



บทที่ 3

การทดลอง

ในการศึกษาทดลองหาสูตรอาหารเสริมที่เหมาะสมสำหรับเด็กวัยก่อนเรียนโดยใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นภาคใต้ ได้กำหนดขั้นตอนการทดลองไว้เป็นลำดับ คือ ประการแรก จะเป็นการสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงดูการให้อาหารเสริมแก่ทารกและเด็ก และการสำรวจวัตถุดิบในท้องถิ่นภาคใต้ที่เหมาะสมสำหรับที่จะใช้ทำเป็นอาหารเสริม วัตถุดิบที่ได้จากการสำรวจจะนำมาคัดเลือก แบ่งเป็นกลุ่มต่าง ๆ และคำนวณหาสูตรอาหารโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเส้นตรง ซึ่งจะให้สูตรอาหารพร้อมทั้งราคาต่ำสุด สูตรอาหารแต่ละสูตรจะนำมาพิจารณาคัดเลือกเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้เลี้ยงเด็กในชนบทภาคใต้ต่อไป โดยการนำสูตรอาหารมาทดสอบในด้านการยอมรับทางประสาทสัมผัสทั้งในห้องปฏิบัติการ และในหมู่บ้านชนบท ตลอดจนนำไปทดสอบการยอมรับ โดยใช้เลี้ยงเป็นอาหารกลางวัน ณ ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ตำบลลูเต้ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา วิธีการศึกษาในแต่ละขั้นตอนจะมีดังนี้

การสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงดูการให้อาหารและการสำรวจวัตถุดิบในท้องถิ่นภาคใต้

การเลี้ยงดูและการให้อาหารเสริมแก่ทารกและเด็กวัยก่อนเรียนในชนบทภาคใต้ที่เคยปฏิบัติมา จะเป็นข้อมูลที่จะแสดงให้เห็นถึงชนิดของวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบอาหาร และชี้ให้เห็นถึงสภาวะทางโภชนาการของทารกและเด็กที่ได้รับการเลี้ยงดูด้วย นอกจากนี้ในการสำรวจวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นบางชนิดอาจนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตอาหารเสริมที่มีคุณค่าและมีราคาถูกสำหรับชาวชนบทได้

1. การกำหนดพื้นที่สำรวจและการลุ่มตัวอย่าง

ในการสำรวจ กำหนดจังหวัดสงขลาเป็นเขตที่จะสำรวจ ทั้งนี้เพราะจังหวัดสงขลาเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีความสำคัญในภาคใต้ ประชากรส่วนใหญ่จะมีอาชีพที่มีส่วนสัมพันธ์กับความ

ยากจนอยู่มาก ได้แก่ อาชีพการทำนา การทำสวนยางขนาดเล็ก และการทำประมงชายฝั่งแบบพื้นบ้าน ซึ่งความยากจนของประชากรเหล่านี้ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับสภาวะทุพโภชนาการของทารกและ เด็ก

การสุ่มตัวอย่างครัวเรือนชนบท จะใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้น(multistage sampling) (24) โดยสุ่มอำเภอต่าง ๆ ในจังหวัดสงขลา รวม 7 อำเภอ 1 กิ่งอำเภอ จากนั้นจะสุ่มตำบลจากอำเภอและกิ่งอำเภอที่สุ่มมาได้ อำเภอละ 2 ตำบล กิ่งอำเภอละ 1 ตำบล รวม 15 ตำบล สุ่มหมู่บ้านจากแต่ละตำบล ตำบลละ 3 หมู่บ้าน รวม 45 หมู่บ้าน และสุ่มครัวเรือนจากหมู่บ้านมาหมู่บ้านละ 5 ครัวเรือน รวมจำนวนครัวเรือนที่จะใช้เป็นตัวอย่าง 225 ครัวเรือน การกำหนดวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นนี้ก็เพื่อต้องการกระจายตัวอย่างจากหน่วยหรือลำดับชั้นที่ใหญ่ลงมาสู่หน่วยที่เล็กกว่า จนกระทั่งถึงครัวเรือนซึ่งเป็นหน่วยที่จะใช้เก็บข้อมูล การสุ่มตัวอย่างแต่ละขั้นจะใช้วิธีการสุ่มแบบ random sampling โดยการจับสลาก (24) ลักษณะของครัวเรือนที่จะใช้เป็นตัวอย่างจะต้องเป็นครัวเรือนที่แม่บ้านมีบุตรมาแล้วไม่น้อยกว่า 1 คน และจะต้องมีบุตรคนเล็กสุดอายุไม่เกิน 3 ปี อย่างน้อย 1 คน สำหรับขนาดของตัวอย่างได้กำหนดขึ้นโดยอาศัยขอบเขตความสามารถ เวลา และสิ่งอำนวยความสะดวกซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด รายชื่ออำเภอ ตำบล และหมู่บ้าน ต่าง ๆ ที่เป็นตัวอย่างได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

2. การสร้างแบบสอบถาม

การสำรวจข้อมูลจะใช้วิธีการสัมภาษณ์ครัวเรือนจากแบบสอบถามที่สร้างขึ้น โดยได้กำหนดข้อมูลที่ต้องการทราบไว้ 3 หมวดด้วยกันคือ หมวดทั่วไป ซึ่งเป็นหมวดข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับ ชื่อ อายุ การศึกษา การแต่งงาน ฯลฯ ของผู้ถูกสัมภาษณ์ หมวดการเลี้ยงดูและการให้อาหาร เช่น ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง อายุของเด็กที่ย่านม ฯลฯ และหมวดการสำรวจพฤติกรรมต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น เป็นต้น แบบสอบถามที่สร้างขึ้นจะนำไปทดลองใช้ (pre-test) และปรับปรุงให้เหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้จริง รายละเอียดแบบสอบถามได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

การคัดเลือกวัตถุดิบและราคาเฉลี่ยของวัตถุดิบแต่ละชนิด

เพื่อความสะดวกในการสำรวจและพิจารณาคัดเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสม ได้แบ่งชนิดของวัตถุดิบเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มธัญพืช กลุ่มข้าวเมล็ดแห้ง กลุ่มผัก กลุ่มเนื้อสัตว์ต่าง ๆ (ยกเว้นปลา) และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ กลุ่มปลาชนิดต่าง ๆ จำนวนวัตถุดิบที่สำรวจได้ในแต่ละกลุ่มจะนำมาพิจารณาคัดเลือกเพื่อใช้คิดสูตรอาหาร โดยอาศัยหลักเกณฑ์ด้านปริมาณการปลูกหรือมีมากในท้องถิ่น ชาวชนบทรู้จักและคุ้นเคยในการใช้บริโภคในชีวิตประจำวัน ชนิดวัตถุดิบที่เคยใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับทารกและเด็ก ในการคัดเลือกนี้จะอาศัยข้อมูลทางสถิติการเพาะปลูกพืชไร่ และปริมาณการจับสัตว์น้ำในภาคใต้ (ตารางที่ 28, 29) มาร่วมพิจารณาด้วย เมื่อได้พิจารณาตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว จะได้วัตถุดิบจำนวนหนึ่งสำหรับใช้คิดสูตรอาหาร (ตารางที่ 12)

สำหรับราคาเฉลี่ยของวัตถุดิบแต่ละชนิด จะใช้วิธีสำรวจราคาเฉลี่ยต่อ 100 กรัม จากตลาดในเขตอำเภอหาดใหญ่ 3 แห่ง (ปี 2526) และได้แสดงไว้ในตารางที่ 12

การแยกกลุ่มวัตถุดิบเพื่อใช้ศึกษาสูตรอาหารเสริม

1. วัตถุดิบกลุ่มแห้ง

แยกวัตถุดิบกลุ่มแห้งจากจำนวนวัตถุดิบที่มีอยู่ โดยพิจารณาจากปริมาณความชื้นของวัตถุดิบแต่ละชนิด วัตถุดิบที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 จะจัดอยู่ในวัตถุดิบกลุ่มแห้ง

2. วัตถุดิบกลุ่มสด

วัตถุดิบจากกลุ่มสดทั้งหมด ได้นำมาแยกออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ อีก เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบเสริมร่วมกับวัตถุดิบกลุ่มแห้ง โดยจะแยกวัตถุดิบกลุ่มสดออกตามประเภทและคุณสมบัติของวัตถุดิบ ดังนี้

- 2.1 กลุ่มผลิตภัณฑ์จากสัตว์ (ยกเว้นปลา) เช่น ไข่ไก่
- 2.2 กลุ่มพืชไต่ดินและข้าวโพด เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง
- 2.3 กลุ่มปลาทะเล เช่น ปลาหู ปลาทรายแดง
- 2.4 กลุ่มผัก เช่น ผักบุ้ง แดงกวา คื่นช่าย
- 2.5 กลุ่มอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากทั้ง 4 กลุ่มดังกล่าว

วัตถุดิบกลุ่มสดย่อย ๆ แต่ละกลุ่ม จะเป็นกลุ่มเสริมที่จะมารวมกับวัตถุดิบกลุ่มหลัก สำหรับใช้ศึกษาสูตรอาหารเสริม นอกจากนี้ก็จะกำหนดวัตถุดิบเพิ่มอีก 2 กลุ่ม ได้แก่ วัตถุดิบกลุ่มแห้งล้วน ๆ และวัตถุดิบทั้งกลุ่มแห้งและกลุ่มสดทั้งหมด ที่ได้จากการสำรวจและคัดเลือกไว้แล้ว ผลการจัดแบ่งกลุ่มวัตถุดิบได้แสดงไว้ในตารางที่ 13

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเส้นตรงคำนวณหาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

จากโครงสร้างของการโปรแกรมแบบเส้นตรงสำหรับอาหารเด็กอ่อน ซึ่งประกอบด้วย direct constraint ที่กำหนดค่าต่ำสุดและสูงสุดของสารอาหาร และ interrelated constraint ที่กำหนดความสัมพันธ์ของสารอาหารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป (25) โครงสร้างดังกล่าวนี้ สามารถนำมาคำนวณหาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบแต่ละชนิด โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า simplex method คำนวณผลลัพธ์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ciber 18-20 ณ ศูนย์คอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

1. การกำหนดปริมาณสารอาหารและราคาของวัตถุดิบ

อาศัยข้อมูลจากหนังสือตารางองค์ประกอบอาหารสำหรับใช้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (26) สำหรับใช้กำหนดปริมาณสารอาหารของวัตถุดิบที่ได้จากการสำรวจและคัดเลือกไว้แล้ว ส่วนราคาของวัตถุดิบแต่ละชนิด จะได้จากผลของการสำรวจราคาเฉลี่ย (ตารางที่ 12) ซึ่งเป็นราคาของวัตถุดิบที่จำหน่ายในตลาดระหว่างเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน 2526 ผลการกำหนดปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ที่ต้องการจะให้มีในสูตรอาหารเสริมได้แสดงไว้ในตารางที่ 14 และตารางที่ 15

2. การเตรียมสมการสารอาหาร (nutritional constraint)

จากมาตรฐานอาหารเสริมสำหรับเด็กตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 54 (2523) ซึ่งกำหนดมาตรฐานปริมาณสารอาหารที่จะศึกษาไว้ 3 แบบ คือ

- กำหนดค่าต่ำสุดต่อแคลอรี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน กรดไขมันไม่อิ่มตัว วิตามิน บี1 บี2 แคลเซียม และฟอสฟอรัส
- กำหนดค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดต่อแคลอรี ได้แก่ วิตามิน เอ และธาตุเหล็ก
- กำหนดอัตราส่วนต่อกันของสารอาหาร ได้แก่ กรดอะมิโนที่จำเป็น 8 ชนิด ต่อน้ำหนักของโปรตีน

จากข้อกำหนดนี้ จะสามารถเขียนเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของสารอาหารได้ ตัวอย่าง เช่น กำหนดว่าอาหารเสริมจะต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 2.5 กรัม (ค่าต่ำสุด) ต่อ 100 กิโลแคลอรี จะนำมาเขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

Protein - Calorie: จากข้อกำหนดจะเขียนได้เป็น

$$\frac{\text{Protein}}{\text{Calorie}} \geq \frac{2.5}{100}$$

หรือ

$$\text{Protein} - 0.025 (\text{Calorie}) \geq 0$$

ในกรณีที่กำหนดทั้งค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดต่อแคลอรี เช่น กำหนดว่าจะต้องมีวิตามิน เอ อย่างน้อย 75 ไมโครกรัม แต่ไม่เกิน 150 ไมโครกรัม จะเขียนเป็นสมการได้ 2 สมการ คือ

Vitamin A - Calorie: จากข้อกำหนดขั้นต่ำจะได้

$$\frac{\text{ค่าต่ำสุด Vitamin A}}{\text{Calorie}} \geq \frac{75}{100}$$

$$\text{Vitamin A} - 0.75 (\text{Calorie}) \geq 0$$

ในทำนองเดียวกันจากข้อกำหนดขั้นสูงสุด จะได้

$$\begin{array}{rcl} \text{ค่าสูงสุด} & \frac{\text{Vitamin A}}{\text{Calorie}} & \leq \frac{150}{100} \\ & & \\ & \text{Vitamin A} - 1.5 (\text{Calorie}) & \leq 0 \end{array}$$

สำหรับสารอาหารอื่น ๆ ก็เขียนเป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารอาหารได้ในทำนองเดียวกัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

3. การเขียนสมการสารอาหารของวัตถุดิบ

กำหนดให้วัตถุดิบชนิดต่าง ๆ มีค่าสัญลักษณ์ของ X เรียงตามลำดับจากวัตถุดิบชนิดแรกจนถึงชนิดสุดท้าย ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$)

จากตารางสารอาหารของวัตถุดิบต่าง ๆ (ตารางที่ 14, 15) สามารถเขียนสมการของสารอาหารจากวัตถุดิบที่ใช้ได้ ดังนี้

กำหนดให้ X เป็นน้ำหนักของส่วนผสม มีหน่วยเป็น 100 กรัม ของวัตถุดิบแต่ละชนิด จะได้

$$\text{Calorie : } 366 X_1 + 134 X_2 + \dots + 163 X_{18} \quad (1)$$

$$\text{Protein : } 6.4 X_1 + 4.2 X_2 + \dots + 12.9 X_{18} \quad (2)$$

เขียนสมการสารอาหารของวัตถุดิบในลักษณะเช่นนี้จนครบสารอาหารทุกตัวที่ต้องการ ในกรณีที่ใช้วัตถุดิบไม่ถึง 18 ชนิด สมการยังคงมีลักษณะเช่นเดิม แต่ลดจำนวนวัตถุดิบ (ค่าของ X_1, X_2, \dots) ลง เช่น ถ้าต้องการใช้วัตถุดิบเพียง 6 ชนิด ได้แก่ ข้าวเจ้า (X_1) ถั่วลิสง (X_3) ถั่วเขียว (X_4) ถั่วดำ (X_5) ถั่วงอก (X_6) และไข่ไก่ (X_{18}) สมการจะเป็นดังนี้

ตารางที่ 3 สมการสารอาหาร (nutritional constraints) ที่ใช้ศึกษาสูตรอาหาร
เสริม

Protein - Cal :	$\frac{\text{Protein}}{\text{Calorie}}$	\geq	$\frac{2.5}{100}$
	Protein - 0.25 (Calorie)	\geq	0
Isoleucine - Protein :	$\frac{\text{Isoleucine}}{\text{Protein}}$	\geq	37.8
	Isoleucine - 37.8 (Protein)	\geq	0
Leucine - Protein "	$\frac{\text{Leucine}}{\text{Protein}}$	\geq	60.2
	Leucine - 60.2 (Protein)	\geq	0
Lysine - Protein :	$\frac{\text{Lysine}}{\text{Protein}}$	\geq	49.0
	Lysine - 49.0 (Protein)	\geq	0
Methionine.Cystine - Protein :	$\frac{\text{Methionine.Cystine}}{\text{Protein}}$	\geq	39.9
	Methionine.Cystine - 39.9 (Protein)	\geq	0
Phenylalanine.Tyrosine - Protein :	$\frac{\text{Phenylalanine.Tyrosine}}{\text{Protein}}$	\geq	65.1
	Phenylalanine.Tyrosine - 65.1 (Protein)	\geq	0
Threonine - Protein :	$\frac{\text{Threonine}}{\text{Protein}}$	\geq	32.9
	Threonine - 32.9 (Protein)	\geq	0
Tryptophan - Protein :	$\frac{\text{Tryptophan}}{\text{Protein}}$	\geq	11.9
	Tryptophan - 11.9 (Protein)	\geq	0
Valine - Protein :	$\frac{\text{Valine}}{\text{Protein}}$	\geq	46.2
	Valine - 46.2 (Protein)	\geq	0

ตารางที่ 3 สมการสารอาหารที่ใช้ศึกษาสูตรอาหารเสริม (ต่อ)

Fat - Cal :	$\frac{\text{Fat}}{\text{Calorie}}$	$\geq \frac{2}{100}$
	Fat - 0.02 (Calorie)	≥ 0
Linoleic - Cal :	$\frac{\text{Linoleic}}{\text{Calorie}}$	$\geq \frac{300}{100}$
	Linoleic - 3 (Calorie)	≥ 0
Vitamin A - Cal :	$\frac{\text{Vitamin A}}{\text{Calorie}}$	$\geq \frac{75}{100}$
	Vitamin A - 0.75 (Calorie)	≥ 0
Vitamin A - Cal:	$\frac{\text{Vitamin A}}{\text{Calorie}}$	$\leq \frac{150}{100}$
	Vitamin A - 1.5 (Calorie)	≤ 0
Vitamin B1 - Cal :	$\frac{\text{Vitamin B1}}{\text{Calorie}}$	$\geq \frac{0.04}{100}$
	Vitamin B1 - 0.0004 (Calorie)	≥ 0
Vitamin B 2 - Cal :	$\frac{\text{Vitamin B 2}}{\text{Calorie}}$	$\geq \frac{0.06}{100}$
	Vitamin B2 - 0.0006 (Calorie)	≥ 0
Calcium - Cal:	$\frac{\text{Calcium}}{\text{Calorie}}$	$\geq \frac{60}{100}$
	Calcium - 0.6 (Calorie)	≥ 0
Phosphorus - Cal :	$\frac{\text{PhosPhorus}}{\text{Calorie}}$	$\geq \frac{35}{100}$
	Phosphorus - 0.35 (Calorie)	≥ 0
Iron - Cal :	$\frac{\text{Iron}}{\text{Calorie}}$	$\geq \frac{1}{100}$
	Iron - 0.01 (Calorie)	≥ 0

ตารางที่ 3 สมการสารอาหารที่ใช้ศึกษาสูตรอาหารเสริม (ต่อ)

$$\begin{array}{llll} \text{Iron - Cal :} & \frac{\text{Iron}}{\text{Calorie}} & \leq & \frac{2}{100} \\ & \text{Iron} - 0.02 (\text{Calorie}) & \leq & 0 \\ \text{Calorie :} & \text{Calorie} & \geq & 880 \\ \text{Objective Function :} & \text{Minimize} & & \end{array}$$

$$\text{Calorie : } 366 X_1 + 548 X_3 + 341 X_4 + 340 X_5 + 370 X_6 + 163 X_{18}$$

$$\text{Protein : } 6.4 X_1 + 23.4 X_3 + 22.4 X_4 + 22.7 X_5 + 16.0 X_6 + 12.9 X_{18}$$

เวลา

ในการทดลองได้แยกกลุ่มวัตถุดิบที่จะหาสูตรออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนั้นจึงต้องเขียนสมการสารอาหารจากวัตถุดิบที่ใช้แต่ละกลุ่มรวม 6 ชุด

4. การกำหนดเงื่อนไขบังคับที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน (interrelated constraint).

จากสมการสารอาหารของวัตถุดิบที่กล่าวมาข้างต้นนี้ สามารถกำหนดเป็น Constraint ที่มีความสัมพันธ์กันของสารอาหารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ที่ต้องการได้ โดยการเอาสมการของสารอาหารของวัตถุดิบดังกล่าว มาแทนค่าลงใน Constraint ที่แสดงความสัมพันธ์ของสารอาหารที่ได้จากประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ตัวอย่างเช่น

$$\text{จากสมการของ Protein - Calorie : } \frac{\text{Protein}}{\text{Calorie}} \geq \frac{2.5}{100}$$

$$\text{หรือ Protein - 0.025 (Calorie) } \geq 0$$

นำสมการโปรตีนและสมการแคลอรีของวัตถุดิบใน (1), (2) มาแทนค่าลงในสมการที่แสดงความสัมพันธ์ข้างต้น (ตารางที่ 3) จะได้ (เมื่อใช้วัตถุดิบ 18 ชนิด)

$$\begin{aligned} \text{Protein - Calorie : } & 6.4 X_1 + 4.2 X_2 + \dots + 12.9 X_{18} \\ & - 0.025 (366 X_1 + 134 X_2 + \dots + 163 X_{18}) \\ & \geq 0 \end{aligned}$$

จากวิธีการดังกล่าวสามารถเขียนสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของสารอาหารอื่น ๆ ได้ เช่น ไวตามินเอ ไขมัน เป็นต้น สมการสารอาหารเหล่านี้จะนำไปใช้คำนวณหาสูตรอาหารเสริมด้วยวิธีการโปรแกรมแบบเส้นตรง สำหรับราคาของสูตรอาหารที่ต้องการจะให้มียาราคาต่ำสุด จะเขียนได้เป็น

$$\text{Objective Function} = 0.75 X_1 + 1.4 X_2 + 2.2 X_3 + \dots + 3.1 X_{18}$$

5. การเตรียมข้อมูลและการคำนวณสูตรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเส้นตรง

เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ciber 18-20 ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีโปรแกรมแบบเส้นตรงสำเร็จไว้แล้ว (linear programme package) ผู้ใช้จึงต้องจัดเตรียมข้อมูลสำหรับป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ตาม format ของโปรแกรมแบบเส้นตรงสำเร็จรายละเอียดได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค

การหาสูตรอาหารโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเส้นตรงนี้ ครั้งแรกจะใส่ constraints ทั้งหมดของวัตถุดิบแต่ละกลุ่ม เพื่อดูว่าจะได้คำตอบหรือไม่ กรณีที่ได้คำตอบ (optimal solution) ก็จะได้สูตรอาหารที่มีปริมาณสารอาหารต่าง ๆ ครบเป็นไปตามมาตรฐาน แต่ถ้าไม่ได้คำตอบออกมา (no - feasible solution) แสดงว่า จำนวน constraints ที่ใส่เข้าไปทั้งหมดนั้น จะมีบาง constraints ที่เป็นปัญหาที่ไม่ได้คำตอบ ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนแปลงการใส่ constraints ใหม่ เพื่อหาคำตอบในการเปลี่ยนแปลงการใส่ constraints ทุกครั้ง จะต้องเปลี่ยนแปลงคำสั่งและข้อมูลใหม่ทุกครั้ง โดยวิธีนี้ก็จะได้สูตรอาหารออกมาจำนวนหนึ่ง ซึ่งจะมีคุณค่าทางอาหารแตกต่างกันตามชนิดของ constraint ที่ให้คำตอบ สูตรอาหารเหล่านี้จะมีอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบและราคาที่แตกต่างกันอีกด้วย

การคัดเลือกสูตรอาหาร

ในการพิจารณาคัดเลือกสูตรอาหารที่เหมาะสม จะพิจารณาโดยใช้หลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณสารอาหารในแต่ละสูตร

จะทำการคำนวณหาปริมาณสารอาหารของสูตรอาหารแต่ละชนิด โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานอาหารเสริมตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (ต่อ 100 กิโลแคลอรี) สูตรอาหารที่ผ่านการคัดเลือกจะต้องมีปริมาณสารอาหารชนิดที่เป็นสาเหตุของโรคขาดอาหาร ได้แก่ โปรตีน พลังงาน ไขมัน กรดอะมิโนที่จำเป็น วิตามิน เอ วิตามิน บี1 บี2 และธาตุเหล็ก ในปริมาณที่เพียงพอหรือเป็นไปตามมาตรฐาน การคำนวณองค์ประกอบสารอาหาร จะใช้วิธีการคำนวณโดยอาศัยหนังสือตารางองค์ประกอบอาหารสำหรับ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (26)

2. ราคาของสูตรอาหาร

ราคาของสูตรอาหารที่ได้จากกรรมวิธีการโปรแกรมแบบเส้นตรง คำนวณผลด้วยคอมพิวเตอร์ จะให้ราคาของสูตรอาหารค่าสุดทุกสูตร ดังนั้นในการพิจารณาสูตรอาหารที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้เลี้ยงเด็กในชนบทภาคใต้ จึงจะพิจารณาถึงราคาที่อยู่ในวิสัยของชาวชนบท ซึ่งส่วนใหญ่ยากจน จะสามารถซื้อหรือจัดเตรียมขึ้นเองได้ โดยคิดคำนวณเปรียบเทียบจากรายได้ขั้นต่ำของชาวชนบท

3. การทดสอบความเหมาะสมของสูตรอาหารในด้านปริมาณของส่วนผสมที่จะนำไปใช้เลี้ยง

สูตรอาหารเสริมที่จะใช้ผลิตเป็นอาหารเสริมสำหรับเด็ก นอกจากจะต้องมีคุณค่าทางอาหารเหมาะสมตามวัยแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงปริมาณส่วนผสมที่มีในสูตรด้วยว่า ไม่มีปริมาณมากจนเกินความสามารถของเด็กที่จะบริโภคได้หมด เพื่อให้ได้คุณค่าทางอาหารเพียงพอใน 1 วัน นอกจากนี้ยังจะต้องมีปริมาณของเส้นใยต่ำ เพื่อลดปัญหาการดูดซึมและการย่อย (12)

ตารางที่ 4 แบบทดสอบหาสูตรอาหารที่มีปริมาณของส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้
เลี้ยงเด็กได้หมดใน 1 วัน

แบบฟอร์มการเลือกสูตรอาหารเสริมที่มีปริมาณของส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะนำ
ไปใช้เลี้ยงเด็กได้หมดใน 1 วัน

ชื่อ นามสกุล สถานที่

วันที่ เวลา

จงพิจารณาอาหารเสริมตัวอย่างว่า ปริมาณของอาหารเสริมในแต่ละตัวอย่างต่อไปนี้
ตัวอย่างไหนสามารถนำไปใช้เลี้ยงเด็กที่มีอายุ 6 เดือน จนถึง 2 ปี ได้หมดใน 1 วัน เพียงใด
โดยกาเครื่องหมาย + ลงในรหัสตัวอย่างอาหารเสริมที่ท่านเห็นว่ามีปริมาณของส่วนผสมเหมาะ
ที่จะใช้เลี้ยงเด็กได้หมดใน 1 วัน กาเครื่องหมาย - ถ้าท่านเห็นว่าปริมาณของส่วนผสมของ
อาหารเสริมมีมากเกินไปเกินความต้องการของเด็กที่จะบริโภคได้หมดใน 1 วัน หรือกาเครื่องหมาย 0
ในกรณีที่ท่านไม่อาจตัดสินใจอย่างหนึ่งอย่างใดได้

<u>รหัสตัวอย่าง</u>	<u>ผลการพิจารณา</u>	<u>หมายเหตุ</u>
1.
2.
3.
4.
5.
6.

ข้อเสนอแนะ

.....

4.2 การเตรียมส่วนผสมของวัตถุดิบกลุ่มสด

- การเตรียมไข่ไก่สำหรับอาหารเสริมสูตรที่ 2

นำไข่ไก่มาต้มพอสุก ใช้เวลาต้ม 15 นาที ปล่อยให้เย็น แกะเอาเปลือกออก และนำมาชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนผสม เพื่อนำมารวมกับอาหารเสริมกลุ่มแห้ง

- การเตรียม ข้าวโพด มันเทศ มันสำปะหลัง สำหรับสูตรอาหารเสริมสูตรที่ 3

นำวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด มาล้างทำความสะอาด และชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนผสม นึ่งจนสุก ปล่อยให้เย็น

- การเตรียมปลา และปลาแซลมอน สำหรับอาหารเสริมสูตรที่ 4

ชั่งน้ำหนัก เนื้อปลาทั้งสองตามที่ระบุในสูตรและนึ่งจนสุก

- การเตรียมผักโขม แดงกวา คื่นช่าย สำหรับอาหารเสริมสูตรที่ 5

ชั่งน้ำหนักของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดตามส่วนผสมที่ระบุในสูตร นำมาลวกในน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที หั่นด้วยมีดให้มีขนาดเล็กที่สุด

- การเตรียมมันสำปะหลัง แดงกวา คื่นช่าย ปลาแซลมอน สำหรับอาหารเสริมสูตรที่ 6

ดำเนินการชั่งและเตรียมวัตถุดิบแต่ละชนิดดังกล่าวตามวิธีที่ผ่านมา แล้วขังต้น โดยใช้วิธีการนึ่งจนสุกสำหรับมันสำปะหลัง และปลาแซลมอน และใช้วิธีการลวกสำหรับ แดงกวาและคื่นช่าย

5. การดำเนินการทดลอง

นำวัตถุดิบกลุ่มแห้งตามอัตราส่วนผสมของสูตรอาหารทั้ง 6 สูตร นำมาต้มจนสุก ซึ่งจะใช้เวลาในการต้มนาน 10-15 นาที ปล่อยให้เย็น นำมารวมกับวัตถุดิบกลุ่มสด กลุ่มต่าง ๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้ว แล้วนำอาหารเสริมทั้ง 6 สูตร มาทดสอบความเหมาะสมในด้านปริมาณของส่วนผสมที่ใช้ โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Ranking (27)

การทดสอบคุณภาพสูตรอาหาร เสริมทดลองทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับคุณภาพของอาหารเสริมที่ทำขึ้นในครั้งนี้ ได้ใช้อาหารเสริมของกองโภชนาการ กรมอนามัย ซึ่งประกอบด้วย ข้าวเจ้า ถั่วเขียว และงา ในอัตราส่วน 60:25:15 เป็นอาหารเปรียบเทียบ เนื่องจากเป็นอาหารเสริมที่ชาวชนบทในภาคใต้รู้จักและคุ้นเคยมาเป็นเวลานาน ซึ่งถ้าหากผลการทดสอบพบว่าสูตรอาหารเสริมทดลองดีกว่าอาหารเสริมของกองโภชนาการ กรมอนามัย ก็อาจจะนำสูตรอาหารเสริมทดลองนี้มาใช้แทนได้ในอนาคต นอกจากนี้อาหารเสริมของกองโภชนาการ กรมอนามัย ยังมีรูปแบบของอาหารเป็นแบบเดียวกับอาหารเสริมทดลองอีกด้วย ในการทดสอบการยอมรับคุณภาพอาหารเสริมทั้ง 2 ชนิด จะทำการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและในหมู่บ้านชนบท 2 หมู่บ้าน วัดผลการทดสอบโดยการชิมและให้คะแนนตามลำดับความชอบ (hedonic method) (27)

1. การดำเนินการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

1.1 การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมอาหารเสริมทดลอง โดยใช้อาหารเสริมจากวัตถุดิบกลุ่มแห้ง ผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่พอเหมาะ จากการทดลองพบว่า จะต้องใช้น้ำ 4 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่ออาหารเสริม 1 กรัม ต้มจนสุกมีความข้นเหนียวพอเหมาะ ใช้เวลาในการต้ม 8 นาที ปล่อยให้เย็น จากนั้นเตรียมวัตถุดิบกลุ่มสดแยกไว้ต่างหาก และนำมารวมกับอาหารเสริมกลุ่มแห้งที่ได้เตรียมไว้ เสริฟ พร้อมกับอาหารเสริมจากกองโภชนาการ กรมอนามัย ที่ได้เตรียมขึ้น โดยมีวิธีการเตรียม เช่นเดียวกับอาหารเสริมทดลองจากวัตถุดิบกลุ่มแห้ง

1.2 การทดลอง

ใช้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นแม่บ้าน จำนวน 25 คน มีอายุระหว่าง 25-45 ปี โดยคัดเลือกเฉพาะแม่บ้านที่มีบุตรแล้ว และมีสุขภาพดี แม่บ้านหลายคนเคยได้รับการคัดเลือกให้เป็นผู้ทดสอบชิมตัวอย่างอาหารทดลองมาแล้ว ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ผู้ทดสอบชิมแต่ละคนจะได้รับตัวอย่างอาหารเสริมทดลองและอาหารเสริมของกองโภชนาการ และพิจารณาตัดสินใจโดยการให้คะแนน การยอมรับตัวอย่างอาหารที่จะนำไปใช้เลี้ยงเด็กในชนบทภาคใต้ ตามแบบฟอร์มที่กำหนด (ตารางที่ 5) เวลาที่ใช้ทดสอบระหว่าง 11.00 - 12.00 น. ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะ จะใช้การทดสอบความแตกต่างโดยใช้ t-test (28)

2. การทดสอบการยอมรับในหมู่บ้านชนบท

การเตรียมตัวอย่างและแผนการทดสอบจะเป็นแบบเดียวกับแผนการทดสอบในห้องปฏิบัติการ แต่ใช้ผู้ทดสอบชิมที่เป็นแม่บ้านในครัวเรือนชนบทจำนวน 20 คน ทำการทดสอบที่หมู่บ้านหมู่ที่ 8 และหมู่ที่ 9 ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ พิจารณาตัดสินใจยอมรับจากแบบฟอร์มที่ได้ดัดแปลงขึ้นให้เหมาะสมสำหรับชาวชนบท เรียกว่า facial hedonic scale (ภาพที่ 1) โดยใช้การแสดงออกของหน้าเป็นสเกลในการยอมรับ ผู้ทดสอบชิม จะพิจารณาตัวอย่างอาหารและใส่เครื่องหมายลงในช่องที่อยู่ตรงหน้าของผู้ทดสอบชิมนั้น มีความรู้สึกต่อตัวอย่างอาหารที่ชิม การประเมินผลจะนำมาคิดเป็นคะแนนจาก 1-5 คะแนน (27) วิเคราะห์ผลการยอมรับทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่าง โดยใช้การทดสอบความแตกต่างด้วย t-test (28)

การให้แม่บ้านในชนบท เป็นผู้ทดสอบชิมและประเมินผลการยอมรับอาหารเสริมทดลองนี้ เนื่องจากแม่บ้านเหล่านี้ เป็นผู้ใกล้ชิดกับทารกและเด็กมากที่สุดและมักจะใช้ประสาทสัมผัสและความรู้สึกของตนเอง เป็นเกณฑ์ในการจัดเตรียมอาหาร

ตารางที่ 5 แสดงแบบฟอร์มการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

แบบทดสอบคุณภาพอาหารเสริม

ชื่อ นามสกุล วันที่

สถานที่ทดลอง เวลา

จงพิจารณาและให้คะแนนของแต่ละคุณลักษณะ (เช่น สี กลิ่น) ของอาหารเสริม
ต่อไปนี้ว่า เหมาะสมที่จะนำไปใช้เลี้ยงทารกอายุตั้งแต่ 6 เดือน จนถึง 2 ปี มากน้อยเพียงใด
โดยมีเกณฑ์ตัดสินในการให้คะแนน ดังนี้

ช่วงคะแนนที่ยอมรับ

- 10 ดีมากที่สุด
- 9 ดีมาก
- 8 ดี
- 7 ค่อนข้างดี
- 6 พอใช้

ช่วงคะแนนที่ไม่ยอมรับ

- 5 ยังไม่เป็นที่ต้องการ
- 4 ยังไม่ดีพอ
- 3 ไม่ดี
- 2 ใช้ไม่ได้
- 1 ใช้ไม่ได้อย่างยิ่ง

<u>ตัวอย่าง</u>	<u>สี</u>	<u>กลิ่น</u>	<u>รส</u>	<u>เนื้ออาหาร</u>	<u>หมายเหตุ</u>
.....
.....
.....

ตารางที่ 5 แสดงแบบฟอร์มการประเมินผลทางประสาธน์สัมพันธ์ (ต่อ)

ตัวอย่างอาหารเสริมที่ท่านคิดว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้เลี้ยงทารกและเด็กมากที่สุด
คือ ตัวอย่างที่ เหตุผล

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....



แบบทดสอบการชิมอาหาร เสริมสำหรับครัวเรือนชนบท

ชื่อ นามสกุล วันที่

สถานที่ทดลอง

จงพิจารณาและกาเครื่องหมาย ลงในภาพที่แสดงไว้ข้างล่างนี้ว่าตรงกับความรู้สึกของท่านอย่างไร เมื่อได้ชิมตัวอย่างอาหารเสริมนี้

 1 ไม่ดี 2 ยังไม่ดีพอ 3 พอใช้ได้ 4 ดี 5 ดีมาก

ท่านคิดว่าอาหารเสริมที่กำลังชิมอยู่นี้ใช้เลี้ยงทารกและเด็กที่มีอายุตั้งแต่ 6 เดือน จนถึง 2 ขวบ ได้หรือไม่

 ได้ ไม่ได้

เพราะ

.....

.....

.....

ภาพที่ 1 แบบทดสอบการชิมอาหารเสริมสำหรับครัวเรือนชนบท

การทดสอบการยอมรับอาหารเสริมทดลอง โดยการนำไปใช้เลี้ยงเป็นอาหารกลางวัน ณ ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ตำบลคูเต่า

ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก หมู่ที่ 9 ตำบลคูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นศูนย์เด็กเล็กที่เกิดขึ้นจากความร่วมมือและส่งเสริมของผู้ใหญ่บ้านและกรรมการหมู่บ้านที่เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาและการเรียนรู้ของเด็กวัยก่อนเรียนในชนบทที่ไม่มีโอกาสที่จะได้เข้ารับการศึกษาระดับอนุบาลเหมือนกับเด็กวัยก่อนเรียนที่อาศัยอยู่ในเมือง ศูนย์แห่งนี้ได้จัดตั้งมาแล้ว 2 ปี ปัจจุบันมีเด็กวัยก่อนเรียน อายุ 3-5 ปี จำนวน 25 คน มีครูประจำ 1 คน แต่ในขณะที่ทำการทดสอบ มีจำนวนเด็กเพียง 18 คน

เนื่องจากในการศึกษาหาสูตรอาหารเสริมที่เหมาะสมสำหรับเด็กวัยก่อนเรียนในภาคใต้นี้ เป้าหมายสำคัญอยู่ที่เด็กวัยก่อนเรียนซึ่งเป็นวัยที่จะเสี่ยงต่อการเป็นโรคขาดอาหารมากที่สุด ดังนั้นในการนำสูตรอาหารเสริมทดลองมาใช้เลี้ยงเป็นอาหารกลางวัน ณ ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ตำบลคูเต่า ในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการยอมรับสูตรอาหารเสริมทดลองนี้ โดยใช้เด็กวัยก่อนเรียนจำนวน 18 คน เป็นผู้พิจารณาตัดสินว่าอาหารเสริมทดลองจะมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นอาหารได้มากน้อยเพียงใด อีกประการหนึ่งก็เพื่อจะเปรียบเทียบกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการและในหมู่บ้านชนบทด้วย ในการเลือกศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ตำบลคูเต่า เป็นสถานที่ทดลองนั้น เนื่องจากสะดวกต่อการทดลองมาก สามารถทำการทดลองได้หลาย ๆ ครั้ง จากจำนวนเด็กกลุ่มเดียวกัน ทำให้สามารถประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. การกำหนดระดับการยอมรับ

เนื่องจากเด็กวัยก่อนเรียนเหล่านี้ มีอายุน้อยมากจึงไม่อาจใช้วิธีการทดสอบระดับการยอมรับเหมือนกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ ดังนั้นจึงได้กำหนดปริมาณของอาหารเสริมที่เหมาะสมที่เด็กแต่ละคนจะสามารถบริโภคได้หมด เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาระดับการยอมรับ โดยที่เด็กแต่ละคนจะได้รับอาหารเสริมที่สุกแล้ว จำนวน 200 กรัม ซึ่งเป็นน้ำหนักที่ทดลองและคำนวณมาแล้วว่า เด็กทุกคนสามารถบริโภคได้หมดในมือกลางวัน กำหนดระดับการยอมรับ

เป็นคะแนน จะพิจารณาจากปริมาณของอาหารเสริมทดลองที่เด็กแต่ละคนบริโภคได้ ถ้าบริโภคได้หมดจะได้คะแนนเต็มเท่ากับ 100 คะแนน แต่ถ้าเด็กคนใดบริโภคได้ไม่หมด ระดับคะแนนจะลดลงตามปริมาณของอาหารที่บริโภคได้ โดยการนำเอาอาหารที่เหลือมาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหาน้ำหนักของอาหารที่บริโภคได้ หรือคำนวณหาระดับการยอมรับ เป็นคะแนนได้จากสูตร

$$\text{คะแนนแสดงระดับการยอมรับ \%} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักอาหารที่เหลือ} \times 100}{\text{น้ำหนักอาหารเริ่มต้น}}$$

กำหนดคะแนนแสดงระดับการยอมรับอาหารเสริม ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 เวลาที่ใช้ทดสอบ 11.30 น. ทำการทดสอบ 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน