บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่พัฒนาขึ้น
2. เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ
3. เครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด (Armfield)
4. เตาอบลมร้อน (Memmert UM500)
5. โถดูดความชื้น
6. เครื่องวัด Aw (Testo 650)
7. เทอร์โมมิเตอร์ กระเปาะเปียก และกระเปาะแห้ง
8. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง
9. เครื่องวัดลมแบบฮอทวายร์ (Testo 450)
10. เครื่องชั่งแบบสปริงขนาด 3 ,10 และ 15 กิโลกรัม
11. เครื่องวัดสี (Color Quest II)
12. เครื่องวัดความเข้มของแสง

3.2 วิธีการวิจัย

สร้างเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยมีลักษณะเป็นอุโมงค์เตี้ยใช้หลักการเดียวกับ Schirmere *et al.* (1996) แต่จะพัฒนาและออกแบบสร้างให้ต่างจากเครื่องเดิมดังนี้

1. ใช้พัดลมขนาด 30 วัตต์ 12 โวลท์ 3 ตัวขับโดยไฟฟ้าสามารถควบคุมความเร็วลมได้ ออกแบบติดตั้งพัดลมในแนวตั้งฉากกับพื้นที่รับแสงและพื้นที่อบแห้ง
2. ออกแบบให้เครื่องอบมีน้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายได้ง่ายและมีประตูเปิดปิดเพื่อสะดวกในการนำผลิตผลเข้าและออกจากเครื่องอบ
3. ใช้วัสดุที่หาได้และมีราคาประหยัด

เครื่องอบนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือส่วนพื้นที่รับแสงและส่วนอบแห้ง ซึ่งส่วนอบแห้งมีขนาดกว้าง 1.2 เมตรยาว 2.5 เมตรคิดเป็นพื้นที่ 3 ตารางเมตร พื้นที่รับแสงและพื้นที่อบแห้งจะวางต่อเป็นแนวเดียวกันโดยใช้แผ่นฉนวนเป็นส่วนประกอบหลัก วัสดุที่ใช้ทำแผ่นฉนวนใช้วัสดุที่หาได้ง่าย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้

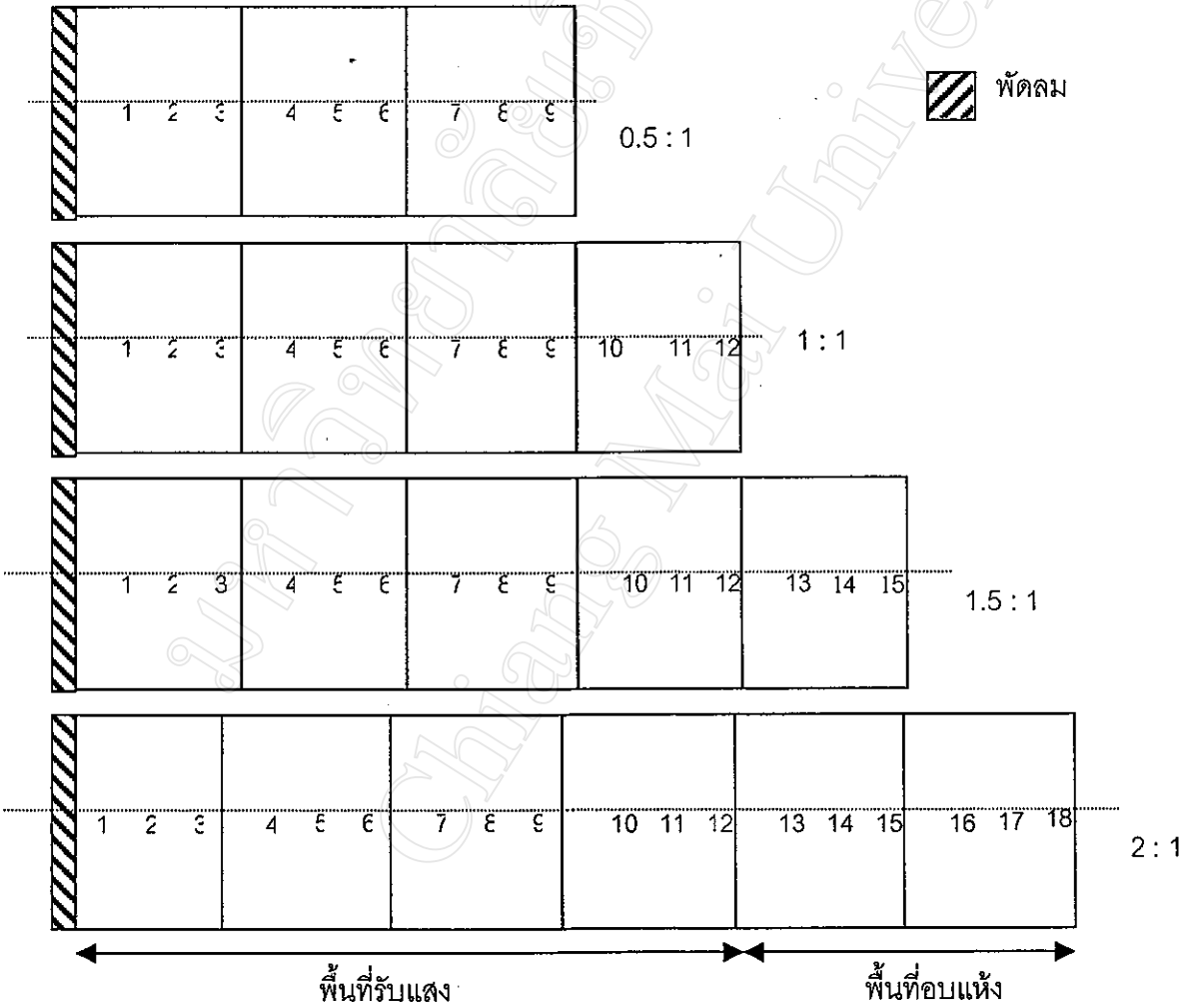
รูปที่ 3.1 เครื่องอบที่พัฒนาขึ้น

คือ ไม้อัดแผ่นขนาด 1.2 * 2.5* 0.05 เมตร วางเป็นพื้นล่างสุดชั้นต่อมาเป็นโฟมหนา 3.5 เซนติเมตร แล้ววางทับด้วยแผ่นยิปซั่มกันความร้อนอีก 1 ชั้น ส่วนชั้นบนสุดวางทับด้วยแผ่นโลหะ โดยถ้าเป็นส่วนพื้นที่รับแสงจะทาสีดำที่แผ่นโลหะเพื่อทำให้ดูดความร้อนได้ดียิ่งขึ้นแต่ในส่วนพื้นที่อบแห้งจะไม่ทาสีดำแต่ปูทับด้วยแผ่นตะแกรงโปร่ง แผ่นฉนวนทั้งหมดจะนำมาวางซ้อนกันเป็นชั้นตามที่กล่าวมาข้างต้นและติดตั้งบนโครงอลูมิเนียมที่ขึ้นรูปเป็นอุโมงค์เตี้ย มีลักษณะรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วโดยทำมุมเอียง 20 องศา นอกจากนี้ยังออกแบบให้มีบานหน้าต่างที่สามารถเปิดปิดได้ทั้งในส่วนของพื้นที่รับแสงและพื้นที่อบแห้ง เพื่อสะดวกในการนำวัสดุที่จะอบแห้งเข้าและออกจากเครื่องอบ หน้าต่างจะปิดด้วยพลาสติกใสเพื่อป้องกันฝนและฝุ่นละอองและป้องกันสูญเสียความร้อนที่ให้กับสิ่งแวดล้อม เครื่องอบนี้สูงจากพื้น 90 เซนติเมตร

ในส่วนของพัดลมที่ใช้บังคับให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในเครื่องอบนั้นใช้พัดลมขนาดเล็ก 3 ตัวสามารถใช้ได้ทั้งไฟฟ้า 220 โวลท์และ 12 โวลท์ สามารถควบคุมความเร็วลมได้ โดยติดตั้งพัดลมทั้ง 3 ตัวในลักษณะวางตั้งฉากกับพื้นที่รับแสง

3.2.1 การหาขนาดพื้นที่รับแสงที่เหมาะสมของเครื่องอบ

การทดลองหาพื้นที่รับแสงที่เหมาะสมได้ใช้ อัตราส่วนพื้นที่รับแสงต่อพื้นที่อบแห้งเป็น 0.5:1,1:1,1.5:1 และ 2:1 ซึ่งพื้นที่อบแห้งมีขนาด 3 ตารางเมตร ติดตั้งพัดลมที่ตำแหน่งทางเข้าของอากาศโดยใช้ความเร็วลม 0.1 m/s ทำการวัดอุณหภูมิในแนวกึ่งกลางโดยวัดทุกๆ 41.5 เซนติเมตรตามความยาวของเครื่องอบดังรูป 3.3 ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ



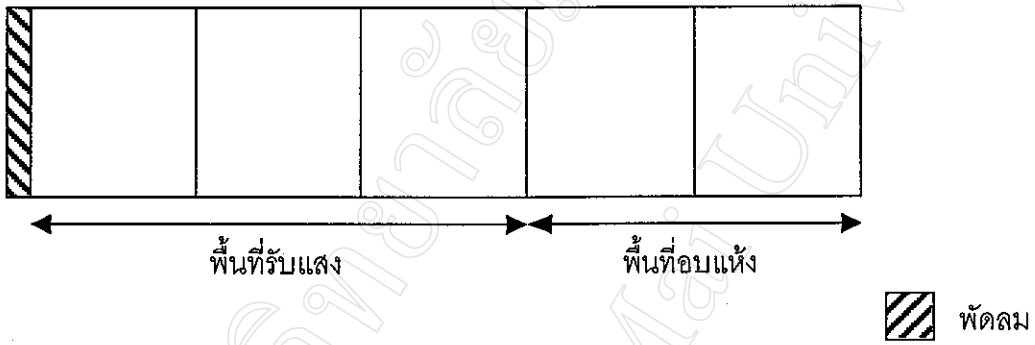
รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ

ดังนั้นการวัดอุณหภูมิที่อัตราส่วนพื้นที่รับแสงต่อพื้นที่อบแห้งเป็น 0.5 : 1, 1 : 1, 1.5 : 1 และ 2 : 1 ทั้งหมดคิดเป็น 9,12,15 และ18 จุดตามลำดับ

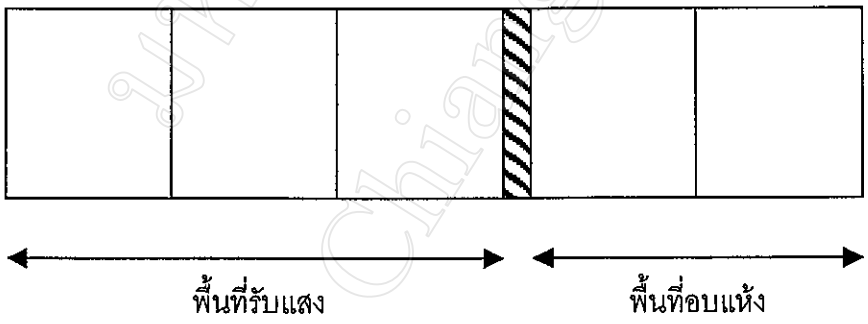
3.2.2 การหาตำแหน่งติดตั้งพัดลมที่ใช้บังคับการไหลของอากาศร้อนที่เหมาะสม

นำผลการทดลองจากขั้นตอนที่ 1 มาใช้คือ ขนาดของพื้นที่รับแสงที่เหมาะสม ทดลองหาตำแหน่งที่ติดตั้งพัดลมของเครื่องอบที่เหมาะสม โดยย้ายพัดลมจากตำแหน่งเดิมมาไว้ในตำแหน่งทางออกของพื้นที่รับแสง เก็บข้อมูลเหมือนการทดลอง 1 แล้วนำข้อมูลทั้งสองมาเปรียบเทียบหาจุดติดตั้งที่เหมาะสมที่สุด ดังรูปที่ 3.4

ตำแหน่งการติดตั้งพัดลมที่ 1



ตำแหน่งการติดตั้งพัดลมที่ 2

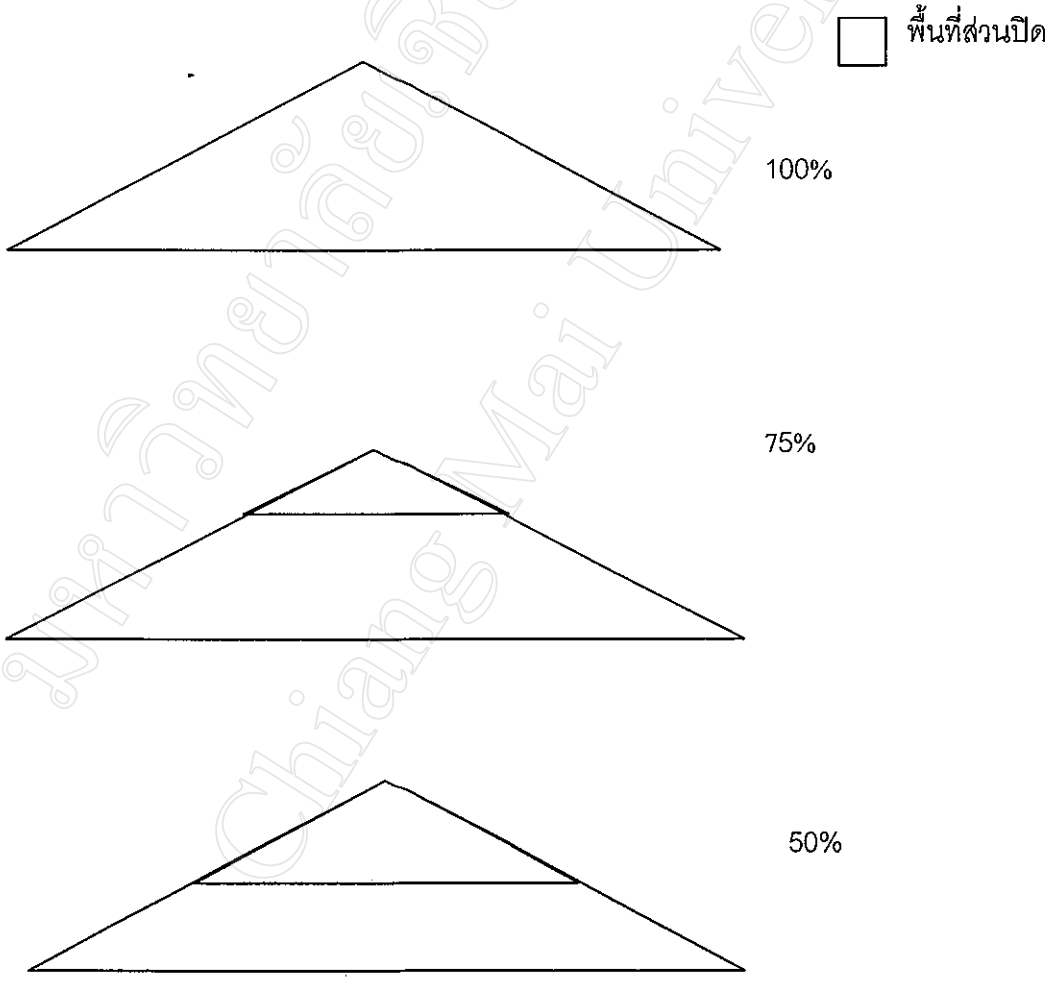


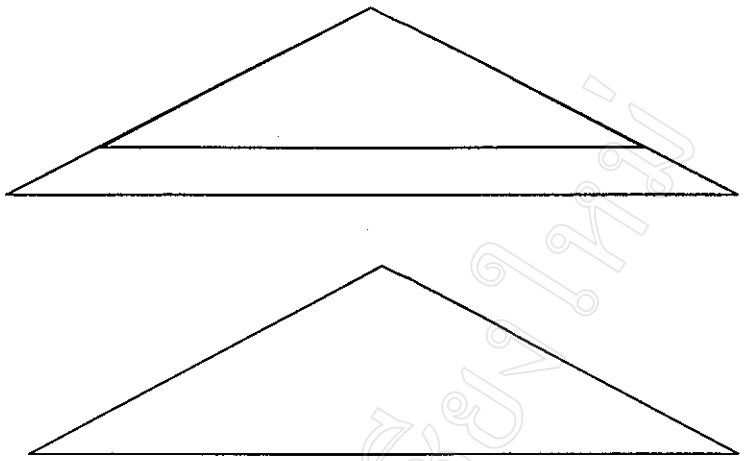
รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งการติดตั้งพัดลม

3.2.3 การหาขนาดพื้นที่หน้าตัดที่ให้อากาศไหลผ่านที่เหมาะสมของเครื่องอบ

นำผลการทดลองจากขั้นตอนที่ 1 และ 2 มาใช้คือ เมื่อทราบถึงขนาดของพื้นที่รับแสงและตำแหน่งติดตั้งพัดลมที่เหมาะสมของเครื่องอบแห้งแล้ว นำสภาวะเหมาะสมมาทดลองร่วมกับการหาพื้นที่หน้าตัดที่ให้อากาศไหลผ่านโดยกำหนดพื้นที่การไหลผ่านเป็น 0%,25%,50%,75% และ100% ของพื้นที่หน้าตัดของเครื่องอบดังรูปที่ 3.5 (พื้นที่หน้าตัดของเครื่องอบแห้งนี้คิดเป็น 0.3 ตารางเมตร) การหาความเหมาะสมในขั้นตอนนี้จะทำการวัดอุณหภูมิภายในเครื่องอบทุกๆ 41.5 เซนติเมตรตามความยาวของเครื่องอบ(ตำแหน่งกึ่งกลาง) โดยทำการทดลองตั้งแต่เวลา 9.00 น.- 17.00 น.

การกำหนดการไหลผ่านของอากาศ

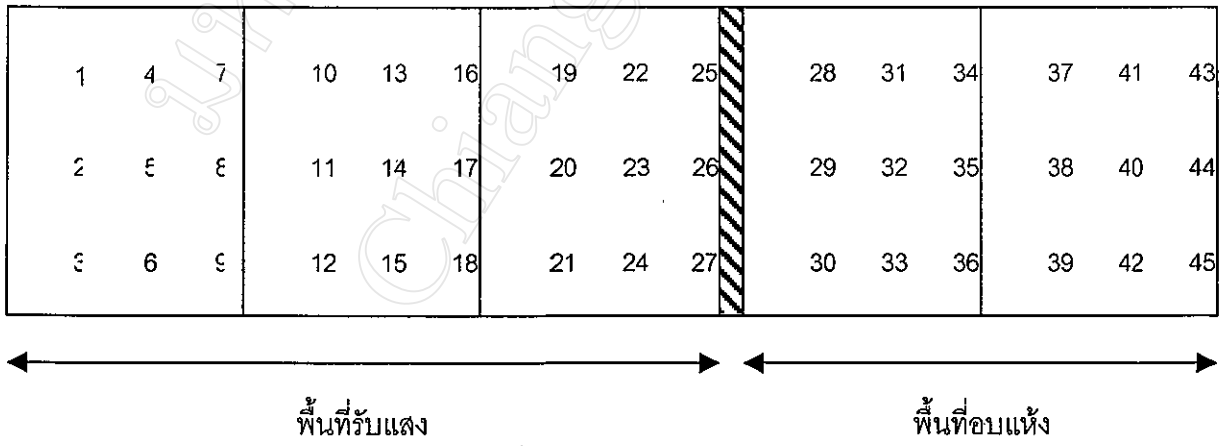




รูปที่ 3.4 การกำหนดการไหลของอากาศ

3.2.4 การหาการกระจายอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบ

วัดการกระจายของอุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบทั้งพื้นที่รับแสงและพื้นที่อบแห้ง โดยบันทึกอุณหภูมิอากาศทุกๆ 41.5 เซนติเมตรตามความยาวของเครื่องอบและวัดตามแนวขวางของเครื่องอบ 3 จุด คือจุดกึ่งกลางและบน – ล่างของเครื่องอบ จะทำการวัดอุณหภูมิตั้งแต่จุด 1 - 45 ดังรูปที่ 3.6 ตั้งแต่เวลา 9.00 น.-17.00 น.



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิ

3.2.5 การหาอัตราการอบแห้ง

ขั้นตอนการเตรียมพริกก่อนเข้าอบ

1.นำพริกชี้ฟ้าใหญ่มาคัดผลที่เน่าเสียและพริกที่ยังไม่สุก(สีเขียว)ออก

2.นำไปลวกในน้ำเดือดอุณหภูมิ 98 - 100 องศาเซลเซียสนาน 1 นาที(พัฒนาภรณ์, 2542)แล้วแช่น้ำเย็นทันทีนาน 2 นาที ทำให้สะเด็ดน้ำ

3.นำเข้าเครื่องอบโดยเกลี่ยให้เป็นชั้นบาง น้ำหนัก 6.7 กิโลกรัม/ตารางเมตร

ทดลองอบแห้งพริกชี้ฟ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องอบแห้งแบบถาดและเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ในแง่ของอัตราลดความชื้นและคุณภาพของพริกแห้งและเก็บข้อมูลต่างๆดังนี้

1.น้ำหนักของพริกที่อบโดยทำการชั่งน้ำหนักพริกทุกครึ่งชั่วโมงหลังจากเริ่มอบจนเสร็จสิ้นการอบ

2. อุณหภูมิภายนอกและบริเวณกึ่งกลางของพื้นที่อบแห้ง

ก. เครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด(รูปที่ 3.7)

นำพริกที่ผ่านการลวกแล้ววางบนถาดแล้วเกลี่ยเป็นชั้นบางให้เต็มถาด กำหนดอุณหภูมิในการอบแห้งไว้ที่ 60 องศาเซลเซียสและใช้ความเร็วลม 0.1 m/s ระหว่างการอบและเก็บข้อมูลดังนี้

1.นำพริกสดที่ลวกแล้วก่อนเข้าอบไปหาความชื้นเริ่มต้นโดยใช้ตู้อบลมร้อน

2.บันทึกน้ำหนักเริ่มต้น และบันทึกน้ำหนักที่ลดลงทุกๆ 10 นาทีในชั่วโมงแรกของการอบและเปลี่ยนมาบันทึกน้ำหนักที่ลดลงทุกๆ 20 นาทีในชั่วโมงที่ 2 ของการอบหลังจากนั้นบันทึกทุกๆครึ่งชั่วโมงจนน้ำหนักพริกที่ลดลงนั้นไม่เปลี่ยนแปลง

3.บันทึกอุณหภูมิอากาศก่อนอบและอุณหภูมิระหว่างการอบแห้ง

ข. เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ(รูปที่ 3.8)

นำพริกที่ลวกแล้วปริมาณ 6.7 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร อบในเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่เวลา 9.00 น.ถึง 17.00 น.บันทึกข้อมูลอากาศภายนอกและบริเวณกึ่งกลางพื้นที่อบแห้งและน้ำหนักพริกที่ลดลงทุกครึ่งชั่วโมง

รูปที่ 3.6 เครื่องอบไฟฟ้าแบบถาด

รูปที่ 3.7 เครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

3.2.6 การตรวจสอบคุณภาพ

ก. ลักษณะปรากฏ

ตรวจสอบลักษณะปรากฏของพริกก่อนและหลังอบโดยสุ่มตัวอย่างพริกมาตรวจสอบโดยใช้มาตรฐานอุตสาหกรรมพริกแห้งเป็นหลัก(มอก.456-2526)

ข.ตรวจหาความชื้น ของพริกก่อนและหลังอบ โดยใช้ตู้อบไฟฟ้า

1. สุ่มตัวอย่างพริก 3 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 กรัม
2. นำไปอบในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่(AOAC,1980)
3. ทิ้งพริกให้เย็นในโถดูดความชื้น
4. นำมาชั่งน้ำหนัก และคำนวณหาค่าความชื้นของพริกแห้ง

ค.ตรวจวัดสี ของพริกแห้งโดยใช้เครื่องวัดสี (รูปที่ 3.10)

สุ่มตัวอย่างพริกแล้วใส่ลงใน cell ทั้งผลจนเต็ม นำไปวัดค่าสีด้วยเครื่องColor Quest 2 ใช้ระบบการวัดสีของ CIE Labได้ค่า L* , b*, a* ทำการวัด 4 ซ้ำโดยวัดทั้งด้านหน้าและด้านหลังของ cell

ค่า L* (Lightness) ใช้กำหนดค่าความสว่างหรือความมืด

โดยเมื่อ L* มีค่าเป็น 0 จะแสดงถึงสีดำและเมื่อ L* มีค่า 100 จะแสดงถึงสีสว่างที่สุด (สีขาว)

ค่า a* ใช้กำหนดสีแดงหรือสีเขียว

โดยเมื่อ a* มีค่าเป็น + จะแสดงถึงสีแดง

โดยเมื่อ a* มีค่าเป็น - จะแสดงถึงสีเขียว

ค่า b* ใช้กำหนดสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน

โดยเมื่อ b* มีค่าเป็น + จะแสดงถึงสีเหลือง

โดยเมื่อ b* มีค่าเป็น - จะแสดงถึงสีน้ำเงิน

ง.ตรวจวัดค่า Water activity (Aw) ของพริกแห้ง (รูปที่ 3.11)

นำพริกแห้งมาบดพอละเอียด แล้วสุ่มตัวอย่างพริกแห้งบด ลงในกล่องพลาสติกสำหรับใช้วัดค่า Aw โดยทำ 3 ซ้ำ ในแต่ละการทดลอง และทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยทิ้งตัวอย่างไว้ในเครื่องวัด Aw นาน 20 นาทีเพื่อให้ค่าที่วัดได้คงที่แล้วจึงบันทึกค่า

รูปที่ 3.8 เครื่องวัดความเข้มแสง

รูปที่ 3.9 เครื่องวัดสี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

รูปที่ 3.10 เครื่องวัด Aw

ตัวอย่างพริกแห้งที่นำมาตรวจสอบคุณภาพได้แก่

1.พริกแห้งที่อบได้จากเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่พัฒนาขึ้น

2.พริกแห้งที่อบได้จากเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ

3.พริกแห้งที่อบได้จากเครื่องอบแห้งไฟฟ้าแบบถาด

4.พริกแห้งที่ได้จากตามตลาดทั่วไป ได้แก่ตลาดเมืองใหม่ ตลาดต้นพยอม และตลาดประตูเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

3.2.7 การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน

การศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านการเงิน สามารถคำนวณหาความคุ้มค่าของโครงการตามการวิเคราะห์แบบปรับค่าของเวลา โดยคำนวณหาต้นทุนและผลตอบแทนได้จากตัวชี้วัดทางด้านเศรษฐศาสตร์ดังนี้

3.2.7.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)

3.2.7.2 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period : PBP)

3.2.7.3 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit – cost ratio : BCR)

3.2.7.4 อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal rate of return : IRR)