

### บทคัดย่อ

การศึกษากระบวนการผลิตเห็ดสมุนไพรในเชิงพาณิชย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญและการสร้างสารออกฤทธิ์ของเห็ดสมุนไพร ในการเลี้ยงแบบ solid culture ศึกษาต้นทุนผลตอบแทน และระยะคืนทุน โดยได้รวบรวมและคัดเลือก fruiting body ของเห็ดสมุนไพรกลุ่มที่สร้างสารออกฤทธิ์ประเภท  $\beta$ -glucan สูง ได้แก่ เห็ดแครง (*Shizophyllum commune* Fr.) และเห็ดหัวลิง (*Hericium erinaceus*) จากแหล่งเพาะเลี้ยงและแหล่งธรรมชาติชนิดและ 3 แหล่ง และเห็ดสมุนไพรกลุ่มที่สร้างสารออกฤทธิ์ประเภท triterpenoid สูง ได้แก่ เห็ดการบูรไต้หวัน (*Antrodia camphorata*) และเห็ดของไทยที่คล้ายเห็ดการบูรของไต้หวัน พบว่า เห็ดแครงจากอำเภอท่าใหม่ (S1) จังหวัดจันทบุรี ให้ค่า total polysaccharide สูงกว่าเห็ดหัวลิง มีค่า  $5.16 \pm 0.14$  (%w/w) และ  $3.75 \pm 0.17$  (%w/w) ตามลำดับ เห็ดการบูรไต้หวันให้ค่า total triterpenoid สูงกว่าเห็ดของไทยที่คล้ายเห็ดการบูรไต้หวัน มีค่า  $2.43 \pm 0.044$  (%w/w) และ  $2.10 \pm 0.03$  (%w/w) ตามลำดับ จึงได้นำเชื้อเห็ดทั้งสองชนิดมาทดลองเลี้ยงแบบ solid culture เพื่อกระตุ้นให้มีการสร้างสารออกฤทธิ์สูงขึ้นด้วยน้ำมันพืชสำหรับเห็ดแครงและเปลือกผลไม้สำหรับเห็ดการบูร บนธัญพืชชนิดต่าง ๆ และบนก้อนขี้เลื่อย (เฉพาะเห็ดแครง). ผลการเพาะเลี้ยงพบว่า เห็ดแครงเจริญได้ดีบนธัญพืชทุกชนิดที่นำมาทดลอง เห็ดแครงที่เจริญบนข้าวบาร์เลย์และกระตุ้นด้วยน้ำมันปาล์มมีปริมาณ  $\beta$ -glucan สูงสุด คือ  $68.9$  (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดธัญพืชที่ใช้เลี้ยงที่ระดับนัยสำคัญ  $0.01$  แต่ไม่มีความแตกต่างของชนิดน้ำมันพืชที่นำมากระตุ้นการสร้าง สำหรับเห็ดการบูรเจริญได้ดีบนธัญพืชทุกชนิดที่นำมาทดลองได้แก่ ข้าวโพดข้าวสังข์หยด ข้าวบาร์เลย์ และข้าวหอมนิล โดยเจริญเต็มเมล็ดธัญพืชในขวดโดยเฉลี่ยประมาณ 32 วัน พบว่าปริมาณ total triterpenoids ของเส้นใยเห็ดการบูรที่เจริญบนข้าวโพดผสมเปลือกถั่วที่อายุ 9 สัปดาห์ มีปริมาณ total triterpenoids สูงสุด คือ  $5.18$  (%w/w) มีความแตกต่างของชนิดธัญพืชที่ใช้เลี้ยงและชนิดของเปลือกผลไม้ที่ใช้กระตุ้นการสร้างออกฤทธิ์ที่ระดับนัยสำคัญ  $0.01$  การศึกษาด้านต้นทุนผลตอบแทนและระยะคืนทุนของฟาร์มต้นแบบขนาดย่อม จำนวน 3,000 ขวด โดยใช้เลี้ยงบนข้าวโพดผสมข้าวบาร์เลย์ในสัดส่วน 1:1 เป็นระยะเวลา 2 เดือน เก็บเกี่ยวผลผลิตโดยวิธีอบแห้งที่  $70$  เซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำมาบดละเอียด บรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยด์ขนาด 1 กก. เพื่อจำหน่ายให้โรงงานแปรรูปพบว่า 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%) นอกจากนี้ฤทธิ์ที่เด่นชัดดังกล่าว 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) 32.51มก./กิโลกรัม ผลิตภัณฑ์เห็ดไซรป์ 100 กรัม ให้พลังงาน 280.86 กิโลแคลอรี มีความชื้น 29.68กรัม 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- $\alpha$  และ IL-6 เพิ่มขึ้น 2-3 เท่า และเห็ดแผ่น ยับยั้ง TNF- $\alpha$  เพิ่มขึ้น 2 เท่า การศึกษาฤทธิ์ต้านอักเสบของเห็ดแครงเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทั้งสอง 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  $3.75 \pm 0.17$  (%w/w) respectively while *A. camphorata* released its amount of total triterpenoid higher than a close relative of *A. camphorata* originated in Thailand at  $2.43 \pm 0.14$  (%w/w) and  $2.10 \pm 0.03$  (%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.