

## บทที่ 5

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## สรุปผลการทดลอง

1. การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและกายภาพของมะม่วงแก้วและโชคอนันต์ที่มีความสุกต่างกัน 5 ระดับ พบว่ามะม่วงทั้งสองสายพันธุ์เมื่อมีระดับความสุกเพิ่มขึ้นจะมีค่าสี L ซึ่งหมายถึงค่าความสว่างลดลง มีค่าสี a เป็นลบซึ่งหมายถึงค่าสีเขียวในระยะแรกแล้วเปลี่ยนเป็นค่าบวกซึ่งหมายถึงค่าสีแดงเพิ่มขึ้นในระยะหลัง และมีค่าสี b ซึ่งหมายถึงค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้นตามระดับความสุก ค่าแรงเฉือนซึ่งแสดงถึงความแน่นเนื้อของผลมีค่าลดลง มะม่วงแก้วมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดซิตริกสูงที่สุดเมื่อผลยังดิบและลดลงจนต่ำที่สุดเมื่อผลสุกเต็มที่ ในขณะที่มะม่วงโชคอนันต์มีปริมาณกรดสูงที่สุดแล้วลดลงต่ำสุดเมื่อผลสุกเต็มที่ มะม่วงทั้งสองสายพันธุ์จึงมีค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นตามระยะการสุก ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเกิดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พบว่าน้ำตาลซูโครสมีปริมาณมากที่สุดและเพิ่มขึ้นตามระยะการสุก ในขณะที่น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสมีปริมาณเพิ่มขึ้นแล้วลดลง มะม่วงสองสายพันธุ์มีปริมาณวิตามินซีแตกต่างกันในแต่ละระดับความสุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยมะม่วงโชคอนันต์มีวิตามินซีปริมาณสูงกว่ามะม่วงแก้วเล็กน้อย เมื่อมะม่วงทั้งสองสายพันธุ์นี้มีความสุกมากขึ้นจะมีปริมาณโปรโตเพคตินลดลง ปริมาณกรดเพคตินิกเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดแล้วลดลง ปริมาณกรดเพคติกและสารประกอบเพคตินทั้งหมดเพิ่มขึ้นตามระยะการสุก ดัชนีบ่งบอกระดับความสุกที่เหมาะสมสำหรับมะม่วงทั้งสองสายพันธุ์คือค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ( องศาบริกซ์ )
2. การทดลองหาสายพันธุ์มะม่วงและระดับความสุกที่เหมาะสมในการแปรรูปเป็นเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรมะม่วง ได้วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial experiment โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ สายพันธุ์มะม่วง 2 สายพันธุ์คือแก้วและโชคอนันต์ และระดับความสุกซึ่งแบ่งโดยให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดให้เป็น 3 ระดับ คือ 12-14, 15-17 และ 18-20 องศาบริกซ์ พบว่ามะม่วงแก้วที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 18-20 องศาบริกซ์ เมื่อนำมาเตรียม

เป็นเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรมะม่วงจะได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสีปรากฏความเป็นเนื้อเดียวกัน รสหวาน กลิ่นมะม่วง และการยอมรับโดยรวมสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยมีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติ ( $I=1.00$ ) มากที่สุดเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรมะม่วงที่ได้ มีค่าสี a, b และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสูงกว่าสิ่งทดลองอื่น ( $p \leq 0.05$ ) และมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง  $3.65 \pm 0.03$  จัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง

3. การทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำสมุนไพรผสม ซึ่งประกอบด้วยน้ำสมุนไพรสกัด 3 ชนิด ได้แก่ ชะเอม มินต์ และคาโมมายล์ แต่ละชนิดเตรียมจากสมุนไพรมะม่วงร้อยละ 2 ทำโดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design ที่มีการผันแปรปริมาณน้ำสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดและกำหนดให้ส่วนผสมอื่นมีปริมาณคงที่ พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำสมุนไพรสกัดจากชะเอม มินต์ และคาโมมายล์ ขึ้นอยู่กับคะแนนความชอบด้านสีปรากฏ กลิ่นมะม่วง และความขื่นหนืด อัตราส่วนน้ำสมุนไพรสกัดที่เหมาะสมประกอบด้วยน้ำชะเอมร้อยละ 20 น้ำมินต์ร้อยละ 39 และน้ำคาโมมายล์ร้อยละ 41
4. ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรมะม่วง ซึ่งกลั่นกรองโดยการทดลองแบบ Plackett and Burman design ซึ่งประกอบด้วยสิ่งทดลอง 12 สิ่งทดลอง พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์และจัดเป็นปัจจัยหลัก (Main factors) มี 3 ปัจจัยคือ น้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครส และกรดซิตริก ปัจจัยอื่นที่มีผลกระทบน้อยและจัดเป็นปัจจัยรอง (Minor factors) คือ น้ำสมุนไพรผสม เกลือ และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส มีปริมาณการใช้ที่เหมาะสมเท่ากับร้อยละ 10, 1 และ 0.05 ตามลำดับ
5. การทดลองหาระดับที่เหมาะสมของน้ำมะม่วง น้ำตาลซูโครส และกรดซิตริก ทดลองโดยวางแผนการทดลองแบบ  $3^2$  Factorial experiment in CCD (Central composite design) ที่มีการผันแปรปริมาณของปัจจัยทดลองคือ น้ำมะม่วงร้อยละ 30-40 น้ำตาลซูโครสร้อยละ 5-15 และกรดซิตริกร้อยละ 0.1-0.3 พบว่าระดับที่เหมาะสมของปัจจัยทดลองคือ น้ำมะม่วงร้อยละ 30 น้ำตาลซูโครสร้อยละ 15 และกรดซิตริกร้อยละ 0.28

6. การทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการ Homogenization เพื่อปรับปรุงคุณภาพของเนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรร ทำโดยวางแผนการทดลองแบบ  $2^2$  Factorial experiment โดยมีปัจจัยทดลองที่ทำการศึกษได้แก่ อัตราเร็วรอบมี 2 ระดับคือ 25,000-27,000 และ 38,000-38,500 รอบต่อนาที และเวลามี 2 ระดับคือ 10 และ 30 วินาที รวมทั้งสิ่งทดลองชุดควบคุมซึ่งผ่านการ Homogenize ตามกระบวนการผลิตพื้นฐาน การ Homogenize ที่สภาวะต่างกัน ไม่มีผลต่อค่าสี L a และ b อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่มีความแตกต่างกันของค่าความหนืด ( $p \leq 0.05$ ) การใช้อัตราเร็วรอบ 25,000-27,000 รอบต่อนาที เวลา 30 วินาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมของการ Homogenize เนื่องจากทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบด้านความข้นหนืดและการยอมรับโดยรวมสูงโดยมีค่าเข้าใกล้ค่าในอุดมคติ
7. การทดลองเพื่อหาสภาวะในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่เหมาะสม ทำโดยวางแผนการทดลองแบบ  $2^2$  Factorial experiment with 3 centerpoints โดยมีปัจจัยทดลองได้แก่อุณหภูมิแบ่งเป็น 3 ระดับคือ 70, 85 และ 100 องศาเซลเซียส และเวลามี 3 ระดับคือ 5, 15 และ 25 นาที พบว่าการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 5 และ 25 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งยีสต์และราลงจนถึงระดับที่ยอมรับได้ รวมทั้งสามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (PPO) และเอนไซม์เพคตินเอสเทอเรส (PE) ได้อย่างสมบูรณ์ การใช้อุณหภูมิสูงและเวลานานในการฆ่าเชื้อทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลงและมีแนวโน้มทำให้คะแนนความชอบด้านการยอมรับโดยรวมลดลง สภาวะการฆ่าเชื้อที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์เนคต้ามะม่วงผสมสมุนไพรรคือ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที

## ข้อเสนอแนะ

1. การแบ่งระดับความสุขของมะม่วงจากการใช้หลักเกณฑ์เบื้องต้นโดยพิจารณาจากสีเปลือก อาจไม่เหมาะสมต่อมะม่วงบางสายพันธุ์โดยเฉพาะมะม่วงแก้ว พบว่ามะม่วงแก้วที่ทิ้งให้เกิดกระบวนการสุกตามธรรมชาติจะมีสีผิวไม่สม่ำเสมอ ในบางครั้งพบว่าสีเปลือกส่วนใหญ่ยังคงเป็นสีเขียวแต่เนื้อผลเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซึ่งแสดงว่ามะม่วงเริ่มสุกแล้ว ในงานวิจัยนี้ได้ทำการบ่มมะม่วงด้วยถ่านแก๊ซหรือแคลเซียมคาร์ไบด์ซึ่งเป็นวิธีการกระตุ้นการสุกด้วยแก๊ซอะเซทิลีนพบว่าทำให้ได้มะม่วงที่มีสีเปลือกสม่ำเสมอขึ้นและมะม่วงมีระดับความสุกใกล้เคียงกัน ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ใช้วิธีบ่มมะม่วงด้วยถ่านแก๊ซอยู่แล้ว แต่มีข้อควรระวังคือกลิ่นของแคลเซียมคาร์ไบด์ที่อาจติดกับเนื้อผลทำให้มีผลต่อกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ได้ ปริมาณแคลเซียมคาร์ไบด์ที่ควรใช้เท่ากับ 10 กรัมต่อมะม่วง 3-5 กิโลกรัม โดยควบคุมปริมาณน้ำให้อยู่ระหว่างร้อยละ 90-95 (จริงแท้, 2538)
2. การเก็บน้ำมะม่วงในสภาพแช่แข็งเพื่อรอการใช้งาน ในงานวิจัยนี้ได้เติมกรดแอสคอร์บิก ปริมาณ 200 ppm เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส พบว่าน้ำมะม่วงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อมีอายุการเก็บนานกว่า 5 เดือน การยืดอายุการเก็บรักษาน้ำมะม่วงแช่แข็งนี้อาจทำได้โดยเติมกรดแอสคอร์บิกในปริมาณสูงขึ้นตั้งแต่ 200-400 ppm (Askar et.al., 1994) อย่างไรก็ตามการเติมกรดแอสคอร์บิกมีผลทำให้น้ำมะม่วงมีรสเปรี้ยวมากขึ้นด้วย
3. การปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสของเนคต้ามะม่วงด้วยน้ำสมุนไพรสกัดจาก ชะเอม มินต์ คาโมมายล์ พบว่ามีข้อจำกัดด้านปริมาณการใช้เนื่องจากมีผลต่อสีของเนคต้ามะม่วงโดยทำให้มีสีคล้ำและผู้บริโภคไม่ยอมรับ ปริมาณการใช้น้ำสมุนไพรในเนคต้ามะม่วงที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือร้อยละ 10 อาจเพิ่มปริมาณน้ำสมุนไพรในสูตรการผลิตได้มากกว่านี้ถ้ามีการใช้สีสังเคราะห์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองชัดเจนขึ้น โดยปริมาณการใช้ต้องอยู่ภายใต้ระดับที่กฎหมายอนุญาต