

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบห้องเย็นของผักและผลไม้  
COMPUTER PROGRAM FOR DESIGNING OF FRUITS AND  
VEGETABLES COLD STORAGE



โดย  
นางสาวมธุรดา จิโนรส

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมอาหาร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 36729  
วัน, เดือน, ปี..... 28 ส.ค. 2543

รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
หากมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2542

ภาควิชา วิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบห้องเย็นของผักและผลไม้

ผู้จัดทำ

นางสาวมธุรดา จิโนรส



พิมพ์ปริศนา นรเศรษฐ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์นวกัทธา พิธิยากุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบห้องเย็นของผักและผลไม้

นางสาวมธุรดา จิโนรส

ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา  
อาจารย์นวกัทธา พิธิยากุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
ปีการศึกษา 2542

### บทคัดย่อ

โปรแกรม Load Calculation เป็นโปรแกรมที่ใช้ทำงานง่าย พัฒนาขึ้นสำหรับคำนวณหาภาระการทำความเย็นในการออกแบบห้องเย็นสำหรับผักและผลไม้ โปรแกรมเหมาะกับทั้งผู้ที่เชี่ยวชาญและไม่เชี่ยวชาญในเรื่องเทคโนโลยีการทำความเย็น โดยช่วยลดเวลาในการคำนวณภาระความร้อนต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในห้องเย็น เช่น ภาระจากผลิตภัณฑ์ คน และอุปกรณ์ในห้องเย็น เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานในประเทศไทย โปรแกรมจึงจัดเตรียมฐานข้อมูลของผักผลไม้ไทย ประกอบด้วยคุณสมบัติทางความร้อนและอัตราการหายใจ รวมทั้งอุณหภูมิของแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย ผู้ใช้สามารถเพิ่มเติมฐานข้อมูลได้ ผลการทำงานของโปรแกรมจะแสดงในรูปของแผนภูมิและตารางภาระความร้อนที่คำนวณได้จากแหล่งความร้อนต่าง ๆ รวมทั้งภาระความร้อนทั้งหมด ซึ่งจะเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการทำความเย็นที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ทำความเย็น

# COMPUTER PROGRAM FOR DESIGNING OF FRUITS AND VEGETABLES COLD STORAGE

Ms. Maturada

Jinorose

Dr. Pimpen

Pornchaleampong

Advisor

Ms. Navapattra

Pitiyakul

Co-advisor

1999

## Abstract

The user-friendly computer program, Load Calculation, was developed for calculation of the refrigeration load in a fruits and vegetables cold storage facility design. The program enables both professionals and non-specialists in the field of refrigeration technology in the time-consuming procedures in accounting for the various heat loads due to conduction through the cold room, heat generation by commodities, people and machinery inside the room, etc. To fit the usage in Thailand, the program was equipped with the databases of most Thai fruits and vegetables including their thermal properties and respiration rate, and climatic characteristics of different geographic locations in Thailand. The database can be filled up and edited by user. The result of the program's work is the graph and table of the calculated heat load from separate sources and also the total load, which defines the required refrigeration capacity for sizing of the refrigerating equipment.

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญรูปภาพ	ข
สารบัญตาราง	ค
1. บทนำ	1
1.1 คำนำ	
1.2 วัตถุประสงค์	
2. ตรวจสอบเอกสารและแหล่งข้อมูล	3
2.1 จุดประสงค์ของการใช้ความเย็นในการเก็บรักษาผักและผลไม้	
2.2 ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการออกแบบห้องเย็น	
2.3 ลักษณะทั่วไปของห้องเย็นสำหรับเก็บรักษาผักและผลไม้	
2.4 ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบห้องเย็น	
3. การคำนวณภาระการทำความเย็น	9
3.1 ภาระการทำความเย็น	
3.2 การคำนวณภาระของการทำความเย็น	
4. การพัฒนาโปรแกรม	14
4.1 รายละเอียดของโปรแกรม	
4.2 ฐานข้อมูลของโปรแกรม	
5. บทวิจารณ์และสรุป	33
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.	35
ภาคผนวก ข.	46
กิตติกรรมประกาศ	76
หนังสืออ้างอิง	77

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 2.1 การทำความเย็นแบบต่าง ๆ	5
รูปที่ 2.2 การจัดวางชั้นและการแบ่งพื้นที่ในการเก็บรักษาแอปเปิ้ล	5
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างผังห้องเย็น	6
รูปที่ 2.4 หน้าจอแสดงผลการคำนวณภาระการทำความเย็นของโปรแกรม Refrigeration 3.0	7
รูปที่ 2.5 หน้าจอแสดงผลการคำนวณหาภาระการทำความเย็นในแต่ละช่วงเวลาของโปรแกรม Refrigeration Load Analyzer	7
รูปที่ 2.6 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม COLDWIND	8
รูปที่ 4.1 หน้าจอต้อนรับเข้าสู่โปรแกรม	14
รูปที่ 4.2 หน้าจอส่วนคำนวณหลักของโปรแกรม	15
รูปที่ 4.3 แสดงผลการคำนวณหาต้นของการทำความเย็นของห้องเย็น	17
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอเพื่อระบุจำนวนชนิดของผลิตภัณฑ์	17
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอคำนวณภาระจากผลิตภัณฑ์	18
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอคำนวณอัตราการหายใจ	18
รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอคำนวณภาระการทำความเย็นจากบรรจุภัณฑ์	20
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอคำนวณภาระการทำความเย็นจากอากาศใหม่	22
รูปที่ 4.9 แสดงหน้าจอตารางตัวประกอบเอนทัลปี	22
รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอสำหรับเลือกผนังด้านที่ต้องการคำนวณ	24
รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอคำนวณภาระการทำความเย็นผ่านผนังสำหรับทิศตะวันออก	25
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าจอคำนวณภาระการทำความเย็นจากแหล่งที่อยู่ในบริเวณทำความเย็น	27
รูปที่ 4.13 แสดงหน้าจอแสดงผลการคำนวณ	29
รูปที่ 4.14 แสดงหน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลเพื่อทำการแก้ไขเพิ่มเติม	30

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ ก.1 ข้อมูลอัตราการไหลของอากาศ	35
ตารางที่ ก.2 ตัวประกอบของenthalpy	36
ตารางที่ ก.3 อุณหภูมิแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย	37
ตารางที่ ก.4 คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์	41
ตารางที่ ก.5 คุณสมบัติทางความร้อนของมอเตอร์	43
ตารางที่ ก.6 คุณสมบัติทางความร้อนของคนงาน	45
ตารางที่ ข.1 สมบัติทางความร้อนของผลไม้	46
ตารางที่ ข.2 คุณสมบัติทางความร้อนของผัก	48
ตารางที่ ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้	51
ตารางที่ ข.4 สมการการหายใจของผักและผลไม้	74

## บทที่ 1

### บทนำ

#### คำนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตผักผลไม้เมืองร้อนที่สำคัญของโลก มีการส่งออกทั้งในลักษณะของผักผลไม้สดและผลิตภัณฑ์แปรรูป ปริมาณการส่งออกขยายตัวอย่างมาก เนื่องจากผลไม้ของไทยมีคุณภาพและความหลากหลายมากกว่าคู่แข่ง จากข้อมูลของสถาบันอาหาร ( National Food Institute ) ในปี 1995 ไทยส่งออกผลไม้ 941,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 19.5 พันล้านบาท หรือประมาณ 62.7% ของปริมาณการค้าผลไม้เมืองร้อนทั้งหมดในโลก และปริมาณการส่งออกในปี 1996 เพิ่มขึ้น 14%จากปี 1995 ผลไม้ส่งออกที่สำคัญของไทยได้แก่ ทูเรียน ทูเรียนแช่แข็ง ลำไยแช่แข็ง ลิ้นจี่แช่แข็ง สับปะรด และมังคุด โดยมีตลาดที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป

การลดอุณหภูมิด้วยการแช่เย็นเป็นวิธีรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาของผักผลไม้ที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย แต่เนื่องจากผักผลไม้แต่ละชนิดมีข้อจำกัดในการเก็บรักษาต่างกัน เช่น อุณหภูมิ ความชื้น องค์ประกอบของอากาศที่เหมาะสม หรือคุณสมบัติทางด้านความร้อน เช่น ความจุความร้อน การหายใจ ความร้อนแฝงของการแข็งตัว เป็นต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการออกแบบห้องเย็นและการกำหนดขนาดของเครื่องทำความเย็น เช่น ก่อด้วยควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13° - 14° C แต่ถ้าเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 12° C จะทำให้เกิดความเสียหายได้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะช่วยอำนวยความสะดวกในการออกแบบและกำหนดขนาดของเครื่องทำความเย็น โดยผู้ใช้สามารถเลือกและเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขต่าง ๆ เช่น ชนิดของผลไม้ จำนวนผลิตภัณฑ์ ภาระบรรจุนาห้องเย็น ชนิดของวัสดุและความหนาของผนัง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ปริมาณอากาศ ตลอดจนภาระปลีกย่อยอื่น ๆ เช่น จำนวนคนทำงาน แสงไฟ และเครื่องจักรที่ทำงานอยู่ภายในบริเวณที่ทำความเย็น เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลามากกว่าการคำนวณด้วยมือ ซึ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงค่าก็จะต้องทำการคำนวณใหม่ตั้งแต่ต้น ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและทรัพยากรเพราะมีความยุ่งยากมากกว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมประเภทนี้ส่วนใหญ่ออกแบบมาให้เหมาะกับการใช้งานในต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศใหญ่ ๆ อย่างสหรัฐ หรือประเทศในทวีปยุโรป ซึ่งไม่เหมาะกับประเทศไทย โครงการนี้จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในเมืองไทย โดยได้มีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่มีในเมืองไทย ได้แก่ ค่าคุณสมบัติทางความร้อน ( อัตราการหายใจ ความร้อนแฝงของการแข็งตัว ความร้อนจำเพาะ และจุดเยือกแข็ง ) และค่าอุณหภูมิของพื้นที่ต่างๆในประเทศไทย ซึ่งแตกต่างจากค่าที่ใช้งานในต่างประเทศ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติมข้อมูลที่ต้องการใช้งานเก็บไว้ในฐานข้อมูลของโปรแกรมได้ ทำให้สามารถใช้งานโปรแกรมได้สะดวกยิ่งขึ้น

### วัตถุประสงค์

พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่ออำนวยความสะดวกในการออกแบบห้องเย็น, คำนวณหาภาระการทำความเย็น, ขนาดฉนวนการทำความเย็น โดยมีฐานข้อมูลที่เหมาะสมต่อการใช้งานในประเทศไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ตรวจเอกสารและแหล่งข้อมูล

#### 2.1 จุดประสงค์ของการใช้ความเย็นในการเก็บรักษาผักและผลไม้

ในการที่จะทำให้อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวยาวนานขึ้นนั้น ควรลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ และควรเก็บในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่กระบวนการทำความเย็นจะช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยจะช่วยลด

1. การเปลี่ยนแปลงของกลิ่น สภาพของผิว เนื้อสัมผัส และสี
2. การเปลี่ยนแปลงของการเผาผลาญพลังงานและการหายใจ
3. การสูญเสียความชื้น
4. การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
5. การเติบโตที่ไม่ต้องการ เช่น การงอกราก

#### 2.2 ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการออกแบบห้องเย็น

##### 1. การหายใจ

การหายใจ คือ การที่พืชปล่อยความร้อน ก๊าซ และความชื้นสู่ระบบ การหายใจขึ้นอยู่กับชนิด ลักษณะการปลูก ( ฤดูกาล สถานที่ที่ปลูก พันธุ์ เป็นต้น ) และอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ อัตราการหายใจของผักผลไม้จะคงที่ แต่ก็มีบางชนิดที่อาจมีอัตราการหายใจลดลงตามระยะเวลาได้เช่น แอปเปิ้ล

##### 2. เอทิลีน

เอทิลีน เป็นฮอร์โมนที่สำคัญ และเป็นสารควบคุมกระบวนการสุกของพืช พืชโดยทั่วไป เช่น ผัก ผลไม้ ไม้ประดับ หรือแม้แต่แบคทีเรียสามารถผลิตเอทิลีนได้

เอทิลีนจำเป็นต่อการบ่มผักและผลไม้แต่ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายกับพืชใบและไม้ดอกได้ แม้จะมีความเข้มข้นต่ำ ( 0.1 ppm ) โดยทำให้เนื้อเยื่อตายบางส่วน ผลไม้บางชนิด เช่น ถั่วและมะม่วง มีความไวต่อเอทิลีนมาก ไม่ควรเก็บรวมกับผลไม้ที่ผลิตเอทิลีน เช่น แอปเปิ้ลและ แคนตาลูป

##### 3. การสูญเสียน้ำ

การสูญเสียน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเก็บรักษาเนื่องจากทำให้เหี่ยวแห้ง น้ำหนักลด และมีคุณภาพต่ำ หลังการเก็บเกี่ยวพืชใบเช่น ขึ้นฉ่ายและผักกาด จะสูญเสียน้ำเร็วกว่าพืชที่มีพื้นผิวน้อยกว่าเช่น แตงโมและแอปเปิ้ล พืชหัวอย่างแครอทหากไม่ตัดส่วนลำต้นทิ้งจะสูญเสียน้ำเร็วกว่าแครอทที่ตัดลำต้นทิ้ง ดังนั้นการกำหนดความชื้นสัมพัทธ์ของบริเวณที่ห้องเย็นจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตามปกติควรอยู่ในช่วง 90 เปอร์เซ็นต์ ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ถ้า

ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไปผลิตภัณฑ์จะเกิดการสูญเสียน้ำหนัก แต่ถ้าสูงเกือบถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ก็ จะเพิ่มการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และอาจทำให้เกิดการแตกของผิวได้

#### 4. การถ่ายเทของอากาศ

อากาศภายในห้องเย็นจะต้องมีการถ่ายเทที่เหมาะสมเพื่อรักษาอุณหภูมิของห้องเย็น เพราะ อากาศจะเป็นตัวรับความร้อนจะผลิตภัณฑ์ ทำให้อากาศมีอุณหภูมิสูงขึ้น อัตราการถ่ายเทที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของห้องเย็นที่ต้องการ เช่น ในช่วงที่ผลิตภัณฑ์เพิ่งเข้าไปในห้องเย็นอัตราการ ถ่ายเทจะสูงกว่าเมื่อผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิเท่ากับที่ต้องการแล้ว

#### 5. อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุดที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เนื่องจาก ว่าเป็นตัวกำหนดอัตราการเกิดกิจกรรมทางชีวภาพต่าง ๆ

ตัวอย่างการทดลองเกี่ยวกับการเก็บรักษาผักผลไม้โดยใช้ความเย็น

Lutz และ Hardenburg (1977) พบว่า อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปในการเก็บรักษา ทำให้เกิดรอย ไหม้จากการแช่แข็งหรือจากการทำความเย็น ส่วนอุณหภูมิที่สูงเกินไป ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนัก เนื้อสัมผัส และอาจทำให้เกิดความเสียหายจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปได้

Kader (1985) พบว่าในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ การสูญเสียน้ำหนักเป็นตัวการหลักใน การสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

Wells (1962) พบว่าอัตราการสูญเสียน้ำหนักของผลไม้ขึ้นอยู่กับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ที่ ความดันไอคงที่ นอกจากนี้ยังแปรผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ และแปรผันตามความดันไอของ อากาศที่ล้อมรอบ

Lund (1983) พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 90 - 95 เปอร์เซ็นต์ ต่ำพอที่จะป้องกันการเติบโต ของสปอร์ของแบคทีเรียบนผิวของผักและผลไม้ได้

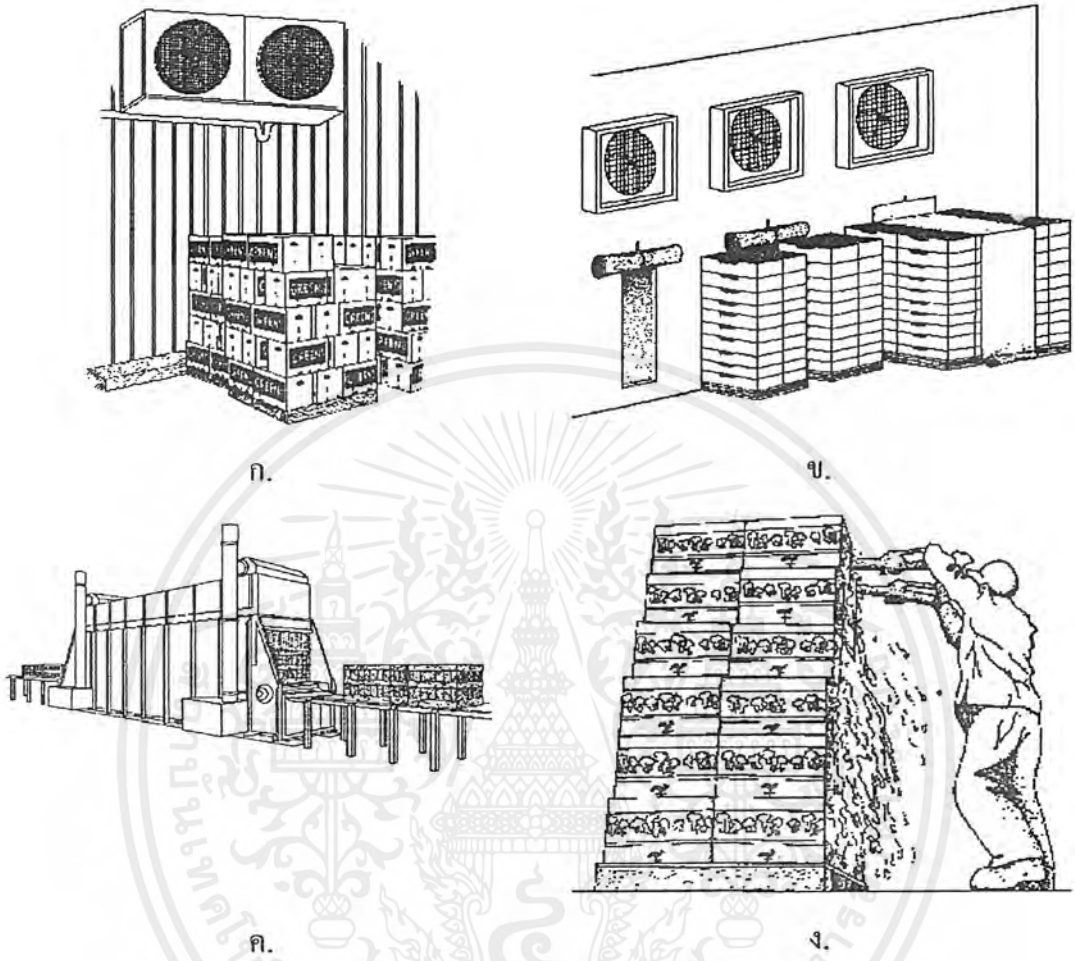
### 2.3 ลักษณะทั่วไปของห้องเย็นสำหรับเก็บรักษาผักและผลไม้

ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในห้องเย็นนั้นนิยมให้มีการทำความเย็นก่อนจะนำไปเก็บใน ห้องเย็น การทำความเย็นในทางการค้ามีด้วยกันหลายวิธี เช่น

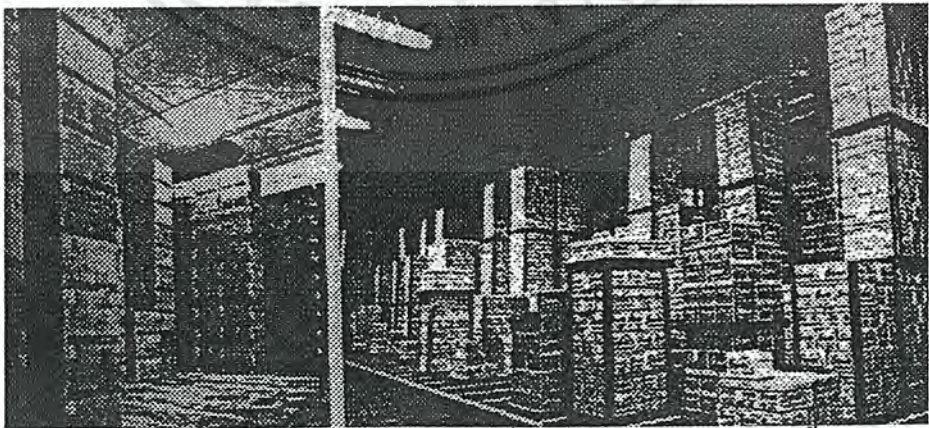
1. การให้อากาศเคลื่อนที่ผ่านผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว ( forced-air or pressure cooling ) รูปที่ 2.1 ก.
2. การแช่ผลิตภัณฑ์ในน้ำเย็น ( hydro cooling ) รูปที่ 2.1 ข.
3. การใช้น้ำแข็งมาสัมผัสหรือวางบนผลิตภัณฑ์ ( contact icing ) รูปที่ 2.1 ค.
4. การระเหยน้ำจากผลิตภัณฑ์ ( vacuum cooling ) รูปที่ 2.1 ง.

การเลือกวิธีขึ้นอยู่กับสภาพและความต้องการการทำความเย็นของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

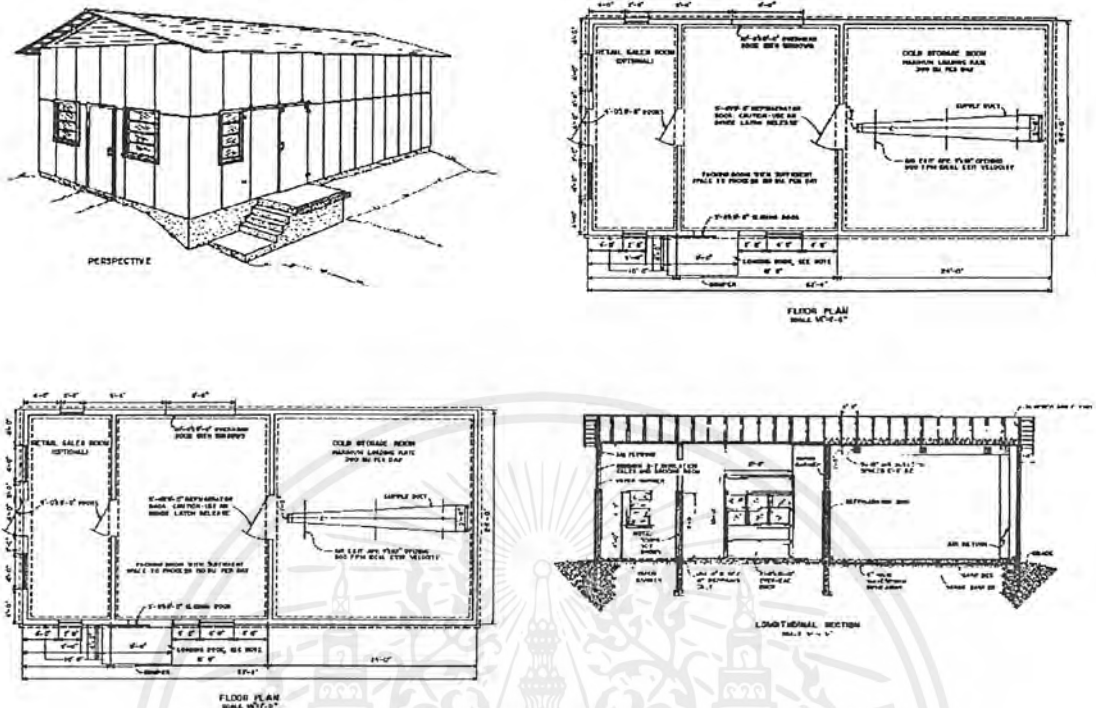


รูปที่ 2.1 การทำความเย็นแบบต่างๆ



รูปที่ 2.2 การจัดวางชั้นและการแบ่งพื้นที่ในการเก็บรักษาแอปเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างผังห้องเย็น

2.4 ตัวอย่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบห้องเย็น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบห้องเย็นที่มีผู้พัฒนาขึ้นเช่น Refrigeration 3.0 ของ Camel Software Corporation, COLDWIND ของ Mistral Limited, Refrigeration Load Analyzer ของ Mirinz และ งานวิจัยหัวข้อ Development of Software for the Design of Cooling and Storage Facilities for Fruits and Vegetables ของ กิตติ สูงสว่าง เป็นต้น

โปรแกรมเหล่านี้จะมีลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน คือ มีฐานข้อมูลต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ เช่น ข้อมูลของผนัง ฉนวน หรือผลิตภัณฑ์ เป็นต้น เพียงแค่ป้อนข้อมูลของระบบลงไปก็ยังสามารถหาขนาดการทำความเย็นและขนาดของเครื่องทำความเย็นที่เหมาะสมได้

1. Refrigeration 3.0 (รูปที่ 2.4)

- มีการแสดงผลการคำนวณในรูปแบบภูมิของภาระแต่ละชนิด
- สามารถรับส่งข้อมูลกับโปรแกรมอื่น ๆ ได้ เช่น Microsoft Access, Microsoft Excel หรือ เอกสารในรูปแบบเท็กซ์ไฟล์ หรือ HTML
- สามารถเพิ่มเติมข้อมูลโดยใช้โปรแกรม U - Value 4.0
- ใช้ได้ทั้งหน่วยเมตริก และ หน่วยอังกฤษ

2. COLDWIND (รูปที่ 2.5)

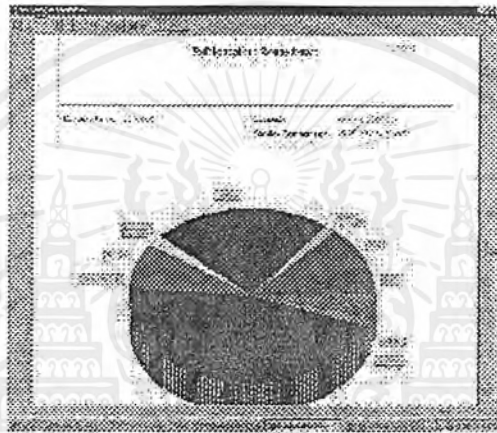
- สามารถแก้ไขข้อความได้โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

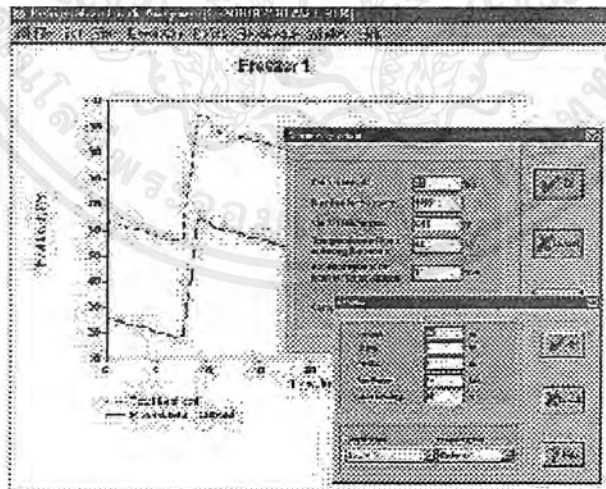
- ส่งข้อมูลไปยัง Window Word ได้
- มีเครื่องคิดเลข
- มีฐานข้อมูลของอุปกรณ์ทำความเย็น

### 3. Refrigeration Load Analyzer (รูปที่ 2.6)

- คำนวณ โดยเน้นหลักการประหยัดพลังงาน
- มีข้อมูลเกี่ยวกับโรงงานชนิดต่างๆ

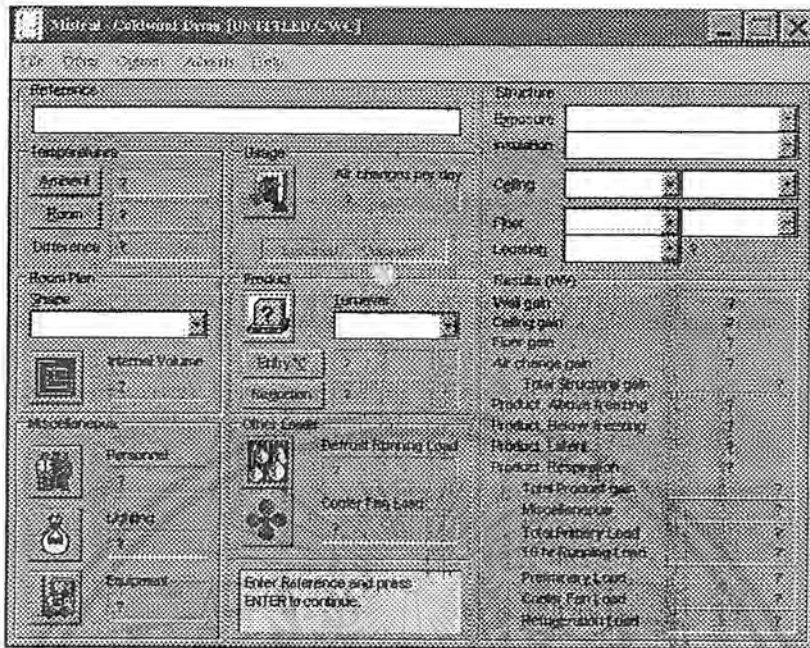


รูปที่ 2.4 หน้าจอแสดงผลการคำนวณภาระการทำความเย็นของโปรแกรม Refrigeration 3.0



รูปที่ 2.5 หน้าจอแสดงผลการคำนวณหาภาระการทำความเย็นในแต่ละช่วงเวลาของโปรแกรม Refrigeration Load Analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 หน้าจอการทำงานของโปรแกรม COLDWIND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### การคำนวณภาระการทำความเย็น

##### 3.1 ภาระการทำความเย็น

คือจำนวนความร้อนทั้งหมดที่เครื่องทำความเย็นจะต้องนำออกไป แหล่งความร้อนที่เป็นภาระในการทำความเย็นได้แก่

1. ความร้อนที่ผ่านเข้าไปในบริเวณทำความเย็นจากภายนอกเข้าสู่ภายใน โดยการนำความร้อนผ่านฉนวนของผนัง พื้น หลังคา
2. ความร้อนที่ผ่านเข้ามาในบริเวณทำความเย็น โดยการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ จากกระจกหรือวัสดุอื่นที่ผ่านได้
3. ความร้อนที่ผ่านเข้ามาในบริเวณทำความเย็นเนื่องจากอากาศร้อนภายนอกเข้ามาในห้อง อาจผ่านเข้ามาโดยทางประตู หน้าต่าง หรือ รอยรั่วอื่น ๆ
4. ความร้อนที่เกิดจากการนำสิ่งของที่อุณหภูมิสูงกว่าเข้ามาในบริเวณทำความเย็น
5. ความร้อนจากเครื่องมือเครื่องใช้ต่างที่อยู่ในบริเวณทำความเย็นเช่น ไฟแสงสว่าง มอเตอร์ (Motor) คนงาน เป็นต้น

##### 3.2 การคำนวณภาระของการทำความเย็น

###### 3.2.1 ภาระจากผลิตภัณฑ์

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าเข้าไปเก็บไว้ในห้องเย็น ผลิตภัณฑ์จะคายความร้อนออกมา เพื่อให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องเย็น

1. เมื่ออุณหภูมิห้องเย็นอยู่เหนือจุดเยือกแข็ง  
คำนวณจาก

$$Q = \frac{mC\Delta T}{3600 \cdot Ct} \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ  $Q$  = ปริมาณความร้อนที่คายออกจากผลิตภัณฑ์ ( kW )

$m$  = มวลของผลิตภัณฑ์ ( kg )

$C$  = ความร้อนจำเพาะของผลิตภัณฑ์เหนือจุดเยือกแข็ง ( kJ/kg K )

$\Delta T$  = อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ( K )

$Ct$  = เวลาที่ใช้ในการทำความเย็น ( hr )

2. เมื่ออุณหภูมิของห้องและผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จะมีวิธีการคิดแบบเดียวกับเมื่ออุณหภูมิห้องเย็นอยู่เหนือจุดเยือกแข็ง แต่แบ่งเป็นช่วงก่อนถึงจุดเยือกแข็งและหลังผ่านจุดเยือกแข็ง เนื่องจากค่าความร้อนจำเพาะจะเปลี่ยนไป และคิดค่าความร้อนแฝงที่ต้องนำออกไปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัว

คำนวณจาก

$$Q = \frac{mL}{3600 \cdot Ct} \quad \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ  $m$  = มวลของผลิตภัณฑ์ ( kg )  
 $L$  = ความร้อนแฝงของผลิตภัณฑ์ ( kJ/kg )  
 $Ct$  = เวลาที่ใช้ในการทำความเย็น ( hr )

3. คัดการระจากการหายใจ

คำนวณจาก

$$Q = \frac{mH}{1000} \quad \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ  $m$  = มวลของผลิตภัณฑ์ ( kg )  
 $H$  = อัตราการหายใจ ( W/kg )

### 3.2.2 ภาวะความร้อนจากบรรจุภัณฑ์

คำนวณจาก

$$Q = \frac{mC\Delta T}{3600 \cdot Ct} \quad \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ  $Q$  = อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านบรรจุภัณฑ์ ( kW )  
 $m$  = มวลของบรรจุภัณฑ์ ( kg )  
 $C$  = ความร้อนจำเพาะของบรรจุภัณฑ์ ( kJ/kg K )  
 $\Delta T$  = อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ( K )  
 $Ct$  = เวลาที่ใช้ในการทำความเย็น ( hr )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.3 ภาระที่ผ่านผนังเข้ามา

คือความร้อนที่ผ่านเข้ามาทาง ผนัง พื้น และ หลังคา ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของผนัง ผนัง ความหนาของผนัง พื้นที่ของผนัง และความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอก

คำนวณจาก

$$Q = \frac{AU\Delta T}{1000} \quad \dots\dots\dots(5)$$

เมื่อ  $Q$  = อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง (kW)  
 $A$  = พื้นที่ของผนัง ( $m^2$ )  
 $U$  = สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด ( $W/m^2 K$ )  
 $\Delta T$  = ความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอก (K)

### 3.2.4 ภาระจากอากาศใหม่

อากาศที่ผ่านเข้ามาในบริเวณทำความเย็น โดยผ่านเข้ามาทางประตู หน้าต่าง หรือรอยรั่ว จะถูกลดอุณหภูมิลงจนเท่ากับอุณหภูมิภายในบริเวณทำความเย็น

คำนวณจาก

$$Q = (Air_{vol}) \text{ (ตัวประกอบอากาศ)} \quad \dots\dots\dots(6)$$

เมื่อ  $Q$  = ภาระจากอากาศที่เข้ามาใหม่ (kW)  
 $Air_{vol}$  = อัตราการเข้ามาของอากาศภายนอก (L/s)

ตัวประกอบของอากาศ = จากตาราง ก.2

### 3.2.5 ภาระอื่น ๆ

ภาระจากอื่น ๆ เป็นผลรวมของภาระที่เกิดจาก ไฟแสงสว่าง คนงาน มอเตอร์ ที่ทำงานอยู่ภายในบริเวณทำความเย็น

ภาระจากแสงไฟ

คำนวณจาก

$$Q = \frac{Watt \cdot No}{1000} \quad \dots\dots\dots(7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ  $Q =$  ภาระจากแสงไฟ (kW)

Watt = กำลังของหลอดไฟ

No = จำนวนหลอดไฟ

ภาระจากคนงาน

คำนวณจาก

$$Q = h \cdot No \quad \dots\dots\dots(8)$$

เมื่อ  $Q =$  ภาระจากคนงาน (kW)

$h =$  ความร้อนต่อคน (kW)

No = จำนวนคนงาน

ภาระจากมอเตอร์

คำนวณจาก

$$Q = h \cdot No \cdot Motor \quad \dots\dots\dots(9)$$

เมื่อ  $Q =$  ภาระจากมอเตอร์ (kW)

$h =$  กำลังของมอเตอร์ (kW)

No = จำนวนเครื่อง

Motor = จากตาราง ก.5

### 3.2.6 ภาระการทำความเย็นทั้งหมด

คือผลรวมของภาระเบื้องต้นทั้งหมดที่ทำการคำนวณ แต่ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับความต้องการการทำความเย็นในทางปฏิบัติ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ การเปิดประตู การบรรจุ และกระบวนการการจัดเก็บ ล้วนมีส่วนในการเพิ่มภาระการทำความเย็น

### 3.2.7 ตัวประกอบความปลอดภัย (Safety factor)

ภาระทั้งหมดของการทำความเย็นเป็นผลรวมของความร้อนที่ได้จากการคำนวณในส่วนต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ในทางปฏิบัติจะใช้ค่าตัวประกอบความปลอดภัย 5 เปอร์เซ็นต์ หรือ 10

เปอร์เซ็นต์ ค่าเปอร์เซ็นต์ตัวประกอบที่ใช้ขึ้นอยู่กับความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณภาระของการทำความเย็น โดยทั่วไปใช้ 10 เปอร์เซ็นต์

### 3.2.8 การหาขนาดเครื่องทำความเย็น

นำภาระทั้งหมด และชั่วโมงการทำงานของเครื่องอัด (Compressor) มาหาขนาดเครื่องทำความเย็นที่ต้องการ

ความสามารถในการทำความเย็น

คำนวณจาก

$$Q = \frac{24 \cdot q}{RT} \quad \dots\dots\dots(10)$$

เมื่อ  $Q$  = ความต้องการความสามารถของการทำความเย็น (kW)

$q$  = ภาระการทำความเย็นทั้งหมด (kW)

$RT$  = เวลาที่เครื่องทำความเย็นทำงานในหน่วยชั่วโมง (hr)

จาก 1 ตันของการทำความเย็นมีค่าเท่ากับ 210 kJ/min หรือ 3.5 kJ/s

$$\text{ตันของการทำความเย็น (ตัน)} = Q / 3.5 \quad \dots\dots\dots(11)$$

## บทที่ 4

### การพัฒนาโปรแกรม

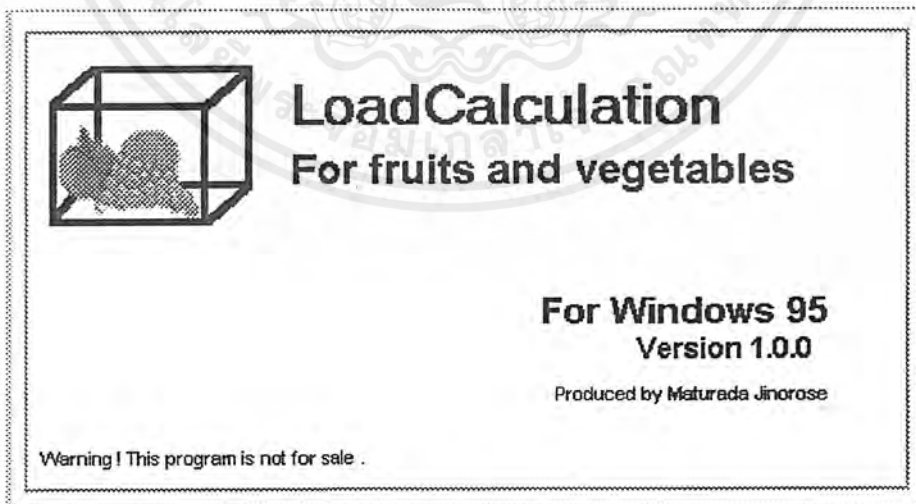
โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการคำนวณจากสมการในบทที่ 3 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคือ Microsoft Visual Basic Version 6 เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งานสำหรับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows และเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานดังนั้น

โปรแกรมนี้จึงแบ่งออกเป็น 8 ส่วนด้วยกันได้แก่

1. ส่วนประมวลผลหลักของโปรแกรม
2. ส่วนคำนวณภาระจากผลึกภัณฑ์
3. ส่วนคำนวณภาระจากบรรจุภัณฑ์
4. ส่วนคำนวณภาระจากอากาศใหม่
5. ส่วนคำนวณภาระผ่านผนัง
6. ส่วนคำนวณภาระจากอุปกรณ์
7. ส่วนแผนภูมิวงกลมแสดงผลการคำนวณแจกแจงตามภาระ
8. ส่วนแก้ไขฐานข้อมูล

#### 4.1 รายละเอียดของโปรแกรม

เมื่อเริ่มใช้งานโปรแกรมจะปรากฏหน้าจอต้อนรับเข้าสู่โปรแกรมก่อนที่โปรแกรมจะเข้าสู่หน้าจอ “Load Calculation” ให้กดบนหน้าจอต้อนรับเข้าสู่โปรแกรมสองครั้ง หน้าจอจะหายไป



รูปที่ 4.1 หน้าจอต้อนรับเข้าสู่โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. ส่วนประมวลผลหลัก

ประเภทการทำความเย็น	จำนวน	หน่วย
ชั้นที่ 1		
ภาระจากหลอดไส้	4.4074	kW
ภาระจากบรรจุภัณฑ์		kW
ภาระที่ผ่านผนังเข้ามา		kW
ภาระจากอากาศไหล		kW
ภาระอื่นๆ		kW
ชั้นที่ 2		
ภาระการทำความเย็นทั้งหมด	162.949	kW
Safety factor	10	%
ภาระการทำความเย็นเผื่อ Safety factor		kW
ชั้นที่ 3		
เวลาที่เครื่องอัดทำงาน		hrs
ภาระหรือปริมาณของน้ำที่ระเหย		Tons

รูปที่ 4.2 หน้าจอส่วนคำนวณหลักของโปรแกรม

หน้าที่ ส่วนประมวลผลหลัก (รูปที่ 4.2) เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างส่วนคำนวณย่อยอื่น ๆ ประกอบด้วยการทำงาน 3 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 เป็นการคำนวณหาภาระการทำความเย็นจากแหล่งต่าง ๆ หลังจากคำนวณแล้วจะกลับมาสู่หน้าจอนี้พร้อมทั้งแสดงผลการคำนวณ ในขั้นที่ 2 เป็นการประมวลหาภาระการทำความเย็นทั้งหมด ขั้นที่ 3 เป็นการหาขนาดของเครื่องอัดที่ระบบต้องการ

ส่วนประกอบ

## 1. หน้าต่าง “Load Calculation” (รูปที่ 4.2)

- หมายเลข 1 รายการคำสั่ง เริ่มต้นใหม่ หรือ จบการทำงาน  
 หมายเลข 2 รายการคำสั่ง แสดงหน้าจอแผนภูมิ หรือ แสดงหน้าจอแก้ไขฐานข้อมูล  
 หมายเลข 3 รายการคำสั่ง แสดงวิธีใช้โปรแกรม หรือ แสดงข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมายเลข 4 ปุ่มคำสั่งคำนวณเพื่อเรียกหน้าจอสำหรับคำนวณภาระการทำความเย็นแต่ละชนิดตามข้อความที่อธิบายอยู่ด้านหน้าปุ่ม
- หมายเลข 5 ปุ่มคำสั่งเพื่อหาผลรวมของภาระการทำความเย็นทั้งหมดสามารถใช้ได้เมื่อผ่านการคำนวณภาระการทำความเย็นต่าง ๆ ในขั้นที่ 1 แล้ว
- หมายเลข 6 ช่องรับค่าตัวประกอบความปลอดภัย (Safety factor) เพื่อป้องกันภาระเกินในกรณีที่มีความร้อนเข้ามาสู่ระบบมากกว่าที่ได้คำนวณไว้ ตามปกติตัวประกอบความปลอดภัยจะมีค่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์
- หมายเลข 7 ปุ่มคำสั่งเพื่อทำการคำนวณหาภาระการทำความเย็นทั้งหมดเมื่อรวมค่าตัวประกอบความปลอดภัยแล้ว ปุ่มคำสั่งนี้จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “ภาระการทำความเย็นทั้งหมด” (หมายเลข 5) แล้ว
- หมายเลข 8 ช่องรับค่าเวลาต่อวันที่เครื่องอัดทำงาน เนื่องจากในทางปฏิบัติเครื่องอัดจะไม่ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ตามปกติแล้วจะไม่เกิน 16 ชั่วโมง
- หมายเลข 9 ปุ่มคำสั่งคำนวณเพื่อทำการหาขนาดเดินการทำความเย็นของระบบ
- หมายเลข 10 ปุ่มคำสั่งเพื่อให้แสดงหน้าจอแผนภูมิผลลัพธ์การคำนวณภาระการทำความเย็น
- หมายเลข 11 ปุ่มคำสั่งเมื่อต้องการเริ่มต้นการคำนวณใหม่
- หมายเลข 12 ปุ่มคำสั่งเมื่อต้องการสิ้นสุดการทำงาน และออกจากโปรแกรม

#### ตัวอย่างแสดงขั้นตอนการใช้งาน

ขั้นที่ 1 คำนวณภาระการทำความเย็นจากแหล่งต่าง ๆ

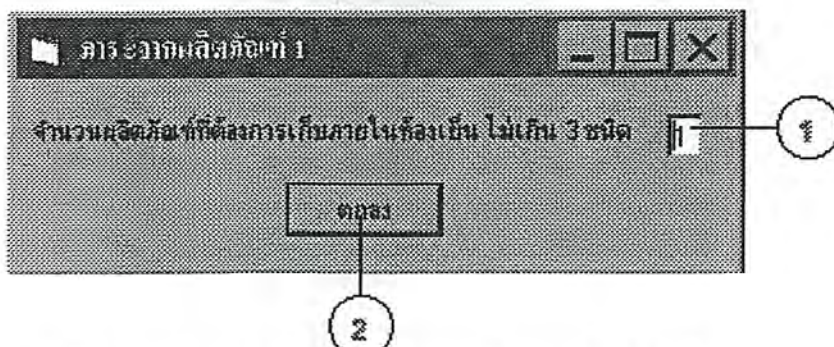
ขั้นที่ 2 กดปุ่ม “ภาระการทำความเย็นทั้งหมด” (หมายเลข 5 รูปที่ 4.2) เพื่อทำการหาภาระการทำความเย็นทั้งหมด จากนั้นป้อนค่าตัวประกอบความปลอดภัยในช่องรับค่า (หมายเลข 6 รูปที่ 4.2) สมมติว่าค่าตัวประกอบความปลอดภัยมีค่า 10 เปอร์เซ็นต์ กดปุ่ม “ภาระการทำความเย็นเมื่อคิด Safety factor” (หมายเลข 7 รูปที่ 4.2)

ขั้นที่ 3 หาขนาดเครื่องอัดโดยทำการป้อนค่าเวลาที่เครื่องอัดทำงานต่อวัน (หมายเลข 8 รูปที่ 4.2) จากนั้นกดปุ่ม “ขนาดเครื่องทำความเย็นที่ต้องการ” (หมายเลข 9 รูปที่ 4.2) จะปรากฏผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงผลการคำนวณหาต้นของการทำความเย็นของห้องเย็น

2. ส่วนคำนวณภาระจากผลิตภัณฑ์



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอเพื่อระบุจำนวนชนิดของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางจากผลิตภัณฑ์ 2

ปริมาณผลิตภัณฑ์: 1000 kg

ความร้อนจำเพาะสูงกว่าจุดเยือกแข็ง: 3.89 kJ/kg.K

อุณหภูมิเข้า: 21 C

อุณหภูมิที่ต้องการทำความเย็น: 1 C

ต้องการเก็บอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง:

ความร้อนจำเพาะต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง: kJ/kg.K

จุดเยือกแข็ง: C

ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย: kJ/kg

อัตราการหายใจ: 0.0852 W/kg

เวลาที่ใช้ทำความเย็น: 5 hr

ปิด    ยกเลิก    ตกลง

รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอคำนวณภาระจากผลิตภัณฑ์

คำนวณอัตราการหายใจ

อุณหภูมิที่ต้องการเก็บ: 1 C

อัตราการหายใจที่คำนวณได้: 0.0852672 W/kg

ปิด    ยกเลิก    ตกลง

รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอคำนวณอัตราการหายใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน้าที่** ส่วนคำนวณภาระจากผลิตภัณฑ์ มี 2 หน้าจอในหน้าจอแรก(รูปที่ 4.4) ให้ทำการเลือกจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำการเก็บรักษา เพื่อ โปรแกรมจะได้ทำการเปิดหน้าจอที่เหมาะสมต่อจำนวนชนิดของผลิตภัณฑ์(รูปที่ 4.5) ในหน้าจอที่ 2 นี้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนที่ 1 เป็นการเลือกชนิดผลิตภัณฑ์ และในขั้นที่ 2 เป็นการป้อนข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

### ส่วนประกอบ

#### 1. หน้าต่าง “ภาระจากผลิตภัณฑ์ 1” (รูปที่ 4.4)

- หมายเลข 1 ช่องรับค่าจำนวนชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเก็บรักษาในห้องเย็น  
 หมายเลข 2 ปุ่มคำสั่งเพื่อรับค่าจำนวนชนิดของผลิตภัณฑ์เพื่อทำการเปิดหน้าจอที่เหมาะสม

#### 2. หน้าต่าง “ภาระจากผลิตภัณฑ์ 2” (รูปที่ 4.5)

- หมายเลข 1 เลือกประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเก็บ  
 หมายเลข 2 เลือกชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเก็บ เมื่อทำการเลือกเสร็จแล้ว โปรแกรมจะค้นหาข้อมูลของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ และนำมาแสดงในช่องรับค่า (ข้อ 3) ที่อยู่ในขั้นที่ 2  
 หมายเลข 3 ช่องรับข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเก็บรักษา  
 หมายเลข 4 ปุ่มคำสั่งเพื่อแสดงหน้าต่างสำหรับคำนวณหาอัตราการหายใจ  
 หมายเลข 5 ปุ่มคำสั่งเมื่อต้องการปิดหน้าจอนี้  
 หมายเลข 6 ปุ่มคำสั่งเพื่อทำการล้างข้อมูลในส่วนนี้เมื่อต้องการคำนวณภาระการทำความเย็นจากผลิตภัณฑ์ใหม่  
 หมายเลข 7 ปุ่มคำสั่งเพื่อยืนยันข้อมูลที่ทำการป้อน จากนั้น โปรแกรมจะทำการคำนวณหาภาระการทำความเย็นจากผลิตภัณฑ์

#### 3. หน้าต่าง “คำนวณอัตราการหายใจ” (รูปที่ 4.6)

- หมายเลข 1 เลือกชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการหาอัตราการหายใจ  
 หมายเลข 2 ช่องรับค่าอุณหภูมิของห้องเย็นที่เก็บผลิตภัณฑ์  
 หมายเลข 3 แสดงข้อความคำตอบของการคำนวณหาอัตราการหายใจ  
 หมายเลข 4 กดเพื่อปิดหน้าจอนี้  
 หมายเลข 5 กดเพื่อล้างข้อมูลในส่วนนี้ เพื่อทำการป้อนข้อมูลใหม่  
 หมายเลข 6 กดเพื่อยืนยันข้อมูลที่ป้อน และสั่งให้โปรแกรมทำการคำนวณหาอัตราการหายใจ โปรแกรมจะแสดงผลลัพธ์ในส่วนหมายเลข 3

### ตัวอย่างแสดงขั้นตอนการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “คำนวณ” (หมายเลข 4) หลัง “ภาระจากผลิตภัณฑ์” จะปรากฏหน้าต่าง “ภาระจากผลิตภัณฑ์ 1” (รูปที่ 4.4) ให้ผู้ใช้ป้อนจำนวนชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำการเก็บรักษาในช่องรับค่า(หมายเลข 1 รูปที่ 4.4) สมมติว่ามี 1 ชนิด จากนั้นกดปุ่ม “ตกลง” (หมายเลข 2 รูปที่ 4.4) จะปรากฏหน้าต่าง “ภาระจากผลิตภัณฑ์ 2” (รูปที่ 4.5)

จากรูปที่ 4.5

ขั้นที่ 1 เลือกประเภท (ผักหรือผลไม้) และชนิดของผลิตภัณฑ์จากฐานข้อมูล สมมติว่าผลิตภัณฑ์คือ แดงกวา เลือก “แดงกวา” จากชนิดผลิตภัณฑ์ (หมายเลข 2 รูปที่ 4.5) ถ้าต้องการแช่แข็ง เลือก “ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง” โปรแกรมจะค้นหาข้อมูลและแสดงข้อมูลในช่องรับข้อมูล (หมายเลข 3 รูปที่ 4.5)

ขั้นที่ 2 ถ้าไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องการหรือต้องการป้อนข้อมูลเอง สามารถป้อนค่าที่ต้องการลงในช่องรับข้อมูล (หมายเลข 3 รูปที่ 4.5) จากนั้นกดปุ่ม “ตกลง” (หมายเลข 7 รูปที่ 4.5) ถ้าต้องการให้โปรแกรมหาค่าอัตราการหายใจให้กดปุ่ม “อัตราการหายใจ” (หมายเลข 4 รูปที่ 4.5) จะปรากฏหน้าต่าง “คำนวณอัตราการหายใจ” (รูปที่ 4.6) ให้ทำการเลือกชนิดผลิตภัณฑ์ (หมายเลข 1 รูปที่ 4.6) สมมติว่าเป็นแดงกวา จากนั้นป้อนค่าอุณหภูมิทำการเก็บรักษา (หมายเลข 2 รูปที่ 4.6) สมมติว่าเก็บที่  $1^{\circ}\text{C}$  ใส่เลขหนึ่งในช่องรับข้อมูลจากนั้นกดปุ่ม “ตกลง” (หมายเลข 6 รูปที่ 4.6) จะปรากฏผลการคำนวณบนหน้าจอ (หมายเลข 3 รูปที่ 4.6) นำค่าที่ได้กลับไปป้อนในช่องรับข้อมูลของหน้าต่าง “ภาระจากผลิตภัณฑ์ 2” ผลการคำนวณจะปรากฏบนหน้าต่าง “Load Calculation”

### 3. ส่วนคำนวณภาระจากบรรจุภัณฑ์

รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอคำนวณภาระการทำความเย็นจากบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หน้าที่** ในส่วนนี้เลือกชนิดของบรรจุภัณฑ์ และป้อนข้อมูลน้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ โปรแกรมจะทำการคำนวณและกลับไปแสดงผลในส่วนประมวลผลหลัก

### ส่วนประกอบ

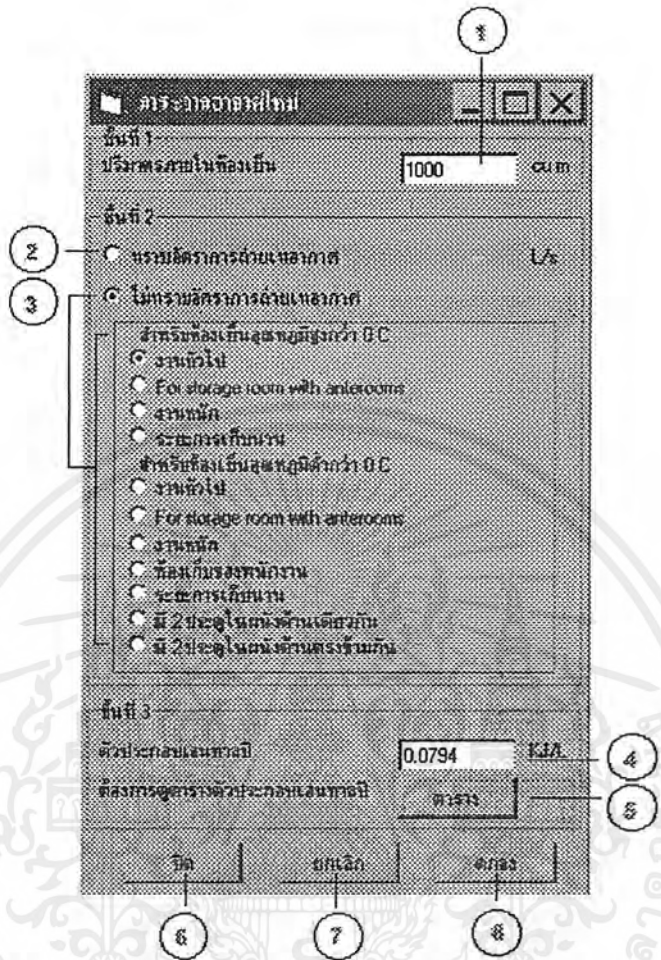
#### 1. หน้าต่าง “ภาระจากบรรจุภัณฑ์” (รูปที่ 4.7)

- |         |   |  |
|---------|---|--|
| หมายเลข | 1 | เลือกชนิดของบรรจุภัณฑ์   |
| หมายเลข | 2 | ช่องรับค่าน้ำหนักทั้งหมดของบรรจุภัณฑ์  |
| หมายเลข | 3 | ช่องรับค่าความร้อนจำเพาะของบรรจุภัณฑ์ ซึ่งหากทำการเลือกชนิดบรรจุภัณฑ์ จากฐานข้อมูลของโปรแกรม ในช่องนี้จะปรากฏข้อมูลที่เหมาะสมต่อบรรจุภัณฑ์ชนิดนั้น ๆ |
| หมายเลข | 4 | ปุ่มคำสั่งเพื่อทำการปิดหน้าจอนี้   |
| หมายเลข | 5 | ปุ่มคำสั่งล้างข้อมูลในส่วนนี้ทั้งหมดเพื่อทำการคำนวณหาภาระการทำความเย็นจากบรรจุภัณฑ์ใหม่  |
| หมายเลข | 6 | ปุ่มคำสั่งเพื่อยืนยันข้อมูลที่ป้อน และสั่งให้โปรแกรมทำการคำนวณหาภาระการทำความเย็นจากบรรจุภัณฑ์   |

#### ตัวอย่างแสดงขั้นตอนการใช้งาน

จากรูปที่ 4.2 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “คำนวณ” (หมายเลข 4) หลัง “ภาระจากบรรจุภัณฑ์” จะปรากฏหน้าต่าง “ภาระจากบรรจุภัณฑ์” (รูปที่ 4.7) ให้ทำการเลือกชนิดของบรรจุภัณฑ์ สมมติว่าเป็นกระดาษ หนัก 25 กก. (หมายเลข 1 และหมายเลข 2 รูปที่ 4.7) จะปรากฏข้อมูลความร้อนจำเพาะของบรรจุภัณฑ์ ในช่องรับค่า (หมายเลข 3 รูปที่ 4.7) ซึ่งข้อมูลสามารถแก้ไขได้ แล้วจึงกดปุ่ม “ตกลง” (หมายเลข 6 รูปที่ 4.7) ผลการคำนวณจะปรากฏบนหน้าต่าง “Load Calculation”

#### 4. ส่วนคำนวณภาระจากอากาศใหม่



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอคำนวณการทำความเย็นจากอากาศใหม่

ปริมาณ	ราคา (Price) (บาท/หน่วย)	ปริมาณรวม (Total Quantity)	ราคารวม (Total Price)
ขังไม้จริง	45	457.25	20
ปูนฉาบ	30	302.25	90
อิฐมวลเบา	45	457.25	90
เหล็กเส้น	30	304.5	90
เหล็กเส้น ปลาย	45	457.25	90
อิฐมวลเบา	30	304.5	90
อิฐมวลเบา	45	457.25	90
อิฐมวลเบา	0	0.025	90
อิฐมวลเบา	45	457.25	90
อิฐมวลเบา ปลาย	0	0.175	95
อิฐมวลเบา	45	457.25	95
อิฐมวลเบา ปลาย	0.5	0.175	95
อิฐมวลเบา	1.75	1.754.5	95
อิฐมวลเบา	0	0.225	95
อิฐมวลเบา	45	457.25	90
อิฐมวลเบา ปลาย	0	0.225	95
อิฐมวลเบา	45	457.25	90
อิฐมวลเบา	1.75	1.754.5	90
อิฐมวลเบา ปลาย	0	0.225	90
อิฐมวลเบา	0	0.21	95
อิฐมวลเบา	2.25	2.25.10	95
อิฐมวลเบา	7.25	7.25.10	80
อิฐมวลเบา	-1	-1.100	80
อิฐมวลเบา	1.75	1.754.5	95
อิฐมวลเบา	0	0.225	95
อิฐมวลเบา	12.75	12.75.15.5	165
อิฐมวลเบา	12.75	12.75.15.5	165

รูปที่ 4.9 แสดงหน้าจอตารางตัวประกอบเอนทาลปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ ในส่วนนี้แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ป้อนค่าปริมาตรภายในของห้องเย็น ขั้นที่ 2 ป้อนค่าอัตราการถ่ายเทอากาศ หรือทำการเลือกประเภทการใช้งานในกรณีที่ไม่ทราบอัตราการถ่ายเทอากาศ โปรแกรมจะหาค่าที่ต้องใช้ในการคำนวณจากฐานข้อมูลเอง ขั้นที่ 3 ป้อนข้อมูลตัวประกอบเอนทัลปี

### ส่วนประกอบ

#### 1. หน้าต่าง “ภาระจากอากาศใหม่” (รูปที่ 4.8)

- หมายเลข 1 ช่องรับค่าปริมาตรภายในของห้องเย็น
- หมายเลข 2 ในกรณีที่ทราบค่าของอัตราการถ่ายเทอากาศภายในห้องเย็นให้เลือกหัวข้อนี้ และทำการป้อนข้อมูลในช่องรับข้อมูลที่ปรากฏหลังข้อความนี้
- หมายเลข 3 ในกรณีที่ ไม่ทราบค่าของอัตราการถ่ายเทอากาศภายในห้องเย็นให้เลือกหัวข้อนี้ จากนั้นทำการเลือกประเภทการใช้งานที่เหมาะสม โปรแกรมจะทำการคำนวณหาอัตราการถ่ายเทอากาศ แต่ทั้งนี้จะต้องทำการป้อนค่าปริมาตรภายในห้องเย็นเสียก่อน
- หมายเลข 4 ช่องรับค่าความแตกต่างของเอนทัลปี
- หมายเลข 5 ปุ่มคำสั่งเมื่อต้องการตรวจดูค่าเอนทัลปีที่เหมาะสมจากตารางแสดงค่าเอนทัลปี (ตารางที่ ก.2)
- หมายเลข 6 กดเพื่อปิดหน้าจอนี้
- หมายเลข 7 ปุ่มคำสั่งเมื่อต้องการล้างข้อมูลทั้งหมดและทำการป้อนข้อมูลใหม่
- หมายเลข 8 ปุ่มคำสั่งเพื่อยืนยันข้อมูลที่ป้อน และสั่งให้โปรแกรมทำการคำนวณภาระการทำความเย็นจากอากาศใหม่

#### 2. หน้าต่าง “ตารางตัวประกอบเอนทัลปี” (รูปที่ 4.9)

แสดงตารางตัวประกอบเอนทัลปี (ตารางที่ ก.2 )

#### ตัวอย่างแสดงขั้นตอนการใช้งาน

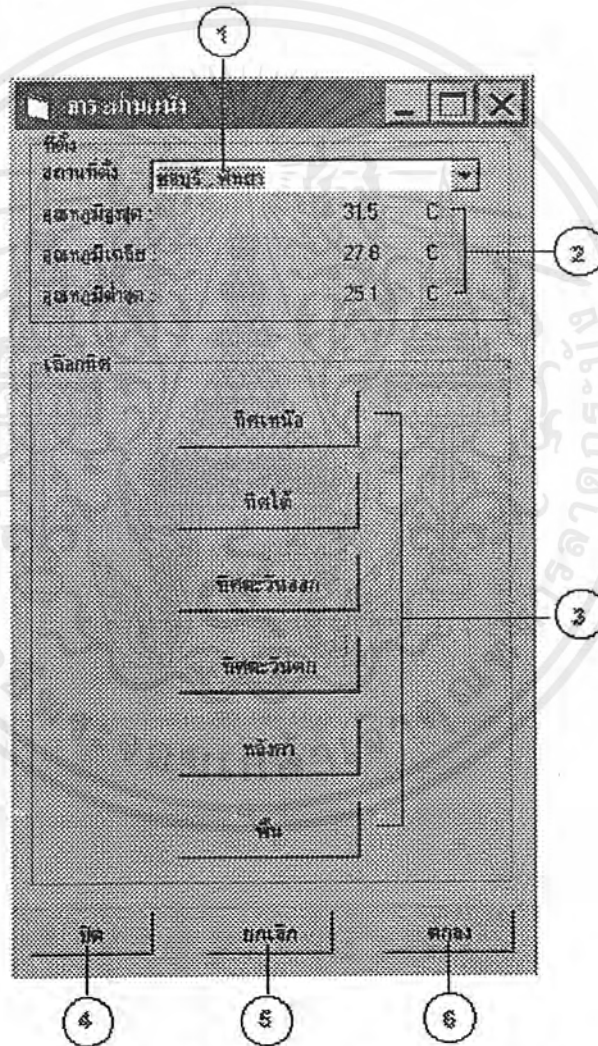
จากรูปที่ 4.2 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “คำนวณ” (หมายเลข 4) หลัง “ภาระจากอากาศใหม่” จะปรากฏหน้าต่าง “ภาระจากอากาศใหม่” (รูปที่ 4.8)

ขั้นที่ 1 ป้อนข้อมูลปริมาตรภายในห้องเย็น สมมติให้ขนาดภายในของห้องเย็นเท่ากับ 1000 ลูกบาศก์เมตร (หมายเลข 1 รูปที่ 4.8)

ขั้นที่ 2 เนื่องจากไม่ทราบอัตราการถ่ายเทอากาศ จึงเลือกข้อ “ไม่ทราบอัตราการถ่ายเทอากาศ” (หมายเลข 2 รูปที่ 4.8) และเลือกประเภทการใช้งานเป็นห้องเย็นที่อุณหภูมิสูงกว่า 0 C

ขั้นที่ 3 ป้อนข้อมูลของตัวประกอบเอนทาลปี สมมติว่ามีค่าเท่ากับ 0.0794 กิโลจูลต่อลิตร ป้อนข้อมูลในช่องรับค่า (หมายเลข 4 รูปที่ 4.8) เมื่อป้อนข้อมูลครบแล้ว กดปุ่ม “ตกลง” (หมายเลข 8 รูปที่ 4.8) ถ้าต้องการดูตารางตัวประกอบเอนทาลปี ให้กดปุ่ม “ตาราง” (หมายเลข 5 รูปที่ 4.8) จะปรากฏหน้าต่าง “ตารางเอนทาลปี” (รูปที่ 4.9) ผลการคำนวณจะปรากฏบนหน้าต่าง “Load Calculation”

## 5. ส่วนคำนวณภาระผ่านผนัง



รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอสำหรับเลือกผนังด้านที่ต้องการคำนวณ

รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอคำนวณภาระการทำความเย็นผ่านผนังสำหรับทิศตะวันออก  
 หน้าที่ ในการคำนวณภาระผ่านผนังแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นแรกเลือกสถานที่ จากนั้น  
 ผู้ใช้จะต้องทำการเลือกด้านของผนังที่ต้องการคำนวณ จากนั้นในขั้นต่อไปคือการป้อนข้อมูลเกี่ยว  
 กับผนัง เช่น ขนาด อุณหภูมิภายนอกและภายใน ขั้นสุดท้ายคือการป้อนข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การ  
 ถ่ายเทความร้อน

โดยโปรแกรมได้จัดให้มีฐานข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้มาให้เพียงแต่ทำการเลือกเท่านั้น  
 ส่วนประกอบ

#### 1. หน้าต่าง “ภาระผ่านผนัง” (รูปที่ 4.10)

หมายเลข 1 เลือกสถานที่ที่ทำการติดตั้งห้องเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมายเลข 2 แสดงข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิของสถานที่ที่ทำการเลือก
- หมายเลข 3 เลือกผนังด้านที่ต้องการทำการคำนวณ กดปุ่มคำสั่งที่เป็นชื่อผนังด้านที่ต้องการคำนวณ จะปรากฏหน้าจอสำหรับคำนวณภาระการทำความเย็นจากความร้อนที่ผ่านผนังด้านนั้น ๆ เข้ามา เช่น รูปที่ 4.11
- หมายเลข 4 ปุ่มคำสั่งเพื่อปิดหน้าจอนี้
- หมายเลข 5 ปุ่มคำสั่งเพื่อทำการล้างข้อมูลในส่วนนี้ เมื่อต้องการป้อนข้อมูลใหม่ทั้งหมด
- หมายเลข 6 ปุ่มคำสั่งเพื่อยืนยันข้อมูลที่ทำการป้อน และสั่งให้โปรแกรมทำการคำนวณหาภาระการทำความเย็นจากความร้อนที่ผ่านผนังด้านนั้น ๆ เข้ามา

## 2. หน้าต่าง ผนังทิศต่าง ๆ เช่น ผนังทิศตะวันออก (รูปที่ 4.11)

- หมายเลข 1 ช่องรับข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับห้องเย็น
- หมายเลข 2 ปุ่มคำสั่งเพื่อเลือกชนิดของพื้นผิว เมื่อต้องการให้โปรแกรมค้นหาข้อมูลของผลกระทบเนื่องจากแสงอาทิตย์สำหรับผนังด้านนั้น ๆ โดยข้อมูลจะถูกแสดงในช่องรับค่าด้านล่าง
- หมายเลข 3 ในกรณีที่ทราบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ให้ป้อนค่าในช่องรับค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่จะปรากฏหากเลือกหัวข้อนี้
- หมายเลข 4 เลือกช่องนี้ในกรณีที่ ไม่ทราบค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและต้องการให้โปรแกรมทำการคำนวณให้
- หมายเลข 5 เลือกชนิดของวัสดุและป้อนข้อมูลความหนาของชั้นวัสดุ
- หมายเลข 6 ปุ่มคำสั่งเพื่อทำการปิดหน้าจอนี้
- หมายเลข 7 ปุ่มคำสั่งเพื่อทำการล้างข้อมูลในส่วนนี้ทั้งหมด สำหรับการป้อนข้อมูลเพื่อทำการคำนวณใหม่
- หมายเลข 8 ปุ่มคำสั่งเพื่อยืนยันข้อมูลที่ทำการป้อน และสั่งให้โปรแกรมทำการคำนวณหาภาระการทำความเย็นจากผนังด้านนั้น ๆ

### ตัวอย่างแสดงขั้นตอนการใช้งาน

จากรูปที่ 4.2 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “คำนวณ” (หมายเลข 4) หลัง “ภาระที่ผ่านผนังเข้ามา” จะปรากฏหน้าต่าง “ภาระผ่านผนัง” (รูปที่ 4.10)

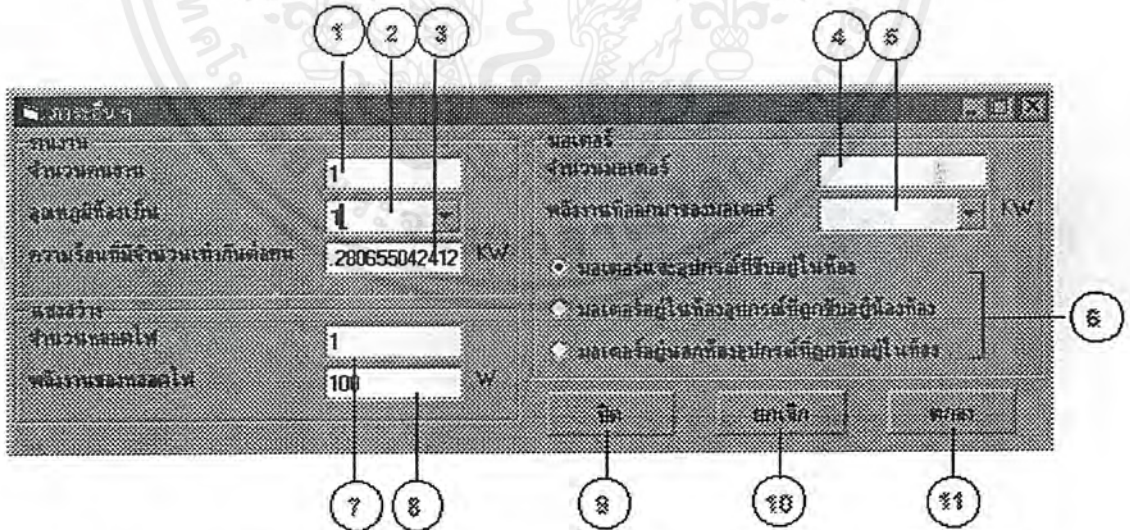
เลือกสถานที่ตั้ง สมมติว่าอยู่ที่พัทยา จากสถานที่ตั้ง (หมายเลข 1 รูปที่ 4.10) จะปรากฏข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิของพัทยา (หมายเลข 2 รูปที่ 4.10) สมมติว่าต้องการคำนวณหาภาระจากผนังทิศตะวันออก กดปุ่ม “ทิศตะวันออก” (หมายเลข 3 รูปที่ 4.10) จะปรากฏหน้าต่าง “ผนังทิศตะวันออก” (รูปที่ 4.11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.11 ชั้นที่ 1 ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับหนังสือจะวันออกในช่องรับค่า (หมายเลข 1 รูปที่ 4.11) สมมติให้มีขนาด กว้าง 15 ม. สูง 6 ม. อุณหภูมิภายนอกห้องเย็นเท่ากับ 31.5 C อุณหภูมิภายในห้องเย็นเท่ากับ 1 C ถ้าต้องการคิดค่าผลกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์ ให้เลือกชนิดของพื้นผิว (หมายเลข 2 รูปที่ 4.11) โปรแกรมจะค้นหาข้อมูลให้ หรือหากทราบอยู่แล้ว ให้ทำการป้อนข้อมูลในช่องรับข้อมูลหลังข้อความ “รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์” (หมายเลข 2 รูปที่ 4.11) สมมติให้ผนังทาสีเข้ม จึงเลือก “พื้นผิวสีเข้ม” จากชนิดพื้นผิว โปรแกรมจะแสดงผลการค้นหาในช่องรับค่า (หมายเลข 1 รูปที่ 4.11)

ชั้นที่ 2 ป้อนค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน กรณีที่ทราบค่าอยู่แล้วป้อนข้อมูลในช่องรับข้อมูลหลังข้อความ “สัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทความร้อน” (หมายเลข 3 รูปที่ 4.11) สมมติว่าไม่ทราบค่า จึงเลือกหัวข้อ “ไม่ทราบค่าสัมประสิทธิ์” (หมายเลข 4 รูปที่ 4.11) จะปรากฏตัวเลือกชนิดวัสดุ และความหนาของชั้นวัสดุ (หมายเลข 5 รูปที่ 4.11) สมมติให้ผนังทำจากคอนกรีตผสมทรายหนา 1 ม. เลือกชนิดวัสดุ จากนั้นป้อนความหนาเท่ากับ 1 ม. เมื่อทำการป้อนข้อมูลเสร็จแล้วจะได้หน้าจอตั้งรูปที่ 4.11 กดปุ่ม “ตกลง” (หมายเลข 8 รูปที่ 4.11) ผลการคำนวณจะปรากฏบนหน้าต่าง “Load Calculation”

## 6. ส่วนคำนวณภาระอื่น ๆ



รูปที่ 4.12 แสดงหน้าจอคำนวณภาระการทำความเย็นจากแหล่งที่อยู่ในบริเวณทำความเย็น

หน้าที่ ส่วนคำนวณภาระอื่น ๆ (รูปที่ 4.12) ทำการคำนวณภาระการทำความเย็นจากแหล่งความร้อน 3 ชนิดด้วยกัน ประกอบด้วย ความร้อนจากคนงาน แสงสว่าง และ มอเตอร์

## ส่วนประกอบ

### 1. หน้าต่าง “การจากอุปกรณ์” (รูปที่ 4.12)

- |         |    |  |
|---------|----|--|
| หมายเลข | 1  | ช่องรับค่าจำนวนคนงานที่ทำงานอยู่ภายในบริเวณห้องเย็น หากไม่มี ไม่ต้องป้อนค่า  |
| หมายเลข | 2  | เลือกอุณหภูมิของห้องเย็น เพื่อ โปรแกรมจะทำการคำนวณหาความร้อนที่เกิดขึ้นต่อคนของคนงาน และแสดงค่าในช่องรับค่าความร้อนต่อคน หากไม่มีคนงานไม่ต้องป้อนค่า |
| หมายเลข | 3  | ช่องรับค่าความร้อนต่อคนที่เกิดขึ้น หากไม่มีคนงานไม่ต้องป้อนค่า   |
| หมายเลข | 4  | ช่องรับค่าจำนวนมอเตอร์ที่ทำงานอยู่ภายในบริเวณที่ทำความเย็น หากไม่มีมอเตอร์ไม่ต้องป้อนค่า   |
| หมายเลข | 5  | เลือกกำลังงานของมอเตอร์ หาก ไม่มีมอเตอร์ไม่ต้องป้อนค่า   |
| หมายเลข | 6  | เลือกประเภทการติดตั้งอุปกรณ์ หากไม่มีอุปกรณ์ไม่ต้องป้อนค่า   |
| หมายเลข | 7  | ช่องรับค่าจำนวนหลอดไฟที่ใช้งานภายในบริเวณทำความเย็น หากไม่มีหลอดไฟไม่ต้องป้อนค่า   |
| หมายเลข | 8  | ช่องรับค่าพลังงานของหลอดไฟที่ใช้ หาก ไม่มีหลอดไฟไม่ต้องป้อนค่า   |
| หมายเลข | 9  | ปุ่มคำสั่งเพื่อทำการปิดหน้าจอ  |
| หมายเลข | 10 | ปุ่มคำสั่งเพื่อทำการล้างข้อมูลในส่วนนี้ทั้งหมด สำหรับการป้อนข้อมูลเพื่อทำการคำนวณใหม่  |
| หมายเลข | 11 | ปุ่มคำสั่งเพื่อยืนยันข้อมูลที่ทำการป้อน และสั่งให้ โปรแกรมทำการคำนวณภาระการทำความเย็นจากอุปกรณ์ต่าง ๆ และคนงานที่อยู่ภายในบริเวณห้องเย็น             |

### ตัวอย่างแสดงขั้นตอนการใช้งาน

จากรูปที่ 4.2 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “คำนวณ” (หมายเลข 4) หลัง “ภาระอื่น ๆ ” จะปรากฏหน้าต่าง “การจากอุปกรณ์” (รูปที่ 4.12)

ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์และคนงานที่ทำงานอยู่ภายในบริเวณทำความเย็น

ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับคนงาน สมมติให้มีคนงานทำงานอยู่ภายในบริเวณทำความเย็น 1 คน ป้อนค่าในช่องรับค่า (หมายเลข 1 รูปที่ 4.12) เลือกอุณหภูมิห้องเย็นเท่ากับ 1 C (หมายเลข 2 รูปที่ 4.12) จะปรากฏข้อมูลความร้อนต่อคนในช่องรับข้อมูล(หมายเลข 3 รูปที่ 4.12)

ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับแสงสว่าง สมมติให้มีหลอดไฟอยู่ 1 ดวง ป้อนข้อมูลในช่องรับค่า(หมายเลข 7 รูปที่ 4.12) ขนาด 100 วัตต์ ป้อนข้อมูลในช่องรับค่า(หมายเลข 8 รูปที่ 4.12)



จากรูปที่ 4.2 เมื่อผู้ใช้คลิกปุ่ม “แผนภูมิ” (หมายเลข 10) จะปรากฏหน้าต่าง “ส่วนแผนภูมิวงกลมแสดงผลการคำนวณแจกแจงตามภาระ” (รูปที่ 4.13) คลิกปุ่ม “ปิด” (หมายเลข 2 รูปที่ 4.13) เพื่อกลับไปสู่หน้าต่าง “Load Calculation”

## 8. ส่วนแก้ไขฐานข้อมูล

Load Calculation - Data

เลือกชนิดข้อมูล

วัสดุ  วัสดุ  วัสดุผสม  โครงการผ่านเกณฑ์ความปลอดภัย

หนาไม้  หงวนทวนจนทึบ  วัสดุจากธรรมชาติ  วัสดุเคลือบพิเศษพิเศษ  ธรรมชาติ

Product	Design Room Temp Recommended C	Design Room Temp Permissible C	Density
ทพลไม้ฝรั่ง	4.5	4.5-7.25	90
ทพลไม้ฝรั่ง เก็บนาน	0	0-2.25	90
ฉนวนใยแก้ว	4.5	4.5-7.25	90
ฉนวนใยแก้ว เก็บนาน	0	0-4.5	90
เมทัลชีท	4.5	4.5-7.25	90
เมทัลชีท เก็บนาน	0.5	0-4.5	90
ทวามิทรูท	4.5	4.5-7.25	90
ทวามิทรูท เก็บนาน	0	0-0.25	90
บรอกเกอร์	4.5	4.5-7.25	90
บรอกเกอร์ เก็บนาน	0	0-1.75	90
ทวามิรีเชอ	4.5	4.5-7.25	95
ทวามิรีเชอ เก็บนาน	0.5	0-1.75	95
กษตย์ปสิ	1.75	1.75-4.5	95
กษตย์ปสิ เก็บนาน	0	0-2.25	95
แกรสลาคคตัน	4.5	4.5-7.25	90
แกรสลาคคตัน เก็บนาน	0	0-2.25	95
แกรสลา	4.5	4.5-7.25	90
แกรสลา เก็บนาน	0	0-2.25	90
คอกกษตย์	1.75	1.75-4.5	90
คอกกษตย์ เก็บนาน	0	0-2.25	90
มันฝรั่ง	10	10-21	85
มันฝรั่ง หัวพันธุ์	2.25	2.25-10	85
กษตย์ปสิตลง	7.25	7.25-10	80
กษตย์ปสิตลง เก็บนาน	-1	-1-0.0	80
สิ๊กโชม	1.75	1.75-4.5	95
สิ๊กโชม เก็บนาน	0	0-2.25	95
มันเทศ	12.75	12.75-15.5	85
มันเทศ เก็บนาน	12.75	12.75-15.5	85

เพิ่ม    ลบ    บันทึก    จบ

รูปที่ 4.14 แสดงหน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลเพื่อทำการแก้ไขเพิ่มเติม

หน้าที่ ส่วนแก้ไขฐานข้อมูล (รูปที่ 4.14) ในส่วนนี้จะแสดงข้อมูลต่างๆที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ดังได้แสดงรายละเอียดของฐานข้อมูลในหัวข้อที่ 4.2

### ส่วนประกอบ

#### 1. หน้าต่าง “Load Calculation – Data” (รูปที่ 4.14)

หมายเลข 1 เลือกตารางที่ต้องการทำการแก้ไข

หมายเลข 2 แสดงข้อมูลในตารางที่ทำการเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมายเลข 3 ปุ่มคำสั่งเพื่อเพิ่มระเบียบใหม่ที่ตำแหน่งท้ายสุดของตาราง  
 หมายเลข 4 ปุ่มคำสั่งเพื่อลบระเบียบที่เลือกออกจากตาราง  
 หมายเลข 5 ปุ่มคำสั่งเพื่อทำการบันทึกตารางที่ได้ทำการแก้ไข  
 หมายเลข 6 ปุ่มคำสั่งเพื่อปิดหน้าจอนี้

#### ตัวอย่างแสดงขั้นตอนการใช้งาน

จากรูปที่ 4.2 เมื่อผู้ใช้เลือกคำสั่ง “เครื่องมือ” (หมายเลข 2) จากนั้นเลือกหัวข้อ “แก้ไขฐานข้อมูล” จะปรากฏหน้าต่าง “Load Calculation – Data” (รูปที่ 4.14) ให้ทำการเลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการทำการแก้ไข (หมายเลข 1 รูปที่ 4.14) สมมติว่าเป็นผัก จะปรากฏข้อมูลเกี่ยวกับผักบนหน้าจอ (หมายเลข 2 รูปที่ 4.14) สามารถแก้ไขข้อมูลได้ โดยหากต้องการเพิ่มข้อมูล กดปุ่ม “เพิ่ม” (หมายเลข 3 รูปที่ 4.14) จากนั้นทำการป้อนข้อมูลลงไป หรือ หากต้องการลบข้อมูล ให้กดปุ่ม “ลบ” (หมายเลข 4 รูปที่ 4.14) ข้อมูลจะหาย เมื่อแก้ไขข้อมูลเสร็จแล้วให้กดปุ่ม “บันทึก” (หมายเลข 5 รูปที่ 4.14) กดปุ่ม “ปิด” (หมายเลข 6 รูปที่ 4.14) เพื่อกลับสู่หน้าต่าง “Load Calculation”

#### 4.2 ฐานข้อมูลของโปรแกรม

โปรแกรมได้รวบรวมข้อมูลที่เป็นต้องใช้ในการคำนวณไว้ในฐานข้อมูลซึ่งเขียนขึ้นจาก Microsoft Access

ฐานข้อมูลแบ่งออกเป็น ส่วน ได้แก่

1. ข้อมูลเกี่ยวกับอากาศ
  - ข้อมูลอัตราการไหลของอากาศ ประกอบด้วย ข้อมูลของอัตราการเข้ามาของอากาศซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาตรภายในของห้องเย็น (ตาราง ก.1)
  - ข้อมูลตัวประกอบเอนทัลปี (ตาราง ก.2)
2. ข้อมูลอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย 83 แห่ง ประกอบด้วย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละพื้นที่ (ตาราง ก.3)
3. ข้อมูลเกี่ยวกับบรรจุก๊าซ ประกอบด้วย ค่าการนำความร้อน ความร้อนจำเพาะ และความหนาแน่นของบรรจุก๊าซ 35 ชนิด (ตาราง ก.4)
4. ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ
  - ข้อมูลเกี่ยวกับมอเตอร์ ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับ กำลัง รอบการทำงาน ประสิทธิภาพ และความร้อนที่เกิดขึ้นจากมอเตอร์ (ตาราง ก.5)
  - ข้อมูลเกี่ยวกับความร้อนที่เกิดจากคนงาน (ตาราง ก.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ข้อมูลคุณสมบัติทางความร้อนของผัก และผลไม้ ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับ อุณหภูมิห้องเย็นที่ ความชื้นของห้องเย็น ระยะเวลาการทำความเย็น อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ ความร้อนแฝงของการแข็งตัว ความร้อนจำเพาะ ปริมาณน้ำ และจุดเยือกแข็งของผลิตภัณฑ์ 92 ชนิด (ตาราง ข.1และตาราง ข.2)
6. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผักผลไม้ ประกอบด้วย ชื่อวิทยาศาสตร์ ส่วนประกอบ ได้แก่ ปริมาณน้ำ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยและโปรตีนของผักผลไม้กว่า 470 ชนิด (ตาราง ข.3)
7. ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการหายใจของผักและผลไม้ ประกอบด้วย สมการที่ใช้ในการคำนวณหาอัตราการหายใจของผักผลไม้ 29 ชนิด จากอุณหภูมิที่ทำการเก็บรักษา และค่าความนำเชื่อดือของแต่ละสมการ (ตาราง ข.4)



## บทที่ 5

### บทวิจารณ์และสรุป

โปรแกรม Load Calculation เป็นโปรแกรมสำหรับคำนวณภาระการทำความเย็นและหาขนาดเครื่องทำความเย็น ภาระการทำความเย็นที่ทำการหาได้แก่ ภาระที่ผ่านผนังเข้ามา ภาระจากอากาศใหม่ ภาระจากผลิตภัณฑ์ ภาระจากบรรจุภัณฑ์ ภาระจากอุปกรณ์และคนงาน พัฒนาขึ้นบนโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6 โดยอ้างอิงทฤษฎีการคำนวณและข้อมูลในการคำนวณจาก ASHRAE HANDBOOK 1993 นอกจากนี้โปรแกรมยังได้รวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมต่อการใช้งานในประเทศไทย ประกอบด้วย คุณสมบัติทางความร้อนของฝักผลไม้ไทยและข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย ฐานข้อมูลสำหรับการคำนวณสามารถทำการแก้ไขเพิ่มเติมได้ เพื่อความเหมาะสมในการทำงาน

โปรแกรมประกอบด้วยส่วนที่ 1 เป็นหน้าต่างคำนวณภาระจากแหล่งความร้อนต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ ผนัง อากาศ อุปกรณ์และคนงาน ส่วนที่ 2 ได้แก่ ส่วนคำนวณหลักซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนที่แสดงผลการคำนวณภาระต่าง ๆ และทำการรวบรวมภาระทั้งหมด เพื่อคำนวณหาขนาดของเครื่องทำความเย็น ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของฐานข้อมูลที่ต้องใช้ในการคำนวณ

โปรแกรม Load Calculation ช่วยให้การหาภาระการทำความเย็นในการออกแบบห้องเย็นทำได้ง่ายขึ้น โดยโปรแกรมได้จัดเตรียมข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณไว้ให้ ผู้ใช้เพียงทำการป้อนหรือเลือกข้อมูลจากฐานข้อมูลของโปรแกรม จากนั้นโปรแกรมจะทำการค้นหาข้อมูลที่เหมาะสมมาทำการคำนวณภาระการทำความเย็น(ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมดังอธิบายไว้ในบทที่ 4 การพัฒนาโปรแกรม)

ทว่าโปรแกรมนี้มีข้อจำกัดบางประการในการใช้งาน อาทิ การคำนวณภาระการทำความเย็นผ่านผนังจะจำกัดจำนวนชั้นของผนังไว้ไม่เกิน 3 ชั้น หรือการคำนวณภาระจากผลิตภัณฑ์สามารถเลือกจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเก็บรวมกันได้จำกัดไม่เกิน 3 ชนิด รวมทั้งในการคำนวณอัตราการหายใจสามารถคำนวณได้ค่อนข้างน้อยชนิด แนวทางการพัฒนาสำหรับโปรแกรมนี้อาจทำได้โดยการเพิ่มเติมข้อมูลจำนวนชั้นวัสดุ หรือจำนวนผลิตภัณฑ์ หรืออาจจะเติมส่วนประกอบในการคำนวณค่าอื่น ๆ เช่น เวลาที่ใช้ในการทำความเย็น หรือเพิ่มรูปแบบของห้องเย็นให้มีความหลากหลายมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

## ตาราง ก.1 ข้อมูลอัตราการไหลของอากาศ

ปริมาตรภายในห้อง (m <sup>3</sup> )	อัตราการเข้ามาของอากาศ (L/s)	
	ห้องอุณหภูมิสูงกว่า 0 °C	ห้องอุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C
7	3.1	2.3
8.5	3.4	2.6
10	3.7	2.8
15	4.4	3.3
20	5.0	3.8
25	5.5	4.2
30	5.9	4.6
40	6.8	5.4
50	7.5	5.8
75	9.0	6.9
100	10.2	7.9
150	12.2	9.4
200	13.9	10.9
250	15.3	11.9
300	16.7	12.9
400	19.0	14.9
500	21.4	16.8
600	23.6	18.1
700	24.3	18.6
800	25.9	20.4
900	27.1	21.9
1000	26.9	23.1

ที่มา : อัครเดช (2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตาราง ก.2 ตัวประกอบเอนทาลปี

## ตัวประกอบเอนทาลปี สำหรับห้องเย็นที่อุณหภูมิสูงกว่า 0 °C

อุณหภูมิ ห้องเย็น °C	อุณหภูมิอากาศเข้า, °C									
	25			30			35		40	
	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้า, %									
	50	60	70	50	60	70	50	60	50	60
15	0.0128	0.0186	0.0246	0.0281	0.0357	0.0441	0.0500	0.0563	0.0663	0.0795
10	0.0266	0.0323	0.0382	0.0319	0.0491	0.0574	0.0591	0.0694	0.0792	0.0992
5	0.0388	0.0445	0.0502	0.0536	0.0610	0.0693	0.0708	0.0810	0.0906	0.1036
0	0.0493	0.0550	0.0606	0.0639	0.0713	0.0794	0.0808	0.0910	0.1003	0.1141

## ตัวประกอบเอนทาลปี สำหรับห้องเย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C

อุณหภูมิ ห้องเย็น °C	อุณหภูมิอากาศเข้า, °C									
	5		10		25		30		35	
	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้า, %									
	70	80	70	80	50	60	50	60	50	60
0	0.0092	0.0111	0.0142	0.0154	0.0505	0.0562	0.0650	0.0724	0.0820	0.0921
-5	0.0193	0.0210	0.0235	0.0247	0.0505	0.0649	0.0736	0.0809	0.0903	0.1004
-10	0.0271	0.0288	0.0309	0.0321	0.0592	0.0719	0.0805	0.0877	0.0970	0.1071
-15	0.0350	0.0367	0.0383	0.0395	0.0662	0.0788	0.0873	0.0945	0.1037	0.1137
-20	0.4270	0.0444	0.0456	0.0468	0.0732	0.0857	0.0941	0.1013	0.1102	0.1203
-25	0.0501	0.0523	0.0525	0.0537	0.0801	0.0922	0.0998	0.1077	0.1165	0.1265
-30	0.0571	0.0588	0.0910	0.0604	0.0866	0.0985	0.1067	0.1138	0.1225	0.1325
-35	0.0640	0.0657	0.0656	0.0668	0.0929	0.1045	0.1126	0.1197	0.1283	0.1382
-40	0.0708	0.0725	0.0720	0.0732	0.1050	0.1106	0.1185	0.1256	0.1341	0.1440

ที่มา : อัครเดช (2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตาราง ก.3 อุณหภูมิแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย

สถานที่	อุณหภูมิสูงสุด °C	อุณหภูมิต่ำสุด °C	อุณหภูมิเฉลี่ย °C
กระบี่	32.7	-	23.6
กรุงเทพ , ท่าเรือ	34.0	-	25.1
กรุงเทพ , สนามบินดอนเมือง	32.3	28.9	24.9
กรุงเทพ , หัวลำโพง	33.7	28.6	24.8
กาญจนบุรี	34.8	28.2	23.9
กาญจนบุรี , ทองผาภูมิ	33.3	26.6	20.6
กำแพงเพชร	33.8	27.5	22.8
ขอนแก่น	32.6	27.0	22.9
จันทบุรี	32.2	27.4	23.8
จันทบุรี , คลองใหญ่	31.6	27.3	23.5
ชลบุรี	33.5	28.7	25.0
ชลบุรี , เกาะสีชัง	31.5	28.3	25.6
ชลบุรี , พัทยา	31.5	27.8	25.1
ชลบุรี , ลัดทึบ	32.8	28.1	24.3
ชลบุรี , แหลมฉบัง	32.5	-	23.7
ชัยภูมิ	32.3	27.2	22.7
ชุมพร	32.1	27.1	23.5
เชียงราย	31.3	24.4	19.0
เชียงใหม่	32.2	25.7	20.4
ตรัง	33.1	27.2	22.8
ตรัง , สะเดา	31.5	-	22.7
ตาก	33.7	27.6	22.8
ตาก , เขื่อนภูมิพล	33.8	27.3	22.4
ตาก , แม่สอด	32.6	25.5	20.5
นครพนม	33.0	26.0	21.7
ตาก , อุ้มผาง	30.8	23.3	17.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.3 อุณหภูมิแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย (ต่อ)

สถานที่	อุณหภูมิสูงสุด °C	อุณหภูมิต่ำสุด °C	อุณหภูมิ ค่าสุด °C
นครราชสีมา, โชคชัย	32.8	27.0	22.3
นครราชสีมา	33.1	27.5	22.7
นครศรีธรรมราชบุรี	32.7	27.2	23.1
นครศรีธรรมราชบุรี, ชนอม	31.8	-	25.1
นครศรีธรรมราชบุรี, ฉวาง	34.0	-	21.1
นครศรีธรรมราชบุรี, ตะกั่วป่า	32.7	27.2	23.0
นครสวรรค์	34.5	28.5	23.6
นราธิวาส	31.8	27.2	23.6
น่าน	33.1	25.8	20.7
น่าน, ท่าวังผา	32.2	25.2	20.1
น่าน, พุงช้าง	33.1	24.2	20.1
ประจวบคีรีขันธ์	32.0	27.6	23.7
ประจวบคีรีขันธ์, หัวหิน	32.2	28.0	24.7
ปราจีนบุรี, กบิลบุรี	34.0	27.8	23.3
ปราจีนบุรี, อรัญประเทศ	33.7	28.0	23.6
ปราจีนบุรี	33.9	28.2	23.8
ปัตตานี	32.1	27.1	23.3
พะเยา	31.8	25.2	20.0
พิษณุโลก	33.6	28.0	23.4
เพชรบุรี	32.0	28.0	24.3
เพชรบูรณ์	33.6	27.0	22.2
เพชรบูรณ์, วิเชียรบุรี	34.0	27.9	22.8
เพชรบูรณ์, หล่มสัก	33.3	26.8	22.0
แพร่	33.4	26.4	21.6
ภูเก็ต	32.6	28.2	25.2
ภูเก็ต, เกาะถันเตา	32.6	28.0	24.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.3 อุณหภูมิแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย (ต่อ)

สถานที่	อุณหภูมิสูงสุด °C	อุณหภูมิต่ำสุด °C	อุณหภูมิเฉลี่ย °C
ภูเก็ต , สนามบิน	32.1	27.6	24.0
มุกดาหาร	33.4	26.4	22.0
มุกดาหาร , กมลาสัย	33.0	27.7	22.6
มุกดาหาร , โทสุขพิจัย	33.7	27.1	22.2
แม่ฮ่องสอน	33.4	25.7	19.8
แม่ฮ่องสอน , แม่สะเรียง	33.0	25.1	19.9
ร้อยเอ็ด	32.3	26.9	22.4
ระนอง	32.5	27.2	23.8
ระยอง	33.2	28.3	25.0
ลพบุรี	34.3	28.4	24.0
ลพบุรี , การบิน	30.3	28.6	26.5
ลพบุรี , บัวชุม	34.2	27.7	22.3
ลำปาง	33.8	26.4	20.8
ลำพูน	33.2	26.2	20.3
เลย	32.6	25.7	20.6
สกลนคร	31.8	26.2	22.0
สงขลา	31.4	27.9	24.8
สงขลา , หาดใหญ่	32.5	27.0	23.2
สตูล	32.6	27.6	23.9
สระแก้ว	33.3	26.82	21.2
สุพรรณบุรี	34.1	28.2	23.9
สุราษฎร์ธานี	32.6	26.8	22.8
สุราษฎร์ธานี , เกาะสมุย	30.8	27.8	24.9
สุราษฎร์ธานี , พระแสง	33.4	-	23.0
สุราษฎร์ธานี , สนามบิน	32.4	26.7	22.6
สุรินทร์	32.6	27.0	22.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.3 อุณหภูมิแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย (ต่อ)

สถานที่	อุณหภูมิสูงสุด °C	อุณหภูมิต่ำสุด °C	อุณหภูมิเฉลี่ย °C
สุรินทร์, ท่าข้าม	33.0	27.4	22.7
สุรินทร์, นางรอง	33.1	27.1	22.3
หนองคาย	32.4	26.4	21.9
อุดรธานี	31.7	26.8	21.8
อุดรดิตถ์	34.1	27.5	22.2
อุบลราชธานี	33.0	27.2	22.3

ที่มา : ส่วนคอมพิวเตอร์ กรมอุตุนิยมวิทยา (1989-1999)

ตาราง ก.4 คุณสมบัติของบรรจุภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์	การนำความร้อน W/(m K)	ความร้อนจำเพาะ kJ/(kg K)	ความหนาแน่น kg/cu m
เหล็กไร้สนิม (302), Type 18-8 Austenitic	16	0.5	7900
แก้ว , Borosilicate	1.10	0.84	2200
ไนลอน ชนิด 6/6	0.24	1.7	1100
โพลีเอทีลีน หนาแน่นสูง	0.48	2.3	960
โพลีเอทีลีน หนาแน่นต่ำ	0.33	2.3	930
โพลีโพรพิลีน	0.12	1.9	910
โพลีเตตระฟลูออโรเอทีลีน	0.26	1.0	2100
อลูมิเนียม(อัลลอย 1100)	221	0.896	2740
อลูมิเนียมบรอนซ์	100	0.400	8280
ซีเมนต์	0.071	0.800	640
เซลลูโลส	0.057	1.300	54
โคลน	-	0.920	1000
แก้ว , crown (soda-lime)	1.0	0.75	2470
แก้ว , flint (lead)	1.4	0.49	4280
แก้ว , pyrex	1.0	0.840	2230
แก้ว , wool	0.038	0.657	52
น้ำแข็ง , 0 C	2.24	2.04	921
น้ำแข็ง , -20°C	2.44	1.950	921
เหล็ก	47.7	0.5	7210
ตะกั่ว	34.8	0.129	11300
หิน	2.6	0.880	2600
กระดาษ	0.13	1.3	930
พาราฟิน	0.24	2.9	900
แพลตตินัม	69	0.13	21470
กระเบื้อง	2.2	0.75	260

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.4 คุณสมบัติของบรรจุก๊าซ (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	การนำความร้อน W/(m K)	ความร้อนจำเพาะ kJ/(kg K)	ความหนาแน่น kg/cu m
หินเกลือ	-	0.917	2180
ยาง นุ่ม	0.1	2	1100
ยาง แข็ง	0.16	2	1190
ทราย	0.33	0.8	1520
ซีลิกา	1.4	1.320	2240
เงิน	424	0.235	10500
ดีบุก	64.9	.233	7290
ทังสเตน	201	0.13	19400
ขนสัตว์ เส้นใย	0.036	1.36	1300
ขนสัตว์ ผ้า	0.063	1.360	330
ตั้งกะสี	110	0.39	7130

ที่มา : ASHRAE (1993)

ตาราง ก.5 คุณสมบัติทางความร้อนของมอเตอร์

กำลัง มอเตอร์ hp	(kW)	ชนิด	rpm	ประสิทธิภาพ มอเตอร์ %	มอเตอร์และ อุปกรณ์ที่จับอยู่ใน ห้อง Watt	มอเตอร์อยู่ข้าง นอกและอุปกรณ์ ที่ถูกจับอยู่ในห้อง Watt	มอเตอร์อยู่ใน ห้องอุปกรณ์ที่ ถูกจับอยู่นอก ห้อง Watt
0.05	0.04	Shaded pole	1500	35	105	130	70
0.08	0.06	Shaded pole	1500	35	170	59	110
0.125	0.09	Shaded pole	1500	35	264	94	173
0.16	0.12	Shaded pole	1500	35	340	117	223
0.25	0.19	Split phase	1750	54	346	188	158
0.33	0.25	Split phase	1750	56	439	246	194
0.5	0.37	Split phase	1750	60	621	372	249
0.75	0.56	3-Phase	1750	72	776	557	217
1	0.75	3-Phase	1750	75	993	747	249
1.5	1.1	3-Phase	1750	77	1453	1119	334
2	1.5	3-Phase	1750	79	1887	1491	396
3	2.2	3-Phase	1750	81	2763	2238	525
5	3.7	3-Phase	1750	82	4541	3721	817
7.5	5.6	3-Phase	1750	84	6651	5596	1066
10	7.5	3-Phase	1750	85	8760	7178	1315
15	11.2	3-Phase	1750	86	13009	11192	1820
20	14.9	3-Phase	1750	87	17140	14913	2230
25	18.6	3-Phase	1750	88	21184	18635	2545
30	22.4	3-Phase	1750	89	25110	22370	2765
40	30	3-Phase	1750	89	33401	29885	3690
50	37	3-Phase	1750	89	41900	37210	4600
60	45	3-Phase	1750	89	50395	44829	5538
100	75	3-Phase	1750	90	82918	74719	8290

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.5 คุณสมบัติทางความร้อนของมอเตอร์ (ต่อ)

กำลัง มอเตอร์ hp	(kW)	ชนิด	หมุน rpm	ประสิทธิภาพ ภาพ มอเตอร์ %	มอเตอร์และ อุปกรณ์ที่จับอยู่ใน ห้อง Watt	มอเตอร์อยู่ของ นอกและอุปกรณ์ ที่ถูกจับอยู่ในห้อง Watt	มอเตอร์อยู่ใน ห้องอุปกรณ์ที่ ถูกจับอยู่นอก ห้อง Watt
125	93	3-Phase	1750	90	103430	93172	10342
150	110	3-Phase	1750	91	123060	111925	11075
200	150	3-Phase	1750	91	163785	149135	14738
250	190	3-Phase	1750	91	104805	186346	18430

ที่มา : ASHRAE (1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก.6 คุณสมบัติทางความร้อนของคอนกรีต

อุณหภูมิห้องเย็น °C	ความร้อนที่เกิดขึ้นต่อคน KW
10	0.211
5	0.242
0	0.275
-5	0.305
-10	0.347
-15	0.378
-20	0.407

ที่มา : อัครเดช (2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตาราง ข.1 สมบัติทางความร้อนของผลไม้ (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิห้องเย็นที่แนะนำ C	อุณหภูมิห้องเย็นที่อนุญาต %	ความชื้นที่อนุญาต %	ช่วงเวลาที่ปล่อยให้น้ำแข็งละลาย	ช่วงเวลาที่เก็บที่อุณหภูมิ	อุณหภูมิเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ C	อุณหภูมิที่เก็บที่ผลิตภัณฑ์ C	เวลาในการแช่เย็น, hrs	ค่าการนำความร้อน	การนำความร้อน kJ/kg 24 hrs	Cp ที่อุณหภูมิห้องเย็น kJ/kg K	Cp ที่อุณหภูมิห้องเย็น kJ/kg K	ปริมาณน้ำ %	จุดเยือกแข็ง C	ปริมาณอากาศหมุนเวียนที่จุด m/s
แตงกวา เก็บบนาน	0	85	85-90	3.18	6-8 อาทิตย์	24	1	22	0.70	0.70	2.1	3.81	79	-2	0.45
มะนาวแห้ง	12.75	85	85-90	7.78	-	24	1	20	1	6.97	2.1	3.81	88	-2.25	0.45
มะนาวแห้ง เก็บบนาน	12.75	85	85-90	7.78	1-4 เดือน	24	1	20	1	0.70	2.1	3.81	88	-2.25	0.45
มะนาว	7.25	85	85-90	5.35	-	24	8.25	20	0.90	9.30	2.1	3.81	88	-4.5	0.30
มะนาว เก็บบนาน	7.25	90	85-90	5.65	6-8 อาทิตย์	24	8.25	20	0.90	0.46	2.1	3.81	88	-4.5	0.30
ส้ม	4.5	85	85-90	4.42	-	24	0	22	0.70	9.30	1.84	3.81	81	-2	0.45
ส้ม เก็บบนาน	0	85	85-90	3.18	8-10 อาทิตย์	24	0	22	0.70	0.70	1.84	3.81	81	-2	0.45
แอปเปิ้ล	1.75	85	80-85	3.60	-	29.5	1	24	0.62	11.85	1.72	3.81	90	-1.5	0.30
แอปเปิ้ล เก็บบนาน	0	85	80-85	3.18	2-4 อาทิตย์	29.5	1	24	0.62	0.70	1.72	3.81	90	-1.5	0.30
แพร์	1.75	90	85-90	3.82	-	21	1	24	0.8	13.95	2.1	3.81	84	-2.25	0.30
แพร์ เก็บบนาน	0	90	85-90	3.24	1-7 เดือน	21	1	24	0.8	0.7	2.1	3.81	84	-2.25	0.30
ทับทิม	4.5	85	85-90	4.42	-	29.5	4.5	3	0.67	6.97	2.1	3.77	88	-	0.75
ทับทิมแช่เย็น เก็บบนาน	4.5	85	85-90	4.42	2-4 อาทิตย์	29.5	4.5	3	0.67	0.23	2.1	3.77	88	-1.25	0.75
ทับทิมแช่เย็น เก็บบนาน	10.0	90	85-90	6.85	3-4 อาทิตย์	29.5	4.5	3	0.67	0.23	2.1	3.77	88	-1.75	0.75
พริก	1.75	85	80-85	3.6	-	26.75	1	20	0.67	9.29	2	3.68	80	2.25	0.45
พริก เก็บบนาน	0	85	80-85	3.18	3-8 อาทิตย์	26.75	1	20	0.67	0.70	2	3.68	80	2.25	0.45
มะเขือ	1.75	85	80-85	3.68	-	26.75	0	24	0.67	9.29	2.1	3.77	85	2.25	0.30
มะเขือ เก็บบนาน	0	85	80-85	3.18	2-3 เดือน	26.75	0	24	0.67	0.70	2.1	3.77	85	2.25	0.30
มะม่วง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.86	3.70	81	-0.9	-
ตรอกเบอร์รี่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.97	3.93	90	-0.8	-

ที่มา : รวบรวมจาก อัครเดช (2532) และ ASHRAE (1993)

ตาราง ข.2 คุณสมบัติทางความร้อนของผัก

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ ห้องเย็นที่ แนะนำ C	อุณหภูมิห้อง เย็นที่อนุญาต C	ความชื้นห้อง เย็นที่แนะนำ %	ความชื้น ห้องเย็นที่ อนุญาต %	ระยะเวลาการ เก็บที่นานที่ ที่สุด	อุณหภูมิเริ่ม ต้นของผลิต ภัณฑ์ C	อุณหภูมิสุด ท้ายของผลิต ภัณฑ์ C	เวลาในการ แช่เย็น hrs	ตัวประกอบการ ทำความเย็น	ความร้อนแฝง kJ/kg 24 hrs	Cp ที่อุณหภูมิ เยือกแข็ง kJ/kg K	Cp ที่อุณหภูมิ เยือกแข็ง kJ/kg K	ความร้อนแฝง ของการแข็ง ตัว kJ/kg	ปริมาณน้ำ ที่เยือกแข็ง %	จุดเยือกแข็ง C	ปริมาณอากาศ หมุนเวียนมาก ที่ทุก ms
หน่อไม้ฝรั่ง	4.5	4.5-7.25	90	85-90	-	15.5	1	24	0.9	13.9	3.81	2.05	314	94	-1.25	0.45
หน่อไม้ฝรั่ง เก็บบนาน	0	0-2.25	90	85-90	30 วัน	15.5	1	24	0.9	1.16	3.81	2.05	314	94	-1.25	0.3
หัวถั่วลิสง	4.5	4.5-7.25	90	85-90	-	26.5	1.75	20	0.67	6.97	3.64	1.97	277	83	-1.25	0.45
หัวถั่วลิสง เก็บบนาน	0	0-4.5	90	85-90	30 วัน	26.5	1.75	20	0.67	1.63	3.64	1.97	277	83	-1.25	0.3
เมล็ดถั่ว	4.5	4.5-7.25	90	85-90	-	-	-	-	-	6.97	3.26	1.51	230	68.5	-2	0.45
เมล็ดถั่ว เก็บบนาน	0.5	0-4.5	90	85-90	30 วัน	-	-	-	-	1.39	3.26	1.5	230	68.5	-2	0.3
หัวบีทรูท	4.5	4.5-7.25	90	85-90	-	21	1	24	0.8	6.97	3.77	2.01	300	90	-0.5	0.45
หัวบีทรูท เก็บบนาน	0	0-0.25	90	85-90	10-14 วัน	21	1	24	0.8	0.93	3.77	2.01	300	90	-0.5	0.3
บรอกโคลี	4.5	4.5-7.25	90	90-95	-	26.75	1	24	0.8	9.3	3.77	2.01	314	93	-1.5	0.45
บรอกโคลี เก็บบนาน	0	0-1.75	90	90-95	7-10 วัน	26.75	1	24	0.8	1.16	3.77	2.01	314	93	-1.5	0.3
หัวบรอกโคลี	4.5	4.5-7.25	95	90-95	-	26.75	1	24	0.8	11.6	3.81	2.05	316	94.5	-0.5	0.45
หัวบรอกโคลี เก็บบนาน	0.5	0-1.75	95	90-95	3-4 สัปดาห์	26.75	1	24	0.8	1.16	3.81	2.05	316	94.5	-0.5	0.3
กะหล่ำปลี	1.75	1.75-4.5	95	90-95	-	4.02	1	24	0.8	16.3	3.89	1.97	307	91.5	-0.5	0.45
กะหล่ำปลี เก็บบนาน	0	0-2.25	95	90-95	3-4 เดือน	21	1	24	0.8	1.16	3.89	1.97	307	91.5	-0.5	0.3
แครอทสดต้น	4.5	4.5-7.25	90	85-90	-	4.68	-	-	-	4.65	3.89	1.88	293	88	-0.75	0.45
แครอทสดต้น เก็บบนาน	0	0-2.25	95	95-98	4-5 เดือน	3.57	-	-	-	0.7	3.89	1.88	293	88	-0.75	0.3
แครอท	4.5	4.5-7.25	90	85-90	-	4.68	1	24	0.8	9.3	3.6	1.88	293	88	-0.5	0.3
แครอท เก็บบนาน	0	0-2.25	90	85-90	10-14 วัน	21	1	24	0.8	1.16	3.6	1.88	293	88	-0.5	0.3
ดอกกะหล่ำ	1.75	1.75-4.5	90	85-90	-	3.82	1	24	0.8	9.3	3.77	1.92	309	92.5	-1	0.45
ดอกกะหล่ำ เก็บบนาน	0	0-2.25	90	85-90	2-3 สัปดาห์	21	1	24	0.8	0.7	3.77	1.92	309	92.5	-1	0.3
มันฝรั่ง	10	10-21	85	85-90	-	6.45	-	-	-	6.97	3.6	1.97	263	78.5	-1.75	0.75
มันฝรั่ง หัวพันธุ์	2.25	2.25-10	85	85-90	-	3.37	-	-	-	1.16	3.6	1.97	263	78.5	-1.75	0.75

ตาราง ข.2 คุณสมบัติทางความร้อนของผัก (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิห้องเย็นที่แช่ในน้ำ C	อุณหภูมิห้องเย็นที่แช่ในน้ำ C	ความชื้นที่แช่ในน้ำ %	ความชื้นของผัก %	ช่วงเวลาที่เก็บที่แช่ในน้ำ ผัก	อุณหภูมิเริ่มต้นของผักที่แช่ในน้ำ C	อุณหภูมิสุดท้ายของผักที่แช่ในน้ำ C	เวลาในการแช่ในน้ำ ชม	ค่าประกอบการหักความชื้น	ความร้อนแฝง kJ/kg 24 ชม	Cp ก่อนแช่เยือกแข็ง kJ/kg K	Cp หลังแช่เยือกแข็ง kJ/kg K	ความร้อนแฝงของการแข็งตัว kJ/kg	ปริมาณน้ำที่แช่ในน้ำ %	จุดเยือกแข็ง C	ปริมาณอากาศแห้งในปริมาณที่แช่ในน้ำ ที่จุด m.s
กะหล่ำปลีดิบ	7.25	7.25-10	80	75-80	-	5.04	-	-	-	6.97	3.85	2.14	298	89	-3.5	0.75
กะหล่ำปลีดิบ แช่ในน้ำ	-1	-1.0-0	80	75-80	5-10 ชม	2.74	-	-	-	0.46	3.85	2.14	298	89	-3.5	0.45
ผักโขม	1.75	1.75-4.5	95	90-95	-	4.02	-	-	-	16.3	3.85	2.13	300	90	-1	0.45
ผักโขม แช่ในน้ำ	0	0-2.25	95	90-95	10-14 วัน	3.57	-	-	-	1.16	3.85	2.13	300	90	-1	0.3
มันเทศ	12.75	12.75-15.5	85	80-85	-	7.78	-	-	-	6.97	3.6	0.42	237	78	-2	0.75
มันเทศ แช่ในน้ำ	12.75	12.75-15.5	85	80-85	4-6 เดือน	7.78	-	-	-	0.93	3.6	0.42	237	78	-2	0.75
มะเขือเทศดิบ	12.75	12.75-15.5	85	85-90	-	7.78	26.75	1	34	6.97	3.85	1.92	307	95	-0.75	0.45
มะเขือเทศดิบ แช่ในน้ำ	12.75	12.75-15.5	85	85-90	3-8 สัปดาห์	7.78	26.75	1	34	1.16	3.85	1.92	307	95	-0.75	0.3
มะเขือเทศ บ่ม	18.25	18.25-21	85	85-90	-	11.17	26.75	1	34	4.65	3.85	1.92	307	95	-0.75	0.45
มะเขือเทศ แช่ในน้ำ	7.25	4.5-10	85	85-90	7-10 วัน	5.35	26.75	1	34	6.97	3.85	1.92	307	95	-0.75	0.45
หัวผักกาด	1.75	1.75-4.5	95	95-98	-	4.02	21	1	24	9.3	3.77	1.88	298	89.5	-0.75	0.45
หัวผักกาด แช่ในน้ำ	0	0-2.25	95	95-98	4-5 เดือน	3.57	21	1	24	1.16	3.77	1.88	298	89.5	-0.75	0.3
ถั่วรวม	4.5	4.5-7.25	85	85-90	-	4.42	26.75	3.25	18	11.6	3.77	1.88	302	90	-1	0.45
ถั่วรวม แช่ในน้ำ	1.75	1.75-4.5	87	85-90	2-4 เดือน	3.21	26.75	3.25	18	2.79	3.77	1.88	302	90	-1	0.45
ผักชีฝรั่ง	1.75	1.75-4.5	90	90-95	-	3.82	-	-	-	9.3	3.81	1.92	31	94.5	-1.25	0.45
ผักชีฝรั่ง แช่ในน้ำ	0	-0.5-0	90	90-95	2-4 เดือน	3.38	-	-	-	2.32	3.81	1.92	316	94.5	-1.25	0.3
ข้าวโพด	1.75	1.75-4.45	90	85-90	-	3.82	21	1	24	16.3	3.6	1.92	251	75.5	-1.75	0.45
ข้าวโพด แช่ในน้ำ	0	-5.5-0	90	85-90	4-8 วัน	3.38	21	1	24	1.16	3.6	1.92	251	75.5	-1.75	0.3
แตงกวา	10	10-15.5	85	80-85	-	6.45	21	1	-	6.97	3.89	2.01	318	95.5	-0.75	0.45
แตงกวา แช่ในน้ำ	7.25	7.25-10	85	80-85	10-14 วัน	5.35	21	1	-	0.46	3.89	2.01	318	95.5	-0.75	0.45
ผักคะน้า	1.75	1.75-4.5	90	90-95	-	3.92	-	-	-	16.3	3.77	1.92	267	89	-0.5	0.45

ตาราง ข.2 คุณสมบัติทางความร้อนของฝัก (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิห้องเย็นที่เก็บที่แนะนำ C	อุณหภูมิห้องเย็นที่เก็บที่แนะนำ °C	ความชื้นห้องเย็นที่แนะนำ %	ความชื้นห้องเย็นที่เก็บที่แนะนำ %	ช่วงเวลาที่เก็บที่แนะนำ	อุณหภูมิที่ห้องเย็นที่เก็บที่แนะนำ °C	อุณหภูมิที่ห้องเย็นที่เก็บที่แนะนำ °C	อุณหภูมิที่ห้องเย็นที่เก็บที่แนะนำ °C	เวลาในการแช่เย็น ชม	ตัวประกอบที่ทำความเย็น	ความร้อนแฝง kJ/kg 24 ชม	Cp ของแข็ง kJ/kg K	Cp ของเหลว kJ/kg K	ความร้อนแฝงของการแข็งตัว kJ/kg	ปริมาณน้ำที่แช่แข็ง %	จุดเยือกแข็ง C	ปริมาณอากาศหมุนเวียนมากที่สุดที่ถูกต้อง m/s
แตงกวา เก็บนาน	7.25	7.25-10	85	80-85	10-14 วัน	21	1	1	-	1	0.46	3.89	2.01	318	95.5	-1.75	0.45
ผักกาดหอม	1.75	1.75-4.5	90	90-95	-	-	-	-	-	-	16.3	3.77	1.92	267	89	-0.5	0.45
ผักกาดหอม เก็บนาน	1.75	0-2.25	90	90-95	2-3 สัปดาห์	-	-	-	-	-	2.32	3.77	1.92	267	89	-0.5	0.3
แตงโม แตงญี่ปุ่น	7.25	7.25-10	85	75-85	-	26.75	1	1	24	0.9	6.97	3.81	1.92	298	85	-1.75	0.45
แตงโม แตงญี่ปุ่น เก็บนาน	2.25	2.25-4.5	85	75-85	2-4 สัปดาห์	26.75	1	1	24	0.9	0.46	3.81	1.92	302	85	-1.75	0.75
แตงโม แตงญี่ปุ่น เก็บนาน	0	0-1.75	85	75-85	7-10 วัน	26.75	1	1	24	0.9	0.46	3.81	1.97	302	89	-1.75	0.45
หอมหัวใหญ่	10	10-15.5	75	70-75	-	21	1	1	24	0.3	4.65	3.81	2.13	249	89	-1.0	0.75
หอมหัวใหญ่ เก็บนาน	0	0-2.25	75	70-75	6-8 เดือน	21	1	1	24	0.3	0.46	3.81	2.13	249	89	-1.0	0.75
แตง	1.75	1.75-4.5	90	85-90	-	26.75	1	1	20	0.67	6.97	3.43	1.88	249	80	-1.75	0.45
แตง เก็บนาน	0	0-2.25	90	85-90	1-2 สัปดาห์	26.75	1	1	20	0.67	1.16	3.43	1.88	249	80	-1.75	0.45

ที่มา : อัครเดช (2532) และ ASHRAE (1993)

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ ในกรัม	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อาหารว่าง จำหน่าย นานที่สุด	จุดรวม ในการ ขนส่ง C	จุดเยือก แข็งสูง จุดC	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
(ส้ม) มะนาว	Lime, fruit	Citrus aurantifolia	91	5.9	0.3	0.5	V	42-56	12.2	-1.6	85-90	M
(ส้ม) มะนาว, น้ำ	Lime, juice	Citrus aurantifolia	90.9	8.3	0	0.5	V					
(ส้ม) มะนาว, เปลือก	Lime, rind	Citrus aurantifolia	71.4	24.3	3.2	2.7	V					
กระฉับ	Water chestnut	Trapa bispinosa	70	23.9	0	4.7	V	100-128	4.4		85-90	
กระฉับ,ต้ม	Water chestnut,boiled	Trapa bispinosa	64.8	29.6	0.4	3.6	V					
กระเทียม,สด	Okra, Lady's finger ,fruit	Hibiscus esculentus	89.6	7.6	0.9	1.8	V	7-14	10	-1.8	90-95	M
กระเทียม,สุก	Okra,fruit,cooked	Hibiscus esculentus	89.7	8.5	0.6	1.2	V					
กระเทียมแดง,ใบ	Red sorrel,leaves	Hibiscus subdantifa	86.4	10.4	1.3	1.9	V					
กระเทียมแดง,สด	Red sorrel ,fruit	Hibiscus subdantifa	90	7.6	1.4	0.7	V					
กระชาย	Wild ginger	Kaempferia pandurata	89.5	7.3	0	1.1	V					
กระถิน,ใบ	Leadtree,leaves	Leucaena glauca	80.1	7.1	1.7	9.5	V					
กระถิน,ยอดและกิ่งอ่อน	Leadtree,tender tops	Leucaena glauca	80.7	8.8	3.8	8.4	V					
กระถือ	Zingiber zerumbet	Zingiber zerumbet	77.7	18.5	1.1	1.4	V					
กระเทียม,ดอก	Garlic,flowers	Allium sativum	88.4	9.4	0.8	1.4	V					
กระเทียม,ใบและต้น	Garlic,leaves and stems	Allium sativum	86.4	9.5	1.8	2.6	V					
กระเทียม,หน่อ	Garlic,shoots	Allium sativum	77.7	20.1	1.7	1.2	V					
กระเทียม,หัว	Garlic,clubs	Allium sativum	67.8	27.4	0.7	3.5	V	140-210	0	-0.8	65-70	L
กระเทียมจีน,ดอก	Leek,flowers	Allium porrum	83.1	10.5	1.1	5.5	V	60-90	0	-0.7	95-100	M
กระเทียมจีน,ใบ	Leek,leaves	Allium porrum	91.4	5.1	1.4	2	V					
กล้วย,ดิบ,ต้ม	Plantain,boiled	Musa paradisiaca	69.1	29.4	0.8	0	F					
กล้วย,ดิบ,สุก	Plantain,ripe,raw	Musa paradisiaca	68.2	29.6	0.4	0.9	F	10-35	14.1			
กล้วยไข่	Banana	Banana	62.8	34.4	0.4	1.5	F	7-28	14.4	-0.8	85-95	H
กล้วยตาก	Banana, dried	Banana	30.8	64.1	0.7	2.2	F					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ ไขมัน	การไหลบ่า คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวาง จำหน่าย นานที่สุด	คุณค่า ในสาร ขง C	จุดเยือก แข็งสูง จุด C	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทีเอ็น
กล้วยน้ำว้า, ดิบ	Banana, unripe	Musa sapientum	69	28.7	0.5	1.4	F	ก	14.4	-0.8	85-95	H
กล้วยน้ำว้า, สุก	Banana, ripened	Musa sapientum	71.6	26.1	0.6	1.2	F	ก	14.4	-0.8	85-95	H
กล้วยเล็บมือนาง	Banana, dwarf	Musa nana	79.2	18	0.2	1.8	F	7-28	14.1	-0.8	85-95	H
กล้วยหอม			66.3	31.4	0.3	1	F					
กล้วยหอมจันทร์			69.3	27.7	0.1	2	F					
กล้วยหักมุก			71.2	26.3	0.4	1.2	F					
ถั่วเขียว	Yam	Discorea hiapida	75.8	29.6	0.4	3.6	F	50-115	13.3	-1.1	85-90	L
ถั่วเขียว,แห้ง	Yam,dried	Discorea hiapida	12.6	80.3	2.2	5.7	F					
กะหล่ำดอก	Cauliflower	Brassica oleracea var. botrytis	90.5	5.7	0.9	2.8	V	20-30	0	-0.8	90-95	H
กะหล่ำดอก,สุก	Cauliflower	Brassica oleracea var. botrytis	92.6	4.8	0.6	1.9	V					
กะหล่ำดอกอิตาลี	Broccoli	Brassica oleracea var. italica	89.1	7.4	0.8	3.4	V	10-14	0	-0.6	90-95	H
กะหล่ำดาว	Brussel sprouts	Brassica oleracea var. gemmifera	85.2	9.5	1.6	3.9	V	21-35	0	-0.8	90-95	H
กะหล่ำปลี	Kohlrabi	Brassica oleracea var. gongylodes	90.3	6.6	1	2	V	25-30	0	-1	95-100	L
กะหล่ำปลี,ต้ม,สุก	Kohlrabi,cooked,boiled,drained	Brassica oleracea var. gongylodes	92.2	5.3	1	1.7	V					
กะหล่ำปลี	Cabbage	Brassica oleracea var. gongylodes	92.4	5.4	0.8	1.3	V	90-180	0	-1.4	90-100	H
หัวไชเท้า	Onion,fragrant ;chinese leek	Allium odorum.	88.4	6.8	0.8	3	V					
หัวไชเท้า,ขาว	Chinese leek,white	Allium odorum.	94.4	1.9	0.7	2.3	V					
หัวไชเท้า,ดอก	Chinese leek ,flower	Allium odorum.	98	6.3	1	2.7	V					
หัวไชเท้า,ต้น	Chinese leek,stem	Allium odorum.	91.5	4.1	0.9	2.3	V					
กะหล่ำปลี,ใบ	Falsepanex,leaves	Nothopanax scutellarium	82	11.8	0	3.7	V					
แตงกวา	Worm wood,leaves	Lycium chinese	86.1	4.6	1.1	4.6	V					
แตงกวา,ใบ	Worm wood,leaves	Artemisia lactiflora	88.1	7.3	1.4	2.8	F					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ %	ไขมัน %	การไหลเวียน โลหิต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวาง จำหน่าย นานที่สุด	อุณหภูมิ ในการ ขนส่ง C	จุดเยือก แข็งสูง จุด C	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
งขจร, ใบและดอก	Cowslip, creeper, leaves and flowers	<i>Telosma minor</i>	80.5	1.1	12.1	1.6	5	V					
ขุ่น, แก่	Jackfruit, mature	<i>Artocarpus, heterophylla</i>	72.9	0.3	23.7	0.9	1.7	F	14-45	13.3		85-90	
ขุ่น, แก่, สด	Jackfruit, mature, fibrous covering the meat	<i>Artocarpus, heterophylla</i>	66.6	0	29.2	1.8	1.4	F					
ขุ่น, อ่อน	Jackfruit, immature	<i>Artocarpus, heterophylla</i>	84.7	0.4	11.9	2.8	2.1	V					
ขุ่น,ดิบ	Jackfruit unripped	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	85.2	0.6	11.5	2.6	2	F					
ขมิ้น	Turmeric, roots	<i>Curcuma longa</i>	88.2	1.8	7.9	0.9	1.2	V					
ข่า	Galangal	<i>Alpinia galanga</i>	85.9	0.4	11.7	3.1	1	V					
ข้าวโพดอ่อน	Com.young	<i>Zea mays</i>	86.1	0.4	11.7	3.11	1	V	90-180	13.3		85-90	L
ขิง, แก่	Ginger, mature	<i>Zingiber officinale</i>	89	0.3	7.5	0.8	1.2	V					
ขิง, ราก	Ginger, roots	<i>Zingiber officinale</i>	87.4	0.8	9.2	1.3	1.6	V					
ขิง, ราก	Ginger, shoots	<i>Zingiber officinale</i>	93	0.6	4.2	1.2	0.8	V					
ขี้เหล็ก, ดอก	Cassia, flowers	<i>Cassia siamea</i>	74.3	0.2	16.2	4.4	3.6	V					
ขี้เหล็ก, ใบ	Cassia, leaves	<i>Cassia siamea</i>	65.6	1	24.4	3.7	7.4	V					
แค, ดอก	Sebania, flowers	<i>Sebania grandiflora</i>	89	0.4	8.5	1.2	1.6	V					
แค, ใบ	Sebania, leaves	<i>sebania grandiflora</i>	76	1.8	11.3	2.2	8.7	V					
แคนตาลูป	Cantaloups	<i>Cucumis melo var. cantalupensis</i>	91.2	0.1	7.5	0.3	0.7	F	10-14	4.4	-1.2	85-90	M
แตงฝรั่ง, ดอก	Gliricidia, flowers	<i>Gliricidia sepium</i>	85.1	1	10	1.3	3.1	V					
แตงฝรั่ง, ใบ	Gliricidia, leaves	<i>Gliricidia sepium</i>	84.7	0.5	11.9	1.3	2.4	V					
แครอท	Carrot, raw	<i>Daucus carota</i>	85.1	0.4	12.4	0.9	1.3	V	28-180	0	-1.4	95-100	L
แครอท, ต้มสุก	Carrot, boiled	<i>Daucus carota</i>	85.2	0.5	12.8	0.8	0.8	V					
เงาะ, ขนขาว	Rambutan	<i>Nuphthelium lappaceum</i>	82	0.1	16.5	1.1	1	F	7-21	12.2		85-90	H

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่าย ง่าหน้า นานที่สุด	อุณหภูมิ ในการ ขนส่ง C	จุดเยือก แข็งสูง สุดC	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
เงาะขนสั้น	Pulasan	<i>Nephelium mutabile</i>	83	0	14.5	1	0.8	F					
ชมพู	Rose Apple		84.5	0.3	14.2	1.1	0.6	F					
ชมพูมาก	Roseapple		91.6	0	7.3	0.4	0.4	F					
ชมพูป่า	Waterapple	<i>Eugenia aquea</i>	87	0.2	11.8	0.9	0.6	F					
ชมพูมะเหมี่ยว	Roseapple		91.3	0	6.9	0.9	0.5	F					
ชมพูสามเหล่	Roseapple	<i>Eugenia malaccense</i>	91.4	0.1	7.6	1	0.5	F					
เชอร์รี่	West Indian cherry	<i>Malpighia sp.</i>	92	0.3	7	0.4	0.4	F					
ดอกมะขาม	Tamarind flowers	<i>Tamarindus indica</i>	80	1.8	15	1.2	2.5	V					
ดอกโสน	Sesbania flowers	<i>Sesbania roxburghii</i>	87.7	0.5	4.4	0.6	1.4	V					
ดอกหอม	Onion flowers	<i>Allium sp.</i>	93	0.1	4.4	0.6	1.4	V					
หัวหอม,ทั้งต้น	Onion,young green bulb and entire top	<i>Allium spp.</i>	89.4	0.2	8.2	1.2	1.5	V					
หัวหอม,ส่วนยอดเขียว	Onion,young green bulb only	<i>Allium spp.</i>	91.8	0.4	5.5	1.3	1.6	V					
หัวหอม,ส่วนหัว	Onion,young green bulb and white portion	<i>Allium spp.</i>	87.6	0.2	10.5	1	1.1	V					
ตะโก (ทุก)	Lemon-grass	<i>Cymbopogon citratus</i>	73.6	0	24.5	1.5	0.3	F					
ตะไคร้	Bilimbi	<i>Averrhoa bilimbi</i>	74.3	1.4	21.9	4.2	1	V					
ตะลิงปลิง	Palmyrapalm,young shoots	<i>Borassus flabellifer</i>	92.5	0.3	6.3	0.6	0.6	V					
ตำลึง,ใบ	Ivygourd,leaves	<i>Coccoloba indica</i>	69.5	0.2	26.6	2.2	2.7	F					
ตำลึง,ผลดิบ	Ivygourd,gourd	<i>Coccoloba indica</i>	90.6	0.4	4.2	1	4.1	V					
แตงกวา,เปลือก	Cucumber,pared	<i>Cucumis sativus</i>	93.6	0	5.2	0	0.7	V					
แตงกวา,ไม่เปลือก	Cucumber,not pared	<i>Cucumis sativus</i>	95.7	0.1	3.2	0.3	0.6	V					
			95.1	0.1	3.4	0.6	0.9	V	10-14	10	-0.5	90-95	H

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่าย นานที่สุด	อุณหภูมิ ในการ ขนส่ง C	จุดเยือก แข็งสูง สุดC	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
แตงไทย, แก่	Native melon, mature	Cucumis melo	96.1	0	2.3	0.3	0.8	F					
แตงไทย, อ่อน	Native melon, young	Cucumis melo	94.4	0	3.7	0.5	0.8	V					
แตงโม, เนื้อแดง	Water melon, red pulp variety	Citrullus vulgaris	93.2	0.2	4.9	0.2	0.6	F	14-21	10	-0.4	85-90	L
แตงโม, เนื้อเหลือง	Water melon, yellow pulp variety	Citrullus vulgaris	94.7	0.2	4.3	0.2	0.5	F					
แตงโม, เปลือก	Water melon, rind	Citrullus vulgaris	94.4	0.1	3.2	0.1	1.6	F					
แตงร้าน	Cucumber, large	Cucumis sativus	95.3	0	2.7	0.4	1	V					
แตงหอม	Honey dew melon	Cucumis melo	89.6	0.3	9.5	0.4	0.3	V					
ถั่วเขียว			90.9	1	5.6	0.9	1.8	V					
ถั่วแขก, ฝักอ่อน	Kidney beans, bean with pod, immature	Phaseolus vulgaris	90.6	0.2	6.4	1.3	2.1	V					
ถั่วถง	Mungbean sprout	Phaseolus aureus	90.1	0.2	5	0.9	4.2	V					
ถั่วถง, สุก	Mungbean sprout, cooked	Phaseolus aureus	89.3	0.1	7.9	1	2.2	V					
ถั่วถงหัวโต	Soybean sprout	Glycine max	81.5	1.8	8	0.7	7.7	V					
ถั่วถงหัวโต, สุก	Soybean sprout, cooked	Glycine max	89	0.7	4.7	0.4	4.8	V					
ถั่วดำ, ฝักเขียวอ่อน	Cowpea, young green pods	Vigna unguiculata subsp. unguiculata	88.7	0.6	6.2	1.2	3.7	V					
ถั่วดำ, ฝักอ่อน	Cowpea, tender tips	Vigna unguiculata subsp. unguiculata	89	0.3	4.4	0	4.8	V					
ถั่วดำ, ฝักอ่อน, สุก	Cowpea, tender tips, cooked	Vigna unguiculata subsp. unguiculata	89.1	0.3	4.4	0	4.8	V					
ถั่วแปบ, ฝักอ่อน	Hycinth beans, young pods and immature	Dolichos lablab	87.5	0.3	8.2	1.9	3.1	V					
ถั่วแปบ, ฝักอ่อน, สุก	Hycinth beans, cooked	Dolichos lablab	90.3	0.2	6.9	1.9	2.2	V					
ถั่วฝักยาว, เขียว	Yard-long bean, green	Vina sinensis var. sesquipedalis	88.1	0.2	8.2	1.5	2.8	V					
ถั่วฝักยาว, เขียว, ต้มสุก	Yard-long bean, green, boiled	Vina sinensis var. sesquipedalis	88.4	0.1	8.1	0.8	2.9	V					
ถั่วฝักยาว, แดง	Yard-long bean, red	Vina sinensis var. sesquipedalis	88.4	0.2	7.5	2	3.3	V					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวาง จำหน่าย นานที่สุด	อุณหภูมิ ในการ ขนส่ง °C	จุดเยือก แข็งสูง จุด C	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
ถั่วพูใบ	Goabean,leaves	Psophocarpus tetragonolobus	85	0	0	5	V					
ถั่วพูฝักอ่อน	Goabean or winged bean,young pods	Psophocarpus tetragonolobus	89.5	7.9	1.6	1.9	V					
ถั่วพูฝักอ่อน,ต้ม	Goabean,young pods,boiled	Psophocarpus tetragonolobus	92.2	5.9	1.2	1.4	V					
ถั่วแดง	Broad beans	Vicia faba	75.6	14.7	1.7	8.2	V					
ถั่วราชมาด,ใบ	Lima beans,leaves	Phaseolus lunatus	97.2	1.7	0	0.6	V					
ถั่วราชมาด,เมล็ดอ่อน	Lima beans,immature seeds	Phaseolus lunatus	68.5	21	1	8.4	V					
ถั่วราชมาด,เมล็ดอ่อน,สุก	Lima beans,immature seeds,cooked	Phaseolus lunatus	70.5	21.2	1.1	7	V					
ถั่วกระ,ฝักและเมล็ดอ่อน	Pigeonpea,immature pods and seeds	Cajanus cajan	64.4	24.5	3.6	8.7	V					
ถั่วกระ,เมล็ดอ่อน	Pigeonpea,immature seeds	Cajanus cajan	68.9	21.6	0	7.5	V					
ถั่วถัสน์ตา,ฝักอ่อน	Sugar peas or garden peas,young pods	Pisum sativum	87.7	8.5	1.7	3	V	7-14	0		90-95	
ถั่วถัสน์ตา,ฝักอ่อน,สุก	Sugar peas,young pods,cooked	Pisum sativum	90.7	7.6	1.3	1.3	V					
ถั่วถัสน์ตา,เมล็ด	Sugar peas,seeds	Pisum sativum	75.6	16.9	2.4	6.2	V					
ถั่วเหลือง,เมล็ดอ่อน	Soybean,immature seeds	Glycine max	68.2	11.4	1.9	13	V					
ทับทิม	Pomegranate	Punica granatum	80	17.7	1.1	1	F	28-56	5	-3	90-95	L
ทุเรียน	Durian	Durio zibethinus	66.8	28.3	1.4	2.5	F	42-56	3.9		85-90	
ทุเรียน - เกษตร, กลีบใน	Durian	Durio zibethinus	90.4	7	0.8	1.1	F					
ทุเรียน กลีบนอก	Durian	Durio zibethinus	84.7	10.4	1.9	0	F					
ทุเรียนกระตุ่มทอง	Durian	Durio zibethinus	62.8	29.4	1.7	2.6	F					
ทุเรียนก้านขาว	Durian	Durio zibethinus	56.3	34.7	1.7	3.2	F					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำใบมัน	การบีบไล่น้ำ	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่าย นานที่สุด	อายุการวางจำหน่าย ในภาชนะ แช่แข็ง C	จุดเยือก แข็งสูง จุด C	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
ทุเรียนพันธุ์	Durian	Durio zibethinus	90.2	3.2	0.8	2.1	F					
ทุเรียนชะนี	Durian	Durio zibethinus	66.6	4.2	23.9	0.9	F					
ทุเรียนเทศ	Soursop	Annona muricata	83.2	0.2	15.1	0.6	F					
ทุเรียนหลง	Durian	Durio zibethinus	71	1.9	22.9	0.8	F					
ทุเรียนหนาม	Sugarapple	Annona squamosa	77.5	0.2	20	1.6	F	28	7.2		85-90	
ทุเรียนหนาม	Custard apple	Annona reticulata	78.5	0.3	19	1.4	F	28-42	5		85-90	
หนังกวัก, มอนจิน, ใบ	Velvetleaf, yellow leaves	Limnorchis flava	90	0.2	7.7	0	V					
น้ำเต้า, ใบ	Bottegourd, leaves	Lagenaria leucantha	90.1	0	4.1	1.5	V					
น้ำเต้า, ผล	Bottegourd, fruit	Lagenaria leucantha	95.3	0.2	3.5	0.7	V					
บวบงู	Snakegourd	Trichosanthes anguina	94.5	0	4.5	0.5	V					
บวบหอม, บวบกลม, ใบ	Spongegourd, leaves	Luffa cylindrica	90.1	0	4.1	1.5	V					
บวบหอม, บวบกลม, ผล	Spongegourd, fruit	Luffa cylindrica	94.3	0.2	4	1	V					
บวบเหลี่ยม, บวบหวาน, ใบ	Angled-type gourd, leaves	Luffa acutangula	90.1	0	4.1	1.5	V					
บวบเหลี่ยม, บวบหวาน, ผล	Angled-type gourd, fruit	Luffa acutangula	94.5	0.1	4.1	0.6	V					
บวบ	Beets, common, red	Colocasia antiquorum	95.4	0	3.2	0	V					
บีท	Beets, boiled	Beta vulgaris	87.3	0.1	7.2	0.8	V					L
บีท, หัวตุ๋น	Beets, boiled	Beta vulgaris	90.9	0.1	7.2	0.8	V					
บุก	Gianttiam, white spot, corms	Amorphophallus campanulatus	78.5	0.2	18.4	0.7	V	90-150	0	-0.9	95-100	
ใบกระพรวน, ขาว	Jackfruit leaves	Ocimum sanctum	85.7	0.3	8	1.3	V					
ใบขมิ้น	Jackfruit leaves	Artocarpus heterophylla	75.5	0	17.5	0	V					
ใบขมิ้น, หนวดจ้าว	Pluchia leaves	Pluchia indica	86	0.5	9.4	0	V					
ใบชะตง	Piper sarmentosum	Piper sarmentosum	78.3	0.7	8.6	2.5	V					
ใบคังไฉ	Crowdaisy leaves	Chrysanthemum coronarium	93.5	0.3	3.3	0.9	V					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่ายบนที่ตลาด	อุณหภูมิในครัวเรือน C	จุดเยือกแข็งสูงสุด C	% ความชื้นสัมพัทธ์	ความไวต่อเอทิลีน
ใบทองหลาง	Coral leaves	<i>Erythrina fusca</i>	84.4	0.3	6	1.3	V					
ใบบัวบก	Indian penny wort leaves	<i>Centella asiatica</i>	83.8	0.2	10.2	1.8	V					
ใบปลอกเตา	Jute leaves	<i>Corchorus olitorius</i>	84.1	0.3	7.6	1.7	V					
ใบปลอกเตา,สุก	Jute leaves,cooked	<i>Corchorus olitorius</i>	84.6	0.2	9.9	1.7	V					
ใบปลอกแก้ว	Hibiscus leaves	<i>Hibiscus cannabinus</i>	86.5	0	9.6	0	V					
ใบเผือก	Taro leaves	<i>Colocasia spp.</i>	81.4	1	11.9	1.2	V					
ใบเผือก,ก้านใบ	Taro leafstalk	<i>Colocasia spp.</i>	92.7	0.2	5.8	0.9	V					
ใบเผือก,ก้านใบ,สุก	Taro leafstalk,cooked	<i>Colocasia spp.</i>	96.3	0.1	3.2	0.6	V					
ใบเผือก,สุก	Taro leaves,cooked	<i>Colocasia spp.</i>	85.7	0.6	9.9	0.9	V					
ใบพริกชี้ฟ้า,พริกชี้ฟ้า	Chili pepper leaves	<i>Capsicum frutescens</i>	83.2	0.9	7.8	1.3	V					
ใบพริกหยวก	Sweet pepper leaves	<i>Capsicum annuum var. grossum</i>	93.3	0.2	5.4	1.5	V					
ใบมะรอก	Tamarind young leaves	<i>Spondias pinnata</i>	76.4	0.1	17.6	1.7	V					
ใบมะขามอ่อน	Cashew leaves	<i>Anacardium occidentale</i>	77.2	1	16.1	1.3	V					
ใบมะม่วงหิมพานต์	Mango young leaves	<i>Mangifera indica</i>	82.1	0.2	12.1	1.6	V					
ใบมะม่วงอ่อน	Bitter melon leaves	<i>Momordica charantia</i>	81.6	0.7	7.4	1.4	F					
ใบมะขวิดอ่อน	Horseerdish leaves	<i>Moringa olefera</i>	84.6	0.6	7	1.4	V					
ใบมะขาม,สุก	Horseerdish leaves,cooked	<i>Moringa olefera</i>	77.6	1.5	11.6	1.2	V					
ใบมะกอกอ่อน	Papaya young leaves	<i>Carica papaya</i>	78.7	1	12.8	0.8	V					
ใบมันเทศ,ใบและยอดอ่อน	Sweet potato leaves and tender tips	<i>Ipomoea pinnata</i>	77.5	2	11.3	1.8	V					
ใบมันเทศ,สุก	Sweet potato leave,cooked	<i>Ipomoea pinnata</i>	86.7	0.7	8	1.6	V					
			86.6	0.2	9.2	0	V					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อาหารว่าง จำหน่ายนาน ที่สุด	คุณสมบัติในการ ขนส่ง C	จุดเยือก แข็งสูง จุด C	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ พืชริน
ใบมันสำปะหลัง	Cassava leaves	Manihot esculenta	81	9.2	2.1	6.9	V					
ใบแมงลัก	Basil, hoary or holy leaves	Ocimum sanctum	89.3	2.2	1.6	4.1	V					
ใบยอ	Indian mulberry leaves	Morinda citrifolia	80	11.1	1.9	3.8	V					
ใบข่านาง		Acanthium toxicaria	60.7	17.9	9.7	7.6	V					
ใบเล็บข่องนาง	Rangoon creeper, leaves	Quisqualis indica	75.4	0	2	7.6	V					
ใบขึ้นเปรี้ยว, วง โคซี่ไค่	Bauhinia leaves and tops	Bauhinia malabarica	86.9	8.2	1.8	3.4	V					
ใบกิมมื่อ	Citron leaves	Citrus medica	81.8	13.5		3.2	V					
ใบสมอไทย	Terminalia, chebula, leaves	Terminalia chebula	85.9	10.8	2.5	1.2	V					
ใบเกาะหน่อ	Mint leaves	Mentha sp.	89.3	5.4		3	V					
ใบโสน	Sebania leaves	Sebania roxburghii	86	9.1		3.6	V					
ใบโหระพา	Basil, sweet, leaves	Ocimum basilicum	89.4	4.7	0.9	3.3	V					
ผักกระเจต	Water mimosa	Neptunia oleracea	86.7	6.1	1.6	4.1	V					
ผักกะตัง	Peperomia, shiny, leaves	Peperomia pellucida	86.4	1.5		0.6	V					
ผักกวาด้าง, ก้าน	Chinese cabbage, stalks	Brassica chinensis	94.2	2.8	0.6	1.9	V					
ผักกวาด้าง, ดอก	Chinese cabbage, flowers	Brassica chinensis	93.7	2.8	0.8	2.1	V					
ผักกวาด้าง, ใบ	Chinese cabbage, leaves	Brassica chinensis	94.2	3.1	0.7	1.7	V					
ผักกวาด้าง, ใบ, สุก	Chinese cabbage, leaves, cooked	Brassica chinensis	94.1	3	0.6	1.9	V					
ผักกวาด้าง, ยอดอ่อน	Chinese cabbage, young tops	Brassica chinensis	92.6	3.3	0.7	2.4	V					
ผักกะพี้เขากวาว	Rosewood, sp., leaves	Dalbergia cultrata	74.7	18.4		5.5	V					
ผักกะโสม	Marshweed, leaves	Limnophila spp.	92.2	5.2		4.1	V					
ผักกาด	Chinese cabbage	Brassica sp.	87.8	7.8	1.2	2.7	V	60-90	0		95-100	M
ผักกาดขาว	Celery Cabbage	Brassica pekinensis	94.2	2.5	0.5	1.7	V					
ผักกาดขาวปี้		Brassica pekinensis	95.6	1.5	0.4	1.6	V					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่ายบนที่ตลาด	อุณหภูมิในการขนส่ง C	จุดเยือกแข็งสูง จุด C	% ความชื้นสัมพัทธ์	ความไวต่อเอทิลีน
ผักกาดขาวหัว	Maastard greens, stems	<i>Brassica juncea</i>	95.2	0	3	0.6	V	0.6						
ผักกาดเขียว, ก้าน	Maastard greens, stems and leaves	<i>Brassica juncea</i>	94.4	0.1	3.5	0.6	V	1.3						
ผักกาดเขียว, ก้านและใบ, สุก	Maastard greens, stems and leaves, cooked	<i>Brassica juncea</i>	91.8	0.4	4.3	1	V	2.4						
ผักกาดแดง	Chard, Swiss leaves and stalks	<i>Brassica vulgaris var. cicla</i>	94.7	0.2	2.9	0.6	V	1.7						
ผักกาดน้ำ	Plantain	<i>Plantago major</i>	92.6	0.4	3.7	0.9	V	1.8						
ผักกาดกัลดี, ชนิดไม่เป็นหัว	Lettuce, unheaded	<i>Lactuca sativa</i>	81.4	0.3	14.6	2.5	V	2.5						
ผักกาดกัลดี, ชนิดหัว	Lettuce, headed	<i>Lactuca sativa</i>	93.6	0.3	3.9	0.6	V	1.4						
ผักกาดหอม	Lettuce	<i>Lactuca indica</i>	95.8	0.4	2.4	0.4	V	1		14-21	0	-0.2	95-100	
ผักกุ่มน้ำ, ใบ	Centaeva, leaves	<i>Crataeva roxburghi</i>	93	0.2	3.3	0.8	V	1.6						
ผักกูดกึ๊ยะ, ใบอ่อน	Braken, fern fronds, tender	<i>Pteridium aquilinum</i>	73.4	1.3	20.6	4.9	V	3.4						
ผักกูดน้ำ, ใบและก้านอ่อน	Asystasia, tender leaves and stems	<i>Asystasia gangetica</i>	88.6	0.4	7.5	1	V	2.3						
ผักจีต	Monochoxia, leaves	<i>Monochoxia vaginalis</i>	82.6	1.2	10.4	1.2	VV	3.7						
ผักโงม	Amaranth, spineless, leaves and stems	<i>Amaranthus viridis</i>	93	0.2	3.8	1	V	1						
ผักโงมหวาน	Amaranth, tender	<i>Amaranthus gangeticus</i>	84.8	0.8	6.7	1	V	5.2		10-14	0			
ผักโงมหวาน	Amaranth, spiny, leaves and stems	<i>Amaranthus spinosus</i>	85.8	0.5	5.7	4.9	V	4.9						
ผักคราดหัวแหวน, ผักคีต	Spotflower, paracress, leaves	<i>Splianthes acmella</i>	83.7	0.6	7.4	1.6	V	5.6						
ผักกะน้า, ใบ	Collard or kale, leaves	<i>Brassica oleracea var. acephala</i>	89	0.3	7.1	1.9	V	1.9						
ผักกะน้า, ใบและก้าน	Kale, leaves and stems	<i>Brassica oleracea var. acephala</i>	92.2	0.2	3.1	0.9	V	2.3		10-14	0	-0.9	90-95	L
ผักกะน้า, ยอดอ่อน	Kale, young top	<i>Brassica oleracea var. acephala</i>	89	0.4	6.8	1.2	V	3		10-14	0	-0.5	95-100	M
			90.8	0.3	3.4	1	V	2.7						

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่ายบนที่สุก	อุณหภูมิในการขนส่ง C	จุดเยือกแข็งสูง จุด C	% ความชื้นสัมพัทธ์	ความไวต่อเอทิลีน
ผักชี	Celery		86.6	0.6	8.1	1.1	2.7	v	14-28	0	-0.5	90-95	M
ผักชี,ใบและก้าน	Coriander,leaves and stems	Coriandrum Sativum	87.6	0.6	7.3	1.6	2.6	V	14-28	0			
ผักชีฝรั่ง	Fennel,common,leave	Foeniculum vulgare	87	0.3	6.6	1.5	3.1	V					
ผักชีหอม	Fennel,common,leave	Eryngium foetidum	90.7	0.2	4.3	1	2.3	V					
ผักชีหอม,ผักอันย้อ	Waterdropwort,leaves	Oenanthe stolonifera	90.6	0.3	5.9	1.2	1.8	V					
ผักชีลาว	Fennel,common,leave	Anethum graveolens	91	0.3	2.8	0.7	3.6	V					
ผักคอปชะวา	Common waterhyacinth,leaves and stems	Eichornia crassipes											
ผักคัมตำ			89.8	0.1	7.5	2.4	0.5	V					
ผักนึ่งจีน	Swamp cabbage,chinese	Mimulus orbicularis	95.4	0.1	1.7	0.6	1.3	V					
ผักนึ่งไทย,ต้นขาว	Swamp cabbage,white stem	Ipomoea reptans	92.3	0.3	2.4	0.9	2.7	V					
ผักนึ่งไทย,ต้นแดง	Swamp cabbage,red stem	Ipomoea reptans	92.4	0.3	2.6	0.9	2.6	V					
ผักนึ่ง,ใบและก้าน	Swamp cabbage,red stem	Ipomoea reptans	90.3	0.9	2.2	1.3	3.2	V					
ผักนึ่งทะเล,ผักหางพวงทะเล	Purslane,leaves and stems	Portulaca oleracea	87.5	0.3	7.9	1.1	2.2	V					
ผักใบเขียวแก่	Sesuvium,purslane,leaves	Sesuvium portulacastrum	89	0.4	4.7	0.8	2.1	V					
ผักใบเขียวปานกลาง	Leaves,high,carotene,dark green		85	0.7	5	1.5	5	V					
ผักใบเขียวอ่อน	Leaves medium carotene		91	0.3	4	0.8	2	V					
ผักปราง,ใบ	Leaves,low carotene,pale green		93	0.2	4	0.8	1.5	V					
ผักปราง,ใบ,สุก	Vinespinach: malabar nightshade,leaves	Basella rubra	93.4	0.3	3.5	0.6	1.6	V					
ผักปราง,ใบ,สุก	Vinespinach: malabar nightshade,leaves,cooked	Basella rubra											
ผักบ็อค	Alternanthera,leaves	Alternanthera spp	92.4	0.2	4.3	0.7	1.7	V					
ผักหางพวงแดง	Sunrose willow	Jussiaea repens	85.7	0.2	10.3	0	1.8	V					
			87	0.2	8.9	0.9	1.8	V					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่ายที่ซูเปอร์	อุณหภูมิในการขนส่ง C	จุดเยือกแข็งสูง	% ความชื้นสัมพัทธ์	ความไวต่อเอทิลีน
ผักแว่น,ผักกึ๋นเป็	Water fern,leaves	<i>Marsilea crenata</i>	91.9	0.2	3.5	1.2	2	V					
ผักสะเดา	Neem	<i>Azadirachta indica</i>	77.7	0.8	12.1	1.5	6.1	V					
ผักเสี้ยน	Aster,leaves and tips	<i>Aster amellus</i>	87.2	0.7	6.4	1.1	4.2	V					
ผักหนาม		<i>Lasia spinosa</i>	93.1	0.2	2.5	0.8	2.2	V					
ผักหวาน		<i>Melientha suavis</i>	83.2	0.4	18.9	1.9	1	V					
ผักหวานบ้าน,ผักหวานสวน		<i>Sauropus androgynus</i>	80.1	0.9	10.2	0	6.8	V					
ผักเข้ชะบือ		<i>Myrica esculenta</i>	81.2	0.5	9.5	0	6.5	V					
เตี๊ยม	Taro,raw	<i>Colocasia esculenta</i>	74.5	0.4	21	0.8	2.2	V	120-150	7.2		85-90	N
เตี๊ยมต้ม	Taro,boiled	<i>Colocasia esculenta</i>	67.8	0.3	28.8	0	1.9	V					
ฝรั่ง	Guava	<i>Psidium guajava</i>	80.7	0.1	11.6	6	0.9	F	14-21	10		80-85	M
พริกขี้หนู	Chili pepper	<i>Capsicum frutescens</i>	76.4	2	8.4	7.5	4.1	V	14-21	7.8	-0.7	90-95	L
พริกขี้หนู,เขียว	Chili pepper,green	<i>Capsicum frutescens var. longum</i>	85.2	1.3	6.8	3.2	2.7	V					
พริกขี้หนู,แดง	Chili pepper,red	<i>Capsicum frutescens var. longum</i>	81.9	0.8	9.1	3.8	3.2	V					
พริกไทย	Pepper	<i>Piper nigrum</i>	72.2	0.2	9	1.4	1.4	V	12-18	10	-0.7	90-95	L
พริกไทยอ่อน	Pepper young	<i>Piper nigrum</i>	84.9	0.7	4.8	5.6	2.8	V					
พริกหยวก,เขียว	Sweet pepper,green,long var.	<i>Capsicum annuum var. grossum</i>	89.6	0.5	7.5	2.3	1.8	V					
พริกหยวก,แดง	Sweet pepper,red,long var.	<i>Capsicum annuum var. grossum</i>	81.5	0.9	14.4	5.7	2.4	V					
พริกหวาน,เขียว	Sweet pepper,green	<i>Capsicum - annuum</i>	92	0.2	6	1.4	1.3	V	12-18	10	-0.7	90-95	L
พริกหวาน,เขียว,สุก	Sweet pepper,green,cooked	<i>Capsicum - annuum</i>	94.6	0.1	4.1	0.9	0.9	V					
พริกหวาน,แดง	Sweet pepper,red	<i>Capsicum - annuum</i>	86.9	0.8	9.5	1.7	2	V					
พริกเหลือง			71.4	0.2	14.3	8.2	4.1	V					
ทุบรา	Jujube	<i>Ziziphus jujuba</i>	76.9	0.4	20.5	11.1	1.6	F					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่ายที่จุด	อุณหภูมิในการขนส่ง C	จุดเยือกแข็งสูง	% ความชื้นสัมพัทธ์	ความไวต่อเอทิลีน
พุทรา, แกว	Jujube, Indian or malaya	<i>Ziziphus mauritiana</i>	83.4	0	14.5	0.5	1.1	F					
พุทรา,แห้ง	Jujube, dried	<i>Ziziphus jujuba</i>	23.2	2.1	70.7	2.9	2.6	F					
ผักข้าว		<i>Gymnopetalum quinquelobum</i>	92.9	0	4.8	0.7	1.1	V					
ผักเขียว	Waxgourd	<i>Benincasa hispida</i>	96.2	0.1	2.9	0.6	0.5	V					
ผักทอง, ผล	Squash, fruit	<i>Cucurbita maxima</i>	85.2	0.2	12.5	0.8	1.4	V					
ผักทอง,ดอก	Squash, flowers	<i>Cucurbita maxima</i>	94.8	0.2	2.9	0.6	1.3	V					
ผักทอง,ใบอ่อน	Squash, young leaves	<i>Cucurbita maxima</i>	89	0.9	5.8	1.4	2.8	V					
แตง		<i>Benincasa cerifera</i>	94.5	0	4.2	0.5	0.4	V					
มะกรูด	Bitterorange	<i>Citrus hystrix</i>	90.8	1.3	7	0.4	0.6	V					
มะกอกไทย		<i>Spondias pinnata</i>	78.4	0.02	19.2	0.6	0.4	F					
มะกอกน้ำ	Spanish plum	<i>Spondias purpurea</i>	75.8	0.3	22.3	0.5	1	F					
มะกอกฝรั่ง	Great hog - plum	<i>Spondias dulcis</i>	86.9	0.1	12.4	1.1	0.2	F					
มะขาม (ทราบหม)	Tamarind, half-ripe	<i>Tamarindus indica</i>	78.8	0	18.4	1.33	0.8	F					
มะขามดิบ	Tamarind, pulp, unripe	<i>Tamarindus indica</i>	79.5	0.1	17.2	0.8	2.4	V					
มะขามเทศ	Aztec kuamochoil	<i>Pithecellobium dulce</i>	77.8	0.4	18.2	1.2	3	F					
มะขามป้อม	Indian gooseberry	<i>Phyllanthus emblica</i>	84.1	0.5	14.3	2.4	0.7	F					
มะขามป้อม, แช่เย็น	Indian goose-berry, preserved with sugar	<i>Phyllanthus emblica</i>	37.6	0.66	59.8	1	0.5	F				90-95	
มะขามสุก	Tamarind, pulp, ripe	<i>Tamarindus indica</i>	38.7	0.2	56.7	1.9	2.3	F	21-28	7.2			
มะขามหวาน	Tamarind, sweet	<i>Tamarindus indica</i>	12.4	0	75.6	4.7	2.9	F					
มะเขือไข่เต่า	Egg plant	<i>Solanum spp.</i>	90.1	0.1	6.8	0.9	1.4	V					
มะเขือเครือ, แดงกะเพียง, ผล	Chayote, fruit	<i>Sechium edule</i>	94.3	0.1	4.66	0.6	0.7	V	8-10	7.2	-0.5		85-90

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่ายบนที่สุก	อุณหภูมิในการขนส่ง C	จุดเยือกแข็งสูง	% ความชื้นสัมพัทธ์	ความไวต่อเอทิลีน
มะเขือเครือ, แตงกระเทียม, ใบและยอดอ่อน	Chayote, tops and young leaves	Sechium edule	91.2	0.3	3.5	0.8	0.4	V					
มะเขือเจ้าพระยา	Egg plant		93.5	0	3.7	0.4	1.3	V					
มะเขือเทศ, กระป๋อง	Tomato, canned	Lycopersicon esculentum	94.6	0.2	0.8	0.4	0.8	F					
มะเขือเทศ, สุก	Tomato, ripe	Lycopersicon esculentum	93.8	0.3	4.2	0.7	1.2	F					
มะเขือเทศดิบ			93.5	0	4	1.1	0.9	F					
มะเขือเปราะ	Egg plant	Solanum xanthocarpum	90	0.3	5.8	1.6	1.5	V	10-14	10	-0.8	90-95	L
มะเขือพวง	Egg plant	Solanum torvum	80.6	0.7	8.1	5.8	2.5	V	10-14	10	-0.8	90-95	L
มะเขือม่วง (กลม)	Egg plant	Solanum spp.	92	0	5.4	0.6	1.3	V					
มะเขือม่วง (รูปร่าง)	Egg plant	Solanum spp.	90.5	0	5.7	1.7	1.4	V					
มะเขือยาว	Egg plant	Solanum melongena	92.5	0.3	4.9	0.9	0.9	V	10-14	10	-0.8	90-95	L
มะเขือยาว, ขาว	Egg plant, white	Solanum melongena	89.8	0	7	1	1.4	V					
มะเขือส้ม, มะเขือเปรี้ยว		Lycopersicon esculentum	90.2	0.2	5.2	1.7	1.8	V					
มะเขือเถาว์	Egg plant	Solanum xanthocarpum	89.6	0.3	6.1	1.5	1.5	V					
มะเขือเทศ, ไม้สุก	Tomato, unripe	Lycopersicon esculentum	94.8	0.2	4	0	0.6	V	21-28	13.3		90-95	H
มะดัน		Garcinia schomburgkiana	92.4	0.1	6.5	0.4	0.3	V					
มะเดื่อ		Ficus spp.	85.8	0.3	11.3	0	1.5	V					
มะเดื่อฝรั่ง	Fig	Ficus carica	83.6	0.4	14.5	1.5	1	V	7-10	0	-2.4	85-90	L
มะเดื่อฝรั่ง,แห้ง	Fig, dried	Ficus carica	22	1.4	69.4	7.2	4.8	V					
มะขาม	Baelfruit	Aegle marmelos	61.5	0.3	34.7	2.9	1.8	V					
มะนาวฝรั่ง, น้ำ	Lemon, juice	Citrus limon	91.8	0.8	6.7	0.2	0.5	V					
มะนาวฝรั่ง, ผล	Lemon, fruit	Citrus limon	90.4	0.8	7.6	0.7	0.7	V	30-180	12.2	-1.4	85-90	M

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อาหารว่าง ง่าหน้าตาม ที่พูด	อุณหภูมิ ในการ ขนส่ง C	จุดเยือก แข็งสูง จุด C	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
มะนาวหั่น, ผิว	Lemon peel	Citrus limon	80.9	0.3	16.8	2	1.4	V					
มะปราง,ดิบ	Bouea, unripe	Bouea sp.	86.9	0	11.9	0	1	F					
มะปราง,สุก	Bouea, ripe	Bouea sp.	8.3	0.1	15.7	0	0.8	F					
มะขุด	Garcinia	Garcinia dulcis	86.7	0.4	12.2	1	0.4	F					
มะเฟือง, แห้วม	Carambola, preserved with sugar	Averrhoa carambola	38	1.1	56.9	0.8	1.1	F					
มะไฟ,หวาน			82.7	0	15.9	0.3	0.5	F					
มะไฟจีน,ส้มมะไฟ	Wampee, Chinese	Clausea lausium	84	0.1	14.1	0.8	0.9	F					
มะไฟขาว,ใบ	Ammania, leaves	Ammania baccifera	90.9	0	4.5	0	3.6	F					
มะไฟหรั่ง	Rambai	Baccaurea moiteyana	79	0.2	16.1	0	1.7	F					
มะม่วง,ดิบ	Mango, unripe	Mangifera indica	82.9	0.4	15.3	0.4	0.6	F					
มะม่วง,สุก	Mango,ripe	Mangifera indica	82.6	0.3	15.9	0.5	0.6	F	14-25	15.3	-0.9	85-90	H
มะม่วง,ห่าม	Mango, half-ripe	Mangifera indica	81.1	0.6	17.5	0.2	0.4	F					
มะม่วงแฉ้ว,ดิบ	Mango, raw		77.4	0	21	0.6	0.4	F					
มะม่วงดิบขี้ตัง	Mango		72.6	0	25.4	0.3	1.1	F					
มะม่วงทองคำ,ดิบ	Mango, unripe		83.5	0.4	14.5	0.7	0.5	F					
มะม่วงทองคำ,สุก	Mango, ripe		82.4	0	15.8	0.8	0.6	F					
มะม่วงทวาย,ดิบ	Mango, raw		79.6	0.1	18.3	0.5	0.9	F					
มะม่วงพราหมณ์,สุก	Mango, ripe		77.9	0	20.6	0.5	0.6	F					
มะม่วงพืชมะกานัน,ดิบ	Mango, raw		77.9	0	20.7	0.3	0.7	F					
มะม่วงพืชมะกานัน,สุก	Mango, ripe		83.9	0.2	14.1	0.5	1	F					
มะม่วงพืชมะกานัน,ห่าม	Mango, half-ripe		77	0.5	20.7	0.7	0.7	F					
มะม่วงหนังกวางวัน,สุก	Mango, ripe		78.1	0.1	20	0.6	0.8	F					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณ น้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท พลังงาน	อายุการวาง จำหน่าย สัปดาห์	จุดรวม ในการ ขนส่ง C	จุดรวม จุดเลือก แข็งสูง จุดC	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
มะม่วงหิมพานต์	Cashew	Anacardium occidentale	85.4	0.4	13.1	0.4	0.8	F	35	0		85-90	
มะม่วงแก้วดิบ	Mango, raw		85.5	0	13.2	0.7	0.3	F					
มะม่วงทรงรี	Mango, ripe		80.1	0.2	17.7	0.5	1	F					
มะม่วงทรงรีกระเทย, สุก	Mango, ripe		70.5	0.3	26.6	0.7	1.3	F					
มะขง, สุก, ปลูกในท้องถิ่นแล้ว		Bouea oppositifolia	85.2	0	13.8	0.3	0.4	F					
มะขม		Cicca acida	91.7	0	6.4	0.6	0.7	F					
มะขมฝรั่ง	Surinam cherry	Eugenia uniflora	89	0.1	10.2	0.3	0.5	F					
มะระ	Bitter melon; bitter gourd	Momordica charantia	94	0.1	4.5	1	0.8	F	14-21	11.7			
มะระจีน	Bitter melon, chinese		94.2	0	3.4	1	0.7	F					
มะระไทย	Bitter melon, Thai		92.5	0	4.1	1.3	1.3	V					
มะรุม, ฝัก	Horseradish, ods	Moringa oleifera	86.7	0.2	9.5	0	2.5	V	300-350	0	-1.8	95-100	L
มะละกอ, แซลิม	Papaya preserved with sugar	Carica papaya	23.9	0.1	75.4	0.2	0.3	F					
มะละกอ, ไม้สุก	Papaya, unripe	Carica papaya	92.1	0.1	6.2	0.9	1	V					
มะละกอ, สุก	Papaya, ripe	Carica papaya	87.1	0.1	11.8	0.5	0	F	7-21	12.2	-0.9	85-90	H
มะพร้าว		Solanum indicum	82.3	1	9.9	3.3	2.6	F					
มะขี้		Solanum ferroxmajus	83.4	0.8	9.5	3.6	1.9	V					
มังคุด	Mangosteen	Garcinia mangostana	84.3	0.3	14.7	5	0.5	F	14-25	13.3		85-90	H
มันแกว, ฝัก	Yam bean, pods	Pachyrhizus erosus	0	0	0	0	0	F					
มันแกว, สุก	Yambean, tuber, cooked	Pachyrhizus erosus	88.6	0	10.2	1.2	0.8	F					
มันแกว, หัว	Yambean, tuber	Pachyrhizus erosus	87.4	0.2	10.3	1.3	1.6	F					
มันเทศ, หัว, ขาว	Sweetpotato, tuber, white	Ipomoea batatas	72.3	0.3	25.6	0.8	1	V					
มันเทศ, หัว, ขาว, ต้ม	Sweetpotato, tuber, white, boiled	Ipomoea batatas	62.2	0.4	35.8	0.6	0.6	V					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณเก็บเกี่ยว	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภทจำหน่ายบนที่	อายุการวาง จำหน่าย	คุณค่าทาง โภชนาการ ในสาร C	จุดอ่อน เชิงสูง สาร C	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
มันเทศ,หัว,หั่น	Sweetpotato,tuber,yellow	<i>Ipomoea batatas</i>	70.7	0.3	27.1	0.8	V	90-180	13.3	-1.3	85-90	L
มันเทศ,หัว,หั่น,ต้ม	Sweetpotato,tuber,yellow,boiled	<i>Ipomoea batatas</i>	68.1	0.6	29.6	0.6	V					
มันฝรั่ง	Potato,white	<i>Solanum tuberosum</i>	78.3	0.1	18.7	0.4	V					
มันฝรั่ง,ต้มทั้งเปลือก	Potato,boiled in skin	<i>Solanum tuberosum</i>	79.8	0.1	17.1	0.5	V					
มันฝรั่ง,เผาทั้งเปลือก	Potato,baked in skin	<i>Solanum tuberosum</i>	75.1	0.1	21.1	0.6	V					
มันมือเสือ	Spiny yam	<i>Dioscorea esculenta</i>	73.6	0.2	23.9	0.6	V					
มันสำปะหลัง	Cassava	<i>Manihot esculenta</i>	65.5	0.2	32.4	1	V	14-21	13.3		85-90	L
มันสำปะหลัง,แห้ง	Cassava,dried	<i>Manihot esculenta</i>	15.7	0.5	80.6	1.2	V					
มันเทศ	Yam,winged	<i>Dioscorea alata</i>	76.4	0.2	19.9	0.6	V					
ยอ,ดิบ		<i>Spinacia oleracea</i>	89.8	0	7.5	1.1	V					
ยอดกุ่มทอง			89.5	0.2	8.9	0.5	V					
ชะงาก		<i>Pithecellobium malayanum</i>	86.4	0.1	12.1	0.3	F					
รากบัว	Lotus root		85.9	0.1	11.3	0	V					
ชะมุดไทย		<i>Manilkara kauki</i>	75.2	0.5	21.9	1.4	F					
ชะมุดฝรั่ง	Sapodilla	<i>Achras zapota</i>	79.3	0.7	19.1	2.2	F	14-21	15.6		85-90	
ชะมุดคิงดา		<i>Manilkara kauki</i>	70.3	1	24.7	2.1	F					
ถั่งสาเกต	Langsat	<i>Laosium domesticum</i>	84.2	0.1	14.2	0.8	F	14	11.1		85-90	
ถั่วไทย	Longan	<i>Euphoria longan</i>	81	1.4	15.6	0.3	F	21-35	1.7		90-95	
ถั่วไทย,กระป๋อง,น้ำเกลือ	Longan, canned, total content	<i>Euphoria longan</i>	82.5	0.2	16.7	0.2	F					
ถั่วไทย,กระป๋อง,เกลือ	Longan, canned, drained	<i>Euphoria longan</i>	81.4	0.3	17.5	0.4	F					
ถั่วไทย,แห้ง	Longan, dried	<i>Euphoria longan</i>	26.7	0.5	65.9	1.7	F					
ลิ้นจี่	Litchi	<i>Litchi sinensis</i>	82.1	0.4	16.3	0.2	F					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ ไขมัน	การไปไฮดรอก คาร์บอน	Fiber	โปรตีน	ประเภท ผัก	อายุการวาง จำหน่ายบนที่ ผัก	อุณหภูมิ ในการ ขนส่ง C	จุดเยือก แข็งสูง ppC	% ความชื้น กันน้ำ	ความไวต่อ เอทิลีน
ลิ้นดี, กระจับป่อง, น้ำและเนื้อ	Litchi, total content	Litchi sinensis	82.5	0.2	16.7	0.2	F					
ลิ้นดี, กระจับป่อง, เนื้อ	Litchi, drained	Litchi sinensis	81.4	0.3	17.5	0.4	F					
ลิ้นดี, หน่อกล้วย	Litchi, dried	Litchi sinensis	79.3	0	19.1	1.1	F					
ดอกกระพรวน	Passionflower, fruits	Passiflora foetida	35.9	1.9	57.6	1	F				90-95	H
ลูกเกด	Raisins	Vitis vinifera	82	0.4	15.2	0	V	14-21	12.2			
ลูกชาน	Governor's plum	Flacourtia ramontchi	23.2	0.6	71.1	0.5	F					
ลูกตะขุมไทย	Jamaica cherry	Muntingia calabura	89.3	0	7.7	1	V					
ลูกตะขุมฝรั่ง	Sugar - palm	Borassus flabellifer	74.2	0.6	24.2	1.2	V					
ลูกตาล	Sugar - palm, cotyledon	Borassus flabellifer	75.1	0.4	21.3	2	V					
ลูกตาล, จาว	Sugar - palm, cotyledon	Borassus flabellifer	89.4	0.6	8.9	0.5	F					
ลูกท้อ, กระจับป่อง, น้ำและเนื้อ	Peach, canned, total content, sirup pack	Prunus persica	69.8	0.1	25.3	1	F					
ลูกท้อ, ขาว	Peach, white, flesh	Prunus persica	76.1	0.1	23.1	0.6	F					
ลูกท้อ, เหลือง	Peach, yellow, flesh	Prunus persica	88.9	0.2	9.9	1.8	F					
ลูกนบ	Avocado	Pereia americana	87.9	0.3	10.4	1.8	F	14-28	-0.5	-0.9	90-95	H
ลูกเนย (อะเนย)	Djenkol bean, fruit	Pithecolobium jiringa	79	6.1	13.2	1	F	14-28	3.3	-0.3	85-90	H
ลูกพลับ, แห้ง	Persimmon, dried	Diospyros kaki	7.6	0.2	16.9	1.3	F					
ลูกพลับจีน, แห้ง, สุก	Persimmon, hard-type, ripe	Diospyros kaki	36.7	0.7	57.6	2.6	F					
ลูกพลับจีน, นุ่ม, สุก	Persimmon, soft-type, ripe	Diospyros kaki	85.2	0.2	13.6	0.9	F	50-90	5	-2.2	90-95	H
ลูกทาน	Buipalm, pulp or pericarp	Corypha utan	83.7	0.2	14.6	1.2	F	35-84	10	-2.2	90-95	H
ลูกหม่อน	Mulberry, white, pulp and seeds	Morus alba	81	0.1	17.8	1.3	F					
			85	0.4	12.2	0.9	F					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำใบไม้	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวาง จำหน่ายบนที่ ตู้	อุณหภูมิ ในการ ขนส่ง C	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ เอทิลีน
ทุเรียน	Jambolana	<i>Eugenia cumini</i>	82.7	15.8	0.3	0.7	F				
กระทิง	Rattanpalm, fruit	<i>Calamus ornatus</i> var. <i>philippinensis</i>	79	18.6	0.5	0	F				
สตรอเบอรี่	Strawberry	<i>Fragaria</i> sp.	90.6	7.6	1.7	0.8	F				
พลู		<i>Parkia speciosa</i>	70.7	11.4	0.5	8	F				
ส้มจีน, เปลือก, สด	Orange, sweet, peels, raw	<i>Citrus sinensis</i>	74.7	21.9	3.7	1.8	F				
ส้มเกลี้ยง	Orange, sour	<i>Citrus aurantium</i>	87.5	11.2	0	0.7	F				
ส้มเกลี้ยง, น้ำ	Orange, sour, juice	<i>Citrus aurantium</i>	92.4	6.7	0.2	0.4	F				
ส้มเขียวหวาน	Orange	<i>Citrus reticulata</i>	88.7	9.9	0.2	0.6	F				
ส้มจีน	Orange, sweet	<i>Citrus sinensis</i>	88.6	9.9	0.4	0.8	F				
ส้มจีน, น้ำ, กระป๋อง, ไม่หวาน	Orange, sweet, juice, canned, unsweetened	<i>Citrus sinensis</i>	86.7	13.1	0	0	F				
ส้มจีน, น้ำ, สด	Orange, sweet, juice, fresh	<i>Citrus sinensis</i>	86.7	13.2	0	0	F				
ส้มจีน, เปลือก, แห้ง	Orange, sweet, peels, dried	<i>Citrus sinensis</i>	11.7	73.5	13.7	9.2	F				
ส้มขุ		<i>Citrus sinensis</i>	89.6	9.2	0.1	0.7	FF				
ส้มซ่า, น้ำ			82.1	16.6	0	0.7	F				
ส้มซ่า, ผิว			66.2	22.9	4	3.8	F				
ส้มมะไฟ			0	0	0	0	FF				
ถนอมจีน, ก่อนล้างแห้ง, เก็บ	Olive, Ceylon, semi-dried, salted	<i>Canarium album</i>	45.6	25.6	4.8	1.8	V				
ถนอมจีน, ก่อนล้างแห้ง, หวาน	Olive, Ceylon, semi-dried, sugared	<i>Canarium album</i>	47.5	49.9	3	0.5	V				
ถนอมจีน, สด	Olive, Ceylon, raw	<i>Canarium album</i>	80.2	16.2	3.4	1.2	V	28-42	7.2	-1.4	85-90
ถนอมจีน, แห้ง	Olive, Ceylon, dried	<i>Canarium album</i>	18.8	74.8	7.2	3.3	V				M

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่ายที่ตลาด	อุณหภูมิในการขนส่ง C	จุดเยือกแข็งสูงสุด C	% ความชื้นสัมพัทธ์	ความไวต่อเอทิลีน
สมอไทย	Myrobalan	<i>Terminalia chebula</i>	85.9	1.7	8.2	1.2	V					
สมอไทย, ใบ			0	0	0	0	V					
ส้มโอ	Pomelo	<i>Citrus grandis</i>	88.9	0.3	9.5	0.4	F					
ส้มโอ, เปลือก, แครอัม	Pomelo, peels, sugared	<i>Citrus grandis</i>	37	0.1	62.4	0	F					
สะตอ	Santol	<i>Sandoricum indicum</i>	84.5	0.7	13.9	1	F					
ทับทิม	Pineapple	<i>Ananas comosus</i>	87	0.3	11.6	0.5	F	14-36	10	-1.1	85-90	L
ทับทิม, กระบอง, น้ำและเนื้อ, น้ำเชื่อม	Pineapple, canned, total content, sirup pack	<i>Ananas comosus</i>	74.6	0.4	24.3	0.4	F					
ทับทิม, น้ำ, กระบอง หรือจวด	Pineapple, juice, canned or bottled	<i>Ananas comosus</i>	87	0	12.7	0	F					
ทับทิม, น้ำ, สด	Pineapple, juice, fresh	<i>Ananas comosus</i>	88.7	0	10.8	0	F					
สาคู, เขียว	Breadfruit, green	<i>Artocarpus communis</i>	69.3	0.3	28.2	0	F	14-40	13.3		85-90	M
สาคู, น้ำตาลเหลือง	Breadfruit, yellowish brown, raw	<i>Artocarpus communis</i>	72.9	0.3	24.7	1.3	F					
สาคู, น้ำตาลเหลือง, ต้ม	Breadfruit, yellowish brown, boiled	<i>Artocarpus communis</i>	65.2	0.3	31.7	0	F					
สาธู, หัว(ราก)	Arrowroot, roots roots or rhizomes	<i>Maranta arundinacea</i>	67.5	0.2	29.5	2	V					
สาธู, หัว(ราก),แห้ง	Arrowroot, roots, dried	<i>Maranta arundinacea</i>	13.9	0	84.4	0	V					
สาธูหัว	Lotus stem		96.8	0	1.8	0.4	V					
สาคู	Pear	<i>Pyrus communis</i>	87.6	0.2	11.4	1	F	60-90	-1.1	-1.6	90-95	H
สาคู, กระบอง, น้ำและเนื้อ, น้ำเชื่อมข้น	Pear, canned, total content, heavy sirup, pack	<i>Pyrus communis</i>	80.1	0.1	19.2	0.9	F					
หน่อไม้	Bamboo shoot, unspecified	<i>Bambusa sp.</i>	91	0.3	5.3	1.2	V					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภทปริมาณที่	อายุการวางจำหน่ายที่	จุดหมักในการขนส่ง C	จุดเยือกแข็งสูง	% ความชื้นสัมพัทธ์	ความไวต่อเอทิลีน
หน่อไม้, กระบอง	Bamboo shoot, unspecified, canned	Bambusa sp.	0	0.3	5.2	0	2.6	V					
หน่อไม้, ตอง	Bamboo shoot, pickled	Bambusa sp.	92.1	0.3	3.5	1.4	1.4	V					
หน่อไม้, ต้ม (พอก)	Bamboo shoot, unspecified, partly boiled	Bambusa sp.	94.3	0.5	3.5	1.2	1.5	V					
หน่อไม้, แห้ง	Bamboo shoot, unspecified, dried	Bambusa sp.	36.4	2.5	37.9	7.4	13.8	V					
หน่อไม้ไผ่, ใตง, ใหลาม	Bamboo shoot, hairy	Bambusa arundinacea	91.5	0.1	4.2	0.7	2.5	V					
หน่อไม้ไผ่แห้ง, แขน้า	Bamboo shoot, hairy, dried, soaked	Bambusa arundinacea	93.7	0.2	4.8	1.8	1.2	V					
หน่อไม้ฝรั่ง,ขาว	Asparagus, white	Asparagus officinalis	91.8	0.3	4.1	0.8	2.4	V					
หน่อไม้ฝรั่ง,เขียว	Asparagus, green	Asparagus officinalis	92.7	0.3	3.6	0.9	2.5	V	14-21	2.2	-0.6	90-95	M
หน่อไม้ฝรั่ง,เขียว, กระบอง	Asparagus, green, canned, drained solids	Asparagus officinalis	93.2	0.1	3.6	0.5	2	V					
หน่อไม้รวก, ต้ม	Bamboo shoot, boiled	Thyrsostachya siamensis	93.2	0.4	2.5	0.8	2.5	V					
หน่อไม้รวก, แห	Bamboo shoot, roasted	Thyrsostachya siamensis	90.4	0.3	4.1	0.7	3.5	V					
หอมแขก, โทม	Curry leaves	Murraya koenigi	73	1.7	14.1	0	0	V					
หอมจีน, หอมฝรั่ง, กระเทียมจีน	Chives	Allium schoeoprasum	92	0.6	4.3	0.7	2.7	V					
หอมหัวเล็ก	Shallot, bulbs	Allium ascalonicum	86.6	0.3	10.4	0.8	1.9	V					
หอมหัวเล็ก, ตอง	Shallot, bulbs, pickled	Allium ascalonicum	89.2	0.1	8	0.5	1	V					
หอมหัวใหญ่, แ่	Onion, mature	Allium cepa	88.66	0.2	9	0.7	1.6	V	30-180	0	-0.8	65-75	L
หอมหัวใหญ่, แ่, ตู	Onion, mature, cooked	Allium cepa	90.3	0.2	7.6	0.6	1.4	V					
หอมหัวใหญ่, หัวกระเทียมอ่อน	Onion, immature bulbs and tops	Allium cepa	91.6	0.4	5.8	1	1.6	V	7-10	0	-0.9	95-100	M

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำ	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวาง จำหน่ายนาน ที่สุด	อุณหภูมิ ในการ ขนส่ง C	จุดเยือก แข็งสูง จุด C	% ความชื้น สัมพัทธ์	ความไวต่อ พิกิน
หัวปลี	Banana buds and flowers	Musa sapientum	91.3	0.22	5.7	0.9	1.6	V					
หัวผักกาด	Radish	Raphanus sativus	92.6	0.2	5.6	1	1	V	21-28	0	-0.7	95-100	L
หัวผักกาด, ดอง	Radish, pickled	Raphanus sativus	81.4	0.4	6.9	0.7	1.2	V					
หัวผักกาด, จุก	Radish, cooked	Raphanus sativus	94.5	0.1	4.7	0	0.2	V					
หัวผักกาด, แห้ง, เต็ม	Radish, dried, salted	Raphanus sativus	64	0.7	17.6	1.6	2.1	V					
หัววาง, นางขวัก, ขาเขียด	Arrowhead, corms	Sagittaria sagittifolia	70.6	0.3	22.4	0.9	5	V					
เห็ด	Common mushroom	Agaricus campestris	91.1	0.3	4	0.9	2.4	V					
เห็ดโคน	Mushroom, straw	Volvaria esulenta	88.5	0	5.4	1.2	4.2	V					
เห็ดบัว, เห็ดฟาง	Mushroom, straw	Volvaria esulenta	90.1	1	4.9	1.1	2.1	V	12-17	0	-0.9	90-95	M
เห็ดบัว, เห็ดฟาง, กระบอง	Mushroom, Straw, canned drained	Vovaria esculenta	89	0.1	5.8	1.2	2.3	V					
เห็ดบัว, เห็ดฟาง, แห้ง	Mushroom, straw, dried	Vovaria esculenta	8.3	12.2	41.6	5	20.1	V					
เห็ดบัว, เห็ดฟาง, แห้ง, แขน้ำ	Mushroom, Straw, dried, soaked, drained	Vovaria esculenta	86.4	2	4.8	1.6	3.9	V					
เห็ดถอย	Jew's ear, white, dried	Auricularia sp.	76.8	0.9	12.6	0	1.1	V					
เห็ดหูหนู, ขาว, แห้ง	Jew's ear, tough variety, dried, soaked, drained	Auricularia pontielycha	12.9	1.8	75.2	1.8	4.1	V					
เห็ดหูหนู, ชนิดเหนียว, แห้ง, แขน้ำ	Jew's ear, tough variety, dried, soaked, drained	Auricularia pontielycha	78.2	0.2	19.8	4.77	1.1	V					
เห็ดหูหนู, ชนิดเหนียวแห้ง	Jew's ear, tough variety, dried	Auricularia pontielycha	7.5	2	81.7	13	4.8	V					
เห็ดหูหนู, ชนิดอ่อน	Jew's ear, tender variety	Auricularia pontielycha	87.1	0.1	10.9	1.8	1	V					
เห็ดหูหนู, ชนิดอ่อน, แห้ง	Jew's ear, tender variety, dried	Auricularia pontielycha	13	1	70.3	7.9	6.9	V					
เห็ดหูหนู, ชนิดอ่อน, แห้ง, แขน้ำ	Jew's ear, tender variety, dried, soaked, drained	Auricularia pontielycha	92	0.7	5.9	0.2	0.7	V					

ตาราง ข.3 คุณสมบัติของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	Commodity	ชื่อวิทยาศาสตร์	ปริมาณน้ำใบไม้	การไม่สมดุล	Fiber	โปรตีน	ประเภท	อายุการวางจำหน่ายบนที่จุด	อุณหภูมิในการขนส่ง C	จุดเยือกแข็งสูงจุด C	% ความชื้นสัมพัทธ์	ความไวต่อเอทิลีน
แห้วทรงกระเทียม	Water chestnut	<i>Eleocharis dulcis</i>	81.1	0.3	16.1	0.6	V					
เห้วทรงกระเทียม, กระป๋อง	Water chestnut, canned, drained	<i>Eleocharis dulcis</i>	85.6	0	13.1	0.6	V					
องุ่น	Grapes	<i>Vitis vinifera</i>	86	0.3	12.8	0.9	F	56-180	-1.1	-2.2	90-95	L
องุ่น, เขียว	Grapes, green	<i>Vitis vinifera</i>	86.7	0	12.1	0.2	F					
องุ่น, แดง	Grapes, red	<i>Vitis vinifera</i>	84.5	0	14.3	0.2	F					
องุ่น, น้ำ, กระป๋อง	Grapes, juice, canned	<i>Vitis vinifera</i>	82	0	16.6	0	F					
ช็อก, ขั้วปอกเปลือก	Sugarcane, stalk, peeled	<i>Saccharum officinarum</i>	81.4	0.4	17.6	2.3	F					
อินทผกาภัก, แห้ง	Date, dried, preserved	<i>Phoenix dactylifera</i>	18.6	0.1	79.9	1.5	F	165-365	0	-15.7	70-75	L
แอปเปิ้ล, เขียว	Apple, green	<i>Pyrus malus</i>	84.3	0.1	14.8	0.7	F	90-240	-1.1	-1.5	90-95	H
แอปเปิ้ล, แดง	Apple, red	<i>Pyrus malus</i>	83.5	0.2	15.2	0.7	F	90-240	-1.1	-1.5	90-95	H

ที่มา : จัดพรและคณะ (2542)

ตาราง ข.4 สมการการหายใจของผักและผลไม้

ผักและผลไม้	สมการการหายใจ	R <sup>2</sup>
กระเจี๊ยบ,ผล	$-0.0084x^4 - 0.4828x^3 + 8.828x^2 + 69.2x + 117.21$	1
กระเทียม,หัว	$-0.0047x^4 - 0.1962x^3 - 2.5473x^2 + 10.583x + 9$	1
กล้วยน้ำว้า,สุก	$2.4x - 15.2$	1
กระหล่ำดอก	$0.0023x^4 - 0.083x^3 + 0.9976x^2 - 2.1241x + 6$	1
กระหล่ำดอกอิตาเลียน	$-0.0046x^4 + 0.0351x^3 + 0.1235x^2 + 2.0161x + 20$	1
กระหล่ำปม	$-0.0058x^3 + 0.2234x^2 + 0.4453x + 10$	1
กระหล่ำปลี	$-0.00003x^5 + 0.0016x^4 - 0.0336x^3 + 0.2821x^2 + 0.4277x + 5.3$	0.9973
แครอท	$-0.0032x^4 + 0.1281x^3 - 1.4205x^2 + 6.6453x + 26.5$	1
แตงกวา	$0.0032x^3 - 0.145x^2 + 2.544x + 11.809$	1
บีท	$0.0046x^3 - 0.0815x^2 + 1.0504x + 6$	1
ผักกาดสลัด		
ชนิดไม่เป็นหัว	$-0.00006x^5 + 0.0025x^4 - 0.0261x^3 + 0.092x^2 + 1.3539x + 23$	1
ผักกาดสลัด,ชนิดตัว	$-0.000002x^5 + 0.0001x^4 - 0.0024x^3 - 0.066x^2 + 0.8497x + 11.5$	1
ผักคะน้า,ใบและก้าน	$-0.0047x^4 + 0.1547x^3 - 1.3192x^2 + 8.5643x + 16.5$	1
ผักชี	$-0.0108x^3 + 0.2424x^2 + 0.7931x + 4.5$	1
พริกไทย	$-0.0018x^4 + 0.1004x^3 - 1.8024x^2 + 13.389x - 22.166$	1
มะเดื่อฝรั่ง	$0.0021x^4 - 0.1441x^3 + 3.3571x^2 - 26.678x + 78.327$	1
มะม่วง,สุก	$-0.0018x^4 + 0.1004x^3 - 1.8024x^2 + 13.389x - 22.166$	1
มะละกอ,สุก	$0.1423x^2 - 1.6178x + 9.3994$	0.9591
มันฝรั่ง	$0.0051x^3 - 0.186x^2 + 2.3086x - 1.0878$	1
ลูกท้อ,เหลือง	$-0.0001x^5 + 0.0074x^4 - 0.1266x^3 + 0.9541x^2 - 1.7934x + 5$	
ลูกเนย	$-0.0755x^3 + 3.8418x^2 - 44.203x + 153.01$	1
สมอจีน,สด	$-0.1576x^2 + 10.873x - 84.17$	1
สับประรด	$-0.0003x^4 + 0.0161x^3 - 0.2257x^2 + 1.781x - 2.7841$	1
สาเล่	$-0.0019x^4 + 0.0695x^3 - 0.6214x^2 + 2.1185x + 5$	1
หอมหัวใหญ่,แก่	$0.00003x^5 + 0.0017x^4 - 0.0428x^3 + 0.4217x^2 - 1.0899x + 3$	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข.4 สมการการหายใจของผักและผลไม้ (ต่อ)

ผักและผลไม้	สมการการหายใจ	R <sup>2</sup>
หอมหัวใหญ่		
หัวและยอดอ่อน	$0.00006x^5 - 0.0043x^4 + 0.0997x^3 - 0.6097x^2 + 2.649x + 21$	1
เห็ดฟาง	$0.0513x^3 - 0.9945x^2 + 11.214x + 36$	1
องุ่น	$0.00006x^5 + 0.0031x^4 - 0.051x^3 + 0.3389x^2 - 0.3078x + 3$	1
แอปเปิล	$0.0004x^4 - 0.0184x^3 + 0.2909x^2 - 0.1923x + 4.5$	1

ที่มา : จตุพร และคณะ (2542)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### กิตติกรรมประกาศ

ด้วยความอนุเคราะห์ของทุกคน โครงการนี้จึงสำเร็จลงได้ด้วยดี ขอขอบคุณ

- อาจารย์นวกัทธา พิษยากุล สำหรับคำแนะนำ เกี่ยวกับการใช้งาน โปรแกรม และทฤษฎีการคำนวณ
- ดร. พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา สำหรับทุกคำปรึกษาในทุก ๆ เรื่อง
- จตุพร ดอนเจดีย์, ทรงกรด จันทร์สวาท และนฤมล อินทรผล สำหรับข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับผักและผลไม้
- คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกท่าน สำหรับคำติชม

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน สำหรับคำปรึกษาและกำลังใจที่มีให้เสมอ

## หนังสืออ้างอิง

1. อัครเดช สินธุภักดิ์, “การทำควมเย็น”, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 404 หน้า, 2532
2. ชาริน สีทิธิธรรมชารี, “คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic Version 6.0  
ฉบับเพื่อการใช้งานจริง”, ชัคเชส มีเดีย, กรุงเทพฯ 388 หน้า, 2542
3. ชาริน สีทิธิธรรมชารี และ สุรสิทธิ์ คิวประสพศักดิ์, “คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft  
Visual Basic Version 6.0 ฉบับเพื่อการประยุกต์ใช้งาน”, ชัคเชส มีเดีย, กรุงเทพฯ,  
354 หน้า, 2542
4. Kitti Soongswang, “Development of Software for the Design of Cooling and Storage  
Facilities for Fruits and Vegetables”, University of Florida University of Florida,  
Florida, 96 p. , 1991
5. ASHRAE, “1993 ASHRAE Handbook Fundamentals SI Edition”, American Society of  
Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 835 p. , 1993
6. จตุพร คอนเจดีย์, ทรงกรด จันทร์สวาท และนฤมล อินทรผล, “การออกแบบฐานข้อมูลคุณ-  
สมบัติทางความร้อนและการเก็บรักษาผักและผลไม้ในประเทศไทย”,  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,  
กรุงเทพฯ, 2542
7. Robert E. Hardenburg, Alley E. Watada and Chien Yi Wang, “The Commercial Storage of  
fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks”, Agriculture Research  
Service, Washington, 129 p. , 1984