



การศึกษาฤทธิ์ลดเบาหวานของผลิตภัณฑ์โพรง
ในหนูทดลองที่เป็นเบาหวาน

โดย

กรรณิการ์ แก้วเรือง



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก
วิทยาลัยการแพทย์แผนตะวันออก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2567



**STUDY ON THE ANTIDIABETIC EFFECT OF POCHONG
PRODUCT IN DIABETIC RATS**

BY

KANNIKA KEAWRUEG



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN ORIENTAL MEDICINE
COLLEGE OF ORIENTAL MEDICINE**

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2024

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การศึกษาฤทธิ์ลดเบาหวานของผลิตภัณฑ์โพร่งในหนูทดลองที่เป็นเบาหวาน

โดย

กรรณิการ์ แก้วเรือง

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2567

ดร.ปิรัชฎ์ ปริญาพงษ์ เจริญทรัพย์
ประธานกรรมการสอบ

รศ.ดร.สิริมา กิจวัฒน์ชัย
กรรมการ

ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ศ.ดร.สื้อจิตต์ เฟ็ชร์ประสาน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

20 ธันวาคม 2567

Thesis entitled

**STUDY ON THE ANTIDIABETIC EFFECT OF POCHONG
PRODUCT IN DIABETIC RATS**

by

KANNIKA KEAWRUENG

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Science in Oriental Medicine

Rangsit University
Academic Year 2024

Piyarat Parinyapong Chareonsap, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Assoc.Prof.Sirima Kitvatanachai, Ph.D.
Member

Asst.Prof.Prasan Tangyuenyongwatana, Ph.D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Prof.Suejit Pechprasarn, Ph.D.)

Dean of Graduate School

December 20, 2024

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยการศึกษาฤทธิ์ลดเบาหวานของผลิตภัณฑ์โพรงในหนูทดลองที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวาน (Study on the antidiabetic effect of Pochong product in diabetic rats.) นั้นสำเร็จขึ้นได้โดยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก บริษัท พรปิยะเนต เวิร์คจำกัด ผู้สนับสนุนงบประมาณในรายงานวิจัยครั้งนี้ และ ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนอาจารย์ผู้สอนทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ นำ แนวคิด และการแก้ไขปัญหจนวนรายงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ท้ายที่สุดนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า รายงานวิจัยการศึกษาฤทธิ์ลดเบาหวานของผลิตภัณฑ์โพรงในหนูทดลองที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวาน (Study on the antidiabetic effect of Pochong product in diabetic rats.) จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย

กรรณิการ์ แก้วเรือง

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

6407093 : กรณีการ์ แก้วเรือง
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : การศึกษาฤทธิ์ลดเบาหวานของผลิตภัณฑ์โพงงในหนูทดลองที่เป็นเบาหวาน
 หลักสูตร : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนตะวันออก
 อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ประสาน ตั้งยืนยงวัฒนา

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อทำการทดสอบฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดของโพงงเครื่องคั่วสมุนไพรและพฤษชาติ 32 ชนิด อันประกอบไปด้วยมะระขี้นก เห็ดหลินจือ ไบหม่อน อบเชย ถั่งเช่า และหลอฮั่งก้วย เป็นองค์ประกอบหลักในตำรับ โดยใช้การทดสอบในหนูทดลอง แบ่งหนูทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 หนูแรทกลุ่มควบคุม (Control Group) กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group) กลุ่มที่ 3 หนูถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยสเตรปโตโซโทซิน และได้รับวัสดุทดสอบโพงง กลุ่มที่ 4 หนูเบาหวานเหนี่ยวนำด้วยสเตรปโตโซโทซิน เป็นกลุ่มควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group) และให้ยา Glibenclamide ซึ่งเป็นยามาตรฐานที่ใช้ในการรักษาโรคเบาหวาน นำแต่ละกลุ่มมาเทียบกับกลุ่มที่ควบคุม

จากผลการทดลองนี้ หนูแรททั้ง 3 กลุ่มมีค่าระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลพบว่าหนูแรทกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดสอบ ($p > 0.05$) แต่หนูแรททั้ง 3 กลุ่มมีค่าการทดสอบความทนทานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับหนูแรทกลุ่มที่ 1 ($p < 0.05$) แสดงว่าให้ยา Glibenclamide ก็ไม่ได้ให้ผลแตกต่างกับกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 และผลการวิเคราะห์ระดับอินซูลินจากตัวอย่างซีรัมและตับอ่อนพบว่าหนูแรทกลุ่มที่ 2 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ($p > 0.05$) แสดงว่ากลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ให้ค่าระดับอินซูลินไม่ต่างจากกลุ่มที่ 1 แสดงว่าตำรับโพงงสามารถมีผลต่อโรคเบาหวานในหนูทดลองได้ไม่แตกต่างจากยามาตรฐาน Glibenclamide

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 90 หน้า)

คำสำคัญ: phytochemicals, polyphenols, Glibenclamide, โพงง

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

6407093 : Kannika Keawrueng
 Thesis Title : Study on The Antidiabetic Effect of Pochong Product in Diabetic Rats
 Program : Master of Science in Oriental medicine
 Thesis Advisor : Asst.Prof. Prasan Tangyuenyongwatana, Ph.D

Abstract

In this study, Pochong, a 32 constituents of herbal and botanical drinks was subject to test the effect of reducing blood sugar levels in animal models. Pochong consists of bitter melon, reishi mushroom, mulberry leaf, cinnamon, cordyceps and luohanguay as the main ingredients in the recipe. According to the experiment procedure, rats were divided into 4 groups. Group 1 was the control group (Control Group). Group 2 was the negative control group (Diabetic Rats; Negative Control Group). In group 3, rats were induced to develop diabetes with streptozotocin and received herbal formula testing materials. In group 4, the diabetic rats were induced with streptozotocin. (Diabetic Rat; Positive Control Group) and were given glibenclamide, which is a standard medicine used to treat diabetes. Each group was compared with the control group.

From this study, all three groups of rats had significantly higher blood sugar levels than Group 1 ($p < 0.05$). The results of the sugar tolerance test showed that the rats in Group 2, Group 3, and Group 4 had values that were not significantly different from the test groups ($p > 0.05$), but the rats in all 3 groups had values in the tolerance test statistically significantly different from group 1 rats ($p < 0.05$). The results indicating that the group obtaining glibenclamide did not give any different results from Group 2 and Group 3. In addition, the results of the analysis of insulin levels from serum and pancreas samples showed that the rats in group 2 had significantly lower values than group 1 ($p < 0.001$). However, there was no difference in Group 3 and Group 4 ($p > 0.05$), indicating that Group 3 and Group 4 had insulin levels the same as Group 1. It can be concluded that the Pochong formula showed an effect on diabetes in rats that is no different from the standard drug, glibenclamide.

(Total 90 pages)

Keywords: phytochemicals, polyphenols, Glibenclamide, streptozotocin, Pochong

Student's Signature Thesis Advisor's Signature

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2	
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 โรคเบาหวาน	5
2.2 ปัจจัยเสี่ยงโรคเบาหวาน	6
2.3 ระบาดวิทยา	9
2.4 ข้อมูลทั่วไปของโพรง	13
2.5 สมุนไพรที่มีฤทธิ์ช่วยในการลดระดับน้ำตาลในเลือด	19
บทที่ 3	
ระเบียบวิธีการวิจัย	31
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	31
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	36
บทที่ 4 ผลการวิจัย	37
4.1 ผลการทดสอบ / แปรผลข้อมูล1	37
4.2 ผลการทดสอบ / แปรผลข้อมูล2	43
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	49
5.1 สรุปผลการวิจัย	49
5.2 ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	51
ภาคผนวก	62
ภาคผนวก ก รายละเอียดการทำสัญลักษณ์แก่หนูแรท	63
ภาคผนวก ข ค่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากการฉีด Citrate Buffer และ STZ ในหนูแรท	67
ภาคผนวก ค การทดสอบความทนทานต่อน้ำตาล	72
ภาคผนวก ด ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีในเลือด	75
ภาคผนวก ฉ เอกสารการขอจริยธรรม และเอกสารการจดแจ้งผลิตภัณฑ์	86
ประวัติผู้วิจัย	90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความชุกโรคเบาหวานในประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป จำแนกตามเพศ กลุ่มอายุ และเขตการปกครอง	10
2.2 ความชุกของปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ(Aged-Adjusted)	11
2.3 ความชุกของเบาหวานช่วงตั้งครรภ์ในประเทศไทย	13
2.4 ส่วนประกอบสำคัญในตำรับ โภชง	15
3.1 แสดงปริมาตรการป้อนวัสดุทดสอบแก่หนูแรท	36
4.1 สดงสรุปผลการตอบสนองและอาการทางคลินิกของหนูแรทหลังจากการ ป้อน	37
4.2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของหนูแรทแต่ละกลุ่มการทดสอบ	40
4.3 ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดของหนูแรทแต่ละกลุ่มการทดสอบ	41
4.4 ค่าเฉลี่ยการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลของหนูแรทแต่ละกลุ่มการ ทดสอบ	42
4.5 ค่าเฉลี่ยความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดของหนูแรท	44
4.6 ค่าเฉลี่ยค่าทางชีวเคมีในเลือดของหนูแรท	45
4.7 ค่าเฉลี่ยระดับ MDA จากตัวอย่างซีรัม ดับ และดับอ่อนของหนูแรทในแต่ละ กลุ่มการทดสอบ	46
4.8 ค่าเฉลี่ยระดับอินซูลินจากตัวอย่างซีรัมและดับอ่อนของหนูแรทในแต่ละ กลุ่มการทดสอบ	48

สารบัญญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	3
2.1	ความชุกของIFG ในประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป	12
2.2	ผลิตภัณฑ์โพรง เครื่องดื่มสมุนไพรและพฤษชาติ 32 ชนิด	14
2.3	สูตร โครงสร้างทางเคมีของ Momorcharin (1), Momordicin (2) และ Charantin (3)	20
3.1	หนูแรทกลุ่มควบคุม	32
3.2	หนูแรทกลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำให้มีภาวะเบาหวาน	32
3.3	ผลระดับน้ำตาลในเลือดจากการฉีดหนูแรทด้วย Citrate Buffer	33
3.4	ผลระดับน้ำตาลในเลือดจากการฉีดหนูแรทด้วย STZ	34
3.5	กลุ่มที่ 1 หนูแรทควบคุม (Control Group)	34
3.6	กลุ่มที่ 2 หนูแรทที่เป็นเบาหวานกลุ่มควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group)	35
3.7	กลุ่มที่ 3 หนูแรทที่เป็นเบาหวานกลุ่มที่ได้รับวัสดุทดสอบ หรือ DM+POCHONG	35
3.8	กลุ่มที่ 4 : หนูแรทที่เป็นเบาหวานกลุ่มควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group) หรือ DM+Glibenclamide	36
4.1	ผลการเปรียบเทียบของระดับ MDA ในตัวอย่างซีรัม (a) ตัวอย่างตับ (b) และตัวอย่าง	47
4.2	ผลการเปรียบเทียบของระดับอินซูลินในตัวอย่างซีรัม (a) และตัวอย่างตับอ่อน (b)	48

สัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย
ก.	กรัม
กก.	กิโลกรัม
ชม.	ชั่วโมง
มก.	มิลลิกรัม
มก./กก. น้ำหนักตัวสัตว์	มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม น้ำหนักตัวสัตว์
มล.	มิลลิลิตร
g	Gram
GHS	Globally Harmonized System
GLP	Principles of Good Laboratory Practice
mg/kg BW	Milligram per Kilogram of Body Weight
mg/ml	Milligram per Milliliter
ml	Milliliter
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
TG	Test Guideline
TI	Test Item
μl	Microlitre
% w/w	Percentage Weight Per Weight

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประชากรในประเทศไทยป่วยเป็นเบาหวานถึง 4.8 ล้านคน คาดการณ์ว่าความชุกของโรคเบาหวานในปี 2585 จะพุ่งถึง 5.3 ล้านคน (สมาคมเบาหวานแห่งประเทศไทย) เบาหวานเป็นกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases) หรือ NCDs โรคเบาหวาน (Diabetics) คือความผิดปกติทางการเมแทบอลิซึม (Metabolism) ทำให้ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูง (Hyperglycemia) เนื่องจากขาดฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin Hormone) หรือร่างกายไม่ตอบสนองต่อฮอร์โมนอินซูลิน ซึ่งสมุนไพรที่มีหลายตัวทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ที่ออกฤทธิ์ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ทำหน้าที่คล้ายกับฮอร์โมนอินซูลินได้แก่ มะระขี้นก (*Momordica charantin* Linn) สารที่มาจากมะระขี้นกทั้งสามชนิดคือ 3 ชนิด คือ ชาแรนทิน (Charantin) โมโนชาร์นิน (Monocharin) โมโนอร์ดิซิน (Monordicin) จัดเป็นสารสำคัญ (Active compound) ของมะระขี้นกในการลดระดับน้ำตาลในเลือดโดยเฉพาะอย่างยิ่งชาแรนทินมีฤทธิ์ระดับน้ำตาลในเลือดได้ดี (Joseph & Jini, 2013) สารที่ออกฤทธิ์จากเห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst) พบสารในกลุ่มไกลแคน (Glycan) ที่พบในเห็ดหลินจือจะมีส่วนช่วยในการลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มปริมาณอินซูลินในเลือด (Yang, Michael, Cho & Song, 2004) ใบหม่อน (*Morus alba* L.) เป็นอีกสมุนไพรที่มีสารสำคัญที่ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด การศึกษาพบว่าในใบหม่อนมีสาร 1-ดีออกซีโนจิริมัยซิน (1-deoxynojirimycin, DNJ) (Hu et al., 2017) เป็นสารพฤษเคมีกลุ่ม ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) และคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน (Polysaccharides) (Sheng et al., 2018) ที่มีบทบาทในการลดระดับน้ำตาลในเลือด อบเชย (*Cinnamomum* spp.) สมุนไพรให้กลิ่นหอม ช่วยในการลดระดับน้ำตาลในเลือดได้สารสำคัญที่เราพบ คือ เมทิลไฮดรอกซี ชาลโคน โพลีเมอร์ (Methylhydroxy Chalcone Polymer, MHCP) ซึ่งเป็นชาลโคนชนิดแรกที่พบในอบเชยอยู่ในกลุ่มโพลีฟีนอล (Polyphenol) หรือฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) (จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก, 2562, น.207-209)

สารแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) ในถั่งเช่า (*Ophiocordyceps sinensis*) ช่วยควบคุมน้ำตาลในเลือดของหนูทดลองที่สูงขึ้นได้ (Kihou, Hui, Yamane & Ukai, 1995) ได้มีงานวิจัยในสัตว์ทดลองที่ไม่เป็นโรคพบว่าถั่งเช่าช่วยเพิ่มเมแทบอลิซึม (Metabolism) ของน้ำตาลในเลือดและมีการตอบสนองต่อการสร้างอินซูลินที่เร็วขึ้น โดยรวมแล้วถั่งเช่าช่วยเพิ่มการตอบสนองต่อการสร้างอินซูลิน (Insulin) สารโมโกรไซด์ (Mogroside) บริสุทธิ์ที่แยกได้จากลูกห่ออังก๋วย (*Siraitia grosvenorii*) แสดงถึงผลในการกระตุ้นการหลั่งอินซูลินจากเบต้าเซลล์ (Beta-cell) (Ying, et al., 2009)

ขบวนการหมัก (Fermentation) ในตำรับโพงงเป็นการหมักแบบระบบปิด และมีการเติมจุลินทรีย์ (Probiotics) ลงไป การหมักในตำรับโพงงแบ่งออกเป็น 2 รอบคือ 1. การหมักเพื่อเก็บหัวเชื้อจุลินทรีย์ โดยการหมักจากผักออร์แกนิก (Organic) 2. การหมักสมุนไพรบางส่วนเพื่อให้เกิดกลิ่นและรสชาติดีขึ้น แล้วในส่วนนี้ที่เติมจุลินทรีย์ลงไปก็เก็บได้จากส่วนที่ 1 หลังจากขบวนการหมักมีการสมุนไพรที่ผ่านขบวนการสกัดด้วยวิธีการต้มลงไปในการหมักที่เสร็จแล้ว

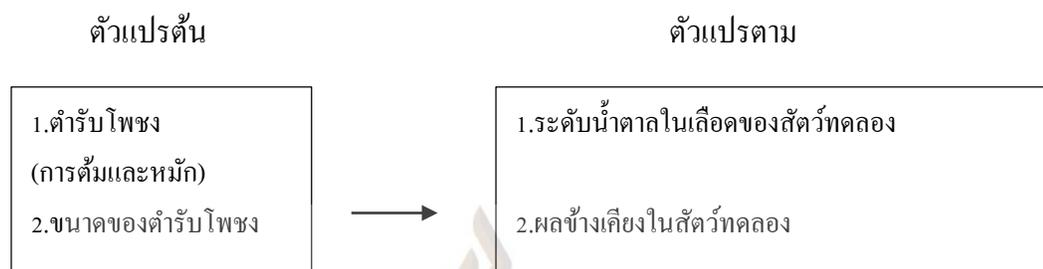
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อทดสอบฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดในตำรับโพงงในสัตว์ทดลอง โดยเปรียบเทียบกับยามาตราฐาน (Control)

1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย

- 1.3.1 ตำรับโพงงมีฤทธิ์ที่ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้หรือไม่
- 1.3.2 ตำรับโพงงมีความแตกต่างในการออกฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดเมื่อเทียบกับยามาตราฐานหรือไม่

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

1.4.1 วิเคราะห์การออกฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยมีตัวแปรต้นคือตำรับสมุนไพรโพงง (สกัดด้วยด้วยการต้มและการหมัก) ตัวแปรตามคือ ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยมีตัวควบคุม ตำรับสมุนไพรโพงงต้องลดระดับน้ำตาล

1.4.2 วิเคราะห์ขนาดการรับประทานของตำรับโพงง โดยมีตัวแปรต้นคือขนาดของตำรับโพงง ตัวแปรตามคือผลข้างเคียงในสัตว์ทดลอง และกำหนดตัวแปรควบคุมคือขนาดการรับประทานของตำรับโพงงไม่ควรจะมีผลข้างเคียงในสัตว์ทดลอง

1.5 นิยามศัพท์

Probiotics จัดเป็นเชื้อจุลินทรีย์และยีสต์ในกลุ่มที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เมื่อมีอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยให้ระบบในร่างกายทำงานเป็นปกติ โดยเฉพาะระบบทางเดินอาหารและระบบภูมิคุ้มกัน

Control คือ ตัวยาที่ออกฤทธิ์ในการรักษาโรคเบาหวาน ใช้ในการทดลองในสัตว์และเป็นที่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพในการรักษาโรคเบาหวาน

Fermentation คือ การหมักเป็นการถนอมอาหาร ที่ใช้จุลินทรีย์ต่างๆ เช่น แบคทีเรีย, ยีสต์ หรือรา เป็นเชื้อเริ่มต้นซึ่งอาจเป็นเชื้อบริสุทธิ์ เชื้อผสม เช่น ลูกแป้งโคจิ หรือเชื้อที่ปนเปื้อนจากธรรมชาติ

เปลี่ยนแปลงสารอินทรีย์ในอาหารเกิดเป็นสารต่างๆ เช่น กลิ่นเอทิลแอลกอฮอล์, กรดอินทรีย์, คาร์บอนไดออกไซด์ การหมักสามารถเกิดได้ทั้งในสภาวะที่มีอากาศ หรือไม่มีอากาศ

Organic คือ ผลผลิตจากการเกษตร ที่ได้ผ่านกระบวนการผลิตทางเกษตรที่ปลอดสารเคมีทุกชนิดที่จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ตลอดจนกระบวนการเลี้ยง การปลูก ต้องมีการดูแลอย่างดี ก่อนที่จะเริ่มการปลูกก็ต้องเตรียมหน้าดินด้วยวิธีธรรมชาติ เมล็ดพันธุ์ที่เลือกมาปลูกต้องสะอาดปลอดภัย เรียกได้ว่าตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการต้องผ่านการดูแลอย่างพิถีพิถัน



บทที่ 2

บททวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคเบาหวาน (Diabetics Mellitus, DM)

เบาหวานเป็นกลุ่มโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-Communicable Diseases) หรือ NCDs โรคเบาหวาน (Diabetics) คือความผิดปกติทางการเมแทบอลิซึม (Metabolism) ทำให้ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูง (Hyperglycemia) เนื่องจากขาดฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin Hormone) หรือร่างกายไม่ตอบสนองต่อฮอร์โมนอินซูลิน อินซูลินเป็นฮอร์โมนที่สำคัญตัวหนึ่งสร้างและหลังจากเบต้าเซลล์ (Beta-cells) ของตับอ่อน ทำหน้าที่เป็นตัวพาน้ำตาลกลูโคสเข้าสู่เนื้อเยื่อของร่างกายเพื่อเผาผลาญเป็นพลังงานในการดำเนินชีวิต ถ้าขาดอินซูลินหรือการออกฤทธิ์บกพร่องร่างกายใช้น้ำตาลไม่ได้ จึงทำให้น้ำตาลในเลือดสูงมีอาการต่างๆของโรคเบาหวาน ระดับน้ำตาลสูงเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาต่างๆตามมา ที่สำคัญเป็นตัวการเรื่องความเสี่ยงของหลอดเลือดแดงทั่วร่างกาย ทั้งหลอดเลือดแดงที่เลี้ยงสมอง หัวใจ ตา ไต แขน-ขา รวมทั้งหลอดเลือดแดงที่เลี้ยงปลายประสาทอีกด้วย ทำให้เกิดการตีบตันของหลอดเลือดแดง การเกิดโรคเบาหวานในไทยมีการคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากพฤติกรรมมารับประทานและอีกหลายๆ ปัจจัย โดยโรคเบาหวานแบ่งเป็น 4 ประเภท หลักๆ ดังนี้

1) โรคเบาหวานชนิดที่ 1 (Type 1 Diabetes Mellitus) หรือเดิมเรียกว่า Insulin-Dependent Diabetes mellitus เกิดจากการที่ตับอ่อนสร้างอินซูลินได้ไม่เพียงพอ ทำให้ร่างกายขาดอินซูลิน น้ำตาลในเลือดจะสูง ดังนั้น ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะผอม ส่วนมากพบในเด็กหรืออายุน้อยกว่า 30 ปี พบในไทยได้ร้อยละ 3.4 โรคเบาหวานชนิดที่ 1 จำเป็นต้องได้รับอินซูลิน

2) โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 Diabetes Mellitus) หรือเดิมเรียกว่า Non-Insulin-Dependent Diabetes Mellitus ผู้ป่วยจะมีระดับอินซูลินปกติหรือสูงสาเหตุที่เป็นเบาหวานเพราะมีภาวะดื้ออินซูลิน (Insulin Resistance) ไม่สามารถนำน้ำตาลในเลือดไปใช้ได้มาจากหลายสาเหตุ เช่น อ้วนมากไป และ

พันธุกรรม เป็นต้น โรคเบาหวานชนิดที่ 2 พบในไทยร้อยละ 95-97 ของผู้ป่วย ส่วนมากมีอายุมากกว่า 40 ปี

3) โรคเบาหวานที่เกิดขึ้นขณะที่ตั้งครรภ์ (Gestational Diabetes Mellitus, GDM) เกิดในหญิงตั้งครรภ์ที่ไม่มีประวัติเป็นเบาหวาน สาเหตุไม่ทราบแน่ชัด หลังคลอดจะกลับมาเป็นปกติ หรือเป็นเบาหวานตลอดไป

4) โรคเบาหวานชนิดอื่นๆ (Other Specific Type Of Diabetes) คือ โรคเบาหวานที่เกิดจากยาและสารเคมี โรคของตับอ่อน โรคของต่อมไร้ท่อต่างๆ (วิฑูรย์ โล่สุนทร และวิโรจน์ เจียมจรัสรังสี, 2561, น.3-4)

2.2 ปัจจัยเสี่ยงของโรคเบาหวาน

2.2.1 โรคเบาหวานชนิดที่ 1 (Type 1 Diabetes Mellitus)

สาเหตุของเบาหวานชนิดที่ 1 ส่วนใหญ่เกิดจากอโตอิมมูน (Autoimmune) และส่วนน้อยไม่ทราบสาเหตุ (Idiopathic) โดยทั่วไปพบมีปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยทางพันธุกรรม และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ทั้งสองปัจจัยที่ส่งเสริมกันทำให้เกิดการตอบสนองต่อระบบภูมิคุ้มกัน มาทำลายเซลล์เบต้า (Beta-cells) ของตับอ่อน เมื่อถูกทำลายมากการสร้างอินซูลินไม่เพียงพอ ทำให้น้ำตาลในเลือดสูง

2.2.1.1 ปัจจัยทางพันธุกรรม สาเหตุส่วนหนึ่งของโรคเบาหวานชนิดนี้มาจากความผิดปกติทางพันธุกรรม การเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 มีความสัมพันธ์อย่างมากกับฮิวแมน ลูโคไซต์แอนติเจน (Human Leukocyte Antigen ,HLA) ซึ่งเป็นกลุ่มของยีนส์บนไมโครโซม (Microsomes) คู่ที่ 6 ผู้ที่มียีน HLA-DR3 และ HLA-DR4 มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 แต่ถ้า HLA-DR4 ตัวเดียวจะไม่มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรค (Sujirachato et al., 1994) HLA-DQ ก็มีส่วนสัมพันธ์กับการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ด้วย (Nepom & Kwok, 1998) อย่างไรก็ตามพบว่าคู่แฝดของผู้ป่วยเบาหวานบางคนไม่เป็นเบาหวาน แสดงว่าพันธุกรรมไม่ใช่ปัจจัยเสี่ยงของโรคแต่เพียงอย่างเดียว

2.2.1.2 โรคติดเชื้อไวรัส มีหลักฐานจากรายงานการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 ภายหลังการติดเชื้อไวรัสบางชนิดได้แก่ ค็อกแซคกีไวรัส (Coxsackie Virus) (Loria, Montgomery, Tuttle-Fuller,

Gregg & Chinchilli, 1986) โรคหัดเยอรมัน (Rubella) (Menser, Forrest & Bransby, 1978) โรคคางทูม (Mumps) (Notkins, 1979) และเชื้อไซโตเมกาโลไวรัส (Cytomegalovirus, CMV)

2.2.1.3 ความเครียด (Psychological Stress) ความเครียดในครอบครัวส่งผลกระทบต่อเด็กในทางลบ มีส่วนเชื่อมโยงกับระดับฮอร์โมน ความไวของอินซูลิน ความต้องการอินซูลิน และระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ความเครียดมีส่วนชักนำให้เกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 โดยสัมพันธ์กับระบบออโตอิมมูนในวัยทารก (Hagglof, Blom, Dahlquist, Lonnberg & Sahlin, 1991)

2.2.1.4 ความอ้วนของเด็กมีโอกาสเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 1 สูงขึ้นเป็น 2 เท่าของเด็กหนักปกติ (Hypponen, Virtanen, Kenward, Knip & Akerblom, 2000)

2.2.2 โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 Diabetes Mellitus)

การศึกษาปัจจัยเสี่ยงของโรคเบาหวานในการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พบปัจจัยเสี่ยงตามลำดับความสำคัญ คือ ความอ้วนที่วัดโดยการวัดดัชนีมวลกาย – BMI เกิน 27.5 (ความเสี่ยง 3.4 เท่า) พ่อแม่ พี่น้อง เป็นเบาหวาน (ความเสี่ยง 2.9 เท่า) ความดันโลหิตสูง (ความเสี่ยง 1.9 เท่า) อายุเกิน 50 ปี (ความเสี่ยง 1.8 เท่า) อ้วนลงพุง (ความเสี่ยง 1.7 เท่า) และเพศชาย (ความเสี่ยง 1.5 เท่า) (Aekplakorn et al., 2006) ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดเบาหวานมีหลายประการ เช่น

2.2.2.1 ความอ้วนเนื่องจากในคนอ้วนเนื้อเยื่อมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้ฮอร์โมนอินซูลินออกฤทธิ์ได้น้อยลง เกิดการต่อต้านการออกฤทธิ์อินซูลิน (Insulin Resistance) ทำให้เกิดการขนถ่ายกลูโคส (Glucose) เข้าเซลล์ลดลง และขัดขวางการเผาผลาญกลูโคสภายในเซลล์ คนที่อ้วนส่วนกลาง (Central obesity) มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 สูงเกือบ 3 เท่าของคนที่มีน้ำหนักปกติ (Ohnishi et al., 2006)

2.2.2.2 ปัจจัยทางพันธุกรรม พบรายงานอุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 สูงขึ้นมากในครรภ์ที่เป็นแฝดไข่ใบเดียวกัน (Monozygotic Twins) ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน (Pyke, 1979)

2.2.2.3 ผู้สูงอายุระดับอ่อนจะสังเคราะห์และหลั่งฮอร์โมนอินซูลินได้น้อยลง

2.2.2.4 ตับอ่อนได้รับความกระทบกระเทือน

2.2.2.5 การติดเชื้อไวรัสบางชนิด การติดเชื้อไวรัสตับอักเสบ ซี (Mehta et al., 2003) และไวรัสเริมชนิดที่ 1 (Herpes Simplex Virus Type 1) มีส่วนสัมพันธ์กับเบาหวาน ชนิดที่ 2 (Sun, Pei, Wu & Yang, 2005)

2.2.2.6 ความเครียดมีผลไปกระตุ้นให้มีการหลั่งฮอร์โมนหลายตัวในร่างกาย ซึ่งขัดขวางการทำงานของอินซูลิน เช่น แคทีโคลามีน (Catecholamines) และกลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoids) ทำให้เกิดการดื้อต่ออินซูลิน (Agardh et al., 2003)

2.2.2.7 การบริโภคอาหารที่ไม่เพียงพอจากการบริโภคผักผลไม้และธัญพืชที่ลดลง

2.2.2.8 วิถีชีวิตนั่งๆนอนๆ ออกกำลังกายไม่เพียงพอ หรือไม่ได้ออกกำลังกายเลย มีความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน (Sullivan, Morrato, Ghushchyan, Wyatt & Hill, 2005)

2.2.2.9 พฤติกรรมการบริโภคหวาน

2.2.2.10 การสูบบุหรี่ คนสูบบุหรี่มีโอกาสเกิดโรคเบาหวานมากกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่เกือบ 3 เท่า (Foy, Bell, Farmer, Goff & Wagenknecht, 2005)

2.2.3 โรคเบาหวานในหญิงตั้งครรภ์ (Gestational Diabetes Mellitus, GDM)

โรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ เกิดจากการที่มีภาวะดื้อต่ออินซูลินมากขึ้นในระหว่างตั้งครรภ์ จากปัจจัยจากรก หรืออื่นๆ และตับอ่อนของมารดาไม่สามารถผลิตอินซูลินให้เพียงพอกับความต้องการได้ สามารถตรวจพบจากการทำการทดสอบความทนต่อน้ำตาลในเลือด (Oral Glucose Tolerance Test ,OGTT) ในหญิงมีครรภ์ในไตรมาสที่ 2 หรือ 3 โดยจะตรวจที่อายุครรภ์ 24-28 สัปดาห์ด้วยวิธี “one-step” ซึ่งเป็นการทำการตรวจครั้งเดียวโดยการให้ 75 กรัม OGTT หรือ “two-step” ซึ่งจะใช้การตรวจกรองด้วย การตรวจคัดกรองโดยการใช้น้ำตาลกลูโคส 50 กรัม แล้วตรวจยืนยันด้วย 100 กรัม OGTT โรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์นี้มักจะหายไปหลังคลอด สำหรับหญิงตั้งครรภ์ที่พบระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร 126 มก./ดล.หรือมีค่า A1C 6.5% ในไตรมาสที่ 1 จะจัดอยู่ในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานอยู่เดิมแล้วก่อนการตั้งครรภ์ ซึ่งอาจจะเป็นเบาหวานชนิดที่ 1 หรือ ชนิดที่ 2 หรือ อาจจะเป็นเบาหวานชนิดอื่นๆ การวินิจฉัยแยกโรคว่าเป็นเบาหวานชนิด โรคเบาหวานในหญิงตั้งครรภ์มีหลายสาเหตุเช่น

2.2.3.1 การตั้งครรภ์ขณะตั้งครรภ์จะมีฮอร์โมนหลายชนิดที่รกสังเคราะห์ขึ้น มีผลยับยั้งการทำงานของอินซูลิน

2.2.3.2 หญิงที่คลอดบุตรน้ำหนักเกิน 4 กก. หรือแท้งบุตรบ่อย

2.2.3.3 คนที่ดื่มสุราเป็นประจำ

2.2.3.4 ความอ้วน แม่ที่มีน้ำหนักเกิน อ้วน และอ้วนมากจะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานระหว่างตั้งครรภ์มากเป็น 2.14 เท่า 3.56 เท่า และ 8.56 เท่าของแม่ที่มีน้ำหนักปกติตามลำดับ (Chu et al., 2007)

2.3 ระบาดวิทยา (Epidemiology)

2.3.1 ความชุกของโรคเบาหวาน

ปัจจุบันความชุกของโรคเบาหวานทั่วโลกเพิ่มสูงขึ้นและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยความชุกของโรคเบาหวานทั่วโลกในปี 2011 จากข้อมูลของ International Diabetes Federation (IDF, 2011) (IDF Diabetes Atlas. Fifth edition.) พบความชุกของผู้ป่วยโรคเบาหวานทั่วโลกในปี 2011 ร้อยละ 8.3 คิดเป็นจำนวน 366 ล้านราย และคาดการณ์ไว้ว่าในปี 2030 จะมีผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 552 ล้านราย และพบความชุกของ Impaired Glucose Tolerance (IGT) ในปี 2011 ร้อยละ 6.4 คิดเป็นจำนวน 280 ล้านราย และคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 398 ล้านรายในปี 2030

สำหรับประเทศไทย จากการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย (NHES) ครั้งที่ล่าสุด (ครั้งที่ 4) ในปี 2008-2009 (วิชัยเอก พลากรและคณะ, 2553, น.135-141) พบว่า ความชุกของโรคเบาหวานในประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป มีร้อยละ 6.9 โดยเพศหญิงมีความชุกสูงกว่าในเพศชาย (ร้อยละ 7.7 และ 6.0 ตามลำดับ) และความชุกมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุ ซึ่งจะพบว่าความชุกสูงสุดในกลุ่มอายุ 60-69 ปี ร้อยละ 16.7 (เพศชายร้อยละ 13.6 และ 19.2 ในเพศหญิง) หลังจากนั้นความชุกจะลดลง และพบความชุกของโรคเบาหวานในเขตเทศบาลสูงกว่านอกเขตเทศบาลทั้งในเพศชาย (ร้อยละ 8.3 และ 5.0) และหญิง (ร้อยละ 9.4 และ 7.0) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการสำรวจครั้งที่ 3 (ปี 2003-2004) ที่ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร ≥ 126 มิลลิกรัม/เดซิลิตร (มก./ดล.) หรือผู้ที่กำลังรักษาด้วยการรับประทานยาลดน้ำตาล หรือฉีดอินซูลิน ที่สำรวจในประชากรอายุ 15 ปีขึ้นไป พบว่าความชุกของโรคเบาหวานโดยรวมมีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 6.7 ตลอดจนความชุกจำแนกตามเพศ อายุ และเขตปกครองก็มีลักษณะคล้ายคลึงกัน (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ความชุกโรคเบาหวานในประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป จำแนกตามเพศ กลุ่มอายุ และเขตการปกครอง

ข้อมูล	NHES3*(2003-4) ⁶		NHES4**(2008-9) ⁵	
	ชาย (ร้อยละ)	หญิง (ร้อยละ)	ชาย (ร้อยละ)	หญิง (ร้อยละ)
อายุ(ปี)				
15-29	2.0	1.6	0.8	0.5
30-44	5.2	5.1	3.7	3.2
45-59	11.4	12.6	8.5	11.6
60-69	13.8	18.9	13.6	19.2
70-79	12.3	15.7	14.3	17.1
80+	10.1	9.2	12.9	10.5
รวมทุกกลุ่มอายุ	6.4	7.3	6.0	7.7
เขตการปกครอง				
ในเขตเทศบาล	8.6	7.8	8.3	9.4
นอกเขตเทศบาล	5.7	7.1	5.0	7.0
รวมทุกเขตการปกครอง	6.4	7.3	6.0	7.7

หมายเหตุ * $FPG \geq 126 \text{ mg/dl}$ หรือผู้ที่กำลังรักษาด้วยการรับประทานยาลดน้ำตาล หรือนีดอินซูลิน

** $FPG \geq 126 \text{ mg/dl}$

ที่มา: วิชัยเอก พลากร และคณะ, 2553, น.135-141

2.3.2 ความชุกของปัจจัยเสี่ยงโรคเบาหวาน

จากการศึกษา NHES ครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 พบข้อมูลความชุกของปัจจัยเสี่ยงโรคเบาหวานที่สำคัญ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ความชุกของปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ (Aged-Adjusted)

ข้อมูล	NHES3(2003-4)		NHES4(2008-9)	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
สูบบุหรี่ (อายุมากกว่า 15 ปี)(%)	41.6	2.6	45.1	1.9
ความชุก ความดันโลหิตสูง(%)	46.3	47.6	41.5	47.1
ความชุกของโรคเบาหวาน(%) (FPG \geq 126mg/dl)	6.3	7.6	6.4	8.1
ความชุกของโรคคอเลสเตอรอล(%) (Cholesterol \geq 240mg/dl)	57.2	60.1	57.3	74.2

ที่มา: วิชัยเอก พลากร และคณะ, 2553, น.135-141

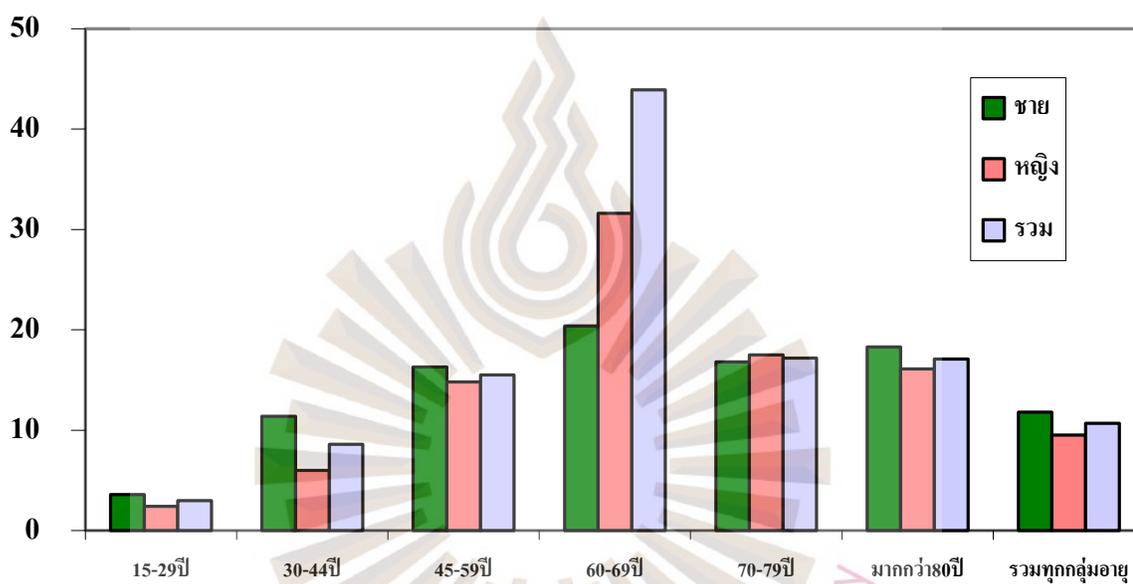
2.3.3 อุบัติการณ์เกิดโรคเบาหวาน

อุบัติการณ์เกิดโรคเบาหวานในช่วงอายุ 35-60 ปี ในปี 2005 (2549) คือ 17.8 ต่อ 1,000 ประชากรต่อปีในเพศชาย และ 9.2 ต่อ 1,000 ประชากรต่อปีในเพศหญิง ส่วนในการศึกษาในช่วงปี 2001-2005 (Jiamjarasrangsi, Lohsoonthorn, Lertmaharit & Sangwatanaroj, 2008) พบอุบัติการณ์เกิดของโรคเบาหวาน 13.6 ต่อ 1,000 ประชากรต่อปีในเพศชาย และ 6.4 ต่อ 1,000 ประชากรต่อปีในเพศหญิง ซึ่งปัจจัยที่สำคัญคือ อ้วน มีระดับ Alanine aminotransferase levels $>$ 180 มก./ดล. และมีระดับ FPG \geq 96 มก./ดล. และการศึกษาก่อนหน้านี้ในปี 1985 และ 1997 พบอุบัติการณ์ของโรคเบาหวานโดยรวมอยู่ที่ 11.3 ต่อ 1,000 ประชากรต่อปี (Aekplakorn et al., 2006)

2.3.4 ความชุกของระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารผิดปกติ (Impaired Fasting Glucose (IFG))

สำหรับความชุกของผู้ที่เป็นเบาหวาน IFG ใน NHES ครั้งที่ 4 โดยจำแนกตามกลุ่มอายุและเพศ (ภาพที่ 2.1) พบความชุกของ IFG ร้อยละ 11.8 ในเพศชาย และเพศหญิงร้อยละ 9.5 และความชุกโดยรวมร้อยละ 10.7 ซึ่งความชุกของ IFG จะเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่อายุมากกว่า 30 ปี โดยเพศชายในช่วงอายุ 0-44 ปี มี IFG ร้อยละ 11.4 เพศหญิงร้อยละ 6.0 และความชุกโดยรวมร้อยละ 8.6 นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ที่มีอายุมากกว่า 15 ปี เป็นโรคเบาหวานหรือ IFG ถึงร้อยละ 17.6 และพบว่ามีกระจายตามเขตปกครอง คือความชุกในเขตเทศบาลสูงกว่านอกเขตฯ การกระจายของความชุกเบาหวานตามภาค พบว่า

มีความแตกต่างระหว่างเพศ โดยในผู้หญิงพบความชุกสูงสุดในกรุงเทพฯ (ร้อยละ 9.9) รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ร้อยละ 9.1) ตามด้วย ภาคกลาง ภาคใต้และภาคเหนือ ตามลำดับ ส่วนในเพศชาย พบสูงสุดในกรุงเทพฯ (ร้อยละ 8.5) รองลงมาคือภาคกลาง (ร้อยละ 7.7) การกระจายตามภาคของภาวะ IFG พบว่าสูงที่สุดในภาคกลาง (ร้อยละ 18.6) รองลงมาคือภาคใต้ ภาคเหนือ กรุงเทพฯ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ (วิชัยเอก และคณะ, 2553)



รูปที่ 2.1 ความชุกของ IFG ในประชากรไทยอายุ 15 ปีขึ้นไป

ที่มา: วิชัยเอก พลากร และคณะ, 2553, น.135-141

2.3.5 ความชุกของเบาหวานช่วงตั้งครรภ์ (Gestational Diabetes Mellitus: GDM)

ความชุกของ GDM มีความแตกต่างกันตามเกณฑ์ที่ใช้วินิจฉัย โดยจากเกณฑ์การวินิจฉัยของ National Diabetes Data Group (NDDG) พบความชุกร้อยละ 1.4 เปรียบเทียบเกณฑ์การวินิจฉัยของ WHO criteria พบร้อยละ 15.7 และมาจากการศึกษาของ Hyperglycemia and Adverse Pregnancy Outcome (HAPO) ในการศึกษาที่มีเชื้อชาติไทย พบว่ามีความชุกของ GDM ร้อยละ 23.0 ซึ่งการวินิจฉัยดังกล่าวอาศัย International Association Of The Diabetes and Pregnancy Study Group (IADPSG) 75 g. Oral Glucose Tolerance Test (75 g OGTT) โดยใช้เกณฑ์การวินิจฉัยชั่วโมงที่ 1,2 และ 3 เป็น 92 มก./ดล., 180 มก./ดล., 153 มก./ดล. โดยหากมีค่าผิดปกติของค่าใดค่าหนึ่งถือว่าเป็นโรคเบาหวานในขณะ

ตั้งครรภ์ (Sacks et al., 2012) สำหรับการคัดกรองเบาหวานในขณะตั้งครรภ์โดยอาศัยปัจจัยเสี่ยงจะไม่สามารถวินิจฉัยโรคเบาหวานในขณะตั้งครรภ์ประมาณร้อยละ 50.0 ในผู้หญิงที่อายุมากกว่า 30 ปี

จากการศึกษา (Hospital Based) ในปี 1992 โดยการทำให้ 75 g OGTT 4-6 สัปดาห์หลังคลอด พบว่าร้อยละ 42.2 ใน 71 รายที่ทำการทดสอบ พบว่ามี IGT ร้อยละ 7.0 เป็นโรคเบาหวาน และร้อยละ 35.2 เป็น IFG (Serirat, Deerochanawong, Sunthornthepvarakul & Jinayon, 1992) นอกจากนี้ยังพบการศึกษาความชุกของเบาหวานตั้งครรภ์ (Hospital Based) อื่นๆในประเทศไทย ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ความชุกของเบาหวานช่วงตั้งครรภ์ในประเทศไทย

Hospital	Year	Sample size	Study type	Screen test	OGTT	Criteria	GDM rate
Rajavithi Hospital	1987-9	25,992	Prospective cohort	50g 1 h	100 g 3h	NDDG	2.02%
Siriraj Hospital	2001-2	9,861	Prospective cohort	50g 1 h	100 g 3h	NDDG	3.0%
Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital	2001-2	411	Retrospective descriptive	50g 1 h	100 g 3h	NDDG	7.05%
Lumphun Hospital	2006-7	637	Retrospective descriptive	50g 1 h	100 g 3h	NDDG	1.5%

ที่มา : Serirat et al., 1992, pp.315-319; Sunsaneevithayakul et al., 2004, pp.1022-1028; Chanprapaph & Sutjarit, 2004, pp.1141-1146; Lueprasitsakul, Teeyapun, Kittivarakul, Srisupundit & Patumanond, 2008, pp.65-73.

2.4 ข้อมูลทั่วไปของโพซง

2.4.1 ที่มาของตำรับโพซง

โพซง คือเครื่องคั่วสมุนไพรและพฤษชาติ 32 ชนิด (ตารางที่ 2.4) (รูปที่ 2.2) ที่มีวางขายในตลาดมายาวนานกว่า 10 ปี ถูกคิดค้นและพัฒนาสูตร โดยนักพัฒนาด้านอาหาร และโดยส่วนตัวท่านเป็นคนชอบเข้าวัดทำบุญ นั่งสมาธิ และปฏิบัติธรรม เป็นประจำ ครั้งหนึ่งก็ได้สังเกตเห็นว่า ลูกๆป้าๆที่ได้เข้า

ร่วมปฏิบัติธรรมหลายคนมีอาการปวดตามข้อ ตามเข่า ลูกนั่งลำบาก จากการนั่งเป็นเวลานานๆ จึงได้คิดค้นสูตรน้ำสมุนไพรขึ้นมา เพื่อแจกจ่ายผู้ที่มาปฏิบัติธรรมให้หายจากอาการปวดนั้นๆ โดยได้นำสมุนไพรและพฤษชาติ 32 ชนิด มารวมกันและเรียกน้ำสมุนไพรนี้ว่า “โพชง”ซึ่งคำว่า “โพชง” เป็นคำพ้องเสียงที่มาจากบทสวด “โพชฌังคปริตร” บทสวดบทนี้มีความเชื่อกันว่าจะช่วยให้สุขภาพร่างกายแข็งแรงขึ้น คนที่มีโรคประจำตัวอาการก็จะทุเลาลง ในส่วนของการเลือกสมุนไพร 32ชนิด มีที่มาจาก การที่คนเราเกิดมามีอวัยวะครบ 32 ประการ สมุนไพรที่คัดสรรมานั้น จึงเปรียบเสมือนตัวแทนของอวัยวะทั้งหมดในร่างกาย ส่งผลให้ระบบอื่นๆทำงานดีขึ้นด้วย ไม่ใช่เพียงแก้อาการปวดตามข้อ เท่านั้น



รูปที่ 2.2 ผลิตภัณฑ์โพชง เครื่องดื่มสมุนไพรและพฤษชาติ 32 ชนิด

(ปริมาณ 980 ml.)

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

ตารางที่ 2.4 ส่วนประกอบสำคัญในตำรับ โพซง

ส่วนผสม (Substances)	ปริมาณ (Content (% w/w))
น้ำแอปเปิ้ล (Apple Juice from Concentrate)	35 %
สมุนไพรและพฤกษชาติรวม 32 ชนิด (Herbal and Botanical Concentrate) (แองเจลิคก้า เซนเทลลา แอสทรากาลัส สมอพิเภก บิลเบอร์รี่ บิทเทอร์เมลลอน ส้มเกลี้ยง กระจับถั่ว กระจับถั่ว พลุควา รากชิโครี ดอกโคเซนพิมัม ชินนามอน ผลมะขามป้อม เพกา ผลจุกูบา ชะเอมเทศ ผลมอเมอร์ดิกา กฤษณา เวนอริ้ มังคุด รากโอพิโอ โปกอน ไบมัดเบอร์รี่ สมอไทย ลูกข่อย เห็ดหลินจือ ดอกคำฝอย บัวหลวง ตังถั่งเช่า โพลีโกนัมต์ ไอโดราตัม จิง โกจิเบอร์รี่ ใบชาเขียว ผลฮอว์ธอร์นเบอร์รี่)	33 %
น้ำสะอาด (Water)	28 %
ซิตริกแอซิด (Citric acid)	3 %
กัมอาระบิก (Gum Arabic)	1%

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

2.4.2 สมุนไพรในส่วนประกอบของโพซง ตัวอย่างข้อมูลทั่วไป

2.4.2.1 คำฝอย

1) ข้อมูลทั่วไปของคำฝอย

คำฝอยมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Carthamus tinctorius* L. อยู่ในวงศ์ ASTERACEAE นิยมเรียกว่า คำของ คำหยอง คำหุ้ม คำขุ่น คำ ดอกคำ เป็นต้น คำฝอยเป็นพืชล้มลุก ลำต้นเป็นสัน เกลี้ยง ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปวงรี ขอบขนานหรือรูปใบหอก ขอบใบหยักเป็น ฟันเลื่อย ปลายใบเป็นหนามแหลม ไม่มีก้านใบ หรือก้านใบสั้นมาก ดอกเป็นช่อ ออกที่ปลายยอดดอกย่อย ขนาดเล็กจำนวนมาก กลีบดอกมีสีเหลืองเมื่อแรกออก แล้วเปลี่ยนเป็นสีแดงอมส้มเมื่อแก่ ใบประดับแข็งเป็น หนามรองรับช่อดอก ผลเป็นผลแห้ง ไม่แตก เมล็ดเป็นรูปสามเหลี่ยมขนาดเล็ก สีขาว (นันทวัน บุญยะประกฤษ และ

อรนุช โชคชัยเจริญพร, 2539) คำฝอยส่วนที่นิยมนำมาใช้คือส่วนดอกที่นำมาทำเป็นยาหรือเข้าตำรับผลิตภัณฑ์ต่างๆ

2) การศึกษาการออกฤทธิ์ของคำฝอย

การให้สารสกัด 95% เอทานอลดอกคำฝอยขนาด 300 มก./กก. น้ำหนักตัว เข้าทางกระเพาะอาหาร ของหนูแรท ร่วมกับยาลดความดันโลหิต Captopril ขนาด 5 มก./กก. น้ำหนักตัว เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีผลลด ความดัน โลหิตขณะหัวใจบีบตัวของเหลือเพียง 127.74 มม.ปรอท ซึ่งใกล้เคียงกับหนูปกติในกลุ่มควบคุม และ ให้ผลดีกว่าการให้ยา Captopril 5 มก./กก. เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้สัตว์ทดลองที่ได้รับสารสกัดดอกคำฝอย ร่วมกับยา Captopril มีค่าการไหลเวียนเลือด (Hindlimb Blood Flow) เพิ่มขึ้น ค่าต้านทานการไหลของเลือด (Hindlimb Vascular Resistance) และตัวบ่งชี้ภาวะเครียดออกซิเดชัน ลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญ (Maneesai et al., 2016)

2.4.2.2 กระเจี๊ยบแดง

1) ข้อมูลทั่วไปของกระเจี๊ยบแดง

กระเจี๊ยบแดง มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Hibiscus sabdariffa* Linn. จัดอยู่ในวงศ์ Malvaceae มีชื่อสามัญว่า Roselle ชื่อพื้นเมืองตามภาคต่างๆ ภาคกลาง กระเจี๊ยบ กระเจี๊ยบเปรี้ยว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส้มพอดิภาคเหนือ ผักแกงเขง ส้มแกงเขง ส้ม (มาโนช วามานนท์ และเพ็ญภา ทรัพย์เจริญ, 2537, น.133) กระเจี๊ยบแดงเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีความสูงประมาณ 1-2 เมตรลำต้นอ่อนมีสีเขียวและเมื่อแก่จะมีสีแดงอมม่วงผิวค่อนข้างเกลี้ยง ใบเป็นใบเดี่ยวรูปฝ่ามือเรียงสลับ แผ่นใบมีลักษณะคล้ายรูปไข่หัวกลับ ก้านใบยาว 4 - 15 เซนติเมตร ขอบใบหยักลึก มี 3 - 5 แฉก ปลายหยักแหลม โคนมนมีขน มีเส้นใบออกจากโคนใบ 3 - 5 เส้น ดอกเป็นดอกเดี่ยวเกิดตามซอกใบ ก้านดอกสั้น 0.5 - 2.0 เซนติเมตร มีขนปกคลุม กลีบดอกสีชมพูหรือสีเหลือง โคนกลีบด้านในมีสีม่วงแดง เกสรตัวผู้เชื่อมกันเป็นหลอด (Babalola, Babalola & Aworh, 2001, pp.133-134; Javadzade & Saljooghianpour, 2017, pp.261-266) กลีบดอกมีขนาดใหญ่จำนวน 5 กลีบ รูปไข่กลับ กว้าง 2-3 เซนติเมตรยาว 3 - 5 เซนติเมตร ดอกเมื่อได้รับการผสมแล้วกลีบดอกจะร่วงกลีบเลี้ยงจะขยายใหญ่ หนาและแข็งสีแดงเข้ม กลีบเลี้ยงมีโคนติดกันคล้ายถ้วย ปลายแยกเป็นแฉกรูปสามเหลี่ยมแหลม 5 แฉกแต่ละแฉกมีเส้นกลีบ 3 เส้น โคนเส้นกลางกลีบมีต่อมเต่อม กลีบเลี้ยงจะรองรับอยู่จนผลแก่ผลมีลักษณะเป็นรูปไข่ผลเมื่อแก่มีสีน้ำตาล และแตกออกเป็น 5 ช่อง เมล็ดเป็นสีน้ำตาลรูปไต มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4-0.6 เซนติเมตร (Siemonsmaand & Pileuk, 1993)

2) การศึกษาการออกฤทธิ์ของกระเจี๊ยบแดง

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลและความปลอดภัยของยาเม็ด สารสกัด กระเจี๊ยบแดงกับยาแอมโลดีปีน (Amlodipine) ในการรักษาโรคความดันโลหิตสูงระดับอ่อน โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชด่านซ้าย จังหวัดเลย การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง โดยมีรูปแบบการทดลองเป็น Double Blind Randomize Control Trial ในอาสาสมัครจำนวน 74 ราย ที่มีค่าความดันโลหิตระดับอ่อน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 37 คน กลุ่มที่ 1 รับประทานยาแอมโลดีปีน กลุ่มที่ 2 รับประทานยาเม็ดสารสกัดกระเจี๊ยบแดง ใช้ระยะเวลาในการศึกษา 3 เดือน (สัปดาห์ที่ 0, 4, 8 และ 12) ในแต่ละครั้งอาสาสมัครจะได้รับการประเมินความดันโลหิตทำนอนและทำยืน และติดตามการเจาะเลือดเพื่อประเมินความปลอดภัยจากการใช้ยา เกณฑ์การคัดเลือกเข้าร่วมโครงการ คือเป็นเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 40 - 70 ปี ได้รับการตรวจร่างกายและการวินิจฉัยว่าเป็นโรคความดันโลหิตสูงระดับอ่อน อาสาสมัครที่มาติดตามการรักษาครบทั้ง 4 ครั้ง จำนวน 61 คน เป็นกลุ่มที่ได้รับยาแอมโลดีปีน จำนวน 33 คน และกลุ่มที่ได้รับยาเม็ดสารสกัดกระเจี๊ยบจำนวน 28 คน พบว่าทั้งยาเม็ดสารสกัดกระเจี๊ยบแดง และยาแอมโลดีปีนขึ้น สามารถลดค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic Blood Pressure ; SBP) ก่อนการรักษา และหลังการรักษาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่า $p < 0.05$) เท่ากับ 150.85 ± 6.39 , 132.66 ± 9.04 และ 152.89 ± 7.19 , 141.11 ± 11.93 ในกลุ่มที่ได้รับยาแอมโลดีปีนและยาเม็ดกระเจี๊ยบแดง ตามลำดับ และพบว่ากลุ่มที่ได้รับยาแอมโลดีปีนนั้นสามารถลดความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic Blood Pressure ; DBP) ก่อนการ รักษาและหลังการรักษาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่า $p < 0.05$) เท่ากับ 84.25 ± 7.05 , 74.42 ± 6.76 ส่วนยาเม็ดสาร สกัดกระเจี๊ยบพบว่ามีแนวโน้มลดลงแต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่า SBP และค่า DBP ระหว่างกลุ่มพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในระหว่าง 2 กลุ่ม (กริตา ทองยา และคณะ, 2563, น.47)

2.4.2.3 ไบบัวบก

1) ข้อมูลทั่วไปของไบบัวบก

ไบบัวบก มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Centella asiatica* (Linn.) Urban อยู่ในวงศ์ Umbelliferae ชื่อสามัญ Gotu kola ชื่อภาษาอังกฤษ Asiatic Pennywort และชื่อพื้นเมืองเช่น ผักแว่น(ใต้) ผักหนอก (เหนือ) บัวบกเป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก เป็นผักพื้นบ้านและสมุนไพรอีกชนิดหนึ่งที่ปลูกง่าย เลื้อยยาวๆไปตามพื้นดิน แตกรากตามข้อใบ ใบเป็นรูปไข่ ขอบใบหยัก กว้าง 1.5-5 เซนติเมตร ยาว 1-5 เซนติเมตร ก้านยาว 1-25 เซนติเมตร ลักษณะใบและก้านบัวบก ดอกเป็นช่อ ออกตามซอกใบ ขนาดเล็ก

2-3 ดอก กลีบดอกสีม่วง ผลแบน บัวบกมีประวัติการใช้ประโยชน์ในด้านยารักษาโรคมานานเป็นระยะเวลา มากกว่า 50 ปี โดยส่วนที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือส่วนของใบและราก สามารถนำมารักษาอาการ ช้ำใน บำรุงหัวใจ บำรุงตับ ไต และสมอง บำรุงประสาทและความจำช่วย ขับปัสสาวะ รักษาบาดแผล แผล เปื่อย ลดอาการปวดศีรษะและไข้ (Kappor, 2005) สารที่พบในบัวบกจัดอยู่ในกลุ่มไตรเทอปีนอยด์ไกลโคไซด์ (Triterpenoid Glycoside) ประกอบด้วย กรดเอเชียติก (Asiatic Acid) สารเอเชียติโคไซด์ (Asiaticoside) กรดแมดิแคสซิก (Madecassic Acid) หรือสารแมดิแคสซอล (Madecassol) (Rasto, Sarkar & Dhar, 1960, p.252; Singh & Rastogi, 1969, p.977)

2) การศึกษาการออกฤทธิ์ของใบบัวบก

สารสกัดจากใบบัวบกสามารถให้สรรพคุณที่เกิดต่อเนื่องจากการปรับปรุงระบบไหลเวียนโลหิตและหลอดเลือดอื่น ๆ มากมาย เช่น สามารถป้องกันภาวะความจำเสื่อม ป้องกันภาวะสมองขาดเลือดไปหล่อเลี้ยง บำรุงสมอง ทำให้มีความคิดอ่านได้ดีขึ้น เป็นการทดลองในระดับสัตว์ทดลอง เช่น งานวิจัยของ Veerendra and Gupta ได้ทำการศึกษาผลของสารสกัดใบบัวบกที่มีความเข้มข้น 100, 200 and 300 mg/kg ต่อการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชันในหนูทดลองที่ได้รับสาร Intracerebroventricular (i.c.v.) Streptozotocin (STZ) ซึ่งเป็นสารที่ตัวแปรที่บ่งบอกถึงความชราปริมาณ 3 mg/kg, i.c.v. ในวันที่ 1 และ 3 ของการทดลอง จากนั้นได้ให้สารสกัดใบบัวบกแก่หนูเป็นเวลา 21 วัน เมื่อครบถึงวันที่ 21 ของการทดลอง จึงนำสารสกัดจากสมองของหนูทดลองมาวิเคราะห์ปริมาณ MDA, Glutathione, Superoxide Dismutase และ Catalase ที่เป็นตัวแปรในการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชันพบว่า สารสกัดใบบัวบกที่ความเข้มข้น 200 และ 300 mg/kg สามารถระดับของการเกิด MDA และเพิ่มปริมาณของ Glutathione และ Catalase ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากบัวบกสามารถการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชันที่เกิดจาก i.c.v. STZ ได้ (Veerendra & Gupta, 2003)

2.4.2.4 จิง

1) ข้อมูลทั่วไปของจิง

จิงหรือเหง้าจิง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber officinale* Roscoe อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ถูกนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรตั้งแต่ครั้งโบราณโดยชาวเอเชียรวมทั้งชาวไทยด้วย เช่น ใช้ช่วยในการย่อยอาหาร บรรเทาอาการปวดท้อง ท้องเสีย และคลื่นไส้ อาเจียน แก้เมารถเมาเรือ และแก้แพ้ท้องในหญิงมีครรภ์ (Apariman, Ratchanon & Wiriyasirivej, 2006, pp.2003-2009; Willetts, Ekangaki & Eden, 2003, pp.139-144; Yamahara, Huang Qi, Naitoh, Kitani & Fujimura, 1989, pp.353-355)

ปัจจุบันมีการนำน้ำมันขิงมาใช้เป็นส่วนผสมของน้ำมันถั่วในแพทย์ทางเลือกเพื่อบรรเทาอาการปวดข้อปวดเข่า (Yip & Tam, 2008) และพบว่าในผู้ป่วยที่มีอาการปวดจากโรคข้ออักเสบเมื่อได้รับสารสกัดจากขิงวันละ 2 ครั้ง อาการปวดจะบรรเทาลงเมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ได้รับยาหลอก (Altman & Marcussen, 2001)

2) การศึกษาการออกฤทธิ์ของขิง

การศึกษาทางคลินิกแบบ Randomized, Double-blind, Placebo Controlled, Cross-over Study ในผู้ป่วยกระดูกข้ออักเสบเรื้อรัง จำนวน 75 คน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับสารสกัดขิง (Chinese Ginger from Eurovita Extract 33, EV.ext-33) เป็นแคปซูลอ่อนเจลาตินขนาด 170 มก. วันละ 3 ครั้ง กลุ่มควบคุม 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับยาไอบูโพรเฟน (Ibuprofen) ขนาด 400 มก. วันละ 3 ครั้ง และกลุ่มควบคุมที่ 2 ได้รับยาหลอก ทั้ง 3 กลุ่ม จะสลับการรับยาครบทั้ง 3 ชนิด โดยแต่ละกลุ่มจะได้รับการรักษาติดต่อกัน 3 สัปดาห์ และระหว่างที่สลับการรับยาแต่ละชนิดจะรับประทานทุกชนิด 1 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าในช่วง 3 สัปดาห์แรก กลุ่มยาไอบูโพรเฟนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดปวด รองมาคือสารสกัดขิง แต่เมื่อทำการศึกษาต่อแบบ Cross-over พบว่าการรักษาทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน (Bliddal et al., 2000)

2.5 สมุนไพรที่มีฤทธิ์ช่วยในการลดระดับน้ำตาลในเลือดในตำรับโพชง

2.5.1 มะระจีนก

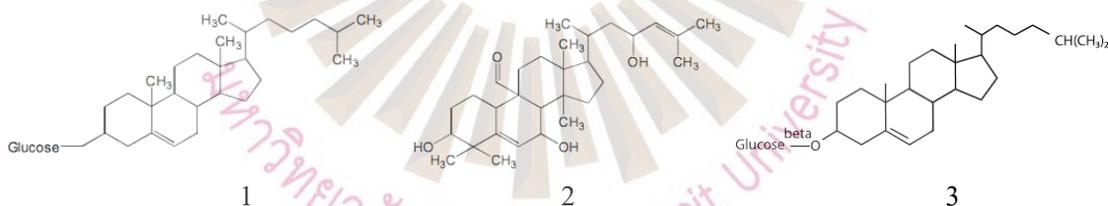
2.5.1.1 ข้อมูลทั่วไปมะระจีนก

มะระจีนกมีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Momordica charantin* Linn อยู่ในวงศ์ Cucurbitaceae มีชื่อเรียกอื่นๆเช่น Bitter Melon, Papilla, Bitter Gourd, Salsaminocorrila และ Karela เป็นต้น มะระจีนกสามารถเพาะปลูกได้ในประเทศเขตร้อนชื้น เช่น ประเทศในแถบอเมริกาใต้ แอฟริกาตะวันออก และเอเชีย มะระจีนกสามารถนำมารับประทานเป็นอาหารและเป็นยาได้ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ทั้งส่วนใบ ผล และลำต้น ในอดีตมีการนำเอามะระจีนกมาทำให้แห้งและบดเป็นผงแล้วใส่แคปซูลรับประทานเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือด ต่อมาได้ค้นพบว่าสารสำคัญในมะระจีนกอาจมีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดได้คือ Charantin, Momocharin และ Momordicin ซึ่งสารพฤษเคมีทั้ง 3 ชนิดนี้มีสูตร โครงสร้างทางเคมีคล้ายกับอินซูลิน จึงคาดว่ามีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ (Singh, Cumming, Manoharan, Kalasz & Adeghate, 2011) จากการศึกษาของ Joseph และคณะ พบว่าสารทั้ง 3 ชนิดจัดเป็นสารสำคัญ Active

compound ของมะเร็งขึ้นในการลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Charantin มีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดดีกว่ายา Tolbutamide (Joseph et al., 2013)

2.5.1.2 กลไกการออกฤทธิ์ของมะเร็งขึ้นในการลดระดับน้ำตาลในเลือด

มีงานวิจัยจำนวนมากกว่า 140 การศึกษาที่ได้ทำการศึกษากลไกการออกฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดของมะเร็งขึ้น โดยมีการศึกษาทั้งในสัตว์ทดลองและการศึกษาในมนุษย์ และทดสอบโดยการให้สารสกัดมะเร็งขึ้นด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ เช่น น้ำ, Ethanol, Benzene, Chloroform, Acetone หรือใช้น้ำคั้นจากผลสด และพบว่ากลไกการออกฤทธิ์ที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด (Singh et al., 2011) ได้แก่ กระตุ้นการหลั่งอินซูลิน, เพิ่มการใช้กลูโคสโดยเซลล์กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่างๆ, ลดการดูดซึมน้ำตาลกลูโคสเข้าสู่เซลล์ที่บริเวณลำไส้เล็ก, ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Hexokinase ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการ Gluconeogenesis และปกป้อง Pancreatic Islet Cells สารพฤกษเคมีหลักที่คาดว่าเป็นสารที่ออกฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดของมะเร็งขึ้น คือ Momocharin, Momordicin และ Charantin (รูปที่ 2.2) นอกจากนี้ฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดของมะเร็งขึ้นยังอาจเกี่ยวข้องกับสารพฤกษเคมีชนิดอื่นๆด้วย (Joseph et al., 2013)



รูปที่ 2.3 สูตรโครงสร้างทางเคมีของ Momocharin (1), Momordicin (2) และ Charantin (3)

ที่มา : Singh et al., 2011, pp.70-77; Cousens, 2008, pp.191-192

1) ฤทธิ์กระตุ้นการหลั่งอินซูลิน

การศึกษาของ Cummings และคณะ (Cummings et al., 2004) ได้ทำการทดลองโดยให้หนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นโรคเบาหวานกินสารสกัดมะเร็งขึ้น ซึ่งสกัดด้วย Chloroform พบว่าสารสกัดมีฤทธิ์กระตุ้นการหลั่งอินซูลิน จาก β -cells ของตับอ่อนได้ และจากการศึกษาของ Ahmed และคณะ (Ahmed, Cummings, Sharma, Adeghate & Singh, 2004) พบว่าการให้น้ำคั้นมะเร็งขึ้นเป็น

ระยะเวลา 10 สัปดาห์ สามารถกระตุ้นการหลั่งอินซูลินในหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยสาร Streptozotocin (STZ) และยังพบว่าน้ำคั้นมะระจีนก็มีฤทธิ์เพิ่มการนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้อีกด้วย

2) ฤทธิ์เพิ่มความไวในการตอบสนองต่ออินซูลิน

การศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของสารสกัดมะระจีนกของ Sridhar MG และคณะ (Sridhar, Vinayagamoorthi, Arul, Bobby & Selvaraj, 2008) เพื่อหาประสิทธิภาพของสารสกัดมะระจีนต่อการเพิ่มความไวของกล้ามเนื้อในการตอบสนองต่ออินซูลิน ได้ทำการศึกษาในหนู Wistar เพศผู้ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานและให้กินอาหารที่มีไขมันสูง (High Fat-Fed Rat) หลังจากนั้นให้กินสารสกัดมะระจีนที่ได้จากการนำมะระจีนมาบดแล้วนำมาคั้นด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกกากเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดจากมะระจีนสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่มีผลเพิ่มความไวในการตอบสนองต่ออินซูลินของกล้ามเนื้อ โดยไม่มีผลต่อ Insulin Receptor Substrate-1 (IRS-1) และไม่มีผลต่อกระบวนการ Phosphorylation ของ Insulin Receptor อย่างไรก็ตามเมื่อติดตามเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์พบว่าสารสกัดมะระจีนสามารถเพิ่มการเกิดปฏิกิริยา IRS-1 Tyrosine Phosphorylation ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในการส่งสัญญาณภายในเซลล์ของอินซูลิน ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Abdollahi และคณะ (Abdollahi, Zuki, Goh, Rezaeizadeh & Noordin, 2010) ซึ่งพบว่าสารสกัดจากมะระจีนด้วยน้ำสามารถเพิ่มความไวต่ออินซูลินในหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยสาร Streptozotocin

3) ลดการดูดซึมน้ำตาลกลูโคสเข้าสู่เซลล์บริเวณลำไส้เล็ก

สารสกัดมะระจีนด้วยน้ำและเมทานอล (Methanol) สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส (α -Glucosidase Enzyme) ได้แก่ เอนไซม์มอลเทส (Maltase Enzyme) ซึ่งจะมีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังรับประทานอาหาร (Postprandial Plasma Glucose) (Ahmad et al., 2012) จากการทดสอบ Sucrose Tolerance Test พบว่าสารสกัดจากมะระจีนสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ภายใน 30 นาที โดยสารสกัดสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (Sucrase Enzyme) ที่บริเวณเยื่อ (Mucosa) ของลำไส้ (Uebanso et al., 2007)

4) ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Hexokinase

จากการศึกษาของ Choudhary และคณะ (Choudhary et al., 2012) ซึ่งศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากเมล็ดมะระจีนต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือด ในหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยอัลล๊อกแซน (Alloxan) เป็นระยะเวลา 18 วัน ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้โดยเพิ่มการทำงานของเฮกโซไคเนส (Hexokinase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการ

เมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตได้มากกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิตินอกจากฤทธิ์ลดระดับน้ำตาล ในเลือดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น มะระจีนก็อาจมีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด จากการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการ Gluconeogenesis (Gluconeogenic Enzymes) (Singh et al., 2011) และยังมีรายงานว่าสารสกัดมะระจีนก มีฤทธิ์ปกป้องเซลล์ตับอ่อนได้อีกด้วย (Sitasawad, Shewade & Bhonde, 2000)

2.5.1.3 การศึกษาทางคลินิก

จากการศึกษาของ Waheed และคณะ (Waheed, Miana, Sharafatullah & Ahmad, 2008) ทำการศึกษาฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดของมะระจีนกในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 10 คน คนที่ไม่เคยได้รับยามาก่อนพบว่าหลังจากได้รับสารสกัดมะระจีนกด้วยน้ำเป็นระยะเวลา 14 วัน ผู้ป่วยมีระดับน้ำตาลในเลือดและในปัสสาวะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Fuangchan และคณะ (Fuangchan, Sonthisombat, Seubnukarn, Chanouan & Sirigulsatien, 2011) ที่ทำการศึกษาในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 รายใหม่จำนวน 4 สัปดาห์โดยเป็นการศึกษาแบบ Multicenter, Randomized Double Blind Active Control Trial แบ่งผู้ป่วยออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับ Positive Control คือยา Metformin ส่วนกลุ่มที่ 2-4 ได้รับมะระจีนกชนิดผงแห้งบรรจุแคปซูล ซึ่งมีสารสำคัญคือ ชาแรนทิน (Chanrantin) ที่ประกอบด้วยสารผสมของซึ่งเป็นสารผสมของ (+,b)- Sitosteryl Glucoside และ Stigmasteryl Glucoside ความเข้มข้น 0.04-0.05% (w/w) ในขนาด 500, 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม วันละครั้ง ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยในกลุ่มที่ 4 ซึ่งได้รับมะระจีนกในขนาด 2,000 มิลลิกรัม มีระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Rahman และคณะ (Rahmana, Malika, Bashirb, Khanc & Iqbal, 2009) ได้ทำการศึกษาผลของมะระจีนกต่อภาวะคีโตอินซูลิน โดยทำการวัดระดับ Sialic Acid ซึ่งเป็น Mediator ที่เกี่ยวข้องกับภาวะคีโตอินซูลินและกระบวนการอักเสบ โดยในผู้ที่มีระดับ Sialic Acid สูงจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานเพิ่มมากขึ้น กลุ่มตัวอย่างของการศึกษานี้คือผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 50 คน ผู้ป่วยกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน ได้รับน้ำคั้นมะระจีนกส่วนผู้ป่วยกลุ่มควบคุมจำนวน 25 คน ได้รับยา Rosiglitazone ผลการศึกษาพบว่าผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มมีระดับ Sialic Acid และระดับน้ำตาลในเลือดไม่แตกต่างกัน ($p=0.17$ และ $p=0.78$ ตามลำดับ) แต่กลุ่มควบคุมมีระดับของคอเลสเตอรอลที่สูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามระดับของคอเลสเตอรอลของทั้งสองกลุ่มยังอยู่ในระดับปกติการศึกษาของ Tongia (Tongia, Tongia & Dave, 2004) ได้ศึกษาฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดของสกัดมะระจีนกซึ่งสกัดด้วย Carbon tetrachloride (CCl₄) และ Benzene (C₆H₆) ในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 15

คนที่มีอายุระหว่าง 52- 65 ปี และได้รับการรักษาด้วยยา Metformin และ Glibenclamide วันละ 2 ครั้งมาก่อนหน้านี้โดยทำการลดขนาดยาที่ได้รับลงครึ่งหนึ่งร่วมกับการให้สารสกัดจากมะระขี้นกขนาด 200 มิลลิกรัม ผลการติดตามระดับน้ำตาลในเลือดเป็นระยะเวลานาน 7 วันพบว่ากลุ่มที่ได้รับทั้งยา Metformin และ Glibenclamide ร่วมกับสารสกัดจากมะระขี้นกมีระดับน้ำตาลในเลือดที่ลดลงมากกว่าการได้รับยา Metformin และ Glibenclamide เพียงอย่างเดียว

2.5.2 ใบหม่อน

2.5.2.1 ข้อมูลทั่วไปหม่อน

หม่อน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus alba* Linn. อยู่ในวงศ์ MORACEAE มีชื่อเรียกอื่นๆ ว่า Mullberry tree, White Mullberry ใบ รูปไข่ หรือรูปไข่กว้าง ขอบเรียบหรือหยักเว้าเป็นพู ขึ้นกับพันธุ์ กว้าง 8-14 เซนติเมตร ยาว 12-16 เซนติเมตร ผิวใบสากคาย ปลายเรียวแหลมยาว ฐานใบกลม หรือรูปหัวใจ หรือค่อนข้างตัด ใบอ่อนขอบจักเป็นพูสองข้างไม่เท่ากัน ขอบพู่จักเป็นซี่ฟัน เส้นใบมี 3 เส้น ออกจากโคนยาวไปถึงกลางใบ และเส้นใบออกจากเส้นกลางใบ 4 คู่ เส้นร่างแหเห็นชัดด้านล่าง ใบสีเขียวเข้ม ผิวใบสากคาย ใบ มีรสจืดเย็น ฝาดและขมเล็กน้อย มีกลิ่นอ่อนๆ พบว่าใบหม่อนมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดในกลุ่มโพลีฟีนอลมีสารฟลาโวนอยด์คือรูทีน (Rutin) เควอซิติน (Quercetin) แคมป์เฟอรอล (Kaempferol) และสารฟลาโวนอยด์ชนิดอื่นๆเป็นจำนวนมาก สารประกอบโพลีฟีนอลหรือฟลาโวนอยด์มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันหรือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมีผลป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด (Surasiang et al., 2015, pp.381-384; Hertog, Feskens, Hollman, Katan & Kromhout 1993, pp.1007-1011; Imai & Nakachi, 1995, pp.693-696) นอกจากนี้ยังพบว่าใบหม่อนยังมีสารพวกอัลคาลอยด์ 1-ดีออกซีโนจิริมายซิน (1-Deoxynojirimycin, DNJ) ที่สามารถช่วยลดระดับน้ำตาล (Butkhup, 2017, pp.368-378; Sribudsarakhum, 2014, pp.3-9; Anurkkanapakron et al, 2008, pp.341-350) มีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดสัตว์ทดลอง (Chen, Nakashima, Kimura, Asano & Koya, 1995) กรดแกมมาอะมิโนบิวทีริก (Gamma-aminobutyric Acid, GABA) มีผลลดความดันเลือดและลดการอักเสบในสมองของผู้ได้รับอุบัติเหตุทางสมอง (Lyden, 1997) มีสารกลุ่มไฟโตสเตอรอล (Phytosterol) ลดระดับไขมันในเลือด อีกทั้งไม่พบผลข้างเคียงจึงปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Banchoobphutsa, 2011) ชาใบหม่อนมีรสชาติเฉพาะตัวไม่มีรสฝาดและไม่ขมและมีสารเคเฟอีนน้อยมากน้อยกว่าใบชา 200 เท่าหรือพบเพียงร้อยละ 0.01 หรือไม่พบเลยและไม่ต้องกังวลกับอาการท้องผูกอีกทั้งยังมีราคาค่อนข้างถูกเมื่อเทียบกับชาชนิดอื่นๆ

2.5.2.2 กลไกการออกฤทธิ์ของไบหม่อนในการลดระดับน้ำตาลในเลือด

ไบหม่อนมีสารแอลคาลอยด์ที่มีโครงสร้างคล้ายกับน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharides) หรือที่เรียกว่า “Azasugars” อยู่หลายชนิด ได้แก่ 1-deoxynojirimycin (DNJ), Fagomine, N-methyl-deoxy-nojirimycin และ 2-O-R-D-galactopyranosyl-deoxynojirimycin ซึ่งเป็นสาร DNJ จะพบมากที่สุดคิดเป็น 50 % ของ Azasugars ที่พบในไบหม่อน สาร DNJ เป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดของไบหม่อน โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α -glucosidase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้เป็นโมเลกุลเดี่ยว จึงทำให้น้ำตาลในเลือดลดลงได้ (อรัญญา ศรีบุศราคม, 2557, น.3-9)

1) ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ แอลฟา-กลูโคซิเดส (α -Glucosidase)

การทดสอบในหลอดทดลองพบว่า สารสกัดน้ำจากไบหม่อน มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ แอลฟา-กลูโคซิเดส โดยมีค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ออกฤทธิ์ยับยั้งได้ครึ่งหนึ่ง (IC_{50}) เท่ากับ 28.11 มก./มล. (Shivanna & Koteswara, 2009) สารสกัดด้วยน้ำร้อนจากใบ และสาร DNJ ที่แยกจากสารสกัด มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ Glucosidase โดยสารสกัดจะมีฤทธิ์ดีกว่าสาร DNJ (ค่า IC_{50} เท่ากับ 7.35 และ 9.39 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ (Kwon, Chung, Kim & Kwon, 2011)

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -Glucosidase ของสารสกัด 50% เอทานอล จากไบหม่อนที่ปลูกในไทยจำนวน 35 พันธุ์ พบว่าฤทธิ์ในการยับยั้งจะสัมพันธ์กับปริมาณของสาร DNJ นั่นคือพันธุ์ที่มีปริมาณสาร DNJ สูง จะมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ได้สูงกว่าชนิดอื่นซึ่งจากการวิจัยพบว่าปริมาณของ DNJ ไบหม่อนพันธุ์ต่างๆ จะอยู่ระหว่าง 30-170 มก./กก.นน. แห่ง พันธุ์ที่มีปริมาณสาร DNJ สูง ได้แก่ พันธุ์คำ บูรีรัมย์ 60 และ บูรีรัมย์ 51 โดยจะพบมากในยอดอ่อน รองลงมาคือใบอ่อน และใบแก่ (Vichasilp et al., 2012)

การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัด 70% เอทานอล ส่วนสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์, เอทิลอะซิเตต, เอ็น-บิวทานอล และน้ำจากไบหม่อน ในการยับยั้งเอนไซม์ α -Glucosidase พบว่าส่วนที่สกัดด้วยเอทิลอะซิเตตมีฤทธิ์ดีที่สุดในการยับยั้ง โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 171 มก./มล. เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในสารสกัด พบว่ามีสารใหม่ที่ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -Glucosidase อยู่หลายสาร ได้แก่ (2R)/(2S)-Euchrenone a7, Chalcomoracin, Moracin C, Moracin D และ Moracin N (ค่า IC_{50} เท่ากับ 6.28, 2.59, 4.04, 2.54 และ 2.76 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ) (Tiangda, Litthilert & Phornchirasilp, 2005)

2) ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด

ซาไบหม่อน (ใบหม่อนแห้ง 2.5 ก. แช่น้ำร้อน 1 ล. นาน 10 นาที) ขนาด 180 มล./ตัว/วัน มีผลลดน้ำตาลในเลือดของหนูแรทที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย Streptozotocin ได้ดีกว่ายา Glibenclamide (ยาแผนปัจจุบันที่มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด) ขนาด 10มก./กก. เมื่อทดลองนาน 4 สัปดาห์ (Tiangda et al.,2005) สารสกัดด้วยน้ำร้อนจากใบหม่อนแห้ง ขนาด 80 มก./กก. มีผลลดน้ำตาลในเลือดของหนูแรทที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย Streptozotocin ได้ (Yamada, Huang, Naitoh, Kitani & Fujimura, 1993) เมื่อป้อนหนูปกติและหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย Streptozotocin ด้วยสารสกัดด้วยน้ำร้อนจากใบหม่อน (ใบหม่อนแห้ง 3,153 ก.ต้มน้ำนาน 2 ชม.) ขนาด 150, 300 และ 600 มก./กก. เป็นเวลา 12 วัน เปรียบเทียบกับหนูที่ได้รับยา Glibenclamide ขนาด 3 มก./กก. พบว่าสารสกัดที่ขนาด 300 และ 600 มก./กก. สามารถลดน้ำตาลในเลือดของหนูที่เป็นเบาหวานได้ แต่มีผลน้อยกว่ายา Glibenclamide และไม่มีผลในหนูปกติ นอกจากนี้ยังมีผลปรับปรุงเซลล์ไอส์เลตของตับอ่อน (Pancreatic Islet Cells) ที่ถูกทำลายของหนูที่เป็นเบาหวานให้มีลักษณะดีขึ้น สำหรับการศึกษากฤทธิ์ของสารสกัดในการลดระดับน้ำตาลในเลือดสูงเฉียบพลัน โดยใช้ Oral Glucose Tolerance Test พบว่าสารสกัดไม่มีผลลดน้ำตาลในเลือดสูงอย่างเฉียบพลันทั้งในหนูที่เป็นเบาหวานและหนูปกติ (Saenthaweesuk, Thuppia, Rabintossaporn, Ingkaninan & Sireeratawong, 2009)

สารสกัดน้ำ, 50%เอทานอล, 95% เอทานอล จากใบหม่อนขนาด 125, 250 และ 500 มก./กก. ส่วนสกัดที่ละลายน้ำและส่วนสกัดที่ละลายในเอทานอลจากสารสกัด 95% เอทานอลขนาด 50, 100 และ 200 มก./กก. เมื่อให้ทางปากพร้อมกับสารละลายซูโครส ขนาด 2 ก./กก. แก่หนูแรทปกติและหนูที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย Anloxan เปรียบเทียบผลกับยา Glucobay (ยาแผนปัจจุบันใช้ลดน้ำตาลในเลือดโดยลดการดูดซึมน้ำตาลจากลำไส้เล็ก) ขนาด 2 หรือ 4 มก./กก. พบว่าสารสกัดจากใบหม่อนมีผลทำให้น้ำตาลในเลือดทั้งของหนูปกติและหนูที่เป็นเบาหวานลดลง โดยสารสกัด 95% เอทานอลจะให้ผลดีที่สุด ส่วนที่สกัดที่ละลายน้ำมีผลลดน้ำตาลในเลือดได้เช่นกัน โดยที่ขนาด 100 มก./กก. ในหนูปกติ และ 200 มก./กก. ในหนูที่เป็นเบาหวาน จะออกฤทธิ์ได้ดีกว่ายา Glucobay ขนาด 4 มก./กก. เล็กน้อย ขณะที่ส่วนสกัดที่ละลายในเอทานอลจะไม่มีผล และพบว่าสารออกฤทธิ์เป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และไกลโคไซด์ เช่นเดียวกับอีกหนึ่งการศึกษาที่พบว่าสารสกัดเดียวกันนี้มีฤทธิ์ทำให้ระดับกลูโคสหลังอาหารทั้งของหนูปกติและหนูที่เป็นเบาหวานลดต่ำลง โดยมีกลไกการออกฤทธิ์คือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Disaccharidase ในลำไส้เล็ก ทำให้การย่อยสลายน้ำตาลเชิงซ้อนช้าลงและการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดช้าลง (กัลยา อนุลักขณาปกรณ และคณะ, 2551, น.41-60)

เมื่อป้อนหนูแรทที่เป็นเบาหวานด้วยสารสกัดและผงไบโหม่อนขนาด 250 มก./กก. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีผลลดน้ำตาลในเลือด และเพิ่มน้ำหนักตัวของหนู โดยไม่มีผลกระทบต่อค่าทางโลหิตวิทยา และคุณสมบัติทางเคมีของน้ำปัสสาวะ ซึ่งสารสกัดจะมีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดดีกว่าผงไบโหม่อน อาจเนื่องจากในสารสกัดมีสาร DNJ มากกว่าในผง (กัญญาภิญญา แมดเจริญ, สุภารัตน์ ได้ชาติ, ชูศรี ตลับมุข และสนอง จอมเกาะ, 2550, น.68) เมื่อให้หนูแรทที่เหนียวน้ำหนักให้เป็นเบาหวานด้วย Streptozotocin กินอาหารที่ผสมผงไบโหม่อน 25% เป็นเวลา 60 วัน เปรียบเทียบกับหนูที่เป็นเบาหวานที่ได้รับยา Glibenclamide 0.5 มก./กก. และหนูปกติ พบว่าผงไบโหม่อนมีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาล และน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดของหนูที่เป็นเบาหวานได้ดีกว่ายา Glibenclamide แต่ไม่มีผลลดน้ำตาลในเลือดของหนูปกติ นอกจากนี้ผงไบโหม่อนยังมีฤทธิ์ลดเอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างกลูโคส ได้แก่ Lactate Dehydrogenase, Acid Phosphatase, Alkaline Phosphatase, Glutamate Pyruvate Transaminase และ Glutamate Oxaloacetate Transaminase ในหนูที่เป็นเบาหวานด้วย (Andallu & Vardacharyulu, 2001)

เมื่อป้อนหนูที่เป็นเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน (KK-At mice) ด้วยอาหารซึ่งมีซูโครสสูงที่ผสมสารสกัด 50% เหนียวน้ำหนักจากไบโหม่อน ขนาด 3% และ 6% เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าสารสกัดมีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดและปัสสาวะ ลดระดับอินซูลินในเลือดและลดภาวะคืออินซูลินในหนูที่เป็นเบาหวานได้ โดยสารสกัดขนาด 6% จะมีฤทธิ์ดีกว่าขนาด 3% (Tanabe, Nakamura, Omagari & Oku, 2011)

การศึกษาฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดของสาร DNJ และสารพอลิแซ็กคาไรด์จากไบโหม่อนในหนูเม้าส์ที่ถูกเหนียวน้ำหนักให้เป็นเบาหวานด้วย Alloxan โดยแบ่งกลุ่มที่ได้รับสาร DNJ ขนาด 50 และ 100 มก./กก. กลุ่มที่ได้รับสาร DNJ ขนาด 50 มก./กก. ร่วมกับสารพอลิแซ็กคาไรด์ขนาด 100 มก./กก. เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับหนูที่ได้รับยา Glucobay ขนาด 50 มก./กก. และหนูปกติ พบว่าสาร DNJ ที่ให้ร่วมกับสารพอลิแซ็กคาไรด์จะมีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูที่เป็นเบาหวานได้ และให้ผลดีกว่าสาร DNJ เพียงอย่างเดียว และยา Glucobay นอกจากนี้ยังมีผลลดน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด และเพิ่มระดับอินซูลินด้วย ซึ่งกลไกในการออกฤทธิ์เนื่องมาจากการเร่งกระบวนการเมแทบอลิซึมของกลูโคสในตับ โดยควบคุมการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง คือเพิ่มการแสดงของยีนส์ของ Glucokinase และลดการแสดงออกของเอนไซม์ Phosphoenolpyruvate Carboxykinase และ Glucose-6-Phosphatase ในตับ และกระตุ้นการหลั่งอินซูลินจากตับอ่อน โดยเพิ่ม

การแสดงออกของยีนส์ของ Pancreatic and Duodenal Homeobox Factor-1, Insulin-1 และ Insulin-2 ในตับอ่อน (You-Gui et al., 2011)

สารพอลิแซ็กคาไรด์ที่สกัดจากใบหม่อน ขนาด 0.25, 0.5 และ 1 ก./กก. เมื่อให้แก่หนูเม้าส์ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วย Alloxan เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่ามีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด กระตุ้นการหลั่งอินซูลิน เพิ่มการทำงานของเอนไซม์ Hexokinase Dismutase และลดปริมาณของ Malondialdehyde (Chen, Bu & Lai, 2011) สารพอลิแซ็กคาไรด์จากใบหม่อน 150 มก./กก. ยังมีฤทธิ์ลดภาวะดีอินซูลินในหนูที่เป็นเบาหวานได้ ซึ่งอาจเป็นผลเกี่ยวข้องกับการควบคุมการหลั่งอินซูลิน และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารนั่นเอง (Lu et al., 2012)

3) ฤทธิ์ยับยั้งการดูดซึมกลูโคส

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการดูดซึมกลูโคสของสารสกัดด้วยน้ำร้อนจากใบ (ใบหม่อนแห้ง 80 ก. สกัดด้วยน้ำร้อนด้วยวิธีแช่ Sonication นาน 1 ชั่วโมง) และสาร DNJ ในเซลล์มะเร็ง Caco-2 และในหนูแรท พบว่าสารสกัดมีผลยับยั้งการนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ Caco-2 ขณะที่สาร DNJ ไม่มีผล สารสกัดในขนาดที่เทียบเท่ากับปริมาณสาร DNJ 3 มก./กก. มีผลลดน้ำตาลในเลือด และยับยั้งการดูดซึมกลูโคสในลำไส้ของหนูได้ดีกว่าสาร DNJ ขนาด 3 มก./กก. แต่ไม่มีผลยับยั้งการดูดซึมมอลโตส นอกจากนี้ยังพบว่าทั้งการทดลองในเซลล์และในหนู การให้สารสกัดก่อนให้สารละลายกลูโคส 15 หรือ 30 นาที จะมีผลลดการดูดซึมกลูโคสได้ดีกว่าการให้พร้อมกัน (Kwon, Chung, Kim & Kwon, 2011)

2.5.2.3 การศึกษาทางคลินิก

เมื่อให้ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 24 คน อายุ 40-60 ปี รับประทานแคปซูลผงใบหม่อน ขนาด 6 แคปซูล/วัน วันละ 3 ครั้ง ครั้งละ 2 แคปซูลหลังอาหาร (1 แคปซูล มีผงใบหม่อน 500 มก. เท่ากับ 3 ก./วัน) เป็นเวลา 30 วัน เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับยา Glibenclamide ขนาด 5 มก./วัน พบว่ากลุ่มที่ได้รับผงใบหม่อนมีระดับน้ำตาลในเลือดลดลง ทำให้การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดดีขึ้น แต่ไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสม นอกจากนี้ยังมีผลลดคอเลสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ ไขมันอิสระ LDL และ VLDL และเพิ่มระดับของ HDL ด้วยขณะที่กลุ่มที่ได้รับยา Glibenclamide ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง แต่ไม่มีผลต่อระดับไขมันในร่างกาย ยกเว้นระดับไตรกลีเซอไรด์ที่มีค่าลดลง (Andallu, Suryakantham, Lakshmi & Reddy, 2001)

ผู้ป่วยที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงปานกลาง จำนวน 8 คน และผู้ป่วยที่มีระดับน้ำตาลในเลือดปกติ จำนวน 5 คน เมื่อให้รับประทานผงใบหม่อนขนาด 5.4ก./วัน (วันละ 3 ครั้ง ครั้งละ 1.8 ก.

ร่วมกับน้ำ) เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าผู้ป่วยจะมีระดับน้ำตาล และระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดลดลง และไม่พบอาการข้างเคียงใดๆ ส่วนในคนปกติจะไม่มีผล (Watanabe, Nakanoet & Inoue, 2007)

การศึกษาในอาสาสมัครที่มีความเสี่ยงเป็นเบาหวาน (ระดับน้ำตาลในเลือด 100-140 มก./ดล.) จำนวน 12 คน อายุเฉลี่ย 49.7 ± 10.3 ปี โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับแคปซูลสารสกัดจากใบหม่อน ขนาด 1, 2 และ 3 แคปซูล (ซึ่งมี DNJ เท่ากับ 3, 6 และ 9 มก./แคปซูล) ก่อนรับประทานอาหาร (ข้าวต้ม 200 ก.) เป็นเวลา 15 นาที และกลุ่มที่ได้รับยาหลอก พบว่าสารสกัดที่มี DNJ ขนาด 6 และ 9 มก. สามารถน้ำตาลในเลือดหลังรับประทานอาหารและลดการหลังอินซูลินได้ (Asai et al., 2011)

2.5.3 ออบเชย

2.5.3.1 ข้อมูลทั่วไปของอบเชย

อบเชย (Cinnamon) เป็นพืชวงศ์ Lauraceae อยู่ในสกุล Cinnamomum มีความหลากหลายกว่า 50 ชนิด พบในทวีปเอเชีย และออสเตรเลีย รวมทั้งในประเทศไทย อบเชยเป็นต้นไม้ขนาดกลาง มี 5 ชนิดที่รู้จักกันดี ได้แก่

1) อบเชยลังกา (ชื่อวิทยาศาสตร์ Cinnamomum Verum J.Presl, ชื่อพ้อง Chinnamomum Zeylanicum Blume) เรียกอีกชื่อว่า “Ceylon cinnamon” หรือ “อบเชยเทศ” ซึ่งมีราคาแพงที่สุด อบเชยลังกาเป็นไม้ยืนต้นที่ไม่ผลัดใบ เปลือกหนามีกลิ่นหอมแรงมีสีเทา ใบออกตรงข้าม แผ่นใบคล้ายหนัง รูปไข่ถึงรี ปลายใบแหลม โคนใบกลม ผิวเกลี้ยงสีเขียวเป็นมัน ช่อดอกออกที่ปลายแบบแยกแขนงหลวมๆ ก้านช่อดอกสีเขียวครีม ดอกขนาดเล็กมีกลิ่นฉุน สีเหลืองอ่อน

2) อบเชยอินโดนีเซีย หรืออบเชยชวา (ชื่อวิทยาศาสตร์ Cinnamomum Burmanii Blume) เป็นไม้ยืนต้นที่มีขนาดใหญ่กว่าอบเชยที่กล่าวมาทั้งหมด เป็นอบเชยที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด แต่นิยมเรียกกันว่า “อบเชยเทศ” ลักษณะของใบเป็นรูปยาวรียาว ปลายแหลม ดอกและผลมีขนาดเล็ก มีกลิ่นหอมแต่น้อยกว่าอบเชยเทศ (จูไรรัตน์ เกิดดอนแฝก, 2556) และเป็นอบเชยที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน

3) อบเชยญวน (ชื่อวิทยาศาสตร์ Cinnamomum Loureiroi Nees) เป็นไม้ยืนต้น มีลักษณะลำต้นคล้ายคลึงกับอบเชยจีน ใบเป็นใบเดี่ยวค่อนข้างบาง ลักษณะของใบเป็นรูปร่างยาวรียาว ปลายใบแหลม ดอกและผลมีขนาดเล็ก มีกลิ่นหอม แต่กลิ่นจะหอมไม่เท่ากับอบเชยเทศ มีรสหวาน (จูไรรัตน์ เกิดดอนแฝก, 2556) ชนิดนี้มีรสหวานแต่ไม่ค่อยหอม ปลูกได้ดีมากในประเทศไทย

4) อบเชยจีน (ชื่อวิทยาศาสตร์ Cinnamomum cassia(L.) J.Presl) ชื่ออื่นๆ ไย้ก้วย กวนก้วย อิก้วย อบเชยชนิดนี้มีความสูงและขนาดของลำต้นใหญ่กว่าอบเชยเทศ มีเปลือกหนาหยาบ

กว่าและสีเข้มกว่าอบเชยเทศเล็กน้อย (จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก, 2556) อบเชยจีนเป็นพรรณไม้ที่พบในประเทศจีนแถบมณฑลกวางสี ยูนนาน และกวางตุ้ง โดยจัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูงได้ประมาณ 10-15 เมตร เปลือกลำต้นหนาและเป็นสีเทาเข้ม มีรอยแตกตามยาว เปลือกต้นมีรูปกลมรีเนื้อในเปลือกเป็นสีแดงเข้ม มีกลิ่นหอมและรสหวาน (วิทยา บุญวรพัฒน์, 2549, น.642)

5) อบเชยไทย (ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet) ชื่ออื่นๆ เขียวใหญ่, จวงคง, เฉียด, ฝนเสน่หา, สมุลแว้ง, มหาปราบ หรือเป็นอบเชยที่ได้จากต้น “อบเชยต้น” อบเชยชนิดนี้จะพบได้ในป่าเขายังที่ขงอุดมสมบูรณ์หรือป่าดงดิบทั่วไปในประเทศไทย จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีความสูงของต้นไม้ประมาณ 15-20 เมตร ทรงพุ่มกลมหรือเป็นรูปเจดีย์ต่ำทึบ เปลือกต้นค่อนข้างเรียบเกลี้ยงเป็นสีน้ำตาลอมเทา เปลือกและใบมีกลิ่นหอม ใบอบเชยไทย ใบเป็นใบเดี่ยวออกตรงข้ามหรือเยื้องกันเล็กน้อย ลักษณะของใบเป็นรูปขอบขนาน ใบมีขนาดกว้างประมาณ 2.5-7.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 7.5-25 เซนติเมตร แผ่นใบหนา เกลี้ยง แข็ง และกรอบ เส้นใบออกจากโคนมี 3 เส้น ขาวตลอดจนถึงปลายใบ ด้านล่างคราบขาว ก้านใบยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร ดอกอบเชยไทย ออกดอกเป็นช่อแบบกระจายที่ปลายกิ่ง ยาวประมาณ 10-25 เซนติเมตร ดอกมีกลิ่นเหม็น ดอกมีขนาดเล็กสีเหลืองอ่อนหรือสีเขียวอ่อน

2.5.3.2 กลไกการออกฤทธิ์ของอบเชยในการลดระดับน้ำตาลในเลือด

สารสำคัญที่พบเป็นสารที่ใช้บำบัดรักษาโรคเบาหวาน คือ Methylhydroxy Chalcone Polymer-MHCP (เมทิลไฮดรอกซี ซาลิโคน โพลีเมอร์) ซึ่งเป็นซาลิโคนชนิดแรกที่พบในอบเชยอยู่ในกลุ่มที่เรียกว่า โพลีฟีนอล (Polyphenol) หรือฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) นอกจากนี้ยังมีสารอื่นๆอีก เช่น Coumarin, Cinnamaldehyde, Cinnamic Acid, Ocimene, Linalool, Terpinene, Vanillin เป็นต้น (จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก, 2556)

1) การศึกษาการต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากเปลือกอบเชย (Activities of Cinnamon Bark Extract on Antioxidant and Alpha-Glucosidase Inhibition) งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม และฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากเปลือกอบเชย เพื่อเป็นทางเลือกในการรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคแทรกซ้อน โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95% (EtOH) เมทานอล (MeOH) เอทิลอะซิเตต (EtOAc) และเฮกเซน (HEX) โดยใช้เวลาในการสกัดด้วยวิธีการเขย่าเป็น 24, 36 และ 48 ชั่วโมงผลการศึกษาพบว่าการสกัดเปลือกอบเชยด้วย MeOH เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่ามีผลได้จากการสกัดสูงสุด $16.75 \pm 0.59\%$ และพบอีกว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่สกัดด้วย

EtOH, MeOH และ EtOAc ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า IC_{50} 2.36-5.47 $\mu\text{g/mL}$ และพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมสูงสุด 108.53 \pm 0.00, 118.86 \pm 2.24 และ 116.28 \pm 0.00 mg GAE/g Extract เมื่อสกัดด้วย EtOH เป็นเวลา 36 และ 48 ชั่วโมงและสกัดด้วย MeOH เป็นเวลา 48 ชั่วโมงตามลำดับ และพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมสูงสุดดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดส พบว่ามีค่า IC_{50} 34.82 \pm 0.25, 34.43 \pm 0.03 และ 36.15 \pm 0.03 $\mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทิศทางเดียวกันพบว่าตัวทำลายและระยะเวลาของการสกัดมีผลต่อผลไม่ได้จากการสกัดและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ซึ่งจะเห็นได้ว่าการสกัดโดยใช้ EtOH เป็นเวลา 36 ชั่วโมง มีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้บรรเทาอาการโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (จุฑามาส สุขแอม, ชนัญ ผลประไพ, ศรีณัฐ อุ๋นทวี และสุดาทิพย์ จันทร์, 2563, น.599-667)

2.5.3.3 การศึกษาทางคลินิก

การศึกษา Cinnamon Improves Glucose and Lipids of People With Type 2 Diabetes เพื่อตรวจสอบว่าอบเชยช่วยทำให้ระดับน้ำตาลในเลือด ไตรกลีเซอไรด์ คอเลสเตอรอลรวม คอเลสเตอรอล HDL และระดับคอเลสเตอรอล LDL ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ดีขึ้นหรือไม่ โดยการสุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 60 คน เป็นชาย 30 คน และหญิง 30 คน โดยสุ่มออกเป็นหกกลุ่ม กลุ่มที่ 1, 2 และ 3 รับประทานอบเชย 6 กรัมทุกวันตามลำดับ และกลุ่มที่ 4, 5 และ 6 รับประทานหลอกแคปซูลตามจำนวนแคปซูลที่บริโภคสำหรับอบเชย สามระดับ รับประทานอบเชยเป็นเวลา 40 วันตามด้วยระยะเวลาการชะล้าง 20 วัน หลังจากผ่านไป 40 วัน อดเชยทั้งสามระดับจะลดค่าเฉลี่ยการอดอาหารระดับน้ำตาลกลูโคส (18–29%) ไตรกลีเซอไรด์ (23–30%) คอเลสเตอรอลชนิด LDL (7–27%) และระดับคอเลสเตอรอลทั้งหมด (12–26%) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญในกลุ่มยาหลอก การเปลี่ยนแปลงของคอเลสเตอรอล HDL ไม่มีนัยสำคัญ สรุปผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการบริโภคอบเชย 1, 3 หรือ 6 กรัมต่อวัน ช่วยลดระดับกลูโคสในเลือด ไตรกลีเซอไรด์ คอเลสเตอรอล LDL และคอเลสเตอรอลรวมในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 และแนะนำให้รวมอบเชยไว้ในอาหารของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จะลดปัจจัยเสี่ยงของโรคเบาหวานและโรคหัวใจและหลอดเลือด

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การทดสอบนี้ใช้หนูแรทสายพันธุ์ Jcl:SD อายุแรกจับ 4 สัปดาห์ เพศผู้สุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ หลังจากหนูแรทถูกขนส่งมาถึงอาคารสถานสัตว์ทดลองเพื่อการวิจัย หนูแรทถูกนำไปเลี้ยงที่ห้องปฏิบัติการและสังเกตการณ์เป็นเวลาอย่างน้อย 5 วัน เพื่อปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการและสังเกตการณ์จนหนูแรทมีอายุ 6 สัปดาห์ โดยหนูแรทได้รับการดูแลตรวจสุขภาพโดยสัตวแพทย์ประจำสถานสัตว์ทดลองเพื่อการวิจัยหรือพนักงานเลี้ยงสัตว์ทดลองทุกวันอ้างอิงตามมาตรฐานการปฏิบัติงานการตรวจสุขภาพสัตว์ทดลองกรณีรับสัตว์ใหม่ ช่วงระยะกักกัน และช่วงระยะเวลาปรับตัว (NUCAR/SOP VC-02) การระบุหมายเลขหน้ากรงเลี้ยงหนูแรท จะใช้ป้ายหน้ากรงสัตว์ทดลองที่ประกอบด้วยรายละเอียดของหมายเลขห้องเลี้ยง ลำดับกรง หมายเลขการทดสอบ ชื่อพร้อมเบอร์ติดต่อผู้อำนวยการวิจัย ชื่อพร้อมเบอร์ติดต่อบุคลากรที่ทำการวิจัย วันรับสัตว์ทดลอง ชนิดสัตว์ทดลอง สายพันธุ์ เพศ อายุหรือน้ำหนัก จำนวนสัตว์ต่อกรง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) Glucometer
- 2) Syringe
- 3) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pHmeter)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนเริ่มทำการเหนี่ยวนำให้หนูแรทมีภาวะเบาหวาน (Diabetes Mellitus; DM) 1 วัน ผู้ทดสอบ

ตรวจสอบสุขภาพเบื้องต้นของหนูแรท เริ่มจากการสังเกตลักษณะของขนและผิวหนัง หัว ตา จมูก ปาก และ ลำตัวตามลำดับ เมื่อไม่พบความผิดปกติจึงทำการชั่งน้ำหนักหนูแรทแต่ละตัวเพื่อทำการเลือกตัวที่มี น้ำหนักน้ำหนักใกล้เคียงกันโดยห่างกันไม่เกิน 20% ในแต่ละกลุ่มการทดสอบ โดยทำการแบ่งหนูแรทออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 คือหนูแรทควบคุม (รูปที่ 3.1) โดยจะมีการทำสัญลักษณ์ดังนี้ CG-01, CG-03, CG-05, CG-06, CG-07, CG-08, CG-54 และ CG-55 มีทั้งหมด 8 ตัว แล้วทำการฉีดหนูแรทกลุ่มที่ 1 ด้วย Citrate Buffer



รูปที่ 3.1 หนูแรทกลุ่มควบคุม

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

กลุ่มที่ 2 คือหนูแรทที่จะได้รับการเหนี่ยวนำให้มีภาวะเบาหวาน (รูปที่ 3.2) โดยจะมีการทำสัญลักษณ์ ดังนี้ DM-09, DM-10, DM-11, DM-12, ... DM-53 และหนูแรทกลุ่มที่ 2 จะทำการฉีด สเตรปโตโซโทซิน (Streptozotocin (STZ) 50 มก./กก. น้ำหนักตัวสัตว์) ที่ละลายใน Citrate Buffer แซ่เย็น (0.1 M, pH 4.5) เข้าทางช่องท้อง (Intraperitoneal Injection) เพื่อเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวาน



รูปที่ 3.2 หนูแรทกลุ่มที่ถูกเหนี่ยวนำให้มีภาวะเบาหวาน

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

หลังจากนั้น 24 ชม. หนูแรทจะได้รับ 5% กลูโคส เพื่อหลีกเลี่ยงภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (Hypoglycemia) และทำการวัดระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Glucose; FBG) ที่ 48 ชม. วันที่ 6 และวันที่ 9 หลังจากหนูแรทได้รับการฉีด STZ โดยใช้เครื่องวัดระดับน้ำตาลในเลือด (Glucometer) หนูแรทที่มีระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่า 200 mg/dL ถูกนำมาใช้ในการทดสอบ และหนูแรทที่มีระดับ

น้ำตาลในเลือดไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด จะถูกนำไปเหนี่ยวนำด้วยการฉีด STZ (50มก./กก. น้ำหนักตัวสัตว์) อีกครั้ง

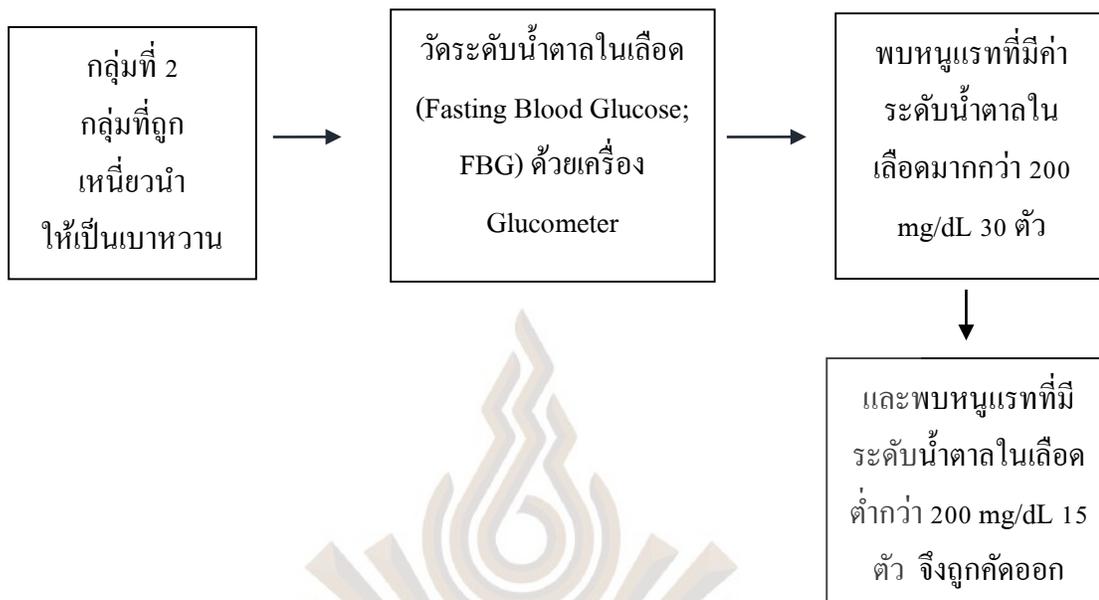
ผลระดับน้ำตาลในเลือดจากการฉีดหนูแรทด้วย Citrate Buffer (รูปที่ 3.3) จำนวนทั้งหมด 8 ตัว ค่าระดับน้ำตาลในเลือดของหนูกลุ่มที่ 1: หนูแรทกลุ่มควบคุม (Control Group) หรือ Control ที่ทำสัญลักษณ์ CG-01, CG-03, CG-05, CG-06, CG-07, CG-08, CG-54 และ CG-55 มีค่าระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Glucose; FBG) ดังนี้ 117, 110, 161, 103, 123, 100, 119, 94 mg/dL ตามลำดับ



รูปที่ 3.3 ผลระดับน้ำตาลในเลือดจากการฉีดหนูแรทด้วย Citrate Buffer

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

และผลระดับน้ำตาลในเลือดจากการฉีดหนูแรทด้วย STZ (รูปที่ 3.4) จำนวนทั้งหมด 45 ตัว กลุ่มที่ 2 คือหนูแรทที่จะได้รับการเหนี่ยวนำให้มีภาวะเบาหวาน โดยจะมีการทำสัญลักษณ์ดังนี้ DM-09, DM-10, DM-11, DM-12, ... DM-53 มีค่าระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Glucose; FBG) ดังนี้ 84, 325, 246, 266, 77, 103, 116, 85, 127, 65, 129, 336, 115, 132, 600, 73, 277, 600, 283, 384, 479, 361, 140, 310, 401, 527, 388, 216, 151, 210, 114, 395, 336, 290, 390, 286, 397, 400, 263, 107, 279, 319, 277, 282, และ 238 mg/dL ตามลำดับ พบว่ามีหนูแรทจำนวน 30 ตัวที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่า 200 mg/dL (หมายเหตุหนูแรทที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานต้องมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่า 200 mg/dL จึงจะถือว่าเป็นเบาหวานส่วนหนูแรทที่มีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่า 200 mg/dL จึงถือว่าเป็นค่าระดับน้ำตาลในเลือดปกติจึงถูกคัดออกจากกลุ่ม) ในกลุ่มที่ 2 มีหนูแรททั้งหมด 15 ตัวที่ถูกคัดออกเนื่องจากได้มีการเหนี่ยวนำด้วย STZ ครั้งที่ 2 แล้วระดับน้ำตาลในเลือดยังไม่ถึง 200 mg/dL



รูปที่ 3.4 ผลระดับน้ำตาลในเลือดจากการฉีดหนูแรทด้วย STZ

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

หลังจากนั้นจึงทำการแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

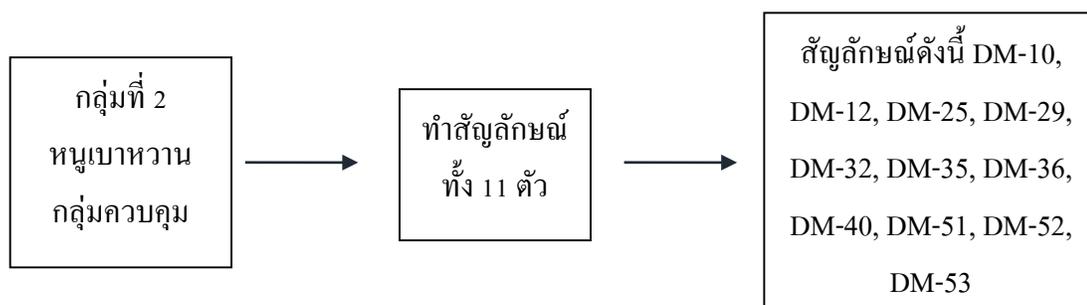
กลุ่มที่ 1 หนูแรทควบคุม (Control Group) (รูปที่ 3.5) มีทั้งหมด 8 ตัว มีสัญลักษณ์ CG-01, CG-03, CG-05, CG-06, CG-07, CG-08, CG-54 และ CG-55



รูปที่ 3.5 กลุ่มที่ 1 หนูแรทควบคุม (Control Group)

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

กลุ่มที่ 2 หนูแรทที่เป็นเบาหวานกลุ่มควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group) (รูปที่ 3.6) หรือ DM มีทั้งหมด 11 ตัว มีสัญลักษณ์ดังนี้ DM-10, DM-12, DM-25, DM-29, DM-32, DM-35, DM-36, DM-40, DM-51, DM-52 และ DM-53



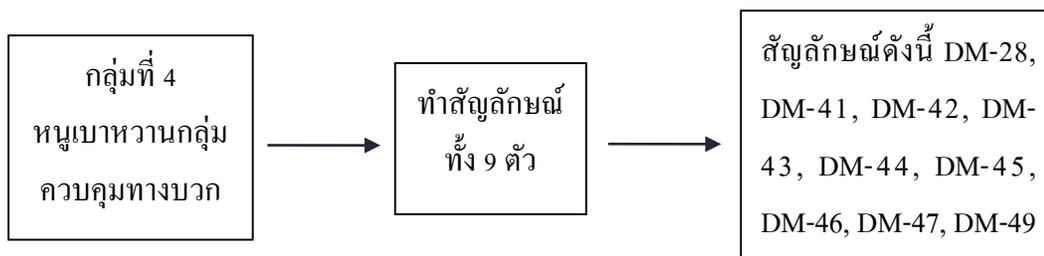
รูปที่ 3.6 กลุ่มที่ 2 หนูแรทที่เป็นเบาหวานกลุ่มควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group)
ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

กลุ่มที่ 3 หนูแรทที่เป็นเบาหวานกลุ่มที่ได้รับวัสดุทดสอบ หรือ DM+POCHONG (รูปที่ 3.7) มีทั้งหมด 10 ตัว มีสัญลักษณ์ดังนี้ DM-11, DM-20, DM-23, DM-26, DM-27, DM-30, DM-33, DM-34, DM-38 และ DM-50



รูปที่ 3.7 กลุ่มที่ 3 หนูแรทที่เป็นเบาหวานกลุ่มที่ได้รับวัสดุทดสอบ หรือ DM+POCHONG
ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

กลุ่มที่ 4: หนูแรทที่เป็นเบาหวานกลุ่มควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group) หรือ DM+Glibenclamide (รูปที่ 3.8) มีทั้งหมด 9 ตัว มีสัญลักษณ์ดังนี้ DM-28, DM-41, DM-42, DM-43, DM-44, DM-45, DM-46, DM-47 และ DM-49



รูปที่ 3.8 กลุ่มที่ 4 : หนูแรทที่เป็นเบาหวานกลุ่มควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group) หรือ DM+Glibenclamide

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วัสดุทดสอบเครื่องคัมนูนไพร์และพฤษชาติ ตราโพซง (Pochong) มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นสีน้ำตาลมีตะกอนขนาดเล็ก มีค่า pH ที่วัดได้เท่ากับ 3.907 โดยปริมาตรการป้อนวัสดุทดสอบแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาตรการป้อนวัสดุทดสอบแก่หนูแรท

กลุ่มการทดสอบ	วัสดุทดสอบ	ปริมาณที่ป้อนให้แก่หนูแรท
กลุ่มที่ 1: หนูแรทกลุ่มควบคุม (Control Group)	Sterile Water	2.0 ml/kg BW/head/day
กลุ่มที่ 2: หนูเบาหวานกลุ่มควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group)	Sterile Water	2.0 ml/kg BW/head/day
กลุ่มที่ 3: หนูเบาหวานกลุ่มที่ได้รับวัสดุทดสอบโพซง	Pochong	3.10 ml/kg BW/head/day
กลุ่มที่ 4: หนูเบาหวานกลุ่มควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group)	Glibenclamide	10 mg/kg BW/head

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบ / แปรผลข้อมูล 1

การสังเกตอาการทางคลินิก (Clinical Signs Observation)

การสังเกตอาการหนูแรทหลังจากป้อนวัสดุทดสอบ ไม่พบว่ามีหนูแรทตัวใดที่แสดงอาการถึงแก่ความตาย อาการโกล้ตาย และความเจ็บปวดที่เกิดจากความผิดปกติของวัสดุทดสอบ รวมทั้งไม่พบว่ามีอาการสั่น (Tremor) ชัก (Convulsion) น้ำลายไหลมากกว่าปกติ (Excessive Salivation) ท้องเสียเป็นระยะเวลานาน (Prolonged Diarrhea) อ่อนแรง (Lethargy) หมดสติ (Coma) มีการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติ (Abnormal Movements) หรือมีพฤติกรรมที่ผิดปกติ (Abnormal Behavior) หลังจากป้อนวัสดุทดสอบ สรุปหลังจากป้อนวัสดุทดสอบพบไม่พบหนูแรทมีอาการข้างเคียงร้อยละร้อย ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหนูทดลองในแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทั้งอาการผิดปกติทางคลินิก และอาการเจ็บป่วยหรือภาวะเครียด เป็นผลมาจากการเตรียมสัตว์ทดลองที่ได้มาตรฐาน อยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ดีตามวิธีการทดลอง

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการตอบสนองและอาการทางคลินิกของหนูแรทหลังจากการป้อน

กลุ่มการทดสอบ	สัญลักษณ์หนูแรท	อาการผิดปกติทางคลินิก	อาการเจ็บป่วย/ภาวะเครียด
กลุ่มที่ 1: หนูแรทกลุ่มควบคุม (Control Group)	CG-01	ไม่พบ	ไม่พบ
	CG-03	ไม่พบ	ไม่พบ
	CG-05	ไม่พบ	ไม่พบ
	CG-06	ไม่พบ	ไม่พบ

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการตอบสนองและอาการทางคลินิกของหนูแรทหลังจากการป้อน(ต่อ)

กลุ่มการทดสอบ	สัญลักษณ์หนูแรท	อาการผิดปกติทาง คลินิก	อาการเจ็บป่วย/ภาวะ เครียด
กลุ่มที่ 1: หนูแรทกลุ่ม ควบคุม (Control Group)	CG-07	ไม่พบ	ไม่พบ
	CG-08	ไม่พบ	ไม่พบ
	CG-54	ไม่พบ	ไม่พบ
	CG-55	ไม่พบ	ไม่พบ
กลุ่มที่ 2: หนูเบาหวาน กลุ่มควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group)	DM-10	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-12	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-25	ทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ	
	DM-29	ทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ	
	DM-36	ทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ	
	DM-35	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-51	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-52	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-53	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-32	ไม่พบ	ไม่พบ
กลุ่มที่ 3: หนูเบาหวาน กลุ่มที่ได้รับวัสดุ ทดสอบ	DM-40	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-11	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-27	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-20	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-30	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-23	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-26	ไม่พบ	ไม่พบ
DM-33	ไม่พบ	ไม่พบ	

ตารางที่ 4.1สรุปผลการตอบสนองและอาการทางคลินิกของหนูแรทหลังจากการป้อน (ต่อ)

กลุ่มการทดสอบ	สัญลักษณ์หนูแรท	อาการผิดปกติทาง คลินิก	อาการเจ็บป่วย/ภาวะ เครียด
กลุ่มที่ 3: หนูเบาหวาน กลุ่มที่ได้รับวัสดุ ทดสอบ	DM-34	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-38	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-50	ไม่พบ	ไม่พบ
กลุ่มที่ 4: หนูเบาหวาน กลุ่มควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group)	DM-28	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-41	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-43	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-45	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-46	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-47	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-49	ไม่พบ	ไม่พบ
	DM-42	ไม่พบ	ไม่พบ
DM-44	ไม่พบ	ไม่พบ	

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

การกินอาหาร น้ำและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัว (Food, Water Consumption and Body Weight Change)

หนูแรททุกตัวได้รับอาหารและน้ำแบบไม่จำกัด โดยมีกรชั่งน้ำหนักอาหารและน้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง พบว่าหนูแรทส่วนใหญ่มีการกินอาหารและน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยเกณฑ์ปกติของหนูแรทโตเต็มวัยมีปริมาณการกินอาหารอยู่ที่ 12-18 ก./100 ก. น้ำหนักตัวสัตว์/วัน และมีปริมาณการกินน้ำ 15 มล./100 ก. น้ำหนักตัวสัตว์/วัน (Colby et al., 2019) ซึ่งปริมาณการกินอาหารและน้ำของหนูแรทแต่ละตัวแสดงในภาคผนวก 1 และจากการบันทึกค่าน้ำหนักตัวของหนูแรทในวันที่เริ่มต้นป้อนวัสดุทดสอบ (วันที่ 1) วันที่ 8 15 22 29 36 43 และ 50 พบว่าน้ำหนักตัวหนูแรทในแต่ละกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับการเจริญเติบโต แต่มีหนูแรทบางตัวที่มีน้ำหนักตัวลดลงเพียงเล็กน้อยในบางสัปดาห์และหนูแรทกลุ่มที่ 2 ตัวที่ทำสัญลักษณ์ DM-29 จำนวน 1 ตัว น้ำหนักตัวลดลงตั้งแต่วันที่ 15 22 29 36 และ 43 มีน้ำหนักตัวเท่ากับ 302.89 298.16 260.87 259.03 และ 218.82 กรัม

ตามลำดับ ซึ่งมีน้ำหนักตัวลดลงคิดเป็นร้อยละ 26.81 จากวันที่เริ่มป้อนวัสดุทดสอบ จึงทำการคัดออก จากกลุ่มการทดสอบและทำการการุณยฆาต และตลอดระยะเวลาการทดสอบพบว่าน้ำหนักตัวหนูแรท กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดสอบ ($p < 0.05$) แต่หนูแรททั้ง 3 กลุ่มมี น้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 ตั้งแต่วันที่ 8 15 22 29 36 43 และ 50 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.2 น่าจะมีสาเหตุมาจากการดัดยั้งอ่อนถูกทำลายบางส่วน และวัสดุทดสอบอาจ มีผลต่อการสร้างน้ำหนักร่างกายของหนูที่ลดลงจากปกติ

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของหนูแรทแต่ละกลุ่มการทดสอบ

วันที่ หลังจาก การป้อน	กลุ่มการทดสอบ			
	กลุ่มที่ 1: หนูแรท กลุ่มควบคุม (Control Group)	กลุ่มที่ 2: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group)	กลุ่มที่ 3: หนู เบาหวานกลุ่มที่ ได้รับวัสดุทดสอบ	กลุ่มที่ 4: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group)
วันที่ 1	305.45±20.84	312.65±20.38	318.92±54.25	306.67±33.76
วันที่ 8	381.23±16.15 ^a	346.06±16.44 ^b	345.71±43.49 ^b	353.81±32.31 ^b
วันที่ 15	432.75±21.11 ^a	375.99±22.00 ^b	372.60±48.85 ^b	371.06±40.30 ^b
วันที่ 22	492.83±15.67 ^a	377.10±29.06 ^b	378.70±48.73 ^b	394.58±37.13 ^b
วันที่ 29	537.62±23.94 ^a	387.40±32.22 ^b	388.56±44.36 ^b	399.64±44.50 ^b
วันที่ 36	568.44±25.59 ^a	397.76±37.22 ^b	394.10±37.50 ^b	413.17±45.80 ^b
วันที่ 43	599.06±28.21 ^a	398.01±45.03 ^b	400.10±39.90 ^b	411.64±49.64 ^b
วันที่ 50	621.33±34.43 ^a	388.77±37.56 ^b	401.25±44.01 ^b	414.96±56.04 ^b

หมายเหตุ^{a, b} p value < 0.05

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

การวัดระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Glucose; FBG)

ทำการอดอาหารหนูแรทเป็นเวลา 6-8 ชม. ก่อนทำการวัดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูแรท ในวันที่ 0 (วันก่อนทำการป้อนวัสดุทดสอบ) และอาทิตย์ละ 1 ครั้งหลังป้อนวัสดุทดสอบในหนูแรทแต่ละกลุ่ม โดยใช้เครื่องวัดระดับน้ำตาลในเลือด พบหนูแรทกลุ่มที่ 2 จำนวน 2 ตัว ตัวที่ทำสัญลักษณ์ DM-25 และ DM-36 มีค่าระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอยู่ในระดับค่าปกติจึงทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ และตลอดระยะเวลาการทดสอบพบว่าหนูแรทกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 มีค่าระดับน้ำตาลในเลือดไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดสอบ ($p>0.05$) แต่หนูแรททั้ง 3 กลุ่มมีค่าระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลค่าระดับน้ำตาลในเลือดแสดงดังตารางที่ 4.3 แม้จะไม่มีค่าความแตกต่างทางสถิติของทั้ง 3 กลุ่ม แต่ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดในกลุ่มที่ 3 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 ในวันที่ 21 35 42 49 และ 56 ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากวัสดุทดสอบที่ให้แก่สัตว์ทดลอง

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดของหนูแรทแต่ละกลุ่มการทดสอบ

วันที่ หลังจาก การป้อน	กลุ่มการทดสอบ			
	กลุ่มที่1: หนูแรท กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่2: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางลบ	กลุ่มที่3: หนู เบาหวานกลุ่มที่ ได้รับวัสดุทดสอบ	กลุ่มที่4: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางบวก
วันที่ 0	116±20.80 ^a	310±56.73 ^b	388±141.60 ^b	336±57.26 ^b
วันที่ 7	106±11.44 ^a	445±96.56 ^b	447±167.55 ^b	400±98.18 ^b
วันที่ 14	112±15.18 ^a	460±93.24 ^b	460±117.30 ^b	446±113.65 ^b
วันที่ 21	106±11.43 ^a	515±88.58 ^b	503±142.38 ^b	548±104.70 ^b
วันที่ 28	108±10.83 ^a	516±95.59 ^b	519±153.24 ^b	528±89.69 ^b
วันที่ 35	108±113.56 ^a	560±57.00 ^b	537±152.51 ^b	564±93.71 ^b
วันที่ 42	104±8.90 ^a	593±20.51 ^b	528±159.47 ^b	562±104.30 ^b
วันที่ 49	111±22.21 ^a	587±18.20 ^b	513±157.97 ^b	559±77.67 ^b
วันที่ 56	96±10.09 ^a	569±48.83 ^b	516±145.52 ^b	554±31.43 ^b

หมายเหตุ^{a, b} p value < 0.05

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

การทดสอบความทนทานต่อน้ำตาล (Oral Glucose Tolerance Test; OGTT)

ในวันที่ 57 หลังทำการป้อนวัสดุทดสอบ จะทำการอดอาหารหนูแรทข้ามคืนและทำการป้อนกลูโคส (2 ก./กก.) จากนั้นทำการวัดระดับน้ำตาลในเลือดหนูแรทก่อนทำการป้อนกลูโคส (0 นาที) และที่เวลา 30 60 90 และ 120 นาทีหลังจากป้อนกลูโคส ผลพบว่าหนูแรทกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 มีค่าการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดสอบ ($p>0.05$) แต่หนูแรททั้ง 3 กลุ่มมีค่าการทดสอบความทนทานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับหนูแรทกลุ่มที่ 1 จะเห็นได้ว่า กลุ่มที่ 2 3 และ 4 มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ค่าดังกล่าวไม่สามารถบอกถึงความแตกต่างของการให้วัสดุทดสอบ หรือยาลดเบาหวานในกลุ่มควบคุมทางบวกมีผลดีกว่าแต่อย่างใด โดยค่าเฉลี่ยผลการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลแสดงดังตารางที่ 4.4 และค่าการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลหนูแรทแต่ละตัว แสดงในภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลของหนูแรทแต่ละกลุ่มการทดสอบ

เวลา หลังจาก ป้อน กลูโคส	กลุ่มการทดสอบ			
	กลุ่มที่ 1: หนูแรท กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่ 2: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางลบ	กลุ่มที่ 3: หนู เบาหวานกลุ่มที่ ได้รับวัสดุทดสอบ	กลุ่มที่ 4: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางบวก
0 นาที	95±9.69 ^a	546±100.24 ^b	536±151.97 ^b	562±87.92 ^b
30 นาที	170±17.61 ^a	590±27.58 ^b	562±121.12 ^b	592±23.33 ^b
60 นาที	156±16.92 ^a	593±19.09 ^b	567±105.62 ^b	598±6.67 ^b
90 นาที	135±17.00 ^a	590±23.21 ^b	563±105.30 ^b	596±10.67 ^b
120 นาที	117±11.24 ^a	581±46.89 ^b	549±137.61 ^b	594±19.00 ^b

หมายเหตุ^{a, b} p value < 0.05

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

4.2 ผลการทดสอบ / แปรผลข้อมูล 2

ผลการวิเคราะห์ค่าทางโลหิตวิทยา (Hematological Examination)

ผลการวิเคราะห์ค่าทางโลหิตวิทยาพบว่าปริมาณ NEU ของหนูแรท กลุ่มที่ 4 สูงกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากหนูแรทกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ($p > 0.05$) นอกจากนี้ หนูแรท กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 มีค่า NEU% จำนวน RBC และปริมาณ Hct สูงกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ปริมาณ HGB ของหนูแรทกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 สูงกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าเฉลี่ย MCHC ของหนูแรทกลุ่มที่ 2 ต่ำกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ต่ำกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่า RDWc ของหนูแรทกลุ่มที่ 2 สูงกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 ค่า RDWs ของหนูแรทกลุ่มที่ 2 สูงกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 และค่า PDWs ของหนูแรทกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 สูงกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การพบค่าผลเลือดบางค่ามีความแตกต่างจากผลเลือดของหนูกลุ่มควบคุม อาจเกิดจากหนูกลุ่มที่มีการทำให้เป็นเบาหวาน ตับอ่อนจะถูกทำลายไปบางส่วน ซึ่งอาจส่งผลต่อกระบวนการสร้างเม็ดเลือดดังกล่าว ทำให้มีค่าแตกต่างจากค่าของหนูปกติ ข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.5 และผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาของหนูแรทแต่ละตัวแสดงดังภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดของหนูแรท

พารามิเตอร์	หน่วย	กลุ่มการทดสอบ			
		กลุ่มที่ 1: หนูแรท กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่ 2: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางลบ	กลุ่มที่ 3: หนู เบาหวานกลุ่มที่ ได้รับวัสดุทดสอบ	กลุ่มที่ 4: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางบวก
WBC	$10^9/l$	8.03±2.32	7.63±2.35	7.39±2.79	7.74±2.10
LYM	$10^9/l$	6.54±2.00	5.86±2.16	5.85±2.12	5.87±1.46
MON	$10^9/l$	0.61±0.41	0.48±0.50	0.31±0.33	0.28±0.46

หมายเหตุ^{a, b, c, d} p value < 0.05

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดของหนูแรท (ต่อ)

พารามิเตอร์	หน่วย	กลุ่มการทดสอบ			
		กลุ่มที่ 1: หนูแรท กลุ่มควบคุม (Control Group)	กลุ่มที่ 2: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group)	กลุ่มที่ 3: หนู เบาหวานกลุ่มที่ ได้รับวัสดุทดสอบ	กลุ่มที่ 4: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group)
NEU	10 ⁹ /l	0.88±0.20 ^a	1.29±0.37 ^{ab}	1.23±0.63 ^{ab}	1.60±0.63 ^b
LYM%	%	80.69±5.23	74.31±13.28	79.33±4.83	76.52±7.07
MON%	%	7.74±4.36	6.53±5.47	3.85±3.75	3.22±4.35
NEU%	%	11.60±2.91 ^a	19.18±11.50 ^b	16.82±3.81 ^{bc}	20.28±4.18 ^{bd}
RBC	10 ¹² /l	8.73±0.70 ^a	9.83±0.95 ^b	9.93±0.74 ^b	10.11±0.56 ^b
HGB	g/dl	15.00±1.09	16.79±1.84	17.19±1.39	16.81±0.96
HCT	%	44.01±2.56 ^a	50.24±4.23 ^b	49.70±3.59 ^b	52.27±2.94 ^b
MCV	fl	50.50±2.14	51.25±1.75	50.10±0.88	51.78±1.92
MCH	pg	17.20±0.57	17.11±1.12	17.30±0.52	16.64±0.56
MCHC	g/dl	34.05±0.78 ^a	33.43±2.00 ^{ab}	34.56±0.69 ^{ac}	32.21±1.35 ^b
RDWc	%	17.78±0.40 ^a	19.38±1.43 ^b	19.06±1.91 ^{ab}	18.79±1.18 ^{ab}
RDWs	fl	33.39±1.38 ^a	36.61±2.24 ^a	35.47±2.50 ^{ab}	35.77±1.86 ^b
PLT	10 ⁹ /l	643.50±79.56	557.50±48.86	604.50±91.40	582.78±60.21
MPV	fl	7.40±0.39	7.46±0.50	7.81±0.55	7.54±0.35
PCT	%	0.47±0.07	0.42±0.06	0.47±0.10	0.44±0.05
PDWc	%	34.36±1.16	35.20±2.31	36.52±2.35	36.01±1.14
PDWs	fl	10.14±0.88 ^a	10.73±1.82 ^{ab}	12.02±2.26 ^b	11.33±1.00 ^b

หมายเหตุ^{a, b, c, d} p value < 0.05

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

ผลการวิเคราะห์ค่าทางชีวเคมีคลินิก (Clinical Biochemistry)

ผลการวิเคราะห์ค่าทางชีวเคมีคลินิกพบว่าระดับเอนไซม์ ALT ALP BUN และ GLU ของหนูแรทกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 มีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดสอบ ($p>0.05$) แต่หนูแรททั้ง 3 กลุ่มมีค่าดังกล่าวสูงกว่าหนูแรทกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และค่า CRE และ TP ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดสอบ ($p>0.05$) การพบค่าทางชีวเคมีคลินิก บางค่ามีความแตกต่างจากผลเลือดของหนูกลุ่มควบคุม อาจเกิดจากหนูกลุ่มที่มีการทำให้เป็นเบาหวาน ด้บอ่อนจะถูกทำลายไปบางส่วน ซึ่งอาจส่งผลต่อกระบวนการสารดังกล่าวผิดปกติไป ทำให้มีค่าแตกต่างจากค่าของหนูปกติ แสดงในตารางที่ 4.6 และผลการวิเคราะห์ค่าชีวเคมีในเลือดของหนูแรทแต่ละตัวแสดงดังภาคผนวก ค

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยค่าทางชีวเคมีในเลือดของหนูแรท

พารามิเตอร์	หน่วย	กลุ่มการทดสอบ			
		กลุ่มที่ 1: หนูแรท กลุ่มควบคุม (Control Group)	กลุ่มที่ 2: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group)	กลุ่มที่ 3: หนู เบาหวานกลุ่มที่ ได้รับวัสดุ ทดสอบ	กลุ่มที่ 4: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group)
ALP	U/L	98.63±21.00 ^a	386.13±173.86 ^b	419.30±154.91 ^b	330.00±107.45 ^b
ALT	U/L	27.88±11.13 ^a	130.00±103.99 ^b	96.70±56.14 ^b	118.44±74.30 ^b
BUN	mg/dL	16.25±1.83 ^a	38.00±12.20 ^b	37.10±10.71 ^b	37.89±8.57 ^b
CRE	mg/dL	0.43±0.21	0.39±0.18	0.35±0.22	0.32±0.23
GLU	mg/dL	251.50±99.23 ^a	583.25±249.20 ^b	706.20±159.10 ^b	666.56±126.02 ^b
TP	g/dL	5.33±0.53	4.86±0.17	5.20±0.68	4.87±0.29

หมายเหตุ^{a, b}, p value < 0.05

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

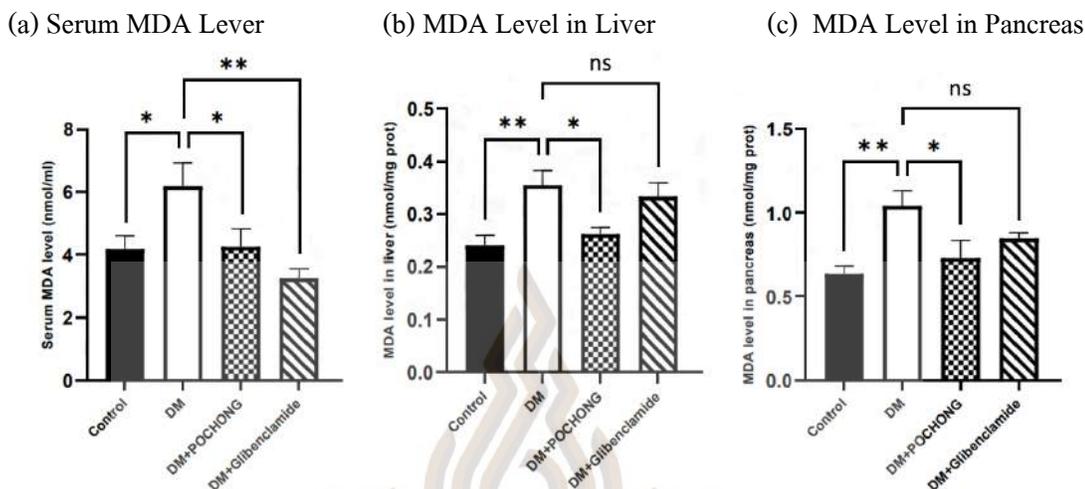
ผลการวิเคราะห์ระดับ Malondialdehyde (MDA)

จากการวิเคราะห์ระดับ MDA จากตัวอย่างตับพบว่าหนูแรทกลุ่มที่ 2 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$ และ $p < 0.05$ ตามลำดับ) อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ 4 ($p > 0.05$) คล้ายกับระดับ MDA จากตัวอย่างตับอ่อนที่พบว่าหนูแรทกลุ่มที่ 2 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$ และ $p < 0.05$ ตามลำดับ) แต่ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ 4 ($p > 0.05$) เช่นกัน นอกจากนี้ระดับ MDA จากตัวอย่างซีรัมพบว่าหนูแรท กลุ่มที่ 2 มีระดับ MDA สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และสูงกว่ากลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) การมีปริมาณสาร Malondialdehyde (MDA) สูง แสดงให้ทราบว่าสัตว์ทดลองมีสถานะ oxidative stress สูง มีการสร้างอนุมูลอิสระออกมาในร่างกายสูง ในขณะที่หนูกลุ่มที่ 3 จะมีระดับ MDA ต่ำกว่า อาจเนื่องมาจากวัสดุที่ป้อนให้เป็นสารสกัดจากสมุนไพรธรรมชาติ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดี ผลค่าเฉลี่ยระดับ MDA จากตัวอย่างซีรัม ตับ และตับอ่อนของหนูแรทในแต่ละกลุ่มการทดสอบ แสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยระดับ MDA จากตัวอย่างซีรัม ตับ และตับอ่อนของหนูแรทในแต่ละกลุ่มการทดสอบ

ตัวอย่าง	กลุ่มการทดสอบ			
	กลุ่มที่ 1: หนูแรท กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่ 2: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางลบ	กลุ่มที่ 3: หนู เบาหวานกลุ่มที่ ได้รับวัสดุทดสอบ	กลุ่มที่ 4: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางบวก
ตัวอย่างซีรัม	4.18±0.42	6.19±0.74	4.26±0.57	3.25±0.30
ตัวอย่างตับ	0.24±0.02	0.36±0.03	0.26±0.01	0.33±0.03
ตัวอย่างตับอ่อน	0.64±0.05	1.04±0.09	0.73±0.10	0.85±0.03

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566



รูปที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบของระดับ MDA ในตัวอย่างซีรัม(a) ตัวอย่างตับ(b) และตัวอย่างตับอ่อน(c) ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

ผลการวิเคราะห์ระดับอินซูลิน (Insulin Level Examination)

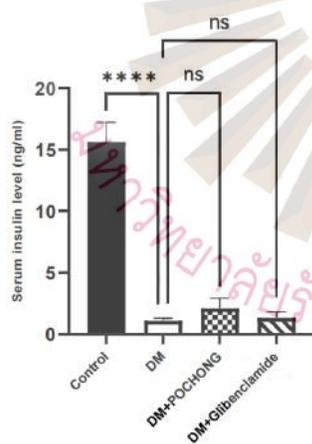
จากการวิเคราะห์ระดับอินซูลินจากตัวอย่างซีรัมพบว่าหนูแรทกลุ่มที่ 2 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.0001$) แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ($p > 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับระดับอินซูลินจากตัวอย่างตับอ่อนที่พบว่าหนูแรทกลุ่มที่ 2 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.0001$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ($p > 0.05$) เช่นเดียวกัน ซึ่งผลดังกล่าวน่าจะปกติสำหรับหนูที่ถูกทำลายตับอ่อนเหมือนกัน ผลค่าเฉลี่ยระดับจากตัวอย่างซีรัมและตับอ่อนของหนูแรทในแต่ละกลุ่มการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยระดับอินซูลินจากตัวอย่างซีรัมและตับอ่อนของหนูแรทในแต่ละกลุ่มการทดสอบ

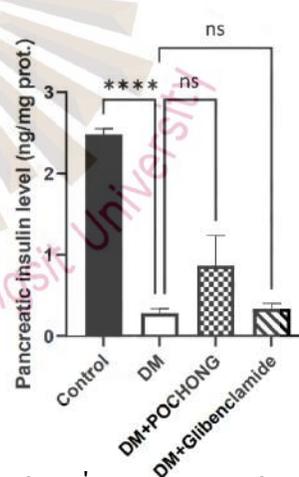
ตัวอย่าง	กลุ่มการทดสอบ			
	กลุ่มที่ 1: หนูแรท กลุ่มควบคุม (Control Group)	กลุ่มที่ 2: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group)	กลุ่มที่ 3: หนู เบาหวานกลุ่มที่ ได้รับวัสดุทดสอบ	กลุ่มที่ 4: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group)
ตัวอย่างซีรัม	15.60±1.60	1.08±0.22	2.10±0.81	1.31±0.51
ตัวอย่างตับอ่อน	2.48±0.07	0.28±0.05	1.01±0.42	0.37±0.06

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

(a) Serum Insulin Level



(b) Pancreatic Insulin Level



รูปที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบของระดับอินซูลินในตัวอย่างซีรัม (a) และตัวอย่างตับอ่อน (b)

ที่มา : ผู้วิจัย, 2566

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคีมสมุนไพรมะพร้าวและพฤษชาติ โพงง (POCHONG) ต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูแรทที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยสเตรปโตโซโทซิน จากการสังเกตพฤติกรรมและอาการทางคลินิกของหนูแรทหลังจากการป้อนวัสดุทดสอบ ไม่มีการแสดงอาการผิดปกติหลังจากได้รับวัสดุทดสอบ ในช่วงระยะเวลาการทดสอบ 56 วัน พบว่าหนูแรทมีการกินอาหาร และน้ำในเกณฑ์ปกติเมื่อทำการติดตามค่าน้ำหนักตัวพบว่าน้ำหนักตัวหนูแรทในแต่ละกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับการเจริญเติบโต แต่มีหนูแรทบางตัวที่มีน้ำหนักตัวลดลงเพียงเล็กน้อยในบางสัปดาห์ และหนูแรทกลุ่มที่ 2 จำนวน 1 ตัว น้ำหนักตัวลดลงอย่างต่อเนื่องซึ่งคิดเป็นร้อยละ 26.81 จากวันที่เริ่มป้อนวัสดุทดสอบ จึงทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบและทำการการุณยฆาตและค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวหนูแรทในกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 4 ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มการทดสอบ ($p > 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามหนูแรททั้ง 3 กลุ่มมีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 ตั้งแต่วันที่ 8 15 22 29 36 43 และ 50 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) น่าจะมีสาเหตุมาจากการดื่มน้ำมากเกินไปบางส่วน และวัสดุทดสอบอาจมีผลต่อการสร้างน้ำหนักตัวของหนูที่ลดลงจากปกติ ผลค่าระดับน้ำตาลในเลือดพบหนูแรทกลุ่มที่ 2 จำนวน 2 ตัว มีค่าระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอยู่ในระดับค่าปกติจึงทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ แม้จะไม่มีค่าความแตกต่างทางสถิติของทั้ง 3 กลุ่ม แต่ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดในกลุ่มที่ 3 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 ในวันที่ 21 35 42 49 และ 56 ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากวัสดุทดสอบที่ให้แก่สัตว์ทดลอง ผลการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่ 2 3 และ 4 มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ค่าดังกล่าวไม่สามารถบอกถึงความแตกต่างของการให้วัสดุทดสอบ หรือยาลดเบาหวานในกลุ่มควบคุมทางบวกมีผลดีกว่าแต่อย่างใด ผลการวิเคราะห์ค่าทางชีวเคมีคลินิกพบว่าค่าผลเลือดบางค่ามีความแตกต่างจากผลเลือดของหนูกลุ่มควบคุม อาจเกิดจากหนูกลุ่มที่มีการทำให้เป็นเบาหวาน ดับอ่อนจะถูกทำลายไปบางส่วน ซึ่งอาจส่งผลต่อกระบวนการสร้างเม็ดเลือด

ดังกล่าว ทำให้มีค่าแตกต่างจากค่าของหนูปกติ ผลการวิเคราะห์ระดับ MAD จากตัวอย่างดับและดับอ่อนการพบค่าทางชีวเคมีคลินิก บางค่ามีความแตกต่างจากผลเลือดของหนูกลุ่มควบคุม อาจเกิดจากหนูกลุ่มที่มีการทำให้เป็นเบาหวาน ดับอ่อนจะถูกทำลายไปบางส่วน ซึ่งอาจส่งผลต่อกระบวนการสารดังกล่าวผิดปกติไป ทำให้มีค่าแตกต่างจากค่าของหนูปกติ และผลการวิเคราะห์ระดับอินซูลินซึ่งผลดังกล่าวน่าจะปกติสำหรับหนูที่ถูกทำลายดับอ่อนเหมือนกัน

จากข้อมูลและผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่า ภายหลังได้รับวัสดุเครื่องคัมสมุนไพรรและพฤษชาติโพซง (Pochong) โดยป้อนวัสดุทดสอบดังกล่าวทางปากให้หนูแรทสายพันธุ์ Jcl:SD เพศผู้ทุกวันติดต่อกันเป็นระยะเวลา 56 วัน ระดับน้ำตาลในเลือดของหนูแรทที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยสเตรปโตโซโทซินยังคงอยู่ในระดับสูง อย่างไรก็ตามหนูแรทที่ได้รับการป้อนวัสดุทดสอบมีผลระดับ MAD ที่ต่ำลง ขณะนี้จึงดำเนินการวิเคราะห์ผลของระดับเอนไซม์ซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (Superoxide Dismutase; SOD) จากตัวอย่างดับอ่อน ในหนูแรทแต่ละกลุ่มเพื่อยืนยันผลการทดสอบดังกล่าว

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนการทดสอบควรมีการเทียบปริมาณในการป้อนวัสดุการทดสอบเพื่อนำมาเปรียบเทียบกันว่าปริมาณขนาดที่เท่าไรที่จะให้ผลที่ดีที่สุดอาจต้องเป็นการทดสอบที่มีระยะเวลานานกว่านี้ และการตรวจสอบคุณภาพของสมุนไพรรควรมีให้ชัดเจนเพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือต่อวัสดุการทดสอบ

บรรณานุกรม

- กัญญา แมดเจริญ, สุภารัตน์ ไต้ชาติ, ชุศรี ตลับมุข และสนอง จอมเกาะ. (2550). ผลของผงใบหม่อนและสารสกัดใบหม่อน (*Morus alba* L.) ต่อค่าทางโลหิตวิทยา ปริมาตรและคุณสมบัติทางเคมีของน้ำปัสสาวะในหนูเบาหวาน. *วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก*, 5(ฉบับเสริม), 68.
- กัลยา อนุลักขณาปกรณ, บรรจง ชาวไร่, ประไพ วงศ์สินคงมั่น, ทรงพล ผดุงพัฒน์, ยุวดี เมตตามธธา, ว่าที่ร้อยตรี ธนวัฒน์ ทองจีน และเรวดี บุตราภรณ์. (2551). ฤทธิ์ของสารสกัดใบหม่อน (*Morus alba* L.) ในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดหนูแรท. *วารสารการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก*, 6(ฉบับเสริม), 60-41.
- กัลยา อนุลักขณาปกรณ, บรรจง ชาวไร่, ประไพ วงศ์สินคงมั่น, ทรงพล ผดุงพัฒน์, ยุวดี เมตตามธธา, ว่าที่ร้อยตรี ธนวัฒน์ ทองจีน และเรวดี บุตราภรณ์. (2551). ฤทธิ์ของสารสกัดใบหม่อนในการควบคุมภาวะเลือดมีน้ำตาลมากเกินหลังอาหาร. *วารสารการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก*, 6(ฉบับเสริม), 341-350.
- จุฑามาส สุขอม, ชนัญ ผลประไพ, ศรีณยู อุ่นทวีและสุดาทิพย์ จันท. (2563). ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากเปลือกอบเชย. *Thai Journal of Science and Technology*, Vol.9 No. 5 September-October, 599-667.
- จูไรรัตน์ เกิดดอนแฝก. (2556). หนังสือสมุนไพรลดไขมันในเลือด 140 ชนิด:อบเชย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ปณิศา เกิดดอนแฝก.
- นันทวัน บุญยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร(บรรณาธิการ). (2539). หนังสือสมุนไพรไม้พื้นบ้าน เล่ม 1, กรุงเทพฯ. บริษัทประชาชน จำกัด.
- ภริตา ทองยา, ทิพพาวดี สืบบุญการณ, อัญชลี พิมพ์รัตน์, ไพโรจน์ ทองคำ, เขาวพา สิงห์สถิตย์, สุวิมล ศรีแสง, ... อนุรักษ์ เข็นขัน. (2563). การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความปลอดภัยของยาเม็ดสารสกัดกระเจี๊ยบแดงกับยาแอมโลดิปีน ในการรักษาโรคความดันโลหิตสูงระดับอ่อนโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชด่านซ้าย จังหวัดเลย. สืบค้นจาก <https://mednacea.ict.mahidol.ac.th/project/2563000766>.
- มาโนช วามานนท์ และเพ็ญภา ทริพย์เจริญ. (2537). ยาสมุนไพรสำหรับงานสาธารณสุขมูลฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. 133.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วิฑูรย์ โล่สุนทร และวิโรจน์ เกียมจรัสรังสี. (2561). *ระบาดวิทยาของโรคเบาหวาน ปัจจัยเสี่ยง และการตรวจคัดกรองในประเทศไทย*. ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิทยา บุญวรพัฒน์. (2549). *หนังสือสารานุกรมสมุนไพรไทย-จีนที่ใช้บ่อยในประเทศไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สมาคมศาสตร์การแพทย์แผนจีนในประเทศไทย.
- วิชัยเอก พลากร, เขาวรัตน์ ปรปักษ์ขาม, สุรศักดิ์ ฐานิพานิชสกุล, หทัยชนก พรรคเจริญ, วราภรณ์เสถียร นพเก้า, กนิษฐา ไทยกกล้า. (2553). *รายงานการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2551-2552*. นนทบุรี: เดอะกราฟิโก ซิสเต็มส์.
- อัญญา ศรีบุศราคัม. (2557). ใบหม่อนกับโรคเบาหวาน. *จุลสารข้อมูลสมุนไพร*, 32(1), 3-9.
- Abdollahi, M., Zuki, A.B.Z., Goh, Y.M., Rezaeizadeh, A., & Noordin, M.M. (2010). The effect of *Momordica chantia* on the liver in streptozotocin induced diabetes in neonatal rats. *Afr. J. Biotechnol*, 9(31), 5004-5012.
- Aekplakorn, W., Bunnag, P., Woodward, M., Sritara, P., Cheepudomwit, S., Yamwong, S., ... Rajatanavin, R. (2006). A risk score for predicting incident diabetes in the Thai population. *Diabetes Care*, 29(8), 1872-1877. doi: 10.2337/dc05-2141. PMID: 16873795.
- Agardh, E.E., Ahlbom, A., Andersson, T., Efendic, S., Grill, V., Hallqvist, J., ... Ostenson, C.G. (2003). Work stress and low sense of coherence is associated with type 2 diabetes in middle-aged Swedish women. *Diabetes Care*, 26(3), 719-724. doi: 10.2337/diacare.26.3.719. PMID: 12610028.
- Ahmad, Z., Zamhuri, K.F., Yaacob, A., Siong, C.H., Selvarajah, M., Ismail, A., & Hakim, M.N. (2012). In vitro anti-diabetic activities and chemical analysis of polypeptide-k and oil isolated from seeds of *Momordica charantia* (bitter gourd). *Molecules*, 17(8), 9631-9640.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Ahmed, I., Cummings, E., Sharma, A.K., Adeghate, E., & Singh, J. (2004). Beneficial effects and mechanism of action of *Momordica charantia* fruit juice in the treatment of streptozotocin-induced diabetes mellitus in rats. *Mol. Cell Biochem*, 261(1-2), 63–70. doi: 10.1023/b:mcbi.0000028738.95518.90. PMID: 15362486.
- Altman, R.D., & Marcussen, K.C. (2001). Effects of a ginger extract on knee pain in patients with osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, 44, 2531–2538. doi: 10.1002/1529-0131(200111)44:11<2531::aid-art433>3.0.co;2-j. PMID: 11710709.
- Andallu, B. & Vardacharyulu, N.C. (2001). Effect of mulberry leaves on diabetes. *Int j diab dev countries*, 21(147), 51.
- Andallu, B., Suryakantham, V., Lakshmi, S.B., & Reddy, G.K. (2001). Effect of mulberry (*Morus indica* L.) therapy on plasma and erythrocyte membrane lipids in patients with type 2 diabetes. *Clin Chim Acta*, 314(1-2), 47-53. doi: 10.1016/s0009-8981(01)00632-5. PMID: 11718678.
- Anurkkanapakron, K., Wongsinkongmain, P., Chornrai, B., Thongcheen, T., Phadungphat, S., Metametha, Y., & Butraporn, R. (2008). The effect of mulberry leaf extract in controlling blood conditions, hyperglycemia after meals. *Journal of Thai Traditional & Alternative Medicine*, 6(1), 341-350.
- Apariman, S., Ratchanon, S., & Wiriyasirivej, B. (2006). Effectiveness of ginger for prevention of nausea and vomiting after gynecological laparoscopy. *J Med Assoc Thai*, 89, 2003–2009.
- Asai, A., Nakagawa, K., Higuchi, O., Kimura, T., Kojima, Y., Kariya, J., ... Oikawa, S. (2011). Effect of mulberry leaf extract with enriched 1-deoxynojirimycin content on postprandial glycemic control in subjects with impaired glucose metabolism. *J Diabetes Investig*, 2(4), 318–323. doi: 10.1111/j.2040-1124.2011.00101.x. PMID: 24843505; PMCID: PMC4014974.
- Babalola, S.O., Babalola, A.O., & Aworh, O.C. (2001). Compositional attributes of the calyces of roselle (*Hibiscus sabdariffa*). *J. Food Technol. Afr.*, 6(4), 133–134.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Banchobphutsa, Y. (2011). *The efficacy of Morus alba leaf tea in Patens with Dyslipidemia* (Unpublished Master' thesis). Mae Fah Luang University, Chiang Rai.
- Bliddal, H., Rosetzsky, A., Schlichting, P., Weidner, M. S., Andersen, L. A., Ibfelt, & Barslev, J. (2000). A randomized, placebo controlled, cross-over study of ginger extracts and ibuprofen in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*, 8(1), 9-12. <https://doi.org/10.1053/joca.1999.0264>
- Butkhup, L. (2017). The Antioxidant and Phytochemical Profiles of Healthy Alcoholic Beverage form Mulberry Leaf Green Teas. in *The 13th Mahasarakham University Research Conference*, Division of Research Facilitation and Dissemination Mahasarakham University, Mahasarakha, 68-378.
- Chanpraph, P., & Sutjarit, C. (2004). Prevalence of gestational diabetes mellitus (GDM) in women screened by glucose challenge test (GCT) at Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital. *J Med Assoc Thai*, 87, 1141-1146.
- Chen, J., Bu, W., & Lai, W. (2011). Hypoglycemic effects and mechanism of mulberry leaves polysaccharide. *Zhongcaoyao*, 42(3), 515-520.
- Chen, J.G., Bu, W.L., & Lai, W.Q. (2004). Study on the hypoglycemic effect of Morus alba polysaccharide and its mechanism [J]. *Chinese herbal medicine*, 42(03), 515-520.
- Chen, N., Nakashima, M., Kimura, N., Asano, & Koya, S. (1995). Potentiating effects on pilocarpine-induced saliva secretion, by extracts and N-containing sugars derived from mulberry leaves, in streptozocin-diabetic mice. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, vol.18 no.12, 1676-1680.
- Choudhary, S.K., Chhabra, G., Sharma, D., Vashishta, A., Ohri., S & Dixit, A. (2012). Comprehensive Evaluation of Anti-hyperglycemic Activity of Fractionated Momordica charantia Seed Extract in Alloxan-Induced Diabetic Rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2012/293650>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Chu, S.Y., Callaghan, W.M., Kim, S.Y., Schmid, C.H., Lau, J., England, L.J., & Dietz, P.M. (2007). Maternal obesity and risk of gestational diabetes mellitus. *A meta-analysis, Diabetes Care*, 30(8), 2070-2076.
- Cousens, G. (2008). There is a cure for diabetes: The tree of life 21day program. California, *North Atlantic Books*, 191-192.
- Cummings, E., Hundal, H.S., Wackerhage, H., Hope, M., Belle, M., Adeghate, E., & Singh, J. (2004). Momordica charantia fruit juice stimulates glucose and amino acid uptakes in L6 myotubes. *Mol. Cell Biochem*, 261, 99-104.
- Foy, C.G., Bell, R.A., Farmer, D.F., Goff, D.C., & Wagenknecht, L.Y. (2005). Smoking and incidence of diabetes among US adults: findings from the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *Diabetes Care* 28, 2501-2507.
- Fuangchan, A., Sonthisombat, P., Seubnukarn, T., Chanouan, R., & Sirigulsatien, V. (2011). Hypoglycemic Effect of Bitter Melon Compared with Metformin in Newly Diagnosed Type 2 Diabetes Patients. *Journal of Ethnopharmacology*, 134(2), 122-126.
- Hagglof, B., Blom, L., Dahlquist, G., Lonnberg, G., & Sahlin, B. (1991). The Swedish childhood diabetes study: indications of severe psychological stress as a risk factor for type 1 (insulindependent) diabetes mellitus in childhood. *Diabetologia*, 34(8), 579-583.
- Hertog, M. G. L., Feskens, E. J. M., Hollman, P. C. H., Katan, M. B., & Kromhout, D. (1993). Dietary
- Hu, X.Q., Thakur, K., Chen, G.H., Hu, F., Zhang, J.G., Zhang, H.B. & Wei, Z.J. (2017). Metabolic Effect of 1-Deoxynojirimycin from Mulberry Leaves on db/db Diabetic Mice Using Liquid Chromatography–Mass Spectrometry Based Metabolomics. *J Agric Food Chem*, 65, 4658-4667.
- Hyponen, E., Virtanen, S.M., Kenward, M.G., Knip, M., & Akerblom, H.K. (2000). Obesity, increased linear growth, and risk of type 1 diabetes in children. *Diabetes Care*, 23(12), 1755-1760.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Imai, K., & Nakachi, K. (1995). Cross sectional study of effects of drinking green tea on cardiovascular and liver diseases. *British Medical Journal*, vol.310 no. 6981, 693-696. doi: 10.1136/bmj.310.6981.693. PMID: 7711535; PMCID: PMC2549094.
- Javadzadeh, S.M., & Saljooghianpour, M. (2017). Morpho– agronomic characteristic of two Roselle (*Hibiscus sabdariffa*L.) genotypes for yield and its attributes. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 3(7), 261–266.
- Jiamjarasrangi, W., Lohsoonthorn, V., Lertmaharit, S., & Sangwatanaroj, S. (2008). Incidence and predictors of abnormal fasting plasma glucose among the university hospital employees in Thailand. *Diabetes Res Clin Pract*, 79, 343-349.
- Joseph, B., & Jini, D. (2013). Antidiabetic effects of *Momordica charantia* (bitter melon) and its medicinal potency. *Asian Pac J Trop Dis*, 3(2), 93–102.
- Kappor, L.D. (2005). *CRC Handbook of Ayurvedic edicinal Plants*. Florida : CRC press LLC.
- Kiho, T., Hui, J., Yamane, A., & Ukai, S. (1993). Polysaccharides in fungi. XXXII. Hypoglycemic activity and chemical properties of a polysaccharide from the cultural mycelium of *Cordyceps sinensis*. *Biol Pharm Bull*, 16(12), 1291-1293. doi: 10.1248/bpb.16.1291. PMID: 8130781.
- Kiho, T., Morimoto, H., Sakushima, M., Usui, S., & Ukai, S. (1995). Polysaccharides in fungi. XXXV. Antidiabetic activity of an acidic polysaccharide from the fruiting bodies of *Tremella aurantia*. *Biological & pharmaceutical bulletin*, 18(12), 1627-9.
- Kwon, H.J., Chung, J.Y., Kim, J.Y., & Kwon, O. (2011). Comparison of 1- deoxyojirimycin and aqueous mulberry leaf extract with emphasis on postprandial hypoglycemic effects: In vivo and in vitro studies. *J Agric Food Chem*, 59, 3014-3019.
- Li, Y. G., Ji, D. F., Zhong, S., Lv, Z. Q., Lin, T. B., Chen, S., & Hu, G. Y. (2011). Hybrid of 1-deoxyojirimycin and polysaccharide from mulberry leaves treat diabetes mellitus by activating PDX-1/insulin-1 signaling pathway and regulating the expression of glucokinase, phosphoenolpyruvate carboxykinase and glucose-6-phosphatase in alloxan-induced diabetic mice. *Journal of ethnopharmacology*, 134(3), 961–970.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Loria, R.M., Montgomery, L.B., Tuttle-Fuller, N., Gregg, H.M., & Chinchilli, V.M. (1986). Genetic predisposition to diabetes mellitus is associated with impaired humoral immunity to coxsackievirus B4. *Diabetes Res Clin Pract*, 2(2), 91-96.
- Lu, G., Ren, C., Cui, W., Zhang, y., Wang, Y., Gao, H., Huang, L., et al. (2012). *Improvement effect of polysaccharide MLP II from mulberry leaves on hepatic insulin resistance in diabetic model rat. Canye Kexue*, 38(1), 116-121.
- Lueprasitsakul, K., Teeyapun, K., Kittivarakul, E., Srisupundit, K., & Patumanond, J. (2008). Gestational diabetes in Lumphun Hospital: Prevalence clinical risk factors and pregnancy outcomes. *Chiang Mai Med J*, 47, 65-73.
- Lyden, P.D. (1997). GABA and neuroprotection In A.R. Green & A.J. Cross (Eds.), *Neuroprotective Agents and Cerebral Ischemia*. London, England: Academic Press Limited.
- Maneesai, P., Prasarttong, P., Bunbupha, S., Kukongviriyapan, U., Kukongviriyapan, V., Tangsucharit, P., ... Pakdeechote, P. (2016). Synergistic antihypertensive effect of *Carthamus tinctorius* L. extract and captopril in L- NAME- induced hypertensive rats via restoration of eNOS and ATR Expression. *Nutrients*, 8(3), 122-135.
- Mehta, S.H., Brancati, F.L., Strathdee, S.A., Pankow, J.S., Netski, D., Coresh, J., ... Thomas, D.L. (2003). Hepatitis C virus infection and incident type 2 diabetes. *Hepatology*, 38(1), 50-56. doi: 10.1053/jhep.2003.50291. PMID: 12829986.
- Menser, M.A., Forrest, J.M., & Bransby, R.D. (1978). Rubella infection and diabetes mellitus. *Lancet*, 1(8055), 57-60. doi: 10.1016/s0140-6736(78)90001-6. PMID: 74564.
- Nepom, G. T., & Kwok, W. W. (1998). Molecular basis for HLA-DQ associations with IDDM. *Diabetes*, 47(8), 1177-1184. <https://doi.org/10.2337/diab.47.8.1177>
- Notkins, A.L. (1979). The causes of diabetes. *Sci Am*, 241(5), 62-73.
- Ohnishi, H., Saitoh, S., Takagi, S., Katoh, N., Chiba, Y., Akasaka, H., ... Shimamoto, K. (2006). Incidence of type 2 diabetes in individuals with central obesity in a rural Japanese population: The Tanno and Sobetsu study. *Diabetes Care*, 29(5), 1128-1129.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Pyke, D.A. (1979). Diabetes: the genetic connections. *Diabetologia*, 17(6), 333-343.
- Rahman, I.U., Khan, R.U., Rahman, K.U., & Bashir, M. (2015). Lower hypoglycemic but higher antiatherogenic effects of bitter melon than glibenclamide in type 2 diabetic patients. *Nutrition Journal* 14, 13-14.
- Rahmana, I., Malika, S.A., Bashirb, M., Khanc, R., & Iqbal, M. (2009). Serum sialic acid changes in non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM) patients following bitter melon (*Momordica charantia*) and rosiglitazone (Avandia) treatment. *Phytomedicine*, 16, 401–405.
- Rastog, R.P., Sarkar, B., and Dhar, M.L. (1960). Chemical examination of *Centella asiatica* Linn. Part-I Isolation of the chemical constituents. *J Sci. Industry*, B,19, 252.
- Sacks, D.A., Hadden, D.R., Maresh, M., Deerochanawong, C., Dyer, A.R., Metzger, B.E., ... Persson B, Trimble ER; HAPO Study Cooperative Research Group. (2012). Frequency of gestational diabetes mellitus at collaborating centers based on IADPSG consensus panel-recommended criteria: the Hyperglycemia and Adverse Pregnancy Outcome (HAPO) Study. *Diabetes Care*, 35, 526–528.
- Saenthaweesuk, S., Thuppia, A., Rabintossaporn, P., Ingkaninan, K., & Sireeratawong, S. (2009). The study of hypoglycemic effects of the *Morus alba* L. leave extract and histology of the pancreatic islet cells in diabetic and normal rats. *Thammasat Med J*, 9(2), 148-155.
- Serirat, S., Deerochanawong, C., Sunthornthepvarakul, T., & Jinayon, P. (1992). Gestational diabetes mellitus. *J Med Assoc Thai*, 75, 315-319.
- Sheng, Y., Zheng, S., Zhang, C., Zhao, C., He, X., Xu, W., & Huang, K. (2018). Mulberry leaf tea alleviates diabetic nephropathy by inhibiting PKC signaling and modulating intestinal flora. *J Funct Foods*, 46, 118-127.
- Shivanna, Y., & Koteswara, R. (2009). Alpha glucosidase inhibitory activity of *Morus alba*. *Pharmacologyonline*, 1, 404-409.
- Siemonsma, J.S., & Piluek, K. (1993). *Plant Resource of South-East Asia* No.8. Netherlands : Wagenengen Vegetables PudocScientific Publishers.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Singh, B., & Rastogi, R.P. (1969). A reinvestigation of the triterpenes of *Centella asiatica*. *Phytochem*, 8, 917.
- Singh, J., Cumming, E., Manoharan, G., Kalasz, H., & Adeghate, E. (2011). Medicinal Chemistry of the Anti-Diabetic Effects of *Momordica Charantia*, Active Constituents and Modes of Actions. *The Open Medicinal Chemistry Journal*, 5, (Supple 2-M2), 70-77.
- Sitasawad, S.L, Shewade, Y., & Bhone, R. (2000). Role of bittergourd fruit juice in STZ-induced diabetic state in vivo and in vitro. *J. Ethnopharmacol*, 73, 71-79.
- Sribudsarakhum, A. (2014). Mulberry leaf and diabetes mellitus Thai Journal of Phytopharmacy. *Thai Journal of Phytopharmacy*, 32, 3-9.
- Sridhar, M.G., Vinayagamoorthi, R., Arul, Suyambunathan, V., Bobby, Z., & Selvaraj, N. (2008). Bitter gourd (*Momordica charantia*) improves insulin sensitivity by increasing skeletal muscle insulin-stimulated IRS-1 tyrosine phosphorylation in high-fat-fed rats. *Br J Nutr* 99, 806–812.
- Sujirachato, K., Chiewsilp, P., Tsuji, K., Panyim, S., Inoko, H., Tuchinda, C., & Vannasaeng, S. (1994). HLA class II polymorphism in Thai insulin-dependent diabetes mellitus. *Tokai J Exp Clin Med*, 19(1-2), 73-81.
- Sullivan, P.W., Morrato, E.H., Ghushchyan, V., Wyatt, H.R., & Hill, J.O. (2005). Obesity, inactivity, and the prevalence of diabetes and diabetes-related cardiovascular comorbidities in the U.S. 2000-2002. *Diabetes Care*, 28(7), 1599-1603.
- Sun, Y., Pei, W., Wu, Y., & Yang, Y. (2005). An association of herpes simplex virus type 1 infection with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 28(2), 435-6.
- Sunsaneevithayakul, P., Ruangvutilert, P., Sutanthavibul, A., Kanokpongsakdi, S., Boriboohirunsarn, D., Raengpetch, Y., & Lertpadungkulchai, s. (2004). Effect of 3-day intensive dietary therapy during admission in women after diagnosis of gestational diabetes mellitus. *J Med Assoc Thai*, 87, 1022-1028.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Surasiang, R., Tinchan, P., Wiwacharn, P., Boonman, S., Noppasenee, P., Chantarawich, S., Sangsiri, C. & Kajonphol, T. (2015). Determination of total phenolic compound, antioxidant activity and vitamin c in 8 mulberry leaf lines. *Agricultural Science Journal*, 46(suppl. 3), 381-384.
- Tanabe, K., Nakamura, S., Omagari, K., and Oku, T. (2011). Repeated ingestion of the leaf extract from *Morus alba* reduces insulin resistance in KK-Ay mice. *Nutri Res*, 3, 848-854. doi: 10.1016/j.nutres.2011.09.023. PMID: 22118756.
- Tiangda, C., Litthilert, P., & Phornchirasilp, S. (2005). Hypoglycemic activity of mulberry leaves tea in streptozotocin-induced diabetic rats. *Proceedings of the fourth Indochina conference on pharmaceutical sciences*, Vietnam, 10-13 Nov 2005, 398-404
- Tongia, A., Tongia, S.K., & Dave, M. (2004). Phytochemical determination and extraction of *Momordica charantia* fruit and its hypoglycemic potentiation of oral hypoglycemic drugs in diabetes mellitus (NIDDM). *Indian J Physiol Pharmacol* 48, 241–244.
- Uebanso, T., Arai, H., Teketani, Y., Fukaya, M., Yamamoto, H., & Mizuno, A. (2007). Extracts of *Momordica charantia* suppress postprandial hyperglycaemia in rats. *Journal of Nutritional Science Vitamonology*, 53, 482–488.
- Veerendra Kumar, M. H., & Gupta, Y. K. (2003). Effect of *Centella asiatica* on cognition and oxidative stress in an intracerebroventricular streptozotocin model of Alzheimer's disease in rats. *Clinical and experimental pharmacology & physiology*, 30(5-6), 336–342. <https://doi.org/10.1046/j.1440-1681.2003.03842.x>
- Vichasilp, C., Nakagawa, K., Sookwong, P., Higuchi, O., Luemunkong, S., & Miyazawa, T. (2012). Development of high 1 - deoxynojirimycin (DNJ) content mulberry tea and use of responsesurface methodology to optimize tea-making conditions for highest DNJ extraction. *LWT -Food Sci Technol*, 45, 226-232.
- Waheed, A., Miana, G.A., Sharafatullah, T., & Ahmad, S.I. (2008). Clinical investigation of hypoglycemic effect of unripe fruit on *Momordica charantia* in type-2 (NIDDM) diabetes mellitus. *Pakistan Journal of Pharmacology*, 25(1), 7-12.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Watanabe, K., Nakano, R., & Inoue, M. (2007). Basic and clinical study. Effects and toxicity studies of the mulberry leaf powder (*Morus alba* leaves) in volunteers with hyperglycemia and normoglycemia. *Niigata Igakkai Zasshi*, 121(4), 191- 200.
- Willetts, K.E., Ekangaki, A., & Eden, J.A. (2003). Effect of a ginger extract on pregnancy-induced nausea: a randomised controlled trial. *Aust N Z J Obstet Gynaecol*, 43, 139–144.
- Yamada, H., Oya, I., Nagai, T., Matsumoto, T., Kiyohara, H., & Omura, S. (1993). Screening of alphaglucosidase II inhibitor from Chinese herbs and its application on the quality control of mulberry bark. *Shoyakugaku Zasshi*, 47(1), 47-55.
- Yamahara, J., Huang, Qi R., Naitoh, Y., Kitani, T., & Fujimura, H. (1989). Inhibition of cytotoxic drug-induced vomiting in Suncus by a ginger constituent. *J Ethnopharmacol*, 27, 353–355.
- Yang, B.K., Michael A.W., Cho, K.Y., & Song, C.H. (2004). Hypoglycemic effect of exo-and endo-biopolymers produced by submerged mycelial culture of *Ganoderma lucidum* in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of microbiology and biotechnology*, 14(5), 972-977.
- Yip, Y.B., & Tam, A.C.Y. (2008). An experimental study on the effectiveness of massage with aromatic ginger and orange essential oil for moderate-to-severe knee pain among the elderly in Hong Kong. *Complement Ther Med*, 16, 131–138.
- Zhou, Y., Zheng, Y., Ebersole, J., & Huang, C. F. (2009). Insulin secretion stimulating effects of mogroside V and fruit extract of *Siraitia grosvenori* Swingle) fruit extract. *Yao xue xue bao = Acta pharmaceutica Sinica*, 44(11), 1252–1257.





ภาคผนวก ก

รายละเอียดการทำสัญลักษณ์กำหนดแรก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 1 รายละเอียดการทำสัญลักษณ์กำหนดรถกลุ่มที่ 1 (หนูแรทควบคุม)

ลำดับตัวในช่วงปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของห้องเลี้ยง	การทำสัญลักษณ์	หมายเหตุ
1	CG-01	รับสัตว์รอบที่ 1
3	CG-03	
15	CG-05	รับสัตว์รอบที่ 2
16	CG-06	
1	CG-07	
2	CG-08	
7	CG-54	
14	CG-55	

ตารางที่ 2 รายละเอียดการทำสัญลักษณ์กำหนดหนูแรทกลุ่มที่ 2 (หนูแรทที่จะได้รับการเหนี่ยวนำให้มีภาวะเบาหวาน)

ลำดับตัวในช่วงปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของห้องเลี้ยง	การทำสัญลักษณ์	หมายเหตุ
2	DM-29	รับสัตว์รอบที่ 1
4	DM-30	
5	DM-09	
6	DM-10	
7	DM-11	
8	DM-12	

ตารางที่ 2 รายละเอียดการทำสัญลักษณ์แก่หนูแรทกลุ่มที่ 2 (หนูแรทที่จะได้รับการเหนี่ยวนำให้มีภาวะเบาหวาน)

ลำดับตัวในช่วงปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของห้องเลี้ยง	การทำสัญลักษณ์	หมายเหตุ
9	DM-13	รับสัตว์รอบที่ 1
10	DM-14	
11	DM-15	
12	DM-16	
13	DM-17	
14	DM-18	
15	DM-19	
16	DM-20	
17	DM-21	
18	DM-22	
19	DM-23	
20	DM-24	
21	DM-25	
22	DM-26	
23	DM-27	รับสัตว์รอบที่ 2
24	DM-28	
8	DM-31	
4	DM-32	
9	DM-33	
10	DM-34	
11	DM-35	
12	DM-36	

ตารางที่ 2 รายละเอียดการทำสัญลักษณ์แก่หนูแรทกลุ่มที่ 2 (หนูแรทที่จะได้รับการเหนี่ยวนำให้มีภาวะเบาหวาน)

ลำดับตัวในช่วงปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของห้องเลี้ยง	การทำสัญลักษณ์	หมายเหตุ
5	DM-37	รับสัตว์รอบที่ 2
6	DM-38	
17	DM-39	
18	DM-40	
19	DM-41	
20	DM-42	
27	DM-43	
29	DM-44	
28	DM-45	
13	DM-46	
3	DM-47	
21	DM-48	
22	DM-49	
23	DM-50	
24	DM-51	
25	DM-52	
26	DM-53	

The image features a large, faint watermark of the Rangsit University logo in the background. The logo consists of a stylized flame or sunburst shape at the top, with a circular base containing radiating lines. Below the logo, the text "มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University" is written in a circular path.

ภาคผนวก ข

ค่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังการฉีด Citrate Buffer และ STZ ในหนูแรท

ตารางที่ 3 ระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากทำการฉีด Citrate Buffer ในหนูแรท

สัญลักษณ์หนูแรท	ระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Glucose; FBG)	กลุ่มการทดสอบ
CG-01	117	Control Group
CG-03	110	Control Group
CG-05	161	Control Group
CG-06	103	Control Group
CG-07	123	Control Group
CG-08	100	Control Group
CG-54	119	Control Group
CG-55	94	Control Group

ตารางที่ 4 ระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากทำการฉีด STZ (50 มก./กก. น้ำหนักตัวสัตว์) ในหนูแรท

สัญลักษณ์หนูแรท	ระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Glucose; FBG)	กลุ่มการทดสอบ	จำนวนการ เหนี่ยวนำด้วย STZ
DM-29	479	Diabetic Rat; Negative Control Group	1 ครั้ง
DM-30	361	High Dose	1 ครั้ง
DM-09	84	-	2 ครั้ง
DM-10	325	Diabetic Rat; Negative Control Group	2 ครั้ง
DM-11	246	High Dose	2 ครั้ง

ตารางที่ 4 ระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากทำการฉีด STZ (50 มก./กก. น้ำหนักตัวสัตว์) ในหนูแรท (ต่อ)

สัญลักษณ์หนูแรท	ระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Glucose; FBG)	กลุ่มการทดสอบ	จำนวนการ เหนี่ยวนำด้วย STZ
DM-12	266	Diabetic Rat; Negative Control Group	2 ครั้ง
DM-13	77	-	2 ครั้ง
DM-14	103	-	2 ครั้ง
DM-15	116	-	2 ครั้ง
DM-16	85	-	2 ครั้ง
DM-17	127	-	2 ครั้ง
DM-18	65	-	2 ครั้ง
DM-19	129	-	2 ครั้ง
DM-20	336	High Dose	2 ครั้ง
DM-21	115	-	2 ครั้ง
DM-22	132	-	2 ครั้ง
DM-23	600	High Dose	2 ครั้ง
DM-24	73	-	2 ครั้ง
DM-25	277	Diabetic Rat; Negative Control Group	1 ครั้ง
DM-26	600	High Dose	2 ครั้ง
DM-27	283	High Dose	1 ครั้ง
DM-28	384	Diabetic Rat; Positive Control Group	1 ครั้ง
DM-31	140	-	2 ครั้ง

ตารางที่ 4 ระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากทำการฉีด STZ (50 มก./กก. น้ำหนักตัวสัตว์) ในหนูแรท (ต่อ 1)

สัญลักษณ์หนูแรท	ระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Glucose; FBG)	กลุ่มการทดสอบ	จำนวนการ เหนี่ยวนำด้วย STZ
DM-32	310	Diabetic Rat; Negative Control Group	2 ครั้ง
DM-33	401	High Dose	1 ครั้ง
DM-34	527	High Dose	1 ครั้ง
DM-35	388	Diabetic Rat; Negative Control Group	1 ครั้ง
DM-36	216	Diabetic Rat; Negative Control Group	1 ครั้ง
DM-37	151	-	2 ครั้ง
DM-38	210	High Dose	1 ครั้ง
DM-39	114	-	2 ครั้ง
DM-40	395	Diabetic Rat; Negative Control Group	2 ครั้ง
DM-41	336	Diabetic Rat; Positive Control Group	1 ครั้ง
DM-42	290	Diabetic Rat; Positive Control Group	2 ครั้ง
DM-43	390	Diabetic Rat; Positive Control Group	1 ครั้ง
DM-44	286	Diabetic Rat; Positive Control Group	2 ครั้ง

ตารางที่ 4 ระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากทำการฉีด STZ (50 มก./กก. น้ำหนักตัวสัตว์) ในหนูแรท (ต่อ 2)

สัญลักษณ์หนูแรท	ระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Glucose; FBG)	กลุ่มการทดสอบ	จำนวนการ เหนี่ยวนำด้วย STZ
DM-45	397	Diabetic Rat; Positive Control Group	1 ครั้ง
DM-46	400	Diabetic Rat; Positive Control Group	1 ครั้ง
DM-47	263	Diabetic Rat; Positive Control Group	1 ครั้ง
DM-48	107	-	2 ครั้ง
DM-49	279	Diabetic Rat; Positive Control Group	1 ครั้ง
DM-50	319	High Dose	2 ครั้ง
DM-51	277	Diabetic Rat; Negative Control Group	1 ครั้ง
DM-52	282	Diabetic Rat; Negative Control Group	1 ครั้ง
DM-53	238	Diabetic Rat; Negative Control Group	1 ครั้ง



ภาคผนวก ค

การทดสอบความทนทานต่อน้ำตาล

มหาวิทยาลัยรังสิต

Rangsit University

ตารางที่ 5 ค่าการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลและค่าเฉลี่ยการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลของหนูแรทแต่ละกลุ่มการทดสอบ

กลุ่มการทดสอบ	สัญลักษณ์หนูแรท	เวลาหลังจากป้อนกลูโคส				
		0 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	120 นาที
กลุ่มที่ 1: หนูแรท กลุ่มควบคุม (Control Group)	CG-01	93	149	151	106	100
	CG-03	100	181	162	155	112
	CG-05	111	164	158	150	131
	CG-06	89	169	125	129	120
	CG-07	77	185	156	122	112
	CG-08	96	192	178	148	108
	CG-54	98	141	143	146	131
	CG-55	93	175	174	127	125
ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		95±9.69	170±17.61	156±16.92	135±17.00	117±11.24
กลุ่มที่ 2: หนู เบาหวานกลุ่มควบคุม ทางลบ (Diabetic Rat; Negative Control Group)	DM-10	571	600	600	600	600
	DM-12	301	522	546	534	466
	DM-25	ทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ				
	DM-29					
	DM-35	600	600	600	600	600
	DM-36	ทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ				
	DM-51	582	600	600	600	600
	DM-52	556	600	600	600	600
	DM-53	600	600	600	600	600
	DM-32	569	600	600	584	579
DM-40	590	600	600	600	600	
ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		546±100.24	590±27.58	593±19.09	590±23.21	581±46.89

ตารางที่ 5 ค่าการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลและค่าเฉลี่ยการทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลของหนูแรทแต่ละกลุ่มการทดสอบ(ต่อ)

กลุ่มการทดสอบ	สัญลักษณ์หนู แรท	เวลาหลังจากป้อนกลูโคส				
		0 นาที	30 นาที	60 นาที	90 นาที	120 นาที
กลุ่มที่ 3: หนู เบาหวานกลุ่มที่ ได้รับวัสดุทดสอบ High Dose	DM-11	476	600	600	569	550
	DM-27	117	217	266	265	160
	DM-20	600	600	600	600	600
	DM-30	575	600	600	600	579
	DM-23	587	600	600	600	600
	DM-26	600	600	600	600	600
	DM-33	600	600	600	600	600
	DM-34	600	600	600	600	600
	DM-38	600	600	600	600	600
DM-50	600	600	600	600	600	
ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		536±151.97	562±121.12	567±105.62	563±105.30	549±137.61
กลุ่มที่ 4: หนู เบาหวานกลุ่ม ควบคุมทางบวก (Diabetic Rat; Positive Control Group)	DM-28	552	600	600	600	600
	DM-41	600	600	600	600	600
	DM-43	585	600	600	600	600
	DM-45	600	600	600	600	600
	DM-46	587	600	580	600	600
	DM-47	600	600	600	600	600
	DM-49	600	600	600	600	600
	DM-42	600	600	600	600	600
DM-44	331	530	600	568	543	
ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน		562±87.92	592±23.33	598±6.67	596±10.67	594±19.00



ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีในเลือด

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาของหนูแรทกลุ่มที่ 1: หนูแรทกลุ่มควบคุม (Control Group)

Animal ID	Parameters									
	WBC	LYM	MON	NEU	LYM%	MON%	NEU%	RBC	HGB	HCT
	$10^9/l$	$10^9/l$	$10^9/l$	$10^9/l$	%	%	%	$10^{12}/l$	g/dL	%
CG-01	10.58	8.45	1.16	0.97	79.90	11.00	9.20	9.05	15.10	43.76
CG-03	7.72	6.12	0.75	0.85	79.30	9.70	11.00	8.19	14.70	42.69
CG-05	8.13	6.56	0.86	0.71	80.80	10.60	8.70	8.14	14.00	42.15
CG-06	8.44	6.94	0.64	0.86	82.20	7.60	10.20	8.87	14.50	42.91
CG-07	7.32	6.32	0.09	0.91	86.30	1.30	12.40	9.11	16.30	46.31
CG-08	9.53	8.39	0.05	1.09	88.10	0.50	11.40	9.80	16.60	48.79
CG-54	9.57	7.45	0.99	1.13	77.80	10.40	11.80	7.61	13.40	40.73
CG-55	2.94	2.09	0.32	0.53	71.10	10.80	18.10	9.07	15.40	44.75

Animal ID	Parameters									
	MCV	MCH	MCHC	RDWc	RDWs	PLT	MPV	PCT	PDWc	PDWs
	fL	pg	g/dL	%	fL	$10^9/l$	fL	%	%	fL
CG-01	48.00	16.70	34.60	18.40	32.80	647.00	7.60	0.49	35.60	11.30
CG-03	52.00	17.90	34.40	17.70	34.40	578.00	7.90	0.46	34.10	10.10
CG-05	52.00	17.20	33.10	17.20	32.80	719.00	7.90	0.57	35.90	11.60
CG-06	48.00	16.30	33.70	17.50	31.20	747.00	7.40	0.56	33.10	9.40
CG-07	51.00	17.90	35.20	17.70	33.60	650.00	7.40	0.48	35.20	10.10
CG-08	50.00	17.00	34.10	18.30	33.60	704.00	6.90	0.45	34.50	9.60
CG-54	54.00	17.60	32.90	17.70	35.90	590.00	7.00	0.42	32.70	9.10
CG-55	49.00	17.00	34.40	17.70	32.80	513.00	7.10	0.36	33.80	9.90

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาของหนูแรทกลุ่มที่ 2: หนูเบาหวานกลุ่มควบคุมทางลบ
(Diabetic Rat; Negative Control Group)

Animal ID	Parameters									
	WBC	LYM	MON	NEU	LYM%	MON%	NEU%	RBC	HGB	HCT
	10 ⁹ /l	10 ⁹ /l	10 ⁹ /l	10 ⁹ /l	%	%	%	10 ¹² /l	g/dL	%
DM-11	7.14	5.76	0.24	1.14	80.70	3.30	15.90	10.20	16.80	48.52
DM-27	10.06	8.00	0.72	1.35	79.50	7.10	13.40	9.75	17.80	49.89
DM-20	9.18	8.00	0.05	1.14	87.10	0.50	12.40	8.59	15.00	43.79
DM-30	8.18	6.72	0.22	1.24	82.20	2.60	15.20	11.17	19.50	55.95
DM-23	6.70	5.56	0.10	1.05	82.90	1.50	15.60	9.84	16.90	49.32
DM-26	7.56	5.51	0.97	1.08	72.90	12.80	14.30	9.17	15.80	45.46
DM-33	3.58	2.84	0.12	0.62	79.20	3.50	17.30	10.28	18.00	51.45
DM-34	4.99	4.10	0.03	0.86	82.20	0.60	17.20	9.55	15.80	47.84
DM-38	12.55	9.00	0.62	2.92	71.80	5.00	23.30	10.74	18.50	53.24
DM-50	3.99	2.98	0.06	0.94	74.80	1.60	23.60	10.03	17.80	51.58



ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาของหนูแรทกลุ่มที่ 2: หนูเบาหวานกลุ่มควบคุมทางลบ
(Diabetic Rat; Negative Control Group)(ต่อ)

Animal ID	Parameters									
	MCV	MCH	MCHC	RDWc	RDWs	PLT	MPV	PCT	PDWc	PDWs
	fL	pg	g/dL	%	fL	10 ⁹ /l	fL	%	%	fL
DM-11	48.00	16.50	34.60	23.80	41.40	467.00	7.80	0.36	38.10	13.80
DM-27	51.00	18.30	35.80	17.70	34.40	753.00	8.80	0.66	37.20	12.80
DM-20	51.00	17.40	34.10	17.70	33.60	632.00	7.80	0.49	35.30	11.10
DM-30	50.00	17.50	34.90	19.10	35.90	678.00	8.10	0.55	36.20	11.80
DM-23	50.00	17.10	34.20	18.00	34.40	478.00	7.20	0.34	33.40	9.60
DM-26	50.00	17.20	34.70	17.70	32.80	587.00	7.20	0.42	36.40	11.10
DM-33	50.00	17.50	34.90	18.00	33.60	630.00	8.10	0.51	38.10	12.80
DM-34	50.00	16.60	33.10	19.20	35.20	587.00	7.50	0.44	35.30	11.10
DM-38	50.00	17.20	34.80	20.60	37.50	689.00	8.40	0.58	41.40	17.00
DM-50	51.00	17.70	34.50	18.80	35.90	544.00	7.20	0.39	33.80	9.10

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาของหนูแรทกลุ่มที่ 3: หนูเบาหวานกลุ่มที่ได้รับวัสดุทดสอบ โปซง

Animal ID	Parameters									
	WBC	LYM	MON	NEU	LYM%	MON%	NEU%	RBC	HGB	HCT
	10 ⁹ /l	10 ⁹ /l	10 ⁹ /l	10 ⁹ /l	%	%	%	10 ¹² /l	g/dL	%
DM-11	7.14	5.76	0.24	1.14	80.70	3.30	15.90	10.20	16.80	48.52
DM-27	10.06	8.00	0.72	1.35	79.50	7.10	13.40	9.75	17.80	49.89
DM-20	9.18	8.00	0.05	1.14	87.10	0.50	12.40	8.59	15.00	43.79
DM-30	8.18	6.72	0.22	1.24	82.20	2.60	15.20	11.17	19.50	55.95
DM-23	6.70	5.56	0.10	1.05	82.90	1.50	15.60	9.84	16.90	49.32
DM-26	7.56	5.51	0.97	1.08	72.90	12.80	14.30	9.17	15.80	45.46
DM-33	3.58	2.84	0.12	0.62	79.20	3.50	17.30	10.28	18.00	51.45
DM-34	4.99	4.10	0.03	0.86	82.20	0.60	17.20	9.55	15.80	47.84
DM-38	12.55	9.00	0.62	2.92	71.80	5.00	23.30	10.74	18.50	53.24
DM-50	3.99	2.98	0.06	0.94	74.80	1.60	23.60	10.03	17.80	51.58

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาของหนูแรทกลุ่มที่ 3: หนูเบาหวานกลุ่มที่ได้รับวัสดุทดสอบ โปซง(ต่อ)

Animal ID	Parameters									
	MCV	MCH	MCHC	RDWc	RDWs	PLT	MPV	PCT	PDWc	PDWs
	fL	pg	g/dL	%	fL	10 ⁹ /l	fL	%	%	fL
DM-11	48.00	16.50	34.60	23.80	41.40	467.00	7.80	0.36	38.10	13.80
DM-27	51.00	18.30	35.80	17.70	34.40	753.00	8.80	0.66	37.20	12.80
DM-20	51.00	17.40	34.10	17.70	33.60	632.00	7.80	0.49	35.30	11.10
DM-30	50.00	17.50	34.90	19.10	35.90	678.00	8.10	0.55	36.20	11.80
DM-23	50.00	17.10	34.20	18.00	34.40	478.00	7.20	0.34	33.40	9.60
DM-26	50.00	17.20	34.70	17.70	32.80	587.00	7.20	0.42	36.40	11.10
DM-33	50.00	17.50	34.90	18.00	33.60	630.00	8.10	0.51	38.10	12.80
DM-34	50.00	16.60	33.10	19.20	35.20	587.00	7.50	0.44	35.30	11.10
DM-38	50.00	17.20	34.80	20.60	37.50	689.00	8.40	0.58	41.40	17.00
DM-50	51.00	17.70	34.50	18.80	35.90	544.00	7.20	0.39	33.80	9.10

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาของหนูแรทกลุ่มที่ 4: หนูเบาหวานกลุ่มควบคุมทางบวก
(Diabetic Rat; Positive Control Group)

Animal ID	Parameters									
	WBC	LYM	MON	NEU	LYM%	MON%	NEU%	RBC	HGB	HCT
	10 ⁹ /l	10 ⁹ /l	10 ⁹ /l	10 ⁹ /l	%	%	%	10 ¹² /l	g/dL	%
DM-28	7.25	6.01	0.20	1.03	82.90	2.80	14.30	9.42	16.20	46.76
DM-41	4.85	3.89	0.03	0.93	80.20	0.60	19.30	10.60	17.40	53.88
DM-43	6.92	5.60	0.04	1.28	81.00	0.60	18.50	9.89	15.70	50.80
DM-45	8.16	6.02	0.05	2.09	73.80	0.60	25.60	10.15	17.40	55.51
DM-46	10.13	8.03	0.06	2.04	79.30	0.60	20.10	11.24	18.20	55.47
DM-47	6.12	4.28	0.32	1.52	69.90	5.30	24.80	9.49	15.50	50.19
DM-49	9.77	7.78	0.06	0.06	79.60	0.60	19.80	10.21	16.90	54.63
DM-42	5.70	4.61	0.24	0.86	80.90	4.10	15.00	10.13	17.80	52.76
DM-44	10.78	6.58	1.48	2.71	61.10	13.80	25.10	9.87	16.20	50.43

Animal ID	Parameters									
	MCV	MCH	MCHC	RDWc	RDWs	PLT	MPV	PCT	PDWc	PDWs
	fL	pg	g/dL	%	fL	10 ⁹ /l	fL	%	%	fL
DM-28	50.00	17.20	34.70	19.70	36.70	464.00	7.50	0.35	36.40	12.10
DM-41	51.00	16.40	32.30	18.90	35.20	567.00	8.10	0.46	36.20	11.80
DM-43	51.00	15.90	30.90	17.50	32.80	582.00	7.40	0.43	36.10	10.80
DM-45	55.00	17.20	31.40	18.20	36.70	587.00	7.60	0.45	36.60	11.30
DM-46	49.00	16.10	32.70	21.20	38.30	558.00	7.50	0.42	37.20	12.80
DM-47	53.00	16.40	31.00	17.50	33.60	549.00	7.50	0.41	33.80	9.90
DM-49	54.00	16.50	30.90	18.80	36.70	625.00	6.90	0.43	34.80	9.90
DM-42	52.00	17.60	33.80	18.00	34.40	667.00	8.00	0.53	37.40	12.10
DM-44	51.00	16.50	32.20	19.30	37.50	646.00	7.40	0.48	35.60	11.30

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าชีวเคมีในเลือดของหนูแรทกลุ่มที่ 1: หนูแรทกลุ่มควบคุม (Control Group)

Animal ID	Parameters					
	ALP	ALT	BUN	CRE	GLU	TP
	U/L	U/L	mg/dL	mg/dL	mg/dL	g/dL
CG-01	85.00	20.00	16.00	0.50	237.00	5.80
CG-03	145.00	21.00	19.00	0.50	242.00	5.20
CG-05	84.00	24.00	14.00	0.60	182.00	5.00
CG-06	88.00	25.00	14.00	0.70	147.00	4.80
CG-07	114.00	53.00	15.00	0.00	372.00	5.70
CG-08	89.00	26.00	18.00	0.40	433.00	6.20
CG-54	90.00	20.00	17.00	0.30	198.00	4.70
CG-55	94.00	34.00	17.00	0.40	201.00	5.20



ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ค่าชีวเคมีในเลือดของหนูแรทกลุ่มที่ 2: หนูเบาหวานกลุ่มควบคุมทางลบ
(Diabetic Rat; Negative Control Group)

Animal ID	Parameters					
	ALP	ALT	BUN	CRE	GLU	TP
	U/L	U/L	mg/dL	mg/dL	mg/dL	g/dL
DM-10	765.00	301.00	38.00	0.10	1004.00	4.70
DM-12	291.00	30.00	24.00	0.40	387.00	4.90
DM-25	ทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ					
DM-29	ทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ					
DM-35	452.00	140.00	49.00	0.40	888.00	5.00
DM-36	ทำการคัดออกจากกลุ่มการทดสอบ					
DM-51	293.00	74.00	42.00	0.20	518.00	4.80
DM-52	269.00	281.00	36.00	0.60	469.00	5.00
DM-53	287.00	72.00	28.00	0.60	410.00	4.60
DM-32	262.00	78.00	27.00	0.30	317.00	4.80
DM-40	470.00	64.00	60.00	0.50	673.00	5.10

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าชีวเคมีในเลือดของหนูแรทกลุ่มที่ 3: หนูเบาหวานกลุ่มที่ได้รับวัสดุทดสอบโพซง

Animal ID	Parameters					
	ALP	ALT	BUN	CRE	GLU	TP
	U/L	U/L	mg/dL	mg/dL	mg/dL	g/dL
DM-11	547.00	63.00	38.00	0.60	636.00	5.90
DM-27	128.00	27.00	15.00	0.60	300.00	6.50
DM-20	590.00	66.00	38.00	0.20	770.00	4.50
DM-30	491.00	59.00	29.00	0.40	813.00	5.00
DM-23	589.00	97.00	39.00	0.50	801.00	4.70
DM-26	484.00	56.00	39.00	0.20	664.00	4.40
DM-33	299.00	176.00	48.00	0.20	877.00	5.70
DM-34	277.00	162.00	41.00	0.00	731.00	4.70
DM-38	318.00	183.00	30.00	0.20	745.00	5.40
DM-50	470.00	78.00	54.00	0.60	725.00	5.20



ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าชีวเคมีในเลือดของหนูแรทกลุ่มที่ 4: หนูเบาหวานกลุ่มควบคุมทางบวก
(Diabetic Rat; Positive Control Group)

Animal ID	Parameters					
	ALP	ALT	BUN	CRE	GLU	TP
	U/L	U/L	mg/dL	mg/dL	mg/dL	g/dL
DM-28	489.00	94.00	32.00	0.10	691.00	4.90
DM-41	347.00	103.00	46.00	0.60	821.00	4.70
DM-43	289.00	273.00	35.00	0.10	699.00	4.70
DM-45	430.00	70.00	43.00	0.60	780.00	5.40
DM-46	356.00	103.00	51.00	0.30	784.00	5.20
DM-47	342.00	207.00	41.00	0.50	636.00	4.50
DM-49	329.00	103.00	31.00	0.20	490.00	4.90
DM-42	287.00	80.00	39.00	0.00	636.00	4.60
DM-44	101.00	33.00	23.00	0.50	462.00	4.90



ภาคผนวก ข

เอกสารขอจริยธรรม และเอกสารจดทะเบียนผลิตภัณฑ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



เอกสารรับรองโครงการ

คณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชบุรี (คกส.)

ชื่อโครงการ	ฤทธิ์การต้านระดับน้ำตาลของ POCHONG ในหนูแรทที่ถูกเหนี่ยวนำให้เป็นเบาหวานด้วยสเตรปโตโซซิน Antihyperglycemic effect of POCHONG in Streptozotocin Induced diabetic rats
เลขที่โครงการ	NU-AE650102
เลขที่เอกสารรับรอง	65 01 005
ประเภทการรับรอง	แบบเต็มรูปแบบ
ชื่อหัวหน้าโครงการ/ผู้ยื่นขอฯ	ศส.ดร.พรนรินทร์ เทพาวราพฤกษ์
สังกัดหน่วยงาน /คณะ	สถานสัตว์ทดลองเพื่อการวิจัย
วันที่รับรอง	9 มีนาคม 2565
วันสิ้นสุดการรับรอง	9 มีนาคม 2568

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยนี้ ได้รับการรับรองด้านจรรยาบรรณการใช้สัตว์
จากคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชบุรี (คกส.)

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญญรัตน์ ไซดบัณฑิตชัย)

ประธานคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (คกส.)
มหาวิทยาลัยราชบุรี

ผู้วิจัยที่ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเรศวร (คกส.) จะปฏิบัติตามระเบียบของคณะกรรมการฯ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารรับรองโครงการ จะมีผลครอบคลุมตั้งแต่วันที่ออกเอกสารรับรองจนถึงวันสิ้นสุดโครงการตามที่ระบุไว้ในโครงการที่ยื่นขอ และต้องเริ่มดำเนินการใช้สัตว์ภายใน 1 ปี นับจากวันที่ออกเอกสารรับรองฯ
2. ผู้วิจัยจะดำเนินการตามโครงการวิจัยที่ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการฯ อย่างเคร่งครัด
3. หากมีการเปลี่ยนแปลงส่วนหนึ่งส่วนใดของโครงการวิจัย หรือระเบียบวิธีการวิจัย ผู้วิจัยจักแจ้งให้ประธานคณะกรรมการฯ ทราบ



แบบ อ. ๑๘



ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร

ที่ 74-1-03553-2-0001

ใบสำคัญฉบับนี้แสดงว่า

อาหารชื่อ โปชมง (เครื่องดื่มน้ำแอปเปิ้ล 35% ผสมน้ำสมุนไพรและพืชนานาชาติ) / Pochong (35% Apple juice with Herbal and Botanical extracts beverage)

ขนาดบรรจุ ขวดพลาสติก-พีอี-ซีขาว 30 - 1,500 มิลลิลิตร



มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	กรรณิการ์ แก้วเรือง
วัน เดือน ปีเกิด	20 สิงหาคม 2532
สถานที่เกิด	จังหวัดสุพรรณบุรี ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผน ตะวันออก, 2555 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์ แผนตะวันออก, 2567
ที่อยู่ปัจจุบัน	59/231 หมู่ที่ 1 ต.คลองสาม อ.คลองหลวง จ. ปทุมธานี
สถานที่ทำงาน	บริษัท พรปิยะ อินเทอร์เน็ต จำกัด
ตำแหน่งปัจจุบัน	Knowledge Center Manager

