

ผลของการบริโภคข้าวเหนียวดัดแปลงค่าดัชนีน้ำตาล และข้าวเหนียวปกติ ต่อการระดับน้ำตาลในเลือดของวัยผู้ใหญ่ไทย

Blood Sugar Level Between Modified (Reduced Glycemic Index : GI) Sticky Rice and Non Modified Sticky Rice Consumption in Thai Adults

อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์^{1*}, อัศวิน อมรสิน², ศิรินาถ ตงศิริ³, กัญญณภัส ตลับไธสง⁴, รุ่งทิวาภรณ์ พลวงศ์ษา⁵, สมฤดี สิงห์คำป้อง⁶

Udomsak Mahaweerawat¹, Aswin Amonsin², Sirinat Tongsir³, Khannaphas Tlapthaisong⁴, Rungthiwaphon Ponwongsa⁵, Somridi Singkhampong⁶

Received: 29 November 2015; Accepted: 27 February 2016

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองในอาสาสมัคร 2 กลุ่มๆ ละ 30 ราย ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีเพศชาย 15 ราย และเพศหญิงจำนวน 15 ราย กลุ่มทดลองได้รับประทานข้าวเหนียวดัดแปลงค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และกลุ่มควบคุม ได้รับประทานข้าวเหนียวที่ไม่ได้ดัดแปลงค่าดัชนีน้ำตาล วัดระดับน้ำตาลในเลือด ด้วยเครื่องตรวจน้ำตาลในเลือด ชื่อ ACCU-CHEK Performa^{version3}

อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และ ค่า BMI ที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Pair Sample T-test) ($p < 0.05$) พบว่ากลุ่มทดลองภายหลังการรับประทาน ให้ระดับน้ำตาลในเลือด ในนาทีที่ 30, 60 และ 90 นาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 134.93, 138.52 และ 117.14 mg/dl ตามลำดับ กลุ่มควบคุม ได้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 141.47, 150.27 และ 124.60 mg/dl ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วย ANOVA -test พบว่า กลุ่มทดลองทั้งสอง มีผลของระดับน้ำตาลภายหลังการรับประทาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการศึกษาครั้งนี้ช่วยสนับสนุนการเลือกบริโภคข้าวเหนียวดัดแปลงดัชนีน้ำตาลต่ำ ทำให้ลดน้ำตาลในเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ปริมาณน้ำตาลในเลือด

Abstract

This was a quasi-experimental study aimed at investigating the blood glucose level of two groups of Thai adult volunteers. Each group had 15 females and 15 males. Experimental group one was given modified low glycemic Index (GI) sticky rice, and non-modified glycemic Index sticky rice was given to the control group. ACCU-CHEK^{version3} was performed as the blood glucose level determinate instrument.

Both voluntary groups were of average age, weight, height, and Body Mass index (BMI) with close difference points with a non-statistical (Pair Sample T-test) significant difference ($p < 0.05$). Results showed that experimental group one, after eating at the 30th, 60th and 90th minute, had an average blood sugar level of 134.93, 138.52 and 117.14 mg/dl respectively. The control group had levels of 141.47, 150.27 and 124.60 mg/dl. Both group's blood

¹ รองศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ²อาจารย์ คณะเทคโนโลยี (เทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ³ผู้ช่วยศาสตราจารย์คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ^{4,5,6} นิสิตระดับปริญญาตรี คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

¹ Associate Professor Faculty of Public Health, Mahasarakham University, ²Lectures Faculty of Technology (Food Technology and Nutrition), Mahasarakham University, ³Assistant Professor Faculty of Medicine, Mahasarakham University, ^{4,5,6}Undergraduate student, Faculty of Public Health, Mahasarakham University

* Corresponding Author

sugar levels were statistical (ANOVA) with significant difference ($p < 0.05$). The results showed that a reduction in group one's blood sugar level supports the contention that eating modified low GI sticky rice is beneficial to people who need regulated/reduced blood glucose levels. Further study is warranted.

Keywords: Low GI sticky Rice, Fasting Blood Sugar

บทนำ

คนปกติในกระแสเลือดจะมีกลูโคส ประมาณ 70-150 มิลลิกรัม/เดซิลิตร (4-8mmol/L) ดังนั้นในกระแสเลือดจะมีน้ำตาลทั้งหมด 3.3-7 กรัม (เลือดประมาณ 5 ลิตร) โดย กลูโคส ในกระแสเลือดจะมีค่าสูงที่สุดหลังจากทานอาหาร และจะมีค่าต่ำสุดในตอนเช้าก่อนอาหารเช้า เมื่อใดที่ กลูโคส ในกระแสเลือดสูงกว่าระดับที่ใดจะสามารถดูดกลับได้ (Threshold) จะมี กลูโคส ออกมาในปัสสาวะ ปกติร่างกายได้ กลูโคส จากภายนอกโดยการรับประทานอาหารและจากภายในของร่างกาย โดยตับทำหน้าที่สร้างขึ้นมาจากขบวนการไกลโคจีโนซิส (Glycogenolysis) และกลูโคจีโนซิส (Gluconeogenesis)^{1,2}

การตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด หรือ Oral Glucose Tolerance Test (OGTT).^{1,2} ใช้ทดสอบในผู้ที่เสี่ยงว่าเป็นเบาหวาน อีกทั้งยังสามารถใช้ได้กับบุคคลทั่วไปและหญิงมีครรภ์ เป็นวิธีทดสอบการทำงานของ β -cell ของตับอ่อนในการหลั่งอินซูลิน (Insulin) หลังกินน้ำตาลในปริมาณ 100 กรัม ซึ่งคนปกติสามารถลดระดับน้ำตาลลงมาได้ภายในเวลา 2 ชั่วโมง ผู้ที่มีการหลั่ง Insulin บกพร่องหรือเป็นโรคเบาหวาน จะต้องใช้เวลาในการลดระดับน้ำตาล นานกว่า 2 ชั่วโมง³

การไหลเวียนของโลหิตภายในร่างกายอยู่ตลอดเวลา ทำให้เซลล์ทุกเซลล์ได้รับพลังงานจากกลูโคสที่มีอยู่ในเลือดเพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์สารประกอบต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ กลูโคสที่ถูกดึงออกไปใช้จะได้รับการทดแทนด้วยกลูโคสที่สร้างขึ้นใหม่ และปลดปล่อยเข้าสู่กระแสเลือดเพื่อรักษาระดับกลูโคสให้คงที่อยู่ตลอดเวลา คนปกติงดอาหาร (Fasting) ระดับความเข้มข้นของกลูโคสในเลือดอยู่ในช่วง 60-85 มิลลิกรัมต่อ 1 เดซิลิตรเท่านั้น แต่หลังจากการรับประทานอาหารใหม่เข้าไป ระดับกลูโคสในเลือดจะสูงขึ้นเป็นประมาณ 140-150 มิลลิกรัมต่อ 1 เดซิลิตร ภายหลังจากประมาณ 2-3 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในเลือดจะลดลงจนเหลือเท่าๆ กับขณะที่งดอาหาร และเมื่อระดับน้ำตาลกลูโคสสูงเกิน 160-180 มิลลิกรัมต่อ 1 เดซิลิตรกลูโคสจะถูกขับออกทางปัสสาวะ^{4,5,6} สำหรับคนปกติกลูโคสจะไม่ถูกขับออกทางปัสสาวะ เนื่องจากตับยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมระดับกลูโคสให้คงที่อยู่ตลอดเวลา แหล่งน้ำตาลกลูโคสในเลือดที่สำคัญมาจากน้ำตาลที่ถูกดูดซึมซึ่งได้จากอาหาร

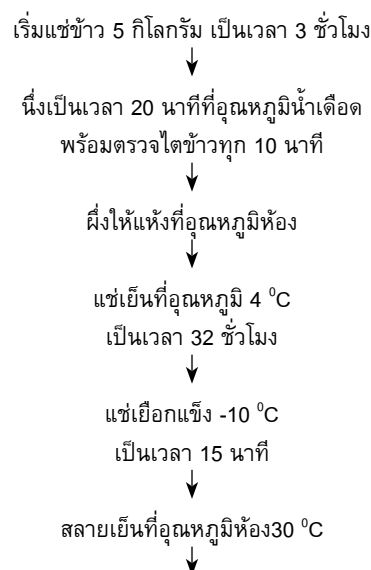
ด้วยเหตุดังกล่าวการศึกษาปริมาณน้ำตาลในเลือด หลังการบริโภคข้าวเหนียว โดยเฉพาะข้าวเหนียวที่มีการดัดแปลงค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ น่าจะมีส่วนช่วยสนับสนุนนำร่องทางเลือกในการบริโภคข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ เพื่อลดปริมาณน้ำตาลในเลือดได้บ้าง เพราะข้าวเป็นอาหารหลัก ที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตอันสำคัญเชิงมนุษยวิทยาทางโภชนาการ ของคนไทยทั้งในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อาทิในบางในหมู่บ้านชนบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับการบริโภคสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของแคลอรีทั้งหมดต่อวัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกข้าวและแป้ง⁷ ดังนั้นข้าวจึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมปริมาณน้ำตาลกลูโคสและพลังงานแก่ร่างกายที่ไม่ควร จะมากเกินไปได้

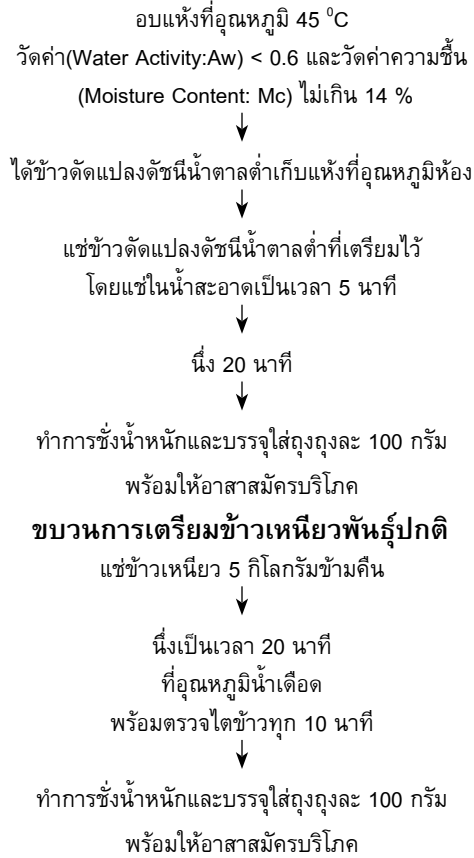
วิธีการศึกษา

การเตรียมข้าวเหนียว

เลือกพันธุ์ข้าวสารเหนียวที่มีขายตามท้องตลาด คือ พันธุ์ กข.6 (Thai RD 6) แบ่งเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกนำมาผ่านขบวนการดัดแปลงค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ หรือ เรียกอีกอย่างคือข้าวผ่านขบวนการ ต้านแป้ง (Resistant Starch, Resistant Rice or Low GI rice) และส่วนที่สองเป็นข้าวสารเหนียวธรรมดา ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมข้าวแต่ละอย่างโดยสังเขปดังนี้

ขบวนการเตรียมข้าวเหนียวดัดแปลงดัชนีน้ำตาลต่ำ (ข้าว Low GI)⁶





การเตรียมอาสาสมัคร

อาสาสมัครทั้งหมด 60 คน เป็นนักศึกษามหาวิทยาลัย (แห่งหนึ่ง) ทั้งหมด เลือกโดยวิธีแบบเจาะจง อายุระหว่าง 18-25 ปี ได้รับการยินยอมพร้อมลงนามในใบยินยอมให้ความร่วมมือของอาสาสมัคร (Consent Form) ทั้งก่อนและหลังการทดลอง และผ่านการคัดกรองออกด้วยแบบทดสอบอย่างง่าย เกี่ยวกับผู้มีภาวะความเครียด การใช้ยาบางชนิดที่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด เช่น Thiazide Steroids Phenytoin Estrogens Thyroxine Nicotinic-acid Beta-block และยาคุมกำเนิดขลิข ผู้ที่สูบบุหรี่ ทานอาหารก่อนการทดลอง ผู้ที่มีแผลผ่าตัด แผลติดเชื้อ ผู้ที่มีระบบการดูดซึมบกพร่อง อาสาสมัครทั้งหมด ถูกแบ่งเป็นสองกลุ่มโดยมีเพศชายและหญิงในแต่ละกลุ่มเพศละ 15 คนเท่า ๆ กัน หลังจากนั้นจัดกลุ่มทดลองให้บริโภคข้าวเหนียวตัดแปลงค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และกลุ่มควบคุมให้บริโภคข้าวเหนียวปกติ โดยทั้งสองกลุ่ม อดอาหารล่วงหน้า 6-8 ชั่วโมง ข้าวเหนียวทั้งสองแบบนี้ให้สุกพร้อมรับประทานจัดเป็นห่อ ๆ ละ 100 กรัม และน้ำดื่มบริสุทธิ์ 1 แก้ว ทานให้หมดภายใน 15 นาที

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการทดลอง

1. อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ได้รับการชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง

2. อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับการอธิบายและเข้าใจถึงขั้นตอนต่างๆในการทดลองโดยตลอด

3. อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม รับการเจาะเลือดปลายนิ้วชี้ (โดยทีมวิจัยที่ได้รับการฝึกการเจาะตรวจ) ภายใต้การควบคุมกำกับของแพทย์(ผู้มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพเวชกรรม) เพื่อวัดระดับ น้ำตาลในเลือด โดยใช้เครื่องเจาะวัดระดับน้ำตาลในเลือด ตามแบบวิธีมาตรฐานของ เครื่องมือ ชื่อ ACCU_CHECK ก่อนการรับประทานข้าวเหนียว ทั้งสองกลุ่มเป็น เริ่มต้น เวลาที่ 0 เจาะครั้งที่ 1

4. อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม รับประทานข้าวเหนียวหนึ่งสุก กลุ่มทดลองรับประทานข้าวเหนียวตัดแปลงค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และกลุ่มควบคุมได้รับข้าวเหนียวปกติคน ละ ห่อ ๆ ละ 100 กรัม พร้อมน้ำเปล่า 1 แก้ว ทานให้หมดใน 15 นาที

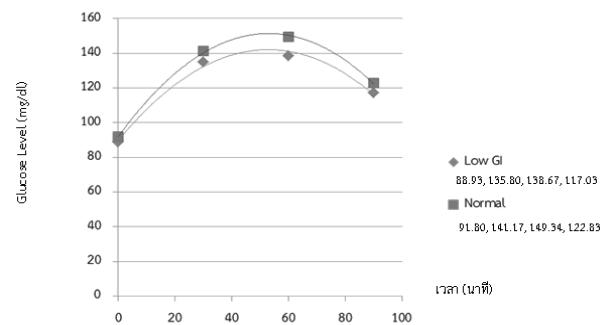
5. หลังจากอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม ทานข้าวเหนียวเสร็จ ให้นั่งประจำที่เฉยๆนาน 30 นาที แล้วได้รับการเจาะเลือดครั้งที่ 2 ที่ปลายนิ้วกลาง เป็นเวลาที่ 30

6. เจาะนิ้วนางครั้งที่ 3 ที่เวลาที่60 นาที และเจาะนิ้วก้อยครั้งที่4 สุดท้าย

7. อาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ไม่ได้ทำกิจกรรมอย่างอื่น ๆ หรือสูบบุหรี่ ขณะรอตรวจและ หลังการรับประทานข้าวเหนียว เว้นแต่นั่งเฉยโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด

สถิติ ที่ใช้

ใช้สถิติเชิงพรรณนา ในการวิเคราะห์ข้อมูล อายุ น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย



สถิติเชิงอนุมาน อาทิ Pair Sample T-test ใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่าง อายุ น้ำหนัก และดัชนีมวลกาย ส่วน ANOVA ใช้เพื่อการทดสอบค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดของ 2 กลุ่มว่ามีความแตกต่าง หรือไม่

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และ BMI ของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มพบว่าประชากรทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวล

กาย (Body Mass Index: BMI) ที่ใกล้เคียงกัน (Pair Sample T-test) ($p < 0.05$) โดยมีรายละเอียดดังนี้ กลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยอายุ 20 ปี กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยอายุ 21 ปี ค่าเฉลี่ยน้ำหนักในกลุ่มควบคุมและทดลอง ดังนี้ 57.87, 56.37 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยส่วนสูงในกลุ่มควบคุมและทดลอง ดังนี้ 165.30, 165.97 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายในกลุ่มควบคุมและทดลอง ดังนี้ 21.20, 19.07 ตามลำดับ

Table 1 Average of Age weight high and BMI of experimental group

Exp grp	Age	Weight	Height	BMI
Mean	20.33	57.87	165.30	21.19
Median	20.00	59.00	165.50	20.07
Mode	20	60	157 ^a	15.78 ^a

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Table 2 Average of Age weight high and BMI of control group

Contol grp	Age	Weight	Height	BMI
Mean	20.90	56.37	165.97	19.067
Median	21.00	53.50	164.50	18.995
Mode	22	50	160	16.80 ^a

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำตาลในเลือดของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีระดับน้ำตาลในเลือดเฉลี่ย ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ANOVA) ($P < 0.05$) ดัง (Figure 1) และ (Table 5) และนอกจากนี้ การแยกเพศยังพบว่าเพศชายและหญิงในกลุ่มทดลองมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าเพศชายและหญิงในควบคุม อีกด้วย

Graph 1 Average blood glucose level between experimental group (Low GI) and control group (Normal)

อภิปรายผลการทดลอง ผลข้างต้นจะเห็นได้ว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม มีระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมดังกราฟที่ ได้อย่างชัดเจนภายใต้มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) ผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วย ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 พบว่าระดับน้ำตาลในเลือดของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$

Table 3 Differential statistical analysis (ANOVA) of average blood glucose level of experimental group (Low GI) and control group (Normal) with duration on 0th, 30th, and 90th minute

TYPE	Glucose Level			
	Time 0 min (mg/dl)	Time 30 min (mg/dl)	Time 60 min (mg/dl)	Time 90 min (mg/dl)
Low GI ^a	88.93 ±7.353 ^a	135.80 ±21.667 ^c	138.67 ±15.5578 ^c	117.03 ±14.545 ^b
Normal rice ^a	91.8 ±13.900 ^a	141.17 ±24.988 ^c	149.34 ±22.428 ^c	122.83 ±19.394 ^b

Remark: superscript a, b and c are statistical mean difference for duration vary on 0, 30, 90 minute at 95% C.I., by Duncan ($p < 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

ผลตอนที่ 1 นำเสนอผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และ BMI ของกลุ่มอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มจะเห็นได้ว่าทั้งสองกลุ่มมีช่วงค่าเฉลี่ย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) ที่ใกล้เคียงกัน โดยมีช่วงค่าเฉลี่ยอายุ 20-21 ปี น้ำหนักช่วงเฉลี่ย 56.37-57.87 กิโลกรัม ช่วงเฉลี่ยส่วนสูง 165.30-165.97 เซนติเมตร และมีช่วงเฉลี่ยดัชนีมวลกาย 19.07-21.20 กิโลกรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งส่วนนี้ควรมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน เพื่อไม่ให้เกิดความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จึงต้องมีการควบคุมไม่ให้ค่าเฉลี่ย อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากเกินไป เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม ค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และยังพบว่าอาสาสมัครเพศชายในกลุ่มทดลองมีระดับน้ำตาลต่ำกว่าเพศชายในกลุ่มควบคุม และเพศหญิงก็พบเช่นเดียวกัน

อาสาสมัคร กลุ่มทดลองดังกล่าว พบว่ามีผลไปในทางเดียวกันกับภคินี อัครเสสะพงศ์ (2557) ที่ว่าอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ และน้ำตาลอยู่ในกระแสเลือดได้นาน จากการทดสอบได้นำข้าว 3 สายพันธุ์ คือ ข้าวดอกมะลิ ข้าวสังข์หยดพัทลุง และข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุง ทำการศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 11 คน โดยเจาะค่าเฉลี่ยน้ำตาลและอินซูลินในเลือดที่เวลา 0, 30, 60, 120, 180 และ 240 นาที ซึ่งพบว่าข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าข้าวอีกสองสายพันธุ์ เนื่องจากข้าวกล้องสังข์หยดพัทลุงมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าข้าวอีกสองสายพันธุ์ดังกล่าวข้างต้น⁶

แม้ว่า การใช้ข้าวกล้อง จะมีค่าดัชนีน้ำตาลของข้าวแตกต่างกันตามโครงสร้างของเมล็ดข้าว อีกทั้งมีปริมาณเส้นใยที่แตกต่างกัน ผลของมัน คือ ข้าวที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้จริง) ทั้งๆ ที่ปริมาณน้ำตาลในเลือดของกลุ่มทดลองข้าวที่ใช้ในการทดลองนี้ (ข้าวเหนียว กข 6) หลังการบริโภคแล้วทำการเจาะปริมาณน้ำตาลในเลือดในช่วงเวลา 0, 30, 60 และระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าข้าวเหนียวปกติ ผลการวิเคราะห์หาความแตกต่างด้วย ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 พบว่าข้าวเหนียวดัดแปลงดัชนีน้ำตาลต่ำ (Low GI) ข้าวเหนียวปกติ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p < 0.05$.

ข้อเสนอแนะ

1. ข้าวเหนียวดัดแปลงดัชนีน้ำตาลต่ำ หากได้รับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์แล้ว ยังเหมาะสำหรับผู้ที่มีภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน ผู้ป่วยเบาหวาน ผู้ที่อยู่ในสภาวะที่ต้องควบคุมระดับน้ำตาล เช่น ผู้ป่วยโรคอ้วน เป็นต้น
2. ควรมีการคิดค้นวิธีการทำผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในท้องถิ่นได้จริง กล่าวคือประชาชนสามารถนำกลับไปทำเองที่บ้านได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลายๆ ฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาสาสมัคร ผู้เข้าทดสอบทุกคน

ขอขอบคุณ คณะผู้บริหาร คณาจารย์ และบุคลากร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขอขอบพระคุณคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้ให้ความร่วมมือในการดำเนินการทำงาน ในเรื่องสถานที่และเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการดำเนินการทำการทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. ศูนย์เบาหวาน และเมตาบอลิกโรงพยาบาลพญาไท 2. Oral Glucose Tolerance Test (OGTT). สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน 2557. ที่เว็บไซต์ <http://www.phyathai.com/medicalarticle/detail/1/12/184/th>. Sarapuk วันที่ 2 มิถุนายน 2557. ที่เว็บไซต์ <http://www.biomed.in.th/review-acc-chek-glucose-monitor/>

2. ตัวอย่างขั้นตอนการเจาะเลือดด้วยเครื่อง ACCU-CHEK Performa ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน. ประกาศเมื่อ วันที่ 29 ธันวาคม 2010. สืบค้นเมื่อ
3. ศรีวัฒนา ทรงจิตสมบูรณ์. 2553. คุณรู้จักข้าวดีแค่ไหน : โภชนาการของข้าว. วารสารโภชนาบำบัด. ปีที่ 21 ฉบับ 2. หน้า 39-50.
4. Caroline Montelius. Dietary thylakoids suppress blood glucose and modulate appetite-regulating hormones in pigs exposed to oral glucose tolerance test. 2013.
5. ThanwarinTangsermwong. Glycemicindex of Khanom-Tian (KT) in type 2 diabetes and improvement of plasma glucose, serum lipids and blood viscosity after modification of its covering flour [Abstract]. 2009.
6. สุนันทา ทองทา. การพัฒนากระบวนการผลิตแป้งข้าวที่ทนต่อการย่อย. 2009. มปม.
7. สาคร ธนมิตร Journal of The Nutrition Association of Thailand Vol. 43 No. 2 Apr-Jun 2008
8. ภคินี อัครเสสะพงศ์ สุนันทา วงปิยชน กัญญา เชื้อพันธ์ุ วัชรวิ สุขวิวัฒน์ ปราณิ มณีนิล อังศุธรย์ วสุทัศน์ ศรีวัฒนา ทรงจิตสมบูรณ์ ค่าดัชนีน้ำตาลในข้าวกล้องงอก Glycemic Index of Brown Rice and Pre-germinated Brown Rice ประชุมวิชาการข้าวพิษเมืองหนาว ครั้งที่ 13 ,2557 รอยัลพลา คลิฟฟี บีช รีสอร์ท แอนด์ สปา อ.บ้านฉาง จ.ระยอง