

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาวิจัยการแช่แข็งผลไม้สดที่เลือกมา 2 ชนิด คือ เงาะและลิ้นจี่ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. เงาะแช่แข็ง

1.1 ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมเงาะก่อนแช่แข็ง คือ ปอกเปลือกและคว้านเมล็ด แล้วแช่เงาะในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 1% นาน 10 นาที เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังละลายน้ำแข็ง โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลหรือใช้น้ำเชื่อมเพื่อปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์

1.2 เวลาที่ใช้ในการทดลองแช่แข็งเงาะที่บรรจุในถุง HDPE ถุงละ 300 กรัม ด้วย plate freezer จนผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสเท่ากับ 46.5 นาที น้อยกว่าเวลาที่แช่แข็งเงาะด้วย air blast freezer ซึ่งใช้เวลา 65 นาที เมื่ออุณหภูมิของเครื่องแช่แข็งทั้ง 2 ชนิดเท่ากับ -30 องศาเซลเซียส

1.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเงาะแช่แข็งระหว่างเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์

1.3.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ

เงาะที่แช่แข็งด้วย plate freezer มีคุณภาพทางกายภาพดีกว่าเงาะที่แช่แข็งด้วย air blast freezer คือมีค่าการสูญเสียน้ำหนักและการสูญเสียน้ำจากเนื้อเยื่อ น้อยกว่าเงาะที่แช่แข็งด้วย air blast freezer ที่ระยะเวลาเก็บ เงาะที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% นาน 10 นาที ก่อนแช่แข็ง มีความแน่นเนื้อดีกว่าเงาะที่ไม่ได้แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระยะเวลาเก็บ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานถึง 24 สัปดาห์ เงาะแช่แข็งจะมีการสูญเสียน้ำหนักและการสูญเสียน้ำจากเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น และมีความแน่นเนื้อลดลง

1.3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี

เงาะที่แช่แข็งด้วย plate freezer มีคุณภาพทางเคมีดีกว่าเงาะที่แช่แข็งด้วย air blast freezer เงาะที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนแช่แข็ง

มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ ระดับการเกิด สีนํ้าตาล และปริมาณวิตามินซีที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยกว่าเงาะที่ไม่ได้แช่ในสารละลายแคลเซียม คลอไรด์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น เงาะแช่แข็งมีคุณภาพทางเคมีลดลง

1.3.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์

เงาะที่แช่แข็งด้วย air blast freezer มีอัตราเร็วของการ แช่แข็งช้ากว่าเงาะที่แช่แข็งด้วย plate freezer ทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ทำลายเซลล์ จุลินทรีย์ได้มากกว่า จึงมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยกว่าเงาะที่แช่แข็งด้วย plate freezer การแช่เงาะในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนแช่แข็งจะช่วยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ ได้บางส่วน และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์จะลดลง

1.3.4 การยอมรับทางประสาทสัมผัส

การแช่แข็งเงาะด้วย plate freezer จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะ เนื้อสัมผัสดีกว่าการแช่แข็งเงาะด้วย air blast freezer การแช่เงาะในสารละลายแคลเซียม คลอไรด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติค่อยลง และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น คะแนนการยอมรับ ทางประสาทสัมผัสจะลดลง แต่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2. ลินจีแช่แข็ง

2.1 ลินจีปอกเปลือกและคว้านเมล็ดแช่แข็ง

2.1.1 ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมลินจีปอกเปลือกและคว้านเมล็ด ก่อนแช่แข็ง คือ แช่ลินจีในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เข้มข้น 1% นาน 10 นาที เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์หลังละลายน้ำแข็ง โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารยับยั้งการเกิดสี นํ้าตาลหรือใช้นํ้าเชื่อมเพื่อปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์

2.1.2 ลินจีปอกเปลือกและคว้านเมล็ดที่บรรจุในถุง HDPE ถุงละ 300 กรัมแล้วแช่แข็งด้วย cryogenic freezer อุณหภูมิ -100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาแช่แข็งน้อย ที่สุดคือ 18 นาที ลินจีแช่แข็งด้วย air blast freezer ใช้เวลาแช่แข็ง 73 นาที นานกว่า ลินจีแช่แข็งด้วย plate freezer ซึ่งใช้เวลา 43.25 นาที เมื่ออุณหภูมิของเครื่องแช่แข็งทั้ง 2 ชนิดเท่ากับ -30 องศาเซลเซียส

2.1.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลินจีแช่แข็งระหว่างเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์

2.1.3.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ

ลิ้นจี่ที่แช่แข็งด้วย plate freezer มีคุณภาพทางกายภาพดีกว่าลิ้นจี่ที่แช่แข็งด้วย air blast freezer และลิ้นจี่ที่แช่แข็งด้วย cryogenic freezer มีคุณภาพทางกายภาพดีที่สุด โดยมีค่าการสูญเสีย น้ำจากเนื้อเยื่อ น้อยกว่าลิ้นจี่ที่แช่แข็งด้วย plate freezer และ air blast freezer ลิ้นจี่ที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 1% นาน 10 นาที ก่อนแช่แข็ง มีความแน่นเนื้อดีกว่าลิ้นจี่ที่ไม่ได้แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น ลิ้นจี่แช่แข็งจะมีการสูญเสีย น้ำจากเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น และมีความแน่นเนื้อลดลง

2.1.3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี

ลิ้นจี่ที่แช่แข็งด้วย cryogenic freezer มีปริมาณวิตามินซีที่เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์มากกว่าลิ้นจี่ที่แช่แข็งด้วย plate freezer และ air blast freezer การแช่ลิ้นจี่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ก่อนแช่แข็ง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณกรดซิตริก ไตเตรตได้ ระดับการเกิดสีน้ำตาล และปริมาณวิตามินซี น้อยกว่าลิ้นจี่ที่ไม่ได้แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น ลิ้นจี่แช่แข็งมีปริมาณวิตามินซีลดลง

2.1.3.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์

air blast freezer และ plate freezer เป็นเครื่องแช่แข็งที่มีอัตราเร็วของการแช่แข็งช้ากว่า cryogenic freezer ทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์ที่แช่แข็งด้วย air blast freezer และ plate freezer จึงมีจำนวนจุลินทรีย์ถูกทำลาย เนื่องจากผลึกน้ำแข็งมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่แช่แข็งด้วย cryogenic freezer การแช่ลิ้นจี่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ก่อนแช่แข็งจะช่วยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้บางส่วน และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์จะลดลง

2.1.3.4 การยอมรับทางประสาทสัมผัส

การแช่แข็งลิ้นจี่ด้วย cryogenic freezer จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสดีกว่าการแช่แข็งลิ้นจี่ด้วย air blast freezer และ plate freezer การแช่ลิ้นจี่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติดีลดลง และเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสจะลดลงเล็กน้อย แต่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2.2 ลิ้นจี่ทั้งเปลือกแช่แข็ง

2.2.1 ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการรักษาสีแดงของเปลือกลิ้นจี่ คือ การแช่ลิ้นจี่ทั้งเปลือกในสารละลายผสมระหว่างกรดซิตริก 10% กรดแอสคอร์บิก 1% และน้ำตาลทราย 10% นาน 30 นาที ก่อนแช่แข็ง และเคลือบด้วยสารละลายผสมนี้อีกครั้งหลังแช่แข็งนาน 5 วินาที

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลินจีทั้งเปลือกแช่แข็งระหว่างเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 24 สัปดาห์ พบว่า ลินจีที่แช่แข็งด้วย cryogenic freezer จะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า และมีปริมาณวิตามินซีที่เหลืออยู่ในลินจีมากกว่าลินจีที่แช่แข็งด้วย air blast freezer ลินจีที่แช่ในสารละลายผสมก่อนแช่แข็งให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทางกายภาพเคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัสดีกว่าลินจีที่ไม่แช่ในสารละลายผสม แต่การแช่ในสารละลายผสมนาน 30 60 และ 120 นาทีไม่ให้ความแตกต่างกันทางคุณภาพทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัส แต่มีความแตกต่างทางคุณภาพทางเคมี ลินจีที่แช่ในสารละลายผสมนาน 120 นาทีจะมี pH ต่ำ และปริมาณกรดที่ไทเตรตได้มากกว่าลินจีที่แช่ในสารละลายผสมนาน 30 และ 60 นาที เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น คุณภาพทางกายภาพ ปริมาณวิตามินซีที่เหลือในผลิตภัณฑ์ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลง แต่คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการบรรจุเงาะหรือลินจีในถุงพลาสติก HDPE จะเกิดช่องว่างอากาศภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งจะเป็นฉนวนกันการระบายความร้อนออกจากผลิตภัณฑ์ ทำให้ต้องใช้เวลานานขึ้น อาจแก้ไขโดยบรรจุใส่ถุงพลาสติกภายใต้ภาวะสุญญากาศก่อนแช่แข็ง แต่ต้องระวังไม่ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เสียไปเนื่องจากแรงดูดที่ทำให้ภายในภาชนะบรรจุเป็นสุญญากาศ
2. เพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ภายหลังละลายน้ำแข็ง อาจใช้สารที่ช่วยอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์ เช่น สารจำพวก pyrophosphate
3. ผลิตภัณฑ์แช่แข็งในรูปแบบอื่น เช่น ผลไม้ในน้ำเชื่อมที่มีกรดแอสคอร์บิคผสมอยู่บรรจุในกระป๋องหรือกล่องกระดาษเคลือบไข น้ำเชื่อมจะช่วยรักษากลิ่นรสของผลไม้ กรดแอสคอร์บิคจะป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ และการบรรจุผลไม้ในน้ำเชื่อมจะป้องกันการสัมผัสกันโดยตรงของผลไม้กับออกซิเจนในอากาศ ทำให้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลเกิดได้ช้าลง