

บทที่ 4

ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลิตภัณฑ์แครอทแช่เยือกแข็ง แบ่งการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอนคือ

4.1.1 ศึกษาเวลาการลวกแครอทที่เหมาะสมเพื่อยับยั้งเอนไซม์ peroxidase

นำแครอทรูปลูกเต๋าที่ผ่านการทำความสะอาดและตัดแต่ง มาลวกด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ก. ลวกด้วยน้ำเดือด ใช้แครอท 200 g ต่อน้ำ 1400 มล. แปรเวลาลวกเป็น 1, 2, 3 และ 4 นาที

ข. ลวกด้วยไอน้ำ ใช้แครอท 200 g ต่อน้ำ 500 มล. ใส่น้ำในรังถึงรอจนน้ำเดือด จึงใส่ตัวอย่างบนรังถึงที่มีผ้าขาวบางปู ปิดฝาแล้วจับเวลาตามกำหนด แปรเวลา 1, 2, 3 และ 4 นาที

ค. ลวกด้วยไมโครเวฟ ใช้แครอทครึ่งละ 200 g เรียงตัวอย่างให้ชิดเป็นชั้นเดียวกัน ใส่ภาชนะพลาสติกมีฝาปิด ตั้งเวลาเป็น 1, 1.5, 2, 3, 3.5 และ 4 นาที ใช้กำลังสูงสุดของเครื่อง (ดัดแปลงจาก Muftugil, 1985)

หลังจากลวกตัวอย่างทั้ง 3 วิธีทุกครั้ง ทำให้เย็นโดยแช่ในน้ำ อุณหภูมิ 5°C นาน 3 นาที ปริมาณ 1000 ml ทิ้งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงลวด นาน 4 นาที

การติดตามผล

1. วิเคราะห์หาแอกติวิตีของเอนไซม์ peroxidase ที่เหลืออยู่
2. วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) ในน้ำลวก โดยใช้ Hand refractometer เลือกเวลาที่เหมาะสมในการลวกแต่ละวิธี ที่ให้ผลการทดสอบเอนไซม์ peroxidase ที่เหลืออยู่ในผักปริมาณน้อยมาก (trace) จะได้เวลาที่เหมาะสมสำหรับการลวกในแต่ละวิธี เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยใช้ Completely Randomized Design เปรียบเทียบของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (จรัญ จันทลักษณ์, 2536)

4.1.2 ศึกษาผลของวิธีการและระดับความเข้มข้นแคลเซียมคลอไรด์ต่อความแน่นเนื้อของแครอทก่อนแช่เยือกแข็ง

นำแครอทรูปลูกเต๋าที่ผ่านการลวกวิธีต่างๆ โดยใช้เวลาที่ได้จากข้อ 4.1.1 ทำให้เย็นนำไปแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ แปรความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1.0 % ในอัตราส่วนแครอทต่อสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เท่ากับ 1 : 3 แช่นาน 30 นาที ล้างด้วยน้ำและทิ้งให้สะเด็ดน้ำ

การติดตามผล

1. วัด % yield หลังจากลวกและทำให้เย็น
2. วัดค่าสี L a* และ b*
3. ความแน่นเนื้อ (firmness)
4. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะ สี , กลิ่นรส, ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม ใช้แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส ตามภาคผนวก ข

เลือกวิธีการและความเข้มข้นสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ซึ่งให้ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รวมทั้งลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุดของแต่ละวิธี โดยพิจารณาร่วมกับ % yield หลังจากลวกและทำให้เย็น ความแน่นเนื้อ จะได้วิธีเตรียมแครอทที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยใช้ Completely Randomized Design เปรียบเทียบ % yield หลังการลวกและทำให้เย็น ทดลอง 3 ซ้ำ ใช้ Symmetric Factorial Experiment ขนาด 3x3 เปรียบเทียบ ค่าสี L a* และ b*, ความแน่นเนื้อ ทดลอง 2 ซ้ำ ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้ Symmetric Factorial with Complete Block Design ขนาด 3x3 ทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (จรัญ จันทลักษณ์, 2536)

4.1.3 ศึกษาหาเวลาแช่เยือกแข็งโดยวิธีแช่เยือกแข็งแบบพ่นลม (Air Blast) และไครโอจีนิก (Cryogenic) และผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจีนิกต่อคุณภาพแครอท

ก. วิธีแช่เยือกแข็งแบบพ่นลมเย็น

นำแครอทที่ได้จากข้อ 4.1.2 บรรจุลงถุง PE สำหรับการบรรจุแบบ non-vacuum และถุง nylon-LLDPE สำหรับการบรรจุแบบ vacuum ถุงละ 50 กรัม แช่เยือกแข็งครั้งละ 10 ถุง จัดเรียงแครอทเป็นชั้นเดียวลงใน Air Blast Freezer แช่เยือกแข็งที่ -38°C บันทึกอุณหภูมิและเวลาตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มต้นจนกระทั่งอุณหภูมิต่ำสุดท้ายของจุดกึ่งกลางชั้นแครอทกลางถุง เป็น -18°C

การติดตามผล บันทึกเวลาแช่เยือกแข็ง เพื่อนำไปใช้ในขั้นต่อไป

ข. วิธีแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิก

นำแครอทที่ได้จากข้อ 2 ครั้งละ 200 g แช่เยือกแข็งด้วยวิธีแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกด้วยไอไนโตรเจนเหลว แปรอุณหภูมิแช่เยือกแข็งใน chamber เป็น -70, -90 และ -110 °C บรรจุลงในถุง PE ถุงละประมาณ 50 กรัม เก็บที่ -18 °C นาน 7 วัน เพื่อให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์สม่ำเสมอทั้งชิ้น ละลายน้ำแข็งโดยทิ้งไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4°C เป็นเวลา 12 ชม.

การติดตามผล

1. หาเวลาแช่เยือกแข็งที่ใช้แช่เยือกแข็ง
2. หาปริมาณการใช้ไนโตรเจนเหลวโดยประมาณในการแช่เยือกแข็งที่

อุณหภูมิ chamber เป็น -70,-90 และ -110 °C

3. หา freezing loss
4. หา thawing loss
5. วัดความแน่นเนื้อ

6. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม ใช้แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส ตามภาคผนวก ข

เลือกอุณหภูมิที่ใช้แช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลว ซึ่งให้แครอทมีลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด โดยพิจารณาร่วมกับ freezing loss thawing loss และค่าความแน่นเนื้อ

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยใช้ Completely Randomized Design วิเคราะห์ freezing loss ,thawing loss และค่าความแน่นเนื้อ ทดลอง 4 ซ้ำและใช้ Randomized Complete Block Design ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอท ทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test การหาปริมาณการใช้ไนโตรเจนเหลวโดยประมาณ ในการแช่เยือกแข็ง ทดลอง 3 ซ้ำ (จรัญ จันทลักษณ์, 2536)

4.1.4 ศึกษาผลของวิธีแช่เยือกแข็ง วิธีบรรจุและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพแครอท

นำแครอทรูปลูกเต๋าที่ได้จากข้อ 2 มาแช่เยือกแข็ง แปรวิธีแช่เยือกแข็งเป็น 2 วิธี คือ Air Blast freezing และ Cryogenic freezing ใช้เวลาที่ศึกษาได้จากข้อ 4.1.3

แปรวิธีบรรจุเป็น 2 แบบ คือ non-vacuum และ vacuum โดยในวิธีแช่เยือกแข็งแบบ Air Blast แครอทจะถูกบรรจุอยู่ในถุง PE และถุง nylon-LLDPE บรรจุแบบ non-vacuum และ vacuum ตามลำดับ ก่อนจะนำเข้าแช่เยือกแข็ง สำหรับวิธีแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิก นำแครอท

มาแช่เยือกแข็งก่อนแล้วจึงบรรจุลงถุง PE และ ถุง nylon-LLDPE บรรจุแบบ non-vacuum และ vacuum ตามลำดับ

เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C สุ่มตัวอย่างเมื่อเริ่มต้นเก็บและทุกๆ 6 สัปดาห์เป็นเวลา 24 สัปดาห์ นำมาละลายน้ำแข็งโดยทิ้งไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4°C เป็นเวลา 12 ชม.

การติดตามผล

1. หา thawing loss
2. วัดความแน่นเนื้อ
3. วิเคราะห์หาปริมาณ β -carotene ในแครอทสด, แครอทที่ผ่านการลวก และเมื่อเก็บรักษาไว้ 12 และ 24 สัปดาห์
4. ศึกษาโครงสร้างเซลล์แครอทด้วย SEM ก่อนแช่เยือกแข็ง, หลังแช่เยือกแข็งและเมื่อเก็บรักษาสัปดาห์ที่ 24
5. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ใช้แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส ตามภาคผนวก ข

6. การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์

-หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)

-หายีสต์และรา

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้

โดยใช้ Asymmetric Factorial Experiment

ขนาด $2 \times 2 \times 5$ วิเคราะห์ thawing loss และความแน่นเนื้อ ทดลอง 2 ซ้ำ ใช้ Symmetric Factorial Experiment ขนาด $2 \times 2 \times 2$ วิเคราะห์ปริมาณ β -carotene และใช้ Asymmetric Factorial with Complete Block Design ขนาด $2 \times 2 \times 5$ ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอท ทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (จรัญ จันทลักษณ์, 2536)

4.2 ผลิตภัณฑ์บรรจุโคสิแช่เยือกแข็ง แบ่งการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน คือ

4.2.1 ศึกษาหาเวลาลวกบรรจุโคสิที่เหมาะสมเพื่อยับยั้งเอนไซม์ peroxidase

นำบรรจุโคสิที่ผ่านการทำความสะอาดและตัดแต่งตามที่กำหนด มาลวกด้วยวิธีต่างๆ ดังนี้

ก. ลวกด้วยน้ำเดือด ใช้บรอกโคลี 300g ต่อน้ำ 1500 มล. โดยแยกลวกส่วนดอก และส่วนก้าน แปรเวลาในการลวกเป็น 1 2 3 4 และ 5 นาที หาเวลาลวกที่เหมาะสมในการลวก แต่ละส่วน

ข. ลวกด้วยไอน้ำ ใช้บรอกโคลี 300g ต่อน้ำ 1000 มล. ใส่น้ำในรังถึงรอน้ำเดือด จึงเริ่มใส่ตัวอย่างบนรังถึงที่มีผ้าขาวบางปู ปิดฝาแล้วจับเวลาตามกำหนด แปรเวลา 1 2 3 4 และ 5 นาที

หลังจากการลวกตัวอย่างทุกครั้ง ทำให้เย็นโดยแช่ในน้ำอุณหภูมิ 5°C 1500 มล. นาน 3 นาที ปล่อยให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงลวดนาน 4 นาที

การติดตามผล

1. วิเคราะห์หาแอกติวิตีเอนไซม์ peroxidase ที่เหลืออยู่
2. วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในน้ำที่ใช้ลวก
3. วัด %yield ของบรอกโคลีหลังการลวกและทำให้เย็นโดยใช้เวลาลวกที่สามารถยับยั้งเอนไซม์ได้

เลือกเวลาที่เหมาะสมในการลวกของแต่ละวิธี ทำให้ผลการทดสอบเอนไซม์ peroxidase ที่เหลืออยู่ในปริมาณน้อยมาก จะได้เวลาที่ใช้ลวกในแต่ละวิธีการลวก เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยใช้ Completely Randomized Design เปรียบเทียบค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ ($^{\circ}\text{Brix}$) ทดลอง 3 ซ้ำ ส่วน % yield ของบรอกโคลี ทดลอง 5 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (จรัญ จันทลักษณ์, 2536)

4.2.2 ศึกษาการใช้แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต (NH_4HCO_3) ร่วมกับวิธีลวก เพื่อปรับปรุงสีของบรอกโคลี

นำบรอกโคลีมาลวกโดยแปรวิธีการลวก เป็นน้ำเดือด และไอน้ำ ร่วมกับ NH_4HCO_3 แปรความเข้มข้นเป็น 0 0.05 0.10 และ 0.15% ใช้เวลาการลวกที่ได้จากข้อ 4.2.1 หลังจากนั้นทำให้เย็น ตามข้อ 4.2.1

การติดตามผล

1. วัด pH ของบรอกโคลี
2. วัดปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในส่วนของดอกบรอกโคลี
3. วัดค่าสี L, a* และ b* ในส่วนของดอกบรอกโคลี

4. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ใช้แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส

เลือกวิธีการlovakและระดับความเข้มข้น NH_4HCO_3 ซึ่งให้บรอกโคลีมี ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ดีที่สุด โดยพิจารณาร่วมกับปริมาณคลอโรฟิลด์รวม และค่าสี L a^* และ b^*

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยใช้ Asymmetric Factorial Design ขนาด 2×4 ในการวิเคราะห์ pH, ปริมาณคลอโรฟิลด์รวมในส่วนดอก และค่า L a^* และ b^* และใช้ Asymmetric Factorial with Complete Block Design ขนาด 2×4 ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดลอง 2 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (จรัญ จันทลักษณ์, 2536)

4.2.3 ศึกษาเวลาที่ใช้แช่เยือกแข็งในวิธีการแช่เยือกแข็งแบบพ่นลม (Air Blast) และ ไครโอจีนิก (cryogenic) และศึกษาผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งในการแช่เยือกแข็งแบบไครโอจีนิก ต่อคุณภาพบรอกโคลีแช่เยือกแข็ง

ก. วิธีแช่เยือกแข็งแบบพ่นลม

นำบรอกโคลีที่ได้จากข้อ 4.2.2 บรรจุลงถุง PE ประมาณ 150 กรัม/ถุง แช่เยือกแข็งครั้งละ 8 ถุง จัดบรอกโคลีเป็นชั้นเดียวลงในตู้แช่แข็ง บันทึกอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มต้น จนกระทั่งอุณหภูมิต่ำสุดท้ายของจุดกึ่งกลางชั้นบรอกโคลีในถุง เป็น -18°C บันทึกเวลา

การติดตามผล บันทึกเวลาแช่เยือกแข็ง เพื่อนำไปใช้ในขั้นต่อไป

ข. วิธีแช่เยือกแข็งแบบไครโอจีนิก

นำบรอกโคลี แช่เยือกแข็งครั้งละประมาณ 300 กรัม แปรอุณหภูมิที่ใช้แช่เยือกด้วยไนโตรเจนเหลว เป็น -70 -90 และ -110°C หลังการแช่เยือกแข็ง บรรจุลงในถุง PE เก็บที่ -18°C นาน 7 วัน เพื่อให้อุณหภูมิจากผลิตภัณฑ์สม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้น ละลายน้ำแข็งโดยทิ้งไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4°C เป็นเวลา 12 ชม.

การติดตามผล

1. หาเวลาที่ใช้แช่เยือกแข็ง

2. หา freezing loss

3. หา thawing loss

4. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ใช้แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส ตามภาคผนวก ข

เลือกอุณหภูมิที่แช่เยือกแข็งที่ให้บรอกโคลี มีลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส ดีที่สุด โดยพิจารณาร่วมกับ %freezing loss และ %thawing loss

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยใช้ Completely Randomized Design วิเคราะห์ %freezing loss และ %thawing loss ทดลอง 4 ซ้ำ และใช้ Randomized Complete Block Design ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (จรัญ จันทลักษณ์, 2536)

4.2.4 ศึกษาผลของวิธีแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บรักษา ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพบรอกโคลี

บรอกโคลี ที่ได้ภาวะจากข้อ 4.2.2-4.2.3 มาแช่เยือกแข็ง โดยแปรวิธีแช่เยือกแข็ง เป็น 2 วิธี คือ Air Blast และโครโอจีนิก โดยในวิธีแช่เยือกแข็งแบบ Air Blast จะบรรจุบรอกโคลีลงในถุง PE ก่อนแช่เยือกแข็ง ส่วนวิธีแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิก จะแช่เยือกแข็งบรอกโคลีก่อนแล้วจึงบรรจุใส่ถุง PE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°C สุ่มตัวอย่างที่เริ่มต้นเก็บและทุกๆ 6 สัปดาห์ เป็นเวลา 24 สัปดาห์ นำมาละลายน้ำแข็งโดยทิ้งไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4°C เป็นเวลา 12 ชม.

การติดตามผล

1. หา thawing loss
2. วิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในส่วนดอก เมื่อเก็บรักษาไว้ในสภาพแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 12 และ 24 สัปดาห์
3. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ใช้แบบทดสอบการประเมินทางประสาทสัมผัส ตามภาคผนวก ข
4. การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์
 - หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)
 - หาปริมาณยีสต์และรา

วางแผนและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ โดยใช้ Asymmetric Factorial Experiment ขนาด 2×5 วิเคราะห์ % thawing loss ทดลอง 2 ซ้ำ ใช้ Symmetric Factorial Experiment ขนาด 2×2 วิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในส่วนดอก และใช้ Asymmetric Factorial with Complete Block Design ขนาด 2×5 ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบรอกโคลี ทดลอง 2 ซ้ำ เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (จรัญ จันทลักษณ์, 2536)