุ้นและเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปเนื้อเห็ดแผ่นอบแห้ง ผลิตภัณฑ์นี้เกิดจากแนวคิดที่ว่า อาหารเสริมภูมิคุ้มกันทานควรเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง เพราะร่างกายต้องใช้โปรตีนในการผลิตเซลล์ต่างๆ รวมทั้งแอนติบอดี และ เอนไซม์ของระบบภูมิคุ้มกัน ควรเป็นอาหารที่มี เบต้าแคโรทีน วิตามินซี วิตามินอี วิตามินบี และแร่ธาตุ บางชนิด ได้แก่ ซีลีเนียม (Se) และสังกะสี (Zn) ผลจากการวิเคราะห์ พบว่า เห็ดแคร่ง เห็ดหูหนูดำ และเห็ดนางฟ้า มีคุณสมบัติที่ต้องการ นอกจากนี้ยังพบว่า เห็ด 3 ชนิดนี้เมื่อนำมาบดกับน้ำ แล้วผสมรวมกันจะช่วยลดกลิ่นคาว และความขมของเห็ดแคร่งได้ เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ และเพื่อไม่ให้เสียคุณค่าดังกล่าวไป จึงได้พัฒนากระบวนการผลิตให้ใช้ความร้อนต่ำในการทำแห้ง ผลิตภัณฑ์นี้มีลักษณะเป็นแผ่น สามารถใช้บริโภคพร้อมกับมื้ออาหารหรือใช้บริโภคเป็นอาหารว่างได้ทุกโอกาส ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น 100กรัม ให้พลังงาน 344.39 กิโลแคลอรี มีความชื้น 7.57 กรัม คาร์โบไฮเดรต 70.86 กรัม ไขมัน 0.95 กรัม โปรตีน 13.10 กรัม วิตามิน บี 2 0.21 มิลลิกรัม แคลเซียม (Ca) 992.47 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียม (Mg) 944.94 มก./กิโลกรัม สังกะสี (Zn) 32.51มก./กิโลกรัม ผลิตภัณฑ์เห็ดไซรป์ 100 กรัม ให้พลังงาน 280.86 กิโลแคลอรี มีความชื้น 29.68กรัม คาร์โบไฮเดรต 69.31กรัม ไขมัน 0.02 กรัม โปรตีน 0.86กรัม วิตามิน บี 2 บี1 <0.025, <0.030 มิลลิกรัม แคลเซียม (Ca) 35.571 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียม (Mg) 35.715 มก./กิโลกรัม สังกะสี (Zn) <1.000มก./กิโลกรัม

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ โดยโครงการย่อยที่ 2 พบว่าผลิตภัณฑ์จากเห็ดแคร่ง คือ เห็ดไซรป์ และ เห็ดแผ่น แสดงฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกันดีกว่าเห็ดแคร่ง โดย เห็ดไซรป์ ยับยั้ง **TNF- α** และ **IL-6** เพิ่มขึ้น 2-3 เท่า และเห็ดแผ่น ยับยั้ง **TNF- α** เพิ่มขึ้น 2 เท่า การศึกษาฤทธิ์ต้านอักเสบของเห็ดแคร่งเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทั้งสอง พบว่า เห็ดแคร่งและผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น แสดงฤทธิ์ต้านอักเสบโดยยับยั้งการสร้าง prostaglandin E2 ส่วน เห็ดไซรป์ไม่มีฤทธิ์ต้านอักเสบดังกล่าว การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น พบว่า ระยะเวลามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในด้านการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ ($p < 0.05$) โดยระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง ในสัปดาห์ที่ 1-2 ความสามารถดังกล่าวยังไม่มีแตกต่าง ($249.519 \pm 20.698 \mu\text{mol Trolox eq./g sample}$) แต่จะเริ่มเห็นความเปลี่ยนแปลงในสัปดาห์ที่ 3-4 ($185.353 \pm 10.052 \mu\text{mol Trolox eq./g sample}$) คิดเป็นร้อยละ 25.716 สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดสกัดเข้มข้นพบว่า ระยะเวลา มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดังกล่าวของผลิตภัณฑ์ ($p < 0.05$) เช่นกัน โดยลดลงจากสัปดาห์ที่ 1 ($0.691 \pm 0.011 \mu\text{mol Trolox eq./ml sample}$) จนถึงสัปดาห์ที่ 4 ($0.584 \pm 0.007 \mu\text{mol Trolox eq./ml sample}$) คิดเป็นร้อยละ 15.485 ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในด้านการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อไป

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ เห็ดแผ่นเพื่อสุขภาพ และไซรป์เห็ด โดยทดสอบ กับผู้บริโภคทั่วไปในช่วงอายุตั้งแต่ 11 ปี ขึ้นไป จำนวน 150 คน ใช้วิธีแจกแบบสอบถามแบบสอบถามที่ใช้ประเมิน ออกแบบเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของข้อมูลประชากรศาสตร์และการยอมรับผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างที่ได้รับ โดยเลือกใช้สเกลการยอมรับคะแนนความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic Scale กำหนดช่วงระดับความชอบผลิตภัณฑ์ (1=ชอบน้อยที่สุด และ 9=ชอบมากที่สุด) ผลการทดสอบ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ เห็ดแผ่นร่อยละ 59.33 เห็ดไซรป์ ร่อยละ 88 ผู้บริโภค ร่อยละ 44.67 จะซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น และร่อยละ 77.33 จะซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดไซรป์ หากมีผลิตภัณฑ์ออกวางจำหน่ายในท้องตลาด

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้กับผู้ผลิต จำนวน 2 บริษัท คือบริษัท เพนต้า อิมเพค จำกัด เลขที่ 4 หมู่ 11 ถนนบางรักใหญ่-บ้านใหม่ ต.บ้านใหม่ อ. บางใหญ่ จังหวัดนนทบุรีและบริษัท ไทยคอมโปรดักส์ จำกัด (รุ่งเปี่ยมสุขฟาร์ม) เลขที่ 39/43 ถนน นวมิตร แขวงคลองกุ่ม เขต บึงกุ่ม กทม. นอกจากนี้ได้จัดให้มีการสัมมนาเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้ในเรื่องคุณค่า และคุณประโยชน์ของเห็ดต่อสุขภาพ และการบูรณาการ การใช้ประโยชน์จากเห็ดสมุนไพรและเห็ดเศรษฐกิจเพื่อสร้างทัศนคติและมุมมองใหม่ให้กับผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่ของการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด ตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิตเห็ด กลุ่มอุตสาหกรรมผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและผู้สนใจทั่วไป คณะผู้วิจัยได้จัดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ภายใต้ชื่อ : การพัฒนาการผลิตเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ ในวันอังคารที่ 21 กรกฎาคม 2558 เวลา 09.00 – 16.30 น. ณ ชั้น 3 ห้อง 305 (ห้องละอองฟ้า) สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีผู้เข้าร่วมการสัมมนา 66 คน เป็นเพศหญิงร้อยละ 56.5 และเพศชายร้อยละ 43.5 มีอายุระหว่าง 24 - 78 ปี อายุเฉลี่ย 45 ปี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท ต่ำกว่าปริญญาตรี และปริญญาเอก มีอาชีพกิจการส่วนตัว พนักงานเอกชน และรับราชการ ความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมสัมมนา ในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.04) ความพึงพอใจในด้านเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการบรรยาย หัวข้อ การพัฒนาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดสมุนไพร ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.00) หัวข้อการพัฒนาการผลิตเห็ดสมุนไพรในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.98) หัวข้อฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.93) และหัวข้อการควบคุมคุณภาพการผลิตเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.80) ตามลำดับ ความพึงพอใจเกี่ยวกับความพร้อมของสถานที่ ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.24) ความพอเหมาะของระยะเวลาในการจัดสัมมนา ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.02) เอกสารประกอบ ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.98) ท่านสามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดและใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.70)



แผนภาพแสดงความเชื่อมโยงของการดำเนินงานวิจัยทั้ง 3 โครงการ

บทคัดย่อ

การศึกษากระบวนการผลิตเห็ดสมุนไพรในเชิงพาณิชย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญและการสร้างสารออกฤทธิ์ของเห็ดสมุนไพร ในการเลี้ยงแบบ solid culture ศึกษาต้นทุนผลตอบแทน และระยะคืนทุน โดยได้รวบรวมและคัดเลือก fruiting body ของเห็ดสมุนไพรกลุ่มที่สร้างสารออกฤทธิ์ประเภท β -glucan สูง ได้แก่ เห็ดแครง (*Shizophyllum commune* Fr.) และเห็ดหัวลิง (*Hericium erinaceus*) จากแหล่งเพาะเลี้ยงและแหล่งธรรมชาติชนิดละ 3 แหล่ง และเห็ดสมุนไพรกลุ่มที่สร้างสารออกฤทธิ์ประเภท triterpenoid สูง ได้แก่ เห็ดการบูรไต้หวัน (*Antrodia camphorata*) และเห็ดของไทยที่คล้ายเห็ดการบูรของไต้หวัน พบว่า เห็ดแครงจากอำเภอท่าใหม่ (S1) จังหวัดจันทบุรี ให้ค่า total polysaccharide สูงกว่าเห็ดหัวลิง มีค่า 5.16 ± 0.14 (%w/w) และ 3.75 ± 0.17 (%w/w) ตามลำดับ เห็ดการบูรไต้หวันให้ค่า total triterpenoid สูงกว่าเห็ดของไทยที่คล้ายเห็ดการบูรไต้หวัน มีค่า 2.43 ± 0.044 (%w/w) และ 2.10 ± 0.03 (%w/w) ตามลำดับ จึงได้นำเชื้อเห็ดทั้งสองชนิดมาทดลองเลี้ยงแบบ solid culture เพื่อกระตุ้นให้มีการสร้างสารออกฤทธิ์สูงขึ้นด้วยน้ำมันพืชสำหรับเห็ดแครงและเปลือกผลไม้สำหรับเห็ดการบูร บนธัญพืชชนิดต่าง ๆ และบนก้อนขี้เลื่อย (เฉพาะเห็ดแครง). ผลการเพาะเลี้ยงพบว่า เห็ดแครงเจริญได้ดีบนธัญพืชทุกชนิดที่นำมาทดลอง เห็ดแครงที่เจริญบนข้าวบาร์เลย์และกระตุ้นด้วยน้ำมันปาล์มมีปริมาณ β -glucan สูงสุด คือ 68.9 (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดธัญพืชที่ใช้เลี้ยงที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แต่ไม่มีความแตกต่างของชนิดน้ำมันพืชที่นำมากระตุ้นการสร้าง สำหรับเห็ดการบูรเจริญได้ดีบนธัญพืชทุกชนิดที่นำมาทดลองได้แก่ ข้าวโพดข้าวสังข์หยด ข้าวบาร์เลย์ และข้าวหอมนิล โดยเจริญเต็มเมล็ดธัญพืชในขวดโดยเฉลี่ยประมาณ 32 วัน พบว่าปริมาณ total triterpenoids ของเส้นใยเห็ดการบูรที่เจริญบนข้าวโพดผสมเปลือกกล้วยที่อายุ 9 สัปดาห์ มีปริมาณ total triterpenoids สูงสุด คือ 5.18 (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดธัญพืชที่ใช้เลี้ยงและชนิดของเปลือกผลไม้ที่ใช้กระตุ้นสร้างสารออกฤทธิ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 การศึกษาด้านต้นทุนผลตอบแทนและระยะคืนทุนของฟาร์มต้นแบบขนาดย่อม จำนวน 3,000 ขวด โดยใช้เลี้ยงบนข้าวโพดผสมข้าวบาร์เลย์ในสัดส่วน 1:1 เป็นระยะเวลา 2 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยวิธีอบแห้งที่ 70 เซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำมาบดละเอียด บรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยด์ขนาด 1 กก. เพื่อจำหน่ายให้โรงงานแปรรูป พบว่า ประมาณรายได้จากการผลิตเห็ดการบูรผง เท่ากับ 4,032,000 บาท มีต้นทุนคงที่ เท่ากับ 665,989.63 บาท ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 1,437,717.11 บาท ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 2,103,707.74 บาท ประมาณกำไรสุทธิเท่ากับ 1,928,292.26 บาท มีอัตราผลตอบแทนการลงทุน เท่ากับ 91.66 % และสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1 ปี 9 เดือน 25 วัน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเห็ดสมุนไพรและเห็ดเศรษฐกิจที่นิยมบริโภคในประเทศ โดยศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการ และคุณสมบัติเชิงสุขภาพ วิเคราะห์ข้อมูล คัดเลือกเห็ดที่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพื่อนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพต้นแบบ 2 ผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษา พบว่า สารสกัดน้ำเห็ดแครงแสดงผลปรับระบบภูมิคุ้มกันโดยยับยั้ง $\text{TNF-}\alpha$ สูงที่สุด (91% เมื่อเทียบกับ dexamethasone 100%) นอกจากฤทธิ์ที่เด่นชัดดังกล่าว เห็ดแครงยังมีความปลอดภัย

เพราะใช้เป็นอาหาร เห็ดแครงจึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป สำหรับเห็ดเศรษฐกิจ ได้คัดเลือกเห็ดหูหนูดำ และเห็ดนางฟ้า เนื่องจากเป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีคุณสมบัติเชิงสุขภาพ เสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย มีคุณสมบัติช่วยลดกลิ่น และรสขมของเห็ดแครงได้ เมื่อนำมาบดผสมรวมกัน ผลการดำเนินงานเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้ผลิตภัณฑ์ 2 รูปแบบคือ ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากสารสกัดน้ำของเห็ดแครง ในรูปของน้ำเชื่อมที่มีความหวานน้อย และผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเนื้อเห็ดบดละเอียด 3 ชนิด ได้แก่ เห็ดแครง เห็ดหูหนูดำ และเห็ดนางฟ้า ในรูปแบบเห็ดอบแห้ง ผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น 100 กรัม ให้พลังงาน 344.39 กิโลแคลอรี มีความชื้น 7.57 กรัม คาร์โบไฮเดรต 70.86 กรัม ไขมัน 0.95 กรัม โปรตีน 13.10 กรัม วิตามิน บี 2 0.21 มิลลิกรัม แคลเซียม (Ca) 992.47 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียม (Mg) 944.94 มก./กิโลกรัม ซิงค์ (Zn) 32.51 มก./กิโลกรัม ผลิตภัณฑ์เห็ดไซรป์ 100 กรัม ให้พลังงาน 280.86 กิโลแคลอรี มีความชื้น 29.68 กรัม คาร์โบไฮเดรต 69.31 กรัม ไขมัน 0.02 กรัม โปรตีน 0.86 กรัม วิตามิน บี 2 บี1 <0.025, <0.030 มิลลิกรัม แคลเซียม (Ca) 35.571 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมกนีเซียม (Mg) 35.715 มก./กิโลกรัม ซิงค์ (Zn) <1.000 มก./กิโลกรัม ผลการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดแครงและผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์จากเห็ดแครงแสดงฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกันดีกว่าเห็ดแครง โดย เห็ดไซรป์ ยับยั้ง TNF- α และ IL-6 เพิ่มขึ้น 2-3 เท่า และเห็ดแผ่น ยับยั้ง TNF- α เพิ่มขึ้น 2 เท่า การศึกษาฤทธิ์ต้านอักเสบของเห็ดแครง เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทั้งสอง พบว่า เห็ดแครงและผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น แสดงฤทธิ์ต้านอักเสบโดยยับยั้งการสร้าง prostaglandin E2 ส่วน เห็ดไซรป์ไม่มีฤทธิ์ต้านอักเสบดังกล่าว การสกัดแยกสารจากเห็ดแครงเพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานหรือ marker compound ในการวิเคราะห์คุณภาพเห็ดแครงและผลิตภัณฑ์ สามารถแยกสาร ergosterol ซึ่งเป็นสารหลักในเห็ดแครง ในการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบเห็ด ได้จัดทำ specification ของเห็ดแครง ผลการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ เห็ดแผ่นร้อยละ 59.33 เห็ดไซรป์ ร้อยละ 88 ผู้บริโภคมีความเห็นด้วยว่าผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่นมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีคุณประโยชน์ช่วยต้านอนุมูลอิสระได้ ร้อยละ 48.67 เห็ดไซรป์ร้อยละ 88.67 ผู้บริโภคร้อยละ 44.67 จะซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น และร้อยละ 77.33 จะซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดไซรป์ หากมีผลิตภัณฑ์ออกวางจำหน่ายในท้องตลาด

ABSTRACT

The purpose of this study is to understand the favorable conditions for growth and release of biological activity. from various herbaceous mushrooms in solid culture, and to evaluate its cost-benefit and payback period of herbaceous mushrooms for commercial use. The fruiting bodies of herbaceous mushrooms that release beta-glucan, such as *Schizophyllum commune* Fr., and *Hericium erinaceus* , cultivated from growth culture and 3 from natural habitats were used, as well as fruiting bodies of other herbaceous mushrooms that release a significant amount of triterpenoids, such as Taiwan *Antrodia camphorata* and a close relative of the mushroom originated from Thailand. It was found that the species of *S. commune* Fr. found in Amphor Tamai (S1), Chanthaburi province, released its amount of total polysaccharide higher than *H. erinaceus* at $.5.16 \pm 0.14$ (%w/w) and 3.75 ± 0.17 (%w/w) respectively while *A. camphorata* released its amount of total triterpenoid higher than a close relative of *A. camphorata* originated in Thailand at 2.43 ± 0.14 (%w/w) and 2.10 ± 0.03 (%w/w) respectively. These two species of mushrooms were then grown on solid culture to stimulate a release of a higher percentage of total polysaccharide under 3 different conditions: in specific vegetable oil for *S. commune*, in fruit peels made for *S. commune* on different cereals, and saw dust. The result showed that the mushrooms grew well in all types of vegetal brought under study. *S. commune* that were grown in barley rice and stimulated by palm oil released its maximum amount of beta-glucan, measured at 68.9 (%w/w), with a significant level of 0.01 in the different types of vegetal used. On the other hand, there was no significance in the different types of vegetable oils used to stimulate mushroom growth. *A. cinnamomea* were grown well in all types of vegetal such as corn, barley rice, and jasmine rice. The seeds were grown to its full cycle of about 32 days. It was found that the total triterpenoids of its fiber grown on corn with lychee peel, aged 9 weeks, had a maximum value of 5.18 (%w/w) with a standard deviation of types of vegetal and fruit peels used to stimulate the release of biological activity to be 0.01.

In the process of studying cost-benefit and payback period of 3,000 bottles model farms, the mushrooms were grown in 1:1 ratio of corn to barley for 2 months. It was then harvested, put in the oven at 70 Celsius for 2 days, then grounded and packaged at 1 kilogram in aluminum foil for factory distribution. It was discovered that sales equal 4,032,000 baht with production cost of 2,103,707.74 baht. The net profit was 1,928,292.26

baht with the return on profit of 91.66%. Payback period was determined to be 1 year 9 months and 25 days.

The development of health supplement product aimed to create additional values to herbaceous mushrooms and economic mushrooms that are commonly consumed in the country. It was carried out by gathering information regarding the nutritional and health benefits, analyzing and selecting high quality mushrooms to be produced as 2 types of supplements. The study found that hedkrang (split gill mushroom : *Shizophyllum commune* Fr.) extract was the best at inhibiting TNF-alpha (91% compared with dexamethasone 100%). Apart from the clear inhibiting effect, the mushroom is also safe since it is regularly consumed as food. Hedkrang therefore has the suitable properties to be studied at a higher developmental stage. Economical mushrooms such as Hed-Hu-Nu-Dum (Jew's ear mushroom : *Auricularia polytricha*) and Hed-Nang-fa (Sarjor-caju Mushroom : *Pleurotus sajor-caju*), have great nutritional values, great health benefits in strengthening the immune system, and help lessen the strong smell and bitter taste of Hedkrang. When used together, these two mushrooms can be produced into 2 types of products: Hedkrang liquid supplement in the form of lightly sweetened syrup and dried grounded mushrooms with Hedkrang, Hed-Hu-Nu-Dum, and made in the form of mushroom sheet. In 100 grams of mushroom sheet supplement, Hed-Nang-fa, there is a total energy of 344.39 kilocalories, moisture 7.57 grams, carbohydrates 70.86 grams, fats 0.95 grams, protein 13.10 grams, vitamin B2 0.21 milligrams, Calcium (Ca) 992.47 milligram/kilogram, Magnesium (Mg) 944.94 milligram/kilogram, Zinc (Zn) 32.51 milligram/kilogram. In 100 grams of liquid syrup supplement, there is a total energy of 280.86 kilocalories, moisture 29.68 grams, carbohydrates 69.31 grams, fats 0.02 grams, protein 0.86 grams, vitamin B2 B1 <0.025, <0.030 milligrams, Calcium (Ca) 35.571 milligram/kilogram, Magnesium (Mg) 35.715 milligram/kilograms, Zinc (Zn) <1.000 milligram/kilogram.

The result of the biological and production study of Hedkrang was discovered that the Hedkrang product is more effective in strengthening the immune system than fresh Hedkrang. The liquid syrup supplement was two to three times more effective in inhibiting TNF-alpha and IL-6 while the mushroom sheet supplement was two times more effective. In terms of anti-inflammatory effect, Hedkrang and mushroom sheet supplement both had this effect by secreting prostaglandin E2 while the liquid syrup supplement did not. The mode of extraction of actives from Hedkrang to be used as marker compound in analyzing Hedkrang quality and product, could extract ergosterol; ergosterol is the main component of

Hedkrang. In quality control of Hedkrang raw material, the specification of Hedkrang was drafted according to the test response from consumers. Consumers were 59.33% receptive to the mushroom sheet supplement and 88% were receptive to the liquid syrup supplement. In terms of nutritional values and anti-oxidant benefit, 48.67% of consumers agree that mushroom sheet supplement has these benefits, compared to 88.67% for liquid syrup supplement. When asked if they would purchase the products if they were sold on the market, 44.67% said they would purchase mushroom sheet supplement, and 77.3% had a positive response for liquid syrup supplement.

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปโครงการ (Executive Summary)	1
บทคัดย่อภาษาไทย	6
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	8
สารบัญเรื่อง	11
บทที่ 1 บทนำ	12
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	17
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย	19
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ	24

บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันแนวโน้มผู้สูงอายุในโลกและในประเทศไทยมีมากขึ้นรวมทั้งจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคเรื้อรังหลายชนิดเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะ ผู้ป่วยโรคมะเร็งมีจำนวนมากเป็นอันดับหนึ่งของโลกคือ 12.7 ล้านคน ในปี 2551 สำหรับประเทศไทยมีผู้ป่วยโรคมะเร็งสูงเป็นอันดับหนึ่งเช่นกัน คือ จำนวน 61,082 คน ในปี 2554 (ข่าวไทยรัฐออนไลน์, 2556 : ออนไลน์) นอกจากนี้โรคที่เป็นปัญหาใหญ่ของคนไทยได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคไต โรคหัวใจ เป็นต้น จึงเป็นกระแสให้เกิดการแพทย์เชิงป้องกันโดยเน้นไปที่อาหารเสริมสุขภาพที่มีฤทธิ์ในทางยา ซึ่งจะเห็นได้ว่ามูลค่าตลาดรวมของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในประเทศไทยในปี 2553 มีค่าถึง 26,600 ล้านบาท (ข้อมูลจาก Euro monitor) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมที่กล่าวถึงนี้ส่วนใหญ่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนามาจากเห็ดสมุนไพร กลุ่มของเห็ดสมุนไพรที่ถูกนำมาใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรค ได้รับความนิยมและยอมรับในด้านสรรพคุณ เช่น เห็ดแครงหรือเห็ดตีนตุ๊กแก (*Schizophyllum commune*) มีสาร Schizophyllan ช่วยรักษามะเร็งและมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อไวรัส เห็ดหัวลิงหรือเห็ดภูมิลำ (*Hericium erinaceus*) มีสารสำคัญหลายชนิด เช่น Erinacine ช่วยกระตุ้นการเจริญหรือการงอกใหม่ของเซลล์ประสาทช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์ สาร Hericenone ใช้รักษาโรคกระเพาะอาหารอักเสบและกำจัดเซลล์มะเร็ง และมี beta-glucan มากใช้กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เห็ดการบูร (*Antrodia camphorate*) มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Shen, Y-Cet al. 2004; Meng, L-M et al. 2012) ต้านอนุมูลอิสระ (Mau, J-L et al. 2004) ต้านมะเร็ง (Liu, J-Jet al. 2004; Huang, H-Cet al. 2012,Hseu, Y-C et al. 2008; Yang, H-L et al. 2006; Yeh, C-Tet al. 2009; Lee, I.-H et al. 2002;Yang, H-L et al. 2013:online) ส่งเสริมภูมิคุ้มกันโรค (Kuo, M-C et al. 2008) เห็ดสกุล Cordyceps เช่น ถั่งเช่าทิเบต (*Cordyceps sinensis*) ถั่งเช่าสีทอง *Cordyceps militaris* มีสารสำคัญหลายชนิด เช่น cordycepin, cordycepic acid, adenosine มีสรรพคุณในการรักษาโรคมะเร็ง โรคไต ช่วยระบบไหลเวียนของร่างกาย เป็นต้น เห็ดถั่งเช่าหิมะ (*Isaria japonica*) มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญหลายชนิด เช่น Isariotins, tenuipenes, paecilomycines, spirotenuipenes และ β -glucan มีสรรพคุณ ลดความดัน ลดคอเลสเตอรอล ไขมัน น้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคมะเร็ง โรคมาเลเรีย เป็นต้น เห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*) มีสารที่มีสรรพคุณทางยามากกว่า 100 ชนิด ที่สำคัญ คือ ganoderans, ganoderic acid, ganodosterone จึงมีสรรพคุณรักษาโรคได้หลายชนิดรวมทั้งมะเร็ง เห็ดหอม (*Lentinula edodes*) มีสารสำคัญคือ Lentinan ใช้รักษามะเร็งเช่นกัน

เห็ดเป็นยาเหล่านี้ในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา จีน ญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน มาเลเซีย มีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมเพื่อนำมาสกัดสารสำคัญแล้วนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ ซึ่งราคาขึ้นอยู่กับปริมาณของสารออกฤทธิ์โดยแต่ละบริษัทจะมีห้องปฏิบัติการของตนเองเพื่อตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยผ่านการรับรองมาตรฐานจากหน่วยงานภายนอก ซึ่งในประเทศไทยมีการทำฟาร์มเห็ดเหล่านี้เช่นกัน เช่น

เห็ดหัวลิง เห็ดหลินจือ เห็ดถั่งเช่า เห็ดหอม เป็นต้น แต่การนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพในประเทศไทย ไม่มีการตรวจสอบระดับปริมาณสารออกฤทธิ์ว่ามีมากน้อยแค่ไหนจึงขาดความน่าเชื่อถือและเป็นความเสี่ยงของผู้บริโภคที่จะได้ผลิตภัณฑ์คุณภาพต่ำ ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีศักยภาพที่จะเพาะเห็ดเหล่านี้ได้อีกทั้งความต้องการบริโภคผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมีแนวโน้มสูงขึ้น สาธิต (2549.: ออนไลน์) รายงานว่าประมาณการทั่วโลกผลิตเห็ดเพื่อขายมูลค่า 162,000 ล้านบาทต่อปี เพื่อบริโภค 375,000 ล้านบาทต่อปี ประเทศไทยผลิตเพื่อบริโภคปีละประมาณ 3,000-5,000 ล้านบาท จะเห็นได้ว่าความต้องการเห็ดเป็นยาหรือเห็ดสมุนไพรสูงเกือบครึ่งหนึ่งของเห็ดเพื่อการบริโภค เห็ดเป็นยาสามารถเพิ่มมูลค่าได้สูงมาก และถึงแม้ว่าจะขายเป็นวัตถุดิบก็ยังมีราคาสูงอยู่ ดังเช่น ราคาเห็ดถั่งเช่าสีทองอบแห้งกิโลกรัมละ 150,000 บาท ราคาเห็ดสด(ขวดโหล 12 ออนซ์) ขวดละ 700-800 บาท เห็ดถั่งเช่าหิมะแห้งราคากิโลกรัมละ 30,000-70,000 บาท ส่วนราคาของถั่งเช่าดิบไม่มีรายงานในประเทศไทยแต่ตลาดของจีนราคา 150,000-200,000 หยวน (1 หยวน = 5 บาท) (ธัญญา, 2555) ราคาเห็ดหัวลิงสดในประเทศกิโลกรัมละ 300 บาท ส่วนเห็ดหัวลิงแห้ง และเห็ดหลินจือกิโลกรัมละ 2,000 บาท (คมชัดลึก, 2553.: ออนไลน์) ดังนั้นภาครัฐควรเข้ามาเกี่ยวข้องในการช่วยเหลือสนับสนุนเกษตรกรผู้เพาะเห็ดเป็นยาและอุตสาหกรรมแปรรูปเห็ดเป็นยา ในเรื่องของการตรวจสอบวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของการผลิตที่ได้มาตรฐานอันจะช่วยให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่งเสริมให้มีผู้ประกอบการมากขึ้น เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและเป็นการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในตลาดโลก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรที่มีศักยภาพทางยาที่มีฤทธิ์ในการต้านเซลล์มะเร็ง 3 ชนิด ที่มีการเพาะเลี้ยงในประเทศไทย ได้แก่ เห็ดหัวลิง เห็ดแครง และเห็ดการบูร ทำให้เชื่อสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ที่คงที่และมีปริมาณสูง วิเคราะห์สารออกฤทธิ์และศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดมาตรฐานของเห็ดสมุนไพร รวมถึงการบูรณาการ การใช้ประโยชน์ของเห็ดทั้งที่ใช้เป็นอาหารและใช้ในทางยาให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยการเสริมจุดแข็งและลบจุดอ่อน นำเทคโนโลยีการผลิตที่จะเสริมคุณค่า และรักษาคุณค่าของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพมาใช้ เพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด และเพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพของอุตสาหกรรมในระดับSMEs ซึ่งจะเป็นการสร้างทัศนคติและมุมมองใหม่ให้กับผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่ของการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด ตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิต ผู้แปรรูปและผู้บริโภค

๑.๒ วัตถุประสงค์ของแผนวิจัย

๑.๒.๑ ศึกษาพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรที่มีศักยภาพทางยา มีฤทธิ์ในการต้านเซลล์มะเร็ง ๓ ชนิด ที่มีการเพาะเลี้ยงในประเทศไทย ได้แก่ เห็ดหัวลิง เห็ดแครง และเห็ดการบูร ทำให้เชื่อสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ที่คงที่ และมีปริมาณสูง เพื่อให้เป็นฟาร์มต้นแบบ ที่จะนำไปส่งเสริมการผลิตเห็ดที่ได้มาตรฐาน (การศึกษาในข้อนี้ดำเนินการโดยโครงการย่อยที่ ๑)

๑.๒.๒ วิเคราะห์สารออกฤทธิ์และศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดมาตรฐานของเห็ดสมุนไพร ศึกษาประสิทธิภาพต่อสุขภาพร่างกายของมนุษย์จากเห็ดที่นำมาศึกษา รวมถึงเปรียบเทียบฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกัน ต่อเซลล์มะเร็งลำไส้ และการต้านการอักเสบ ทั้งในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดำเนินการโดยโครงการย่อยที่ ๒

๑.๒.๓ บูรณาการการใช้ประโยชน์ของเห็ดทั้งที่ใช้เป็นอาหารและใช้ในทางยา ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยการเสริมจุดแข็งและลบจุดอ่อน นำเทคโนโลยีการผลิตที่จะเสริมคุณค่า และรักษาคุณค่าของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพมาใช้เพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด ดำเนินการโดยโครงการย่อยที่ ๓

๑.๒.๔ ถ่ายทอดผลการวิจัย เพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพของอุตสาหกรรมในระดับSMEs ซึ่งจะเป็นการสร้างทัศนคติและมุมมองใหม่ให้กับผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่ของการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด ตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิต ผู้แปรรูปและผู้บริโภค

๑.๓.๑ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการดำเนินการ

1.3.1 ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงและการสร้างสารออกฤทธิ์ของเห็ดสมุนไพรที่ จะช่วยส่งเสริมและสร้างผลผลิตที่มีศักยภาพในเชิงการค้าให้กับประเทศ

1.3.2 ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภคและเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์

1.3.3 ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับฤทธิ์ในการส่งเสริมสุขภาพทั้งในด้านระบบภูมิคุ้มกัน ผลต่อเซลล์มะเร็งลำไส้ และการต้านการอักเสบของเห็ดที่ทำการศึกษา

1.3.4 ได้องค์ความรู้ถ่ายทอดไปสู่ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในกลุ่ม SMEs เพื่อการพัฒนาระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด

1.3.5 เพิ่มช่องทางการขยายตลาดของสินค้าที่ผลิตจากเห็ดให้กับผู้ผลิตระดับSMEs ทำให้ผู้ผลิตระดับSMEsเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเห็ดอย่างต่อเนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตที่ได้รับการถ่ายทอด

1.3.6 ช่วยผลักดันอาชีพการเพาะเห็ดเข้าสู่ระบบการตลาดแข่งขันในทางธุรกิจ ทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนที่คุ้มค่า ราคาที่เป็นธรรม และสร้างตลาดอย่างเป็นรูปธรรมต่อเนื่อง

1.3.7 ผู้ประกอบการในกลุ่ม SMEs สามารถนำองค์ความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ส่งผลให้เกิดมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจแก่ภาคการผลิตของอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ

1.3.8 ช่วยกระตุ้นให้คนไทยมีความสนใจรู้จักเห็ดในเชิงลึกมากขึ้น เกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดและพฤติกรรมผู้บริโภคเห็ด ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงการผลิตเห็ดทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เกิดการขยายตัวของธุรกิจการทำฟาร์มเพาะเห็ด

บทที่ ๒

ทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรม

เห็ดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะมีโปรตีนสูง และยังมีคาร์โบไฮเดรต วิตามิน และไขมัน คาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่มีฤทธิ์ทางยาที่พบในเห็ดทุกชนิด ได้แก่ β -glucan ที่มีฤทธิ์ในการ กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายแต่จะมีในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดของเห็ด นอกจากนี้เห็ดบางชนิด ยังสร้างสารออกฤทธิ์ทางยาอื่น ๆ เช่น เห็ดแครงหรือเห็ดตีนตุ๊กแก (*Schizophyllum commune*) มีสาร Schizophyllan ช่วยรักษามะเร็งและมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อไวรัส เห็ดหัวลิงหรือเห็ดภูมิลาลา (*Hericium erinaceus*) มีสารสำคัญหลายชนิด เช่น Erinacine ช่วยกระตุ้นการเจริญหรือการงอกใหม่ของเซลล์ประสาท ช่วยป้องกันโรคอัลไซเมอร์ สาร Hericenone ใช้รักษาโรคกระเพาะอาหารอักเสบและกำจัดเซลล์มะเร็ง และมี beta-glucan สูงใช้กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เห็ดสกุล Cordyceps เช่น ถั่งเช่าทิเบต (*Cordyceps sinensis*) ถั่งเช่าสีทอง *Cordyceps militaris* มีสารสำคัญหลายชนิด เช่น cordycepin, cordycepic acid, adenosine มีสรรพคุณในการรักษาโรคมะเร็ง โรคไต ช่วยระบบไหลเวียนของร่างกาย เป็นต้น ถั่งเช่าหิมะ (*Isaria japonica*) มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญหลายชนิด เช่น Isariotins, tenuipesine, paecilomycines, spirotenuipesines และ β -glucan มีสรรพคุณ ลดความดัน ลดคอเลสเตอรอล ไขมัน น้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคมะเร็ง โรคมาเลเรีย เป็นต้น เห็ดหอม (*Lentinula edodes*) มีสารสำคัญคือ Lentinan ใช้รักษา มะเร็งเช่นกัน เห็ดการบูร (*Anthodia camphorata*) สารสาร triterphenoids คล้ายในเห็ดหลินจือและมี cordycepin คล้ายเห็ดในสกุล Cordyceps แต่ปริมาณสูงกว่า ดังนั้นเห็ดเหล่านี้จึงถูกนำมาใช้เป็นสมุนไพร รักษาโรคและบางชนิดมีการผลิตเป็นฟาร์มขนาดใหญ่เพื่อนำมาสกัดสารสำคัญแล้วนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์เสริม สุขภาพ เช่น ในสหรัฐอเมริกา จีน ญี่ปุ่น เกาหลี ไต้หวัน มาเลเซีย ซึ่งราคาขึ้นอยู่กับปริมาณของสารออกฤทธิ์ โดยแต่ละบริษัทจะมีห้องปฏิบัติการของตนเองเพื่อตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยผ่านการรับรอง มาตรฐานจากหน่วยงานภายนอก ในประเทศไทยมีการทำฟาร์มเห็ดเหล่านี้เช่นกัน เช่น เห็ดหอม เห็ดหัวลิง เห็ดแชมปิญอง เห็ดหลินจือ เป็นต้น แต่นั่นผลิตเป็นอาหารมากกว่านำไปใช้ทางยา ยกเว้นเห็ดหลินจือ และมัก จำหน่ายในรูปของฟรุติงบอดีจากคุณสมบัติเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการและการรักษาโรค ทำให้มีการนำ เห็ดดังกล่าว มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด แต่เนื่องจากคุณค่าของวัตถุดิบดังกล่าวจะ ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตโดยตรง ดังนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตเห็ดในระดับ ควบคุม รวมทั้งการตรวจสอบวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ และกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของการผลิตที่ได้มาตรฐาน เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จนต้องมีความรู้ที่สามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรทำการผลิตในระดับฟาร์มเพื่อ นำมาเป็นวัตถุดิบในระดับอุตสาหกรรมต่อไป การส่งเสริมให้มีผู้ประกอบการผลิตเห็ดให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน จนสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมอันจะมีผลต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจโดยรวมนั้น จำเป็นจะต้องศึกษาถึงศักยภาพของการทำฟาร์มเห็ดที่มีการดำเนินกิจการอยู่ในสภาพปัจจุบัน ว่ามีศักยภาพ การผลิตในระดับใด และคุณภาพของผลผลิตเป็นอย่างไร และถ้าจะให้ผลผลิตมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ควรจะส่งเสริมให้ในด้านใดบ้าง จึงจะทำให้ศักยภาพในการแข่งขันในตลาดโลกได้

ปัจจุบันนอกจากจะมีการส่งเสริมให้มีการเพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรแล้ว เห็ดในกลุ่มที่เรียกว่าเห็ดเศรษฐกิจเป็นเห็ดชนิดที่คนนิยมนำมาปรุงอาหารและหาได้ง่าย ก็มีการส่งเสริมให้เพาะเลี้ยงกันมากไม่แพ้กัน เนื่องจาก เห็ดในกลุ่มนี้มีรสชาติเฉพาะตัวที่แตกต่างจากอาหารประเภทพืชผักและเนื้อสัตว์ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพ มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วนเทียบได้กับโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์ มีไขมันต่ำ ไม่มีคอเลสเตอรอล เป็นแหล่งของเกลือแร่ที่สำคัญได้แก่ เหล็ก แคลเซียม ซีลีเนียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และทองแดง มีวิตามินซี วิตามินบีรวม นอกจากนี้ยังพบว่า เห็ดในกลุ่มนี้มีสารที่สามารถทำหน้าที่อื่นให้กับร่างกาย (Non-nutritive Physiological Functions) มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ยืนยันว่ามีคุณสมบัติป้องกันโรคได้ โดยมีสารที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ ช่วยในการต้านมะเร็งหลายๆ ชนิด ฯลฯ เห็ดที่นักวิทยาศาสตร์นิยมนำมาวิเคราะห์เพื่อการวิจัย เช่น เห็ดหอม เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า เห็ดเข็มทอง เห็ดหูหนู ซึ่งเป็นเห็ดที่สามารถเพาะเลี้ยงในฟาร์มได้

จากคุณประโยชน์ของเห็ดเศรษฐกิจที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นอาหารที่มีคุณค่ามากมีการส่งเสริมให้เพาะเลี้ยงกันเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน แต่ในด้านของการใช้ประโยชน์ของเห็ดเศรษฐกิจยังอยู่ในขั้นที่นำมาทำเป็นอาหารเท่านั้น จะเห็นได้จากผลิตภัณฑ์จากเห็ดเศรษฐกิจส่วนมากจะแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ที่คนส่วนใหญ่จะมองเป็นอาหารธรรมดา และผลิตภัณฑ์จากเห็ดสมุนไพรก็จะผลิตในลักษณะที่เป็นยา หรือน้ำสกัดจากเห็ดที่ไม่มีข้อมูลยืนยันในเรื่องสรรพคุณ ทำให้ตลาดของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดไม่พัฒนาไปเท่าที่ควร ทำให้ต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ จะเห็นได้ว่าการวิจัยในเรื่องการใช้ประโยชน์จากเห็ดทั้ง 2 กลุ่ม ยังขาดการบูรณาการในการศึกษาวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเห็ดทั้งสองกลุ่มนี้

ดังนั้นกรอบแนวคิดของแผนวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาศักยภาพและประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเห็ดสมุนไพรในประเทศไทย โดยเลือกศึกษาเห็ดสมุนไพรในกลุ่มที่มีศักยภาพ สามารถเพาะเลี้ยงได้ในประเทศ ได้รับความนิยมและยอมรับว่ามีสรรพคุณทางยา มีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง ด้านอักเสบและกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ได้แก่ เห็ดหัวลิง เห็ดแครง และเห็ดการบูร และด้วยเหตุที่การเพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรในประเทศไทยมักนิยมเพาะเลี้ยงตามความเชื่อและความนิยม วิธีการเพาะเลี้ยงไม่มีข้อมูลยืนยันได้ว่าเป็นวิธีที่ได้มาตรฐาน ให้ผลผลิตและเห็ดสามารถผลิตสารสำคัญได้สูง งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิด ที่จะศึกษากระบวนการผลิตการปลูกที่ช่วยให้เชื้อสร้างสารออกฤทธิ์ที่คงที่และมีปริมาณสูง จากนั้นนำความรู้จากการวิจัยไปส่งเสริมปรับปรุงคุณภาพของฟาร์มต้นแบบ สார்วจเก็บข้อมูลหลังการส่งเสริม และวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่างๆของฟาร์มต้นแบบ เพื่อพัฒนาไปสู่การทำฟาร์มมาตรฐาน และการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงอย่างเดียวยังจะไม่เกิดประโยชน์สูงสุดถ้าไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ดังนั้นแนวคิดต่อไปคือต้องการที่จะบูรณาการการใช้ประโยชน์ของเห็ดสมุนไพรด้วยการ นำเทคโนโลยีการผลิตที่จะเสริมคุณค่า และรักษาคุณค่าของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพมาใช้ เพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด เพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิตอาหารเสริมสุขภาพของอุตสาหกรรมในระดับSMEsและเพื่อสร้างทัศนคติและมุมมองใหม่ให้กับผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่ของการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิต ผู้แปรรูปและผู้บริโภค

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการ

โครงการ การพัฒนาการผลิตและระบบการจัดการฟาร์มเห็ดสมุนไพรเพื่อการนำมาสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพในเชิงบูรณาการร่วมกับเห็ดเศรษฐกิจ ประกอบด้วย ๓ โครงการย่อย แต่ละโครงการย่อยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

โครงการย่อยที่ ๑ การศึกษากระบวนการผลิตเห็ดสมุนไพรในเชิงพาณิชย์

- ๑.๑ ประชุมชี้แจงแผนการทำงาน เตรียมการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และจัดจ้างพร้อมกำหนดรูปแบบการทำงาน
- ๑.๒ คัดเลือกเชื้อเห็ดจากแหล่งเพาะเลี้ยงและแหล่งธรรมชาติ.เก็บรวบรวมเชื้อเห็ดสมุนไพรจำนวน ๔ ชนิด จากแหล่งเพาะเลี้ยงและแหล่งธรรมชาติ คือ กลุ่มที่สร้างสารออกฤทธิ์ประเภท β -glucan สูง ได้แก่ เห็ดหัวลิง เห็ดแครง กลุ่มที่สร้างสารออกฤทธิ์ประเภท triterpenoids สูง ได้แก่ เห็ดการบูรได้หวัน และเห็ดการบูรไทย
- ๑.๓ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยงเห็ดที่คัดเลือกได้ บนอาหารแข็ง (solid culture) ที่ให้ ชีวมวลและสารออกฤทธิ์สูง
- ๑.๔ ศึกษาต้นทุน ผลตอบแทนและระยะคืนทุนของฟาร์มต้นแบบ
- ๑.๕ ประมวลผลจากข้อมูลที่ได้ทั้งหมดถ่ายทอดงานวิจัยแก่ผู้ประกอบการ
- ๑.๖ สรุปผลและจัดทำรายงาน

โครงการย่อยที่ ๒ การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพและการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ของเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์สุขภาพจากเห็ด

- ๒.๑ เตรียมสารสกัดเห็ด (ตัวอย่างเห็ดสมุนไพรที่ได้รับจากโครงการย่อยที่ ๑) วิเคราะห์ปริมาณ total triterpenoids และ total polysaccharides
- ๒.๒ ตรวจสอบองค์ประกอบเคมีของสารสกัดเห็ดบน TLC
- ๒.๓. ตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัด
- ๒.๔. สรุปผลนำเสนอที่ประชุมคณะผู้วิจัยทั้ง ๓ โครงการย่อยเพื่อพิจารณาคัดเลือกเห็ดสมุนไพรนำไปศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง บนอาหารแข็ง (solid culture) ที่ให้ชีวมวลและสารออกฤทธิ์สูงและเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ
- ๒.๕. สกัดแยกและวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในเห็ดที่ได้รับการคัดเลือก เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานหรือ marker compound ในการวิเคราะห์คุณภาพเห็ดแครงและผลิตภัณฑ์จัดทำ specification ของเห็ดแครง ผลิตภัณฑ์
- ๒.๖ ตรวจสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารออกฤทธิ์ และวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์จากเห็ดสมุนไพรที่ได้พัฒนาขึ้นจากโครงการย่อยที่ ๓
- ๒.๗ สรุปผลและจัดทำรายงาน

โครงการย่อยที่ 3 การพัฒนาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดสมุนไพร

- 3.1 ศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการ และสารสำคัญ ของเห็ดเศรษฐกิจที่นิยมบริโภคในประเทศ
- 3.2 วิเคราะห์ข้อมูล คัดเลือกเห็ดเศรษฐกิจที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพต้นแบบ ร่วมกับเห็ดสมุนไพร 2 ผลิตภัณฑ์
- 3.3 วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ
- 3.4 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านโภชนาการและคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์
- 3.5 ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ 2 ฤทธิ์ คือ ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง ฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกันโดยส่งตัวอย่างให้โครงการย่อยที่ 2 ทำการศึกษา
- 3.6 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค
- 3.7 ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้กับผู้ผลิตเพื่อสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์
- 3.8 ถ่ายทอดองค์ความรู้เพื่อสร้างทัศนคติและมุมมองใหม่ให้กับผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่ของการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิต ผู้แปรรูปและผู้บริโภค
- 3.9 สรุปผล และจัดทำรายงาน

คัดเลือกเชื้อเห็ดจากแหล่งเพาะเลี้ยงและแหล่งธรรมชาติ.เก็บรวบรวมเชื้อเห็ดสมุนไพรจำนวน ๔
 ชนิด จากแหล่งเพาะเลี้ยงและแหล่งธรรมชาติ คือ กลุ่มที่สร้างสารออกฤทธิ์ประเภท β -
 glucan สูง ได้แก่ เห็ดหัวลิง เห็ดแครง กลุ่มที่สร้างสารออกฤทธิ์ประเภท triterpenoids สูง
 ได้แก่ เห็ดการบูรได้หวัน และเห็ดการบูรไทย

บทที่ ๔

ผลการดำเนินการวิจัย

๔.๑ การศึกษากระบวนการผลิตเห็ดสมุนไพรในเชิงพาณิชย์

ผลจากการประชุมวางแผนร่วมกันกับผู้ร่วมวิจัย ได้ทำการเก็บรวบรวมเชื้อเห็ดในรูปของ fruiting body กลุ่มที่สร้าง β -glucan ได้แก่ เห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) และเห็ดหัวลิง (*Hericium erinaceus*) จากฟาร์มเห็ดและจากธรรมชาติชนิดละ 3 แหล่ง นำมาอบแห้งและส่งตัวอย่างให้โครงการย่อยที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณสารออกฤทธิ์คือ β -glucan พบว่าเห็ดแครงมีปริมาณ β -glucan 48.1 % (w/w) ส่วนเห็ดหัวลิงมีปริมาณ β -glucan 28.9 % (w/w) ผลการวิเคราะห์ total polysaccharide ให้ผลในทำนองเดียวกัน นอกจากนี้ได้เก็บรวบรวมเชื้อเห็ดการบูร (*Antrodia camphorata*) ซึ่งสร้างสารออกฤทธิ์ที่สำคัญได้แก่ triterpenoids จากสาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) ในรูปของ fruiting body ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นเกาะกับเนื้อไม้ที่ชื้นและมีสีส้ม มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว นำมาเปรียบเทียบกับเห็ดของไทยที่คล้ายเห็ดการบูรของไต้หวัน ซึ่งไม่ทราบสปีชีส์ จากฟาร์ม ดร.ธวัช ทะพิงแค (จ.เชียงใหม่) อยู่ในรูปของเส้นใยที่เจริญบนเมล็ดข้าวโพด เส้นใยเป็นสีขาวไม่มีกลิ่นหอม พบว่าเห็ดการบูรไต้หวันให้ค่า total triterpenoid สูงที่สุดคือ $.2.43 \pm 0.044$. (%w/w)

จากผลการวิเคราะห์สารสำคัญดังกล่าวจึงได้นำเชื้อเห็ดทั้งสองชนิดมาทดลองเลี้ยงแบบ solid culture เพื่อกระตุ้นให้มีการสร้างสารออกฤทธิ์สูงขึ้นด้วยน้ำมันพืชสำหรับเห็ดแครงและเปลือกผลไม้สำหรับเห็ดการบูรบนธัญพืชชนิดต่าง ๆ และบนก้อนขี้เลื่อย (เฉพาะเห็ดแครง).วางแผนการทดลองแบบ 4×4 factorial 3 ซ้ำ (ซ้ำละ 25 ขวด) พบว่าเห็ดแครงเจริญได้ดีบนธัญพืชทุกชนิดที่นำมาทดลองได้แก่ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลีหยาบ ลูกเดือย ข้าวฟ่าง ปลายข้าว และข้าวโพด โดยเจริญเต็มเมล็ดธัญพืชในขวดภายใน 4 วัน นำเส้นใยที่เจริญบนธัญพืชไปอบแห้งและตรวจปริมาณ β -glucan ตามวิธีของ Megazyme พบว่าปริมาณ β -glucan ของเส้นใยเห็ดแครงที่เจริญบนข้าวบาร์เลย์และกระตุ้นด้วยน้ำมันปาล์มมีปริมาณ β -glucan สูงสุด คือ 68.9 (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดธัญพืชที่ใช้เลี้ยงที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แต่ไม่มีความแตกต่างของชนิดน้ำมันพืชที่นำมากระตุ้นการสร้าง β -glucan ส่วน fruiting body ของเห็ดแครงที่เจริญบนก้อนขี้เลื่อยอายุ 14 วัน หลังเปิดดอกพบว่า fruiting body ที่เก็บจากก้อนที่ผสมน้ำมันรำข้าว 8 % มีปริมาณ β -glucan สูงสุด คือ 31.8 (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดน้ำมันที่ใช้กระตุ้นการสร้าง β -glucan ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แต่ไม่มีความแตกต่างของระดับน้ำมันพืชที่ผสมในก้อนขี้เลื่อย สำหรับเห็ดการบูรเจริญได้ดีบนธัญพืชทุกชนิดที่นำมาทดลองได้แก่ ข้าวโพดข้าวสาลีหยาบ ข้าวบาร์เลย์ และข้าวหอมนิล โดยเจริญเต็มเมล็ดธัญพืชในขวดโดยเฉลี่ยประมาณ 32 วัน หรือประมาณ 5 สัปดาห์ นำเส้นใยที่เจริญบนธัญพืชไปอบแห้งและส่งตรวจปริมาณ total triterpenoids ที่ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าปริมาณ total triterpenoids ของเส้นใยเห็ดการบูรที่เจริญบนข้าวโพดผสมเปลือกถั่วลิสงที่อายุ 9 สัปดาห์ มีปริมาณ total triterpenoids สูงสุด คือ 5.18 (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดธัญพืชที่ใช้เลี้ยงและชนิดของเปลือกผลไม้ที่

ใช้กระตุนสารออกฤทธิ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 การศึกษาต้นทุน ผลตอบแทนและระยะคืนทุนของฟาร์ม ต้นแบบขนาดย่อม จำนวน 3,000 ขวด โดยใช้เลี้ยงบนข้าวโพดผสมข้าวบาร์เลย์ในสัดส่วน 1:1 เป็นระยะเวลา 2 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยวิธีอบแห้งที่ 70 เซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำมาบดให้แห้งโดยใช้เครื่องบด หยาบและเครื่องบดละเอียดตามลำดับ บรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยด์ขนาด 1 กก. เพื่อจำหน่ายให้โรงงานแปรรูป ต่อไป พบว่า ประมาณรายได้จากการผลิตเกิดการบูรพง เท่ากับ 4,032,000 บาท มีต้นทุนคงที่ เท่ากับ 665,989.63 บาท ต้นทุนผันแปร เท่ากับ 1,437,717.11 บาท ต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 2,103,707.74 บาท ประมาณกำไรสุทธิเท่ากับ 1,928,292.26 บาท มีอัตราผลตอบแทนการลงทุน เท่ากับ 91.66 % และสามารถ คืนทุนได้ใน ระยะเวลา 1 ปี 9 เดือน 25 วัน

4.2 การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพและการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ของเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์สุขภาพจากเห็ด

การศึกษาดังกล่าวทางโครงการได้รับวัตถุดิบเห็ดจากโครงการย่อยที่ 1 จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เห็ดแครง, เห็ดหัวลิง เห็ดการบูรไต้หวัน และเห็ดของไทยที่คล้ายเห็ดการบูรของไต้หวัน เตรียมเป็นสารสกัดน้ำ และสารสกัดเอทานอล บันทึกค่า drug-extract ratio วิเคราะห์ปริมาณรวมโพลีแซคคาไรด์และปริมาณรวม ไทรเทอร์ปีนอยด์ และทำ thin-layer chromatogram ของเห็ดทั้ง 4 ชนิด การศึกษาฤทธิ์ปรับระบบภูมิคุ้มกัน เพื่อคัดเลือกเห็ดเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ (โครงการย่อยที่ 3) โดยได้ทำการทดสอบผลของสารสกัดเห็ดต่อการ หลั่ง nitric oxide และ proinflammatory cytokines ได้แก่ $\text{TNF-}\alpha$ และ IL-6 เนื่องจากเป็นสารที่ร่างกาย สร้างขึ้นเมื่อเกิดการติดเชื้อหรือการอักเสบ โดยการสร้างสารนี้ในปริมาณที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดอันตรายกับ เซลล์ปกติ ในการทดลองนี้ใช้ เซลล์ THP1 (human monocytic leukemic cell line) ที่กระตุ้นด้วย LPS (lipopolysaccharides) จะทำให้เซลล์หลั่งสารดังกล่าวข้างต้น เมื่อเติมสารสกัดเห็ดชนิดต่างๆ และสังเกตผล พบว่า สารสกัดน้ำและสารเอทานอลของเห็ดทั้ง 4 ชนิด สามารถยับยั้งการหลั่ง nitric oxide ได้ใกล้เคียงกัน เมื่อทำการตรวจหาปริมาณ $\text{TNF-}\alpha$ ที่หลั่งจากเซลล์ THP1 ที่กระตุ้นด้วย LPS พบว่า สารสกัดเอทานอลของ เห็ดการบูรไทยที่ความเข้มข้น 100 $\mu\text{g/ml}$ ยับยั้งการหลั่ง $\text{TNF-}\alpha$ ดีที่สุด การตรวจหาปริมาณ IL-6 ที่หลั่ง จากเซลล์ THP1 ที่กระตุ้นด้วย LPS พบว่า สารสกัด เอทานอลของเห็ดทั้ง 4 ชนิดที่ความเข้มข้น 100 $\mu\text{g/ml}$ สามารถยับยั้งการหลั่ง IL-6 ได้ดีมากใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ดี พบว่า สารสกัดน้ำเห็ดแครงแสดงผลปรับระบบ ภูมิคุ้มกันโดยยับยั้ง $\text{TNF-}\alpha$ สูงที่สุด (91% เมื่อเทียบกับ dexamethasone 100%) นอกจากฤทธิ์ที่เด่นชัด ดังกล่าว เห็ดแครงยังมีความปลอดภัยเพราะใช้เป็นอาหาร เห็ดแครงจึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปพัฒนาเป็น ผลิตภัณฑ์ต่อไป จากการสกัดแยกสารจากเห็ดแครงเพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานหรือ marker compound ในการวิเคราะห์คุณภาพเห็ดแครงและผลิตภัณฑ์ โครงการฯ สามารถแยกสาร ergosterol ซึ่งเป็นสารหลักในเห็ด แครง ในการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบเห็ด ได้จัดทำ specification ของเห็ดแครง ผลิตภัณฑ์จากเห็ดแครง คือ ไซร็ปเห็ด และ เห็ดแผ่น แสดงฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกันดีกว่าเห็ดแครง โดยไซร็ปเห็ด ยับยั้ง $\text{TNF-}\alpha$ และ IL-6 เพิ่มขึ้น 2-3 เท่า และเห็ดแผ่น ยับยั้ง $\text{TNF-}\alpha$ เพิ่มขึ้น 2 เท่า การศึกษาฤทธิ์ต้านอักเสบของเห็ดแครง

เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทั้งสอง พบว่า เห็ดแครงและผลิตภัณฑ์ เห็ดแผ่นแสดงฤทธิ์ต้านอักเสบโดยยับยั้งการสร้าง prostaglandin E2 ส่วน เห็ดไซรัป ไม่มีฤทธิ์ต้านอักเสบดังกล่าว

4.3 การพัฒนาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดสมุนไพร

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเห็ดสมุนไพรและเห็ดเศรษฐกิจ เริ่มดำเนินการด้วยการศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการ และสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกฤทธิ์ สรรพคุณทางยา ของเห็ดเศรษฐกิจที่นิยมบริโภคในประเทศ สามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย และเพาะเลี้ยงได้ตลอดปี 9 ชนิด ได้แก่ เห็ดฟาง เห็ดหอม เห็ดหูหนูดำ เห็ดหูหนูขาว เห็ดกระดุม เห็ดโคนญี่ปุ่น เห็ดเข็มทอง เห็ดนางรม และเห็ดนางฟ้า ผลการศึกษาข้อมูลพบว่า เห็ดหูหนูดำ เห็ดหอม เห็ดนางฟ้า เห็ดโคนญี่ปุ่น และเห็ดกระดุมหรือเห็ดแชมปิญอง มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ลดความเสี่ยงจากโรคมะเร็ง เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการและมีสารเบต้า ดี-กลูแคน (β - D - glucan) สูง มีรายงานวิจัยหลายชิ้นระบุว่า มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดเซลล์มะเร็ง ในส่วนของผลิตภัณฑ์ส่งเสริมการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ผลการศึกษาข้อมูลพบว่า เห็ดฟาง เห็ดหอม เห็ดหูหนูดำ เห็ดแชมปิญอง เป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารอาหารที่มีผลเพิ่มการสร้างเซลล์ต่างๆในระบบภูมิคุ้มกัน ได้แก่ วิตามินซี วิตามินอี วิตามินบี แร่ธาตุซีลีเนียม และสังกะสี ฯลฯ มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และมีรายงานวิจัยหลายชิ้นที่ระบุว่าเห็ดเหล่านี้มีสารที่มีฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกัน ในด้านการคัดเลือกเห็ดสมุนไพรคณะผู้วิจัยทั้ง 3 โครงการย่อย ได้นำผลการศึกษาจากโครงการย่อยที่ 2 มาวิเคราะห์และพิจารณาคัดเลือก ผลการพิจารณาสรุปได้ว่าเห็ดแครงเป็นเห็ดสมุนไพรที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพต่อไป

การดำเนินงานเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ก่อนเริ่มดำเนินการได้วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสุขภาพที่เกี่ยวกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ เห็ดแครง เห็ดหูหนูดำ เห็ดหอม และ เห็ดฟาง เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการสร้างแนวคิดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ผลการดำเนินงานได้ออกแบบผลิตภัณฑ์ 2 รูปแบบคือ ผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากสารสกัดน้ำของเห็ดแครงในรูปแบบที่เป็นของเหลวใส มีความเข้มข้นคล้าย syrup มีความหวานน้อย โดยนำเห็ดแครงมาผ่านกระบวนการสกัดด้วยน้ำ เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของสารสำคัญที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดแครงละลายได้ดีในน้ำ กระบวนการผลิตใช้วิธีลด water activity ของผลิตภัณฑ์ให้มีค่าน้อยกว่า 0.85 ทำให้ไม่ต้องใช้ความร้อนสูงในการฆ่าเชื้อ ช่วยรักษาคุณค่าของผลิตภัณฑ์ไม่ให้ถูกทำลายด้วยความร้อน ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่ช่วยกระตุ้นและเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปเนื้อเห็ดแผ่นอบแห้ง ผลิตภัณฑ์นี้เกิดจากแนวคิดที่ว่า อาหารเสริมภูมิคุ้มกันควรเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง เพราะร่างกายต้องใช้โปรตีนในการผลิตเซลล์ต่างๆ รวมทั้งแอนติบอดี และเอนไซม์ของระบบภูมิคุ้มกัน ควรเป็นอาหารที่มี เบต้าแคโรทีน วิตามินซี วิตามินอี วิตามินบี และแร่ธาตุ บางชนิด ได้แก่ ซีลีเนียม และสังกะสี ผลจากการวิเคราะห์ พบว่า เห็ดแครง เห็ดหูหนูดำ และเห็ดนางฟ้า มีคุณสมบัติที่ต้องการและเห็ด 3 ชนิดนี้เมื่อนำมาผสมรวมกันจะช่วยลดกลิ่นคาวและความขมของเห็ดแครงได้ เหมาะสมในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ และเพื่อไม่ให้เสียคุณค่าดังกล่าวไป จึงได้พัฒนากระบวนการผลิตให้ใช้ความร้อนต่ำใน

การทำให้แห้ง ผลิตภัณฑ์นี้มีลักษณะเป็นแผ่น สามารถใช้บริโภคพร้อมกับมื้ออาหารหรือใช้บริโภคเป็นอาหารว่างได้ทุกโอกาส ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ได้นำไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการเพื่อเป็นข้อมูลให้บริษัทที่ได้รับการถ่ายทอดนำไปพัฒนาต่อยอด และเป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำฉลากโภชนาการ ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น 100 กรัม ให้พลังงาน 344.39 กิโลแคลอรี มีความชื้น 7.57 กรัม คาร์โบไฮเดรต 70.86 กรัม ไขมัน 0.95 กรัม โปรตีน 13.10 กรัม วิตามิน บี 2 0.21 มิลลิกรัม แคลเซียม (Ca) 99.247 มิลลิกรัม แมกนีเซียม (Mg) 94.494 มิลลิกรัม ซิงค์ (Zn) 3.251 มิลลิกรัม ผลิตภัณฑ์เห็ดไซร้ 100 กรัม ให้พลังงาน 280.86 กิโลแคลอรี มีความชื้น 29.68 กรัม คาร์โบไฮเดรต 69.31 กรัม ไขมัน 0.02 กรัม โปรตีน 0.86 กรัม วิตามิน บี 2 บี 1 <0.025, <0.030 มิลลิกรัม แคลเซียม (Ca) 3.55 มิลลิกรัม แมกนีเซียม (Mg) 3.57 มิลลิกรัม ซิงค์ (Zn) <0.10 มิลลิกรัม

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ ได้ส่งตัวอย่างเห็ดแครงที่ใช้เป็นวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เห็ดแครงคือ เห็ดไซร้ และเห็ดแผ่นให้กับโครงการย่อยที่ 2 เพื่อศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์จากเห็ดแครง คือ เห็ดไซร้ และ เห็ดแผ่น แสดงฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกันดีกว่าเห็ดแครง การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น พบว่า ระยะเวลาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ ($p < 0.05$) โดยระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง ในสัปดาห์ที่ 1-2 ความสามารถดังกล่าวยังไม่มีแตกต่าง ($249.519 \pm 20.698 \mu\text{mol Trolox eq./g sample}$) แต่จะเริ่มเห็นความเปลี่ยนแปลงในสัปดาห์ที่ 3-4 ($185.353 \pm 10.052 \mu\text{mol Trolox eq./g sample}$) คิดเป็นร้อยละ 25.716 สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดสกัดเข้มข้นพบว่า ระยะเวลา มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดังกล่าวของผลิตภัณฑ์ ($p < 0.05$) เช่นกัน โดยลดลงจากสัปดาห์ที่ 1 ($0.691 \pm 0.011 \mu\text{mol Trolox eq./ml sample}$) จนถึงสัปดาห์ที่ 4 ($0.584 \pm 0.007 \mu\text{mol Trolox eq./ml sample}$) คิดเป็นร้อยละ 15.485 ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อไป

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ เห็ดแผ่นเพื่อสุขภาพ และไซร้เห็ด โดยทดสอบ กับผู้บริโภคทั่วไปในช่วงอายุตั้งแต่ 11 ปี ขึ้นไป จำนวน 150 คน ใช้วิธีแจกแบบสอบถามแบบสอบถามที่ใช้ประเมิน ออกแบบเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของข้อมูลประชากรศาสตร์และการยอมรับผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างที่ได้รับ โดยเลือกใช้สเกลการยอมรับคะแนนความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic Scale กำหนดช่วงระดับความชอบผลิตภัณฑ์ (1=ชอบน้อยที่สุด และ 9=ชอบมากที่สุด) ผลการทดสอบ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ เห็ดแผ่นร้อยละ 59.33 เห็ดไซร้ ร้อยละ 88 ผู้บริโภคมีความเห็นด้วยว่าผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่นมีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีคุณประโยชน์ช่วยต้านอนุมูลอิสระได้ ร้อยละ 48.67 เห็ดไซร้ร้อยละ 88.67 ผู้บริโภคร้อยละ 44.67 จะซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดแผ่น และร้อยละ 77.33 จะซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดไซร้ หากมีผลิตภัณฑ์ออกวางจำหน่ายในท้องตลาด

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้กับผู้ผลิต จำนวน 2 บริษัท คือ บริษัท เพนต้า อิมแพค จำกัด เลขที่ 4 หมู่ 11 ถนนบางรักใหญ่-บ้านใหม่ ต.บ้านใหม่ อ. บางใหญ่ จังหวัดนนทบุรีและบริษัท ไทยคอมโปรดักส์ จำกัด (รุ่งเปี่ยมสุขฟาร์ม) เลขที่ 39/43 ถนน นวมินทร์ แขวงคลองกุ่ม

เขต บึงกุ่ม กทม. นอกจากนี้ได้จัดให้มีการสัมมนาเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้ในเรื่องคุณค่า และคุณประโยชน์ของเห็ดต่อสุขภาพ และการบูรณาการ การใช้ประโยชน์จากเห็ดสมุนไพรและเห็ดเศรษฐกิจเพื่อสร้างทัศนคติและมุมมองใหม่ให้กับผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่ของการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด ตั้งแต่เกษตรกรผู้ผลิตเห็ด กลุ่มอุตสาหกรรมผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและผู้สนใจทั่วไป คณะผู้วิจัยได้จัดการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ ภายใต้ชื่อ : การพัฒนาการผลิตเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพ ในวันอังคารที่ 21 กรกฎาคม 2558 เวลา 09.00 – 16.30 น. ณ ชั้น 3 ห้อง 305 (ห้องละอองฟ้า) สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีผู้เข้าร่วมการสัมมนา เป็นเพศหญิงร้อยละ 56.5 และเพศชายร้อยละ 43.5 มีอายุระหว่าง 24 - 78 ปี อายุเฉลี่ย 45 ปี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ปริญญาโท ต่ำกว่าปริญญาตรี และปริญญาเอก มีอาชีพกิจการส่วนตัว พนักงานเอกชน และรับราชการ ความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมสัมมนา ในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.04) ความพึงพอใจในด้านเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการบรรยาย หัวข้อ การพัฒนาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดสมุนไพร ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.00) หัวข้อการพัฒนาการผลิตเห็ดสมุนไพรในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.98) หัวข้อฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.93) และหัวข้อการควบคุมคุณภาพการผลิตเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.80) ตามลำดับ ความพึงพอใจเกี่ยวกับความพร้อมของสถานที่ ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.24) ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดสัมมนา ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.02) เอกสารประกอบ ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.98) ท่านสามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดและใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.70)

บทที่ ๕

สรุปผลการดำเนินการ

๕.๑ การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพและวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ในเห็ดสมุนไพร 4 ชนิด ได้แก่ เห็ดแครง, เห็ดหัวลิง เห็ดการบูรไต้หวัน และเห็ดของไทยที่คล้ายเห็ดการบูรของไต้หวัน โดยเตรียมเป็นสารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอล บันทึกค่า drug-extract ratio หมายถึง คำน้ำหนัก ของวัตถุดิบเห็ดที่ใช้เตรียมสารสกัด. วิเคราะห์ปริมาณรวมโพลีแซคคาไรด์ ปริมาณรวมไทรเทอร์ปีนอยด์ และ thin-layer chromatogram ตรวจฤทธิ์ปรับระบบภูมิคุ้มกัน พบว่า สารสกัดน้ำเห็ดแครงแสดงผลปรับระบบภูมิคุ้มกันโดยยับยั้ง **TNF- α** สูงที่สุด (91% เมื่อเทียบกับ dexamethasone 100%) และเห็ดแครงยังเป็นเห็ดสมุนไพรที่มีความปลอดภัยเพราะใช้เป็นอาหาร คณะผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกเห็ดแครงเป็นเห็ดสมุนไพรที่จะนำมาพัฒนาต่อไป

๕.๒ ได้วิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรที่มีศักยภาพทางยา มีฤทธิ์ในการปรับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ๒ ชนิด ได้แก่ เห็ดแครง และเห็ดการบูร วิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรดังกล่าวทำให้เชื้อสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ที่คง และมีปริมาณสูง ได้ถ่ายทอดวิธีการเพาะเลี้ยงให้กับฟาร์มเห็ดที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อให้เป็นฟาร์มต้นแบบ ที่จะนำไปส่งเสริมการผลิตเห็ดสมุนไพรที่ได้มาตรฐาน

๕.๓ ได้แยกสาร ergosterol ซึ่งเป็นสารหลักในเห็ดแครง นำมาใช้เป็นสารมาตรฐานหรือ marker compound ในการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบเห็ด ได้จัดทำ specification ของเห็ดแครง

๕.๔ ได้ศึกษาประสิทธิภาพต่อสุขภาพร่างกาย รวมถึงเปรียบเทียบฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกัน ต่อเซลล์มะเร็งลำไส้ และการต้านการอักเสบ ทั้งในวัตถุดิบ (เห็ดแครง) และผลิตภัณฑ์ที่ได้

๕.๕ ได้บูรณาการการใช้ประโยชน์ของเห็ดทั้งที่ใช้เป็นอาหารและใช้ในทางยา ให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยการเสริมจุดแข็งและลบจุดอ่อน ได้นำเทคโนโลยีการผลิตมาใช้เสริมคุณค่า และรักษาคุณค่าของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพมาสร้างนวัตกรรมใหม่ของผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด ๒ ผลิตภัณฑ์ ถ่ายทอดวิธีการผลิตให้กับผู้ประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ ๒ บริษัท

๕.๖ ได้จัดสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาการผลิตเห็ดสมุนไพรและผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพให้กับผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่ของการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ดตั้งแต่ เกษตรผู้ผลิต ผู้แปรรูปและผู้บริโภค เพื่อสร้างทัศนคติและมุมมองใหม่ของการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพจากเห็ด และเพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิตผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพของอุตสาหกรรมในระดับ SMEs