

# การกำหนดรายการอาหารแลกเปลี่ยนอย่างเหมาะสมด้วยเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น Optimal assignment of food exchange list via local search technique

อัจฉรา ตลวิทยาคุณ<sup>1\*</sup> และ จักรกฤษณ์ เคลือบวัง<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

จังหวัดตาก 63000

<sup>2</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดตาก 63000

## บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้นำเสนอการออกแบบพัฒนาโปรแกรม สำหรับการคำนวณรายการอาหารแลกเปลี่ยนของแต่ละบุคคล ภายใต้การทำงานของเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น (local search technique) ดำเนินการภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุม คือ ปริมาณสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน  $\pm$  ไม่เกิน 3 กรัมต่อวัน และพลังงานในรูปของแคลอรี  $\pm$  ไม่เกิน 30 กิโลแคลอรีต่อวัน ดำเนินการทดสอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์พกพา

ผลการทดลอง พบว่า เวลาการค้นหาเฉลี่ยจนพบคำตอบตามเกณฑ์อยู่ที่ 2.8176 วินาที ด้วยรอบการค้นหาเฉลี่ย 2,484 รอบ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของพลังงาน +3.25 กิโลแคลอรี ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของปริมาณคาร์โบไฮเดรต -0.2683 กรัม ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน +0.015 กรัม และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของปริมาณไขมัน -0.6 กรัม ซึ่งกำหนดรายการอาหารแลกเปลี่ยนด้วยเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่นสามารถช่วยลดระยะเวลาได้ถึง 1,278 เท่าต่อหนึ่งกรณีศึกษา เมื่อเทียบกับการคำนวณมือ

## Abstract

This research presents the development of food exchange list program for individual person by using local search technique. Controlling conditions of the research, the nutrients calculated of carbohydrate, protein and fat must be less than  $\pm$  3 grams/day and  $\pm$  30 Kcal/day for energy has also been controlled. All development has been done on laptop computer.

The results show that the averaged search time and the averaged search iteration are 2.8176 seconds and 2,484 iterations respectively. The variations of carbohydrate, protein and fat are -0.2683, +0.015, -0.6 grams, respectively. The proposed local search technique can reduce the time of calculate up to 1,278 times per case study, when compared with training people.

**คำสำคัญ** : รายการอาหารแลกเปลี่ยน เทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น

**Keywords** : food exchange list, local search technique

\* ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ [achara2518@yahoo.co.th](mailto:achara2518@yahoo.co.th) โทร. 0 5551 5900 ต่อ 323

## 1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาทุพโภชนาการเพิ่มมากขึ้น ทั้งภาวะขาดสารอาหารและภาวะการได้รับสารอาหารเกิน หรือโรคอ้วน ซึ่งเป็นปัญหาระดับโลก จากรายงานขององค์การอนามัยโลก ในปี 2551 พบว่าประชากรมากกว่า 1.4 พันล้านคน อยู่ในภาวะน้ำหนักเกิน (WHO, 2013) และในสหรัฐอเมริกา พบว่า มีผู้เสียชีวิตประมาณ 300,000 คนต่อปี (Nelms, 2011) ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสุขภาพพลัน และปัญหาโรคไม่ติดต่อเรื้อรังตามมา เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคนิ่วในถุงน้ำดี โรคเกาต์ และโรคเม็เร็งบางชนิด เป็นต้น (Insel, 2012; Schiff, 2011) สาเหตุหลักส่วนใหญ่เนื่องจากการพฤติกรรมกรบริโภคและวิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ปัจจุบันคนส่วนใหญ่เริ่มต้นตัวเรื่องสุขภาพมากขึ้น ทั้งในรูปของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมประเภทต่างๆ และการดูแลเรื่องการบริโภคอาหาร ตลอดจนหันมาบริโภคอาหารที่ได้สมดุลและมีปริมาณสารอาหารครบถ้วน โดยวิธีการคำนวณเพื่อกำหนด หรือจัดอาหารให้สมดุลกับความต้องการของร่างกาย คือ การคำนวณรายการอาหารแลกเปลี่ยน (food exchange list) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการคำนวณ และกำหนดสัดส่วนอาหารตามความต้องการของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทั้งบุคคลในภาวะปกติและในผู้ป่วย โดยจัดกลุ่มอาหารออกเป็น 6 หมวด ประกอบด้วย หมวดน้ำมัน หมวดเนื้อสัตว์ หมวดผัก หมวดผลไม้ หมวดข้าวหรือธัญพืช และหมวดไขมัน (พิทธนันท์ ศรีม่วง, 2555) อาหารที่มีสารอาหารเหมือนกันจัดรวมอยู่ในหมวดเดียวกัน เพื่อใช้ในการคำนวณหาปริมาณอาหาร และ แลกเปลี่ยนอาหารในหมวดเดียวกันที่จะให้ผู้ป่วยรับประทาน (รุจิรา สัมมะสุต, 2552) ซึ่งรายการอาหารแลกเปลี่ยนถูกกำหนดขึ้นโดยสมาคมนักกำหนดอาหารแห่งประเทศไทยสหรัฐอเมริกา และสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (The American Dietetic Association and The American Diabetes Association) ในปี พ.ศ 2493 (ค.ศ. 1950) เพื่อนำมาใช้เป็นคู่มือจัดอาหารให้แก่ผู้ป่วย ใช้คำนวณพลังงานและสารอาหารที่ได้จากอาหารนั้นๆ รวมทั้งเป็นสื่อการสอนด้านโภชนาการและการเลือกอาหาร เพื่อให้ร่างกายได้รับอาหารที่ครบถ้วนและสมดุลตามความต้องการของร่างกาย แต่รายการอาหารแลกเปลี่ยนส่วนใหญ่นิยมใช้กับผู้ป่วย เนื่องจากต้องนำมาคำนวณเพื่อกำหนดอาหาร โดยแพทย์เป็นผู้กำหนดชนิดอาหารของผู้ป่วย และนักโภชนาการหรือนักกำหนดอาหารเป็นผู้คิดคำนวณปริมาณแคลอรี และสารอาหารที่ผู้ป่วยควรได้รับตามวิธีการเลขคณิต ซึ่งคำนวณได้จากน้ำหนักตัวของผู้ป่วย ว่าควรได้รับสารอาหารจำนวนเท่าใดในหนึ่งวัน เมื่อทราบปริมาณของสารอาหารที่ต้องการต่อวันแล้ว จึงนำไปกำหนดชนิดและปริมาณของอาหารเพื่อบริโภคต่อไป การคำนวณดังกล่าวต้องใช้เวลาในการคำนวณเพื่อหาพลังงานและสารอาหารของผู้ป่วยแต่ละราย เนื่องจากผู้ป่วยแต่ละคนมีน้ำหนักแตกต่างกัน จึงไม่สามารถคำนวณให้กับผู้ป่วยที่มีจำนวนมากได้ ดังนั้นโรงพยาบาลส่วนใหญ่จึงกำหนดชนิดและปริมาณของอาหารตามช่วงพลังงาน เช่น อาหารธรรมดา พลังงาน 1500, 2000 หรือ 2500 กิโลแคลอรี เพื่อลดระยะเวลาในการคำนวณและปฏิบัติงาน ทำให้พลังงานที่ได้รับจึงไม่ใช่พลังงานที่เหมาะสมกับบุคคลแต่ละคน

ดังนั้นเพื่อลดระยะเวลาในการคำนวณ และทำให้สามารถนำไปปรับใช้กับผู้ป่วยหรือบุคคลทั่วไป ให้สามารถนำไปใช้ในการกำหนดอาหารที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกายแต่ละบุคคล และนำไปสู่การแก้ไขปัญหาทุพโภชนาการต่อไป ทางผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะออกแบบพัฒนาโปรแกรมสำหรับการคำนวณรายการอาหารแลกเปลี่ยนของแต่ละบุคคล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์สำหรับการค้นหาแบบท้องถิ่นเพื่อแก้ปัญหาการกำหนดรายการอาหารแลกเปลี่ยนอย่างเหมาะสม และเพื่อลดระยะเวลาของการกำหนดรายการอาหารแลกเปลี่ยนภายใต้การทำงานของเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น (local search technique) ซึ่งเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดเชิงการจัด (combinatorial optimization problem) ซึ่งมักจะใช้เมื่อปริภูมิการค้นหา (search space) นั้นไม่ต่อเนื่อง เพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ (Blesa *et al.*, 2008; Bräysy and Gendreau, 2005) โดยการทดลองครั้งนี้กำหนดให้โปรแกรมคำนวณหาน้ำหนักที่ควรจะเป็นของแต่ละบุคคล,

คำนวณหาปริมาณพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน, คำนวณหาปริมาณสารอาหารที่ร่างกายต้องการต่อวันในรูปของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และกำหนดส่วนอาหารที่คำนวณได้แยกตามกลุ่มอาหาร 6 หมวด

## 2. วิธีการทดลอง

### 2.1 คัดเลือกตัวอย่างเพื่อทดสอบ

นำตัวอย่างน้ำหนักของผู้ทดสอบ 3 คนที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน แยกตามเกณฑ์น้ำหนัก เป็น 3 กรณีศึกษา คือ น้ำหนักตัวน้อยกว่าเกณฑ์ น้ำหนักตัวปกติ และน้ำหนักตัวมากกว่าเกณฑ์ นำทั้ง 3 กรณีศึกษามาทำการคำนวณ โดยใช้โปรแกรมการคำนวณด้วยเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น (local search technique) ทดสอบกรณีละ 20 ครั้ง (ซ้ำ) ดำเนินการทดสอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์พกพา เทียบกับการใช้นักศึกษาที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คนทดสอบต่อหนึ่งกรณีศึกษา

### 2.2 ดำเนินการคำนวณรายการอาหารแลกเปลี่ยน

#### 2.2.1 คำนวณหาน้ำหนักมาตรฐานของแต่ละบุคคล (Ideal body weight; IBW)

โดยใช้สูตร (พัทธนันท์ ศรีม่วง, 2555)

- ค่า IBW ของผู้ชาย = (ส่วนสูงเป็น ซม. - 100)
- ค่า IBW ของผู้หญิง = (ส่วนสูงเป็น ซม. - 100) - [0.1 × (ส่วนสูง - 100)]

นำผลที่ได้จากคำนวณน้ำหนักตัวที่พึงปรารถนา (IBW) มาคำนวณต่อ เพื่อหาว่าน้ำหนักจริงอยู่ในเกณฑ์ใด โดยเทียบว่าน้ำหนักตัวจริงมีค่าใกล้เคียงกับน้ำหนักตัวที่พึงปรารถนา (IBW) ถ้าผลที่ได้อยู่ในช่วงบวก และลบร้อยละ 10 ของน้ำหนักที่พึงปรารถนา แสดงว่า บุคคลนั้นมีภาวะโภชนาการปกติ ถ้าน้ำหนักตัวจริงมีค่าต่ำกว่ากับน้ำหนักตัวที่พึงปรารถนา (IBW) โดยถ้าต่ำกว่าร้อยละ 10-20 ของน้ำหนักที่พึงปรารถนา แสดงว่า บุคคลนั้นมีภาวะน้ำหนักตัวน้อยกว่าเกณฑ์ หรือ ผอม (under weight) และถ้าน้ำหนักตัวจริงมีค่ามากกว่ากับน้ำหนักตัวที่พึงปรารถนา (IBW) โดยถ้าสูงกว่าร้อยละ 10 - 20 ของน้ำหนักที่พึงปรารถนา แสดงว่า บุคคลนั้นมีภาวะโภชนาการเกิน (Stanfield and Hui, 2010)

#### 2.2.2 คำนวณหาปริมาณพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน

นำผลที่ได้จากการคำนวณค่า IBW มาคำนวณหาพลังงานที่ควรได้รับแยกตามกิจกรรมที่ทำ (ทำงานหนัก ปานกลาง หรือเบา) (รุจิรา สัมมะสุด, 2552) เพื่อคำนวณหาปริมาณพลังงานที่ควรได้รับต่อวันของแต่ละบุคคลที่มีกิจกรรมต่างกัน หน่วยเป็นกิโลแคลอรี

#### 2.2.3 กระจายสัดส่วนของพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน

นำผลพลังงานที่ควรได้รับต่อวันของแต่ละบุคคล หน่วยเป็นกิโลแคลอรีมากระจายสัดส่วนของพลังงานที่ควรได้รับต่อวันในรูปของ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ซึ่งในการทดลองครั้งนี้กำหนดให้ โปรตีน 20 % ไขมัน 20 % และคาร์โบไฮเดรต 60 % ของจำนวนแคลอรีทั้งหมดต่อวัน (Schiff, 2011) นำผลที่ได้มาแปลงจากหน่วยกิโลแคลอรีเป็นหน่วยกรัม

#### 2.2.4 คำนวณเพื่อกำหนดส่วนอาหารที่คำนวณได้ตามกลุ่มอาหาร 6 หมวด

ดำเนินการคำนวณเพื่อกำหนดส่วนอาหารที่คำนวณได้ตามกลุ่มอาหาร 6 หมวด ตามคุณค่าอาหารในหมวดรายการอาหารแลกเปลี่ยน (DeBruyne, Pinna, and Whitney, 2012; Wardlaw, 2013) โดยดำเนินการภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุม คือ ปริมาณสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ที่คำนวณได้  $\pm$  ไม่เกิน 3 กรัมต่อวัน และพลังงานในรูปของแคลอรี  $\pm$  ไม่เกิน 30 กิโลแคลอรีต่อวัน

นำผลที่ได้มาคำนวณหาฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) ของปริมาณสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ที่คำนวณได้  $\pm$  ไม่เกิน 3 กรัมต่อวัน และพลังงานในรูปของแคลอรี  $\pm$  ไม่เกิน 30 กิโลแคลอรีต่อวัน และเปรียบเทียบระยะเวลากำหนดรายการอาหารแลกเปลี่ยนของเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่นกับวิธีการคำนวณมือ

### 2.3 การค้นหาแบบท้องถิ่น (local search technique)

**2.3.1 หลักการทำงาน** กำหนดคำตอบเริ่มต้นด้วยการสุ่มค่า กำหนดทิศทางการค้นหาด้วยการสร้างชุดคำตอบข้างเคียง (neighbour) รอบคำตอบเริ่มต้น จากนั้นจึงประเมินคุณภาพของคำตอบข้างเคียงด้วยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ พิจารณาคำตอบข้างเคียงที่ให้ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ดีที่สุด กรณีนี้ คือ ค่าที่ต่ำที่สุดและค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์นี้ต้องน้อยกว่าของคำตอบเริ่มต้นด้วย จากนั้นจึงกำหนดให้คำตอบข้างเคียงนั้นเป็นคำตอบถัดไป หรือเป็นศูนย์กลางการค้นหา หากชุดคำตอบข้างเคียงใดไม่ให้ค่าที่ดีกว่าค่าปัจจุบัน ก็จะคงค่าคำตอบปัจจุบันไว้ แล้วดำเนินการสร้างชุดคำตอบข้างเคียงขึ้นใหม่ ทำซ้ำจนกว่าจะพบคำตอบที่ขึ้น นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เสนอกกลย้อนรอย (backtracking mechanism) เพิ่มเติมไว้ในการค้นหาแบบท้องถิ่น เพื่อแก้ปัญหาการติดกับดักท้องถิ่น (local trap) (จักรกฤษณ์ เคลือบวัง, 2553) ซึ่งมักพบได้บ่อยในการดำเนินการค้นหา เมื่อพบว่าการค้นหาไม่สามารถปรับปรุงคำตอบได้ในช่วงระยะเวลาที่กำหนด กลไกย้อนรอยจะถูกริเริ่มใช้ โดยการเลือกคำตอบที่เคยถูกพบในอดีตกำหนดให้เป็นคำตอบปัจจุบัน แทนเพื่อปลดล็อกดังกล่าว จึงเป็นการเสริมกลยุทธ์ในแง่ความหลากหลายให้กับการค้นหาแบบท้องถิ่น (Burke and Wilhelm, 2000)

**2.3.2 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์** การสร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์สำหรับปัญหานี้อาศัยเทคนิคการปรับโทษ (penalty technique) แสดงดังสมการที่ (1)

$$F = ax_1 + bx_2 + cx_3 + dx_4 \quad (1)$$

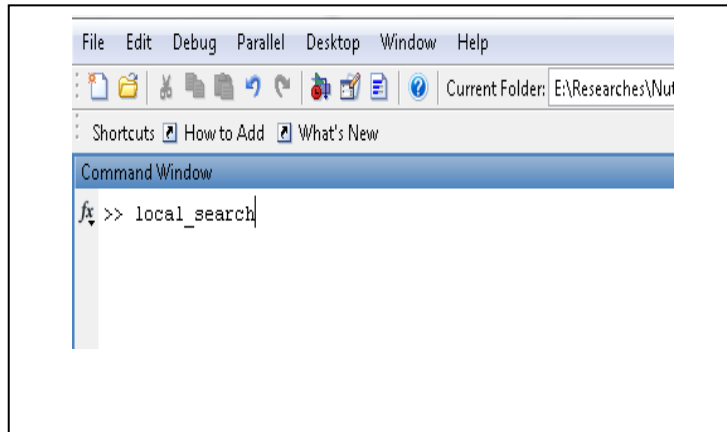
เมื่อ F คือ ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์  $x_1$  คือ ความคลาดเคลื่อนของพลังงานที่ได้แต่ละวัน  $x_2$  คือ ความคลาดเคลื่อนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่รับแต่ละวัน  $x_3$  คือ ความคลาดเคลื่อนของปริมาณโปรตีนที่รับแต่ละวัน  $x_4$  คือ ความคลาดเคลื่อนของปริมาณไขมันที่รับแต่ละวัน และ a-d คือ ฟังก์ชันน้ำหนัก (weighting function) ทั้งสามกรณีกำหนดไว้เหมือนกัน คือ [a b c d] = [1 5 5 5]

**2.3.3 เกณฑ์ยุติการค้นหา (termination criteria, TC)** เกณฑ์การยุติการค้นหาที่กำหนดไว้ 2 แบบ ได้แก่ แบบที่หนึ่งเวลาการค้นหาสูงสุดหรือจำนวนรอบการค้นหาสูงสุดที่ 10,000 รอบการค้นหา และแบบที่สองเมื่อพบคำตอบที่พอใจ แบ่งได้ 3 กรณี คือ น้ำหนักตัวปกติ เมื่อค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ F น้อยกว่าหรือเท่ากับ 31 ให้ยุติการค้นหา กรณีน้ำหนักตัวน้อยกว่าเกณฑ์ เมื่อ F น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 และกรณีน้ำหนักตัวเกินเกณฑ์ เมื่อ F น้อยกว่าหรือเท่ากับ 25 ให้ยุติการค้นหา

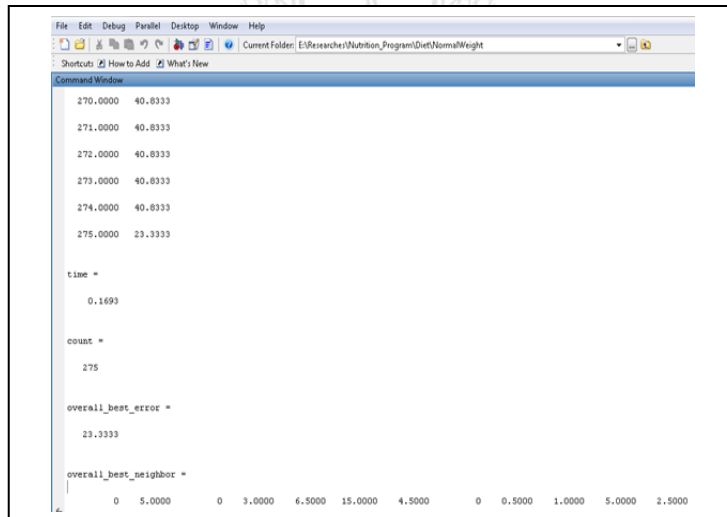
## 3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผลการทดลองการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม สำหรับการคำนวณรายการอาหารแลกเปลี่ยนของแต่ละบุคคล ภายใต้การทำงานของเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น (local search technique) การเรียกใช้โปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 1 เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักของกรณีศึกษาที่ต้องการคำนวณ เพื่อหาน้ำหนักมาตรฐานของแต่ละบุคคล (Ideal body weight; IBW) โปรแกรมจะดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคำตอบตามเงื่อนไขที่กำหนด ดังแสดงในรูปที่ 2 และเมื่อวิเคราะห์ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด โปรแกรมจะแสดงผล การคำนวณในส่วนของการสรุปผล ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลน้ำหนักส่วนสูงของตัวอย่างกรณีศึกษา, ค่าเกณฑ์ต่ำสุดและสูงสุดของน้ำหนักตามเกณฑ์ (IBW) ของแต่ละบุคคล, สภาวะโภชนาการของตัวอย่าง, ส่วนอาหารที่ควรบริโภคแยกตามรายการอาหาร 6 หมวด ประกอบด้วย หมวดน้ำมัน (แยกตามชนิดของน้ำมัน) หมวดผัก หมวดผลไม้ หมวดข้าวหรือธัญพืช หมวดไขมัน ตลอดจนส่วนของน้ำตาลที่ควร

บริโภค, ปริมาณพลังงาน (กิโลแคลอรี) คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนที่ควรได้รับ, ปริมาณพลังงาน (กิโลแคลอรี) คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนที่คำนวณได้ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด, ค่าความคาดเคลื่อนของปริมาณพลังงาน (กิโลแคลอรี) คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนที่คำนวณ, ระยะเวลา (วินาที) ที่ใช้ในการคำนวณต่อหนึ่งกรณีศึกษา และจำนวนรอบการค้นหาค่าต่อหนึ่งกรณีศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 3

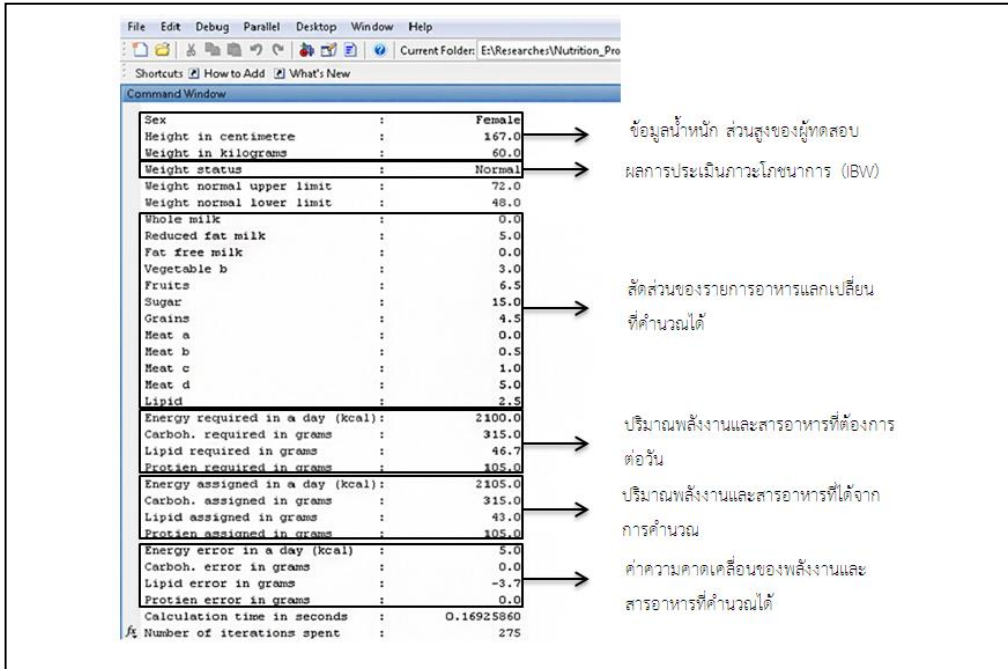


รูปที่ 1 การเรียกใช้โปรแกรมคำนวณด้วยเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น (local search technique)



รูปที่ 2 ผลการรันโปรแกรมคำนวณด้วยเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น (local search technique)

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ  
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5



รูปที่ 3 ตารางสรุปผลที่ได้รับจากการค้นหาด้วยเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น

ผลการคำนวณโดยใช้โปรแกรม แยกตามเกณฑ์น้ำหนัก เป็น 3 กรณีศึกษา คือ น้ำหนักตัวน้อยกว่าเกณฑ์ น้ำหนักตัวปกติ และน้ำหนักตัวมากกว่าเกณฑ์ พบว่า ค่าเฉลี่ยฟังก์ชันวัตถุประสงค์สุดท้ายทั้ง 3 กรณีศึกษาจนพบคำตอบตามเกณฑ์อยู่ที่ 22.7217 ดังแสดงในตารางที่ 1 ระยะเวลาที่ใช้ในการค้นหาเฉลี่ยทั้ง 3 กรณีศึกษา อยู่ที่ 2.8176 วินาที ดังแสดงในตารางที่ 2 ด้วยรอบการค้นหาเฉลี่ย 2,484 รอบ ดังแสดงในตารางที่ 3 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของพลังงานทั้ง 3 กรณีศึกษา +3.25 กิโลแคลอรี ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้ง 3 กรณีศึกษา -0.2683 กรัม ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนทั้ง 3 กรณีศึกษา +0.015 กรัม และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของปริมาณไขมันทั้ง 3 กรณีศึกษา -0.6

ตารางที่ 1 ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์สุดท้ายได้ จากการทดสอบ 20 ครั้ง/กรณี

กรณีศึกษา	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กรณีน้ำหนักน้อยกว่าปกติ	10.2800	21.0840	27.7800	5.9368
กรณีน้ำหนักปกติ	18.3300	25.4560	30.8300	4.7480
กรณีน้ำหนักเกินกว่าปกติ	15.0000	21.6250	25.0000	3.4674
รวมทั้ง 3 กรณี	14.5367	22.7217	27.8700	4.7174

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์สุดท้ายของการคำนวณ รายการอาหาร แลกเปลี่ยนแยกตามกรณีศึกษา 3 กรณี คือ น้ำหนักน้อยกว่าปกติ น้ำหนักปกติ และน้ำหนักเกินกว่าปกติ ทำการทดสอบคำนวณ 20 ครั้งต่อกรณีศึกษา พบว่า กรณีน้ำหนักน้อยกว่าปกติค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์สุดท้ายที่น้อยที่สุด คือ 10.28 กรณีน้ำหนักปกติค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์สุดท้ายที่ได้เฉลี่ย คือ 25.45 และกรณีน้ำหนักเกินกว่าปกติค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์สุดท้ายที่มากที่สุด คือ 25 ทั้งนี้ค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์สุดท้ายทั้งหมดล้วนอยู่ในเกณฑ์ยุติการค้นหาที่กำหนดไว้ทั้งสิ้น

### ตารางที่ 2 เวลา (วินาที) ที่ใช้ในการค้นหา จากการทดสอบ 20 ครั้ง/กรณี

กรณีศึกษา	การทดสอบด้วยโปรแกรม				การทดสอบด้วยคน
	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย
กรณีน้ำหนักน้อยกว่าปกติ	0.1298	4.0997	23.7766	6.0951	3,900
กรณีน้ำหนักปกติ	0.0877	2.2589	14.4936	3.4432	3,300
กรณีน้ำหนักเกินกว่าปกติ	0.0708	2.0942	9.8523	2.4661	3,600
รวมทั้ง 3 กรณี	0.0961	2.8176	16.0408	4.0015	3,600

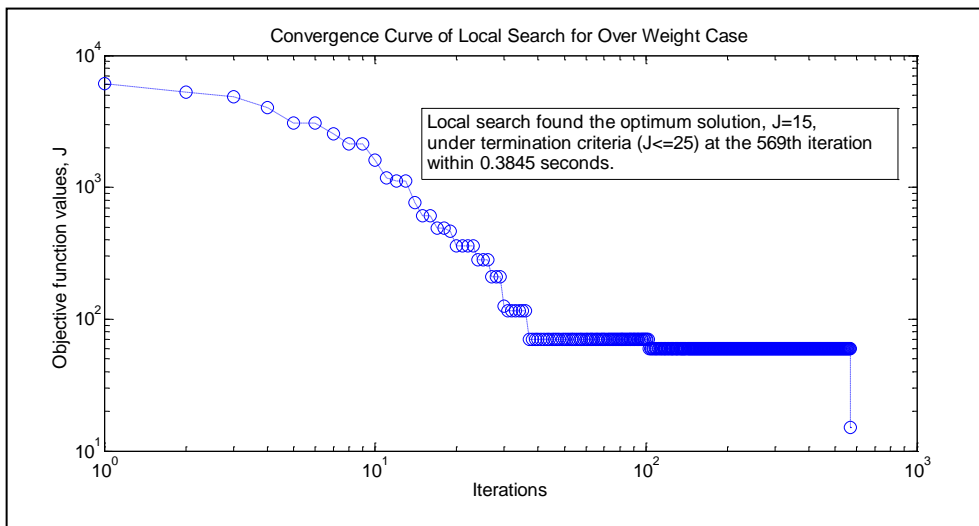
จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบระยะเวลาที่ใช้ในการคำนวณรายการอาหารแลกเปลี่ยน แยกตามกรณีศึกษา 3 กรณี คือ น้ำหนักน้อยกว่าปกติ น้ำหนักปกติ และน้ำหนักเกินกว่าปกติ ทำการทดสอบคำนวณ 20 ครั้งต่อกรณีศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบแต่ละครั้งจะอยู่ที่ประมาณ 2.8176 วินาที ซึ่งการกำหนดรายการอาหารแลกเปลี่ยนด้วยเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่นสามารถช่วยลดระยะเวลาได้ถึง 1,278 เท่าต่อหนึ่งกรณีศึกษา เมื่อเทียบกับวิธีการคำนวณมือ

### ตารางที่ 3 จำนวนรอบการค้นหาที่ใช้ จากการทดสอบ 20 ครั้ง (รอบ)

กรณีศึกษา	จำนวนรอบการค้นหา			
	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กรณีน้ำหนักน้อยกว่าปกติ	168	2,978	9,192	2,848
กรณีน้ำหนักปกติ	74	2,105	8,781	2,206
กรณีน้ำหนักเกินกว่าปกติ	106	2,368	7,480	2,104
รวมทั้ง 3 กรณี	116	2,484	8,484	2,386

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบจำนวนรอบที่ใช้ในการค้นหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบตามเกณฑ์ที่กำหนด แยกตามกรณีศึกษา 3 กรณี คือ น้ำหนักน้อยกว่าปกติ น้ำหนักปกติ และน้ำหนักเกินกว่าปกติ ทำการทดสอบคำนวณ 20 ครั้งต่อกรณีศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนรอบที่ใช้ในการค้นหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบในแต่ละกรณีศึกษาจะต้องใช้จำนวนรอบในการค้นหาประมาณ 2,484 รอบในแต่ละกรณีศึกษา ซึ่งแม้ว่าโปรแกรมดังกล่าวจะใช้จำนวนรอบในการค้นหา มาก แต่เมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ได้มาซึ่งคำตอบจะใช้เวลาน้อยมากประมาณ 2.8176 วินาที (ตารางที่ 3)

ส่วนเกณฑ์การยุติการค้นหา (termination criterion) ของการค้นหาแบบท้องถิ่น กรณีน้ำหนักเกิน ดังแสดงในรูปที่ 4 กำหนดว่า หากค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของคำตอบปัจจุบันมีค่าตั้งแต่ 25 ลงไปให้ยุติการค้นหา และการค้นหายุติลงด้วยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ 15 ณ รอบการค้นหาที่ 569 ด้วยเวลาการค้นหา 0.3845 วินาที สัดส่วนอาหารที่ได้จากการกำหนดส่วนอาหาร คือ นมธรรมดา 0 ส่วน นมพร่องไขมัน 0 ส่วน นมขาดมันเนย 3.5 ส่วน ผัก หมวต ข. 12.5 ส่วน ผลไม้ 7 ส่วน น้ำตาล 6 ส่วน ธัญพืช 2 ส่วน เนื้อสัตว์หมวต ก. 2 ส่วน เนื้อสัตว์หมวต ข. 0.5 ส่วน เนื้อสัตว์หมวต ค. 1.5 ส่วน เนื้อสัตว์หมวต ง. 0.5 ส่วน และ ไขมัน 3 ส่วน ความคลาดเคลื่อนของพลังงานที่ได้ 0 กิโลแคลอรี ความคลาดเคลื่อนของคาร์โบไฮเดรตที่ได้ -0.5 กิโลแคลอรี ความคลาดเคลื่อนของโปรตีนที่ได้ 0.5 กิโลแคลอรีและความคลาดเคลื่อนของไขมันที่ได้ -2.0 กิโลแคลอรี



รูปที่ 4 กราฟการลู่เข้าหาคำตอบวงกว้างของการค้นหาเชิงท้องถิ่น กรณีน้ำหนักตัวเกินมาตรฐาน

#### 4. สรุป

จากผลการทดลอง สามารถสรุปได้ว่าการกำหนดรายการอาหารแลกเปลี่ยนโดยใช้โปรแกรมคำนวณด้วยเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่น สามารถช่วยลดระยะเวลาในการคำนวณได้มากกว่า 1,278 เท่าต่อหนึ่งกรณีศึกษาหรือใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 2.8176 วินาทีต่อหนึ่งกรณีศึกษา ดังนั้นจึงสามารถนำไปพัฒนาเพื่อกำหนดรายการอาหารแลกเปลี่ยนให้แก่ผู้ป่วยแต่ละบุคคล และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อกำหนดรายการอาหารแลกเปลี่ยนสำหรับบุคคลทั่วไปที่ต้องการปรับปรุงภาวะโภชนาการของตนเองได้ โดยไม่จำเป็นต้องผ่านการฝึกฝน เพียงแค่กรอกข้อมูลส่วนสูงและกิจกรรมที่ทำ ก็สามารถคำนวณผลได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ทำให้สามารถนำรายการอาหารแลกเปลี่ยนไปใช้งานได้ อย่างแพร่หลายเพิ่มมากขึ้นต่อไป

#### 5. เอกสารอ้างอิง

- Blesa, M., Blum, C., Cotta, C., Fernández, A., Gallardo, J., Roli, A., *et al.* 2008. Memetic Algorithm for Intense Local Search Methods Using Local Search Chains. In **Hybrid Metaheuristics** (Vol. 5296, pp. 58-71): Springer Berlin Heidelberg.
- Bräysy, O., and Gendreau, M. 2005. Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms (Vol. 39, pp. 104-118).
- Burke, E., and Wilhelm, E. 2000. **Practice and theory of automated timetabling III third international conference, PATAT 2000, Konstanz, Germany, August 16-18, 2000 : selected papers.** Berlin: SpringerLink.
- DeBruyne, L. K., Pinna, K., and Whitney, E. N. 2012. **Nutrition and diet therapy.** Belmont, Calif.: Wadsworth / Cengage Learning.
- Insel, P. M. 2012. **Nutrition : myplate update** (4<sup>th</sup> ed.). Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.
- Nelms, M. N. 2011. **Nutrition therapy and pathophysiology** (2 ed.). Australia; Belmont, CA: Wadsworth/Thomson.



Schiff, W. (2011). *Nutrition for healthy living* (2<sup>nd</sup> ed.). New York, NY: McGraw-Hill.

Stanfield, P., and Hui, Y. H. 2010. **Nutrition and diet therapy : self-instructional approaches** (5<sup>th</sup> ed.). Sudbury, Mass.: Jones and Bartlett.

Wardlaw, G. M. B.-B. C. 2013. **Wardlaw's perspectives in nutrition** (9<sup>th</sup> ed.). New York: McGraw-Hill.

WHO. 2013. Obesity and overweight (Publication. Retrieved March 2013, from World Health Organization: [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/)

จักรกฤษณ์ เคลือบวัง. 2553. การพัฒนาอัลกอริธึมการค้นหาแบบตามูเชิงปรับตัวหลายวิถี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

พัทธนันท์ ศรีม่วง. 2555. อาหารเพื่อสุขภาพและโภชนบำบัด. กรุงเทพฯ: เอ็ม แอนด์ เอ็ม เลเซอร์พริ้นต์.

รุจิรา สัมมะสุต. 2552. หลักการปฏิบัติด้านโภชนบำบัด (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ฝ่ายโภชนาการ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล.

