

### บทที่ 3

#### การดำเนินงานวิจัย

#### วัตถุดิบและอุปกรณ์

##### 1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

- น้ำ (น้ำกรองผ่านเครื่องกรองแบบ resin filter (British Protacel : model CRM))
- นมผงขาดมันเนย จากบริษัท Bonlac แห่งประเทศออสเตรเลีย ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท ยูเรก้าโปรดักส์ จำกัด
- น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ของบริษัท มิตรผล จำกัด
- citric acid (food grade) ในรูปผง
- กลีเซอรีน ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท Firminich จำกัด และกลีเซอรีนประปรดได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท Givaudan จำกัด
- สีเบตาแคโรทีน ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท Rovithai จำกัด และสีโรโบฟลาวิน ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท Nutrition จำกัด
- potassium sorbate (food grade)
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เหลว บรรจุในถังก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

##### 2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

- เครื่องชั่งหยาบ (Sartorius : model 0554 -38)
- เครื่องชั่งละเอียด (Sartorius : model BP 310 S)
- เทอร์โมมิเตอร์ -10 ถึง 100 °C
- Hand Refractometer 0-32 % (ATAGO: model N1)
- pH meter (Schott : model CG 840)
- เครื่องอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รูปที่ 5
- ถังก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเกจวัดความดัน (IMI Cornelius : model PL 160)
- รูปที่ 6
- เครื่องบีตผาจีบ รูปที่ 7

(ได้รับความอนุเคราะห์ที่ยืมอุปกรณ์ผลิตเครื่องดีมอดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเครื่องปิดฝาจีบจาก ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ)

- ฝาจีบ ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท ฝาจีบ จำกัด
- ขวดแก้วใสไม่มีสี ขนาดบรรจุ 280 มิลลิลิตร

### 3. อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์และตรวจสอบ

- pH meter (Schott : model CG 840)
- Centrifuge (Heraeus Chirst : model NR )
- Gas Volume Tester โดยนำไปวัดที่ บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด (หัวหมาก)
- Moisture Analyzer (Sartorius: model MA30)
- เครื่องวัดสี (chroma meter) (Minoita : model CR-300 series)

### 4. วิธีการวิเคราะห์

#### ทางกายภาพ

- วัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์ด้วย Gas Volume Tester รายละเอียดในภาคผนวก ก นำตัวอย่างไปวัดที่ บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด (ถ. รามคำแหง หัวหมาก)
- วัดค่า pH ด้วย pH meter รายละเอียดในภาคผนวก ก
- วัดความคงตัวของผลิตภัณฑ์โดยใช้การเหวี่ยงแยกด้วยเครื่อง Centrifuge รายละเอียดในภาคผนวก ก
- วัดค่าความชื้น ด้วย Moisture Analyzer
- วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (chroma meter) ค่าสีที่วัดได้แสดงเป็นค่าความสว่าง(L) ค่าสีแดง(a) และค่าสีเหลือง(b)

#### ทางเคมี

- วิเคราะห์ค่าความขุ่นในน้ำ ส่งตรวจวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ
- วิเคราะห์หาความกระด้างในน้ำ (กรรณิการ์, 2525) รายละเอียดในภาคผนวก ก นำตัวอย่างไปวัดที่ บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด
- วิเคราะห์หาปริมาณเหล็กในน้ำ ส่งตรวจวิเคราะห์ที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ
- ตรวจสอบหาคลอรีนอิสระในน้ำ โดยใช้ Test Kit นำตัวอย่างไปวัดที่ บริษัท ไทยน้ำทิพย์ จำกัด

-วิเคราะห์หาปริมาณไขมันในนม โดยวิธีใช้ Soxhlet (Marshall, 1992) รายละเอียดในภาคผนวก ก

-วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl Method (Rosenthal, 1993) รายละเอียดในภาคผนวก ก

### ทางประสาทสัมผัส

ในการประเมินผลด้านประสาทสัมผัส มีรายละเอียดดังนี้

-คัดเลือกกลุ่มผู้ทดสอบแบบกึ่งฝึกฝน (semi-trained) 15 คน

โดยคัดเลือกผู้ทดสอบที่ดีมีทั้งน้ำอัดลมและนม และต้องมีความรู้ ความเข้าใจในลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ประเมิน (ผู้ทดสอบทุกคนผ่านการเรียนวิชา Food Quality Assurance)

-สถานที่ ภาชนะบรรจุและการเตรียมตัวอย่าง (ASTM, 1986)

สถานที่ในการประเมิน ใช้ห้องที่มีแสงสว่างเพียงพอ สม่ำเสมอ มีอากาศถ่ายเท และเสียงสงบ

-ภาชนะบรรจุ ใช้ภาชนะบรรจุแก้วใสไม่มีสี ขนาดบรรจุ 25 มิลลิลิตร

-ปริมาณตัวอย่าง ประมาณ 16 มิลลิลิตร (0.5 ออนซ์) ต่อ 1 ตัวอย่าง

-อุณหภูมิของตัวอย่าง เสริฟตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 7-10 °C และมีการล้างปากด้วยน้ำเปล่าที่ไม่มีการรส อุณหภูมิห้อง ก่อนประเมินตัวอย่างใหม่ทุกครั้ง

-ในการประเมินทางประสาทสัมผัสใช้แบบสอบถามแบบ (ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ค)

Scaling test สเกลที่ใช้มีค่าเป็นช่วง(interval scale) ประกอบด้วยเส้นตรงตามแนวนอนยาว 15 เซนติเมตร ทำเครื่องหมายที่ตำแหน่ง 1.3 เซนติเมตร จากปลายทั้งสองข้าง และที่จุดกึ่งกลาง( 7.5 เซนติเมตร ) และระบุลักษณะที่ประเมิน ณ ตำแหน่งดังกล่าว ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินมีคะแนนเต็ม 5 คะแนน

Ranking test หลังจากที่ผู้ทดสอบประเมินโดยจัดอันดับตัวอย่างแล้ว ผลการทดสอบจะถูกเปลี่ยนจากอันดับไปเป็นคะแนนโดยใช้ตารางที่ 71 (Fisher และ Yates, 1940) แสดงในภาคผนวก ค

Multiple comparison test ผลการทดสอบจะถูกเปลี่ยนเป็นตัวเลขแทนค่าอธิบาย ดังนี้ ตัวอย่างที่ไม่มีความแตกต่างกับ " R " (ตัวอย่างอ้างอิง) ให้คะแนนเท่ากับ 5

ตัวอย่างที่มีความแตกต่างมากกว่า “ R ”(ตัวอย่างอ้างอิง) มากพิเศษ ให้คะแนนเท่ากับ 9

ตัวอย่างที่มีความแตกต่างน้อยกว่า “ R ”(ตัวอย่างอ้างอิง) มากพิเศษ ให้คะแนนเท่ากับ 1

-วิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วย Analysis of Variance และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป MSTAT ทางจุลชีววิทยา

-ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ โดยใช้ Standard Plate Count Method (Diliello, 1982) รายละเอียดในภาคผนวก ก

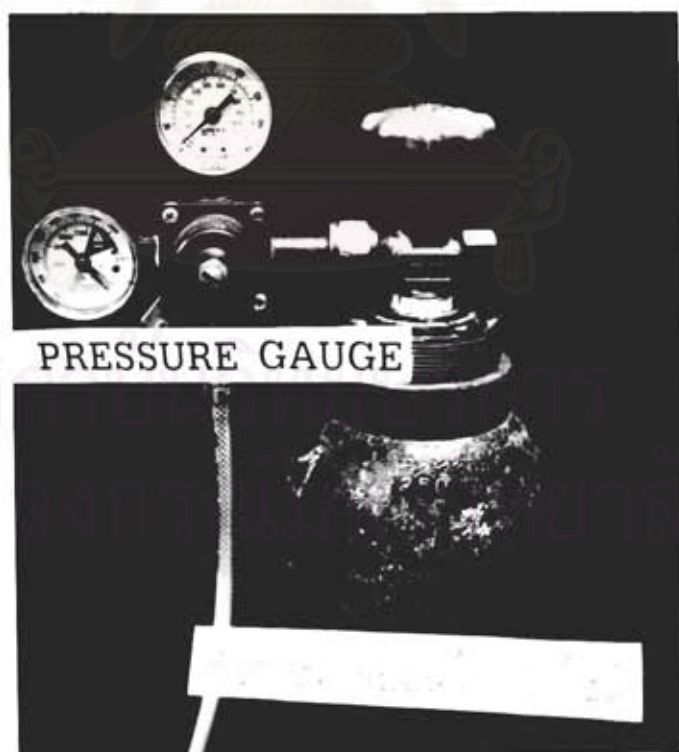
-ตรวจสอบจำนวนยีสต์และรา โดยใช้ Yeast and Mold Plate Count Method (Diliello, 1982) รายละเอียดในภาคผนวก ก



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 เครื่องอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



รูปที่ 6 ถังก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเกจวัดความดัน



รูปที่ 7 เครื่องปิดฝาจับ



รูปที่ 8 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เสริมรสชาติมันเนย

## ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

### 1. ศึกษาและวิเคราะห์วัตถุดิบหลักที่ใช้ในงานวิจัยดังนี้

1.1 น้ำที่ใช้ในการผสมวัตถุดิบ เป็นน้ำประปาผ่านเครื่องกรอง ศึกษาสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีที่สำคัญ ตามมาตรฐานที่กำหนด (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2512) ได้แก่

- ความขุ่น (Turbidity)
- ความกระด้าง (Hardness)
- ปริมาณเหล็ก (Iron)
- ปริมาณคลอรีนอิสระ (Free Chlorine)

1.2 น้ำตาล เติร์มในรูปแบบน้ำเชื่อม โดยนำมาให้ความร้อน และกรองด้วยผ้าขาวบางบุด้วย สาลีก่อนนำมาใช้ ตรวจจำนวนเชื้อรา (Diliello, 1982) ก่อนการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต

1.3 นมผงขาดมันเนย วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และทางกายภาพที่สำคัญ ได้แก่

- ปริมาณความชื้น (AOAC, 1984)
- ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ (AOAC, 1990)
- ปริมาณจุลินทรีย์ (Diliello, 1982)
- จำนวนยีสต์และรา (Diliello, 1982)

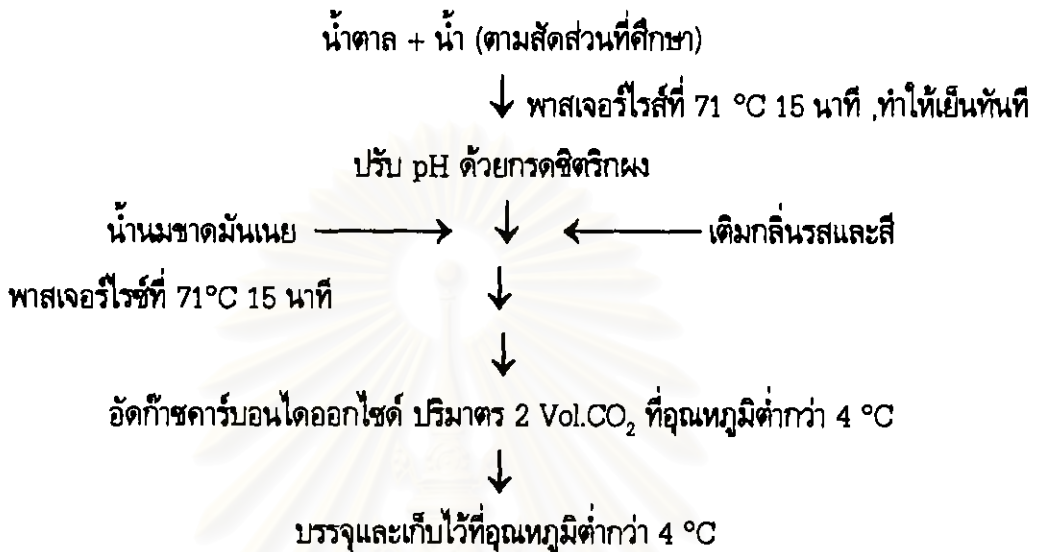
### 2. ศึกษาผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ต่อปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์หลังการบรรจุในขวดแก้ว

โดยแปรปริมาณน้ำตาลเป็นของแข็งที่ละลายได้ (Total Soluble Solids) เป็น 0, 10, 15, 20 องศาบริกซ์ แต่ละบริกซ์แปรความดันที่ใช้ในการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ระดับ 60, 80, 100, 120 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และประเมินผลเพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการอัดก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ดังนี้

วัดปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุขวดปิดด้วยฝาจับ (Ruiz, 1966)

วางแผนการทดลองแบบ Symmetric Factorial Experiment ขนาด 4X4 และวิเคราะห์ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) ทดลอง 5 ซ้ำ

3. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการเสริมขนาดมันเนยในเครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งมีขั้นตอนในการผลิตดังนี้ (Salah Kadlec และ Luksas, 1989)



แปรอัตราส่วนปริมาณน้ำตาล ที่เปอร์เซ็นต์บริกซ์ต่างกัน คือ 12 และ 15 องศาบริกซ์ แต่ละบริกซ์แปรค่า pH ด้วยกรดซิตริกผงเป็น 5.0,5.4,5.7 และแต่ละpH นำมาแปรปริมาณนม (Total solid 13%) เป็น 0-30 % ของปริมาณทั้งหมด โดยเพิ่มปริมาณครั้งละ 10% และประเมินคุณภาพเพื่อเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุด ดังนี้

-วิเคราะห์ความคงตัวของผลิตภัณฑ์ (Technical Memorandum, nd.)

-วัดค่าสี

วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 2x3x3 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) ทดลอง 2 ซ้ำ

-ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ Scaling Test ใช้ผู้ทดสอบแบบ semi-trained 15 คน ลักษณะที่ทดสอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ เช่น ความขุ่นขาว ลักษณะตะกอนแขวนลอย ลักษณะเนื้อสัมผัสและความหวาน รวมทั้งการยอมรับรวมของแต่ละตัวอย่าง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) ทดลอง 2 ซ้ำ



#### 4. ศึกษาชนิดของสารแต่งกลิ่นและปริมาณที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์

นำตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากข้อ 3 มาแปรชนิดของสารแต่งกลิ่น ในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ ตามที่ระบุโดยบริษัทผู้ผลิต เติมสารปรุงแต่งกลิ่นก่อนการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยแปรชนิดของกลิ่นและสี ดังนี้

4.1 สารแต่งกลิ่นที่ใช้ ได้แก่ กลิ่นส้ม กลิ่นมะนาว กลิ่นสับปะรด กลิ่นสตอเบอรี่ กลิ่นแบลคเคอเรนท์ และกลิ่นราสพ์เบอร์รี่ ในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับสารแต่ละประเภท ประเมินคุณภาพเพื่อเลือกตัวอย่างเป็นที่พอใจของผู้ทดสอบมากที่สุด ดังนี้

ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น โดยใช้ Ranking Test ใช้ผู้ทดสอบแบบ semi-trained 15 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) ทดลอง 2 ซ้ำ

จากนั้นนำชนิดของกลิ่นที่ดีที่สุดมา แปรแหล่งที่ผลิต (Flavor House) ดังนี้

- แหล่งผลิต A
- แหล่งผลิต B
- แหล่งผลิต C
- แหล่งผลิต D

ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น โดยใช้ Ranking Test ใช้ผู้ทดสอบแบบ semi-trained 15 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) ทดลอง 2 ซ้ำ

นำกลิ่นที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด จากข้อ 4.1 ซึ่งในงานวิจัยนี้คือ กลิ่นส้ม และกลิ่นสับปะรด มาแปรปริมาณสีที่สอดคล้องกัน ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อเลือกใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อไป

4.2 สีที่ใช้ คือ สีส้มที่ได้จากเบตาแคโรทีน และสีเหลืองที่ได้จากไรโบฟลาวิน โดยคำนวณจากคำแนะนำของผู้แทนขายของบริษัทดังนี้

-สีเบตาแคโรทีน เข้มข้น 2 % (เตรียมจากเบตาแคโรทีนผง) แปรปริมาณในช่วง 0.3-0.6 กรัมต่อ ผลิตภัณฑ์ 280 มิลลิลิตร

-สีไรโบฟลาวิน เข้มข้น 2 % (เตรียมจากไรโบฟลาวินผง) แปรปริมาณในช่วง 0.1-0.8 กรัมต่อ ผลิตภัณฑ์ 280 มิลลิลิตร

ประเมินคุณภาพเพื่อเลือกตัวอย่างที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด ดังนี้

-ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี โดยใช้ Ranking Test ใช้ผู้ทดสอบแบบ semi-trained 15 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) ทดลอง 2 ซ้ำ

-ทดสอบด้านกายภาพด้านสี

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (Snedecor และ Cochran, 1967) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) ทดลอง 2 ซ้ำ

#### 5. ศึกษาผลของการใช้สารกันเสีย และอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

นำตัวอย่างที่ดีที่สุด จากข้อ 4 มาเติมโพแทสเซียมซอร์เบต ในปริมาณดังต่อไปนี้ 0, 500, 1000, 1500, 2000 ppm. และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในขวดแก้วปิดด้วยฝาจับ ขนาดบรรจุ 280 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิประมาณ 4 °C ดังนี้

-วัดค่าพีเอช

-วัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในขวด (Ruiz, 1966)

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก 3 วัน วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 6x3 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) ทดลอง 2 ซ้ำ

-ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ Multiple Comparison Test ใช้ผู้ทดสอบแบบ semi-trained 15 คน ลักษณะที่จะทดสอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่น สี รสชาติและการยอมรับรวมของแต่ละตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก 4 วัน วางแผนการทดลองแบบ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 5x3 และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (Snedecor และ Cochran, 1967) ทดลอง 2 ซ้ำ

-จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Diliello, 1982) ตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก 2 วัน

-จำนวนยีสต์และรา (Diliello, 1982) ตรวจวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก 2 วัน

6. ศึกษาปริมาณสารอาหารและจำแนกคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เสริมนม เปรียบเทียบกับเครื่องดื่มอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยทั่วไป

นำตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด จากข้อ 5 มาคำนวณพลังงานและปริมาณสารอาหารได้แก่ โปรตีน แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก โทอะมีน ไบโอฟลาวิน โนอะซีน และเบตาแคโรทีน โดยใช้หลักเกณฑ์การคำนวณ และการจำแนกคุณค่าทางโภชนาการของ National Research Council (1968)



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย