# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การแปรรูปผลไม้อบแห้งส่วนมากมักจะกระทำโดยผ่านกระบวนการทำแห้งแบบออสโม-ติกแล้วตามด้วยการทำแห้งด้วยลมร้อน กระบวนการทำแห้งแบบออสโมติกเป็นการแปรรูปเบื้องต้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณน้ำบางส่วนในผลไม้โดยที่น้ำไม่มีการเปลี่ยนสถานะ ทำได้โดยการแช่ชิ้นผลไม้ลงในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงหรือมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ต่ำ เช่น สารละลายซูโครส เกลือ กลีเซอรอล เป็นต้น สารละลายเหล่านี้เรียกว่าสารละลายออสโมติกและทำให้สภาวะของระบบเกิดความแตกต่างของวอเตอร์โพเทนเชียลระหว่างภายในเนื้อเยื่อผลไม้กับสารละลายภายนอก ทำให้แรงขับดันต่อการถ่ายเทมวลของน้ำในเนื่อเยื่อผลไม้ น้ำจะแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ออกมายังสารละลายภายนอก อัตราการแพร่ของน้ำซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติกจึงขึ้นอยู่กับความต้านทานต่อการถ่ายเทมวลของน้ำ ความต้านทานดังกล่าวถูกควบคุมด้วยสภาพซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane permeability) ดังนั้น การเพิ่มประสิทธิภาพการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์จึงเป็นการเพิ่มอัตราการแพร่ของน้ำ และประสิทธิภาพของกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติกด้วย การทำให้สภาพการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์เพิ่มขึ้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ความร้อน การใช้ความดันสูง การใช้สารเคมี การใช้คลื่นเสียงกำลังสูงผ่านความถี่อัลตร้าโซนิค และการใช้สนามไฟฟ้ากระตุ้นเป็นจังหวะ (pulsed electric field, PEF) เป็นต้น

เมื่อเซลล์ในผลไม้อยู่ในสนามไฟฟ้าที่มีความเข้มสูง สนามไฟฟ้าดังกล่าวจะเหนี่ยวนำให้เกิดศักย์ไฟฟ้าข้ามเยื่อหุ้มเซลล์ (trans-membrane potential) ถ้าศักย์ไฟฟ้าข้ามเยื่อหุ้มเซลล์มีค่าสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าวิกฤติของเยื่อหุ้มเซลล์ จะทำให้เยื่อหุ้มเซลล์สูญเสียหน้าที่ และสภาพการซึมผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์จะสูงขึ้น ส่งผลทำให้อัตราการถ่ายเทมวลสูงขึ้น โดยทั่วไปการแปรรูปอาหารที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาศัยเทคนิคนี้ต้องมิให้เกิดความร้อนขึ้นเพื่อรักษาคุณค่าทางอาหารไว้ ซึ่งทำได้โดยการกระตุ้นให้เกิดสนามไฟฟ้าเป็นจังหวะและการกระตุ้นจะอยู่ในช่วงเวลา $10^{-4}$ ถึง $10^{-1}$ วินาที มีงานวิจัยที่นำ PEF มาประยุกต์เพื่อเตรียมขั้นต้น และเพิ่มอัตราการถ่ายเทมวลในกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติกของผลไม้หลายชนิด เช่น แครอท (Rastogi *et al*., 1999; Amami *et al*., 2007) มะม่วง (Tedjo *et al*., 2002) ) พริกหยวก (Ade-Omowaye *et al*., 2002; 2003) และแอปเปิล (Amami *et al*., 2006) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาในแอปเปิล (Amami *et al*., 2007) พบว่า เมื่อใช้ PEF กระตุ้นเพื่อทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ องค์ประกอบภายในเซลล์จะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่นอกเซลล์ และปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างสารประกอบฟีนอลและเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase, PPO) จะเกิดขึ้นทันที ส่งผลให้แอปเปิลเกิดสีน้ำตาลซึ่งเป็นลักษณะปรากฏที่ไม่ต้องการ แนวทางหนึ่งในการลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ คือ การใช้กรดแอสคอร์บิค ซึ่งเป็นสารประกอบรีดิวส์ซิงชนิดหนึ่ง โดยการผลักดันให้กรดแอสคอร์บิคเข้าไปแทนที่อากาศที่แทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular spaces) ในเนื้อเยื่อของแอปเปิลด้วยวิธีทางกายภาพ เช่น vacuum impregnation (VI) หรือ vacuum infusion ในสารละลายกรดแอสคอร์บิค หากพิจารณาด้านสรีรวิทยาของเนื้อเยื่อแอปเปิลที่แก่เต็มที่จะพบว่าเซลล์จะแยกห่างออกจากกันมากขึ้นตามแนวรัศมี ทำให้แอปเปิลเป็นผลไม้ที่มีช่องว่างระหว่างเซลล์มากโดยเทียบเป็นค่าสัดส่วนความพรุนได้ประมาณร้อยละ 20 ถึง 25 (Salvatori *et al.,* 1998) ซึ่งคาดว่าสูงเพียงพอที่จะส่งผลให้กรดแอสคอร์บิคทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม กระบวนการทำแห้งแบบออสโมติกเป็นเพียงการช่วยลดปริมาณน้ำในผลไม้ได้บางส่วนเท่านั้น ผลิตภัณฑ์ที่ยังมีความชื้นสูงอยู่และอายุการเก็บรักษาสั้นจึงมีความจำเป็นต้องนำผลไม้ไปลดความชื้นต่อด้วยวิธีทำแห้งอื่นๆ เพื่อลดปริมาณน้ำให้เหลืออยู่ในระดับที่ปลอดภัยและอายุการเก็บรักษานานมากขึ้น เช่น การทำแห้งด้วยลมร้อน

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการเพิ่มอัตราการถ่ายเทมวลในกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติกด้วยการประยุกต์ใช้สนามไฟฟ้าความเข้มสูงกระตุ้นเป็นจังหวะสำหรับเตรียมขั้นต้นแอปเปิล และการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลในแอปเปิลที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นด้วยสนามไฟฟ้าความเข้มสูงกระตุ้นเป็นจังหวะโดยใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิคร่วมกับการแทรกซึมภายใต้สภาวะสุญญากาศ รวมทั้ง

ผลของกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติกต่อการทำแห้งด้วยลมร้อน และคุณภาพของแอปเปิลอบแห้ง ผลจากการศึกษามีประโยชน์ในการนำไปพัฒนาการผลิตผลไม้แช่อิ่มอบแห้งให้มีประสิทธิภาพและปราศจากการใช้สารเคมีประเภทซัลเฟอร์ในการปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อศึกษาผลของสารละลายกรดแอสคอร์บิคและเวลาในการแช่ต่อการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลในแอปเปิลที่ผ่านการเตรียมด้วยสนามไฟฟ้าความเข้มสูงกระตุ้นเป็นจังหวะ
2. เพื่อศึกษาผลของความเข้มสารละลายซูโครส อุณหภูมิ และความเข้มของสนามไฟฟ้ากระตุ้นเป็นจังหวะต่อประสิทธิภาพของการออสโมซิสในแอปเปิล และหาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติก
3. เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนความชื้นและอัตราการทำแห้งของแอปเปิลระหว่างการทำแห้งด้วยเทคนิคการทำแห้งลมร้อนแบบถาด และคุณภาพด้านสีและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของแอปเปิลหลังการทำแห้ง

**1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. สามารถยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลในแอปเปิลที่ผ่านการเตรียมด้วยสนามไฟฟ้าความเข้มสูงกระตุ้นเป็นจังหวะ
2. ได้สภาวะที่เหมาะสมของแอปเปิลในกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติก
3. ได้สภาวะที่เหมาะสมและข้อมูลคุณภาพทางกายภาพในการทำแห้งแอปเปิลด้วยการทำแห้งด้วยลมร้อนแบบถาด
4. สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์แอปเปิลอบแห้ง
5. ใช้เป็นแนวทางการผลิตแอปเปิลอบแห้งให้มีประสิทธิภาพ และจำหน่ายในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

**1.4 ขอบเขตงานวิจัย**

ทำการศึกษาการยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาลในแอปเปิลพันธุ์ฟูจิที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นด้วยสนามไฟฟ้าความเข้มสูงกระตุ้นเป็นจังหวะก่อนการทำแห้งแบบออสโมติก โดยศึกษาผลของความเข้มข้นสารละลายกรดแอสคอร์บิคที่ระดับความเข้มข้น 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เวลาที่ใช้แช่ 3 4 และ 5 นาที และศึกษากลไกการถ่ายเทมวลของน้ำและของแข็งที่เกิดขึ้นหลังการแช่แอปเปิลต่อผลของสารละลายซูโครสที่ระดับความเข้มข้น 50 60 และ 70 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อุณหภูมิที่ใช้แช่ 30 40 และ 50 องศาเซลเซียส และความเข้มของสนามไฟฟ้ากระตุ้นเป็นจังหวะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

0.5 0.75 และ 1.0 กิโลโวลต์ต่อเซนติเมตร ในกระบวนการทำแห้งแบบออสโมติก โดยการวางแผนการทดลองแบบ central composite design (CCD) และคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคพื้นที่ตอบสนอง (response surface methodology, RSM) และศึกษาผลของอุณหภูมิที่ระดับ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียสต่ออัตราการทำแห้งแอปเปิลด้วยเครื่องทำแห้งลมร้อนแบบถาด และคุณภาพด้านสีและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ของแอปเปิลหลังการทำแห้ง เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตแอปเปิลอบแห้งให้มีคุณภาพและปราศจากการใช้สารเคมีประเภทซัลเฟอร์ในการปรับปรุงสีของผลิตภัณฑ์ และพัฒนาต่อไปในเชิงพาณิชย์ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved