



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอดโคลี่ โดยใช้ระบบสุญญากาศ ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 5.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด 20 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	5.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	20
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	-
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	30
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.43
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	16.5
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	8.0
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	3.4
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.036
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	9.34
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	22.80
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.103
Lag factor (J)	1.3086

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอดโคลี่ โดยใช้ระบบสุญญากาศ ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.0 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด 25 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.0
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	25
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	-
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	40
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.81
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	23.1
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	8.1
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	3.80
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.043
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	10.12
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	61.65
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0269
Lag factor (J)	0.6564

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอดโคลี่ โดยใช้ระบบสุญญากาศ ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.0 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด 30 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.0
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	30
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	-
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	40
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.20
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	24.6
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	7.8
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	4.4
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.047
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	16.58
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	125.74
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0127
Lag factor (J)	0.6172

ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอดโคลี่ โดยใช้ระบบสุญญากาศ ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด 20 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	20
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	-
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	30
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.24
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	16.60
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	7.75
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	3.2
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.034
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	11.13
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	47.33
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0383
Lag factor (J)	0.7658

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอดโคลี่ โดยใช้ระบบสุญญากาศ ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด 25 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	25
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	-
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	37
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.67
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	16.0
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	5.7
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	3.8
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.041
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	16.59
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	61.50
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0308
Lag factor (J)	0.8334

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอดโคลี่ โดยใช้ระบบสุญญากาศ ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด 30 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	30
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	-
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	40
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.26
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	23.4
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	9.6
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	4.8
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.051
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	15.22
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	46.80
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0439
Lag factor (J)	0.9754

ตารางภาคผนวกที่ 8 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอดโคลี่ โดยใช้ระบบสุญญากาศ ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 5.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด 20 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 10 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	5.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	20
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	600
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	50
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.87
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	21.6
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	5.2
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	5.0
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.053
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	37.90
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	96.39
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0237
Lag factor (J)	1.2276

ตารางภาคผนวกที่ 9 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอดโคลี่ โดยใช้ระบบสุญญากาศ ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 5.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด 25 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 5 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	5.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	25
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	300
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	43
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.18
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	21.0
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	9.6
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	4.8
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.051
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	21.68
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	45.99
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0570
Lag factor (J)	1.7204

ตารางภาคผนวกที่ 10 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 5.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 25 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 10 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	5.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	25
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	600
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	50
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.35
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	24.6
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	6.4
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	5.4
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.058
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	27.33
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	55.23
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0497
Lag factor (J)	1.9452

ตารางภาคผนวกที่ 11 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 5.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 30 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 5 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	5.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	30
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	300
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	52
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.35
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	24.6
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	6.4
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	5.4
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.0576
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	27.33
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	55.23
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0497
Lag factor (J)	1.9452

ตารางภาคผนวกที่ 12 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 5.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 30 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 10 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	5.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	30
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	600
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	58
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.78
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	25.4
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	4.6
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	5.8
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.062
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	72.88
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	146.23
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0189
Lag factor (J)	1.9823

ตารางภาคผนวกที่ 13 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.0 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 20 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 5 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.0
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	20
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	300
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	40
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.84
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	19.1
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	7.4
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	5.4
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.0576
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	22.72
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	78.85
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0247
Lag factor (J)	0.8764

ตารางภาคผนวกที่ 14 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.0 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 20 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 10 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.0
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	20
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	600
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	55
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.15
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	17.1
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	4.2
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	5.9
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.063
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	47.71
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	145.34
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0142
Lag factor (J)	0.9845

ตารางภาคผนวกที่ 15 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.0 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 25 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 5 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.0
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	25
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	300
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	47
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.97
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	20.5
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	6.2
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	5.1
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.054
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	13.29
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	65.21
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0267
Lag factor (J)	0.7129

ตารางภาคผนวกที่ 16 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.0 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 25 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 10 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.0
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	25
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	600
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	58
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.21
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	22.5
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	3.8
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	6.5
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.069
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	36.04
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	129.71
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0148
Lag factor (J)	0.8524

ตารางภาคผนวกที่ 17 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.0 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 30 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 5 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.0
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	30
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	300
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	56
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.56
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	25.7
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	5.2
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	6.4
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.068
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	36.033
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	130.34
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0147
Lag factor (J)	0.8492

ตารางภาคผนวกที่ 18 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.0 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 30 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 10 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.0
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	30
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	600
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	64
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.57
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	20.2
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	2.8
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	6.8
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.073
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	36.033
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	130.34
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0147
Lag factor (J)	0.8492

ตารางภาคผนวกที่ 19 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 20 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 5 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	20
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	300
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	45
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.71
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	18.4
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	6.5
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	5.3
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.057
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	14.07
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	50.65
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0379
Lag factor (J)	0.8523

ตารางภาคผนวกที่ 20 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 20 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 10 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	20
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	600
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	53
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.23
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	19.4
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	5.2
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	5.8
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.062
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	26.05
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	80.20
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0256
Lag factor (J)	0.9741

ตารางภาคผนวกที่ 21 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 25 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 5 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	25
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	300
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	38
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	1.87
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	16.4
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	7.2
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	4.2
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.045
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	21.43
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	68.26
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0296
Lag factor (J)	0.9428

ตารางภาคผนวกที่ 22 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 25 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 10 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	25
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	600
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	55
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	1.95
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	15.9
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	3.5
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	6.0
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.064
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	46.19
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	116.20
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0198
Lag factor (J)	1.2478

ตารางภาคผนวกที่ 23 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 30 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 5 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ความดันที่กำหนด (นาที)	30
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	300
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	52
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดสอบ
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	2.85
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	20.6
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	5.8
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดสอบ
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	6.4
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.068
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	33.61
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	89.74
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0247
Lag factor (J)	1.1469

ตารางภาคผนวกที่ 24 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของการลดอุณหภูมิบรอกโคลี โดยใช้ระบบสุญญากาศ
ที่มีการกำหนด ความดันในห้องลดอุณหภูมิ 6.5 มิลลิบาร์ เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่
ภายใต้ความดันที่กำหนด 30 นาที และใช้เวลาในการพ่นน้ำ 10 นาที

สถานะการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิระบบสุญญากาศ	ค่าที่ทำการบันทึก
ความดันในห้องลดอุณหภูมิ (มิลลิบาร์)	6.5
เวลาที่วัดอุณหภูมิตั้งแต่ภายใต้ความดันที่กำหนด (นาที)	30
เวลาที่ใช้ในการพ่นน้ำ (วินาที)	600
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ (นาที)	65
สถานะของผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากการทดลอง
การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	3.62
อุณหภูมิเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	23.5
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	4.4
พลังงานที่ใช้ในกระบวนการลดอุณหภูมิ	ข้อมูลจากการทดลอง
หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	6.8
ค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)	0.073
Cooling Parameters	ค่าพารามิเตอร์
Half cooling time (Z) (นาที)	43.87
Seven-eighth cooling time (S) (นาที)	108.65
Cooling coefficient (C) (1/นาที)	0.0214
Lag factor (J)	1.2784

ตารางภาคผนวกที่ 25 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชุดควบคุม	0.080	0.080	0.078	0.071 ^b	0.063	0.067	0.060 ^b	0.057 ^b	0.047 ^b	-	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	0.082	0.087	0.083	0.085 ^{ab}	0.078	0.073	0.075 ^{ab}	0.072 ^{ab}	0.058 ^b	0.055	0.053	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	0.084	0.099	0.086	0.105 ^a	0.068	0.080	0.096 ^a	0.089 ^a	0.080 ^a	0.069	0.062	0.062	0.057

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 26 ปริมาณคลอโรฟิลล์บีของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชุดควบคุม	0.055	0.048	0.057	0.039	0.038	0.045	0.034 ^b	0.026 ^b	0.024 ^b	-	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	0.053	0.050	0.043	0.046	0.040	0.044	0.041 ^{ab}	0.036 ^{ab}	0.036 ^{ab}	0.029	0.025	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	0.058	0.046	0.049	0.047	0.038	0.038	0.054 ^a	0.050 ^a	0.046 ^a	0.033	0.036	0.028	0.025

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 27 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชุดควบคุม	0.135	0.128	0.135	0.111 ^b	0.101	0.113	0.094 ^b	0.084 ^b	0.071 ^c	-	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	0.135	0.137	0.126	0.131 ^{ab}	0.118	0.117	0.116 ^{ab}	0.108 ^b	0.094 ^b	0.084	0.078	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	0.142	0.144	0.136	0.151 ^a	0.106	0.119	0.150 ^a	0.139 ^a	0.126 ^a	0.101	0.098	0.090	0.082

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 28 ปริมาณวิตามินซีของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชุดควบคุม	116.23	111.13	91.50 ^b	86.06 ^b	73.61	52.00 ^b	39.57 ^b	32.22 ^b	24.18 ^c	-	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	116.60	117.13	105.19 ^a	98.44 ^{ab}	85.33	76.58 ^a	58.92 ^a	44.03 ^a	38.36 ^b	24.97	23.84	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	116.46	117.65	103.82 ^a	101.97 ^a	82.05	68.55 ^{ab}	52.39 ^a	50.46 ^a	54.15 ^a	50.75	47.19	34.78	25.72

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 29 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชุดควบคุม	0.00	0.60	1.19	1.49	1.80	2.71 ^a	2.71	3.03	3.58	-	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	0.00	0.59	0.86	1.42	1.42	1.97 ^{ab}	2.25	2.53	2.84	3.11	3.40	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	0.00	0.63	0.91	1.20	1.23	1.52 ^b	1.82	2.11	2.44	2.76	3.06	3.70	3.98

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 30 ค่า L*ของบรอกโคลี่ที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชุดควบคุม	28.34 ^b	39.96 ^a	34.24	36.56 ^b	27.06	34.06	35.36	35.46	32.62 ^{ab}	-	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	37.36 ^a	35.42 ^{ab}	35.68	36.52 ^a	35.30	29.54	37.96	38.08	35.86 ^a	37.10	37.36	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	30.44 ^b	34.14 ^b	34.58	35.28 ^b	26.22	34.30	34.70	36.00	31.06 ^b	36.02	36.78	36.00	33.98

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 31 ค่า Chroma ของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชุดควบคุม	33.40	16.18	18.82	19.68	28.82 ^a	18.44	20.36	20.86	21.10 ^a	-	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	19.86	19.52	20.86	18.90	20.62 ^b	19.90	19.34	17.32	19.08 ^b	21.20	18.66	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	22.44	18.84	17.60	17.64	26.86 ^a	17.92	19.30	19.44	31.32 ^a	27.06	21.60	20.06	18.76

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 32 ค่า Hue angle ของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 12 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ชุดควบคุม	99.44	95.18	100.56	103.10	96.48 ^a	92.54 ^b	98.20	97.52	94.26	-	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	100.42	99.88	99.24	100.74	89.00 ^b	99.54 ^a	99.72	98.82	101.44	98.68	97.42	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	95.84	98.52	100.72	98.90	95.36 ^a	97.90 ^{ab}	97.70	97.80	97.96	98.80	100.44	99.56	101.18

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 33 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของบรอกโคลี่ที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาบนชั้นวางจำหน่ายอุณหภูมิ 8 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 6 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	0.077	0.065	0.062	0.050	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	0.071	0.072	0.068	0.060	0.042	0.037	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	0.071	0.076	0.077	0.059	0.050	0.042	0.031

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 34 ปริมาณคลอโรฟิลล์พีของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาบนชั้นวางจำหน่ายอุณหภูมิ 8 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 6 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	0.045	0.035	0.034	0.025	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	0.043	0.043	0.036	0.030	0.019	0.017	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	0.045	0.040	0.039	0.027	0.021	0.023	0.018

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 35 ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาบนชั้นวางจำหน่ายอุณหภูมิ 8±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 6 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	0.122	0.100	0.096	0.075	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	0.113	0.115	0.104	0.090	0.061	0.054	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	0.117	0.117	0.116	0.086	0.070	0.065	0.048

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 36 ปริมาณวิตามินซีของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาบนชั้นวางจำหน่ายอุณหภูมิ 8±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 6 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	103.60	81.88 ^b	66.05 ^b	68.94 ^b	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	103.33	92.80 ^a	92.97 ^a	74.17 ^b	38.87	31.23	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	104.13	93.67 ^a	88.30 ^a	81.53 ^a	48.68	32.69	28.37

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 37 เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาบนชั้นวางจำหน่าย อุณหภูมิ 8 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปรอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 6 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	0	1.02	1.46	2.29	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	0	0.47	1.03	1.59	2.14	2.47	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	0	0.41	1.16	1.88	2.21	2.54	3.04

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปรอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 38 ค่า L*ของบรอกโคลี่ที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาบนชั้นวางจำหน่ายอุณหภูมิ 8±2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 6 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	36.24	38.84 ^a	39.24	42.86 ^b	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	35.12	35.28 ^{ab}	35.52	36.30 ^c	44.42	44.70	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	38.62	32.64 ^b	39.86	46.74 ^a	43.30	40.78	42.41

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 39 ค่า Chroma ของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาบนชั้นวางจำหน่ายอุณหภูมิ 8 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 6 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	16.06 ^b	14.74	18.02	15.94 ^b	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	17.16 ^b	19.16	17.24	19.58 ^a	18.76	20.48	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	22.44 ^a	16.12	19.28	17.70 ^{ab}	14.85	12.87	13.11

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางภาคผนวกที่ 40 ค่า Hue angle ของบรอกโคลีที่ผ่านการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศแล้วนำมาเก็บรักษาบนชั้นวางจำหน่ายอุณหภูมิ 8 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 6 วัน

กรรมวิธี	ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)						
	0	1	2	3	4	5	6
ชุดควบคุม	90.08	92.10	94.82	90.92	-	-	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุตะกร้า	94.14	94.96	92.60	94.30	91.14	89.90	-
ลดอุณหภูมิโดยบรรจุถุงพลาสติก	90.74	82.76	90.68	89.46	87.90	87.78	82.70

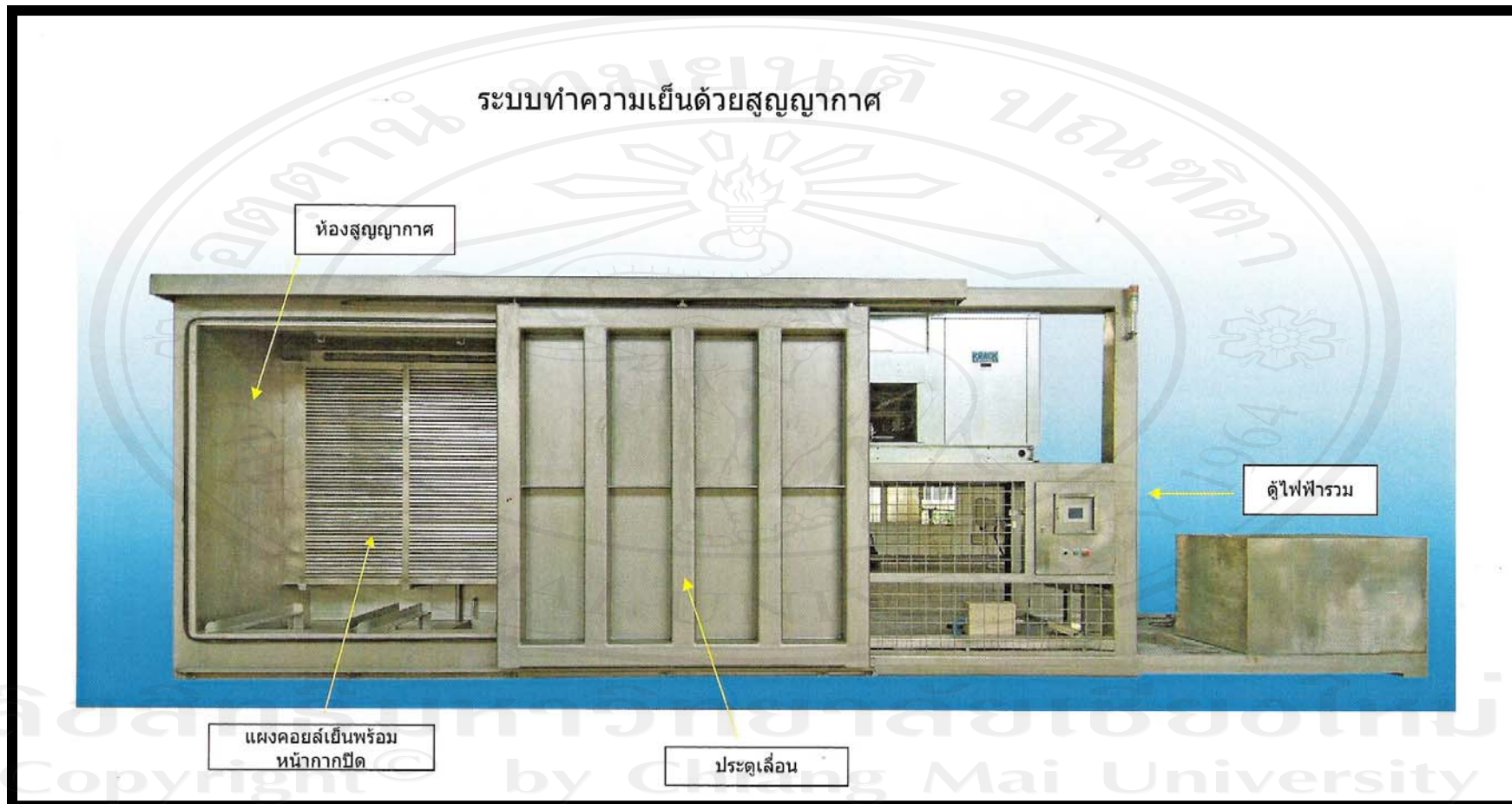
หมายเหตุ ตัวอักษรที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



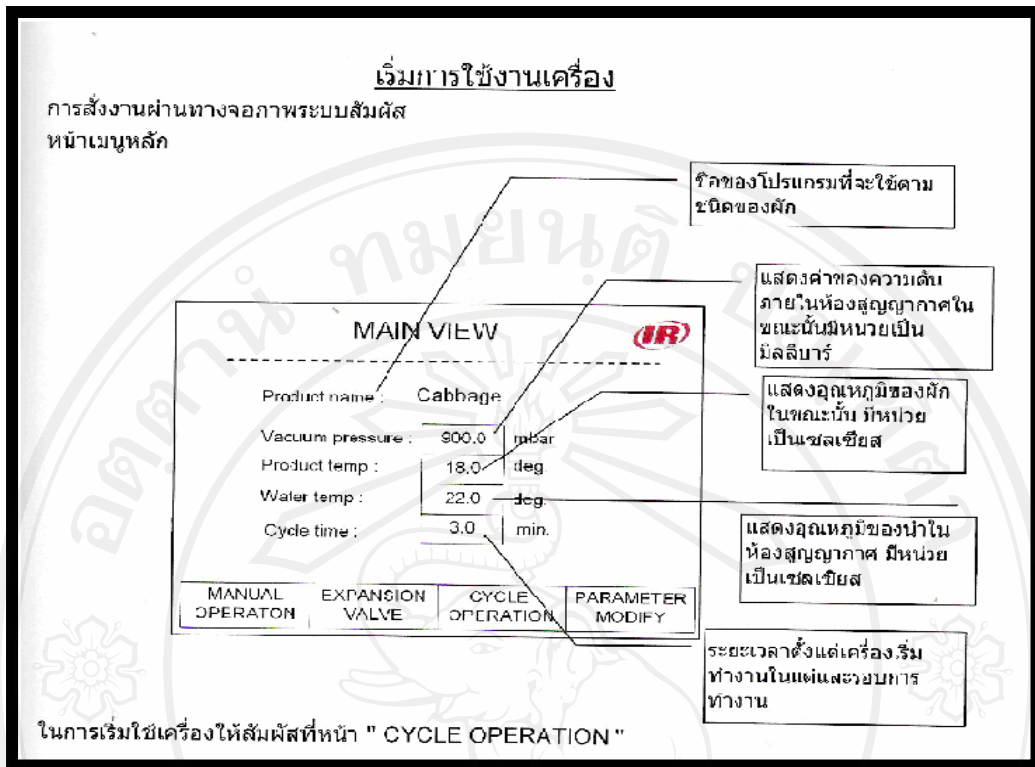
ภาคผนวก ข

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

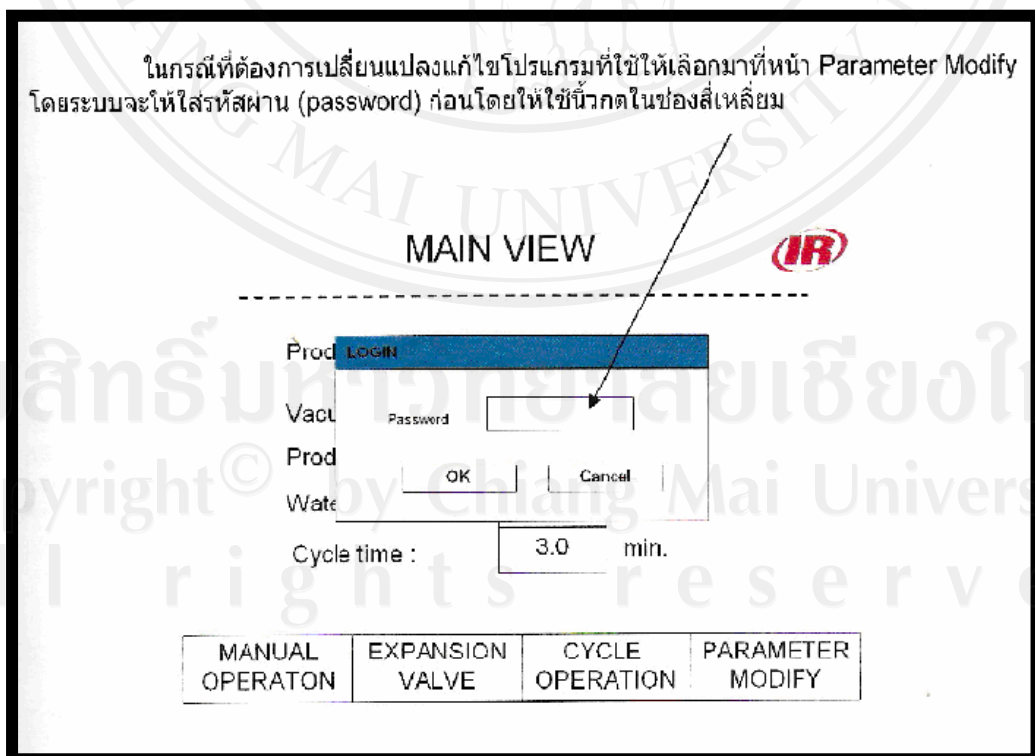
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 39 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องกลอุณหภูมิจำลองที่ใช้ระบบสุญญากาศ และระบบสุญญากาศร่วมกับน้ำ



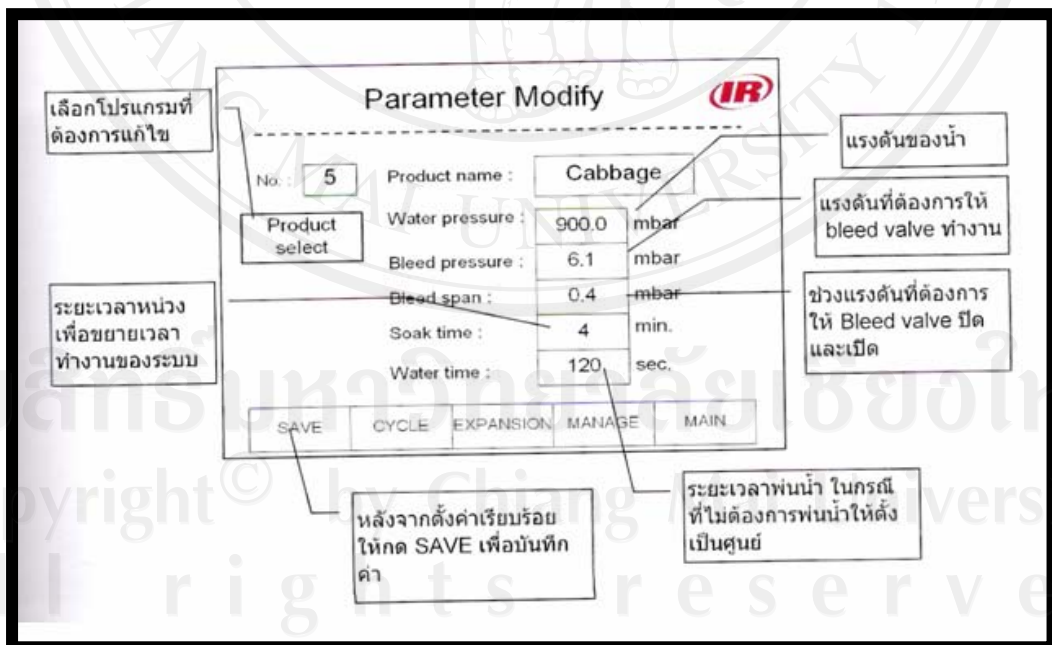
ภาพที่ 40 การเริ่มต้นการใช้งานเครื่องลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบสุญญากาศ



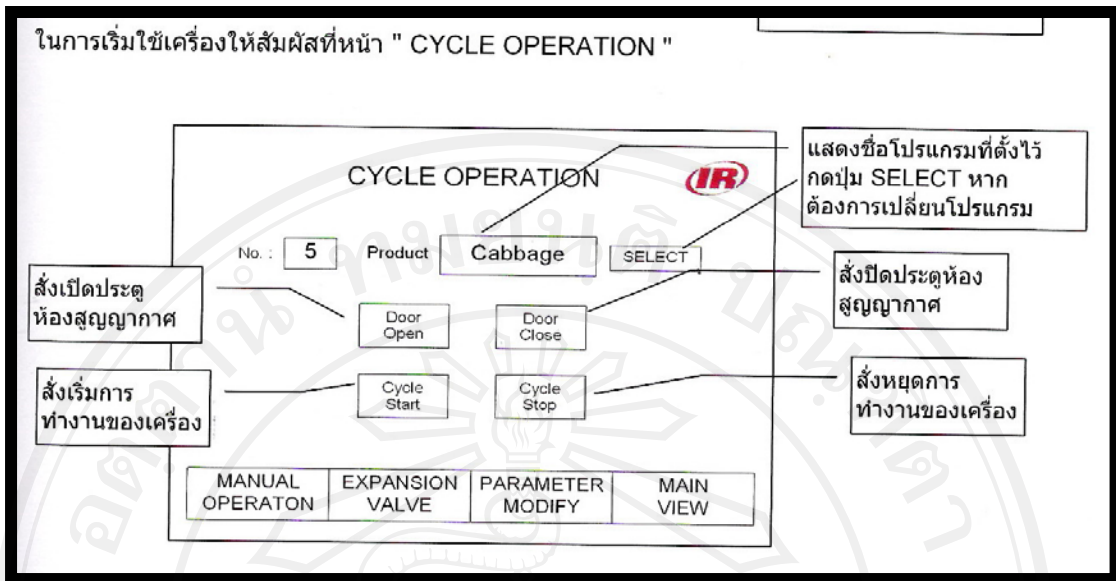
ภาพที่ 41 การเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลที่ต้องการลดอุณหภูมิ



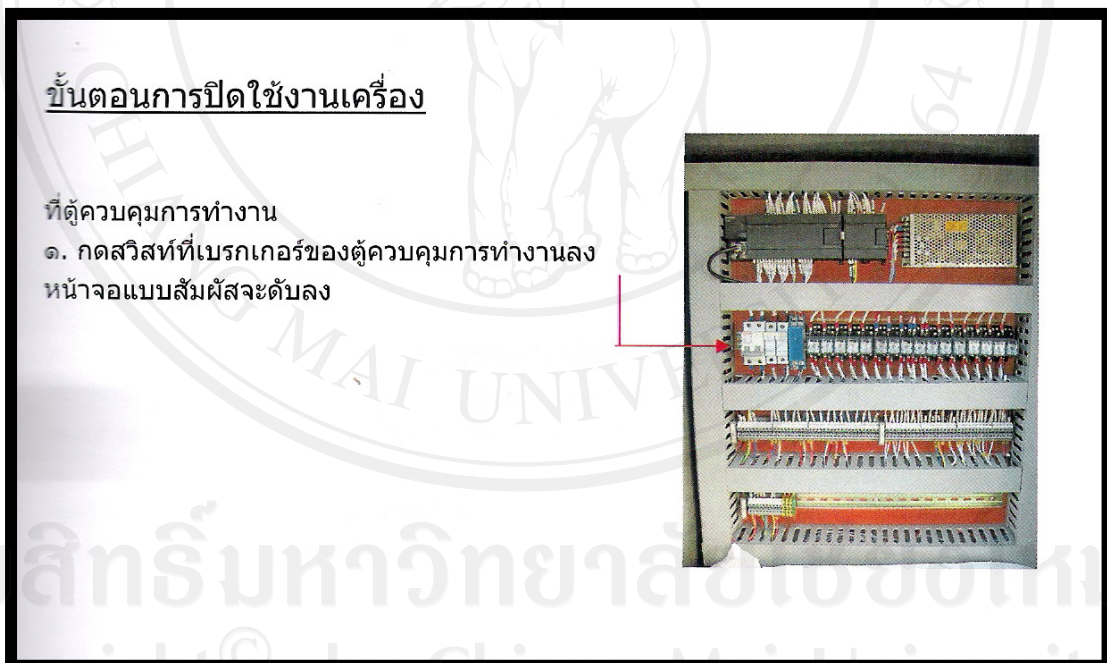
ภาพที่ 42 ใส่รหัสผ่านเพื่อการแก้ไขข้อมูลในการลดอุณหภูมิ



ภาพที่ 43 กำหนดชื่อผลิตภัณฑ์ที่ต้องการลดอุณหภูมิ และสภาวะการทำงานของเครื่อง และทำการบันทึกข้อมูล



ภาพที่ 44 เริ่มการลดอุณหภูมิโดยสั่งปิดประตู และสั่งเริ่มการทำงานเครื่อง



ภาพที่ 45 ตู้ควบคุมการทำงานและขั้นตอนการปิดใช้งานเครื่อง



ภาพที่ 46 การเก็บรักษาในห้องเย็น โดยมีการควบคุมอุณหภูมิที่ 4 ± 2 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 47 การเก็บรักษาบนชั้นวางจำหน่าย โดยมีการควบคุมอุณหภูมิที่ 8 ± 2 องศาเซลเซียส

1. การคำนวณ Cooling parameters

จากการบันทึกอุณหภูมิของหัววัด ทุกๆ 1 นาที แสดงผลดังตาราง

n	เวลา (นาที)	อุณหภูมิผลิตภัณฑ์ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิอากาศในห้อง ลดความดัน (องศาเซลเซียส)	θ	$\ln\theta = y$
1	0	19.7	18.6	0.18644	-1.67964
2	1	19.6	18.2	0.22222	-1.50408
3	2	19.5	16.9	0.34211	1.85600
4	3	19.4	15.6	0.42697	-0.05407
5	4	19.3	14.7	0.46939	-1.35450
6	5	19.2	12.3	0.56557	-0.56991
7	6	19.0	9.3	0.63816	-0.44917
8	7	18.7	6.8	0.67232	-0.39703
9	8	18.1	6.4	0.64641	-1.15922
10	9	14.9	5.7	0.48936	-0.46702
11	10	13.0	4.4	0.42786	-1.76640
12	11	12.4	3.4	0.42654	-0.85205
13	12	11.6	2.6	0.41096	-0.88926
14	13	10.9	2.1	0.39286	-0.93431
15	14	10.4	1.7	0.38158	-0.96344
16	15	10.2	1.2	0.38627	-0.95123
17	16	10.0	0.8	0.38819	-0.94627
18	17	9.7	0.4	0.38589	-0.95220
19	18	9.4	0.2	0.37860	-0.97127
20	19	9.1	0.1	0.36885	-0.99736
21	20	8.9	0.0	0.36327	-1.01262
22	21	8.6	-0.1	0.35366	-1.03942

23	22	8.2	-0.2	0.34008	-1.07857
24	23	7.8	-0.4	0.32932	-1.11073
25	24	7.6	-0.4	0.32129	-1.13543
26	25	7.2	-0.4	0.30522	-1.18672
27	26	6.9	-0.5	0.29600	-1.21740
28	27	6.5	-0.6	0.28287	-1.26277
29	28	6.3	-0.7	0.27778	-1.28093
30	29	6.0	-1.0	0.27451	-1.29277
31	30	5.6	-1.2	0.26459	-1.32957
32	31	5.3	-1.1	0.25000	-1.38629
33	32	5.0	-1.1	0.23828	-1.43430
34	33	4.8	-1.2	0.23346	-1.45473
35	34	4.5	-1.2	0.22179	-1.50602
36	35	4.3	-1.2	0.21401	-1.54174

2. การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ

- การคำนวณหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ

ค่ามิเตอร์ไฟฟ้าหลังการลดอุณหภูมิ – ค่ามิเตอร์ไฟฟ้าก่อนการลดอุณหภูมิ \times C.T. ratio (100:5) โดย **C.T. ratio (Current Transformer ratio)** คือ อัตราส่วนการแปลงกระแสของอุปกรณ์ที่ใช้แยกอุปกรณ์วัดกระแสจากกระแสด้าน primary เป็นกระแสด้าน secondary

- การคำนวณค่าไฟฟ้า (บาท/กิโลกรัม)

$$\frac{\text{หน่วยไฟฟ้าที่ใช้} \times \text{ค่าไฟฟ้าของโรงงาน (3.2) บาท/หน่วย}}{\text{ปริมาณผลิตผลที่นำมาลดอุณหภูมิ (300 กิโลกรัม)}}$$

ปริมาณผลิตผลที่นำมาลดอุณหภูมิ (300 กิโลกรัม)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวปรศนีย์ วังหล่อ
 วัน เดือน ปี เกิด 27 พฤศจิกายน 2525
 ที่อยู่ติดต่อได้ 98 หมู่ที่ 1 ตำบลบ้านกิ้ว อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง 52150

ประวัติการศึกษา
 - สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาโรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย
 อำเภอเมือง จังหวัดลำปางปีการศึกษา 2543
 - สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต
 สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
 คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้
 ปีการศึกษา 2548

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved