



วิจารณ์ผลการทดลอง

6.1 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพของมะขามเปียกเพื่อ ใช้กำหนดช่วงของตัวแปรที่ศึกษา

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของมะขามเปียกจะเห็นได้ว่า ปริมาณความชื้นของมะขามเปียกจะแตกต่างกันไปโดยมีความชื้นเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 16.2 ถึง 24.9 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้จำหน่ายจะมีการเติมน้ำเข้าไปมากหรือน้อย เพื่อความสะดวกในการกำเป็นป็นสำหรับจำหน่ายและเพื่อให้ น้ำเกลือซึมเข้าไปในเนื้อมะขามได้ง่าย ปริมาณเกลือที่ใช้ก็แตกต่างกันไปตั้งแต่ร้อยละ 0.0 ถึงร้อยละ 1.14 การใส่เกลือในมะขามก็เพื่อให้สามารถเก็บรักษามะขามไว้ได้นานโดยไม่เปลี่ยนสี เนื่องจากเกลือเป็นสารถนอมอาหารและเป็นสารยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาล

6.2 การศึกษาชนิดของตัวทำลายและความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการวัดความเข้มของสีของมะขามเปียก

จากรูปที่ 11 และ 12 จะเห็นได้ว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้จากการสกัดสีในเนื้อมะขามเปียกมีค่ามากที่สุดที่ความยาวคลื่น 282 นาโนเมตร และค่าการดูดกลืนแสงที่มากที่สุดที่ความยาวคลื่นนี้ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนตัวทำลายที่ใช้สกัดสี

การที่ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้จากการสกัดสีในเนื้อมะขามมีค่ามากที่สุดที่ความยาวคลื่น 282 นาโนเมตรก็เพราะที่ความยาวคลื่นนี้เป็นความยาวคลื่นของ

5-hydroxy-methyl-furfural(26) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการสูญเสีย น้ำตาล

ในปฏิกิริยา browning ของมะขามเปียกโดยมีกรดอินทรีย์เป็นตัวเร่ง

6.3 การศึกษาผลของเกลือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และระยะเวลาเก็บต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะขามเปียก



6.3.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะขามเปียกทั้งทางเคมีและทางกายภาพ

จากตารางที่ 7 พบว่าตัวแปร A, B, และ C คือระยะเวลาการเก็บ ปริมาณเกลือ และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตามลำดับ มีผลต่อค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสีและมีอิทธิพลร่วมของตัวแปรเหล่านี้ แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสีที่ระดับของตัวแปรต่าง ๆ กัน ดังในตารางที่ 8 พบว่าความเข้มข้นของสีจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ การเพิ่มปริมาณเกลือและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระดับต่ำคือร้อยละ 0.5 และ 500 ppm. ตามลำดับไม่ทำให้ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสี (O.D 282) ต่างจากตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้ แต่การเพิ่มปริมาณเกลือและปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระดับที่สูงขึ้นคือร้อยละ 1.0 และ 1500 ppm. ตามลำดับจะทำให้ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้เนื่องจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใส่เข้าไปจะรวมตัวกับน้ำตาลในมะขามได้ sugar hydroxysulfonates การใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระดับต่ำจึงอาจมีน้ำตาลบางส่วนเหลืออยู่ ปริมาณน้ำตาลที่เหลืออยู่นี้สามารถเปลี่ยนเป็นสารสีน้ำตาลได้อย่างรวดเร็ว โดยผ่านกระบวนการ Maillard reaction หรือ caramelization และมีกรดอินทรีย์ในมะขามเป็นตัวเร่ง สาร sugar hydroxysulfonates เมื่อเก็บไว้นานจะสลายตัวได้น้ำตาลน้ำตาลที่ได้จากการสลายตัวนี้สามารถเปลี่ยนเป็นสารสีน้ำตาลได้ โดยผ่านกระบวนการดังกล่าวอีก การเพิ่มปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในระดับสูง 1500 ppm. มีผลทำให้สาร sugar hydroxysulfonates สลายตัวหมดเร็วกว่าการใช้ในระดับต่ำจึงสามารถยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลได้นานกว่า

การเพิ่มปริมาณเกลือในระดับต่ำคือร้อยละ 0.5 ความเข้มข้นของเกลืออาจไม่เพียงพอที่จะยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ได้ แต่การเพิ่มปริมาณเกลือในระดับที่สูงขึ้นความเข้มข้นของเกลือมากพอที่จะยับยั้งปฏิกิริยาการเปลี่ยนเป็นสารสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ได้

การเพิ่มปริมาณเกลือและระยะเวลาการเก็บไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมะขามเปียก แต่การเพิ่มปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ทำให้ค่า pH ของมะขามเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากไบซัลไฟต์จะรวมตัวกับไฮโดรเจนไอออน ทำให้ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนลดลงจึงทำให้ pH ของมะขามเพิ่มขึ้น

6.3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 9 และ 10 พบว่าระยะเวลาการเก็บ ปริมาณเกลือ และซัลเฟอร์ ไดออกไซด์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏของมะขามเปียก การเพิ่มปริมาณเกลือในระดับต่ำคือร้อยละ 0.5 ไม่ทำให้คะแนนเฉลี่ยทางด้านสีของมะขามเปียก ต่างจากตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้ แต่การเพิ่มปริมาณเกลือในระดับที่สูงขึ้นคือร้อยละ 1.0 ทำให้คะแนนเฉลี่ยทางด้านสีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเพิ่มปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์และระยะเวลาการเก็บในทุกๆระดับที่ศึกษา ทำให้คะแนนเฉลี่ยทางด้านสีเพิ่มขึ้นและลดลงตามลำดับ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บ

6.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งภายใต้สูญญากาศ

6.4.1 การทดสอบคุณภาพของมะขามแห้งทางเคมีและทางกายภาพ

จากตารางที่ 11 และ 12 พบว่าทุกระดับของอุณหภูมิที่ศึกษา (60 70 และ 80 องศาเซลเซียส) การเพิ่มระยะเวลาในการทำแห้ง (9, 12, และ 15 ชั่วโมง) ทำให้ความชื้นของมะขามลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าทุกระดับของระยะเวลาการทำแห้งที่ศึกษาการเพิ่มอุณหภูมิ จาก 60 เป็น 70 องศาเซลเซียสทำให้ความชื้นของมะขามลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ที่ระดับของระยะเวลาการทำแห้ง 12 และ 15 ชั่วโมงการเพิ่มอุณหภูมิจาก 70 เป็น 80 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้ความชื้นของมะขามต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับอุณหภูมิสูง ๆ และใช้ระยะเวลาการทำแห้งนานจะทำให้น้ำในมะขามระเหยออกไปจนเกือบหมดจึงทำให้ความชื้นของมะขามไม่ต่างกัน

ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส การเพิ่มระยะเวลาในการทำแห้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มของสี แต่ที่ระดับอุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียสการเพิ่มระยะเวลาการทำแห้งทำให้ความเข้มของสีของมะขามแห้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับอุณหภูมิต่ำปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลเป็นไปอย่างช้า ๆ แต่ที่ระดับอุณหภูมิสูงขึ้นปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลเป็นไปอย่างรวดเร็ว การเพิ่มระยะเวลาในการทำแห้งจึงทำให้ความเข้มของสีของมะขามเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

ความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์

ทุกระดับของระยะเวลาการทำแห้งที่ศึกษา (9, 12 และ 15 ชั่วโมง) การเพิ่มอุณหภูมิในการทำแห้งทำให้ความชื้นของสีของมะขาม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ การเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้งไม่มีผลต่อการเปลี่ยนค่า pH ของมะขามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์

6.4.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกมาแล้วจำนวน 12 คนจากตารางที่ 13 และ 14 พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาการทำแห้งทำให้คะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏเพิ่มขึ้น แต่คะแนนเฉลี่ยทางด้านสีและกลิ่นของมะขามลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์

การอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 15 ชั่วโมงและ 70 องศาเซลเซียส 9 ชั่วโมงให้คะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความชื้น และความชื้นของสี ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์และอยู่ในกลุ่มพวกที่มีคะแนนเฉลี่ยสูง แต่ให้ค่าเฉลี่ยความชื้นของสี (ตารางที่ 12) ต่างจากที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความชื้น 95 เปอร์เซ็นต์

ตั้งนั้นการอบแห้งมะขามโดยใช้ vacuum drier จึงเลือกใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 9 ชั่วโมง เพราะใช้ระยะเวลาในการทำแห้งสั้นกว่าและให้ค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในกลุ่มพวกที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูง

6.5 การศึกษานิโคตของภาชนะบรรจุ วิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะขามแห้ง

6.5.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ

จากตารางที่ 15 พบว่าระยะเวลาการเก็บและชนิดของภาชนะบรรจุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นและความชื้นของสี และตัวแปรทั้ง 3 ที่ศึกษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยน



แปลงค่า pH ของมะขามแห้ง นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของระยะเวลาการเก็บกับภาชนะบรรจุ ต่อความชื้นและความเข้มของสีและอิทธิพลร่วมของระยะเวลาการเก็บกับวิธีการบรรจุต่อความชื้น และตัวแปรทั้ง 3 มีอิทธิพลร่วมกัน

จากตารางที่ 16 พบว่าระยะเวลาการเก็บและชนิดของภาชนะบรรจุที่ใช้ให้ ความชื้นและความเข้มของสีแดงของมะขามต่างกัน การเพิ่มระยะเวลาการเก็บทำให้ความชื้น และความเข้มของสีของมะขามแห้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การใช้ถุงพลาสติก OPP/PE ทำให้ความชื้นและความเข้มของสีของมะขามแห้งเพิ่มขึ้น มากกว่าการใช้ถุง Al-foil/PE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาในการเก็บทำให้มะขามแห้งดูดความชื้นได้ มากขึ้น ดังนั้นการเพิ่มระยะเวลาการเก็บจึงทำให้ความชื้นของมะขามเพิ่มขึ้น ส่วนชนิดของ ภาชนะบรรจุในถุง Al-foil/PE ซึ่งสามารถป้องกันความชื้นซึมผ่านได้ มะขามจึงอยู่ในลักษณะที่ แห้งแต่ตัวอย่างมะขามที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE จะมีความชื้นและความเข้มของสีมากกว่า เนื่องจากไอน้ำสามารถซึมผ่านถุงพลาสติกชนิด OPP/PE ได้มะขามแห้งที่มีความชื้นเพิ่มขึ้นสามารถ เป็นสารสีน้ำตาลได้ดีกว่ามะขามแห้ง เพราะปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาลจะเกิดได้ดีที่สุดที่ระดับ ความชื้นร้อยละ 18 และจะถูกยับยั้งที่ระดับความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 4 (11)

ชนิดของภาชนะบรรจุ วิธีการบรรจุและระยะเวลาการเก็บ ไม่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของมะขามแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

6.5.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะขามแห้ง

จากตารางที่ 17 และ 18 พบว่าระยะเวลาการเก็บและชนิดของภาชนะ บรรจุมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏของมะขามแห้ง ส่วนวิธี การบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏของมะขามแห้ง อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาการเก็บและชนิดของภาชนะบรรจุมีผลต่อความชื้น ของมะขามแห้ง การเก็บมะขามไว้นาน ๆ ความชื้นของมะขามก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ คะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

เปอร์เซ็นต์ มะขามแห้งที่เก็บในถุงพลาสติกชนิด OPP/PE ที่ระยะเวลาการเก็บ 0 และ 1 เดือน จะให้คะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏ ต่างจากมะขามแห้งที่เก็บในถุงพลาสติกชนิดเดียวกันใน ระยะเวลา 2 และ 3 เดือน

ในเรื่องชนิดของภาชนะบรรจุในมะขามแห้งที่เก็บในถุง A1-foil/PE จะให้คะแนนเฉลี่ยทางด้านลักษณะปรากฏสูงกว่ามะขามแห้งที่เก็บไว้ในถุง OPP/PE ทั้งนี้เนื่องจากถุง A1-foil/PE ป้องกันความชื้นซึมผ่านได้ดี มะขามจึงอยู่ในลักษณะที่แห้ง ร่วน และกรอบ ไม่เหนียวจับกันเป็นก้อนเหมือนมะขามแห้งที่เก็บในถุง OPP/PE เพราะถุง OPP/PE ความชื้นสามารถซึมผ่านได้

พบว่าระยะเวลาในการเก็บ ชนิดของภาชนะบรรจุและวิธีการบรรจุไม่มีผล ต่อคะแนนเฉลี่ยทางด้านสีและกลิ่นของมะขาม เนื่องจากผู้ทดสอบไม่สามารถบอกความแตกต่างของสีและกลิ่นที่เปลี่ยนแปลงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย