วารสารพยาบาลตำรวจและวิทยาศาสตร์สุขภาพ
Journal of The Police Nurses and Health Science
JPNHS

ประสิทธิผลของเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมต่อระดับน้ำตาลในเลือด ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูง

THE EFFECTIVENESS OF A DATE-BASED ENERGY GEL ON BLOOD GLUCOSE LEVELS, FATIGUE, AND HEART RATE IN INDIVIDUALS WITH HIGH ENERGY DEMANDS

ชมพูนุท สิงห์มณี[2,*] วิภาดา คุณาวิกติกุล[2] วิไลพรรณ ใจวิไล[2] วรินพร กลั่นกลิ่น[3]
Chomphunut Singmanee Wipada Kunaviktikul Wilaipan Jaiwilai Warinporn Klunklin

[1]การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
This research was funded by Agricultural Research Development Agency (Public Organization)

[2]คณะพยาบาลศาสตร์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ วิทยาเขตอีอีซี อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี 20250
Faculty of Nursing, Panyapiwat Institute of Management, EEC Campus, Sattahip District, Chonburi, 20250, Thailand
[3]คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50100
Faculty of Agro-industry, Chiang Mai University, Mueang Chiang Mai District, Chiang Mai, 50100, Thailand
*Corresponding author E-mail: wipadakun@pim.ac.th

Received: *April 13, 2025* Revised: *December 1, 2025* Accepted: *December 23, 2025*

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมกับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน ต่อระดับน้ำตาลในเลือด ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มคนสุขภาพดีที่ออกกำลังกายโดยการวิ่ง จำนวน 30 คน โดยใช้การออกแบบการสุ่มแบบไขว้ (crossover design) โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับเจลทั้งสองชนิดห่างกัน 7 วัน แล้วทำการประเมินประสิทธิผลระยะก่อน ระยะออกกำลังกาย 30 นาที และระยะหลังการออกกำลังกายในระหว่างที่ได้เจลชนิดนั้น ๆ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติบรรยาย และ Repeated-measure ANOVA

ผลการวิจัยพบว่า ผู้ที่มีสุขภาพดีที่ออกกำลังกายเป็นประจำโดยการวิ่งในช่วงที่ได้รับเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมมีระดับน้ำตาลในเลือด ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับช่วงที่ได้รับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างเจลทั้งสองชนิดในด้านความเหนื่อยล้าและอัตราการเต้นของหัวใจ ($p > .05$) แต่พบว่า เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมมีแนวโน้มเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดได้มากกว่าเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ และทั้งสองเจลสามารถเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีในช่วงออกกำลังกาย 30 นาที และคงระดับน้ำตาลในเลือดได้จนกระทั่งสิ้นสุดการออกกำลังกาย

ดังนั้น เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมสามารถช่วยคงระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างการออกกำลังกายได้ในระยะเวลาเช่นเดียวกับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ แต่ให้ผลต่อความเหนื่อยล้าและอัตราการเต้นของหัวใจ

ไม่แตกต่างกัน การนำเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมมาใช้ จึงอาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของผลิตภัณฑ์เสริมพลังงานสำหรับผู้ที่ออกกำลังกายและมีความต้องการพลังงานจำนวนมากและคงที่

คำสำคัญ : อินทผาลัม, เจลให้พลังงาน, ความเหนื่อยล้า, ระดับน้ำตาลในเลือด, อัตราการเต้นของหัวใจ

Abstract

This quasi-experimental study aimed to compare the effectiveness of a date-based energy gel (Date Gel) with that of a commercial energy gel with similar properties (Commercial Gel) on blood glucose levels, perceived fatigue, and heart rate in healthy adults engaging in exercise. A total of 30 healthy individuals who regularly exercised by running participated in this randomized crossover study. Each participant consumed both types of gels in separate sessions, spaced 7 days apart. Outcomes were assessed at baseline, during a 30-minute exercise session, and post-exercise for each gel condition. Data were analyzed using descriptive statistics and repeated-measures ANOVA.

The results showed that during the sessions when participants consumed the Date Gel, their blood glucose levels, fatigue, and heart rates were elevated, similar to the sessions when the Commercial Gel was used. However, there were no statistically significant differences between the two gels in terms of fatigue or heart rate ($p > .05$). Notably, the Date Gel tended to produce a slightly greater increase in blood glucose levels compared to the Commercial Gel. Both gels were effective in elevating and maintaining blood glucose throughout the 30-minute exercise period until the session ended.

These findings suggest that the Date Gel can help sustain blood glucose levels during exercise comparably to the Commercial Gel, with no significant differences in its effects on fatigue and heart rate. Therefore, the Date Gel may serve as a viable alternative for individuals who engage in prolonged physical activity and require consistent energy support.

Keywords: date palm, energy gel, fatigue, blood sugar level, heart rate

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผู้ใช้พลังงานสูง (high energy demands) ได้แก่ นักกีฬา ผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ แรงงานที่ทำงานหนัก ตลอดจนผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ผู้ป่วยที่อยู่ในช่วงฟื้นฟูสภาพหลังการเจ็บป่วยเป็นกลุ่มที่ต้องการพลังงานเพื่อคงไว้ซึ่งสมรรถภาพทางกาย ความทนทาน และการฟื้นตัวอย่างมีประสิทธิภาพ (Thomas et al., 2016) การใช้พลังงานในระดับสูงอย่างต่อเนื่องจะส่งผลให้เกิดความเหนื่อยล้า (fatigue) ซึ่งบุคคลจะรู้สึกหมดแรง ทั้งร่างกายและจิตใจ ส่งผลต่อความสามารถในการทำงาน สมาธิ และคุณภาพชีวิต (Bower, 2014) นอกจากนี้ ความเหนื่อยล้ายังสัมพันธ์กับระดับน้ำตาลในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงผิดปกติ โดยเฉพาะในช่วงก่อนหรือหลังการออกกำลังกายอย่างหนัก

ความเหนื่อยล้าเป็นอาการที่สามารถพบได้ในหลากหลายกลุ่มประชากร จากข้อมูลของ National Safety Council (2022) ระบุว่าแรงงานในสหรัฐอเมริกา มากกว่าร้อยละ 43 นอนหลับไม่เพียงพอ ซึ่งนำไปสู่ความเหนื่อยล้าและประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ตลอดจนในผู้ป่วยโรคมะเร็งสามารถพบอาการเหนื่อยล้าในระหว่างการรักษาได้ร้อยละ 62 และร้อยละ 51 มีอาการเหนื่อยล้า

หลังการรักษา ประกอบกับบริบทวิถีชีวิตยุคปัจจุบันที่มีความเร่งรีบและการเผชิญกับความเครียดจากหลายปัจจัย ความเหนื่อยล้าจึงกลายเป็นปัญหาที่ส่งผลต่อสุขภาวะทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ

ความเหนื่อยล้าจึงเป็นปัญหาสำคัญที่พยาบาลควรให้การดูแลและส่งเสริมสุขภาพอย่างเหมาะสม โดยอาจอาศัยหลักการของการส่งเสริมสุขภาพ (health promotion) ให้บุคคลมีทางเลือกในการดำเนินชีวิตให้เกิดสุขภาวะที่ดี ปลอดภัย และมีคุณภาพชีวิตที่ยั่งยืน และจากหลักการของกฎบัตรออตตาวาขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, 1986) พยาบาลมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมสุขภาพโดยตรง เนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์ใกล้ชิดกับบุคคล ครอบครัว และชุมชนอย่างต่อเนื่อง พยาบาลมิได้จำกัดบทบาทของตนเองเพียงแค่การดูแลรักษาเมื่อเจ็บป่วยเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงการป้องกันโรคและส่งเสริมสุขภาพเชิงรุก ยิ่งไปกว่านั้น บทบาทของพยาบาลในยุคสมัยใหม่ได้ขยายไปสู่การเป็นนวัตกร (Innovator) ที่สามารถบูรณาการองค์ความรู้ด้านสุขภาพเข้ากับศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนได้อย่างเป็นรูปธรรม

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์เพิ่มพลังงานที่มีส่วนประกอบหลักเป็นน้ำตาลสังเคราะห์หรือคาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยว อาจทำให้ผู้ที่บริโภคเข้าไปมีระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้นรวดเร็วและลดลงอย่างฉับพลันในภายหลังการรับประทาน ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายและอาจมีผลที่ไม่พึงประสงค์ต่อผู้ที่มีภาวะดื้ออินซูลินหรือโรคเมตาบอลิก (Guarino et al., 2022) นอกจากนี้ ในผลิตภัณฑ์เพิ่มพลังงาน ยังมี คาเฟอีนและสารกระตุ้นอื่น ๆ เช่น ทอรีน หรือกัวรานา มีฤทธิ์เพิ่มการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตสูงขึ้น ซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดอาการใจสั่น ความดันโลหิตสูงเฉียบพลัน หรือหัวใจเต้นผิดจังหวะในบางราย (Gutiérrez-Hellín, & Varillas-Delgado, 2021) การติดตามตัวชี้วัดทางสรีรวิทยาเหล่านี้มีความสำคัญต่อความปลอดภัย โดยเฉพาะในผู้ที่มีโรคประจำตัว หรือผู้ที่ออกกำลังกาย หรือผู้ที่บริโภคผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเป็นประจำ เพื่อป้องกันผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่รู้ตัวและเพื่อให้สามารถควบคุมการบริโภคได้อย่างเหมาะสม

ข้อจำกัดของผลิตภัณฑ์เพิ่มพลังงานยังมีในส่วนของราคา เนื่องจากผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นสินค้านำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้มีต้นทุนสูง และกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงได้ง่าย การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทดแทนจากวัตถุดิบในประเทศที่มีคุณค่าทางโภชนาการจึงน่าจะเป็นทางเลือกที่ดี เพราะยังมีหลักฐานยืนยันจำนวนมากว่า ผลิตภัณฑ์เพิ่มพลังงานสามารถช่วยเพิ่มความตื่นตัวและสมรรถภาพทางกายได้จริง ด้วยมีส่วนประกอบสำคัญ คือ คาเฟอีนตามที่กล่าวมา ซึ่งมีบทบาทกระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้หัวใจเต้นเร็ว ตื่นตัว ลดความง่วง และช่วยให้มีสมาธิได้มากขึ้น ซึ่งเกิดจากกลไกการยับยั้งตัวรับอะดีโนซีนที่เกี่ยวข้องกับความเหนื่อยล้า (Gutiérrez-Hellín, & Varillas-Delgado, 2021) ด้านการออกกำลังกาย ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า การได้รับคาเฟอีนหรือผลิตภัณฑ์เพิ่มพลังงานก่อนการออกแรงสามารถเพิ่มความทนต่อการออกกำลังกาย และยืดระยะเวลาในการเกิดความเหนื่อยล้า รวมทั้งช่วยให้สามารถทำกิจกรรมได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในนักกีฬาและบุคคลทั่วไป (Martins, Guilherme, Ferreira, de Souza-Junior, & Lancha Jr, 2020) ตลอดจนผู้ที่ทำงานที่ต้องใช้สมาธิอย่างต่อเนื่อง เช่น งานกะกลางคืนหรือการเฝ้าระวังเครื่องจักรที่ต้องอาศัยสติ ความแม่นยำ และการตัดสินใจ (Gutiérrez-Hellín, & Varillas-Delgado, 2021) แม้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์เพิ่มพลังงานจะเกิดในช่วงเวลาสั้น ๆ แต่สะท้อนให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เพิ่มพลังงานสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและการออกกำลังกายได้เมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

ดังนั้น การทำงานร่วมกันระหว่างพยาบาล นักวิทยาศาสตร์การอาหาร เกษตรกร และผู้ประกอบการ

ในอุตสาหกรรมเกษตร จึงเป็นการทำงานแบบผสมผสานองค์ความรู้เพื่อการดูแลสุขภาพร่วมกับการใช้ความเชี่ยวชาญด้านวัตถุดิบธรรมชาติที่ตอบโจทย์ทั้งในด้านสุขภาพของผู้บริโภคและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรในประเทศไปพร้อมกัน จะทำให้ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์เพิ่มพลังงานได้รับความปลอดภัยในการบริโภค

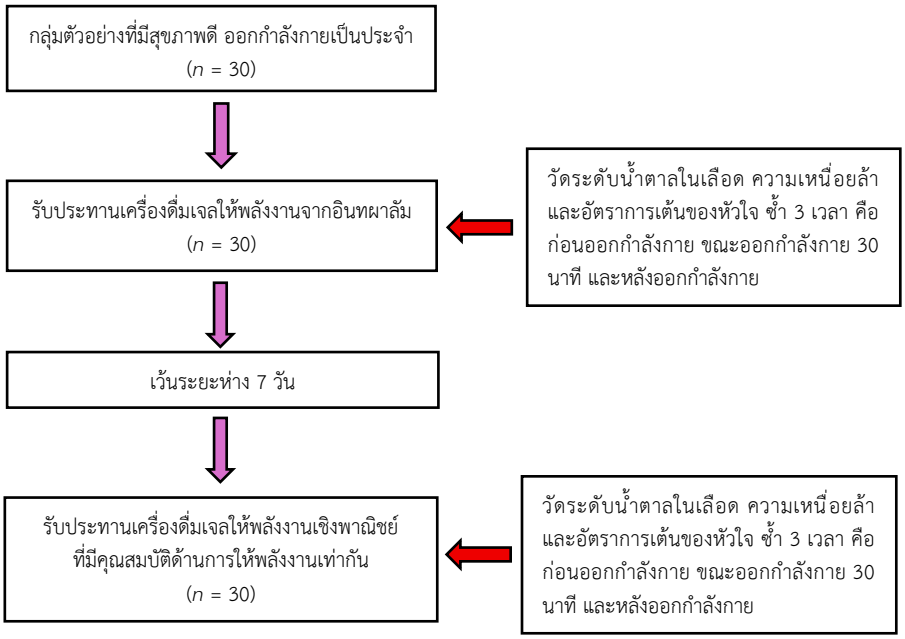
อินทผาลัม (Phoenix dactylifera L.) เป็นผลไม้ที่ให้พลังงานจากน้ำตาลธรรมชาติในรูปของน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส และน้ำตาลซูโครส ที่เมื่อรับประทานเข้าไปแล้ว ร่างกายสามารถดูดซึมได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัย โดยเฉลี่ย 100 กรัมของอินทผาลัมให้พลังงาน 282 กิโลแคลอรี มีองค์ประกอบของกลูโคสร้อยละ 23 – 30 ฟรุกโตส ร้อยละ 19 - 28 และใยอาหารร้อยละ 7 - 10 (Al-Farsi & Lee, 2008) นอกจากนี้ อินทผาลัมยังมีวิตามินซี โพแทสเซียม แมกนีเซียม และสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง ซึ่งช่วยลดการอักเสบและชะลอความเหนื่อยล้า รวมทั้งมีสารอาหารและแร่ธาตุ ได้แก่ เซเลเนียม คอปเปอร์ วิตามินบี โปแตสเซียม แมกนีเซียม ผลการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของอินทผาลัมพบว่า ผลของอินทผาลัมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ลดไขมันและน้ำตาลในเลือดได้จริง (Chainok, 2016; Muangsirikul, 2019) ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเจลให้พลังงานจากอินทผาลัม โดยใช้กระบวนการ Hot Filling Process เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยไม่ใช้วัตถุกันเสีย โดยผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นนี้ให้พลังงาน 112 กิโลแคลอรีต่อ 40 กรัม และได้รับการอนุมัติเลขสารบนอาหาร 70-1-09362-6-0051 (Jaiwilai, Singmanee, Kunaviktikul, & Klunklin, 2024) โดยเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมเหมาะสมสำหรับการเติมพลังงานในระยะสั้น อย่างไรก็ตาม ข้อดีของอินทผาลัมที่ผ่านมามีหลักฐานเชิงประจักษ์พอสมควร แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาประสิทธิผลอินทผาลัมในรูปแบบเจลให้พลังงานต่อระดับน้ำตาลในเลือด ความเหนื่อยล้าและอัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มประชากรคนไทยที่มีความต้องการพลังงานสูง และยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลกับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์มาก่อน ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมการนำผลไม้ท้องถิ่นที่พบได้ในประเทศไทยมาใช้ในการส่งเสริมสุขภาพและลดค่าใช้จ่ายในการบริโภคผลิตภัณฑ์ให้พลังงานสูงที่มีขายตามท้องตลาด ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลของเจลจากอินทผาลัมต่อระดับน้ำตาลในเลือด ความเหนื่อยล้าและอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางการส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มผู้ใช้พลังงานสูงที่จะบริโภคเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมอย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัยต่อไป

วัตถุประสงค์วิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมต่อระดับน้ำตาลในเลือด ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูง
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมกับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูง ต่อระดับน้ำตาลในเลือด ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ แต่ละช่วงเวลาของการออกกำลังกาย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental research design) แบบกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม ได้รับผลิตภัณฑ์แบบไขว้ (crossover design) เป็นเจลให้พลังงาน 2 ชนิด คือ เครื่องดื่มเจลให้พลังงานจากอินทผาลัม และเครื่องดื่มเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ ซึ่งทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติด้านการให้พลังงานเท่ากัน (ภาพ 1) แล้ววัดระดับน้ำตาลในเลือด ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ ซ้ำ 3 ครั้ง (เวลา) คือ ก่อนออกกำลังกาย ขณะออกกำลังกาย 30 นาที และหลังออกกำลังกาย



ภาพ 1 การออกแบบการทดลอง

ตัวอย่าง คือ ผู้ที่มีสุขภาพดี ออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 30 ราย ที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (simple random sampling) และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างก่อนการสุ่ม ดังนี้

1. เป็นผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ (วันละ 30 นาที 3 วันต่อสัปดาห์)
2. ไม่มีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย
3. ไม่มีประวัติการแพ้สารอาหารที่เป็นส่วนประกอบในเครื่องดื่มเจลให้พลังงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย

1. เจลให้พลังงานจากอินทผาลัม ซึ่งทีมผู้วิจัยได้คิดค้นร่วมกับบริษัท ฟู้ดส์ อินโน สตาร์ท อัพ จำกัด และได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) โดยนำอินทผาลัมมาเข้าสู่กระบวนการ Hot Filling Process เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น โดยไม่ใช้วัตถุกันเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งผลิตภัณฑ์เจลที่พัฒนาขึ้นนี้ให้พลังงาน 110 กิโลแคลอรีต่อ 40 กรัม และมีส่วนประกอบสำคัญ คือ อินทผาลัม มอลโตเดกซ์ตริน กรดซิตริก โพแทสเซียมคลอไรด์ และสารแต่งกลิ่นส้มและสตรอว์เบอร์รี องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 77.2 เถ้าร้อยละ 1.90 และความชื้นร้อยละ 20.9 ปริมาณ ฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 23.32 ± 0.92 มิลลิกรัม ผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ขนาด 40 กรัม และมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสได้อย่างน้อย 1.2 ปี โดยผ่านมาตรฐานความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุปิดสนิท (ฉบับที่ 355/2556) และประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง มาตรฐานและวิธีตรวจวิเคราะห์อาหารด้านจุลินทรีย์ก่อโรค (ฉบับที่ 416/2563) และได้รับการอนุมัติเลขสารบนอาหาร 70-1-09362-6-0051 (Jaiwilai et al., 2024)

2. เครื่องดื่มเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ มีลักษณะและส่วนผสมใกล้เคียงกับเจลให้พลังงานจากอินทผาลัม และผ่านการรับรองมาตรฐานอาหาร

และยาว่า สามารถรับประทานได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย แต่ต้องรับประทานภายใต้คำแนะนำตามฉลากบริโภคได้ประกาศไว้

3. เครื่องตรวจน้ำตาลปลายนิ้ว Sinocare รุ่น Safe AQ smart และแถบตรวจ ซึ่งได้รับการตรวจวัดค่ามาตรฐานโดยบริษัทมาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และรายงานค่าระดับน้ำตาลในเลือดเป็นหน่วย มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ (mg%)

4. นาฬิกา Smart Watch ยี่ห้อ Garmin รุ่น Venu 3 ซึ่งมีเซนเซอร์ Elevate Gen 5 และใช้ระบบ“wrist-based heart rate monitor” เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นหัวใจแบบข้อมือที่สามารถตรวจวัดสัญญาณ PPG (Photoplethysmography) ได้แม่นยำขึ้นทั้งในขณะพักและระหว่างออกกำลังกาย ซึ่งจากการทดสอบภาคสนามในอาสาสมัครพบว่าค่าที่ได้มีความสอดคล้องกับอุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบสายคาดอก (ECG-grade chest strap) จึงเป็นที่ยอมรับในการตรวจอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate: HR) อย่างไรก็ตามความแม่นยำอาจลดลงเมื่อมีการเคลื่อนไหวรุนแรงเหงื่อมาก หรือแสงรบกวนที่ข้อมือแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ทางคลินิกที่เชื่อถือได้ (Garmin, 2023)

ส่วนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ความถี่ในการออกกำลังกาย ประวัติการใช้เครื่องดื่มให้พลังงาน

2. แบบบันทึกข้อมูลระดับน้ำตาลในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ

3. แบบประเมินความเหนื่อยล้า ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ Rating of Perceived Exertion (RPE) ของ Borg CR 10 (Borg, 1998; Ardalan et al., 2018) ซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปในการประเมินความเหนื่อยล้าจากการออกกำลังกาย มีคะแนนตั้งแต่ 0 (ไม่เหนื่อยหรือพัก) ถึง 10 (เหนื่อยอย่างมากจนแทบทนไม่ไหว) ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกับตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัย จำนวน 10 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .83

การพิทักษ์สิทธิ์ การวิจัยนี้ได้รับอนุมัติการทำวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ตามหนังสือเลขที่ PIM-REC 009/2567 ลงวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ.2567 ซึ่งผู้วิจัยก่อนขอความยินยอมได้มีการประกาศเชิญชวนอาสาสมัครสุขภาพดี และนัดหมายวัน เวลา สถานที่ เพื่อเข้าพบให้ข้อมูลรายละเอียดโครงการวิจัย ตลอดจนประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย และในระหว่างการวิจัยหากได้รับความไม่สุขสบายสามารถขอถอนตัวจากการวิจัยได้ตลอดเวลา และถ้าได้รับผลกระทบจากเจลเพิ่มพลังงานในการศึกษา ผู้วิจัยและคณะจะเป็นผู้ประสานให้การช่วยเหลือและดูแลเรื่องค่าใช้จ่ายในการรักษาที่เหมาะสม หากเกิดเหตุไม่พึงประสงค์เกิดขึ้น และข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บรักษาเป็นความลับ นำเสนอในภาพรวมเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางสุขภาพ ซึ่งเมื่ออาสาสมัครยินดีเข้าร่วมการวิจัย และผู้วิจัยจึงให้ลงนามแสดงความยินยอม

การเก็บรวบรวมข้อมูล ภายหลังได้รับการอนุมัติจริยธรรมการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. นัดหมายครั้งที่ 1 เพื่อทดลองใช้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัม (ปิดชื่อผลิตภัณฑ์)

1.1 เจาะเลือดปลายนิ้วเพื่อบันทึกค่าระดับน้ำตาลในเลือด ประเมินคะแนนความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ

1.2 ให้ตัวอย่างรับประทานเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมเพื่อสุขภาพ จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 30 นาที

1.3 เจาะเลือดปลายนิ้วเพื่อบันทึกค่าระดับน้ำตาลในเลือด ประเมินคะแนนความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ หลังออกกำลังกาย ณ เวลา 30 นาที

1.4 เจาะเลือดปลายนิ้วเพื่อบันทึกค่าระดับน้ำตาลในเลือด ประเมินคะแนนความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกาย

2. นัดหมายครั้งที่ 2 (ห่างจากครั้งแรก 7 วัน) นัดหมายสำหรับการทดลองใช้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ (ปิดชื่อผลิตภัณฑ์)

2.1 เจาะเลือดปลายนิ้วเพื่อบันทึกค่าระดับน้ำตาลในเลือด ประเมินคะแนนความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ

2.2 ให้ตัวอย่างรับประทานเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ (ปิดชื่อผลิตภัณฑ์) ที่มีขายตามท้องตลาด จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งออกกำลังกายในระยะเวลา 30 นาที

2.3 เจาะเลือดปลายนิ้วเพื่อบันทึกค่าระดับน้ำตาลในเลือด ประเมินคะแนนความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ ในระยะเวลา 30 นาที

2.4 เจาะเลือดปลายนิ้วเพื่อบันทึกค่าระดับน้ำตาลในเลือด ประเมินคะแนนความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังการออกกำลังกาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลส่วนบุคคลวิเคราะห์ด้วยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ระดับน้ำตาลในเลือด (ปลายนิ้ว) ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือด (ปลายนิ้ว) ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ โดยใช้สถิติ Repeated Measure ANOVA ซึ่งก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยมีการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติ ซึ่งผลการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สถิติพบว่า ข้อมูลในการวิจัยนี้สามารถในไปวิเคราะห์ Repeated Measure ANOVA ได้

ผลการวิจัย

ผู้ที่มีสุขภาพดีและออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 30 คน เป็นเพศชาย ร้อยละ 83.33 เพศหญิง ร้อยละ 16.67 อายุ 41 - 50 ปี ร้อยละ 36.7 อายุ 31 - 40 ปี ร้อยละ 30 ตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการวิจัยทั้งหมดไม่มีโรคประจำตัว ส่วนใหญ่ร้อยละ 96.7 มีการฝึกซ้อมวิ่งเป็นประจำ และเคยรับประทานเจลให้พลังงานสำหรับนักกีฬามาก่อนทุกคน ร้อยละ 100

ผลการวิเคราะห์ระดับน้ำตาลในเลือด (ปลายนิ้ว) ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ ของกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูงในช่วงที่ได้รับเจลให้พลังงานจากอินทผาลัม พบว่า

ระดับน้ำตาลในเลือด (ปลายนิ้ว) ก่อนได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมมีค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติ (M = 95.97, SD = 13.56) และเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ หลังได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมและหลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย (M = 144.70, SD = 41.54 และ M = 137.70, SD = 48.50 ตามลำดับ) ดังตาราง 1

ความเหนื่อยล้า ก่อนได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมไม่มีความเหนื่อยล้าเลย และหลังได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมและหลังออกกำลังกาย 30 นาที มีคะแนนเฉลี่ยความเหนื่อยล้าอยู่ในระดับมาก (M = 5.30, SD = 1.47) และเพิ่มขึ้นในระดับมากที่สุด หลังเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย (M = 7.80, SD = 1.32) ดังตาราง 1

อัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในเกณฑ์ปกติ (M = 70.37, SD = 12.34) และหลังได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมมีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นทั้งหลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย (M = 150.47, SD = 18.98 และ M = 159.10, SD = 18.26 ตามลำดับ) ดังตาราง 1

ตาราง 1 ระดับน้ำตาลในเลือด (ปลายนิ้ว) ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูง ในช่วงที่ได้รับเจลให้พลังงานจากอินทผาลัม (*n* = 30)

ตัวบ่งชี้ประสิทธิผล	*Min*	*Max*	*M*	*SD*
ระดับน้ำตาลในเลือด (mg%)				
ก่อนได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัม	81	143	95.97	13.56
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย 30 นาที	90	259	144.70	41.54
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย	72	272	137.70	48.50
ความเหนื่อยล้า (คะแนน 0 - 10 คะแนน)				
ก่อนได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัม	0	0	0.00	0.00
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย 30 นาที	2	8	5.30	1.47
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย	3	10	7.80	1.32
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)				
ก่อนได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัม	40	97	70.37	12.34
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย 30 นาที	116	186	150.47	18.98
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย	122	191	159.10	18.26

เมื่อผ่านไป 7 วัน ระดับน้ำตาลในเลือด (ปลายนิ้ว) ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจ ของกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูงในช่วงที่ได้รับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ มีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

ระดับน้ำตาลในเลือด (ปลายนิ้ว) ก่อนได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ มีค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติ (*M* = 97.17, *SD* = 15.04) และเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติเล็กน้อย หลังได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์และหลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย (*M* = 116.17, *SD* = 29.81 และ *M* = 117.03, *SD* = 20.20 ตามลำดับ) ดังตาราง 2

ความเหนื่อยล้า ก่อนได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ไม่มีความเหนื่อยล้าเลย และหลังได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์และหลังออกกำลังกาย 30 นาที มีคะแนนเฉลี่ยความเหนื่อยล้าอยู่ในระดับมาก (*M* = 5.40, *SD* = 1.81) และเพิ่มขึ้นในระดับมากที่สุด หลังเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย (*M* = 7.87, *SD* = 1.43) ดังตาราง 2

อัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในเกณฑ์ปกติ (*M* = 74.50, *SD* = 13.55) และหลังได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์มีค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นทั้งในช่วงหลังออกกำลังกาย 30 นาที และหลังเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย (*M* = 151.93, *SD* = 18.03 และ *M* = 157.00, *SD* = 21.46 ตามลำดับ) ดังตาราง 2

ตาราง 2 ระดับน้ำตาลในเลือด (ปลายนิ้ว) ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจของกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูง ในช่วงที่ได้รับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ (*n* = 30)

ตัวบ่งชี้ประสิทธิผล	*Min*	*Max*	*M*	*SD*
ระดับน้ำตาลในเลือด (mg%)				
ก่อนได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์	73	132	97.17	15.04
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย 30 นาที	60	214	116.17	29.81
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย	84	181	117.03	20.20

ตัวบ่งชี้ประสิทธิผล	*Min*	*Max*	*M*	*SD*
ความเหนื่อยล้า (คะแนน 0 - 10 คะแนน)				
ก่อนได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์	0	0	0.00	0.00
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย 30 นาที	3	9	5.40	1.81
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย	4	10	7.87	1.43
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)				
ก่อนได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์	50	114	74.50	13.55
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย 30 นาที	100	183	151.93	18.03
หลังได้เจลและหลังออกกำลังกาย	110	190	157.00	21.46

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมกับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูง พบว่า เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมกับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์มีความแปรปรวนแปรปรวนร่วมของความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) ในขณะที่ การรับประทานเจลให้พลังงานทั้งสองชนิดไม่พบความแตกต่างกันในด้านความเหนื่อยล้าและอัตราการเต้นของหัวใจ ($p > .05$) โดยค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดของทั้งสองเจลมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 1 คู่ระยะเวลา ($p < .05$) ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ประสิทธิผลของเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมกับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูง

ตัวชี้วัดประสิทธิผล	*Type III Sum of Squares*	*df*	*MS*	*F*	*p*
ระดับน้ำตาลในเลือด (mg%)					
ระยะเวลา	42099.91	1.73	24343.17	42.19	.000
ระยะเวลา x กลุ่ม	7120.53	1.73	4117.26	7.14	.002
กลุ่ม x ระดับน้ำตาลในเลือด	11520.00	1.00	11520.00	6.08	.017
ความเหนื่อยล้า					
ระยะเวลา	327.90	1.71	191.39	475.45	.000
ระยะเวลา x กลุ่ม	.10	1.71	.06	.15	.833
กลุ่ม x ความเหนื่อยล้า	.20	1.00	.20	.47	.495
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)					
ระยะเวลา	271626.48	1.64	165920.37	839.571	.000
ระยะเวลา x กลุ่ม	293.43	1.64	179.24	.907	.390
กลุ่ม x อัตราการเต้นของหัวใจ	61.25	1.00	61.25	.105	.747

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิผลของเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมกับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูง เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดเป็นรายคู่ระยะเวลาในช่วงเวลาที่แตกต่างกันพบว่า กลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูงช่วงที่ได้รับเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมมีค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงที่ได้รับ

เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์จริง โดยในช่วงหลังได้รับเจลให้พลังงานจากอินทผาลัม กลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูงมีค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงก่อนได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมทั้งช่วงหลังออกกำลังกาย 30 นาที และภายหลังออกกำลังกายเสร็จสิ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .05$) โดยมีการลดลงของค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดเล็กน้อยหลังออกกำลังกายเสร็จ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างหลังออกกำลังกาย 30 นาที กับหลังออกกำลังกายเสร็จ ($p > .05$) (ตาราง 4) เช่นเดียวกับเมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 7 วัน พบว่า กลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูงกลุ่มเดิมเมื่อได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์มีการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกัน แต่มีค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่า และค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดนั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > .05$) (ตาราง 5)

ตาราง 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดของเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูงเป็นรายคู่ตามช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (n=30)

ตัวบ่งชี้ประสิทธิผล	*M*	*MD*		
		1	2	3
ระดับน้ำตาลในเลือด (mg%)				
1. ก่อนได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัม	95.97			
2. หลังได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมและหลังออกกำลังกาย 30 นาที	144.70	-48.73*		
3. หลังได้เจลให้พลังงานจากอินทผาลัมและหลังออกกำลังกาย	137.70	-41.73*	7.00	

*$p < .05$

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลในเลือดของเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูงเป็นรายคู่ตามช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (n=30)

ตัวบ่งชี้ประสิทธิผล	*M*	*MD*		
		1	2	3
ระดับน้ำตาลในเลือด (mg%)				
1. ก่อนได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์	97.17			
2. หลังได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์และหลังออกกำลังกาย 30 นาที	116.17	-19.00*		
3. หลังได้เจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์และหลังออกกำลังกาย	117.03	-19.87*	-.87	

*$p < .05$

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาประสิทธิผลของเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมกับเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ต่อระดับน้ำตาลในเลือด ความเหนื่อยล้า และอัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูงที่มีการออกกำลังกายเป็นประจำ สามารถสรุปได้ดังนี้

ระดับน้ำตาลในเลือด ผลการวิจัยพบว่าเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการบริโภคและหลังออกกำลังกาย 30 นาที ซึ่งการเพิ่มขึ้นนี้แสดงให้เห็นว่าเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมมีประสิทธิภาพในการนำส่งคาร์โบไฮเดรตไปใช้อย่างรวดเร็ว โดยทำให้ระดับน้ำตาลในเลือด

เพิ่มขึ้นทันทีหลังบริโภค และสามารถคงระดับพลังงานไว้ได้ตลอดระยะเวลาการออกกำลังกาย สอดคล้องกับองค์ประกอบทางโภชนาการของอินทผาลัมที่อุดมด้วยกลูโคส ฟรุกโตส และซูโครสในสัดส่วนที่ต่างกัน ทำให้เกิดการดูดซึมและปลดปล่อยพลังงานอย่างต่อเนื่อง (Al-Farsi & Lee, 2008) กลไกนี้ช่วยสนับสนุนความต้องการพลังงานของกล้ามเนื้อในช่วงออกกำลังกาย ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่ตกลงอย่างรวดเร็วเหมือนการใช้คาร์โบไฮเดรตชนิดเดี่ยว สอดคล้องกับหลักการทางสรีรวิทยาที่ระบุว่า คาร์โบไฮเดรตจากอาหารหรือผลิตภัณฑ์เสริมสามารถถูกย่อยและดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ร่างกายสามารถนำกลูโคสไปใช้เป็นพลังงานทันทีเพื่อสนับสนุนการทำงานของกล้ามเนื้อ (Jeukendrup, 2014) นอกจากนี้ น้ำตาลตามธรรมชาติในอินทผาลัมช่วยเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดก่อนออกกำลังกายและช่วยให้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในช่วงกิจกรรมที่ใช้แรงต่อเนื่อง (Aljaloud & Colleran, 2016)

ระดับความเหนื่อยล้าของกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการออกกำลังกาย ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทางสรีรวิทยาที่ระบุว่า เมื่อร่างกายออกกำลังกายต่อเนื่องจะมีการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง การสลายไกลโคเจนเพิ่มขึ้น และเกิดการสะสมของกรดแลกติกในกล้ามเนื้อ ส่งผลให้เกิดความเหนื่อยล้าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาและความหนักของการออกกำลังกาย การออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางถึงหนักทำให้ระดับความเหนื่อยล้าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kenney, Wilmore, & Costill, 2021)

อัตราการเต้นของหัวใจผลการวิจัยพบว่าค่าอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มสูงขึ้นหลังออกกำลังกายและสูงสุดหลังจบกิจกรรม ซึ่งผลที่เกิดขึ้นน่าจะเกิดจากกลไกการตอบสนองของระบบหัวใจและหลอดเลือด เมื่อร่างกายใช้พลังงานมากขึ้น กล้ามเนื้อมีความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้หัวใจต้องสูบฉีดเลือดอย่างรวดเร็วและแรงขึ้น ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นตามความหนักและระยะเวลาการออกกำลังกาย (Kenney, Wilmore, & Costill, 2021) จึงอาจไม่ได้เกิดจากการบริโภคเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมและเจลให้พลังงานเชิงพาณิชย์ เพราะไม่สามารถทำให้อัตราการเต้นของหัวใจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้โดยตรง สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าการบริโภคเจลให้พลังงานช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเลือดและลดความเหนื่อยล้าของนักกีฬาได้เป็นสำคัญ (Kyu, Thed, & John, 2024)

อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยครั้งนี้ยังพบว่าเจลให้พลังงานจากอินทผาลัมสามารถเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดได้สูงกว่าเจลเชิงพาณิชย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วง 30 นาทีหลังการบริโภคและคงระดับน้ำตาลในเลือดขณะออกกำลังกายได้ดีกว่า เนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตหลายชนิดจึงช่วยเพิ่มการดูดซึมในลำไส้ผ่านหลายช่องทางลำเลียง ทำให้มีอัตราการปล่อยพลังงานเพิ่มมากขึ้น และรักษาระดับน้ำตาลในเลือดได้คงที่ (Cermak & van Loon, 2013) ซึ่งการใช้คาร์โบไฮเดรตในรูปแบบเจลสามารถช่วยรักษาความมั่นคงของระดับน้ำตาลในเลือดระหว่างการออกกำลังกายหนักได้ (Patterson & Gray, 2007) นอกจากนี้ในเจลอินทผาลัมมีองค์ประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระ จึงช่วยลดการเกิด Oxidative stress จากการออกกำลังกาย ทำให้การออกกำลังกายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Al-Farsi & Lee, 2008)

ส่วนความเหนื่อยล้าที่ไม่พบความแตกต่างทางสถิตินั้น อาจเนื่องจากทั้งสองเจลให้พลังงานได้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ซึ่งมีการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์คาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ให้ผลต่อความเหนื่อยล้าในทิศทางเดียวกัน หากปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ได้รับเพียงพอต่อความต้องการพลังงานของร่างกาย (Naderi et al, 2023) เช่นเดียวกันกับอัตราการเต้นของหัวใจที่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างเจลสองชนิดนี้ อาจด้วยอัตราการเต้นของหัวใจไม่ใช่ตัวชี้วัดที่สะท้อนประสิทธิผลของ

เจลเสริมพลังงาน แต่อัตราการเต้นของหัวใจเป็นตัวชี้วัดที่สัมพันธ์กับความหนักของกิจกรรมมากกว่า (Kenney, Wilmore, & Costill, 2021) และเจลให้พลังงานทั้งสองชนิดมีปริมาณและชนิดคาร์โบไฮเดรตใกล้เคียงกัน ทำให้พลังงานที่ถูกนำไปใช้ระหว่างออกกำลังกายอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน การตอบสนองของระบบหัวใจและหลอดเลือดจึงไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน (Cermak & van Loon, 2013)

ดังนั้น ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบทบาทของพยาบาลด้านการส่งเสริมสุขภาพ โดยให้คำแนะนำเรื่องการบริโภคอาหารและผลิตภัณฑ์เสริมพลังงานที่เหมาะสมในกลุ่มผู้ที่ต้องการพลังงานสูง ลดความเหนื่อยล้า และส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพเชิงรุกสำหรับผู้ที่มีความต้องการพลังงานสูง นอกจากนี้ พยาบาลในยุคปัจจุบันยังทำหน้าที่เป็นผู้ส่งเสริมสุขภาพ (health promoter) ผู้สอน (educator) และนวัตกร (innovator) การนำผลการวิจัยไปสู่การปฏิบัติจริงผ่านการสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเลือกผลิตภัณฑ์พลังงานที่เหมาะสมจึงเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพเชิงรุกให้กับประชาชนผู้สนใจและรักสุขภาพต่อไป

ข้อจำกัดในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ใช้ตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว ซึ่งมีความเฉพาะในประเด็นเป็นผู้ที่มีสุขภาพดีและมีการออกกำลังกายเป็นประจำ รวมทั้งมีระยะเวลาในการทดลองอย่างจำกัด ดังนั้น การนำผลการวิจัยไปใช้อาจต้องใช้ด้วยความระมัดระวังเพื่อความปลอดภัยของกลุ่มเสี่ยงที่บริโภคเจลให้พลังงาน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในกลุ่มผู้ที่ใช้พลังงานสูงกลุ่มอื่น ๆ เช่น กลุ่มผู้สูงอายุ หรือผู้ป่วยที่มีภาวะขาดพลังงานอย่างเรื้อรัง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องดื่มเจลจากอินทผาลัมในการบำรุงพลังงาน และลดความเหนื่อยล้า

2. ควรเพิ่มระยะเวลาการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิผลในระยะยาว และศึกษาเปรียบเทียบในเชิงเศรษฐศาสตร์สุขภาพ

เอกสารอ้างอิง

Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48*(10), 877-887. https://doi.org/10.1080/10408390701724264

Aljaloud, S. O., & Colleran, H. L. (2016). Nutritional value and therapeutic properties of date fruit. *Sports and Nutrition Journal, 5*(3), 150–158.

Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales.* Human Kinetics.

Bower, J. E. (2014). Cancer-related fatigue-Mechanisms, risk factors, and treatments. *Nature Reviews Clinical Oncology, 11*(10), 597–609. https://doi.org/10.1038/nrclinonc.2014.127

Cermak, N. M., & van Loon, L. J. C. (2013). The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. *Sports Medicine, 43*(11), 1139–1155.

Chainok, K. (2016). *Inthaphalum..Inthaphalam...Phonlamai hai phalangngan.* Retrieved from https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/320/อินทผาลัม

Garmin. (2023). *Venu® 3 series product specifications.* Garmin. https://www.garmin.com

Guarino, G., Strollo, F., Della-Corte, T., Satta, E., Romano, C., Alfarone, C., . . . Gentile, S. (2022). Comparison between policaptil gel retard and metformin by testing of temporal changes in patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Diabetology, 3*(2), 315-327. https://doi.org/10.3390/diabetology3020022

Gutiérrez-Hellín, J., & Varillas-Delgado, D. (2021). Energy drinks and sports performance, cardiovascular risk, and genetic associations; future prospects. *Nutrients, 13*(3), 715. https://doi.org/10.3390/nu13030715

Jaiwilai, W., Singmanee, C., Kunaviktikul, W., & Klunklin, W. (2024). *Research and development of a prototype date palm–based energy gel beverage for health.* Agricultural Research Development Agency (Public Organization).

Jeukendrup, A. E. (2014). A step towards personalized sports nutrition: Carbohydrate intake during exercise. *Sports Medicine, 44*(Suppl 1), 25–33. https://doi.org/10.1007/s40279-014-0148-z

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2021). *Physiology of sport and exercise* (7 th ed.). Human Kinetics.

Kyu, M. S. L., Thed, S. T., & John, J. J. (2024). Development of jujube matcha energy gel and its effect on physical endurance performance of young active subjects. *Food Research, 8*(2), 184-191. https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(2).628

Martins, G. L., Guilherme, J. P. L. F., Ferreira, L. H. B., de Souza-Junior, T. P., & Lancha Jr, A. H. (2020). Caffeine and exercise performance: Possible directions for definitive findings. *Frontiers in Sports and Active Living,* 2, 574854. https://doi.org/10.3389/fspor.2020.574854

Muangsirikul, P. (2019). *Study of antioxidant activity and total phenolic compounds of Phoenix dactylifera Linn* (Master's thesis). Department of Anti-Aging and Regenerative Medicine, College of Integrative Medicine, Dhurakij Pundit University. Retrieved from https://libdoc.dpu.ac.th/thesis/Pasiri.Mua.pdf

Naderi, A., Gobbi, N., Ali, A., Berjisian, E., Hamidvand, A., Forbes, S. C., . . . Saunders, B. (2023). Carbohydrates and endurance exercise: A narrative review of a food first approach. *Nutrients, 15*(6), 1367. https://doi.org/10.3390/nu15061367

National Safety Council. (2022). *2022 Annual report: Making an impact from the workplace to anyplace.* https://annualreport.nsc.org/2022/

Patterson, S. D., & Gray, S. C. (2007). Carbohydrate-gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. International *Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 17*(5), 445-455. https://doi.org/10.1123/ijsnem.17.5.445

Shariat, A., Cleland, J. A., Danaee, M., Alizadeh, R., Sangelaji, B., Kargarfard, M., . . . Tamrin, S. B. M. (2018). Borg CR-10 scale as a new approach to monitoring office exercise training. Work, 60(4), 549-554. https://doi.org/10.3233/WOR-182762

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 116*(3), 501–528. https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006

World Health Organization. (1986). *The 1st International Conference on Health Promotion, Ottawa, 1986: The Ottawa Charter for Health Promotion.* WHO. Retrieved from https://www.who.int/teams/health-promotion/enhanced-wellbeing/first-global-conference