บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้เป็นศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ในห้องปฏิบัติการวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์สารสกัดของเมล็ดและเปลือกมะม่วงเพื่อการลดระดับน้ำตาลในเลือด และพิษวิทยาระดับเฉียบพลันของสารสกัดของเมล็ดและเปลือกมะม่วงในจานทดลองและในสัตว์ทดลอง และเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพต้นแบบจากเมล็ดและเปลือกมะม่วงเชิงสร้างสรรค์และการสร้างทุนทางปัญญาในการใช้ประโยชน์จากเมล็ดและเปลือกมะม่วงสำหรับผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนพัฒนาผลิตภัณฑ์ พืชผัก และผลไม้ตำบลบ้านโฮ่ง จังหวัดลำพูน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ระยะที่ 1 การศึกษาฤทธิ์สารสกัดและพิษวิทยาของเมล็ดและเปลือกมะม่วงเพื่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดในจานทดลองและในสัตว์ทดลอง

1. การสกัดสารสกัดหยาบจากเมล็ดและเปลือกมะม่วง

การสกัดเปลือกและเมล็ดในของมะม่วงด้วย 95% Ethanol ด้วยวิธีการ Stirring และทำแห้งโดยการใช้เครื่องระเหยสารแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ (Rotary evaporator) พบว่าการสกัดเปลือกมะม่วง ด้วย 95% Ethanol ด้วยวิธีการ Stirring ให้ % Yield เท่ากับ 17.19% และการสกัดเมล็ดในของมะม่วง ด้วย 95% Ethanol ด้วยวิธีการ Stirring ให้ % Yield เท่ากับ 8.67%

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ ของสารสกัดเปลือกและเมล็ดในของมะม่วง

การวิเคราะห์ปริมาณ Gallic acid และ Mangiferin ด้วยเครื่อง U/HPLC ของสารสกัดเปลือกมะม่วงและสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง พบว่าในสารสกัดเปลือกมะม่วงมีปริมาณ Gallic acid อยู่ 0.35 ± 0.01 (% w/w) แต่ไม่มี Mangiferin ส่วนสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง พบว่ามีปริมาณ Gallic acid อยู่ 0.45 ± 0.01 (% w/w) และมีปริมาณ Mangiferin เท่ากับ 0.14 ± 0.01 (% w/w)

3. การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดเปลือกและเมล็ดในของมะม่วง

การทดสอบกลุ่มสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดเปลือกและเมล็ดในของมะม่วง พบว่าสารสกัดเปลือกของมะม่วงเขียวมรกตมีสารในกลุ่ม เทอร์ปีนอยด์ ซาโปนิน แอลคาลอยด์ ในปริมาณเล็กน้อย แต่มีสารกลุ่มแทนนินปริมาณปานกลาง ส่วนสารสกัดเมล็ดในของมะม่วงมีสารในกลุ่มเทอร์ปีนอยด์ และแทนนินปริมาณมาก ซาโปนิน แอลคาลอยด์ ในปริมาณเล็กน้อย และมีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ในปริมาณเล็กน้อย

สารประกอบกลุ่มฟีนอลิกเป็นสารกลุ่มที่สำคัญซึ่งมีสมบัติต้านออกซิเดชัน จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกของมะม่วง และสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง เทียบกับกราฟมาตรฐานของ Gallic acid พบว่า มีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด เท่ากับ

76.43±1.14 และ 114.22±8.36 mg GAE/g crude extract โดยสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง ด้วย 95% Ethanol มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด คือ 114.22±8.36 mg GAE/g crude extract

4. การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบเปลือกและเมล็ดในของมะม่วงในจานทดลอง

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด ด้วยวิธี DPPH assay ของสารสกัดเปลือกของมะม่วง และสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง เทียบกับ L-ascorbic acid ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน พบว่าค่าความเข้มข้นที่สารสกัดที่แสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งสารอนุมูลอิสระได้คิดเป็นร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดเปลือกของมะม่วง และสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง เท่ากับ 198.85±13.40 µg/ml และ 194.63±6.46 µg/ml ตามลำดับ ส่วนค่าความเข้มข้นที่สารสกัดที่แสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งสารอนุมูลอิสระได้คิดเป็นร้อยละ 50 (IC_{50}) ของ L-ascorbic acid ซึ่งเป็นสารมาตรฐานเท่ากับ 14.5 ± 0.78 µg/ml

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด ด้วยวิธี FRAP assay ของสารสกัดเปลือกของมะม่วง และสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง เทียบกับ Trolox ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน พบว่าค่าความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน แสดงในรูปของค่า FRAP value ของสารสกัดเปลือกของมะม่วง และสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง เท่ากับ 886.15±4.16 µM/mg sample และ 1,392.75±2.21 µM/mg sample ตามลำดับ ส่วนค่า FRAP value ของ Trolox ซึ่งเป็นสารมาตรฐานเท่ากับ 559.61±3.13 µM/mg sample

5. การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของสารสกัดหยาบเปลือกและเมล็ดในของมะม่วงในจานทดลอง

สารสกัดเปลือกมะม่วงและเมล็ดในมะม่วงมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ alpha-glucosidase โดยความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ได้ 50% (IC_{50}) มีค่าเท่ากับ 0.013±0.000 mg/ml และ 0.029±0.003 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งมีความแรงคิดเป็น 43.92 และ 19.69 เท่า ของสารมาตรฐาน acarbose (มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.571±0.017 mg/ml) นอกจากนี้สารสกัดเปลือกมะม่วงและเมล็ดในมะม่วงยังมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ alpha-amylase โดยความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ได้ 50% (IC_{50}) มีค่าเท่ากับ 8.114±2.198 mg/ml และ 52.889±21.947 mg/ml ตามลำดับ ซึ่งมีความแรงคิดเป็น 0.017 และ 0.003 เท่า ของสารมาตรฐาน acarbose (มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.139±0.008 mg/ml)

การทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดเปลือกและเมล็ดในของมะม่วงต่อเซลล์ปกติ (hTERT-HME1) ด้วยในหลอดทดลอง ด้วยวิธี MTT Assay พบว่าทั้งสารสกัดเปลือกมะม่วงเขียวมรกตและสารสกัดเมล็ดในของมะม่วงไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ปกติ (hTERT-HME1) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของของเซลล์ได้ 50% (IC_{50}) มากกว่า 1,000 µg/mL ทั้งสองสารสกัด

6. การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสารสกัดของเมล็ดและเปลือกมะม่วงเพื่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดในหนูทดลอง

จากผลการศึกษาทั้งหมดเป็นไปได้ว่าสารสกัดเมล็ดเนื้อในมะม่วงน่าจะมีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยการปกป้องความเสียหายของเซลล์ไอซ์เลตในหนูเบาหวาน และยังอาจส่งผลเพิ่มการทำงานของเบต้าเซลล์ในตับอ่อนโดยการหลั่งของอินซูลินเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของระดับ MDA ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ของภาวะเครียดออกซิเดชั่นในหนูเบาหวาน และสารสกัดเมล็ดเนื้อในมะม่วงไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อตับและไตในหนูเบาหวาน อย่างไรก็ตามเพื่อให้ทราบกลไกการออกฤทธิ์ต้านเบาหวานของสารสกัดเมล็ดเนื้อในมะม่วงที่แน่ชัดและครบถ้วนจำเป็นจะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

ระยะที่ 2 สร้างผลิตภัณฑ์เสริมสุขภาพต้นแบบจากเปลือกและเมล็ดะมะม่วงเชิงสร้างสรรค์

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของผงเปลือกมะม่วงและเมล็ดมะม่วง พบว่า ค่าสีของผงเปลือกมะม่วงมีความสว่าง (L*) มากกว่าผงเมล็ดมะม่วง และมีค่า a* อยู่ในช่วงของค่าสีเขียว ในขณะที่ผงเมล็ดมะม่วงมีค่า a* อยู่ในช่วงของค่าที่ค่อนไปทางสีแดง และผงเปลือกมะม่วงมีค่า b* อยู่ในค่าสีเหลืองเช่นเดียวกับผงเมล็ดมะม่วง เมื่อพิจารณา a_w พบว่ามีค่าต่ำกว่า 0.6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำ จะทำให้เสื่อมเสียโดยจุลินทรีย์ได้ยาก

องค์ประกอบทางเคมีของใยอาหารแผ่นจากเปลือกมะม่วงและเมล็ดมะม่วง พบว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมัน ความชื้นมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ปริมาณโปรตีนของสูตรที่พัฒนาขึ้นจากการทดลองนั้นมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าถึง 2 เท่า ซึ่งเกิดจากส่วนผสมที่มีโปรตีน ได้แก่ ข้าวโพด และมันเทศ ทำให้ได้คุณค่าทางโภชนาการมากกว่าผักแผ่นทางการค้า จากข้อมูลดังกล่าวนี้จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรใยอาหารแผ่นในขั้นตอนต่อไป

อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Gallic acid และ Mangiferin ด้วยเครื่อง U/HPLC ของสารสกัดเปลือกมะม่วงและสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง พบว่าในสารสกัดเปลือกมะม่วงมีปริมาณ Gallic acid แต่ไม่มี Mangiferin ซึ่งแตกต่างจากรายงานการวิจัยของ Masibo, M. & He, Q. (2008) ที่รายงานว่าสารสกัดเปลือกมะม่วงมีปริมาณ Mangiferin สูง เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้เปลือกมะม่วงดิบในการศึกษาจึงทำให้ไม่พบสาร Mangiferin ซึ่งสามารถอธิบายได้จากผลการวิจัยของ Ajila, Bhat, & Rao (2007) ที่พบว่าเปลือกมะม่วงสุกจะมีสาร Mangiferin มากกว่าเปลือกมะม่วงดิบ ส่วนสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง พบว่ามีทั้งสาร Gallic acid และ Mangiferin สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ahmed, et, al.(2007)

การทดสอบกลุ่มสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดเปลือกและเมล็ดในของมะม่วง พบว่าสารสกัดเมล็ดในของมะม่วงมีสารในกลุ่มมีสารในกลุ่มเทอร์ปีนอยด์ และแทนนินปริมาณมาก สอดคล้องกับ Ahmed, Saeid, Eman, & Reham. (2007) ในส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกของมะม่วง และสารสกัดเมล็ดในของมะม่วงครั้งนี้ พบว่า มีปริมาณฟีนอลิคใกล้เคียงกับผลการวิจัยที่ผ่านมาของ Kittiphoom & Sutasinee (2013) ที่

พบ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเมล็ดในของมะม่วงที่ 98.7±8.8 mg /g ผลการวิจัยของ Soong & Barlow (2006) ที่พบ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเมล็ดในของมะม่วงที่ 117±13.5 mg /g และผลการวิจัยของ Ahmed, Saeid, Eman, & Reham. (2007) ที่พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเมล็ดในของมะม่วงที่ 112 mg /g อย่างไรก็ตามพบว่า สารสกัดเปลือกและเมล็ดในของมะม่วงครั้งนี้มีปริมาณฟีนอลิคมากกว่าผลการวิจัยที่ของ Pinsirodom, Taprap & Parinyapatthanaboot (2018). ที่ศึกษาในมะม่วงในประเทศไทยทั้งหมด 6 สายพันธุ์ได้แก่ เขียวเสวย น้ำดอกไม้ แรด โชคอนันต์ และฟ้าลั่น ที่พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเปลือกมะม่วงดิบอยู่ระหว่าง 9.86-19.66 meg GAE/g fresh wt และ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดเมล็ดมะม่วงดิบอยู่ระหว่าง 38.88-66.95 meg GAE/g fresh wt

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด ด้วยวิธี DPPH assay ของสารสกัดเปลือกของมะม่วง และสารสกัดเมล็ดในของมะม่วง พบว่าค่าความเข้มข้นที่สารสกัดที่แสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งสารอนุมูลอิสระได้คิดเป็นร้อยละ 50 (IC_{50}) ของสารสกัดเปลือกของมะม่วง และสารสกัดเมล็ดในของมะม่วงในการศึกษาครั้งนี้มากกว่า ผลการวิจัยที่ของ Pinsirodom, Taprap, & Parinyapatthanaboot (2018) ที่ศึกษาในมะม่วงในประเทศไทยทั้งหมด 6 สายพันธุ์ ที่พบค่าความเข้มข้นที่สารสกัดที่แสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งสารอนุมูลอิสระที่ 70 – 170 mg Trolox®/g fresh wt ยกเว้นมะม่วงสายพันธุ์ฟ้าลั่นที่พบ ค่าความเข้มข้นที่สารสกัดที่แสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งสารอนุมูลอิสระที่ 50 mg Trolox®/g fresh wt อย่างไรก็ตาม การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด ด้วยวิธี FRAP assay พบว่าค่าความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน แสดงในรูปของค่า FRAP value ของสารสกัดเปลือกของมะม่วง และสารสกัดเมล็ดในของมะม่วงในการศึกษานี้สูงกว่าลการวิจัยที่ของ Pinsirodom, Taprap, & Parinyapatthanaboot (2018) ที่ศึกษาในมะม่วงในประเทศไทยทั้งหมด 6 สายพันธุ์ ที่พบค่า ความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน แสดงในรูปของค่า FRAP value สูงที่สุดในมะม่วงสายพันธุ์โชคอนันต์ที่ 61-72 mg Trolox®/g fresh wt

การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของสารสกัดหยาบเปลือกและเมล็ดในของมะม่วงในจานทดลอง พบว่า มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ alpha-glucosidase และ เอนไซม์ alpha-amylase ในระดับที่แตกต่างจากการวิจัยที่ผ่านมาโดยไม่ก่อให้เกิดพิษต่อเซลล์ปกติ ดังผลการวิจัยของ Gondi, M., & Rao P. (2015) ที่พบว่าสารสกัดจากเปลือกมะม่วง มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ alpha-glucosidase และ เอนไซม์ alpha-amylase โดยความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ได้ 50% (IC_{50}) มีค่าเท่ากับ 3.5 μg/ml และ 4 μg/ml ตามลำดับ และการศึกษาของ Irondi et al. 2014 ที่พบว่าสารสกัดจากเมล็ดในมะม่วง มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ alpha-glucosidase และเอนไซม์ alpha-amylase โดยความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ได้ 50% (IC_{50}) มีค่าเท่ากับ 1.13 mg/ml และ 0.71 mg/ml ตามลำดับ (Irondi, Oboh, Akindahunsi, & Athayde, 2014)

การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของสารสกัดหยาบเมล็ดในของมะม่วงในหนูเบาหวาน พบว่าหนูเบาหวานมีระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีระดับอินซูลินในซีรัม และความทนทานต่อน้ำตาล (glucose tolerance) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับระดับของ MDA ที่เพิ่มขึ้นในซีรัม อย่างไรก็ตามเมื่อมีการให้สารสกัดเมล็ดเนื้อใน

มะม่วงขนาด 250, 500 และ 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าสามารถลดระดับน้ำตาล เพิ่มระดับอินซูลิน นอกจากนี้ยังช่วยฟื้นฟูความทนทานต่อน้ำตาล และลดระดับ MDA ได้ตามขนาดความเข้มข้นของสารที่ได้รับ ยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถช่วยฟื้นฟูสภาพของเซลล์ไอส์เลตในตับอ่อนให้กลับมาใกล้เคียงกับหนูปกติ

หลายการศึกษามีการใช้ STZ ในการเหนี่ยวนำให้หนูเป็นเบาหวาน โดย STZ สามารถทำให้เบต้าเซลล์ในตับอ่อนเสียหาย (Al zaben, 2009; Noor, Gunasekaran, & Vijayalakshmi, 2017) STZ สามารถเข้าสู่เบต้าเซลล์ในตับอ่อนโดยผ่าน glucose transporter 2 (GLUT2) และมีผลไปทำลายเบต้าเซลล์ (Lenzen, 2008) ทำให้เบต้าเซลล์หลั่งอินซูลินออกมาได้ลดลง มีผลทำให้เกิดน้ำตาลในเลือดสูง โมเดลนี้จึงเป็นที่ยอมรับในการทำการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากธรรมชาติในหนูเบาหวาน จากการศึกษาที่ผ่านมาของ Hanchang W. และคณะในปี 2019 พบว่าหนูเบาหวานที่ถูกเหนี่ยวนำด้วย STZ มีระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้น และมีระดับของอินซูลินที่ลดลง (Hanchang, Khamchan, Wongmanee, & Seedadee, 2019) สอดคล้องกับการศึกษานี้พบว่าหนูเบาหวานที่ได้รับ STZ มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง และมีระดับของอินซูลินในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อให้สารสกัดจากเมล็ดเนื้อในมะม่วงแก่หนูเบาหวานขนาด 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด และเพิ่มระดับของอินซูลินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่งผลช่วยฟื้นฟูความทนทานต่อน้ำตาลในหนูเบาหวาน รวมทั้งยังสามารถช่วยฟื้นฟูสภาพของเซลล์ไอส์เลตในตับอ่อนให้กลับมาใกล้เคียงกับหนูปกติได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Gondi และคณะในปี 2015 ที่พบว่าการให้สารสกัดเปลือกมะม่วงและสารสกัดเปลือกมะม่วงด้วยเอทานอลในหนูเบาหวานที่ถูกเหนี่ยวนำด้วย STZ สามารถที่จะลดระดับน้ำตาลในเลือด และฟื้นฟูความทนทานต่อน้ำตาลได้ (Gondi, Basha, Bhaskar, Salimath, & Rao, 2015)

กลไกที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการตายของเบต้าเซลล์ พบว่าภาวะเครียดออกซิเดชั่น มีความสำคัญกับการตายของเบต้าเซลล์ จากหลายการศึกษาพบว่าน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นมีผลไปกระตุ้นอนุมูลอิสระให้เพิ่มขึ้นผ่านหลายกลไก อาทิเช่น advanced glycation end products (AGEs), polyol pathway, protein kinase C, และ hexosamine pathway (Lapolla, Traldi, & Fedele, 2005) อนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการกำจัดของสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidants) จะส่งผลให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่น (Zierath, Krook, & Wallberg-Henriksson, 2000) ซึ่งภาวะเครียดออกซิเดชั่นเป็นกลไกที่สำคัญในการทำให้เกิดการตายและการสูญเสียหน้าที่ของเบต้าเซลล์ โดยการศึกษาก่อนหน้านี้ที่พบว่าในโมเดลหนูเบาหวานที่ถูกเหนี่ยวนำด้วย STZ มีระดับของ MDA เพิ่มขึ้นในซีรั่ม (Hadjzadeh, Alikhani, Hosseinian, Zarei, & Keshavarzi, 2018) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ของภาวะเครียดออกซิเดชั่น สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้พบว่าระดับของ MDA เพิ่มขึ้นในซีรั่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มควบคุม และยังพบว่าเมื่อให้สารสกัดเมล็ดเนื้อในมะม่วงสามารถลดระดับของ MDA ในซีรั่มได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มเบาหวาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Gondi และคณะในปี 2015 พบว่าสารสกัดเปลือกมะม่วงด้วยเอทานอลสามารถลดระดับของ MDA ในตับและไตของหนูเบาหวานที่ถูกเหนี่ยวนำด้วย STZ (Gondi, & Rao, 2015)

หลายการศึกษาพบว่าในโมเดลของหนูเบาหวานที่ถูกที่เหนี่ยวนำด้วย STZ มีระดับของ ALT และ AST เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่บ่งชี้ถึงความเสียหายของตับ (Yazdi et al., 2019) นอกจากนี้ยังพบว่ามีระดับของ BUN และ creatinine เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสียหายของไต (Li et al., 2014) สอดคล้องกับการศึกษานี้ที่พบว่าระดับของ ALT, AST, และ BUN เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มควบคุม และระดับของ creatinine มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเช่นกันในหนูเบาหวาน อย่างไรก็ตามเมื่อให้สารสกัดเมล็ดเนื้อในมะม่วงพบสามารถลดระดับของ ALT และ AST ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มเบาหวาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Adejuwon และคณะในปี 2015 พบว่าสารสกัดเปลือกต้นมะม่วงสามารถลดระดับของ ALT และ AST ในหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดความเป็นพิษในตับ (Adeneye, Awodele, Aiyeola, & Benebo, 2015) นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อให้สารสกัดเมล็ดเนื้อในมะม่วงมีแนวโน้มที่จะสามารถลดระดับของ BUN ในหนูเบาหวาน และระดับของ creatinine พบว่าไม่มีความแตกต่างกับหนูกลุ่มควบคุม ดังนั้นเป็นไปได้ว่าสารสกัดเมล็ดเนื้อในมะม่วงน่าจะมีฤทธิ์ในการลดภาวะเครียดออกซิเดชั่นและไม่มีความเป็นพิษต่อตับและไตในหนูเบาหวานได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของสารสกัดหยาบเปลือกมะม่วงในหนูเบาหวาน
2. ควรมีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของสารสกัดหยาบเปลือกและเมล็ดในของมะม่วงในหนูเบาหวานเมื่อมีการบริโภคอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน
3. ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสรอมสุขภาพ และศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของผลิตภัณฑ์จากสารสกัดหยาบเปลือกและเมล็ดในของมะม่วงในมนุษย์