

การอบแห้งผลไม้โดยใช้วิธีออสโมติก ดีไฮเดรชัน

มารีนา มะหนิ

อาจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

การอบแห้งผลไม้โดยใช้วิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการอบแห้งผลไม้ เพื่อให้ได้ผลไม้ที่มีลักษณะเป็นธรรมชาติ โดยไม่ปรุงแต่งให้รส กลิ่น และสี ผิดไปจากเดิมมากนัก การอบแห้งผลไม้โดยวิธีนี้สามารถใช้ได้กับผลไม้แทบทุกชนิดเช่น กล้วย มะละกอ สับปะรด เป็นต้น พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบบต่อการอบแห้งโดยวิธีนี้คือ ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล อุณหภูมิของสารละลายน้ำตาล และเวลาที่ใช้ในการแช่ ซึ่งปัจจัยทั้งสามนี้จะมีผลกระทบโดยตรงต่อน้ำหนักที่ลดลงของผลไม้ คือ ถ้าใช้สารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง จะทำให้น้ำผลไม้ที่ออกมาได้มากกว่า การใช้สารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้นต่ำในช่วงเวลาที่เท่ากัน และถ้าใช้สารละลายน้ำตาลที่มีอุณหภูมิสูงก็จะเป็นตัวเร่งให้น้ำออกจากผลไม้ได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำจะออกจากผลไม้ได้ในอัตราที่สูงในช่วงแรก แต่เมื่อเวลาผ่านไปน้ำจะออกจากผลไม้ในอัตราที่ลดลง

Osmotic Dehydration of Fruit Drying

Marina Mani

Lecturer

Department of Mechanical Engineering

Faculty of Engineering, Ubonratchathani University

Abstract

Osmotic Dehydration is a method used in fruit drying so as to keep the natural look of fruit with almost unchanged its taste, smell and color. The method can be applied to almost every kind of fruit, for example, banana, papaya and pinepples. It is found that, according to this method, the factors affecting fruit drying by osmotic dehydration are sugar concentration, temperature and dipping time. Those three factors have direct effect on weight reduction of fruit. That is, with the same period of time, the higher sugar concentration, the more juice dehydration and the higher temperature, the better the juice dehydrated. Moreover, it is found that at first juice is dehydrated in high ratio and after that, the amount of juice dehydrated reduces.

คำนำ

ผลไม้ในประเทศไทยมีมากมายหลายชนิดทั้งที่ออกตามฤดูกาลและออกมาทั้งปี การบริโภคของคนไทยนิยมผลไม้สด แต่ในบางครั้งผลไม้ที่ออกมามีมากจนบริโภคไม่ทัน ประกอบกับคนไทยมีนิสัยช่างคิดช่างดัดแปลงจึงได้นำผลไม้มาแปรรูปในวิธีการต่างๆ เพื่อที่จะได้เก็บรักษาไว้บริโภคนอกฤดูกาลของผลไม้เหล่านั้น

วิธีการที่นิยมนำมาแปรรูปผลไม้หลายวิธีเช่น การดองเปรี้ยว การเชื่อม การฉาบ การเชื่อม การทำผลไม้กระป๋อง การกวน การตากแห้ง การทำไวน์ การทำแยม เป็นต้น

ดังนั้นทำอย่างไรที่จะมีผลไม้ที่เป็นธรรมชาติของมันโดยแท้จริง จึงได้มีผู้คิดทำและเสนอวิธีการอบแห้งผลไม้โดยใช้วิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ทฤษฎีเกี่ยวกับการอบแห้งผลไม้โดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน

กระบวนการออสโมติก สามารถจัดน้ำออกจากสารละลายเจือจางโดยผ่านเยื่อเลือกผ่าน (semipermeable membrane) สู่สารละลายที่เข้มข้น น้ำจากสารละลายเจือจางจะลอดผ่านเยื่อเลือกผ่านไปยังสารละลายเข้มข้น จนกระทั่งน้ำอยู่ในสภาวะที่สมดุลระหว่างสารละลายทั้งสอง ทั้งนี้สารตัวถูกละลายจะไม่สามารถลอดผ่านเยื่อเลือกผ่านไปได้ หรือลอดผ่านไปได้บ้างแต่เป็นไปได้อย่างช้าๆ เท่านั้น ดังนั้นผลที่เกิดจากกระบวนการนี้คือ น้ำจะเคลื่อนที่จากสารละลายเจือจางไปยังสารละลายที่เข้มข้นกว่าเป็นส่วนใหญ่

การถ่ายเทด้วยกระบวนการออสโมติกใช้กับผลไม้ได้เพราะว่า ในผลไม้จะมีน้ำตาลและตัวถูกละลายอื่นๆ อยู่ในสารละลายเจือจาง โครงสร้างของเซลล์ทำหน้าที่คล้ายเยื่อเลือกผ่านที่ยอมให้น้ำซึมผ่านไปได้

Ponting และคณะ ได้อธิบายวิธีการอบแห้งผลไม้โดยวิธีการออสโมติกไว้ โดยวิธีนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะนำผลไม้มาอบแห้งหรือลดความชื้นของผลไม้ลงเพื่อที่จะได้เก็บรักษาไว้ได้นานของผลไม้แห้งอาจจะนำมารับประทานเป็นอาหารว่างก็ได้

วิธีการอบแห้งผลไม้โดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ออสโมติกดีไฮเดรชัน เป็นขั้นตอนที่นำผลไม้ที่ต้องการอบแห้งมาแช่ในสารละลายน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง เนื่องจากความเข้มข้นของภายนอกสูงกว่าความเข้มข้นของน้ำตาลภายใน

- ในผลไม้และปริมาณน้ำผลไม้มีเปอร์เซ็นต์มากกว่าภายนอก เมื่อน้ำผลไม้มาแช่ลงในน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูง น้ำจากผลไม้จะเคลื่อนที่ออกมาสู่สารละลายน้ำตาลผ่านเยื่อเลือกผ่านเป็นผลให้ปริมาณน้ำภายในผลไม้ลดลงจากเดิมหรือความชื้นลดลงจากเดิม ทำให้มีความแห้งมากขึ้น น้ำตาลจากภายนอกจะเข้าไปในผลไม้บ้างแต่ก็เป็นไปได้อย่างช้าๆ
2. **การอบแห้ง** เป็นขั้นตอนหลังจากผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันแล้ว ซึ่งน้ำหนักของผลไม้จะลดลงส่วนหนึ่ง (ปริมาณน้ำออกจากผลไม้ทำให้น้ำหนักลดลง) ต่อมาน้ำผลไม้มาอบให้แห้งมากขึ้นจนสามารถเก็บรักษาไว้ได้ในขั้นที่ปลอดภัย การอบแห้งขั้นตอนนี้สามารถทำได้หลายวิธีเช่น การตากแดด การอบด้วยเครื่องอบแบบต่างๆ เช่น เครื่องอบแห้งแบบตู้ แบบลูโมงค์ แบบสายพาน หรือใช้ตู้อบไมโครเวฟ เป็นต้น

วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการอบแห้งผลไม้โดยวิธีการออสโมติกดีไฮเดรชัน

ขั้นตอนและกระบวนการ

กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน เป็นกระบวนการสำคัญในการนำน้ำออกจากผลไม้ ทำให้น้ำในผลไม้ลดลง มีความแห้งมากขึ้น ก่อนที่จะนำไปสู่กระบวนการอบแห้งต่อไป

รายละเอียดของกระบวนการออสโมติก ดีไฮเดรชัน คือ

- 1) ปอกและหั่นผลไม้ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ นำมาชั่งจำนวนปริมาณหนึ่ง บันทึกผลไว้เป็นน้ำหนักเริ่มต้น
- 2) สร้างสภาวะที่มีตัวแปรต่างๆ มากเกี่ยวข้อง ดังนี้

Brix, %	Temp , °C	Time, hr
50	Room (24-27)	2, 4, 6, 8, 10
	40	2, 4, 6, 8, 10
	50	2, 4, 6, 8, 10
60	Room (24-27)	2, 4, 6, 8, 10
	40	2, 4, 6, 8, 10
	50	2, 4, 6, 8, 10
70	Room (24-27)	2, 4, 6, 8, 10
	40	2, 4, 6, 8, 10
	50	2, 4, 6, 8, 10

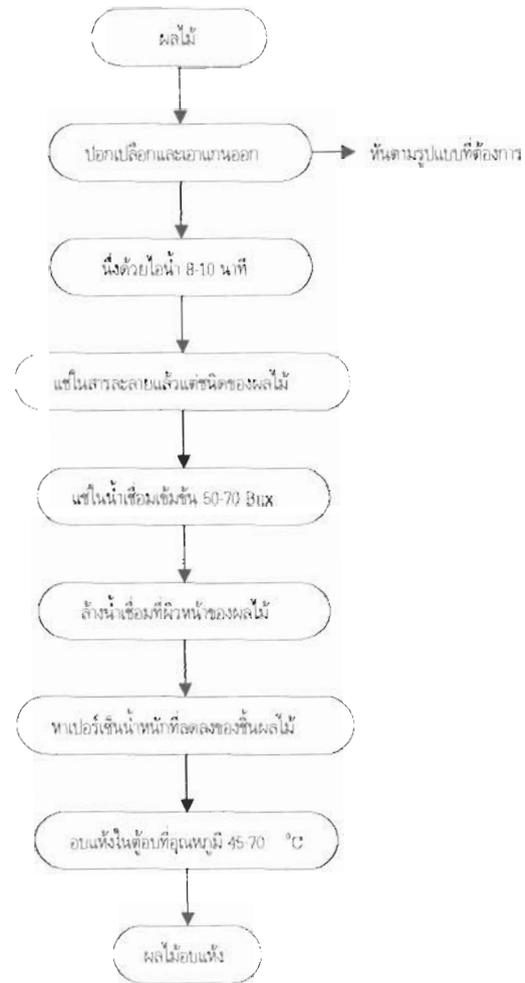
- 3) นำชิ้นผลไม้หนึ่งด้วยไอน้ำประมาณ 8-10 นาที
- 4) นำชิ้นผลไม้แช่ในน้ำเกลือเข้มข้น 4% หรือสารละลายของกรดซิตริก 4% ประมาณ 5 นาที (สำหรับกล้วย) หรือแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 12 ชั่วโมง (สำหรับสับปะรด) เพื่อที่จะรักษาผิวของชิ้นผลไม้ก่อนที่จะแช่ลงในสารละลายน้ำตาล
- 5) นำชิ้นผลไม้แช่ในสารละลายน้ำตาลเข้มข้นตามที่กำหนดไว้ ซึ่งวางอยู่ในเครื่องควบคุม (water bath) มี Thermostat เป็นตัวควบคุมอุณหภูมิตามที่กำหนดไว้
- 6) เมื่อแช่ได้ตามเวลาที่กำหนดไว้ เอาชิ้นผลไม้ออกจากสารละลายน้ำตาล นำมาล้างด้วยน้ำเพื่อชะล้างเอาน้ำตาลออกจากผิวของชิ้นผลไม้
- 7) ทำชิ้นผลไม้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำมาชั่งน้ำหนักที่เหลืออยู่เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของน้ำหนัก (percent weight reduction)
- 8) หลังจากผ่านขั้นตอนออสโมติกดีไฮเดรชันแล้ว ต่อไปเป็นขั้นตอนการอบแห้ง โดยการนำชิ้นผลไม้เข้าตู้อบซึ่งควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วง 40-70°C จนความชื้นลดลงได้ตามที่ต้องการ บันทึกเวลาที่ใช้ในการอบแห้งในตู้อบ

ขั้นตอนของกระบวนการอบแห้งโดยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 1

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิจัยนี้ได้ทำการทดลองอบแห้งผลไม้โดยวิธีการออสโมติกดีไฮเดรชัน โดยใช้กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้ที่ทดลองจะพบว่า ในขั้นตอนออสโมติกดีไฮเดรชันนั้นมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องคือ

1. **ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล** พบว่าถ้าใช้ความเข้มข้นของสารละลายต่างกัน ในช่วงเวลาที่เท่ากัน ปริมาณน้ำที่ออกจากผลไม้ไม่เท่ากัน เช่น ที่อุณหภูมิของสารละลายน้ำตาล 50°C เวลาที่ใช้แช่ 10 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล 70 Brix มากกว่าที่ความเข้มข้น 50 และ 60 Brix เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลกับความเข้มข้นของน้ำในชิ้นผลไม้มีค่าสูงสามารถดึงน้ำออกจากชิ้นผลไม้ได้มากกว่า ดังแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนของกระบวนการอบแห้งโดยวิธีการออสโมติก ดีไฮเดรชัน

ตารางที่ 1

ค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียที่ความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายน้ำตาล (เวลาที่ใช้ในการแช่ 10 ชั่วโมง)

Sugar Concentration , Brix	24 °C	40°C	50°C
50	6.62%	8.00%	14.00%
60	11.80%	12.85%	15.40%
70	14.90%	17.43%	22.00%

2. **อุณหภูมิของสารละลายน้ำตาล** พบว่าที่อุณหภูมิของสารละลายน้ำตาลสูงๆ น้ำจะออกจากชิ้นผลไม้ได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำๆ เนื่องจากสารละลายน้ำตาลที่อุณหภูมิสูงจะเป็นตัวเร่งให้น้ำออกจากชิ้นผลไม้ได้เร็วและมาก เช่นที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล 70 Brix เวลาที่ใช้แค่ 10 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียที่อุณหภูมิของสารละลายน้ำตาล 50°C มากกว่าที่อุณหภูมิ 24 และ 40°C ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียที่อุณหภูมิต่างๆ ของสารละลายน้ำตาล

(เวลาที่ใช้แค่ 10 ชั่วโมง)

Sugar Temperature, °C	50 Brix	60 Brix	70 Brix
50	6.62%	11.80%	14.90%
60	8.00%	12.85%	17.43%
70	14.00%	15.40%	22.00%

3. **เวลาที่ใช้แค่** พบว่าถ้าใช้เวลาแช่นานน้ำจะออกจากชิ้นผลไม้ได้มากขึ้นโดยในช่วงแรกๆ น้ำจะออกมาในอัตราสูง พอเวลาผ่านไปปริมาณน้ำจะออกมาในอัตราที่ต่ำจนน้ำเข้าสู่สภาวะสมดุล เช่นที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล 70 Brix ที่อุณหภูมิ 50°C เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียที่ใช้เวลาในการแช่ 10 ชั่วโมง จะมากกว่าที่ 2 4 6 และ 8 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

ค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียที่เวลาต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการแช่

(อุณหภูมิ 50 °C)

Time, hr	50 Brix	60 Brix	70 Brix
2	5.53%	8.00%	12.00%
4	9.00%	12.23%	17.91%
6	9.85%	14.00%	20.25%
8	11.20%	14.82%	21.87%
10	14.00%	15.40%	22.00%

เมื่อนำชิ้นผลไม้ที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันแล้ว นำมาอบในตู้อบแห้ง อุณหภูมิ 65°C พบว่าชิ้นผลไม้ที่แช่ในสารละลายน้ำตาลเข้มข้น 70 Brix เวลาที่ใช้แช่ 10 ชั่วโมงจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าชิ้นผลไม้ที่ใช้เวลาในการแช่สารละลายน้ำตาล 8 6 4 และ 2 ชั่วโมง โดยอบแห้งให้เหลือความชื้นสุดท้าย 23% dry basis เนื่องจากชิ้นผลไม้ที่ใช้เวลาในการแช่นานจนน้ำที่ออกจากชิ้นผลไม้เข้าสู่ภาวะสมดุล ทำให้เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่สูญเสียไปมีมากหรือค่าความชื้นในชิ้นผลไม้ลดน้อยลงมากแล้ว ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4

เวลาที่ใช้ในการอบแห้งของชิ้นผลไม้ที่เวลาต่างๆ ในการแช่

(ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาล 70 Brix อุณหภูมิ 65 °C)

Time, hr	Drying Time, hr
2	6.18
4	6.67
6	6.10
8	4.55
10	4.15

ตารางที่ 5

เปรียบเทียบผลของการอบแห้งผลไม้ชนิดต่างๆ ที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันและไม่ผ่านกระบวนการออสโมติก ดีไฮเดรชัน

Condition	Banana		Mango		Apple	
	non treated	treated	non treated	treated	non treated	treated
Water Content, % (kg/kg of dry matter)	27	27	28	28	23	23
Drying Time, hr	9	8	8	5	5	4
Weight End Producted, kg	6.25	13.15	4.92	11.36	3.17	9.07
Total Energy Consumption, (kg/kg end producted)	16700	7200	22200	5500	23000	4900

ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการอบแห้ง

จากการทดสอบชิ้นกล้วย ชิ้นมะม่วง และชิ้นแอปเปิล ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งให้เหลือความชื้นสุดท้าย 27 28 และ 23% dry basis ตามลำดับ พบว่า เวลาที่ใช้ในการอบแห้งชิ้นกล้วยสด 9

ชั่วโมง และ 8 ชั่วโมงสำหรับชิ้นกล้วยที่ผ่านกระบวนการแช่ในสารละลายน้ำตาล เวลาที่ใช้ในการอบแห้งชิ้นมะม่วงสด 8 ชั่วโมง และ 5 ชั่วโมงสำหรับชิ้นมะม่วงที่ผ่านกระบวนการแช่ในสารละลายน้ำตาล เวลาที่ใช้ในการอบแห้งชิ้นแอปเปิลสด 5 ชั่วโมง และ 4 ชั่วโมงสำหรับชิ้นแอปเปิลที่ผ่านกระบวนการแช่ในสารละลายน้ำตาล เมื่อพิจารณาความสิ้นเปลืองพลังงาน (คิดเฉพาะขั้นตอนในตู้อบ) จะพบว่าชิ้นกล้วย ชิ้นมะม่วง และชิ้นแอปเปิลที่ผ่านกระบวนการแช่ในสารละลายน้ำตาลจะสิ้นเปลืองพลังงานน้อยกว่าที่ไม่ผ่านกระบวนการแช่ในสารละลายน้ำตาล โดยที่พิจารณาจากความสิ้นเปลืองพลังงานในเทอมของปริมาณผลิตภัณฑ์สุดท้าย (kJ/kg end product) เช่น ความสิ้นเปลืองพลังงานของชิ้นกล้วยที่ไม่ผ่านกระบวนการแช่ในสารละลายน้ำตาลจะมากกว่าชิ้นกล้วยที่ผ่านการแช่ในสารละลายน้ำตาล 2.3 เท่า ดังแสดงในตารางที่ 5

สรุปผล

1. กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน มีปัจจัยที่สำคัญสำหรับเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของผลไม้ที่ ลดลงคือ
 - 1.1 ถ้าใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลสูง จะทำให้น้ำออกจากชิ้นผลไม้ได้มากขึ้น กว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลต่ำ ในช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการแช่เท่ากัน อุณหภูมิเดียวกัน
 - 1.2 ถ้าใช้อุณหภูมิของสารละลายน้ำตาลสูง จะทำให้น้ำออกจากผลไม้ได้มากขึ้น เป็นการลดระยะเวลา ในการแช่ในสารละลายน้ำตาล แต่ถ้าใช้อุณหภูมิสูงเกินไปอาจไปทำลาย คุณภาพของเนื้อผลไม้ได้
 - 1.3 ถ้าใช้เวลาในการแช่ชิ้นผลไม้ในสารละลายน้ำตาลนาน น้ำจากผลไม้จะออกมาได้มากขึ้น โดยในช่วงแรกๆ น้ำจะออกมามากในอัตราที่สูง พอเวลาผ่านไปปริมาณน้ำจะออกมาในอัตราที่ลดลง จนน้ำเข้าสู่สภาวะสมดุล
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการแช่ชิ้นผลไม้ในสารละลายน้ำตาลมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง คือถ้าระยะเวลาที่ใช้ในการแช่มากจะทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อย
3. ความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการอบแห้งชิ้นผลไม้ที่ผ่านกระบวนการ ออสโมติกดีไฮเดรชัน จะต่ำกว่าที่ไม่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน

บรรณานุกรม

- [1] Cruess, W.V., **Commercial Fruit and Vegetable Oproduct**, 4th ed. McGraw-Hill Book Co., New York, 1985.
- [2] Daisy E., Tanafranca, Lolita G., Angles and Lourdes B., Farre, **Dehydration and Sugar Preservation of Fruits and Vegetable**, 1983.
- [3] Fakas, D.F. and Lazer, M.E., **Osmotic Dehydration of Apples Pieces.**, Food Technology 23(5), 90, 1969.
- [4] Girod, J.F., Collignan, A., Themelin, A. and Raoult-Wack A.L., **Energy Study of Food Processing on Osmotic Dehydration and Air Drying.** Proceeding of International Agricultural Engineering Conference and Exhibition, Bangkok, Thailand, pp. 1355-1361, 1990.
- [5] Ponting, J.D., Watters, G.G., Forcy, R.R., Jackson, R. and Stanley, W.L., **Osmotic Dehydration of Fruits**, Food Technology 20(10), 125, 1966.