บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาปริมาณสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดจากเห็ดในประเทศไทย 8 ชนิด คือ เห็ดฟาง เห็ดขอนขาว เห็ดบด เห็ดนางฟ้า เห็ดเข็มทอง เห็ดนางรมหลวง เห็ดหอม และเห็ดนางรม ด้วยวิธีการสกัดด้วยน้ำร้อน เพื่อนำมาศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารพรีไบโอติค โดยศึกษาการวัดการกระตุ้นการเจริญของเชื้อ *L. acidophilus* La -5 และ *B. lactis* BL-04 ซึ่งเป็นเชื้อโพรไบโอติค เพื่อจะได้เป็นแหล่งข้อมูลในการพัฒนาแหล่งวัตถุดิบในการผลิตสารพรีไบโอติคที่มีอยู่ในประเทศไทยต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและองค์ประกอบทางเคมีของเห็ด

เห็ดฟางมีปริมาณความชื้นสูงสุดที่ร้อยละ 91.97 รองลงมาคือ เห็ดนางรมหลวง ร้อยละ 90.08 เห็ดหอม ร้อยละ 89.00 เห็ดนางฟ้า ร้อยละ 88.75 เห็ดนางรม ร้อยละ 87.54 เห็ดเข็มทอง ร้อยละ 87.46 เห็ดบด ร้อยละ 85.99 และเห็ดขอนขาว ร้อยละ 85.55 ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่เห็ดจะมีคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดร้อยละ 59.92-69.63 รองลงมาคือโปรตีน เห็ดฟางพบปริมาณโปรตีนมากที่สุดที่ร้อยละ 44.93 รองลงมาคือ เห็ดนางรมหลวง และเห็ดบด ที่ร้อยละ 32.95 และร้อยละ 30.16 ตามลำดับ ต่ำที่สุดคือ เห็ดนางฟ้าพบร้อยละ 23.88 สำหรับปริมาณไขมัน เฉลี่ยพบมากใน เห็ดหอม เห็ดฟาง และเห็ดเข็มทอง พบที่ร้อยละ 11.68, 2.77 และร้อยละ 1.97 ตามลำดับ ค่าไขมัน เฉลี่ยที่น้อยที่สุด พบในเห็ดนางรมที่ร้อยละ 0.37 เห็ดเข็มทองมีปริมาณ เถ้าสูงสุดที่ร้อยละ 2.59 เห็ดให้พลังงานที่ 381.69-432.16 Kcal ซึ่งเห็ดหอมจะให้พลังงานสูงสุดที่ 432.16 Kcal

เห็ดทุกชนิดมีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอนในปริมาณสูงสุด ร้อยละ 44.6-46.40 รองลงมาคือธาตุไฮโดรเจน ร้อยละ 7.30-7.73 ธาตุไนโตรเจน ร้อยละ 3.82-5.28 และธาตุซัลเฟอร์ ร้อยละ 1.49-1.60 ตามลำดับ

ปริมาณผลผลิตสุทธิที่ได้จากกระบวนการสารสกัด จากเห็ดนางรมหลวง มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 24.26 รองลงมาคือ เห็ดเข็มทองร้อยละ 18.52 เห็ดหอมร้อยละ 13.72 เห็ดฟางร้อยละ 12.40 เห็ดนางรมร้อยละ 10.65 เห็ดบดร้อยละ 9.50 เห็ดนางฟ้าร้อยละ 9.28 และเห็ดขอนขาวร้อยละ 8.98

2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารพรีไบโอติค

พบปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ในสารสกัดจากเห็ด อยู่ระหว่าง 1,298.25-1,998.13 µg/ g

extract สำหรับสารสกัดจากเห็ดนางฟ้า มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมากที่สุด (1,998.13 µg/ g extract) รองลงมาคือ เห็ดฟาง เห็ดเข็มทอง (1,938.75 µg/ g extract) เห็ดขอนขาว (1,576.25 µg/ g extract) เห็ดนางรมหลวง (1,466.88 µg/ g extract) เห็ดนางรม (1,435.63 µg/ g extract) เห็ดหอม (1,383.33 µg/ g extract) และเห็ดบด (1,298.25 µg/ g extract)

พบการวิเคราะห์ปริมาณรีดิวซ์ ในสารสกัดจากเห็ดอยู่ระหว่าง 435.29-1,135.29 µg/ g extract สำหรับสารสกัดจากเห็ดฟางมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด (1,135.29 µg/ g extract) รองลงมาคือ สารสกัดจากเห็ดเข็มทอง (1,017.65 µg/ g extract) เห็ดหอม (961.76 µg/ g extract) เห็ดขอนขาว (938.24 µg/ g extract) เห็ดนางรม (926.47 µg/ g extract) เห็ดบด (788.24 µg/ g extract) เห็ดนางฟ้า (502.94 µg/ g extract) และเห็ดนางรมหลวง (435.29 µg/ g extract)

พบปริมาณสารพรีไบโอติคอย่างหยาบ ในสารสกัดจากเห็ดอยู่ระหว่าง 421.57 – 1,495.19 µg/ g extract สารสกัดจากเห็ดนางฟ้ามีปริมาณสารพรีไบโอติคอย่างหยาบมากที่สุด (1,495.19 µg/ g extract) รองลงมาคือ สารสกัดจากเห็ดนางรมหลวง (1,031.59 µg/ g extract) เห็ดเข็มทอง (921.10 µg/ g extract) เห็ดฟาง (815.96 µg/ g extract) เห็ดขอนขาว (638.01 µg/ g extract) เห็ดนางรม (509.16 µg/ g extract) เห็ดบด (510.01 µg/ g extract) และเห็ดหอม (421.57 µg/ g extract)

พบองค์ประกอบน้ำตาลในสารสกัดจากเห็ดทั้งหมด 9 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลเบต้า-กลูแคน น้ำตาลสตาชีโอส น้ำตาลราฟีโนส น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลไซโลส น้ำตาลกาแลคโตส น้ำตาลอะราบิโนส และน้ำตาลแมนนิทอล ซึ่งสารสกัดจากเห็ดแต่ละชนิดมีองค์ประกอบของน้ำตาล 3-5 ชนิดเป็นองค์ประกอบ โดยน้ำตาลกลุ่มดังกล่าวเป็นน้ำตาลโอลิโกแซคคาไรด์ และโพลีแซคคาไรด์ที่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติค สารสกัดจากเห็ดทุกชนิดล้วนสามารถตรวจพบน้ำตาลเบต้า-กลูแคน (4.49-19.26 g/ 100 g extract) สำหรับเห็ดที่มี ปริมาณน้ำตาลเบต้า-กลูแคน สูงสุดสามอันดับแรกคือ เห็ดขอนขาว รองลงมาคือ เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า อีกทั้งยังสามารถตรวจพบน้ำตาลแอลกอฮอล์ หรือน้ำตาลแมนโนส ในสารสกัดจากเห็ด 4 ชนิด คือ เห็ดหอม เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า และเห็ดบด

3. การทดสอบประสิทธิภาพของสารพรีไบโอติค

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดต่อการเป็นพรีไบโอติค ในการส่งเสริมการเจริญของเชื้อโพรไบโอติคแบคทีเรีย 2 สายพันธุ์ ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* La-5 และ *Bifidobacterium lactis* BL-04 พบว่าการเจริญของเชื้อ *L. acidophilus* La -5 ในอาหารสูตรดัดแปลง (MRS ที่มีการเติมสารสกัด 2%(w/v)) ตลอดการทดลองที่ 24 ชั่วโมง พบว่าเชื้อ *L. acidophilus* La-5 ที่เจริญในอาหาร MRS ที่มีการเติมสารสกัดจากเห็ดทุกชนิดจะมีการเจริญที่ดีกว่า เชื้อที่เจริญในอาหาร MRS สูตรพื้นฐานเป็นตัวอย่างควบคุม และเมื่อเวลาผ่านไปค่าพีเอชของเชื้อ *L. acidophilus* La -5 ที่เจริญในอาหารสูตรดัดแปลง (MRS ที่มีการเติมสารสกัด 2%(w/v)) และอาหาร MRS สูตรพื้นฐานเป็นตัวอย่างควบคุม มีแนวโน้มที่ลดลงอย่างชัดเจน โดยเชื้อที่เลี้ยงในอาหารสูตรดัดแปลงมีค่าพีเอชที่ต่ำ

กว่าเชื้อที่เลี้ยงในอาหาร MRS สูตรพื้นฐานเป็นตัวอย่างควบคุม แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการผลิตกรด ระหว่างการเจริญที่เพิ่มขึ้นของเชื้อ *L. acidophilus* La -5 สำหรับการส่งเสริมการเจริญของเชื้อ *B. lactis* BL-04 และค่าพีเอชมีความสัมพันธ์กันคือเมื่อเวลาผ่านไปค่าพีเอชลดลง ค่าปริมาณกรดจะเพิ่มขึ้นแสดงถึงการเจริญของเชื้อตลอด 48 ชั่วโมงให้ผลเช่นเดียวกับการเจริญของเชื้อ *L. acidophilus* La -5

การทดสอบความสามารถของการเป็นพรีไบโอติค ของสารสกัดจากเห็ด พบว่าการใช้อาหารสูตรดัดแปลง (MRS ที่เติมสารสกัดจากเห็ด 2% (w/v)) ส่งผลดีต่อการเจริญของเชื้อโพรไบโอติคที่ดีกว่าการเจริญของเชื้อก่อโรค *E. coli* โดยพบว่าสารสกัดจากเห็ดทุกชนิด มีความสามารถต่อการเป็นพรีไบโอติคที่ดีต่อเชื้อ *L. acidophilus* La –5 โดยเฉพาะสารสกัดจากเห็ดนางฟ้า และเห็ดขอนขาว สำหรับผลการเจริญของเชื้อ *B. lactis* BL-04 แสดงให้เห็นถึงผลของสารสกัดจากเห็ด 4 ชนิด ประกอบด้วย เห็ดนางฟ้า เห็ดขอนขาว เห็ดเข็มทอง และเห็ดฟาง ที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ *B. lactis* BL-04 อย่างเฉพาะเจาะจง

การทดสอบความสามารถในการผลิตกรดไขมันสายสั้น ของเชื้อโพรไบโอติคแบคทีเรีย พบว่าการผลิตกรดไขมันสายสั้นของเชื้อที่เจริญในอาหารสูตรดัดแปลง (MRS ที่มีการเติมสารสกัด 2%(w/v)) และอาหาร MRS สูตรพื้นฐานเป็นตัวอย่างควบคุม มีแนวโน้มการผลิตหรือการกระตุนกรดไขมันสายสั้นในกลุม กรดอะซิติค กรดแลคติค กรดโพรพิโอนิค กรดเอน-วาเลริค กรดไอโซ-วาเลริค บิวทีริค และกรดไอโซ-บิวทีริค ที่เพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเจริญตลอด 24 สำหรับเชื้อ *L. acidophilus* La -5 และ 48 ชั่วโมง สำหรับเชื้อ *B. lactis* BL-04 ซึ่งพบว่าเชื้อ *B. lactis* BL-04 มีแนวโน้มการผลิตกรดที่ดีกว่า เชื้อ *L. acidophilus* La -5 ซึ่งพบว่าสามารถผลิตหรือการกระตุนกรดไขมันสายสั้นได้หลากหลายชนิดกว่า ในกลุม กรดอะซิติค, กรดแลคติค, กรดโพรพิโอนิค, กรดเอน-วาเลริค และ ไอโซ-วาเลริค ในขณะที่เชื้อ *L. acidophilus* La -5 ไม่พบการผลิดกรด กรดอะซิติคได้ในทุกๆ ตัวอย่างทดลอง

ผลการทดสอบการใช้น้ำตาลหลังการเจริญของเชื้อโพรไบโอติคในสารสกัดจากเห็ด การเจริญของเชื้อโพรไบโอติคที่เจริญในอาหารสูตรดัดแปลง (MRS ที่มีการเติมสารสกัด 2%(w/v)) และอาหาร MRS สูตรพื้นฐานเป็นตัวอย่างควบคุม พบว่าหลังการเจริญของเชื้อ *L. acidophilus* La -5 และ *B. lactis* BL-04 ที่ 24 และ 48 ชั่วโมงมีการใช้น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ คือ เบต้า-กลูแคน ในการเจริญของเชื้อโพรไบโอติค โดยพบว่าปริมาณ เบต้า-กลูแคน มีแนวโน้มลดต่ำลง ในชั่วโมงที่ 18 ในเชื้อ *L. acidophilus* La -5 และ ปริมาณ เบต้า-กลูแคน มีแนวโน้มลดต่ำลง ในชั่วโมงที่ 36 ในเชื้อ *B. lactis* BL-04 สำหรับปริมาณน้ำตาลไดแซคคาไรด์คือ ราฟีโนส และซูโครส และโมโนแซคคาไรด์ คือ กลูโคส แมนโนส และอะราบิโนส ที่พบ ให้ผลเช่นเดียวกันคือมีแนวโน้มลดลง ส่วนน้ำตาลแมนนิ

ทอล มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากน้ำตาลโมเลกุลใหญ่ถูกย่อยและเกิดการหมักในช่วงเวลาการเจริญของเชื้อโพรไบโอติค

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่าสารสกัดเข้มข้นจากเห็ดทั้ง 8 ชนิด ล้วนแล้วแต่มีสารพรีไบโอติคมากน้อยแตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของเห็ด นอกจากนี้เห็ดดังกล่าวยังเป็นเห็ดที่มีรสชาติดี เป็นที่นิยม และสามารถเพาะเลี้ยงในฟาร์มได้ จึงเป็นเห็ดที่น่าสนใจที่จะนำมาเป็นทางเลือกในการนำมาเป็นอาหารสุขภาพ และสามารถนำไปต่อยอดเป็นสกัดสารที่มีความบริสุทธิ์เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมอีกทางเลือกหนึ่งความสามารถในการเป็นสารพรีไบโอติคนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสารสกัดเข้มข้นจากเห็ดซึ่งมีส่วนของน้ำตาลที่ไม่ถูกรีดิวซ์ ดังนั้นจึงขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด และสารละลายที่ใช้ในการสกัดนั้นๆ ให้เหมาะสมด้วย

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาต่อไป

2.1 ควรศึกษาเห็ดที่มีในท้องถิ่นชนิดอื่นอีกเพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิตสารพรีไบโอติคและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้เห็ดในท้องถิ่นอีกด้วย

2.2 ควรศึกษาต่อเรื่องการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดอื่น ในเห็ดขอนขาวและเห็ดนางฟ้าเพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารสำคัญของสารสกัดนั้น และนำมาทดสอบคุณสมบัติการเป็นพรีไบโอติคของสารสกัดที่ได้

2.3 วิเคราะห์คุณสมบัติทางยาของสารสกัดจากเห็ด เพื่อเป็นแนวทางในการผลักดันให้มีการใช้ประโยชน์จากเห็ดให้มากขึ้น ลดการนำเข้าสารที่มีคุณสมบัติเดียวกัน