บทที่ 3
อิทธิพลของสายพันธุ์และวิธีการผลิตไลโคปินสดจากมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง

บทนำ

มะเขือเทศเป็นผักที่มีการปลูกกันอย่างกว้างขว้างและใช้เป็นอาหารของมนุษย์ (Machmudah *et al.,* 2011) โดยประเทศไทยมีการผลิตมะเขือเทศแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ มะเขือเทศบริโภคสด (fresh market tomato) และมะเขือเทศที่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการเกษตร (agro industrial processing tomato) ศูนย์พัฒนาพันธุ์พืชจักรพันธ์เพ็ญศิริ (2556) กล่าวว่า เกษตรกรในปัจจุบัน นิยมใช้พันธุ์พืชลูกผสมมาปลูกเพื่อให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมีความสม่ำเสมอทางด้านคุณภาพของผลผลิต ดังนั้นพันธุ์พืชพื้นเมืองที่เป็นมะเขือเทศแบบบริโภคสดหลายชนิดไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ เนื่องจากปลูกเพื่อบริโภคสดและยังเป็นพืชที่มีอายุสั้นและเก็บเกี่ยวได้เร็ว หากปลูกในปริมาณมากอาจมีปัญหาในการล้นตลาด นอกจากนั้น มะเขือเทศและผลิตภัณฑ์จากมะเขือเทศยังเป็นแหล่งใหญ่ของไลโคปิน (Schwartz *et al*., 2002) ซึ่งพบอยู่ในคลอโมพลาสของเนื้อเยื่อพืชมีปริมาณไลโคปินเพิ่มขึ้นระหว่างกระบวนการสุกของมะเขือเทศ โดยคลอโรพลาส (chloroplast) จะเปลี่ยนไปเป็นโครโมพลาส (chromoplast) ในส่วนของโครโมพลาสโกบูลัส (globulous chloroplast) พบในส่วนเจลของเพอริคาร์พ (pericarp) จะเป็นเบต้าแคโรทีนเป็นส่วนใหญ่ ขณะที่โครโมพลาสในส่วนนอกของเพอริคาร์พจะประกอบด้วยจำนวนชั้นของไลโคปิน (Choudhari and Ananthanarayan, 2007) ไลโคปินจะพบในส่วนของเปลือกส่วนที่ไม่ละลายน้ำและส่วนของเส้นใยรวมถึงของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นการสกัดไลโคปินจากมะเขือเทศและโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสกัดจากเปลือกมะเขือเทศจะทำให้ได้ไลโคปินปริมาณมาก (Sharma and Le Maguer, 1996) แต่ปัญหาใหญ่ของการสกัดไลโคปินจากมะเขือเทศคือ การละลายหรือความสามารถในการละลายของไลโคปิน เนื่องจากไลโคปินไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในสารละลายอินทรีย์ที่มีความเป็นพิษสูง เช่น เบนซีน (benzene) คลอโรฟอร์ม (chloroform) และไดคลอโรมีเทน (dichloromethane) (Machmudah *et al.,* 2011) นอกจากนั้นยังยากแก่การกำจัดและแยกออกจากผลิตภัณฑ์สุดท้าย (Nobre *et al*., 2009) การทำลายโครงสร้างของผนังเซลล์ด้วยเอนไซม์จะสามารถทำลายองค์ประกอบของผนังเซลล์ ดังนั้นจึงสามารถปลดปล่อยสารประกอบภายในเซลล์ออกมาได้ Choudhari and Ananthanarayan (2007) ศึกษาการเพิ่มปริมาณไลโคปินในมะเขือเทศโดยใช้เอนไซม์เซลลูโลสและเอนไซม์เพคติเนส พบว่า สามารถเพิ่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตร

ปริมาณไลโคปินที่สกัดจากมะเขือเทศทั้งผลได้ร้อยละ 198 และ 224 ตามลำดับ และในเปลือกมะเขือเทศเพิ่มขึ้น ร้อยละ 107 และ 206 ตามลำดับ

ดังนั้น ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสกัดไลโคปินสดจากมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองและสภาวะในการเก็บรักษาที่มีต่อความเสถียรของไลโคปิน

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. มะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง 5 พันธุ์

1.1 พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 1

1.2 พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2

1.3 พันธุ์เพชรชมพู

1.4 พันธุ์สีดาส้มตำ

1.5 พันธุ์อีเป๋อ

2. เอนไซม์เพคติเนส Pectinex Ultra-SPL 9500 PGU/ml และเอนไซม์เซลลูเลส Celluclast® 700 EGU/g เกรดอาหารจากบริษัท Novozymes ประเทศเดนมาร์ก

3.2 อิทธิพลของสายพันธุ์และวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตไลโคปินสด

3.2.1 การคัดเลือกมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองเพื่อใช้ในการผลิตไลโคปินสด

การคัดเลือกมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง ดำเนินการโดยตรวจสอบสมบัติมะเขือเทศ 5 สายพันธุ์ ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 3 ซ้ำ โดยศึกษามะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 1 พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 พันธุ์เพชรชมพู พันธุ์สีดาส้มตำ และพันธุ์อีเป๋อ จากแปลงทดลองสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา นำมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง เป็นเวลา 10 นาที วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพดังนี้

1. สมบัติด้านเคมี ได้แก่

1.1 ข้อมูลพื้นฐานด้านปริมาณความชื้น โดยการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส โปรตีน เถ้า ไขมัน เส้นใยละลายน้ำ เส้นใยไม่ละลายน้ำ และเส้นใยรวม (AOAC, 2005)

1.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยใช้ hand refractometer ATAGO รุ่น N-3E, Japan

1.3 ค่าความเป็นกรด–ด่าง โดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (Consourt, Model C831, Belgium)

1.4 ปริมาณไลโคปิน ทำการสกัดโดยใช้ 0.05% (w/v) BHT ในอะซีโตน เอทานอล และเฮกเซนในอัตราส่วน 1:1:2 และวิเคราะห์ปริมาณไลโคปินโดยการวัดค่าดูดกลืนแสง

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ที่ความยาวคลื่น 503 นาโนเมตร (ดัดแปลงตามวิธีของ Davis *et al.*, 2003) โดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV/Vis spectrophotometer) ยี่ห้อ PG Instrument Limited รุ่น T80, China

2. สมบัติด้านกายภาพ ได้แก่

2.1 หาปริมาณสัดส่วนของเปลือก: เนื้อ: เมล็ดของมะเขือเทศ

2.2 ค่าสีในระบบ CIE (*L** *a** และ *b**) โดยเครื่องวัดสี (JUKI Model JS 555, Japan)

3. วิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีปริมาณของแข็ง ค่าความเป็นสีแดง และปริมาณไลโคปินสูง ไปใช้ในการศึกษาต่อไป

3.2.2 ศึกษากรรมวิธีการแยกสกัดส่วนประกอบของมะเขือเทศ

นำมะเขือเทศพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 3.2.1 มาศึกษาการแยกสกัดส่วนตามแผนการทดลองแบบ 2^3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (2^3 Factorials in CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยนำมาชั่งน้ำหนัก ล้างให้สะอาด นำไปผ่านกระบวนการผลิตแยกสกัดส่วน โดยมีปัจจัยที่ศึกษา 3 ปัจจัย คือ

1. อุณหภูมิในการลวก คือ 95 และ 121 องศาเซลเซียส

2. เวลาที่ใช้ลวก คือ 5 และ 10 นาที

3. เครื่องมือที่ใช้ในการแยกส่วน คือเครื่องบีบแบบแรงอัด (hydraulic press) ยี่ห้อ CMC Hydraulic Press Ltd., Thailand และเครื่องแยกแบบเกลียวหมุน (screw press) รุ่น M250, Thailand

จากนั้นนำส่วนประกอบที่แยกได้ คือ เนื้อและน้ำมะเขือเทศ มาตรวจสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพตามรายละเอียดดังนี้

1. สมบัติด้านเคมี ได้แก่

1.1 ปริมาณความชื้น

1.2 ปริมาณไลโคปิน

2. สมบัติด้านกายภาพ ได้แก่

2.1 ค่าสีและปริมาณผลผลิตที่ได้ (%yield) โดยคำนวณได้จากสมการ (1)

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

$$\%yield = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อและน้ำมะเขือเทศที่ได้}}{\text{น้ำหนักมะเขือเทศเริ่มต้น}} \times 100 \quad (1)$$

2.2 ร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน (%recovery) โดยคำนวณได้จากสมการ (2)

$$\%recovery = \frac{\text{ปริมาณไลโคปินที่สกัดได้จากมะเขือเทศ 100 กรัม}}{\text{ปริมาณไลโคปินที่มีในมะเขือเทศ 100 กรัม}} \times 100 \quad (2)$$

3. วิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT โดยใช้โปรแกรมทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกวิธีการแยกสกัดส่วนที่มีปริมาณไลโคปินสูงสุดไปศึกษาในการทดลองต่อไป

3.2.3 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินด้วยการใช้เอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินด้วยเอนไซม์เพคติเนส

นำส่วนเนื้อและน้ำมะเขือเทศที่ผ่านกระบวนการแยกส่วนประกอบของมะเขือเทศที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.2 มาวางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (3 x 3 Factorials in CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทำการย่อยด้วยเอนไซม์ เพคติเนส โดยมีปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือ

1.1 ความเข้มข้นของเอนไซม์ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3

1.2 ระยะเวลาในการสกัด 3 ระดับ คือ 60 120 และ 180 นาที

ย่อยที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ด้วยการนำไปต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ทำให้เย็นทันทีแล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ยี่ห้อ SIGMA 2-6, Germany ที่ความเร็วรอบ 5,000 xg นาน 10 นาที นำสารละลายไลโคปินที่สกัดได้มาตรวจสอบสมบัติทางเคมี กายภาพและนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติตามรายละเอียดข้อ 3.2.2

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินด้วยเอนไซม์เซลลูเลส

นำส่วนเนื้อและน้ำมะเขือเทศที่ผ่านกระบวนการการแยกสกัดส่วนประกอบของมะเขือเทศที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.2 มาวางแผนการทดลองแบบ 3 x 3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทำการสกัดด้วยเทคนิคการสกัดไลโคปินด้วยเอนไซม์เซลลูเลส โดยมีปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย คือ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 ความเข้มข้นของเอนไซม์ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3

2.2 ระยะเวลาในการสกัด 3 ระดับ คือ 60 120 และ 180 นาที

ย่อยที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ด้วยการนำไปต้มในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ทำให้เย็นทันที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง ยี่ห้อ SIGMA 2-6, Germany ที่ความเร็วรอบ 5,000 xg นาน 10 นาที นำสารละลาย ไลโคปินที่สกัดได้มาตรวจสอบสมบัติทางเคมี กายภาพและนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติตามรายละเอียดข้อ 3.2.2

3. การสกัดไลโคปินจากมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองด้วยวิธีการย่อยแบบต่อเนื่องด้วยการใช้เอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส

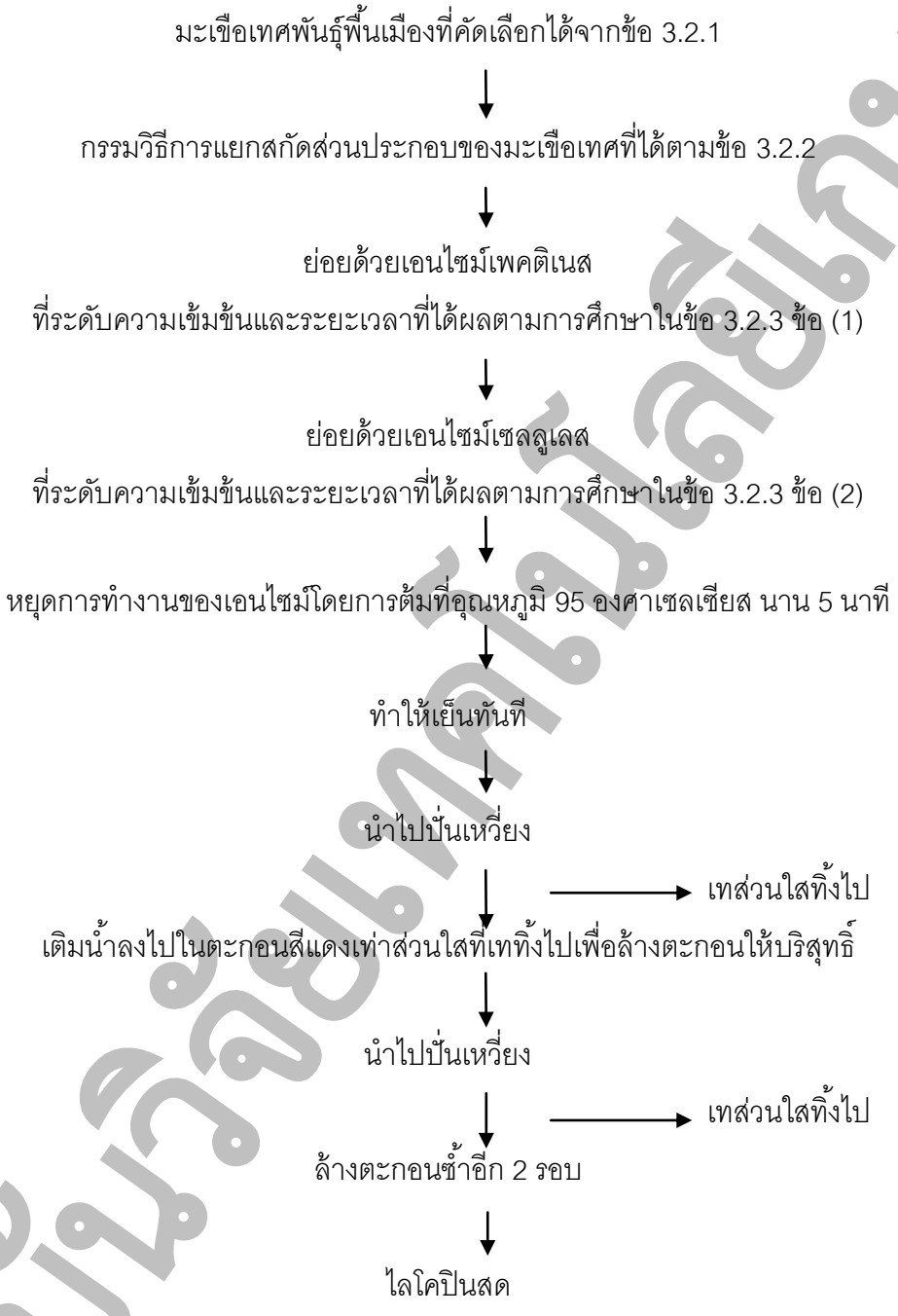
นำมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.1 (มะเขือเทศพันธุ์อีเป้อ) ผ่านการสกัดแยกส่วนวิธีที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.2 (นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที แยกสกัดด้วยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุน) จากนั้นนำเนื้อมะเขือเทศที่แยกสกัดได้มาผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสในการทดลองที่ 3.2.3 ข้อ (1) และข้อ (2) คือผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสความเข้มข้นร้อยละ 0.2 นาน 60 นาที และย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลสร้อยละ 0.3 นาน 120 นาที เมื่อครบเวลานำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ทำให้เย็นแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 xg แยกส่วนใสทิ้ง แล้วเติมน้ำสะอาดลงไปเท่าส่วนใสที่เททิ้งไป นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 xg จำนวน 2 ครั้ง แล้วเทส่วนใสทิ้ง นำส่วนของแข็งสีแดงหรือไลโคปินสดไปตรวจสอบสมบัติทางเคมีและกายภาพตามรายละเอียดข้อ 3.2.2 ดังภาพที่ 3.1

3.2.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาไลโคปินสดโดยวิธีการเก็บในสภาวะเร่ง (Accelerated Shelf-life Testing; ASLT)

นำไลโคปินสดที่สกัดตามข้อ 3.2.3 ข้อ (3) บรรจุถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium foil) จำนวน 25 กรัม ปิดผนึกสุญญากาศ เก็บตัวอย่างที่สภาวะเร่งในตู้ควบคุมอุณหภูมิอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 15 20 และ 25 องศาเซลเซียส ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพตามรายละเอียดข้อ 3.2.2 และจุลินทรีย์ทุกสัปดาห์ตามกรรมวิธีใน AOAC (2000)

นำข้อมูลที่ได้ไปทำนายอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์โดยคำนวณจากปฏิกิริยาจลพลศาสตร์ (Kinetic reaction) ร่วมกับการใช้สมการของอาร์รีเนียส (Arrhenius equation) เพื่อใช้ในการคำนวณอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 20 และ 25 องศาเซลเซียส และทำนายอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตไลโคปินสดจากเนื้อมะเขือเทศ

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ผลการทดลอง

3.1 ผลการคัดเลือกมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองเพื่อใช้ในการผลิตไลโคปินสด

3.1.1 สมบัติทางเคมีและกายภาพของมะเขือเทศ

1. สมบัติทางเคมีของมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์ ในด้านโปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงในตารางที่ 1 ในด้านปริมาณความชื้น และคาร์โบไฮเดรต พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์เพชรชมพูมีปริมาณความชื้นสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 94.16 รองลงมา คือพันธุ์สีดาส้มตำ พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 1 พันธุ์อีเป๋อ และพันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 93.73 93.54 93.34 และ 92.80 ตามลำดับ และพบว่าพันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงสุด เท่ากับ 3.37 รองลงมา คือพันธุ์อีเป๋อ พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 1 พันธุ์สีดาส้มตำ และพันธุ์เพชรชมพู เท่ากับร้อยละ 3.34 2.63 2.43 และ 2.01

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบทางเคมีของมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์

สายพันธุ์มะเขือเทศ	องค์ประกอบทางเคมี (%) (wb.)					
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
พื้นเมืองเบอร์ 1	93.54±0.4^{ab}	1.46±0.2^{ns}	0.05±0.0^{ns}	1.76±0.1^{ns}	0.55±0.0^{ns}	2.63±0.2^{ab}
พื้นเมืองเบอร์ 2	92.80±0.3^{c}	1.42±0.2	0.02±0.0	1.92±0.1	0.47±0.0	3.37±0.1^{a}
เพชรชมพู	94.16±0.3^{a}	1.84±0.2	0.02±0.01	1.53±0.1	0.44±0.0	2.01±0.1^{c}
สีดาส้มตำ	93.73±0.2^{a}	1.52±0.1	0.16±0.0	1.91±0.2	0.39±0.0	2.43±0.0^{b}
อีเป๋อ	93.34±0.1^{b}	1.22±0.3	0.05±0.0	1.65±0.1	0.43±0.0	3.34±0.1^{a}

* ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

2. สมบัติทางกายภาพของมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์ มีลักษณะของผล คือ ขนาด สัดส่วนและสีที่แตกต่างกันแสดงดังรูปภาพที่ 3.2 สัดส่วนของเปลือกของมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองอยู่ในช่วงร้อยละ 5.86-13.24 ปริมาณเนื้อมะเขือเทศอยู่ในช่วงร้อยละ 79.16-85.04 และเมล็ดอยู่ในช่วงร้อยละ 5.97-9.10 แสดงในตารางที่ 3.2

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 1

พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2

พันธุ์เพชรชมพู

พันธุ์สีดาส้มตำ

พันธุ์อีเป๋อ

ภาพที่ 3.2 มะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์

ตารางที่ 3.2 อัตราส่วนของเปลือก: เนื้อ: เมล็ด ของมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์

สายพันธุ์มะเขือเทศ	เปลือก (%)	เนื้อ (%)	เมล็ด (%)
พื้นเมืองเบอร์ 1	12.33±0.43^{a}	79.16±0.19^{b}	8.50±0.24^{ab}
พื้นเมืองเบอร์ 2	10.21±0.16^{b}	83.82±0.24^{a}	5.97±0.08^{c}
เพชรชมพู	5.86±0.03^{c}	85.04±0.16^{a}	9.10±0.13^{a}
สีดาส้มตำ	9.44±0.34^{b}	84.24±0.83^{a}	6.32±1.17^{c}
อีเป๋อ	13.24±0.94^{a}	79.53±0.55^{b}	7.23±0.39^{bc}

* ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ค่าความเป็นสีเหลือง ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ปริมาณค่าความสว่าง อยู่ในช่วง 31.47-34.16 ค่าความเป็นสีแดงในช่วง 16.67-23.84 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับปริมาณไลโคปินในช่วง 42.39-67.61 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง โดยพันธุ์อีเป๋อมีปริมาณไลโคปินและค่าความเป็นสีแดงสูงสุด รองลงมาคือพันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 1 พันธุ์เพชรชมพู และพันธุ์สีดาส้มตำ (ตารางที่ 3.3)

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการ

ตารางที่ 3.3 ค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมือง 5 สายพันธุ์

สายพันธุ์มะเขือเทศ	ค่าสี			ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{o}Brix)	ปริมาณไลโคปีน (mg/100g db. ของมะเขือเทศทั้งผล)
	*L**	*a**	*b**			
พื้นเมืองเบอร์ 1	32.33±1.1^{ab}	19.74±3.8^{b}	26.16±1.3^{ns}	4.02±0.0^{ns}	4.65±0.0^{ns}	55.02±5.3^{b}
พื้นเมืองเบอร์ 2	31.47±1.3^{b}	20.74±1.4^{b}	24.53±1.2	4.22±0.0	4.65±0.0	56.12±8.3^{b}
เพชรชมพู	34.16±1.5^{a}	16.67±4.1^{d}	24.35±0.9	4.03±0.0	4.55±0.0	46.56±6.3^{e}
สีดาส้มตำ	33.41±1.2^{ab}	19.81±4.6^{b}	24.72±1.7	4.07±0.0	4.65±0.0	42.39±3.8^{d}
อีเป๋อ	34.00±1.4^{a}	23.84±3.6^{a}	26.32±2.7	3.94±0.0	4.90±0.0	67.61±5.9^{a}

* ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ดังนั้น จึงคัดเลือกมะเขือเทศพันธุ์อีเป๋อไปศึกษาในการทดลองที่ 3.2.2 เนื่องจากมีปริมาณของแข็ง ค่าความเป็นสีแดงและปริมาณไลโคปีนสูงกว่าสายพันธุ์อื่นซึ่งเหมาะสมใช้ผลิตไลโคปีนสด เนื่องจากไลโคปีนอยู่ในส่วนของของแข็ง มีค่าความเป็นสีแดงและปริมาณไลโคปีนสูงที่เหมาะจะนำไปใช้เพื่อเป็นสารสีและเพิ่มคุณประโยชน์ในผลิตภัณฑ์

3.2 ผลการศึกษากรรมวิธีการแยกส่วนประกอบมะเขือเทศ

นำมะเขือเทศที่คัดเลือกได้ คือ พันธุ์อีเป๋อมาผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 95 และ 121 องศาเซลเซียส นาน 5 และ 10 นาที แล้วแยกส่วนของน้ำและเนื้อออกจากส่วนของเมล็ดและเปลือกด้วยเครื่องบีบแบบแรงอัด และแยกแบบเกลียวหมุน (ตารางที่ 3.4) พบว่า

อุณหภูมิการให้ความร้อนที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อค่าความชื้น ความสว่าง และความเป็นสีแดง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณไลโคปีน และร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปีน ($p>0.05$) ที่ระยะเวลาและเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดมีผลทำให้ค่าความเป็นสีแดงและปริมาณไลโคปีนแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่ทำให้ร้อยละของผลผลิตและร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปีนมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยค่าความเป็นสีแดงมีแนวโน้มตามปริมาณไลโคปีน

สถาบันวิจัยและพัฒนาการเกษตรไม่ใช่ลิขสิทธิ์

ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการสกัด พบว่า ไม่มีผลต่อร้อยละของผลผลิต ความชื้น ค่าสี ปริมาณไลโคปินและค่าร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปินแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเครื่องมือที่ใช้ในการสกัด พบว่า มีผลต่อความชื้น ค่าสี และปริมาณไลโคปิน แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในด้านร้อยละของผลผลิตและค่าร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างเวลาและเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดมีผลต่อค่าความเป็นสีแดง ความเป็นสีเหลือง และปริมาณไลโคปินแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ด้านร้อยละของผลผลิต ความชื้นค่าความสว่างและค่าร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาด้านปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างปัจจัยด้านอุณหภูมิการลวก (95 และ 121 องศาเซลเซียส) ด้านระยะเวลาในการลวก (5 และ 10 นาที) และชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการแยกเนื้อมะเขือเทศ (เครื่องบีบแบบแรงอัด และเครื่องแยกแบบเกลียวหมุน) พบว่า ปัจจัยร่วมไม่มีผลต่อร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน ($p>0.05$) แต่มีผลต่อค่าความเป็นสีแดง และปริมาณไลโคปินแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีแนวโน้มเช่นเดียวกัน คือ อุณหภูมิการลวกที่ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และแยกเนื้อมะเขือเทศโดยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุนจะให้ค่าความเป็นสีแดงและปริมาณไลโคปินสูงสุด รองลงมาคือที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และแยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุน

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

ตารางที่ 3.4 ผลของอุณหภูมิ เวลา และเครื่องมือที่ใช้ในการสกัดไลโคปินที่มีผลต่อร้อยละผลผลิต ความชื้น ค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน

สิ่งทดลอง	**ร้อยละของผลผลิต** (%)	**ความชื้น** (%)	**ค่าสี**			**ปริมาณไลโคปิน** (mg/100 g db. **ของเนื้อมะเขือเทศ**)	**ร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน** (%)
			*L**	*a**	*b**		
อุณหภูมิ	ns	*	*	*	ns	ns	ns
95 องศาเซลเซียส (T1)	56.57	96.37[a]	30.78[a]	13.97[b]	28.78	82.42	56.74
121 องศาเซลเซียส (T2)	70.84	96.06[b]	29.25[b]	14.02[a]	29.82	68.79	69.56
เวลาการลวก	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
5 นาที (H1)	63.87	96.51	30.01	14.62[a]	29.15	88.80[a]	64.10
10 นาที (H2)	63.54	95.92	30.02	13.37[b]	29.44	62.41[b]	62.21
เครื่องมือ	ns	*	*	*	*	*	*
เครื่องบีบแบบแรงอัด (E1)	65.96	96.50[a]	29.23[b]	9.01[b]	27.48[b]	49.13[b]	38.47
เครื่องแยกแบบเกลียวหมุน (E2)	61.44	95.93[b]	30.80[a]	18.98[a]	31.11[a]	102.08[a]	87.84

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ร้อยละของผลผลิต (%)	ความชื้น (%)	ค่าสี			ปริมาณไลโคปิน (mg/100 g db. ของเนื้อมะเขือเทศ)	ร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน (%)
			*L**	*a**	*b**		
ปฏิสัมพันธ์ (interaction)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
T1× H1	52.98	96.39	31.12	15.96	29.12	105.41	64.62
T1× H2	60.16	96.34	30.44	11.97	28.44	59.43	48.87
T2× H1	74.76	96.62	28.90	13.28	29.19	72.19	63.59
T2× H2	66.93	95.51	29.60	14.77	30.45	63.40	75.54
ปฏิสัมพันธ์ (interaction)	ns	*	*	*	*	*	ns
T1×E1	53.81	97.25^{a}	29.39^{b}	8.12^{b}	26.32^{b}	58.11^{bc}	30.36
T1×E2	59.32	95.48^{b}	32.18^{a}	19.82^{a}	31.23^{a}	106.74^{a}	83.13
T2×E1	78.12	95.74^{b}	29.08^{b}	9.91^{b}	28.64^{ab}	40.15^{c}	46.58
T2×E2	63.57	96.38^{ab}	29.42^{b}	18.14^{a}	31.00^{a}	97.43^{ab}	92.55
ปฏิสัมพันธ์	ns	ns	ns	*	*	*	ns
H1×E1	69.22	96.84	29.44	7.99^{c}	26.36^{c}	49.07^{b}	36.67
H1×E2	58.52	96.17	30.58	21.25^{a}	31.94^{a}	128.52^{a}	91.54
H2×E1	62.71	96.15	29.03	10.04^{c}	28.60^{bc}	49.18^{b}	40.27
H2×E2	64.38	95.69	31.02	16.71^{b}	30.29^{ab}	75.64^{b}	84.14

สถาบันวิจัยพืชไร่เกษตร

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ร้อยละของผลผลิต (%)	ความชื้น (%)	ค่าสี			ปริมาณไลโคปิน (mg/100 g db. ของเนื้อมะเขือเทศ)	ร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน (%)
			*L**	*a**	*b**		
ปฏิสัมพันธ์	ns	*	ns	*	ns	*	ns
T1× H1×E1	57.30	96.85^{b}	29.83	9.68^{e}	25.40	57.42^{cd}	36.40
T1× H1×E2	48.64	95.94^{e}	32.42	22.25^{a}	32.84	153.41^{a}	92.84
T1× H2×E1	50.32	97.66^{a}	28.94	6.55^{f}	27.26	58.80^{cd}	24.32
T1× H2×E2	70.00	95.03^{f}	31.94	17.40^{c}	29.62	60.07^{cd}	73.42
T2× H1×E1	81.14	96.83^{b}	29.05	6.295^{f}	27.33	40.73^{d}	36.94
T2× H1×E2	68.38	96.41^{c}	28.74	20.26^{a}	31.04	103.64^{b}	90.24
T2× H2×E1	75.10	94.65^{g}	29.11	13.52^{d}	29.94	39.57^{d}	56.22
T2× H2×E2	58.75	96.36^{d}	30.10	16.02^{c}	30.96	91.22^{bc}	94.86

* ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

3.3 ผลของสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส

3.3.1 ผลของการใช้เอนไซม์เพคติเนส

ผลการใช้เอนไซม์เพคติเนสสกัดไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศที่ระยะเวลาต่างกัน พบว่า การใช้เอนไซม์ที่ระดับร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3 มีผลต่อปริมาณร้อยละของผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยการใช้เอนไซม์ที่ระดับร้อยละ 0.3 สามารถสกัดปริมาณไลโคปินได้สูงสุด คือร้อยละ 18.28 รองลงมาคือที่ระดับร้อยละ 0.1 และ 0.2 เท่ากับร้อยละ 17.33 และ 17.19 ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนค่าความเป็นสีแดงและปริมาณไลโคปินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์ พบในช่วง ร้อยละ 96.46-104.72 ด้านระยะเวลาย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนส 180 นาที มีผลต่อปริมาณร้อยละของผลผลิตที่ได้และค่าความเป็นสีแดงได้ปริมาณร้อยละของผลผลิตสูงที่สุด คือร้อยละ 18.49 รองลงมาที่ 120 และ 60 นาที ที่ได้ปริมาณร้อยละ 17.63 และ 16.62 ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นสีแดงที่ระยะเวลา120 นาที ให้ค่าความเป็นสีแดงสูงที่สุด เท่ากับ 30.16 รองลงมาคือ ที่ระยะเวลา 180 และ 60 นาที เท่ากับ 29.78 และ 29.34 แต่ปริมาณไลโคปิน และมีร้อยละการกลับคืนของไลโคปิน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$)

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส (ร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3) และระยะเวลาการย่อย (นาน 60 120 และ 180 นาที) พบว่า มีผลต่อค่าสีและร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปินโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นแต่ พบว่า ปริมาณไลโคปินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบในช่วง 135.00–158.88 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.2 นาน 60 นาทีให้ปริมาณไลโคปินสูงสุด คือ 158.88 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 ผลของความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนสและระยะเวลาการย่อยที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีของเนื้อมะเขือเทศที่สกัดได้

สิ่งทดลอง	ร้อยละของผลผลิต (%)	ความชื้น (%)	ค่าสี			ปริมาณไลโคปิน (mg/100g db. ของเนื้อมะเขือเทศ)	ร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน (%)
			*L**	*a**	*b**		
ความเข้มข้นของเอนไซม์	*	ns	*	ns	*	ns	*
0.1% (C1)	17.33[b]	88.88	33.04[a]	29.80	40.40[a]	142.54	96.46[b]
0.2% (C2)	17.19[b]	88.87	32.77[a]	29.84	38.78[b]	144.90	96.94[b]
0.3% (C3)	18.28[a]	88.90	32.36[b]	29.66	41.66[a]	148.01	104.72[a]
ระยะเวลาการย่อย	*	ns	*	*	ns	ns	ns
60 min. (T1)	16.68[c]	89.10	33.36[a]	29.34[c]	40.90	150.63	96.12
120 min. (T2)	17.63[b]	88.77	32.56[b]	30.16[a]	39.47	143.48	99.91
180 min. (T3)	18.49[a]	88.78	32.24[c]	29.78[b]	40.48	141.34	102.09

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ร้อยละของผลผลิต (%)	ความชื้น (%)	ค่าสี			ปริมาณไลโคปิน (mg/100g db. ของเนื้อมะเขือเทศ)	ร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน (%)
			*L**	*a**	*b**		
ปฏิสัมพันธ์	*	Ns	*	*	*	ns	*
C1×T1	16.88^{d}	89.56	34.38^{a}	29.12^{cd}	41.53^{ab}	146.29	90.63^{f}
C1×T2	16.34^{d}	88.66	32.42^{cd}	30.26^{ab}	40.56^{bc}	141.25	91.88^{f}
C1×T3	18.76^{ab}	88.41	32.32^{cd}	30.01^{ab}	39.12^{bcd}	140.09	106.86^{ab}
C2×T1	16.44^{d}	88.92	32.56^{c}	30.11^{ab}	40.23^{bc}	158.88	101.53^{bcd}
C2×T2	17.16^{cd}	88.94	33.32^{b}	29.82^{ab}	37.40^{d}	140.84	93.84^{df}
C2×T3	17.97^{bc}	88.76	32.42^{cd}	29.58^{bc}	28.72^{cd}	135.00	95.45^{cdf}
C3×T1	16.72^{d}	88.82	33.16^{b}	28.79^{d}	40.93^{bc}	146.73	96.21^{cdf}
C3×T2	19.39^{a}	88.71	31.94^{d}	30.42^{a}	40.46^{bc}	148.34	114.01^{a}
C3×T3	18.74^{ab}	89.16	31.97^{d}	29.76^{abc}	43.59^{a}	148.95	103.95^{bc}

* ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 ผลการใช้เอนไซม์เซลลูเลส

ผลการใช้เอนไซม์เซลลูเลสย่อยสกัดไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศโดยใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์ที่ระดับร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3 และระยะเวลาการย่อยนาน 60 120 และ 180 นาที ที่ปัจจัยเดียวของทั้ง 2 ปัจจัย พบว่า มีผลต่อค่าความเป็นสีแดง ปริมาณไลโคปิน และร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปินแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาการย่อยที่เพิ่มขึ้น โดยพบค่าสีแดงในช่วง 20.56–21.67 และปริมาณไลโคปินในช่วง 75.72–92.17 และร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปินอยู่ในช่วงร้อยละ 67.38-85.12 ดังตารางที่ 3.6

ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของเอนไซม์เซลลูเลส (ร้อยละ 0.1 0.2 และ 0.3) และระยะเวลาการย่อย (นาน 60 120 และ 180 นาที) พบว่า มีผลต่อค่าความเป็นสีแดง ปริมาณไลโคปิน และร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปินแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาการย่อยที่นานขึ้น แต่ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.3 และระยะเวลาการย่อย 180 นาที นั้นทำให้ปริมาณไลโคปินและร้อยละการคืนกลับได้ของไลโคปินมีปริมาณลดลง และที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์ที่ระดับร้อยละ 0.3 ย่อยนาน 120 นาที สามารถสกัดไลโคปินออกมาได้สูงสุดเท่ากับ 116.68 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

3.3.3 ผลของการสกัดไลโคปินจากมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองด้วยวิธีการย่อยแบบต่อเนื่องด้วยการใช้เอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส

ผลของสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินจากเนื้อมะเขือเทศด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส คือ ที่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนสร้อยละ 0.2 นาน 60 นาที และระดับความเข้มข้นของเอนไซม์เซลลูเลสที่ระดับร้อยละ 0.3 ย่อยนาน 120 นาที ตามลำดับ มีสมบัติทางกายภาพและเคมี ดังตารางที่ 3.7

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

ตารางที่ 3.6 ผลของความเข้มข้นของเอนไซม์เซลลูเลสและระยะเวลาการย่อยที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและเคมี

สิ่งทดลอง	**ร้อยละของผลผลิต (%)**	**ความชื้น (%)**	**ค่าสี**			**ปริมาณไลโคปิน (mg/100g db. ของเนื้อมะเขือเทศ)**	**ร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน (%)**
			*L**	*a**	*b**		
ความเข้มข้นของเอนไซม์	ns	*	*	*	ns	*	*
0.1% (C1)	23.42^{ns}	89.00^{ab}	37.65^{a}	20.59^{b}	48.12	86.83^{b}	78.49^{a}
0.2% (C2)	23.44	88.65^{b}	37.84^{a}	20.82^{b}	48.18	79.21^{c}	74.76^{b}
0.3% (C3)	23.01	89.31^{a}	36.95^{b}	21.67^{a}	48.09	92.17^{a}	76.94^{ab}
ระยะเวลาการย่อย	ns	*	*	*	*	*	
60 min. (T1)	23.05^{ns}	89.01^{b}	37.76^{b}	21.02^{b}	48.48^{b}	75.72^{b}	67.38^{c}
120 min. (T2)	23.70	89.58^{a}	37.65^{c}	20.56^{c}	48.77^{c}	90.85^{a}	77.70^{b}
180 min. (T3)	23.11	88.37^{c}	37.03^{a}	21.49^{a}	47.15^{a}	91.63^{a}	85.12^{a}

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ร้อยละของผลผลิต (%)	ความชื้น (%)	ค่าสี			ปริมาณไลโคปิน (mg/100g db. ของเนื้อมะเขือเทศ)	ร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปิน (%)
			*L**	*a**	*b**		
ปฏิสัมพันธ์	ns	*	*	*	ns	*	*
C1×T1	23.10	88.96^{bcd}	37.96^{d}	21.22^{b}	49.01	88.09^{c}	78.86^{cd}
C1×T2	23.74	89.55^{b}	37.68^{c}	19.84^{d}	48.98	86.88^{c}	75.69^{d}
C1×T3	23.42	88.50^{d}	37.32^{d}	20.70^{c}	46.38	85.52^{c}	80.92^{c}
C2×T1	22.87	89.39^{bc}	38.36^{a}	20.60^{c}	48.37	70.94^{d}	60.44^{f}
C2×T2	23.79	88.84^{cd}	38.06^{ab}	20.46^{c}	48.86	68.99^{d}	64.25^{f}
C2×T3	23.65	87.72^{e}	37.08^{bc}	21.41^{b}	47.32	97.69^{b}	99.58^{a}
C3×T1	23.20	88.68^{d}	36.97^{de}	21.24^{b}	48.05	68.14^{d}	62.83^{f}
C3×T2	23.56	90.34^{a}	37.21^{d}	21.40^{b}	48.48	116.68^{a}	93.15^{b}
C3×T3	22.26	88.90^{bcd}	36.68^{e}	22.37^{a}	47.74	91.68^{bc}	74.85^{d}

* ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.7 สมบัติทางเคมีกายภาพของไลโคปินสดจากเนื้อมะเขือเทศย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส (ย่อยแบบต่อเนื่อง)

สมบัติทางเคมีกายภาพ	ไลโคปินสด
ร้อยละของผลผลิต (%)	8.72±2.79
ความชื้น (%)	93.72±0.56
ค่าสี	
*L**	32.60±0.02
*a**	30.52±0.28
*b**	30.52±0.28
ปริมาณไลโคปิน (mg/ 100 g db.)	342.92±1.92
ร้อยละการกลับคืนได้ของปริมาณไลโคปิน (%)	65.55±2.04

3.4 ผลการศึกษาอายุการเก็บไลโคปินสดที่ผลิตจากเนื้อมะเขือเทศ

จากผลการนำไลโคปินสดที่คัดเลือกได้มาบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์จำนวน 25 กรัม ปิดผนึกและเก็บตัวอย่างที่สภาวะเร่งในตู้ควบคุมอุณหภูมิอุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 15 20 และ 25 องศาเซลเซียส ตารางที่ 3.8 พบว่า มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 92.47-93.72 ปริมาณไลโคปินอยู่ในช่วง 236.49-344.46 ค่าความสว่างของอายุการเก็บอยู่ในช่วง 31.79–33.75 ค่าความเป็นสีแดงอยู่ในช่วง 29.97-30.66 ค่าความเป็นสีเหลืองอยู่ในช่วง 37.02-41.12 และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 0-9.31 log CFU/g ในสัปดาห์ที่สามารถนับได้แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 2 ปริมาณจุลินทรีย์มีปริมาณสูงขึ้นจนไม่สามารถนับได้ มีกลิ่นเหม็นเปรี้ยว และลักษณะของบรรจุภัณฑ์พองขึ้นเนื่องจากมีแก๊สเพิ่มขึ้น และเนื่องจากไลโคปินสดมีการเสื่อมเสียก่อนระยะเวลาที่กำหนดไว้จึงทำให้ไม่สามารถทำนายอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์โดยคำนวณจากปฏิกิริยาจลพลศาสตร์ร่วมกับการใช้สมการของอาร์รีเนียส

สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเกษตร

ตารางที่ 3.8 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บที่มีผลต่อคุณภาพไลโคปินสด นาน 3 สัปดาห์

อุณหภูมิ (°C)	ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าสี			ความชื้น (%)	ปริมาณไลโคปิน (mg/100 g)	ปริมาณจุลินทรีย์ (Log/g)
		*L**	*a**	*b**			
10	0	32.60^{e}	30.52^{ns}	39.62^{abc}	93.72^{ns}	344.46^{ns}	1.87^{f}
	1	33.75^{a}	30.49	37.02^{e}	92.86	283.18	2.49^{e}
	2	31.79^{j}	30.66	37.68^{de}	92.48	253.26	4.10^{d}
	3	32.83^{d}	30.49	39.60^{abc}	93.08	239.10	8.69^{b}
15	0	32.60^{e}	30.52	39.62^{abc}	93.72	344.46	1.87^{f}
	1	33.56^{b}	30.45	37.98^{cde}	93.42	252.11	6.45^{c}
	2	32.05^{h}	30.58	39.66^{ab}	92.74	301.00	9.30^{a}
	3	32.42^{f}	30.56	41.12^{a}	93.15	236.49	ND
20	0	32.60^{e}	30.52	39.62^{abc}	93.72	344.46	1.87^{f}
	1	32.60^{e}	30.56	37.32^{e}	93.48	301.20	8.69^{b}
	2	32.26^{g}	29.97	39.08^{bcd}	92.90	270.33	ND
	3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25	0	32.60^{e}	30.52	39.62^{abc}	93.72	344.46	1.87^{f}
	1	33.13^{c}	30.48	39.44b^{c}	93.52	314.56	ND
	2	31.93^{i}	30.0800	39.60^{abc}	92.94	253.68	ND
	3	ND	ND	ND	ND	ND	ND

* ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ND = ไม่มีข้อมูล

มหาวิทยาลัยเกษตร

วิจารณ์

จากการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของมะเขือเทศ 5 สายพันธุ์คือ พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 1 พันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 พันธุ์เพชรชมพู พันธุ์สีดาส้มตำ และพันธุ์อีเป๋อ พบว่าผลมะเขือเทศทั้ง 5 พันธุ์ มีขนาดและลักษณะผลและค่าของสีต่างกัน โดยพบค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองในช่วง 31.47-34.16 16.67-23.84 และ 24.35-26.32 ซึ่งใกล้เคียงและมีแนวโน้มสูงกว่ารายงานของ Purkayastha and Mahanta (2011) ที่ศึกษาสมบัติภาพทางกายภาพของมะเขือเทศจำนวน 5 พันธุ์ โดยพบว่า มีค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองในช่วง 38.17-47.82 7.76-15.96 และ 14.46-21.70 ตามลำดับ โดยพันธุ์อีเป๋อให้ค่าความเป็นสีแดงสูงสุด ส่วนประกอบทางเคมีของมะเขือเทศในตัวอย่างที่ศึกษา พบว่า มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักโดยมีความชื้นในช่วงร้อยละ 93.34-94.16 สอดคล้องตามรายงานวิจัยของ Guil-Guerrero and Rebolloso-Fuentes (2009) โดยมีปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 5.48-6.66 ที่เหลือเป็นส่วนประกอบของปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตในช่วงร้อยละ 1.22-1.84 0.02-0.16 1.53-1.92 0.39-0.55 และ 2.01-3.37 ตามลำดับ โดยพบว่ามะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงสุด คือร้อยละ 7.20 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Guil-Guerrero and Rebolloso-Fuentes (2009) ที่พบว่า มะเขือเทศจากประเทศสเปนมีปริมาณของแข็งทั้งหมดในช่วง 4.00-7.40 ที่ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใยและเถ้า อยู่ในช่วงร้อยละ 92.60-96.0 0.55-1.05 1.01-2.18 0.20-0.67 0.74-1.60 และ 0.78-1.41 ตามลำดับ ของน้ำหนักเปียก ส่วนค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณไลโคปีนของมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองอยู่ในช่วง 3.94-4.22 4.55-4.90 องศาบริกซ์ และ 42.39-67.61 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ โดยมะเขือเทศพันธุ์อีเป๋อมีปริมาณไลโคปีนสูงสุด คือ 67.61 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ที่เป็นผลให้มะเขือเทศมีค่าความเป็นสีแดงมีแนวโน้มตามปริมาณไลโคปีน เนื่องจากไลโคปีนเป็นรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีแดงในผักผลไม้ (Davis *et a.l*, 2003)

Guil-Guerrero and Rebolloso-Fuentes (2009) รายงานค่าของมะเขือเทศสเปนมีปริมาณไลโคปีนอยู่ในช่วง 2.8–39.7 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง George *et al.* (2004) รายงานปริมาณไลโคปีนของเนื้อมะเขือเทศที่ปลูกในประเทศอินเดียมีปริมาณไลโคปีนในช่วง 51.1-125.0 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งคุณภาพเหล่านี้จะแปรผันไปตามสายพันธุ์ สิ่งแวดล้อม (อุณหภูมิและแสง) และเทคนิคการปลูก (การให้น้ำ สารอาหารแร่ธาตุ ฯลฯ) (Dumas *et al*., 2003; Brandt *et al*., 2006)

Sharma and Le Maguer (1996) กล่าวว่า ไลโคปินจะพบในส่วนของเปลือก ส่วนที่ไม่ละลายน้ำและเส้นใยร้อยละ 72-92 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าไลโคปินจะอยู่ในส่วนของของแข็ง และเนื่องจากมะเขือเทศพันธุ์อีเป่อมีสมบัติ คือ มีของแข็งทั้งหมดสูงรองจากมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองเบอร์ 2 แต่มีค่าความเป็นสีแดงและปริมาณไลโคปินสูงกว่า ซึ่งน่าจะมีศักยภาพในการสกัดไลโคปินได้ดีกว่า ดังนั้นจึงคัดเลือกพันธุ์อีเป่อไปใช้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินต่อไป

สำหรับกรรมวิธีการสกัดแยกส่วนของมะเขือเทศด้วยปัจจัยอุณหภูมิ เวลา และเครื่องมือการแยกส่วน พบว่า อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดไม่มีผลทำให้ปริมาณไลโคปิน ระยะเวลาการลวกนาน 5 และ 10 นาที มีผลต่อปริมาณไลโคปินและค่าความเป็นสีแดง สอดคล้องกับรายงานการงานวิจัยของ Al-Sayed and Kishk (2011) พบว่า เมื่อใช้ระยะเวลาในการสกัดปริมาณแคโรทีนอยด์นานขึ้นก็จะทำให้เกิดการสลายตัวของแคโรทีนอยด์เพิ่มมากขึ้น ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการแยกเนื้อมะเขือเทศมีผลต่อปริมาณไลโคปินและค่าความเป็นสีแดง เนื่องจากเครื่องแยกแบบเกลียวหมุนทำให้เซลล์เนื้อมะเขือเทศแตกหลุดออกมามากกว่าเครื่องบีบแบบแรงอัดที่บีบเนื้อมะเขือเทศผ่านผ้ารองมีเนื้อมะเขือเทศออกมาน้อยจึงมีปริมาณ ไลโคปินต่ำ เมื่อศึกษาปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิในการลวก ระยะเวลาและเครื่องมือ ซึ่งพบว่า ทั้ง 3 ปัจจัยมีผลต่ออิทธิพลของปริมาณไลโคปิน โดยที่อุณหภูมิการลวก 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และแยกเนื้อมะเขือเทศด้วยเครื่องบีบแบบแรงอัดสามารถสกัดไลโคปินออกมาได้สูงสุด แต่รายงานการวิจัยของ Ollanketo *et al.* (2001) กล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มมากขึ้นจะสามารถสกัดไลโคปินออกมาได้มากขึ้น ส่วนผลการศึกษา พบว่าการใช้อุณหภูมิ (121 องศาเซลเซียส) นาน 10 นาที ในการแยกสกัดได้ปริมาณไลโคปินต่ำกว่ามะเขือเทศที่ลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลของปัจจัยร่วมคือเครื่องมือที่ใช้ในการแยกเนื้อมะเขือเทศที่สามารถทำให้เซลล์เนื้อมะเขือเทศแตกหลุดออกมาได้มากทำให้ไลโคปินที่สกัดได้สูง จากงานวิจัยของ Shi *et al.* (2003) ซึ่งพบว่าระยะเวลาในการหุงต้มนาน ทำให้สูญเสียปริมาณไลโคปินทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น และอุณหภูมิที่มากกว่า 100 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการหุงต้มนานจะทำให้โครงสร้างของโมเลกุลระหว่างให้ความร้อนกลายเป็นโมเลกุลที่เล็กลงเป็น 2-methyl-2 hepten-6-one หรือ pseudo-ionone และ 6-methyl-3,5-heptadien-2-one และ geranial หรือ neral (Kanasawud and Crouzet, 1990)

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนสและเอนไซม์เซลลูเลสที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินจากผนังเซลล์มะเขือเทศที่ประกอบด้วยเพคตินและเซลลูโลส และระยะเวลาในการย่อย พบว่า การใช้เอนไซม์เพคติเนส ในปริมาณที่มากขึ้นผลผลิตที่ได้จะมีปริมาณไลโคปินสูงตามระยะเวลาในการย่อย ส่วนผลการใช้เอนไซม์เซลลูเลสย่อยสกัด พบว่า ปริมาณเอนไซม์และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาการย่อย มีผลต่อปริมาณไลโคปิน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผนังเซลล์ชั้นแรกที่ประกอบด้วยโครงสร้างของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสที่ถูกยึดด้วยสารประกอบเพคติกหรือเพคติน (Dominguez *et al*., 1994) เมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนสย่อยเพคตินจึงทำให้เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสหลุดออกจากกันทำให้สารประกอบที่อยู่ภายในหลุดออกมาได้มากกว่าใช้เอนไซม์เซลลูเลสย่อยเซลลูโลสที่สามารถย่อยได้แต่เซลลูโลสซึ่งก็ยังมีเพคตินยึดส่วนประกอบอื่นๆ อยู่ทำให้สกัดไลโคปินออกมาได้ไม่หมดและเป็นผลให้ปริมาณไลโคปินที่สกัดด้วยเอนไซม์เพคติเนสไม่แตกต่างกัน แต่การสกัดไลโคปินด้วยเอนไซม์เซลลูเลส พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.3 ย่อยนาน 2 ชั่วโมง สามารถสกัดปริมาณไลโคปินออกมาได้มากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลาการย่อยที่เพิ่มขึ้น ทำให้ไลโคปินที่สกัดออกมาได้เกิดการออกซิเดชัน (Choudhari and Ananthanarayan, 2007) ที่ปัจจัยเดี่ยวความเข้มข้นของเอนไซม์และระยะเวลาการย่อยมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณไลโคปิน เมื่อระดับของทั้งสองปัจจัยเพิ่มขึ้น

จากผลการศึกษา ที่ระดับสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยสกัดไลโคปินจากมะเขือเทศจึงนำมาสกัดไลโคปินโดยใช้วิธีการย่อยแบบต่อเนื่องด้วยเอนไซม์เพคติเนสร่วมกับเอนไซม์เซลลูเลสเนื้อมะเขือเทศที่ย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส แล้วนำไปผ่านกระบวนการแยกสกัดน้ำออกได้เป็นไลโคปินสดที่มีปริมาณไลโคปิน เท่ากับ 344.46 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

ส่วนค่าร้อยละการคืนกลับได้ของปริมาณไลโคปินนั้นขึ้นกับปริมาณไลโคปินและปริมาณของแข็งที่สกัดได้ เนื่องจากไลโคปินพบในส่วนของแข็งและส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (Sharma and Le Maguer, 1996) ดังนั้น เมื่อแยกส่วนของเนื้อมะเขือเทศออกมาด้วยความร้อน ระยะเวลาการให้ความร้อนและเครื่องมือ พบว่า เครื่องมือแยกส่วนแบบแรงอัดที่ได้ปริมาณของแข็งออกมาน้อยจะได้ค่าร้อยละการคืนกลับได้ของปริมาณไลโคปินน้อยด้วย ถึงแม้ว่าจะได้ร้อยละของปริมาณผลผลิตมาก เมื่อศึกษาการใช้เอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลสในการย่อย พบว่า ค่าร้อยละการคืนกลับของปริมาณไลโคปินมีค่าสูงมากกว่าร้อยละ 100 ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของแข็งหลังผ่านการปั่นเหวี่ยงเอาส่วนของของเหลวออกนั้นทำให้ไลโคปินสดที่ย่อยด้วยเอนไซม์เพคติเนสหรือเอนไซม์เซลลูเลสชนิดใดชนิดหนึ่งมีปริมาณของแข็งเพิ่มมากขึ้นซึ่งก็ยังมีส่วนของแข็งที่ย่อยไม่ได้เหลืออยู่ดังที่กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับไลโคปินสดที่ย่อยออกมาได้มีปริมาณไลโคปินที่สูงจึงทำให้ร้อยละการคืนกลับได้ของไลโคปินมีค่าสูงขึ้น แต่เมื่อผลิตไลโคปินสดด้วยวิธีการย่อยต่อเนื่องด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลส กลับทำให้ร้อยละการคืนกลับได้ของไลโคปินลดลงเหลือเพียงร้อยละ 65.55 นั้นก็เป็นผลมาจากเพคติเนสมีสมบัติไฮโดรไลซิสกรดเพคติกเป็นกรดเพกติกหรือกรดเพกตินิกหรือเพกตินเอสเทอร์ต่ำ (carboxylated pectin) และเมทานอล (ทิพวรรณ, 2553) เอนไซม์เซลลูเลสมีสมบัติในการสลายพันธะบีตา-ไกลโคไซด์ จะได้ผลผลิตจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

จะได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและโอลิโกเมอร์ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส มีสมบัติในการละลายน้ำ จึงทำให้ในขั้นตอนของการล้างไลโคปินสด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสจะละลายน้ำออกไปด้วย ดังนั้นจึงได้ปริมาณของแข็งทั้งหมดต่ำ แต่มีปริมาณไลโคปินสูงขึ้นนั้น อาจเป็นไปได้ว่าของแข็งที่เหลืออาจเป็นไลโคปินสดที่มีความบริสุทธิ์สูง จึงทำให้มีปริมาณไลโคปินสูงด้วย

ผลการเก็บรักษาไลโคปินสดที่สกัดได้ ในสภาวะที่อุณหภูมิ 10 15 20 และ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 8 เดือน พบว่า หลังจากเก็บรักษาไลโคปินสดได้ 2 สัปดาห์ ปริมาณจุลินทรีย์มีปริมาณเพิ่มขึ้นจนไม่สามารถนับได้ และปริมาณไลโคปินมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากไลโคปินสดมีปริมาณน้ำสูงเหมาะแก่การเจริญของจุลินทรีย์และน้ำมีบทบาทสำคัญของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน อาจทำให้ไลโคปินเกิดสลายตัวได้ง่ายเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดจากออกซิเจน (Tran *et al*., 2008)

ดังนั้น สภาวะที่เหมาะสมแก่การเก็บรักษาคือ ที่สภาวะอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสนาน 14 วัน โดยมีคุณภาพในด้านสี กลิ่น และปริมาณไลโคปินไม่เปลี่ยนแปลง

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

สรุป

การคัดเลือกมะเขือเทศพันธุ์พื้นเมืองเพื่อใช้ในการสกัดไลโคปินจากมะเขือเทศจำนวน 5 พันธุ์ พบว่า มะเขือเทศพันธุ์อีเป่อมีความเหมาะสมต่อการสกัดไลโคปิน โดยมีสมบัติทางเคมี คือ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 93.34 1.22 0.05 1.65 0.43 และ 3.34 ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณไลโคปินเท่ากับ 3.94 4.90 องศาบริกซ์ และ 67.61 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง และสมบัติทางกายภาพ คือ ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลือง เท่ากับ 34.00 23.84 26.32

กรรมวิธีการแยกส่วนประกอบมะเขือเทศ ด้วยอุณหภูมิ (95 และ 121 องศาเซลเซียส) เวลา (5 และ 10 นาที) และเครื่องมือที่ใช้การสกัด (เครื่องบีบแบบแรงอัดและเครื่องแยกแบบเกลียวหมุน) พบว่า ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที และสกัดด้วยเครื่องแยกแบบเกลียวหมุนมีความเหมาะสมต่อการแยกส่วนประกอบมะเขือเทศเพื่อเตรียมสำหรับการสกัดไลโคปิน

สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดไลโคปินด้วยการใช้เอนไซม์เพคติเนสและเอนไซม์เซลลูเลส พบว่า การใช้เอนไซม์เพคติเนสที่ระดับร้อยละ 0.2 ย่อยนาน 60 นาที โดยมีสมบัติทางกายและเคมี คือ ร้อยละของผลผลิต ปริมาณความชื้น ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองและปริมาณไลโคปิน เท่ากับ 16.44 ร้อยละ 88.92 32.56 30.11 40.23 และ 158.88 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และระดับความเข้มข้นของเอนไซม์เซลลูเลสที่ระดับร้อยละ 0.3 ย่อยนาน 120 นาที โดยมีสมบัติทางกายและเคมี คือร้อยละของผลผลิต ปริมาณความชื้น ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง ค่าความเป็นสีเหลืองและปริมาณไลโคปิน เท่ากับ 23.56 ร้อยละ 90.34 37.21 21.40 48.48 และ 116.68 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ไลโคปินสดที่ย่อยต่อเนื่องด้วยเอนไซม์เพคติเนสและเซลลูเลสมีสมบัติทางกายภาพและเคมี คือ ร้อยละของผลผลิต ปริมาณความชื้น ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองและปริมาณไลโคปิน เท่ากับ 8.72 ร้อยละ 93.72 32.60 30.52 30.52 และ 342.92 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ โดยมีร้อยละการกลับคืนได้ของไลโคปินเท่ากับร้อยละ 65.55 เมื่อเทียบกับปริมาณไลโคปินในมะเขือเทศ 100 กรัม โดยมีระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสม คือที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 14 วัน

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย