



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยกระบวนการดูดซับ
(COMPARATIVE STUDY OF PADDY DRYING BY ADSORPTION PROCESS)

โดย นายทรงชัย วัริยะอำไพวงศ์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยกระบวนการดูดซับ
(COMPARATIVE STUDY OF PADDY DRYING BY ADSORPTION PROCESS)

นายทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รหัสโครงการ MRG4780075
ชื่อโครงการ การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยกระบวนการดูดซับ
ชื่อนักวิจัย ผศ.ดร.ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์
สังกัด มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
E-mail Address : wsongchai@yahoo.com
ระยะเวลาโครงการ 1 กรกฎาคม 2547 ถึง 30 มิถุนายน 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้แป้งมันสำปะหลังและกลบเป็นตัวกลางในการดูดซับ เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับตัวดูดซับ และอุณหภูมิเริ่มต้นของตัวดูดซับที่มีผลต่อระยะเวลาในการดูดซับและความชื้นสุดท้ายของตัวดูดซับและข้าวเปลือก ร้อยละต้นข้าว และความขาว ทำการทดลองในภาชนะหุ้มฉนวนเพื่อลดความชื้นข้าวเปลือกที่มีความชื้นเริ่มต้น 33% db ที่อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกต่อตัวดูดซับแตกต่างกัน คือ 1:0.3, 1:0.5 และ 1:0.7 โดยมวล และอุณหภูมิเริ่มต้นของตัวดูดซับเป็น 30, 50 และ 70 °C พบว่า เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของตัวดูดซับสูงขึ้นและอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและตัวดูดซับเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการลดลงของความชื้นของข้าวเปลือกสูงขึ้น เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นตัวดูดซับจะมีความชื้นต่ำจึงดูดซับความชื้นได้ในปริมาณมากขึ้นทำให้อัตราการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกสูงขึ้น ในทำนองเดียวกันเมื่ออัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและตัวดูดซับเพิ่มขึ้น ตัวดูดซับมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการดูดซับจึงเพิ่มสูงขึ้น ทำให้อัตราการลดลงของความชื้นข้าวเปลือกสูงขึ้น นอกจากนี้ผลการทดสอบคุณภาพการสีข้าว ได้แก่ ร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์และความขาว พบว่า เมื่ออุณหภูมิเริ่มต้นของตัวดูดซับและอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและตัวดูดซับเพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อค่าร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์และเมื่อระยะเวลาในการทดลองมากขึ้น พบว่า ร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์มีค่าลดลงจากร้อยละต้นข้าวอ้างอิงเล็กน้อย ส่วน ความขาว พบว่าอุณหภูมิเริ่มต้นของตัวดูดซับและอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและตัวดูดซับ ส่งผลต่อความขาวของข้าวเพียงเล็กน้อยทุกๆ เงื่อนไขในการทดลอง

คำหลัก การดูดซับ ร้อยละต้นข้าว กลบ แป้งมันสำปะหลัง ความขาว

Project Code : MRG4780075
Project Title : Comparative Study of Paddy Drying by Adsorption Process
Investigator : Songchai Wiriyaumpaiwong
University : Mahasarakham University
E-mail Address : wsongchai@yahoo.com
Project Period : 1 July 2004 to 30 June 2006

ABSTRACT

This research is to reduce moisture content of paddy by tapioca flour and rice-husk as adsorption media. The effects of mixed ratio between paddy to adsorbent and initial temperature of adsorbent on adsorption time, final moisture content of adsorbent and paddy, percentage of head rice yield, and whiteness were investigated. Paddy that contained the initial moisture content of 33% dry basis, is subjected to the different ratio between paddy to tapioca flour e.g. 1:0.3 1:0.5 and 1:0.7 by mass and the different initial temperature of adsorbent such as 30 50 and 70 °C. The experimental results showed that the increase of initial temperature of adsorbent and the increase of ratio between paddy to adsorbent results in the higher reduction rate of moisture in paddy kernel. Since the high temperature provides the low initial moisture content of adsorbent and the higher water adsorption capacity. Thus, the reduction rate of moisture in paddy kernel is increased. Similarly, the increase ratio between paddy to adsorbent or increasing of adsorbent amount causes to the higher water adsorption capacity and higher reduction rate of moisture in paddy. In addition, milling quality of paddy e.g. relative head rice yield and whiteness, it is found that the initial temperature of adsorbent and mixed ratio between paddy to adsorbent are not affect to the percentage of relative head rice yield. When the period of adsorption is longer, the percentage of relative head rice yield is slightly decreased. For the whiteness value, the initial temperature of adsorbent and mixed ratio between paddy to adsorbent are insignificantly effected on the value of whiteness in every conditions of experiment.

Keywords : adsorption, head rice yield, rice-husk, tapioca flour, whiteness

สารบัญ

หน้า

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการศึกษา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เมล็ดข้าวและคุณภาพเมล็ดข้าว	3
2.1.1 เมล็ดข้าว	3
2.1.2 คุณภาพเมล็ดข้าว	4
2.2 การอบแห้ง	6
2.3 การดูดซับ	6
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
3. การดำเนินการทดลอง	11
3.1 อุปกรณ์การทดลอง	11
3.2 การเตรียมข้าวเปลือกและแกลบในการทดลอง	12
3.2.1 การเตรียมข้าวเปลือก	12
3.2.2 การเตรียมแ่งมันสำปะหลัง	12
3.3 วิธีการทดลอง	12
3.4 การหาความชื้นเมล็ดข้าวเปลือกและแ่งมันสำปะหลัง	13
3.5 การหาคุณภาพข้าว	13
3.5.1 การหาเปอร์เซ็นต์ต้นข้าว	13
3.5.2 การหาค่าความขาวของข้าวสาร	14
4. ผลการทดลอง	15
4.1 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของตัวดูดซับที่มีต่อ ความชื้นของข้าวเปลือกและตัวดูดซับ	15
4.2 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับตัวดูดซับที่มีต่อ ความชื้นของข้าวเปลือกและแ่งที่เป็นตัวดูดซับ	20

4.3 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของตัวดูดซับที่มีต่อร้อยละน้ำและความขาว	24
4.4 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับตัวดูดซับที่มีต่อ ร้อยละน้ำและความขาว	28
5. สรุปผลการทดลอง	32
เอกสารอ้างอิง	33

รายการตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ความยาวของเมล็ดข้าว	5
ตารางที่ 2.2 ขนาดรูปร่างของเมล็ดข้าว	5

รายการรูปภาพประกอบ

	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าวเปลือก	3
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอน้ำกับปริมาณความชื้นในสารดูดความชื้น ที่อุณหภูมิต่างกัน	7
รูปที่ 2.3 เส้นโค้งสมดุลของไอน้ำ	8
รูปที่ 4.1 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น ข้าวเปลือกและแป้งมันสำปะหลัง ณ เวลาต่างๆ ที่อัตราส่วน 1: 0.5 โดยมวล	16
รูปที่ 4.2 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น ข้าวเปลือกและแป้งมันสำปะหลัง ณ เวลาต่างๆ ที่อัตราส่วน 1: 0.7	17
รูปที่ 4.3 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้น ข้าวเปลือกและแป้งมันสำปะหลัง ณ เวลาต่างๆ ที่อัตราส่วน 1: 0.3 โดยมวล	17
รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในถังผสมต่อเวลา ที่อัตราส่วน 1: 0.3 โดยมวล และอุณหภูมิ 30 50 และ 70 °C	18
รูปที่ 4.5 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของเกลบที่มีต่อความชื้นข้าวเปลือกและเกลบระหว่างการ การดูดซับ ที่อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและเกลบ 1: 0.3 โดยมวล	19
รูปที่ 4.6 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของเกลบที่มีต่อความชื้นข้าวเปลือกและเกลบระหว่างการ การดูดซับ ที่อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและเกลบ 1: 0.5 โดยมวล	19
รูปที่ 4.7 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของเกลบที่มีต่อความชื้นข้าวเปลือกและเกลบระหว่างการ การดูดซับ ที่อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและเกลบ 1: 0.7 โดยมวล	20
รูปที่ 4.8 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อการ เปลี่ยนแปลงความชื้นข้าวเปลือกและแป้งมันสำปะหลังกับเวลา ที่อุณหภูมิ 30 °C	21
รูปที่ 4.9 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อการ เปลี่ยนแปลงความชื้นข้าวเปลือกและแป้งมันสำปะหลังกับเวลา ที่อุณหภูมิ 50 °C	21
รูปที่ 4.10 อิทธิพลของอัตราส่วนระหว่างข้าวเปลือกกับแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อการ เปลี่ยนแปลงความชื้นข้าวเปลือกและแป้งมันสำปะหลังกับเวลา ที่อุณหภูมิ 70 °C	22
รูปที่ 4.11 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและเกลบที่มีต่อความชื้นข้าว เปลือกและเกลบระหว่างการดูดซับ ที่อุณหภูมิ 30 °C	22

รูปที่ 4.12 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและแกลบที่มีต่อความชื้นข้าว เปลือกและแกลบระหว่างการคูดซับ ที่อุณหภูมิ 50 °C	23
รูปที่ 4.13 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกและแกลบที่มีผลต่อความชื้นข้าว เปลือกและแกลบระหว่างการคูดซับ ที่อุณหภูมิ 70 °C	23
รูปที่ 4.14 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ และความขาว ณ เวลาต่างๆ ที่อัตราส่วน 1 : 0.3 โดยมวล	24
รูปที่ 4.15 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของแป้งมันสำปะหลังที่มีผลต่อร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ และความขาว ณ เวลาต่างๆ ที่อัตราส่วน 1 : 0.5 โดยมวล	25
รูปที่ 4.16 อิทธิพลของอุณหภูมิเริ่มต้นของแป้งมันสำปะหลังที่มีผลต่อร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ และความขาว ณ เวลาต่างๆ ที่อัตราส่วน 1 : 0.7 โดยมวล	25
รูปที่ 4.17 อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ ที่เวลาต่างๆ ที่อัตราส่วน ผสมระหว่างข้าวเปลือกและแกลบ 1 : 0.3 โดยมวล	26
รูปที่ 4.18 อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ ที่เวลาต่างๆ ที่อัตราส่วน ผสมระหว่างข้าวเปลือกและแกลบ 1 : 0.5 โดยมวล	27
รูปที่ 4.19 อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ ที่เวลาต่างๆ ที่อัตราส่วน ผสมระหว่างข้าวเปลือกและแกลบ 1 : 0.7 โดยมวล	27
รูปที่ 4.20 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อร้อยละ ต้นข้าวสัมพัทธ์และความขาว ณ เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C	28
รูปที่ 4.21 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อร้อยละ ต้นข้าวสัมพัทธ์ และความขาว ณ เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 50 °C	29
รูปที่ 4.22 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับแป้งมันสำปะหลังที่มีต่อร้อยละ ต้นข้าวสัมพัทธ์และความขาว ณ เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 70 °C	29
รูปที่ 4.23 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมที่มีต่อร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ ที่เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 30 °C	30
รูปที่ 4.24 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมที่มีต่อร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ ที่เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 50 °C	31
รูปที่ 4.25 อิทธิพลของอัตราส่วนผสมที่มีต่อร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ ที่เวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิ 70 °C	31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการศึกษา

ข้าวจัดเป็นพืชผลทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทยมาทั้งทางด้านบริโภคและยังเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ แต่เนื่องจากการส่งออกมีคู่แข่งทางการตลาดเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาและพัฒนาคุณภาพข้าวให้สูงขึ้นให้ได้มาตรฐานของตลาด ตัวกำหนดคุณภาพในการซื้อขายคือ คุณภาพการสี โดยพิจารณาปริมาณข้าวเต็มเม็ดและความขาว สำหรับการปลูกข้าวในประเทศไทยส่วนใหญ่เกษตรกรจะปลูกข้าวในหน้าฝนและเก็บเกี่ยวในฤดูแล้ง เรียกว่า ข้าวนาปี ส่วนเกษตรกรที่อยู่ใกล้กับชลประทานจะมีน้ำใช้ตลอดทั้งปีจึงมีการปลูกข้าวในฤดูแล้งและเก็บเกี่ยวในฤดูฝน เรียกว่า ข้าวนาปรัง ซึ่งข้าวที่ได้จะมีความชื้นค่อนข้างสูง ซึ่งชาวบ้านส่วนใหญ่จะลดความชื้นโดยการตากลาน หากวันนั้นไม่มีแดดก็ไม่สามารถตากลานได้ และปัญหาที่ตามมาคือข้าวที่มีความชื้นสูงจะมีผลต่อคุณภาพของข้าว เนื่องจากข้าวเป็นสิ่งมีชีวิตเกิดการหายใจ ทำให้เกิดความร้อนในสภาพร้อนชื้น ทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดี เป็นผลทำให้ข้าวเสื่อมคุณภาพได้ง่าย เมื่อนำไปขัดสี คุณภาพการสีจะต่ำ

แป้งมันสำปะหลัง เป็นวัสดุที่มีความสามารถในการดูดซับได้ค่อนข้างดี และมีความหนาแน่นโดยรวมต่ำ ทำให้ถึงผสมที่ใช้มีขนาดเล็กลง

ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะนำแป้งมันสำปะหลังมาลดความชื้นของข้าวเปลือก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชลประทานซึ่งประสบปัญหาผลผลิตข้าวนาปรังมีความชื้นสูง และคาดหวังว่าแป้งมันสำปะหลังและแกลบจะสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกลงได้ระดับหนึ่ง เพื่อยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาข้าวเปลือก เมื่อทำการลดความชื้นแบบตากลานไม่ทัน

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการลดความชื้นของข้าวเปลือกโดยใช้แป้งมันสำปะหลังและแกลบเป็นตัวกลางในการดูดซับ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ใช้ตัวกลางในการดูดซับความชื้น 2 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลัง และแกลบ
2. ทดลองหาการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้แป้งมันสำปะหลังและแกลบเป็นตัวดูดซับ ที่ความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือก 33 %db และอุณหภูมิเริ่มต้นของข้าวเปลือกประมาณ 30 °C
3. อุณหภูมิเริ่มต้นของตัวดูดซับ 30, 50 และ 70 °C

4. อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับตัวดูดซับเป็น 1: 0.3 1:0.5 และ 1: 0.7 โดยมวล
5. หาความชื้นสุดท้ายของข้าวเปลือกและหาสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือก ได้แก่ ร้อยละต้นข้าว และความขาว

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบผลของอุณหภูมิและอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมต่อการลดความชื้นข้าวเปลือกโดยใช้ตัวดูดซับแตกต่างกัน 2 ชนิด
2. เพื่อลดความชื้นของข้าวเปลือกที่ได้หลังจากเก็บเกี่ยวก่อนที่จะทำการอบแห้งขึ้นต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เมล็ดข้าวและคุณภาพของข้าว

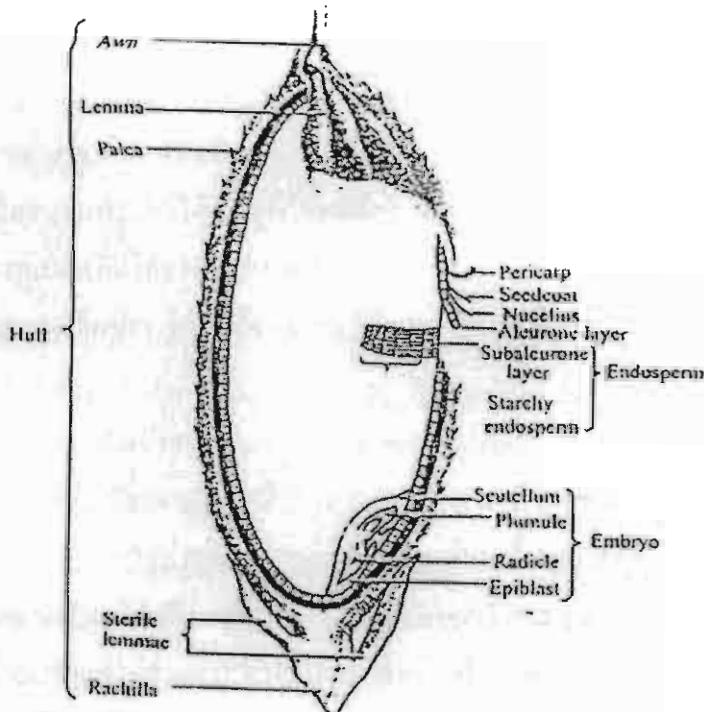
2.1.1 เมล็ดข้าว

เมล็ดข้าวประกอบด้วยส่วนใหญ่น้อย ๆ สองส่วน คือ ส่วนที่ห่อหุ้ม เรียกว่า แกลบ (husk or hull) และส่วนที่รับประทานได้ เรียกว่า ข้าวกล้อง (caryosis or brown rice) ดังรูปที่ 2.1

1. แกลบ ประกอบด้วย เปลือกใหญ่ (lenema) เปลือกเล็ก (palca) หาง (awn) ข้าวเมล็ด (rachilla) และกลีบรองเมล็ด (sterile lemmae)

2. ข้าวกล้องหรือเมล็ดข้าวที่เอาข้าวกล้องออกแล้ว ประกอบด้วย

2.1 เปลือกหุ้มผล (pericarp) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ epicarp, mesocarp และ endocarp มีลักษณะเส้นเป็นใย (fibrous) ผืนของเยื่อหุ้มผลมี โปรตีน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าวเปลือก (เครื่องมือ)

2.2 เปลือกหุ้มเมล็ด (tegmen or seed coat) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้าไป ประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองชั้นเรียงกันและมีสารประเภทไขมันอยู่

2.3 ชั้นอาลูโรน (aleurone layer) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดและคัพภะ ส่วนนี้จะมีโปรตีนสูง นอกจากนี้ยังมีน้ำมัน เซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลส อยู่ด้วย

2.4 ส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสาร อยู่ชั้นในสุดของเมล็ด ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่และมีโปรตีนอยู่บ้าง แป้งในเมล็ดข้าวมี 2 ชนิด คือ อมิโลเพกติน (amylopectin) ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ของ D-glucose ที่ต่อกันแบบ branch chain และอมิโลส (amylose) ซึ่งต่อกันแบบ linear chain ส่วนประกอบของแป้งทั้งสองชนิดนี้มีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามชนิดข้าว ในข้าวเหนียวจะมีอมิโลสอยู่ประมาณ 0-2 % ของน้ำหนักข้าวสาร ส่วนที่เหลือเป็นอมิโลเพกติน ข้าวเจ้ามีอมิโลสมากกว่า คือ ประมาณ 7-33 % ของน้ำหนักข้าวสาร

2.5 คัพภะ (embryo) อยู่ติดกับเนื้อเมล็ดทางด้านเปลือกหุ้ม เป็นส่วนที่เจริญไปเป็นต้นอ่อน และเป็นส่วนที่มีโปรตีนและไขมันสูง คัพภะประกอบด้วย ต้นอ่อน (plumule) รากอ่อน (radicle) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (coleoptile) เยื่อหุ้มรากอ่อน (coleorhiza) ท่อน้ำ และอาหาร (epiblast) และใบเลี้ยง (scutellum)

2.1.2 คุณภาพเมล็ดข้าว

ความสำคัญของเมล็ดข้าวมี 2 ประการ คือ ใช้ปลูกและใช้บริโภค การซื้อขายข้าวในท้องตลาดถือเอาคุณภาพเมล็ดข้าวเป็นตัวตัดสินราคาข้าว ดังนั้นในด้านผลิตพันธุ์ข้าวหรือการปลูกนอกจากจะต้องปรับปรุงให้ได้พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ด้านทานโรคและแมลง ให้ผลสนองต่อปุ๋ยสูง และต้องให้คุณภาพเมล็ดที่ดีได้มาตรฐานอีกด้วย

คุณภาพเมล็ดข้าว หมายถึง คุณสมบัติต่างๆ ของเมล็ดข้าวทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็น แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. คุณภาพเมล็ดข้าวทางกายภาพ (Physical Quality) หมายถึง ส่วนประกอบต่างๆ ของเมล็ดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือชั่งตวงวัดได้ เช่น สีของข้าวเปลือก (hull color) สีข้าวกล้อง (pericarp color) ขนาดรูปร่างเมล็ด (grain dimension) น้ำหนักเมล็ด (grain weight) ลักษณะท้องไข่ (chalkiness) ความใสของเมล็ด (grain translucency) และคุณภาพการสี (milling quality) เป็นต้น ซึ่งคุณภาพส่วนใหญ่ที่ใช้สำหรับประเมินราคาข้าวในท้องตลาดมีดังนี้

1.1 สีข้าวกล้อง เท่าที่พบ ข้าวไทยมี 4 สี คือ ขาว น้ำตาล แดง และดำ สีข้าวกล้องเกิดขึ้นเนื่องจากเม็ดสีที่อยู่ในเปลือกรำชั้นนอก (pericarp) สีข้าวกล้องเป็นลักษณะประจำพันธุ์ ข้าวกล้องสีแดงเมื่อผสมกับข้าวกล้องขาวทำให้ข้าวเสียราคาเพราะไม่สามารถทำเป็นข้าวมาตรฐานสูงได้

1.2 ขนาดรูปร่างเมล็ด ได้แก่ ความยาว กว้าง หนา และความป้อมหรือความเรียวยาวของเมล็ด (grain shape) ความยาวของเมล็ดวัดจากข้าวกล้อง แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2.1 ส่วนขนาดรูปร่างเมล็ดประเมินจากอัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้าง แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ขนาดรูปร่างเมล็ดมีผลกระทบต่อคุณภาพการสี และความต้องการของผู้บริโภค ปัจจุบันข้าวที่มีเมล็ดยาวเรียวยาว ผู้ประกอบกิจการสีมีความต้องการมากในการผลิตข้าวสารมาตรฐานสูง

ตารางที่ 2.1 ความยาวของเมล็ดข้าว

ขนาดเมล็ด	ความยาว (mm)
ยาวมาก	ยาวกว่า 7.50
ยาว	6.60-7.50
ยาวปานกลาง	5.51-6.60
สั้น	สั้นกว่า 5.50

ตารางที่ 2.2 ขนาดรูปร่างของเมล็ดข้าว

รูปร่างเมล็ด	อัตราส่วนระหว่างความยาว/ความกว้าง
เรียวยาว	มากกว่า 3.00
ปานกลาง	2.10-3.00
ป้อม	น้อยกว่า 2.00

1.3 ลักษณะท้องไขในเมล็ดข้าว หมายถึง จุดขาวขุ่นคล้ายชอล์กที่เกิดขึ้นในส่วนที่เป็นแป้งของเมล็ด ท้องไขเกิดจากการจับตัวหลวมๆ ของเม็ดแป้งกับ โปรตีนในส่วนที่เป็นข้าวสาร ข้าวที่เป็นท้องไขมากจะมีคุณภาพการสีต่ำ เมื่อนำไปสีแล้วจะได้ข้าวหักมาก ข้าวมาตรฐานสูงต้องมีข้าวท้องไขน้อย ลักษณะท้องไขไม่มีความสัมพันธ์กับความนุ่มของข้าวสุก

1.4 ความใสของเมล็ด หมายถึง ความใสหรือความขุ่นของส่วนที่เป็นข้าวสาร (exdosperm) ไม่ใช่ลักษณะท้องไข พันธุ์ข้าวที่มีเมล็ดใสมักแกร่ง มีคุณภาพการสีดี เป็นที่ต้องการของตลาดและขายได้ราคาสูง

1.5 คุณภาพการสีข้าว หมายถึง การแปรสภาพข้าวเปลือกให้อยู่ในรูปของข้าวสารเพื่อใช้สำหรับบริโภค สิ่งต่างๆ ที่ได้จากการสีข้าว คือ แกลบ (hull) รำ (bran) ข้าวเต็มเมล็ด (head rice yield) และข้าวหัก (broken rice) ซึ่งข้าวเต็มเมล็ดเป็นส่วนที่มีราคาสูงที่สุด คุณภาพการสีข้าวจึงประเมินจากข้าวเต็มเมล็ดเป็นสำคัญ

2. คุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมี (chemical quality) หมายถึง ส่วนประกอบต่างๆ ทางเคมีของเมล็ด เช่น ชนิดและปริมาณของแป้ง โปรตีน แร่ธาตุ ไขมัน และอื่นๆ รวมถึงคุณภาพการงอกและรับประทาน

2.2 การอบแห้ง

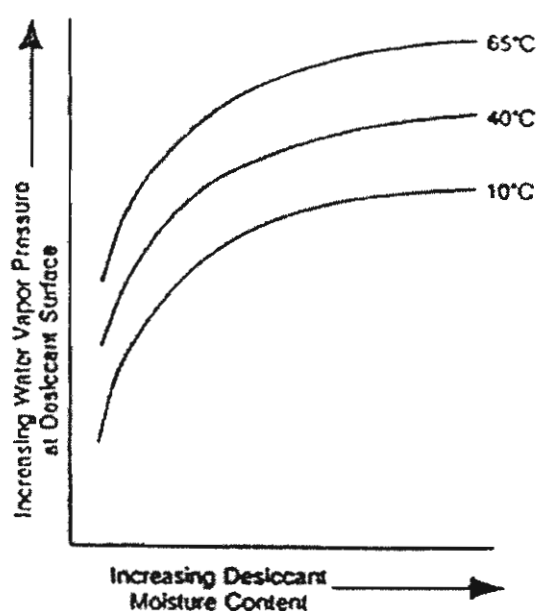
การอบแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้นของผลิตภัณฑ์เพื่อการเก็บรักษา การอบแห้งทั่วไปมักใช้ลมร้อนซึ่งความร้อนส่วนใหญ่จะถ่ายเทไปยังวัสดุ เพื่อใช้ในการระเหยน้ำ โดยของเหลวที่อยู่ภายในวัสดุจะเคลื่อนที่ออกมายังผิวโดย capillary flow ซึ่งเป็นผลมาจากแรงตึงผิว (surface force) ส่วนไอน้ำในวัสดุจะเคลื่อนที่เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของความชื้น (vapor diffusion) และความดันไอ (partial pressure of vapor) ที่แตกต่างกันระหว่างไอน้ำในวัสดุกับอากาศร้อน ช่วงแรกของการอบแห้งเป็นช่วงอัตราการอบแห้งคงที่เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนและมวลระหว่างวัสดุกับอากาศจะเกิดขึ้นรอบๆ ผิววัสดุเท่านั้น ความร้อนจากอากาศร้อนจะถ่ายเทไปยังผิววัสดุโดยการนำความร้อนผ่านชั้นฟิล์มของก๊าซ วัสดุจะแพร่ความชื้นจากผิวผ่านชั้นฟิล์มของก๊าซไปยังอากาศร้อน และเมื่อผิวของวัสดุมีปริมาณน้ำลดลงมาก การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลจะเกิดขึ้นภายในเนื้อวัสดุโดยน้ำภายในวัสดุเคลื่อนที่มายังผิววัสดุในรูปของของเหลวหรือไอน้ำ แล้วระเหยเมื่อได้รับความร้อนจากอากาศร้อน การเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในวัสดุมายังผิวจะช้ากว่าการพาความร้อนจากผิวไปยังอากาศ ทำให้อัตราการอบแห้งลดลง ที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศคงที่ ความชื้นของวัสดุจะลดต่ำลงจนถึงจุดๆ หนึ่ง ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลง ที่จุดนี้ความดันไอของน้ำในวัสดุมีค่าเท่ากับความดันไอของอากาศที่อยู่รอบๆ ทำให้น้ำไม่สามารถระเหยออกจากวัสดุได้ เรียกความชื้นในขณะนั้นว่า “ ความชื้นสมดุล ”

2.3 การดูดซับ

สารดูดความชื้นมีอยู่ 2 ประเภท คือ สารดูดความชื้นของแข็งและสารดูดความชื้นของเหลว ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะสารดูดความชื้นที่เป็นของแข็ง (solid adsorbent หรือ desiccant) เท่านั้น และหลักการพื้นฐานของการลดความชื้นโดยวิธีการใช้ตัวดูดซับ

สารดูดความชื้นที่เป็นของแข็งหรือของเหลวมีกลไกในการทำงานคล้ายกัน คือ จะดูดซับไอน้ำในอากาศเมื่อความดันไอน้ำที่ผิวของสารดูดความชื้นมีค่าต่ำกว่าความดันไอน้ำของอากาศที่อยู่รอบๆ และจะคายไอน้ำให้อากาศเมื่อความดันไอน้ำที่ผิวของสารดูดความชื้นมีค่าสูงกว่าความดันไอน้ำของอากาศที่อยู่รอบๆ ความดันไอน้ำที่ผิวสารดูดความชื้นจะมีค่าสูงขึ้นตามปริมาณความชื้นที่ผิวของสารดูดความชื้นและอุณหภูมิของสารดูดความชื้นที่สูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.2

เมื่อ adsorbent ถูกนำไปสัมผัสกับก๊าซที่มีความชื้นสูง ความดันไอน้ำใน adsorbent มีแนวโน้มสู่จุดสมดุลกับความดันของไอน้ำบริเวณรอบๆ ก๊าซ น้ำจะถูกดึงออกจากก๊าซโดย adsorbent ทำให้ความชื้นของก๊าซลดลง มวลของน้ำที่ adsorbent ดึงออก ขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ของก๊าซเป็นส่วนใหญ่ (อัตราส่วนของความดันย่อยในก๊าซที่เกิดความดันออสโมตอ ฌ. อุณหภูมินั้นๆ) จากนั้น adsorbent จะอิ่มตัวเมื่อมาถึงจุดสมดุล ปริมาณน้ำที่ดูดซับโดย adsorbent ที่จุดนี้เรียกว่า “ ความจุสมดุล ” (equilibrium capacity) อัตราการดูดซับไอน้ำจะเป็นไปอย่างรวดเร็วเมื่อมีความแตกต่างของ

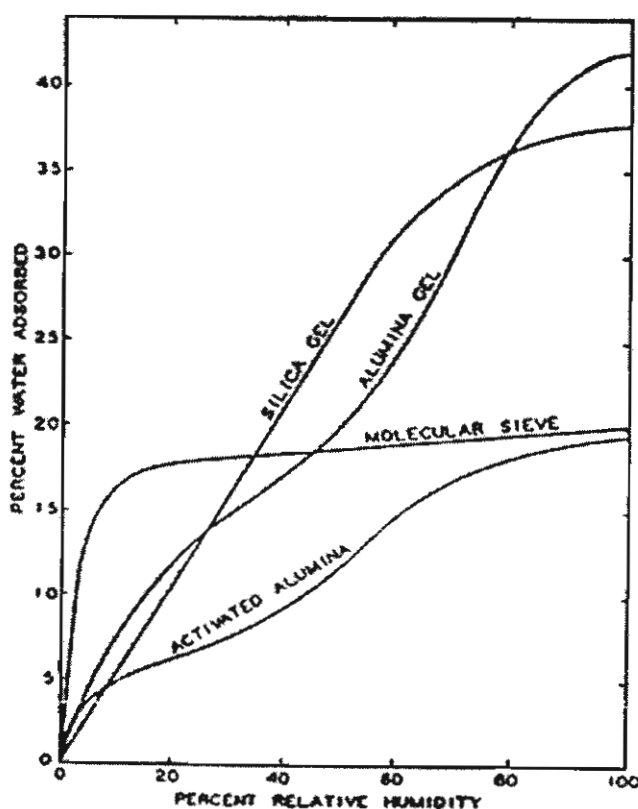


รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอน้ำกับปริมาณความชื้นในสารดูดความชื้น ที่อุณหภูมิต่างกัน (เกรือวัลย์)

ความดันไอน้ำระหว่างน้ำกับก๊าซและใน adsorbent ที่มากกว่า แต่ถ้าความแตกต่างนี้น้อยลงทำให้ อัตราการดูดซับลดลงด้วย และใช้เวลานานกว่าจะไปถึงจุดสมดุล

รูปที่ 2.3 แสดงจุดสมดุลของ adsorbent ซึ่งเป็นการแสดงปริมาณของน้ำที่ดูดซับโดย adsorbent สัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งแสดงข้อมูลสมดุลของ adsorbent หลายชนิด โดยซิลิกาเจลและ alumina gel มีความชื้นสูงที่ความชื้นสัมพัทธ์สูง และ molecular sieve มีความจุสมดุลสูงที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จากข้อมูลนี้จะเห็นว่าไม่มี adsorbent ตัวใดที่จะใช้งานได้ทุกสภาวะเงื่อนไข

ตัวแปรที่มีผลกระทบต่อความจุของสารดูดซับประกอบไปด้วย ขนาดรูพรุน ปริมาตรของรูพรุน และพื้นที่ผิวของสารดูดซับ สารดูดซับแบบของแข็งที่ใช้โดยทั่วไปมีโครงสร้างรูพรุนเล็กมาก (submicroscopic dimension) ประมาณ $100-200 \times 10^{-12}$ meters มีพื้นที่ภายใน adsorbent มากถึง $1,000,000 \text{ m}^2/\text{kg}$ การดูดซับจะเกิดขึ้นที่ผิวของสารดูดซับ ซึ่งก๊าซและของแข็งสัมผัสซึ่งกันและกันที่ผิวสัมผัส (interface) และผลเนื่องจากแรงไฟฟ้าสถิตย์ (electrostatic) แรงวาเลนซ์ (valence) และแรงแวนเดอร์วาลส์ (van der waals) ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารที่ถูกดูดซับ (adsorbate) กับสารดูดซับ (adsorbent)



รูปที่ 2.3 เส้นโค้งสมดุลของไอน้ำ (เกร็ดวาล์)

Adsorbent เป็นสารดูดซับที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีในระหว่างกระบวนการดูดซับ adsorbent ของแข็งที่ใช้กันทั่วไป เช่น alumina, silica gel, activated bauxites และ activated charcoal พฤติกรรมของ adsorbent ส่วนมากจะดูดซับก๊าซบางชนิด และไอที่สามารถควบแน่นได้ เช่น ไอน้ำ ดังนั้นในสารผสมที่มีทั้งน้ำและไออินทรีย์ (organic vapors) สาร activated charcoal จะดูดซับเฉพาะไออินทรีย์ออกจากไอน้ำ สมบัติของสารดูดซับที่มีการดูดซับสารได้เฉพาะ

อย่างได้ถูกนำมาใช้กับวัสดุบางชนิดเพื่อดูดซับสิ่งที่ไม่ต้องการหรือสิ่งสกปรกออกจากไอน้ำหรือก๊าซผสม ในกรณีสารที่ถูกดูดซับออกจากส่วนผสมบางชนิดอาจจะเป็นสิ่งที่ต้องการ

กระบวนการของการดูดซับโดย adsorbent แบบของแข็งเป็นแบบย้อนกลับได้ โดยการให้ความร้อนกับสารดูดความชื้นเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของสารดูดความชื้นให้สูงขึ้นจนกระทั่งความดันไอน้ำที่สารดูดซับมีค่ามากกว่าความดันไอน้ำในบรรยากาศรอบๆ ไอน้ำจะระเหยออกจากสารดูดความชื้น ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนกับสารดูดความชื้นปกติอยู่ในช่วง 200-500 °F ซึ่งอุณหภูมิในช่วงนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีกับสารดูดความชื้น เมื่อสารดูดความชื้นเย็นตัวลงก็สามารถนำไปใช้ดูดซับได้ต่อไป กระบวนการไล่ความชื้นออกจากสารดูดความชื้น เรียกว่า regeneration สารดูดความชื้นแบบของแข็งสามารถใช้งานได้หลายพันครั้งโดยการนำกลับมา regeneration ใหม่อีกครั้ง

Adsorbent ที่ใช้ในระบบลดความชื้นควรมีลักษณะดังนี้

1. ลักษณะความดันไอที่เหมาะสมรวมไปถึงมีความสามารถในการดูดซับได้สูง
2. ความเสถียร คือ ไม่มีความเสียหายทางโครงสร้างหรือเคมีในขณะที่ใช้งานและต้องต้านทานความเปราะเปื้อนจากสิ่งที่ไม่บริสุทธิ์
3. ต้องมีสมบัติที่ไม่กัดกร่อน ไม่มีกลิ่น ไม่เป็นพิษ และไม่ติดไฟ
4. ควรมีความหนาแน่นสูงเพื่อหลีกเลี่ยงขนาดที่ใหญ่เกินไป
5. สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ด้วยวิธีให้ความร้อน
6. ควรจะหาได้ง่ายและราคาไม่แพงมาก

adsorbent บางชนิดดูดซับน้ำได้มากเมื่อเปรียบเทียบกับสารชนิดอื่นที่หน่วยมวลเท่ากัน การเลือก adsorbent ไปใช้งานสำหรับลดความชื้นในอากาศมีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณา เช่น อุณหภูมิขาเข้า ความชื้นขาเข้า จุดน้ำค้างที่ต้องการ และแหล่งให้ความร้อนสำหรับการ regeneration

2.4 การอบแห้งเมล็ดพืชโดยใช้สารดูดความชื้น

A.H. Al-Muhtaseb et al. [2]

ได้ศึกษาการดูดซับและการคายที่อุณหภูมิคงที่ของแป้งมันฝรั่ง, แป้งที่มี amylopectin สูง และแป้งที่มี amylose สูง ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 30, 45, 60 °C โดยใช้เทคนิคการชั่งน้ำหนัก, ตัวอย่างที่ใช้ในทดลองจะถูกทำให้สมดุลโดยการใช้เครื่องมือดูดความชื้นซึ่งบรรจุสารละลายกรด Sulphuric ที่ความเข้มข้นต่างๆ และทราบค่า water activity (0.05-0.95) และมีการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ประมาณ 3 สัปดาห์ พบว่าความสามารถในการดูดซับของแป้งจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น และได้นำรูปแบบของสมการต่างๆมาวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผลการทดลอง พบว่ารูปแบบของ Peleg, Ferro-Fontan อธิบายได้ดีเมื่อข้อมูลอยู่ในในช่วง water activity 0.05-0.95

กิตติศักดิ์ วิธินันทกิตต์ [1]

ได้ทำการศึกษาการอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้เกลบเป็นตัวกลางในการดูดซับ เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างข้าวเปลือกและเกลบ อุณหภูมิและความชื้นเริ่มต้นของเกลบที่มีผลต่อระยะเวลาในการดูดซับและความชื้นสุดท้ายของเกลบและข้าวเปลือก ทำการทดลองในภาชนะหุ้มฉนวนที่ปิดสนิทเพื่ออบแห้งข้าวเปลือกจากความชื้นเริ่มต้นประมาณ 33% db อัตราส่วนระหว่างเกลบกับข้าวเปลือก 0.8, 1.5 และ 2.0 ต่อ 1 โดยปริมาตรโดยใช้เกลบความชื้นเริ่มต้น 12 %d.b. อุณหภูมิ 33⁰C และเกลบความชื้นประมาณ 1-5 % d.b. อุณหภูมิ 45, 60 และ 90 ⁰C พบว่าอุณหภูมิเริ่มต้นของเกลบสูงสามารถลดความชื้นของข้าวเปลือกได้เร็วกว่าการการใช้เกลบอุณหภูมิเริ่มต้นต่ำ เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงความชื้นของเกลบต่ำ จึงดูดซับได้ในปริมาณมากขึ้น ส่วนการอบแห้งที่อัตราส่วนผสมระหว่างเกลบกับข้าวเปลือกสูงสามารถอบแห้งได้เร็วกว่าที่อัตราส่วนผสมต่ำ เนื่องจากการเพิ่มปริมาณเกลบทำให้ความสามารถในการดูดซับความชื้นเพิ่มมากขึ้น และในการวิเคราะห์คุณภาพของข้าว คือ ร้อยละต้นข้าวกับความขาว พบว่า ระยะเวลาในการดูดซับไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละต้นข้าวและความขาว ส่วนที่อุณหภูมิเริ่มต้นของเกลบและอัตราส่วนระหว่างเกลบกับข้าวเปลือกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร้อยละต้นข้าวและความขาวในบางเงื่อนไขของการทดลอง

A.D. Roman-Gutierrez, et al. [4]

ได้ทำการศึกษาการดูดซับไอน้ำของแป้งสาลีอ่อน, แป้งสาลีแข็ง และส่วนประกอบของแป้งสาลี (starch, damaged starch, gluten, soluble pentosans, and insoluble pentosans) โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 ⁰C โดยควบคุมความดันบรรยากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ (10 – 95%) ซึ่งในการทดลองได้วัดผลของการเปลี่ยนแปลงมวลของแป้งเทียบกับเวลา ซึ่งอธิบายผลการทดลองที่ได้โดยใช้ exponential model ได้ค่า $R^2 \geq 0.994$ ส่วนผลการดูดซับน้ำของแป้งสาลีและส่วนประกอบของแป้งสาลีอธิบายโดยใช้ Guggenheim-Anderson-de Bore model ได้ค่า $R^2 \geq 0.997$ และผลการทดลองที่ได้สามารถทราบได้ว่าถ้าแป้งมีปริมาณ soluble pentosans สูงจะสามารถดูดซับน้ำได้ดีกว่าส่วนประกอบอื่นๆ

A. Ibarz, et al. [3]

ได้ทำการศึกษาการดูดซับน้ำของถั่ว ซึ่งได้ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 25 ⁰C โดยให้แรงดันที่ค่าต่างๆ คือ 275-690 MPa แก่เมล็ดถั่ว แล้วนำเมล็ดถั่วที่ได้รับแรงดันไปทำการทดลองหาค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ พบว่า ถั่วที่ไม่ได้รับแรงดันสามารถดูดซับน้ำได้ในปริมาณต่ำกว่าและเข้าสู่จุดสมดุลได้ช้ากว่าถั่วที่ที่ได้รับแรงดัน ส่วนถั่วที่ได้รับแรง พบว่ายิ่งแรงดันสูงความสามารถในการดูดซับยิ่งสูง และระยะเวลาในการเข้าสู่สมดุลเร็วขึ้น

บทที่ 3

การดำเนินการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาดัวแปรต่างๆ คือ ทดลองการอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้แ่งมันสำปะหลังและแกลบเป็นตัวกลางในการดูดซับ ซึ่งได้ทดลองอบแห้งข้าวเปลือกที่ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 33 %d.b. อุณหภูมิของข้าวเปลือก 30 °C โดยใช้ตัวดูดซับที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 30, 50 และ 70 °C ที่อัตราส่วนผสมระหว่างข้าวเปลือกกับตัวดูดซับ 1 ต่อ 0.3, 0.5 และ 0.7 โดยมวล (20: 6, 20: 10, 20: 14 kg) หลังจากอบแห้งได้ทำการทดสอบคุณภาพของข้าวเปลือกทางด้านกายภาพ ได้แก่ ร้อยละต้นข้าว และความขาว ซึ่งรายละเอียดของการทดลองมีดังนี้

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์การทดลอง

อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ได้พยายามไม่ให้มีผลกระทบจากอุณหภูมิแวดล้อมมาเกี่ยวข้องจึงหุ้มฉนวนหนาประมาณ 7 มิลลิเมตรรอบถังผสมเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนออกจากถัง ทำให้อุณหภูมิของของผสมระหว่างข้าวเปลือกและตัวดูดซับภายในถังมีค่าคงที่ โดยทำการทดลองในถังผสมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เมตร, ยาว 1 เมตร และฝาที่ใช้เปิด-ปิดถึงขนาด 25x25 เซนติเมตรเพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างข้อมูลและเพื่อใส่สายของเครื่องมือ Testo 625 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของของผสมภายในถัง

3.1.2 เครื่องมือวัดและข้อมูลที่ต้องการ

1. บันทึกผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในถังผสมโดยใช้เครื่องมือ Testo 625 (วัดความชื้นสัมพัทธ์ อ่านได้ละเอียด 0.01 % และอุณหภูมิ อ่านได้ละเอียด 0.1 %)

2. น้ำหนักของข้าวเปลือกและตัวดูดซับก่อนทำการลดความชื้น ใช้เครื่องชั่ง 35 kg (อ่านได้ละเอียด 0.1 กรัม) และน้ำหนักของข้าวเปลือกและตัวดูดซับ หลังทดลองเพื่อหาความชื้นของข้าวเปลือกและตัวดูดซับ โดยใช้เครื่องชั่งดิจิตอล(รับน้ำหนักได้สูงสุด 3100 กรัม และอ่านได้ละเอียด 0.01 กรัม)

3. การกะเทาะเปลือกข้าวซึ่งหลังจากกะเทาะจะได้ข้าวกล้อง ใช้เครื่องกะเทาะ SATAKE THU 35A

4. การขัดขาวเพื่อให้ได้ข้าวสารใช้เครื่อง SATAKE MODEL TM-50

5. การคัดแยกปลายข้าวใช้เครื่อง SATAKE MODEL 05A

6. วัดความขาวของข้าวสารใช้เครื่อง KETT WHITENESS METER

3.2 การเตรียมข้าวเปลือกและแป้งในการทดลอง

3.2.1 การเตรียมข้าวเปลือก

1. นำข้าวเปลือกที่จะทำการทดลองมาหาวลแห้ง โดยนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

2. คำนวณหาน้ำหนักน้ำที่ต้องใช้คลุกเคล้ากับข้าวเปลือก แล้วนำข้าวเปลือกที่จะทำการทดลองทั้งหมดมาผสมกับน้ำที่คำนวณไว้เพื่อให้ได้ความชื้นตามเงื่อนไข คือ $33\%\text{d.b.}$ เมื่อผสมเสร็จแล้วนำไปเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิ $2-3^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 3 วัน

3. ก่อนการทดลองต้องนำข้าวเปลือกมาผึ่งไว้ในอากาศแวดล้อมจนอุณหภูมิของข้าวเปลือกเท่ากับอุณหภูมิแวดล้อมจึงนำไปทดลอง

3.2.2 การเตรียมตัวดูดซับ

จากเงื่อนไขการทดลอง ต้องใช้ตัวดูดซับที่อุณหภูมิแวดล้อมซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทันทีตามอัตราส่วนของข้าวเปลือกกับตัวดูดซับ คือ 1: 0.3, 1:0.5 และ 1: 0.7 โดยมวล (20: 6, 20: 10, 20: 14 กิโลกรัม)

ส่วนอุณหภูมิเริ่มต้นของตัวดูดซับที่ 50 และ 70°C ต้องนำไปชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนของข้าวเปลือกกับตัวดูดซับ จากนั้นนำไปเข้าตู้อบที่ตั้งอุณหภูมิไว้ตามเงื่อนไข ประมาณ 24 ชั่วโมง

3.3 วิธีการทดลอง

1. นำข้าวเปลือกที่ผ่านการทำความสะอาดขึ้นมาสั่งน้ำหนัก 20 kg
 2. นำข้าวเปลือกและตัวดูดซับมาผสมกันตามเงื่อนไขการทดลอง
 3. วัดค่า $\%RH$ และ อุณหภูมิเริ่มต้นของของผสม แล้วเปิดเครื่องให้ถึงหมุนเพื่อให้ข้าวเปลือกกับตัวดูดซับผสมกันอย่างทั่วถึง

4. เมื่อถึงเวลาที่กำหนดคือ 10 20 30 40 50 นาทีและหลังจากนั้นอีกทุกๆ 1 ชั่วโมง จนกระทั่งครบ 12 ชั่วโมง ทำการวัดค่า $\%RH$ และ อุณหภูมิเริ่มต้นของของผสม เก็บตัวอย่างข้าวเปลือกและตัวดูดซับซึ่งส่วนหนึ่งนำไปหาความชื้นหลังการดูดซับ และอีกส่วนนำไปผึ่งจนกระทั่งความชื้นเหลือ $16\%\text{db}$ เพื่อนำไปทดสอบหาคุณภาพการสีข้าว จากนั้นนำของผสมมาแยกออกจากกันโดยใช้เครื่องเขย่าตะแกรงร่อนมาตรฐาน (sieve analyzer)

3.4 การหาความชื้นของข้าวเปลือกและตัวดูดซับ

การหาความชื้นของข้าวเปลือกและตัวดูดซับ

1. นำตัวอย่างของเมล็ดข้าวเปลือกและแป้งที่เก็บตามเวลาต่างๆ ใส่ในกระป๋องหาความชื้น ตัวอย่างละ 3 กระป๋อง กระป๋องละ 10 กรัม สำหรับข้าวเปลือก และ 5 กรัม สำหรับแป้ง
2. นำกระป๋องทั้งหมดใส่ในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง
3. นำกระป๋องที่ผ่านการอบแห้งไปชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือกและตัวดูดซับ

3.5 การทดสอบคุณภาพการสีข้าว

3.5.1 ร้อยละต้นข้าว

ตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกที่จะใช้ทดสอบหาคุณภาพต้องมีความชื้นต่ำกว่า 16 %d.b. ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำตัวอย่างข้าวเปลือกไปแยกข้าวสับออกโดยใช้เครื่องสูบลม (aspriator) จากนั้นนำตัวอย่างข้าวเปลือกที่แยกข้าวสับออกแล้วไปชั่งน้ำหนัก ตัวอย่างละ 250 กรัม
2. นำข้าวเปลือกเข้าเครื่องกะเทาะเปลือก (satake) เพื่อแยกแกลบและข้าวกล้องออกจากกัน จากนั้นนำข้าวกล้องไปชั่งน้ำหนัก
3. นำข้าวกล้องเข้าเครื่องขัดขาว เป็นเวลา 1.30 นาที เพื่อแยกรำออกจะได้ข้าวสาร จากนั้นนำข้าวสารที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก
4. นำข้าวสารไปแยกขนาดด้วยเครื่องคัดขนาดข้าว เพื่อแยกข้าวเต็มเมล็ดและข้าวหักออกจากกัน จากนั้นนำข้าวเต็มเมล็ดไปชั่งน้ำหนัก

นำน้ำหนักข้าวที่ชั่งได้มาคำนวณหา ร้อยละต้นข้าว ข้าวหัก รำ แกลบ และร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์ ได้ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละต้นข้าว} = \frac{\text{มวลข้าวสารเต็มเมล็ด}}{\text{มวลข้าวเปลือก}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละข้าวหัก} = \frac{\text{มวลข้าวสาร} - \text{มวลข้าวสารเต็มเมล็ด}}{\text{มวลข้าวเปลือก}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละรำ} = \frac{\text{มวลข้าวกล้อง} - \text{มวลข้าวสาร}}{\text{มวลข้าวเปลือก}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละแกลบ} = \frac{\text{มวลข้าวเปลือก} - \text{มวลข้าวกล้อง}}{\text{มวลข้าวเปลือก}} \times 100$$

$$\text{ร้อยละต้นข้าวสัมพัทธ์} = \frac{\text{ร้อยละต้นข้าวที่ได้จากการอบแห้ง}}{\text{ร้อยละต้นข้าวอ้างอิง}} \times 100$$