บทความวิจัย

เปคตินจากมะนาวต่อความอ้วน: การศึกษาเบื้องต้น

Pectin from Lime on Obesity: A Preliminary Study

สมฤทัย จิตภักดีบดินทร์[1*] และอมราวดี จางวาง[2]

Somrutai Jitpukdeebodintra[1*] and Amarawadee Jangwang[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาถึงผลของเปคตินที่สกัดจากมะนาวต่อความอ้วนของหนูถีบจักรเพศเมียกลุ่มทดลองจำนวน 10 ตัว น้ำหนักตัว 25.70 ±2.87 กรัม ที่ให้กินอาหารที่ประกอบ ด้วยเปคตินจากเปลือกเนื้อในมะนาวในรูปแบบเม็ดเพลเลต ปริมาณตัวละ 10 กรัม/วัน และอาหารปกติ เป็นเวลา 45 วัน โดยเปรียบเทียบกับหนูกลุ่มควบคุมจำนวน 10 ตัว น้ำหนักตัว 26.20 ± 0.92 กรัม ที่กินอาหารปกติ และไม่กินอาหารที่มีเปคตินเป็นส่วนประกอบ พบว่าค่าดัชนีมวลกายของหนูถีบจักรที่ให้กินอาหารที่ประกอบด้วยเปคตินจากมะนาว จะมีค่าลดลง และไม่เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างวันที่ทดลองและวันที่เริ่มการทดลอง ส่วนการใช้แคลอรี่ของหนูถีบจักรกลุ่มทดลองทั้งก่อนและหลังกินอาหารมีค่าไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการใช้แคลอรีของหนูถีบจักรกลุ่มควบคุม และค่าคลอเลสเตอรอลทั้งหมด และค่าไตรกลีเซอไรด์ทั้งหมดในเลือดของหนูถีบจักรกลุ่มทดลองจะมีค่าน้อยกว่าหนูถีบจักรกลุ่มควบคุม นอกจากนี้พลังงานจากการเผาผลาญสารอาหารเปคตินโดยตรงมีค่า 2.72 ± 0.18 cal/g ของเปคติน จึงสรุปผลว่าสารเปคตินมีศักยภาพ สามารถนำไปใช้ในการลดความอ้วนของหนูถีบจักรได้

คำสำคัญ : เปคติน เปลือกมะนาว ลดความอ้วน

---

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90112

[2] พนักงานวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ สงขลา 90112

[*] Correspoding author: โทรศัพพท์ 074-288844, โทรสาร 074-428148, E-mail: somrutai.j@psu.ac.th

Thaksin.J., Vol.12 (3) October 2009 - January 2010

Abstract

The study on effect of pectin extracted from lime on obesity was made on experimental group of 10 female Wister mice with 25.70 ±2.87 g. body weight; each was provided 10 g/day of food with pectin extracted from inner linctuses of lime and ordinary mice food for 45 days. Comparing with control group of 10 female mice with 26.20 ± 0.92 g. weight; each was provided 10 g/day of ordinary mice food without pectin food, it was found that BMI (Body Mass Index) of the experimental group was less, and no body temperature difference between the experimental and initial dates of the experimental group. The calorie expenditure of the experimental group before and after the meal was not different, the same as the control group's. As well as Total cholesterol and total triglyceride in the experimental group's blood was lower than the control group. In addition, the energy from directed combustion of pectin was 2.72 ± 0.18 cal./g. Thus it was concluded that pectin could potentially be utilized as anti-obesity in Wister mice.

Keywords : Pectin, Lime, Peel, Anti-obesity

บทนำ

โรคอ้วนเป็นปัญหาสาธารณสุขสำคัญที่จะต้องเร่งป้องกันแก้ไข เพราะคนที่เป็นโรคอ้วนมีโอกาสเป็นโรคร้ายแรงต่างๆได้มากกว่าคนทั่วไป ได้แก่ โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคเกี่ยวกับกระดูกและข้อ เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีผลทำให้ดูไม่สวยงาม ปัจจุบันคนจึงหันมาลดความอ้วนกันมากขึ้น โดยเฉพาะผู้หญิง เพื่อให้มีรูปร่างทรวดทรงที่พอใจ พบว่าผู้หญิงส่วนใหญ่ในหลายประเทศมักจะลดความอ้วนโดยการดื่มน้ำมะนาว ซึ่งองค์การอนามัยโลกรายงานว่ามีอันตรายต่อระบบไตของร่างกาย ทำให้เกิดนิ่ว และภาวะขาดสมดุลย์ของเกลือแร่ในร่างกายได้ [1-2] อย่างไรก็ตามในตำรับอายุรเวชของอินเดียได้กล่าวถึงการลดน้ำหนักโดยให้ดื่มน้ำมะนาวที่มีน้ำผึ้ง 1 ช้อนชาผสมกับน้ำครึ่งแก้ว ในช่วงเช้า น้ำมะนาวใช้ลดความอ้วนตามตำรับอายุรเวชได้ [3] แต่ยังไม่มีการศึกษาทดลองอย่างไรก็ตามพบว่าในมะนาวมีสารสำคัญมากมาย ได้แก่ โปรตีน 1.2 มิลลิกรัม คาร์โบไฮเดรท 15.5 มิลลิกรัม ไขมัน 0.2 มิลลิกรัม Vitamin A 27.5 mcg Thiamin (B1) 0.1 มิลลิกรัม Riboflavin (B2) 0.1 มิลลิกรัม Niacin (B3) 0.4 มิลลิกรัม Pantothenic Acid (B5) 0.3 มิลลิกรัม Vitamin B6 0.1 มิลลิกรัม Vitamin C 69.7 มิลลิกรัม แคลเซียม 52.4 มิลลิกรัม. ทองแดง 0.1 มิลลิกรัม เหล็ก 0.1 มิลลิกรัมแมกนีเซียม 13.1 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 18.3 มิลลิกรัม โปตัสเซียม 237.1 มิลลิกรัม สังกะสี 0.1 มิลลิกรัม และอื่น ๆ อีกมากมาย รวมทั้งเส้นใยอาหาร(Fiber) ที่เป็นประโยชน์ในการป้องกันมะเร็งลำไส้และแก้ท้องผูก [4] ได้แก่ เปคติน ซึ่งมีมากในเปลือกของมะนาว [5-6] ศึกษา ถึงปริมาณของเปคตินในพืชพื้นเมืองของไทยบางชนิดพบว่ามะนาวมีปริมาณเปอร์เซ็นต์เปคตินมากที่สุด คือ มีเปคตินไม่ต่ำกว่าร้อยละ 1 (น้ำหนักสด) เปคตินเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนชนิด Heteropolysaccharide ในธรรมชาติพบรวมอยู่กับเซลลูโลสในผนังเซลของผักและผลไม้ โครงสร้างของเปคตินเป็นโพลีเมอร์เส้นตรงของ D-galacturonic acid ที่ต่อกันด้วยแขน α-(1->4) linkage ประมาณ 100 หน่วย เปคตินมีน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 10,000-400,000 เปคตินสกัดได้จากเปลือกของพืชตระกูลส้มหรือจากกากเหลือของแอปเปิ้ลที่บีบน้ำออกแล้ว สารละลายของเปคตินเป็นสารละลายที่มีความหนืดสูง [7] รายงานว่าเส้นใยอาหารสามารถใช้ในการลดน้ำหนักได้ เนื่องจากเส้นใยอาหารจะช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานได้ดี ลดการรับประทานอาหาร ลดการดูดซึมสารอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่เข้าสู่ร่างกาย และลดการหลั่งฮอร์โมน[8] กล่าวว่าเปคตินจากพืชสกุลส้มมีคุณสมบัติในการลด

คลอเลสเตอรอล และยับยั้งการจับเป็นก้อนเกาะของคลอเลสเตอรอลตามผนังของกระแสเลือด นอกจากนั้นเปคตินจากมะนาวน่าจะใช้ในการลดน้ำหนักในผู้ป่วยโรคอ้วนได้ดี เนื่องจากผู้ป่วยโรคอ้วนมักจะมีปริมาณวิตามิน ซี ต่ำกว่าผู้ป่วยที่ไม่ใช่โรคอ้วน [3] โดยสรุปเปคตินมีสมบัติพองตัวในกระเพาะอาหาร ทำให้เต็มกระเพาะอย่างรวดเร็ว จึงไม่หิว และเมื่อเปคตินพองตัวเต็มที่ทำให้เกิดความหนืด ซึ่งจะเคลื่อนตัวไปยังลำไส้อย่างช้าๆ [9-10] เพื่อถูกย่อยสลายด้วยเอ็นไซม์ที่ลำไส้ [11] จึงทำให้อิ่มนาน ในขณะที่เปคตินอยู่ในลำไส้ เปคตินมีสมบัติในการดูดซับไขมันและคลอเลสเตอรอลไว้ด้วย [10-12] จึงทำให้ไขมันลดลง และร่างกายจะดึงเอาไขมันสะสมไปใช้งานต่อไป ไขมันสะสมจึงลดลง สุดท้ายสมบัติของเปคตินในการเป็นกากอาหาร จะพาอาหารขับถ่ายออกจากร่างกายได้ดี [13] อย่างสม่ำเสมอ ทำให้ไม่มีอาหารสะสม รวมทั้งทำให้รู้สึกดีและโล่ง

ในประเทศไทยมะนาวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มักประสบปัญหาเรื่องราคาตลาด โดยในฤดูกาลที่ขาดแคลนราคามะนาวจะสูง ในฤดูกาลที่ล้นตลาด มะนาวจะราคาถูกหรือไม่มีค่าเลย พบว่าแม่ค้าจะนำมะนาวมาผ่าซีกและบีบน้ำมะนาวออกมาบรรจุขวดขาย เพื่อให้สะดวกต่อผู้บริโภคซื้อหาไปใช้เป็นเครื่องดื่มและการปรุงอาหาร สำหรับผลของมะนาวที่บีบน้ำออกแล้วจะเหลือเป็นกากทิ้ง ซึ่งหากมีการนำมาใช้เป็นประโยชน์โดยสกัดเปคตินออกมาและศึกษาผลของเปคตินต่อการลดน้ำหนัก จะทำให้กากที่เป็นวัสดุเหลือใช้เหล่านี้มีประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของการนำเปคตินที่สกัดได้จากเปลือกมะนาวมาต่อความอ้วน เพื่อส่งเสริมให้มีการใช้เปคตินในอุตสาหกรรมและการผลิตเปคตินในประเทศไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเปลือกมะนาวซึ่งเป็นจากกากเหลือทิ้งจากมะนาวมาใช้ในการสกัดเปคตินตามการศึกษาที่ผ่านมา [14] และนำสารสกัดปคตินที่ได้มาใช้ในการการลดน้ำหนักและคลอเลสเตอรอลในสัตว์ทดลอง โดยศึกษาค่า BMI (Body Mass Index), อุณหภูมิร่างกาย (body temperature), การใช้แคลอรี (calorie expenditure) และไขมันสะสม (adipose tissue) ในสัตว์ทดลอง

การทำสารสกัดเปคตินในรูปแบบเม็ด (pellet) มีส่วนผสมดังสูตรตำรับต่อไปนี้ทำอาหารเม็ดได้ 25,000 เม็ด จะได้อาหารรูปแบบเม็ดอัดพิมพ์ที่มีเปคตินเป็นส่วนประกอบประมาณ 0.4 กรัมต่อเม็ด

Corn Starch	300.0	g.
Caseine	100.0	g.
Lactose	100.0	g.
Powdered sucrose	100.0	g.
Pectin ad to	1,000.0	g.
Water	q.s.	

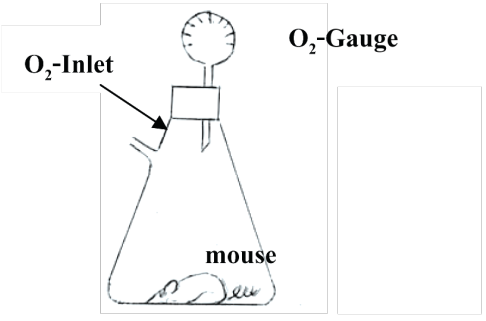
การศึกษาผลของเปคตินจากมะนาวต่อค่า BMI โดยนำหนูถีบจักร(Mice) ตัวเมียจำนวน 10 ตัว มาชั่งน้ำหนัก และความยาวตัว (วัดจากปลายจมูกถึงก้นไม่รวมความยาวหาง) ก่อนการทดลอง โดยถือเป็นวันที่ 0 จากนั้นให้หนูกินสารสกัดเปคตินในรูปแบบเม็ด ปริมาณ 10 กรัม/วัน/ตัว ระหว่างเวลา 11.00 น.ทุกวัน เป็นเวลา 45 วัน.ชั่งน้ำหนักตัวและความยาวตัวของหนูหลังจากหนูกินสารสกัดเปคตินไปแล้ว 1 ชั่วโมง ประมาณเวลา 12.00 น. ทุกวัน คำนวณค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) ของหนูทุก 15 วัน โดยคำนวณดังนี้

$$\text{ค่า BMI} = \frac{\text{น้ำหนักเป็น กิโลกรัม}}{(\text{ความยาวตัวเป็นเมตร})^2}$$

การศึกษาผลของเปคตินจากมะนาวต่ออุณหภูมิร่างกายผลต่อค่าคลอเลสเตอรอล และผลต่อ adipose tissue ของหนูถีบจักร ดัดแปลงจากการทดลองของ Hayashic, Maeda และ Calapai [15 -17] ตามลำดับ โดยใช้หนูถีบจักรเพศเมีย 2 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัว กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมไม่ให้กินสารใด นอกจากอาหารปกติ กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ให้กินอาหารปกติ และสารสกัดเปคตินในรูปแบบเม็ด

(pellet) ปริมาณ 10 กรัม/วัน/ตัว ระหว่างเวลา 11.00 น. ทุกวัน วัดอุณหภูมิของร่างกายโดยใช้ rectal thermometer probe for animal สอดเข้าทางทวารหนักของหนูให้ลึกประมาณ 2 เซนติเมตรและรอจนอุณหภูมิคงที่จึงอ่านค่าการวัดอุณหภูมิ โดยวัดทั้งก่อนและหลังให้สารแล้วประมาณ 1 ชั่วโมง ทุก 3 วันเป็นเวลา 30 วัน หลังจากเลี้ยงหนูเป็นเวลา 1 เดือน เลือดของหนูถูกแยกออกมาจากเส้นเลือดหัวใจ (heart puncture) และนำไปตรวจวัดคลอเลสเตอรอลใน whole serum โดยวิธี CHOL (CHOD-PAP method) ด้วย enzymatic kit (Boehringer-Manheim, Germany). และตรวจหา Total triacylglycerol โดยใช้ GPO Trigluceride kit (Randox Laboratories,USA.) หนูจะถูกฆ่าโดยวิธี cervical dislocation และแยก white adipose tissue หน้าช่องท้องของหนู รวมทั้ง brown adipose tissue อย่างรวดเร็วทันที ชั่งน้ำหนักของ adipose tissue ทั้งสอง

การศึกษาผลของเปคตินจากมะนาวต่อการใช้แคลอรีดัดแปลงจากการทดลองของ Hoover-Plow และ Nelson [18] ซึ่งเป็นการวัดพลังงานจากการเผาผลาญอาหารโดยทางอ้อม(Indirect calorimetry) ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Respiration apparatus ดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นขวดที่มีท่อต่อไป ยังแหล่งก๊าซออกซิเจน และติดกับมาตรวัดปริมาตรของก๊าซภายในขวดมีภาชนะบรรจุแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium hydroxide) ซึ่งจะดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้วัดปริมาตรเริ่มแรกของก๊าซออกซิเจนก่อนนำหนูเข้าไปและวัดอีกครั้งก่อนนำหนูออกมาเพื่อวัดอัตราการใช้ออกซิเจนของร่างกายและคำนวณความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน จากปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการเผาผลาญอาหารในตัวหนูเป็น ml/kg/min และคำนวณเป็นแคลอรีที่ใช้ไปโดยความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันมีค่าเท่ากับ 4.825 แคลอรีต่อออกซิเจน 1 ลิตรทำการทดลองแคลอรีที่ใช้ไปในหนูถีบจักรตัวเมียจำนวน 10 ตัวทั้งก่อนกินสารสกัดและหลังจากกินสารสกัดเข้าไปแล้วประมาณ 1 ชั่วโมง



รูปที่ 1 เครื่องมือดัดแปลงเพื่อใช้วัดพลังงานจากการเผาผลาญอาหารโดยทางอ้อม (Respiration apparatus)

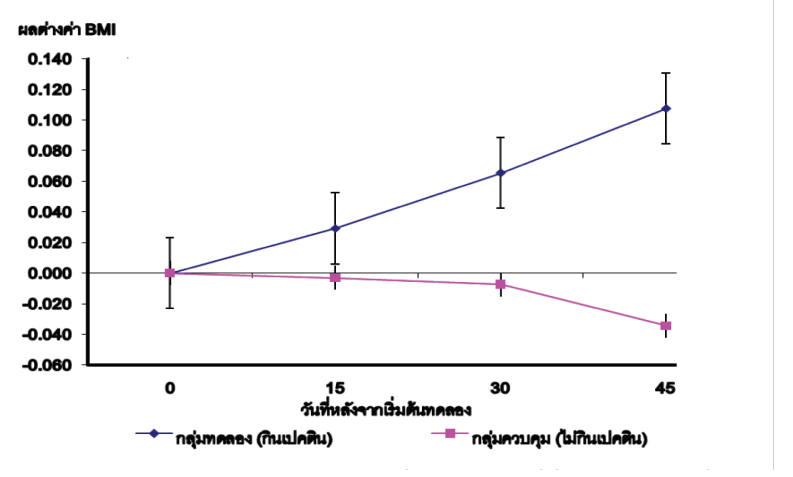
การหาพลังงานจากการเผาผลาญอาหารโดยตรงดัดแปลงการทดลองของ Liu [19] โดยใช้เครื่องมือ bomb calorimeter [20] นำสารสกัดเปคติน 1 กรัม บรรจุลงในภาชนะ เพื่อการเผาไหม้สารสกัดจนหมด และคำนวณหาปริมาณความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของสารสกัด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้ค่าสถิติ average± standard deviation และ student t-test ด้วยโปรแกรม SPSS 17.0

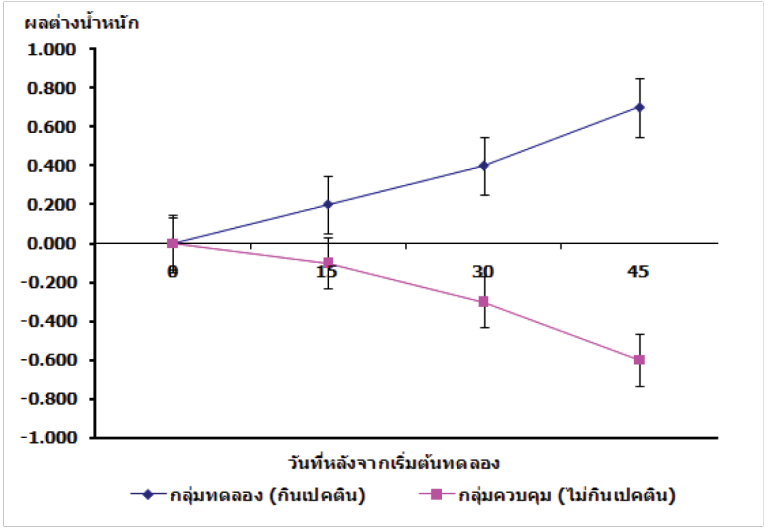
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้สกัดเปคตินจากเปลือกมะนาว และศึกษาผลต่อความอ้วนของหนูถีบจักรที่ให้กินอาหารที่ประกอบด้วยเปคตินจากมะนาว โดยเปรียบเทียบค่าต่างๆ ในหนูกลุ่มควบคุมและหนูกลุ่มทดลองได้ผลของเปคตินจากมะนาวต่อค่าดัชนีมวลกายของหนูถีบจักร ดังแสดงในรูปที่ 2 นอกจากนั้นได้เปรียบเทียบผลต่างระหว่างน้ำหนัก, ความยาวตัวหนู และปริมาณเฉลี่ยของอาหารปกติที่หนูกินในแต่ละวันของวันที่ทดลองกับวันที่เริ่มต้นการทดลอง (วันที่ 0) ของหนูแต่ละกลุ่มดังรูปที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ พบว่าเปคตินมีผลทำให้น้ำหนักตัวของหนูลดลง ซึ่งส่งผลให้ค่าดัชนีมวลกายลดลง แต่ไม่มีผลต่อความยาวตัวของหนู หนูยังคงมีความยาวตัวเพิ่มขึ้นตาม

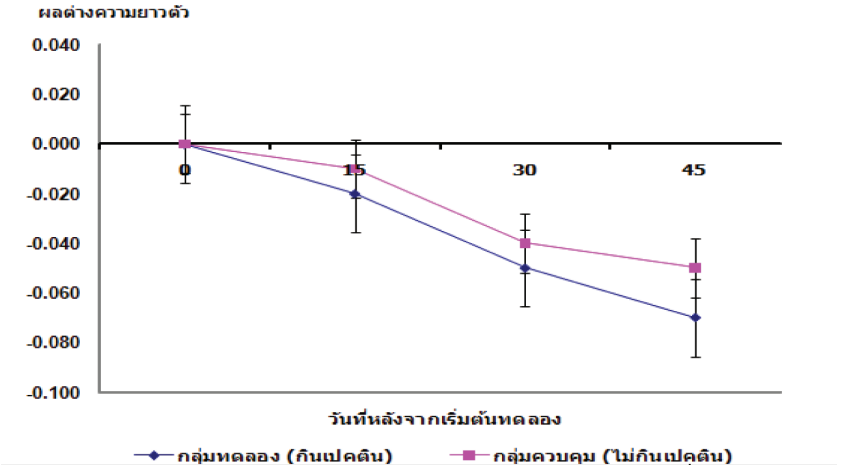
อาหารที่กินปกติและเมื่อเทียบกับความยาวตัวที่เพิ่มขึ้นของหนูกลุ่มควบคุม พบว่าหนูกลุ่มทดลองที่กินเปคตินจะมีความยาวตัวเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้กินเปคติน จากการสำรวจปริมาณอาหารปกติของหนูทั้ง 2 กลุ่มในรูปที่ 6 พบว่าหนูที่กินเปคตินด้วยจะกินอาหารปกติได้น้อยลงอย่างชัดเจน



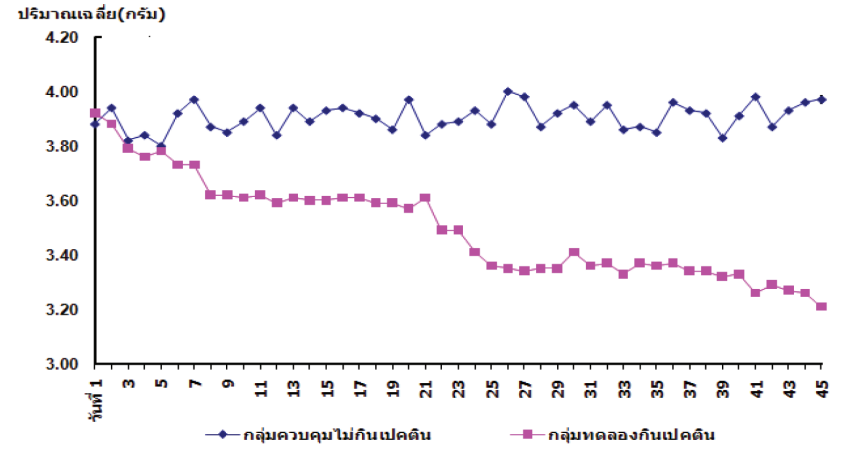
รูปที่ 2 แผนภูมิค่าความแตกต่างของค่า BMI ระหว่างวันที่ทดลองและวันที่เริ่มการทดลอง(วันที่ 0) ของหนูกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับค่าความแตกต่างของค่า BMI ระหว่างวันที่ทดลองและวันที่เริ่มการทดลองของหนูกลุ่มทดลอง (n = 10)



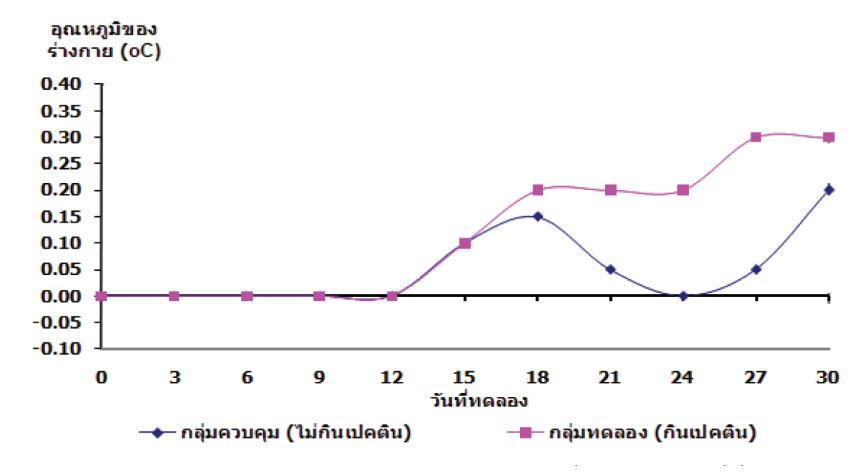
รูปที่ 3 ค่าความแตกต่างของน้ำหนักระหว่างวันที่ทดลองและวันที่เริ่มการทดลอง(วันที่ 0) ของหนูกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบกับค่าความแตกต่างของค่าน้ำหนักระหว่างวันที่ทดลองและวันที่เริ่มการทดลองของหนูกลุ่มทดลอง (n = 10)



รูปที่ 4 แผนภูมิค่าความแตกต่างของความยาวตัวของหนูกลุ่มควบคุมระหว่างวันที่ทดลองและวันที่เริ่มการทดลอง (วันที่ 0) เปรียบเทียบกับค่าความแตกต่างของค่าความยาวตัวของหนูกลุ่มทดลองระหว่างวันที่ทดลองและวันที่เริ่มการทดลอง (n = 10)



รูปที่ 5 ปริมาณเฉลี่ยของอาหารปกติที่หนูกินในแต่ละวันของหนูกลุ่มควบคุมที่ไม่ให้กินอาหารเปคตินและหนูกลุ่มทดลองที่ให้กินอาหารเปคติน (n = 10)



รูปที่ 6 ผลต่างของอุณหภูมิในร่างกายของหนูในแต่ละวันระหว่างวันที่ทดลองและวันที่เริ่มการทดลองของหนูกลุ่มควบคุมที่ไม่ให้กินอาหารเปคติน และหนูกลุ่มทดลองที่ให้กินอาหารเปคติน (n = 10)

ตารางที่ 1 ความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของหนูก่อนและหลังกินอาหารปกติเปรียบเทียบกับกินอาหารเปคติน

กลุ่ม	การทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ยตัวหนู ± SD. (กรัม)	เวลาที่หนูอยู่ในกล่อง (นาที)	ปริมาณเฉลี่ยออกซิเจนที่ใช้ในการเผาผลาญอาหาร (mL/kg/min)	ความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Cal/kg/min)
กลุ่มทดลอง	ก่อนกิน	25.00 ± 2.58	15	3.69 ± .042	17.81 ± 2.02
	หลังกิน			3.70 ± 0.45	17.88 ± 2.16
กลุ่มควบคุม	ก่อนกิน	25.70 ± 2.87		3.60 ± 0.43	17.35 ± 2.08
	หลังกิน			3.60 ± 0.37	17.37 ± 1.80

หมายเหตุ คำนวณเป็นแคลอรีที่ใช้ไปโดยความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาออกซิเดชันมีค่าเท่ากับ 4.825 แคลอรีต่อออกซิเจน 1 ลิตร

ตารางที่ 2 ปริมาณความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ของสารสกัดเปคติน

ครั้งที่	อุณหภูมิของน้ำก่อนการลุกไหม้ของสารสกัดเปคติน (°C)	อุณหภูมิของน้ำหลังการลุกไหม้ของสารสกัดเปคติน (°C)	อุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นหลังการลุกไหม้ (°C)	ปริมาณความร้อนที่คำนวณได้ (cal/g)
1	27.3	29.6	2.3	2.76
2	27.4	29.8	2.4	2.88
3	27.1	29.2	2.1	2.52
ค่าเฉลี่ย±SD.	27.3 ± 0.2	29.5 ± 0.3	2.3 ± 0.2	2.72 ± 0.18

หมายเหตุ น้ำหนักน้ำที่ห้อมล้อมแคลอรีมิเตอร์ 1,000 กรัม (1 ลิตร)
น้ำหนักเปคตินที่ใช้ในการทดลอง 1 กรัม
Water equivalent ของเครื่อง bomb calorimeter = 840 Joules/°C
สูตรการคำนวณปริมาณความร้อนจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

สูตรที่ใช้คำนวณ(cal) = [(นน.น้ำg x 4.184J/g-°C)+(water equivalent ของเครื่อง)][ผลต่างอุณหภูมิ]/[นน.สาร]

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่ากลุ่มทดลองเมื่อกินเปคตินจะมีพลังงานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงว่ามีการเผาผลาญพลังงานที่เก็บสะสมในร่างกายมาใช้ประโยชน์ ส่วนตารางที่ 2 พบว่าเปคติน 1 กรัมให้พลังงานเพียงเล็กน้อย น้อยกว่าแป้ง โปรตีนและไขมันผลของเปคตินจากมะนาวต่อ White adipose tissue ของหนูถีบจักร แสดงได้ดังตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มหนูทดลองที่กินสารสกัดเปคติน จะมีไขมันสะสมที่หน้าช่องท้อง ซึ่งเป็นไขมันชนิด White adipose tissue และ brown adipose tissue น้อยกว่าในหนูควบคุมที่ไม่ให้กินสารสกัดเปคตินร้อยละ 17.15±7.81 และ 17.29±6.59 ตามลำดับ การศึกษาเนื้อเยื่อทั้ง White adipose tissue และ brown adipose tissue ผ่านทางกล้องจุลทรรศน์ พบว่า White adipose tissue และ brown adipose tissue ในหนูกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันในด้านรูปร่างและขนาด แสดงว่าสารสกัดเปคตินที่ให้ในหนูกลุ่มทดลอง มีผลต่อปริมาณสะสมเท่านั้น แต่ไม่มีผลต่อรูปร่างและขนาดของไขมันสะสมทั้งสอง จึงสอดคล้องกับผลของใยอาหารต่อค่าคลอเลสเตอรอล [21] กล่าวคือ หนูกลุ่มทดลองที่กินสารสกัดเปคตินจะมีปริมาณไขมันคลอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ น้อยกว่าในหนูกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้กินสารสกัดเปคติน อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดเปคตินช่วยในการลดไขมันทั้งคลอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ปริมาณเป็นกรัมของ white adipose tissue และ brown adipose tissue หน้าช่องท้องของหนูกลุ่มที่ไม่ได้กินสารสกัดเปคตินและกลุ่มที่กินสารสกัดเปคติน

การทดลองค่า	ผลเฉลี่ย (กรัม) ± SD.		ผลต่าง(ร้อยละ)
	หนูกลุ่มทดลอง	หนูกลุ่มควบคุม	
white adipose tissue	$1.100 \pm 0.074^{*1}$	$1.332 \pm 0.068^{*1}$	17.15±7.81
brown adipose tissue	$0.420 \pm 0.032^{*2}$	$0.508 \pm 0.013^{*2}$	17.29±6.59

(n = 10) ^{*1}ค่าความน่าจะเป็นจากการทำ t-test = 8.88×10^{-7},
^{*2}ค่าความน่าจะเป็นจากการทำ t-test = 2.20×10^{-7}

ตารางที่ 4 Total cholesterol และ Total triglyceride ในเลือดของหนูกลุ่มที่ไม่ได้กินสารสกัดเปคตินและกลุ่มที่กินสารสกัดเปคติน

การทดลองค่า	ผลเฉลี่ย (กรัม) ± SD.		ผลต่าง(ร้อยละ)
	หนูกลุ่มทดลอง	หนูกลุ่มควบคุม	
Total Cholesterol	$35.8 \pm 2.2^{*1}$	$46.7 \pm 3.8^{*1}$	22.74±9.23
Total triglyceride	$4.8 \pm 0.3^{*2}$	$5.0 \pm 0.3^{*2}$	5.00±6.13

(n = 10) ^{*1}ค่าความน่าจะเป็นจากการทำ t-test = 2.97×10^{-7},
^{*2}ค่าความน่าจะเป็นจากการทำ t-test = 8.41×10^{-2}

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลอง ผู้วิจัยมีความคิดเห็นว่าสารสกัดเปคตินสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการลดน้ำหนักและความอ้วน โดยมีผลต่อน้ำหนักและไขมันสะสมรวมทั้งคลอเลสเตอรอลลดลง และกล่าวได้ว่าสารเปคตินสามารถใช้ลดความอ้วนได้อย่างครบวงจร โดยการทดลองค่า BMI ของหนูถีบจักรที่ให้กินอาหารที่ประกอบด้วยเปคตินจากมะนาว จะมีค่าลดลง ทั้งนี้จากการสังเกตปริมาณอาหารที่หนูกินในแต่ละวันเป็นเวลา 45 วัน แสดงให้เห็นว่าเปคตินทำให้หนูกินอาหารลดลงส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลง แต่ความยาวตัวของหนูเพิ่มขึ้นเพราะหนูยังกินอาหาร ซึ่งส่งผลให้มีขนาดตัวยาวขึ้น ซึ่งหากได้วัดรอบตัวหนู อาจจะได้ผลสรุปที่แน่ชัดว่าเปคตินส่งผลให้ความต้องการอาหารลดลง เนื่องจากเปคตินเกิดการพองตัวในกระเพาะอาหาร ทำให้หนูไม่หิวจึงไม่ต้องการอาหาร น้ำหนักจึงลดลง แต่สามารถกินอาหารได้บ้างจึงไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของหนู อย่างไรก็ตามน้ำหนักที่ลดลง ในขณะที่ความยาวตัวเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า BMI ลงลง ส่วนการทดลองพลังงานจากการเผาผลาญอาหารโดยตรงสารสกัดเปคตินจะให้พลังงาน

เพียง 2.72 ± 0.18 cal/g ของเปคติน แต่อุณหภูมิจะแตกต่างกันอย่างชัดเจนในวันที่ 15 ของการทดลอง นั่นคือเปคตินไม่ได้ส่งผลให้เกิดกระบวนการเผาผลาญอาหารในร่างกายของหนู จึงไม่ทำให้การใช้แคลอรีของหนูถีบจักรมีความแตกต่างออกไปอาจเนื่องมาจากเปคตินมีสมบัติในการดูดซับคลอเลสเตอรอล ดังการสรุปผลศึกษาของ Baker และคณะ [22] ซึ่งได้รวบรวมจากผลการศึกษา 15 ชิ้น เกี่ยวกับผลของการใช้เปคตินเป็นอาหารเสริมในการลดระดับคลอเลสเตอรอลในมนุษย์ สามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเปคตินที่รับประทานกับระดับคลอเลสเตอรอลในเลือด พบว่าระดับคลอเลสเตอรอลในเลือดลดลงเป็นส่วนกลับกับปริมาณ การกินเปคตินโดยการกินเปคตินน้อยกว่า 6 กรัมต่อวัน จะลดระดับคลอเลสเตอรอลได้อย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้นโดยเฉลี่ยการรับประทานเปคตินปริมาณ 15- 20 กรัมต่อวันจะสามารถลดคลอเลสเตอรอลได้ 11-12 % ในคนปกติ และจะลดระดับคลอเลสเตอรอลในเลือดได้มากถึง 31% ถ้าให้ร่วมกับยาโคเลสไทรามิน (Cholestyramine) ซึ่งเป็นยาที่สามารถลดระดับคลอเลสเตอรอลได้ 19 % เช่นเดียวกับการทดลอง White adipose tissue และ brown adipose tissue หน้าช่องท้องของหนูถีบจักร รวมทั้งค่า Total cholesterol และ total triglyceride ในเลือดของหนูถีบจักรที่ให้กินอาหารที่ประกอบด้วยเปคติน จะมีค่าน้อยกว่าหนูถีบจักรที่ให้กินอาหารปกติ ทั้งนี้เพราะเปคตินมีสมบัติในการดูดซับคลอเลสเตอรอลตามการศึกษาของ Baker [22]

คำขอบคุณ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนเงินรายได้ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปีงบประมาณ 2549

เอกสารอ้างอิง

[1] Chang, L. (2006). Lemonade VS Kidney Stones. Derived from **http://www.cbsnews.com/stories/ health/webmd** on May 24 2006.

[2] Kang, D.E., Sur, R.L., Haleblian, G.E., Fitzsimons, N.J., Borawski, K.M., and Preminger, G.M. (2007). Long-Term Lemonade Based Dietary Manipulation in Patients With Hypocitraturic Nephrolithiasis.**The Journal of Urology. 177**(4), 1358-1362

[3] Caldecott, T.(2006). **Food and Drink *Ayurveda.*** 79-91.

[4] Polednak, AP., (2003). Trends in Incidence Rates for Obesity-Associated Cancers in the U.S. **Cancer Detection and Prevention. 27**(6), 415-421.

[5] Gruenwald, J.(2009). Novel Botanical Ingredients for Beverages. **Clinics in Dermatology. 27**(2), 210-216.

[6] มาลินี สุเมตติกุล. (2509). การวิเคราะห์ผลไม้พื้นเมืองของไทยชนิดต่างๆโดยวิธีเคมีเพื่อประโยชน์ในการทำเยลลี่. กรุงเทพมหานคร:**วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[7] Slavin, J.L.(2005). Dietary Fiber and BodyWeight. **Nutrition. 21**(3), 411-418.

[8] Segal-Isaacson, C.J., Johnson, S., Tomuta, V., Cowell, B.,and Stein, D.T. (2004). A Randomized Trial Com paring Low-Fat and Low-Carbohydrate Diets Matched for Energy and Protein. **Obesity Research. 12**, 130S–140S.

[9] Ebihara, K. (1981). Correlation between Viscosity and Plasma Glucose-and Insulin-Flattening Activities of Pectins from Vegetables and Fruits in Rats. **Nutrition Reports international. 23**, 985-992.

[10] Flourie, B. (1984). Effect of Pectin on Jejunal Glucose Absorption and Unstirred Layer Thickness in Normal Man. **Gut. 25**, 936-941.

[11] Dunaif, G. and Schneeman, B.O. (1981). The Effect of Dietary Fiber on Human Pancreatic Enzyme Activity in *Vitro*. **American Journal.of Clinical Nutrition. 34**, 1034-1035.

[12] Holt, S. (1979). Effect of Gel Fibre on Gastric Emptying and Absorption of Glucose and Paracetamol. **Lancet, 2**: 636-639.

[13] Di Lorenzo, C., Williams, C.M., and Hajnal, F. (1988). Pectin Delays Gastric Emptying and Increases Satiety in Obese Subjects. **Gastroenterology. 95**, 1211–1215.

[14] สมฤทัย จิตภักดีบดินทร์ และอมราวดี จางวาง. (2552). เปคตินจากเปลือกมะนาว. การประชุมวิชาการ และเสนอผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 19 ประจำปี 2552, **การวิจัยและพัฒนาเพื่อความเป็นไทสำหรับสังคมไทย.** หน้า 332-333. โรงแรมเจ.บี.หาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา วันที่ 24-25 กันยายน 2552.

[15] Hayashi, A., Sonoda, R., Kimura, Y., Takasu, T., Suzuki, M., Sasamata, M,, and Miyata, K.(2004). Antiobesity Effect of YM348, a Novel 5-HT2C Receptor Agonist, in Zucker Rats. **Brain Research 1011**(2), 221–227.

[16] Calapai, G., Crupi, A., Firenzuoli, F., Costantino, G., Inferrerea, G., Campo, G.M. and Caputi, A.P. (1999). Effects of *Hypericum perforatum* on Levels of 5-Hydroxytryptamine, Noradrenaline and Dopamine in the Cortex, Diencephalon and Brainstem of the Rat. **Journal of Pharmaceutical and Pharmacology. 51**, 723–8.

[17] Maeda, N., Funahashi, T., Hibuse, T., Nagasawa, A., Kishida, K., Kuriyama, H., Nakamura, T., Kihara, S., Shimomura, I. and Matsuzawa, Y. (2004). Adaptation to Fasting by Glycerol Transport through Aquaporin 7 in Adipose Tissue. **Proceeding of the National Academy Science. 101**, 17801-17816.

[18] Hoover-Plow, J. and Nelson, B. (2007). Oxygen Consumption in Mice (I Strain) after Feeding. **The journal of Nutririon. Nov**., 303-310.

[19] Liu, H., Wang, D.H., Wang, Z.W. (2003). Energy Requirements during Reproduction in Female Brandt's Voles *(Microtus Brandtii).* **Journal of Mammalogy. 84**(4), 1410-1416.

[20] Briggs, G.M. and Calloway, D.H. (1979). **Nutrition and Physical Fitness. 10th ed**., W.B.Saunders Co.,Philadelphia.

[21] Schwandt, P., Richter, W.O. and Weinstock, R.S. (1982). Meta-Analysis of the Cholesterol-Lowering Effects of Dietary Fiber. **Atherosclerosis. 44**, 379 – 383.

[22] Baker, R.A. (1994). Potential Dietary Benefit of *Citrus* Pectin and Fiber. **Food Technology. Nov.**, 133-139.