

การออกแบบรายการอาหารแลกเปลี่ยนสำหรับโรคเบาหวานโดยใช้เทคนิค

การค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปร

Design of food exchange list for diabetes mellitus by using modified local search techniques

อัจฉรา คลวิทยาคุณ¹ และ จักรกฤษณ์ เคลือบวัง²

¹สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ²สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตตาก

41/1 หมู่ 7 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก 63000

โทร : 055-515900 E-mail: achara2518 @yahoo.co.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้การค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปรเพื่อช่วยแก้ปัญหาการจัดสรรรายการอาหารแลกเปลี่ยนอย่างเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยทำ การทดสอบผู้ป่วยโรคเบาหวานจำนวน 1 กรณี การทดสอบจำนวน 20 ครั้งอย่างอิสระพบว่าเวลาการค้นหาเฉลี่ย 1.4422 วินาที คำตอบที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ ที่กำหนดคือพลังงานที่ผู้ป่วยพึงได้รับคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 30 กิโลแคลอรีต่อวัน ปริมาณสารอาหาร ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน คลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 3 กรัมต่อวัน

คำสำคัญ: โรคเบาหวาน รายการอาหารแลกเปลี่ยน การค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปร

ABSTRACT

This paper proposed an application of modified local search for solving optimal assignment of food exchange list for diabetes. One case of diabetic has been tested with 20 independent trials. The computational result found that the average searching time was 1.4422 seconds. All obtained solutions are under constraints, error of required energy not over ± 30 kcal per day and error of carbohydrate, protein and lipid not over ± 3 g per day.

Keywords: Diabetes mellitus, food exchange list, modified local search techniques.

1. บทนำ

โรคเบาหวาน (Diabetes mellitus) หมายถึง การมีระดับน้ำตาลสูงในเลือด เนื่องมาจากความบกพร่องในการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน หรือการขาดอินซูลินอย่างสมบูรณ์ อาการในระยะแรกก่อนการเป็นโรคเบาหวานมักจะเกิดจากการที่เนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกายมีภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลิน (insulin resistance) ทำให้ไม่สามารถนำกลูโคสเข้าเซลล์เนื้อเยื่อ จึงมีกลูโคสอยู่ในกระแสเลือดสูงกว่าปกติ [1] โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังรักษาไม่หาย และมีแนวโน้มว่าผู้ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน จะเพิ่มมากขึ้นทุกปีในทุกกลุ่มอายุของคนไทย โรคเบาหวานมักพบในผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ แต่สิ่งที่น่าวิตกมาก คือ ปัจจุบันอายุเฉลี่ยของผู้ที่เป็นโรคเบาหวานน้อยลง อัตราการเกิดโรคเบาหวานในเด็กเพิ่มขึ้น [2] ปัจจุบันผู้ป่วยโรคเบาหวานมีแนวโน้มเพิ่มจำนวนมากขึ้นทุกปี โดยในปี 2553 พบว่า ความชุกของผู้ป่วยเบาหวานมีจำนวนถึง 285 ล้านคน ทั่วโลกมีผู้เสียชีวิตด้วยโรคเบาหวาน 4 ล้านคนต่อปีหรือเฉลี่ย 8 วินาทีต่อหนึ่งคน [3] ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เป็นผลมาจากวิถีการดำรงชีวิตของคนไทยเปลี่ยนแปลงไป โรคเบาหวานเป็นโรคที่สัมพันธ์กับอาหาร อาหารจึงเป็นหัวใจสำคัญที่ช่วยให้การรักษาได้ผลดียิ่งขึ้น การป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานเป็นสิ่งสำคัญในการดูแลรักษาโรคเบาหวาน โภชนาการจึงมีบทบาทสำคัญในการควบคุมระดับน้ำตาล และลดความเสี่ยงของการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานได้ ดังนั้นการจัดอาหารให้สมดุลกับความต้องการของร่างกาย หรือการคำนวณรายการอาหารแลกเปลี่ยน (food exchange list) จะช่วยควบคุมระดับน้ำตาล และลดความเสี่ยงการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคได้ ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการจัดรายการอาหารกับผู้ป่วยใน

โรงพยาบาล [4] โดยกำหนดสัดส่วนอาหารตามความต้องการของแต่ละบุคคล แต่การคำนวณรายการอาหารแลกเปลี่ยน [5] จำเป็นต้องใช้นักกำหนดอาหารหรือผู้มีความรู้ทางด้านโภชนาการ ตลอดจนใช้เวลาในการคำนวณนาน โดยทั่วไปปัญหาที่มีความซับซ้อน มักนิยมใช้เทคนิคการค้นหาแบบฮิวริสติก (Heuristics search) เพื่อค้นหาคำตอบที่เหมาะสม เช่นการค้นหาแบบตาบู่ การค้นหาแบบจินตนาการอัลกอริทึม และการค้นหาแบบท้องถิ่น [6-8] ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปร เพื่อแก้ปัญหาการจัดรายการอาหารแลกเปลี่ยนสำหรับโรคเบาหวานอย่างเหมาะสม[9] เพื่อลดระยะเวลาในการคำนวณดังกล่าว

2. วิธีการทดสอบ

2.1 คัดเลือกและเงื่อนไขการทดสอบ

การพัฒนาเทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปรดำเนินการบนโปรแกรม MATLAB® r2010a และทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์พกพาพร้อมตัวประมวล Intel Pentium CPU B940 2.00 GHz 32-bit และ 4GB RAM ทดสอบอย่างอิสระจำนวน 20 ครั้ง กับปัญหาการจัดรายการอาหารแลกเปลี่ยนอย่างเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน รายเพศหญิง อายุ 40 ปี สูง 167 ซม. หนัก 60 กิโลกรัมภายใต้หลักโภชนาการของโรคเบาหวานในบุคคลทั่วไป โดยกำหนดเงื่อนไข พลังงานที่พึงได้รับแคลอรีไม่เกิน ± 30 kcal ต่อวัน ตลอดจนสัดส่วนคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันแต่ละชนิดแคลอรีไม่เกิน ± 3 กรัมต่อวัน

2.2 คำนวณพลังงานที่ควรได้รับต่อวันของผู้เป็นโรคเบาหวาน

การกำหนดความต้องการพลังงานที่ควรได้รับประจำวันของผู้ป่วยโรคเบาหวานในกรณีที่ไม่น่าจำเป็นต้องรักษาตัวในโรงพยาบาล ขึ้นอยู่กับ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และระดับของกิจกรรมการใช้พลังงานของร่างกาย ซึ่งการกำหนดพลังงานตามระดับการใช้พลังงานของร่างกายได้จากการประมาณความต้องการพลังงาน (estimated energy requirement; EER) โดยแบ่งกลุ่มเป็นระยะพักผ่อน ทำงานเบา ทำงานหนักปานกลาง และทำงานหนักตามสูตร [10-11] ดังนี้

For women: $EER = 354 - (6.91 \times \text{age}) + [PA^* \times (9.36 \times \text{weight}) + (726 \times \text{height})]$

$PA^* = \text{Physical Activity Factor}$

แยกตามเพศ โดยในการทดลองครั้งนี้ใช้ตัวอย่างค่า PA สำหรับกลุ่มตัวอย่างทำงานปานกลาง โดยมีค่า PA คือ 1.27 [6-7] นำผลการคำนวณปริมาณพลังงานที่ควรได้รับของแต่ละบุคคลของผู้เป็นโรคเบาหวานหน่วยเป็นกิโลแคลอรี

2.3 กระจายสัดส่วนของพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน

นำผลพลังงานที่ควรได้รับต่อวันของแต่ละบุคคล ผู้เป็นโรคเบาหวาน หน่วยเป็นกิโลแคลอรี มากระจายสัดส่วนของพลังงานที่ควรได้รับต่อวันในรูปของ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ซึ่งในการทดลองครั้งนี้กำหนดให้ โปรตีน 20% ไขมัน 20% และ คาร์โบไฮเดรต 60% ของจำนวนแคลอรีทั้งหมดต่อวัน

[9] นำผลที่ได้มาแปลงจากหน่วยกิโลแคลอรีเป็นหน่วยกรัม

2.4 คำนวณเพื่อกำหนดส่วนอาหารตามรายการอาหารแลกเปลี่ยน

ดำเนินการคำนวณ เพื่อกำหนดส่วนอาหารที่คำนวณได้ตามกลุ่มอาหาร 6 หมวด ตามคุณค่าอาหารในหมวดรายการอาหารแลกเปลี่ยน [4] โดยดำเนินการภายใต้เงื่อนไขที่ควบคุม คือ ปริมาณสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันที่คำนวณได้ $\pm$ ไม่เกิน 3 กรัมต่อวัน และพลังงานในรูปของแคลอรี $\pm$ ไม่เกิน 30 กิโลแคลอรีต่อวัน

2.5 คำนวณผลโดยใช้อัลกอริทึมการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปร

ประกอบฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และอัลกอริทึมการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปรเข้าด้วยกัน พร้อมปรับแต่งพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับเงื่อนไขที่กำหนดโดย ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ การสร้างฟังก์ชันวัตถุประสงค์สำหรับปัญหานี้อาศัยเทคนิคการปรับโทษ (penalty technique) แสดงดังสมการที่ (1)

$$F = a f_1(x) + b f_2(x) + c f_3(x) + d f_4(x) \quad (1)$$

เมื่อ F คือค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $f_1(x)$ คือ ความคลาดเคลื่อนของพลังงานที่ได้แต่ละวัน $f_2(x)$ คือ ความคลาดเคลื่อนของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่รับแต่ละวัน $f_3(x)$ คือ ความคลาดเคลื่อนของปริมาณโปรตีนที่รับแต่ละวัน $f_4(x)$ คือ ความคลาดเคลื่อนของปริมาณไขมันที่รับแต่ละวัน และ a b c และ d คือฟังก์ชันหน่วงน้ำหนัก (weighting function) กำหนดให้ $[a \ b \ c \ d] = [1 \ 5 \ 5 \ 5]$

2.5.1 ค่าพารามิเตอร์สำหรับอัลกอริธึม การค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปร

พารามิเตอร์ของอัลกอริธึมการค้นหาแบบ
ท้องถิ่นดัดแปรที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาการจัด
รายการอาหารแลกเปลี่ยน สำหรับผู้เป็นโรคเบาหวาน
สำหรับการทดลองนี้ได้กำหนดจำนวนรอบการค้นหา
สูงสุด 10,000 รอบการค้นหา ขอบเขตการค้นหา
พารามิเตอร์ทั้ง 12 ตัว แสดงดังในตารางที่ 1 และ
ดำเนินการเก็บผลทดสอบสมรรถนะ และคุณสมบัติ
การรู้เข้าหาคำตอบวงกว้าง วิเคราะห์ผลการทดสอบ
ที่ได้

ตารางที่ 1 ขอบเขตการค้นหาของพารามิเตอร์ด้าน
เข้า

พารามิเตอร์	สารอาหาร	ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
X1	นมธรรมดา	0	1
X2	นมพร่องมันเนย	0	1
X3	นมขาดมันเนย	0	1
X4	ผัก ประเภท ข	3	9
X5	ผลไม้	3	15
X6	น้ำตาล	0	0
X7	ข้าวหรือธัญพืช	6	9
X8	เนื้อสัตว์ ประเภท ก	0	15
X9	เนื้อสัตว์ ประเภท ข	0	15
X10	เนื้อสัตว์ ประเภท ค	0	15
X11	เนื้อสัตว์ ประเภท ง	0	15
X12	ไขมัน	3	7

2.6 ประยุกต์ใช้โปรแกรมกับการจัดรายการ อาหาร

นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ มาดำเนินการทดลอง
จัดรายการอาหารแลกเปลี่ยนสำหรับโรคเบาหวาน
จำนวน 1 วันโดยนำมาบูรณาการกับการเรียนการ
สอนในรายวิชาโภชนาการ ของนักศึกษาในระดับ

ปริญญาตรี สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยให้นักศึกษาฝึก
ปฏิบัติจัดรายการอาหารตามสูตรที่ได้จากคำนวณ

3. ผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบการประยุกต์ใช้
อัลกอริธึม การค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปร สำหรับ
แก้ปัญหาการจัดรายการอาหารแลกเปลี่ยนของผู้ที่มี
ภาวะโรคเบาหวาน มีขั้นตอนการดำเนินการ คือ
พัฒนาอัลกอริธึมการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปร
สำหรับปัญหาการจัดรายการอาหารแลกเปลี่ยน
สำหรับโรคเบาหวานในบุคคลทั่วไป โดยสร้างฟังก์ชัน
วัตถุประสงค์ รวมค่าพลังงานที่ต้องการแต่ละวัน
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณโปรตีน และปริมาณ
ไขมันที่ต้องการแต่ละวัน เข้าอยู่ในสมการเดียวกัน
และรับค่าพารามิเตอร์จำนวน 12 ค่า หลังจากนั้นจึง
ปรับปรุงโปรแกรมการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปร ให้
เหมาะสมกับฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่สร้างขึ้น เสร็จแล้ว
ดำเนินการทดสอบอัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้น โดยทำการ
ทดสอบกับผู้ที่มีภาวะโรคเบาหวาน 1 กรณี ทดสอบ
กรณีละ 20 ครั้ง แบบสุ่มค่าคำตอบเริ่มต้น เกณฑ์ยุติ
การค้นหาประกอบด้วย 2 ประเภท คือ เกณฑ์ยุติการ
ค้นหาเนื่องจากคำตอบเป็นที่น่าพอใจ และเกณฑ์ยุติ
การค้นหาเนื่องจากหมดเวลา จากผลการทดสอบทั้ง
20 ครั้ง พบว่า สมรรถนะการค้นหาแสดงเป็นค่าเฉลี่ย
ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกรณีผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพศหญิง

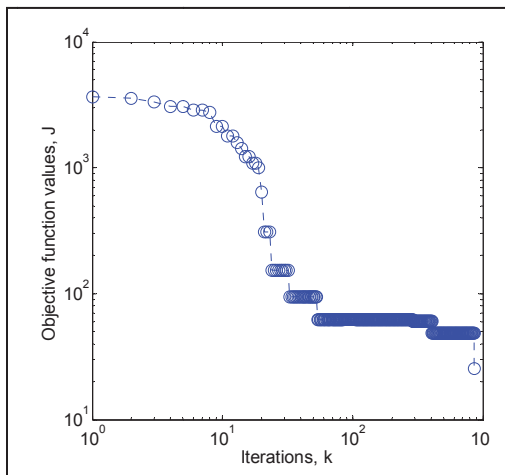
ลำดับ	รายการ	ค่าที่ได้
1	จำนวนรอบการค้นหาเฉลี่ย	1,633.7 รอบ
2	เวลาการค้นหาเฉลี่ย	1.4422 วินาที

โดยจำนวนรอบการค้นหาเฉลี่ย คือ 1,633.7 รอบ ค่าการค้นหาสูงสุดและต่ำสุด คือ 5,745 และ 55 ตามลำดับ ส่วนเวลาค้นหาเฉลี่ย คือ 1.4422 วินาที ค่าเวลาการค้นหาสูงสุดและต่ำสุดคือ 7.5023 และ 0.0403 วินาที ตามลำดับ และเมื่อนำตัวอย่างคำตอบที่ได้จากการค้นหาด้วยอัลกอริธึมการค้นหาแบบท้องถิ่น สำหรับการจัดรายการอาหารแลกเปลี่ยนของผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน กรณีผู้ป่วยเพศหญิง อายุ 40 ปี สูง 167 ซม. หนัก 60 กิโลกรัม พบว่ากรณีศึกษาผู้ป่วยหญิงควรได้รับสารอาหารต่อวัน ประกอบด้วย นมรวม 1 ส่วน ผักชนิด ข 7.5 ส่วน ผลไม้ 6 ส่วน ข้าว 7.5 ส่วน เนื้อสัตว์รวม 6.5 ส่วน ไขมัน 4 ส่วน และ ไม่มีน้ำตาล พลังงานที่พึงได้รับคือ 1851.6 กิโลแคลอรี จัดสรรได้ 1857 กิโลแคลอรี จึงคลาดเคลื่อนไป +5.9 กิโลแคลอรี ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ไม่เกิน ± 30 กิโลแคลอรี ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ต้องการ 254.6 กรัม จัดสรรได้ 252.0 กรัม คลาดเคลื่อนไป -2.6 กรัม ยังอยู่ในเกณฑ์ไม่เกิน ± 3 กรัม ปริมาณโปรตีนที่ต้องการคือ 92.6 กรัม จัดสรรได้ 91.0 กรัม คลาดเคลื่อนไป -1.6 กรัม ยังอยู่ในเกณฑ์ไม่เกิน ± 3 กรัม และปริมาณไขมันที่ต้องการคือ 51.4 กรัม จัดสรรได้ 50.0 กรัม คลาดเคลื่อนไป -1.4 กรัม ยังอยู่ในเกณฑ์ไม่เกิน ± 3 กรัม เป็นต้น ดำเนินการค้นหาจำนวน 470 รอบ ใช้เวลาค้นหา 0.2589 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 1

Sex	:	Female
Age in year	:	40.0
Height in meter	:	1.7
Weight in kilograms	:	60.0
Whole milk	:	0.0
Reduced fat milk	:	1.0
Fat free milk	:	0.0
Vegetable b	:	7.5
Fruits	:	6.0
Sugar	:	0.0
Grains	:	7.5
Meat a	:	0.5
Meat b	:	1.5
Meat c	:	4.5
Meat d	:	0.0
Lipid	:	4.0
Energy required in a day (kcal)	:	1851.6
Carboh. required in grams	:	254.6
Lipid required in grams	:	51.4
Protein required in grams	:	92.6
Energy assigned in a day (kcal)	:	1857.5
Carboh. assigned in grams	:	252.0
Lipid assigned in grams	:	50.0
Protein assigned in grams	:	91.0
Energy error in a day (kcal)	:	5.9
Carboh. error in grams	:	-2.6
Lipid error in grams	:	-1.4
Protein error in grams	:	-1.6
Calculation time in seconds	:	0.25897785
Number of iterations spent	:	470

ภาพที่ 1 ตัวอย่างผลการค้นหาของผู้ที่เป็นโรค เบาหวาน

และจากผลการรู้เข้า เพื่อหาคำตอบกว้างของการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปร สำหรับปัญหาการจัดรายการอาหารแลกเปลี่ยนสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน กรณีผู้ป่วยเพศหญิง อายุ 40 ปี สูง 167 ซม.หนัก 60 กิโลกรัม ดังแสดงในภาพที่ 2 เริ่มต้นรอบการค้นหาที่ 1 ด้วยค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ $J=3,637.8$ หลังจากนั้น กลไกการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปรได้ดำเนินการค้นหา และปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนถึงรอบการค้นหาที่ 862 เกณฑ์ยุติการค้นหาเชิงคุณภาพถูก ($JTC < 45$) ด้วยค่า $J=25.6332$ ด้วยเวลาการค้นหา 0.7784 วินาที สัดส่วนอาหารแลกเปลี่ยนที่ได้คือ นมรวม 1 ส่วน ผักชนิด ข 7.5 ส่วน ผลไม้ 6 ส่วน ข้าว 7.5 ส่วน เนื้อสัตว์รวม 6.5 ส่วน ไขมัน 4 ส่วน และ ไม่มีน้ำตาล



ภาพที่ 2 กราฟคุณสมบัติการรู้เข้าหาคำตอบของการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปรสำหรับปัญหานี้

เมื่อนำกรณีศึกษาที่วิเคราะห์ผล โดยใช้โปรแกรมการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปรดังกล่าวมาประยุกต์จัดรายการอาหาร 1 วัน มาแบ่งเป็นมื้ออาหารจำนวน 5 มื้อ คือ มื้อเช้า มื้อว่างเช้า มื้อกลางวัน มื้อว่างบ่าย และมื้อเย็นได้รายการอาหาร

ดังแสดงในตารางที่ 3 และเมื่อให้นักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร ที่เรียนในรายวิชาโภชนาบำบัดมา กำหนดรายการอาหารทั้งวัน ซึ่งประกอบด้วยอาหารดังนี้ มื้อเช้า น้ำมะเขือเทศ แซลมอนกับสลัดผัก มื้อว่างเช้า น้ำส้มคั้น มื้อกลางวัน สปาเก็ตตี้หมูและไส้กรอก และน้ำแอปเปิ้ล มื้อว่างบ่าย แดงโม และมื้อเย็น ข้าวกล้อง ต้มข้าวโพดต้ม ผักต้มเห็ดรวม ดังแสดงในภาพที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการแบ่งมื้ออาหารของผู้เป็นโรคเบาหวาน

หมวดอาหาร	ส่วนอาหารต่อวัน	ส่วนอาหารแบ่งออกเป็นมื้อต่างๆ				
		เช้า	ว่างเช้า	กลางวัน	ว่างบ่าย	เย็น
นมพอร์มัมเนน	1					1
ผัก ข	7.5	2		2		3.5
ผลไม้	6	1	2	1	2	
ธัญพืชหรือข้าว	7.5	2		2.5		3
เนื้อสัตว์ (ก)	0.5			0.5		
เนื้อสัตว์ (ข)	1.5			1.5		
เนื้อสัตว์ (ค)	4.5	1.5				3
ไขมัน	4	2		1		1



ภาพที่ 3 ตัวอย่างรายการอาหารเฉพาะบุคคลของผู้เป็นโรคเบาหวานเพศหญิง อายุ 40 ปี สูง 167 ซม.

หนัก 60 กิโลกรัม พลังงาน 1,852.5 กิโลแคลอรีต่อวัน

4. สรุปผลการทดลอง

การประยุกต์ใช้เทคนิคการค้นหาแบบท้องถิ่นดัดแปรเพื่อช่วยปัญหาการจัดรายการอาหารแลกเปลี่ยน สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน สามารถให้ผลการค้นหาเป็นที่น่าสนใจ และสามารถดำเนินการค้นหาได้ในเวลารวดเร็วเมื่อเทียบกับการดำเนินการค้นหาด้วยคน

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] อัญชลี ศรีจำเริญ. อาหารและโภชนาการ : การป้องกันและบำบัดโรค. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2553.
- [2] กองการแพทย์ทางเลือก. ตำราวิชาการ อาหารเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก; 2551.
- [3] World Health Organization, WHO Factsheet No.311 January 2015. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.
- [4] Hong, S.M., Cho, H.S., Lee, J.H. and et al. NutriSonic web expert system for meal management and nutrition counseling with nutrient time-series analysis, e-food exchange and easy data transition. Nutrition Research and Practice. 2008; 2(2): 121-129.
- [5] อัจฉรา ดลวิทยาคูณ. พื้นฐานโภชนบำบัด. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์: 2558.
- [6] Prestwich, S. and Lynce, I. Local search for unsatisfiability. In Biere, A. and Gomes, C.P. (Ed.), Theory and applications of satisfiability testing-SAT 2006. Springer (2006), 283-196.
- [7] Ghasemi, M., Ghavidel, S., Ghanbarian, M.M. and et.al. Application of imperialist competitive algorithm with its modified techniques for multi-objective optimal power flow problem: A comparative study. Information Sciences. (2014); 281: 225-247.
- [8] Choo, W.M., Wong, L.P. and Khader, A.T. A modified bee colony optimization with local search approach for job shop scheduling problems relevant to bottleneck machines. International journal of advanced soft computing applications. (2016); 8(2): 52-78.
- [9] Dholvitayakhun, A. and Kluabwang, J. Application of local search for optimal assignment of food exchange lists problem. International Journal of Computer Theory and Engineering 6, 2 (2014), 189-191
- [10] Schiff, W. Nutrition for healthy living. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2011.
- [11] Wardlaw, G. M. B.-B. C. Wardlaw's perspectives in nutrition. 9th ed. New York: McGraw-Hill; 2013.