ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

วิธีการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการทดลอง

1. คุณภาพทางกายภาพ

1.1 วัดสีระบบ CIE (L*, a*, b*) (Minolta Chroma Meter: Model CR-300)

วิธีการวิเคราะห์

นำตัวอย่างมาใส่ลงในภาชนะ เปิดเครื่องวัดสี และควรทำการ Calibrate เครื่องก่อนวัดทุกครั้ง เลือก mode การวัดเป็น mode สี L* a* และ b* ทำการวัดสีและบันทึกค่าสีที่อ่านได้

L* คือ ความสว่างของสีซึ่งมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว

a* คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดงที่อยู่ในตัวอย่าง โดยค่าเป็นบวกแสดงถึงความเป็นสีแดง ค่าเป็นลบแสดงความเป็นสีเขียว

b* คือ ค่าที่บ่งบอกความเป็นสีน้ำเงินและสีเหลืองที่อยู่ในตัวอย่าง โดยค่าเป็นบวกแสดงถึงความเป็นสีเหลือง ค่าเป็นลบแสดงความเป็นสีน้ำเงิน

1.2 วัดเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture Analyser

วิธีการวิเคราะห์

วัดค่า Firmness (ความแน่นเนื้อ) ของเนื้อลำไยสด โดยใช้เครื่อง Texture Analyser TA-TXPlus ใช้น้ำหนัก load cell เท่ากับ 50 กิโลกรัม ใช้หัวรูปทรงกระบอกปลายแหลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร (P/2N)

Condition ที่ใช้คือ Test Mode: Compression
Option: Return to Start
Pre-test speed: 1 mm/sec
Test speed: 2 mm/sec
Post-test speed: 10 mm/sec
Distance: 20 mm.
Trigger: Type Auto (Force)
Trigger: Force 5 g

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. คุณภาพทางเคมี

2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หมด (AOAC, 2000)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่าง 100 g นำมาปั่นละเอียด นำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้วนำมาวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Hand refractometer) ซึ่งมีสเกลวัดค่าได้ระหว่าง 0 - 32 % ปรับเทียบมาตรฐานโดยใช้น้ำกลั่นปรับให้อ่านได้ 0 ก่อนการใช้วัดตัวอย่างทุกครั้ง

2.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (AOAC, 2000)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างที่ปั่นละเอียดแล้วมา 100 g เติมน้ำกลั่น 100 ml นำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 แล้ววัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยเครื่อง pH meter โดยก่อนทำการวัดควรทำการ Calibrate เครื่องด้วย buffer ก่อน

2.3 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (James, 1995)

สารเคมี

1. น้ำตาลกลูโคส ความเข้มข้น 10 g/l
2. กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1.5 M
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 %
4. DNS reagent

เตรียมโดยละลาย 3,5-Dinitrosalicylic acid 1 g ในสารละลาย 20 ml โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 M จากนั้นละลายโพแทสเซียมทาร์เทรต 30 g ในน้ำกลั่น 50 ml นำสารละลายที่ได้มาผสมกัน คนจนละลายหมดแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml เก็บใส่ขวดสีชา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสร้างกราฟมาตรฐานน้ำตาล

เตรียมสารละลายกลูโคสมาตรฐานความเข้มข้น 0.00, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 และ 1.25 mg/ml โดยปิเปตมาจากสารละลายกลูโคสมาตรฐานเข้มข้น 10 g/l จากนั้นปิเปตสารละลายกลูโคสมาตรฐานแต่ละความเข้มข้น ใส่ในหลอดทดลองความเข้มข้นละ 1 ml เติม DNS reagent 1 ml และเติมน้ำกลั่น 2 ml นำไปต้มใน Water bath 100 ^{o}C นาน 5 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที นำไปวัดค่า A_{540} โดยเครื่อง Spectrophotometer จากนั้นนำข้อมูลระหว่างค่าความเข้มข้นของน้ำตาลกับ A_{540} ที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

ชั่งตัวอย่างที่ปั่นละเอียดมาประมาณ 2.5 g ใส่ใน Beaker ขนาด 100 ml เติมกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1.5 M จำนวน 10 ml นำไปต้มใน water bath อุณหภูมิ 100 ^{o}C นาน 20 นาที แล้วจุ่มลงในน้ำเย็นทันที เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 10 % จำนวน 12 ml ผสมให้เข้ากัน นำสารละลายที่ได้มากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างส่วนที่เหลือ บนกระดาษกรองแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ใน Volumetric Flask

นำตัวอย่างที่สกัดได้ไปวัดหาปริมาณน้ำตาล โดยดูดสารละลาย 0.10 ml ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 2.90 ml เติม DNS reagent 1.00 ml ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มใน water bath อุณหภูมิ 100 ^{o}C นาน 5 นาที จากนั้นจุ่มในน้ำเย็นทันที แล้วนำไปวัดค่า A_{540} โดยเครื่อง Spectrophotometer

2.4 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Jame, 1995)

สารเคมี

สารเคมีที่ใช้เหมือนกับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด

การสร้างกราฟมาตรฐานน้ำตาล

ใช้กราฟมาตรฐานเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ชั่งตัวอย่างที่ปั่นละเอียดมาประมาณ 5 g ใส่ใน Beaker ขนาด 100 ml เติมน้ำกลั่น 50 ml นำไปต้มใน water bath อุณหภูมิ 50 ^{o}C นาน 10 นาที นำสารละลายที่ได้มากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ล้างส่วนที่เหลือบนกระดาษกรอง แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml ใน Volumetric Flask

นำตัวอย่างที่สกัดได้ไปวัดหาปริมาณหาปริมาณน้ำตาล โดยดูดสารละลาย 0.1 ml ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำกลั่น 2.9 ml และเติม DNS reagent 1.00 ml ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มใน water bath อุณหภูมิ 100 ^{o}C นาน 5 นาที จากนั้นจุ่มในน้ำเย็นทันที แล้วไปวัดค่า A_{540} โดยเครื่อง Spectrophotometer

2.5 ปริมาณวิตามินซี (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

สารเคมี

1. กรดออกซาริก ความเข้มข้น 0.4 %
2. สารละลายวิตามินซีมาตรฐานความเข้มข้น 2 mg/ml

ชั่งกรดแอสคอร์บิกบริสุทธ์มา 0.2 g ละลายในสารละลายกรดออกซาลิคเข้มข้น 0.4 % 60 ml ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่นได้สารละลายวิตามินซีมาตรฐานความเข้มข้น 2 mg/ml

3. สารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐาน

ชั่ง 2,6-dichlorophenolindophenol มา 0.025 g ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 ml กรองสารละลายเก็บใส่ตู้เย็นได้ 2 - 3 สัปดาห์

วิธีการวิเคราะห์วิตามินซี

ชั่งตัวอย่างลำไยที่นำมาบดให้ละเอียด 1 g เติมสารละลายกรดออกซาลิกเข้มข้น 0.4 % ลงไป 10 ml นำมาไทเทรตกับสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐาน จุดยุติจะเห็นสีชมพูอ่อนนานกว่า 15 วินาที จดปริมาตรสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐานที่ใช้แล้วทำซ้ำอีก 2 ครั้ง จากนั้นปิเปตสารละลายวิตามินซีมาตรฐานมา 1 ml เติมสารละลายกรดออกซาลิกเข้มข้น 0.4 % ลงไป 10 ml ไทเทรตกับสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐาน จุดยุติเห็นสีชมพูอ่อนนานกว่า 15 วินาที จดปริมาตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐานที่ใช้แล้วทำซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยในการวิเคราะห์ใหม่ควรไทเทรตกับสารละลายวิตามินซีมาตรฐานก่อนทุกครั้ง

2.6 กิจกรรมเอนไซม์

2.6.1 การสกัดเอนไซม์ (ดัดแปลงจาก Flurkey and Jen, 1978)

สารเคมี

1. Sodium dihydrogen orthophosphate (NaH_2PO_4) ความเข้มข้น 0.05 M
2. di-Sodium hydrogen orthophosphate (Na_2HPO_4) ความเข้มข้น 0.05 M
3. Sodium hydrogenphosphate buffer ความเข้มข้น 0.05 M pH 6.2

โดยเติม Sodium dihydrogen orthophosphate ความเข้มข้น 0.05 M ลงใน di-Sodium hydrogen orthophosphate ความเข้มข้น 0.05 M คนตลอดเวลาจนได้ pH 6.2

4. NaCl ความเข้มข้น 2 M

การเตรียมสารสกัดเอนไซม์

Sodium hydrogenphosphate buffer ความเข้มข้น 0.05 M pH 6.2 กับ NaCl ความเข้มข้น 0.1 M โดยใช้ NaCl ความเข้มข้น 2 M ปริมาตร 5 ml ผสมกับ Sodium hydrogenphosphate buffer ความเข้มข้น 0.05 M pH 6.2 ปริมาตร 10 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml นำไปแช่เย็นไว้

วิธีการสกัดเอนไซม์

ชั่งตัวอย่างที่ปั่นจนละเอียด 20 g ผสมกับ Sodium hydrogenphosphate buffer ความเข้มข้น 0.05 M pH 6.2 กับ NaCl ความเข้มข้น 0.1 M ที่ผ่านการแช่เย็นมาแล้ว ปริมาตร 50 ml ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนนาน 30 นาที รินเอาส่วนใสไปเหวี่ยงด้วยเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลางความเร็ว 8000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 ^{o}C นาน 30 นาที นำส่วนใสที่สกัดได้ไปวัดกิจกรรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6.2 กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (ดัดแปลงจาก Flurkey and Jen, 1978)

สารเคมี

1. Sodium acetate ความเข้มข้น 0.1 M
2. Acetic acid ความเข้มข้น 0.1 M (ปิเปต 0.57 ml แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml)
3. Sodium acetate buffer ความเข้มข้น 0.1 M pH 6.0

โดยหยด Acetic acid ความเข้มข้น 0.1 M ลงใน Sosium acetate ความเข้มข้น 0.1 M คนตลอดเวลาจนได้ pH 6.0

4. 0.5 % Guaicol ปรับปริมาตรด้วย Sodium acetate buffer ความเข้มข้น 0.1 M pH 6.0
5. 1 % H_2O_2

สารละลายสับสเตรต

ปิเปต 0.5 % Guaicol ปริมาตร 0.5 ml 1 % H_2O_2 ปริมาตร 0.333 ml จากนั้นปรับปริมาตรด้วย Sodium acetate buffer ความเข้มข้น 0.1 M pH 6.0 ให้ครบ 100 ml (ใส่ถุงมือด้วย)

การวัดกิจกรรมเอนไซม์ POD

ปิเปตสารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 0.1 ml เติมสารละลายสับสเตรต คือ 0.1 M Sodium acetate buffer pH 6.0 (ซึ่งประกอบด้วย 0.5 % Guaicol และ 1 % H_2O_2) ปริมาตร 2.4 ml นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร อ่านค่าทุก 30 วินาที เป็นเวลา 5 นาที นำค่าที่วัดได้ไปเขียนกราฟระหว่างระยะเวลากับค่าการดูดกลืนแสง วิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวอย่างในช่วงของเส้นกราฟที่มีความชันเป็นเส้นตรง โดยกำหนดให้กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์-ออกซิเดส 1 หน่วย เท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโน-เมตร เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วยในเวลา 5 นาที ที่ค่า pH 6.0 แล้วคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์-ออกซิเดสเป็น Unit/ml

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6.3 กิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (ดัดแปลงจาก Flurkey and Jen, 1978)

สารเคมี

1. Sodium dihydrogenphosphate (NaH_2PO_4) ความเข้มข้น 0.2 M
2. di-Sodium hydrogenphosphate (Na_2HPO_4) ความเข้มข้น 0.2 M
3. Sodium hydrogenphosphate buffer ความเข้มข้น 0.2 M pH 7.0

โดยเติม Sodium dihydrogenphosphate ความเข้มข้น 0.2 M ลงใน di-Sodium hydrogenphosphate ความเข้มข้น 0.2 M คนตลอดเวลาจนได้ pH 7

4. Pyrocatechol ความเข้มข้น 0.5 M โดยใช้ Sodium hydrogenphosphate buffer ความเข้มข้น 0.2 M pH 7.0 ปรับปริมาตร (เตรียมตอนจะวัด Activity ของเอนไซม์)

การวัดกิจกรรมเอนไซม์ PPO

ปิเปตสารละลายเอนไซม์ที่สกัดได้ 0.1 ml เติมสารละลายสับสเตรต คือ pyrocatechol ความเข้มข้น 0.5 M ปริมาตร 0.4 ml Sodium hydrogenphosphate buffer ความเข้มข้น 0.2 M pH 7.0 ปริมาตร 2.0 ml นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร อ่านค่าทุก 30 วินาที เป็นเวลา 2 นาที นำค่าที่วัดได้ไปเขียนกราฟระหว่างระยะเวลากับค่าการดูดกลืนแสง วิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวอย่างในช่วงของเส้นกราฟที่มีความชันเป็นเส้นตรง โดยกำหนดให้กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส 1 หน่วย เท่ากับปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วย ในเวลา 1 นาที ที่ค่า pH 7.0 แล้วคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสเป็น Unit/ml

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. คุณภาพทางจุลชีววิทยา

3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1998)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างอาหารแข็ง 25 g ใส่ในถุง stomacher เติมสารละลาย 0.1 % peptone water จำนวน 225 g นำเข้าเครื่องตีป่น (stomacher) เป็นเวลา 1 - 2 ทำเจือจางอาหารในสารละลาย 0.1 % peptone water หลอดละ 9 ml จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม ใช้ปิเปตขนาด 1 ml ดูดสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกันจำนวน 1 ml ใส่ในจานเพราะเชื้อ โดยทำแบบ duplicate เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 44 - 46 ^{o}C ประมาณ 12 - 15 ml ใส่ในจานเพราะเชื้อ เขย่าจานให้สารละลายอาหารกระจายทั่วจานเพราะเชื้อ จากนั้นปล่อยให้อาหารวุ้นแข็งตัว คว่ำจานเพาะเชื้อ บ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 35 - 37 ^{o}C เป็นเวลา 48 $\pm$ 3 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 25 - 250 โคโลนี บันทึกจำนวนโคโลนีที่นับได้ เพื่อใช้ในการคำนวณต่อไป

3.2 ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 1998)

วิธีการวิเคราะห์

ชั่งตัวอย่างอาหารแข็ง 25 g ใส่ในถุง stomacher เติมสารละลาย 0.1 % peptone water จำนวน 225 g นำเข้าเครื่องตีป่น (stomacher) นาน 1 - 2 ทำเจือจางอาหารในสารละลาย 0.1 % peptone water หลอดละ 9 ml จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม ใช้ปิเปตขนาด 1 ml ดูดสารละลายอาหารที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับความเข้มข้นที่ติดกันจำนวน 1 ml ใส่ในจานเพราะเชื้อ โดยทำแบบ duplicate เติมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ปรับ pH 3.5 ด้วยกรดทาร์-ทาริก เข้มข้น 10 % 1.8 ml/100ml ของอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผสมให้เข้ากันโดยหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา pour plate และบ่มเพาะเชื้อในที่มืด อุณหภูมิ 25 ^{o}C โดยไม่ต้องคว่ำจานเพราะเชื้อ บ่มเชื้อเป็นเวลา 5 วัน นับจำนวนโคโลนีของเชื้อในจานที่อยู่ในช่วง 25 - 250 โคโลนี บันทึกจำนวนโคโลนีที่นับได้ เพื่อใช้ในการคำนวณต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ข

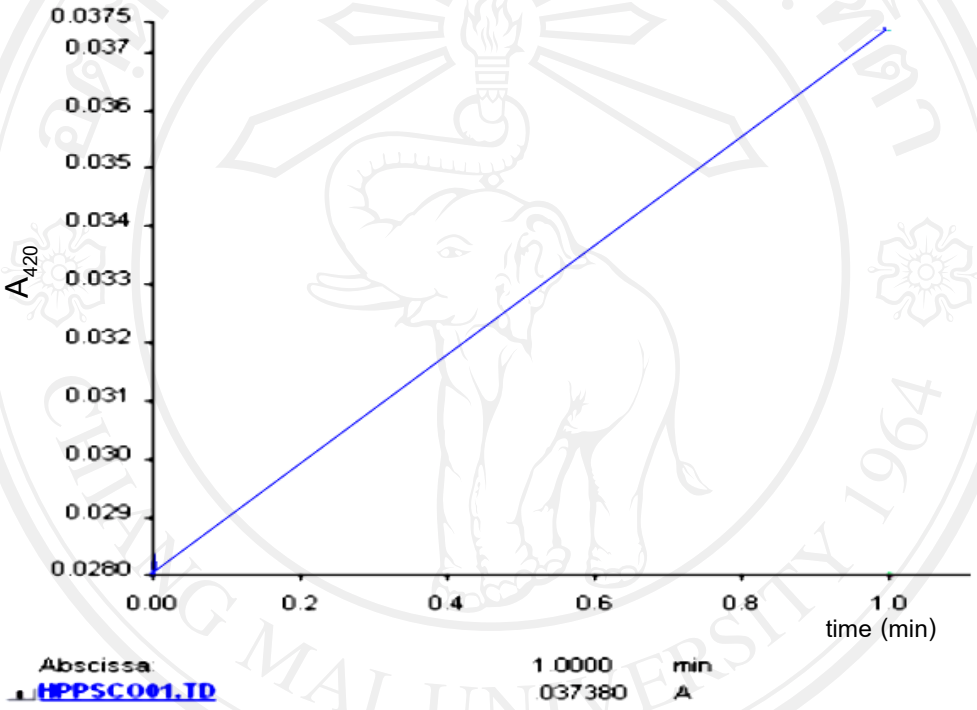
วิธีการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1. คุณภาพทางเคมี

1.1 เอนไซม์

1.1.1 กิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (ดัดแปลงมาจาก Flurkey and Jen, 1978)



รูป ข.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm กับเวลา

ตัวอย่างการคำนวณกิจกรรมเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ในการทดลองใช้ปริมาตรของ crude enzyme 0.1 ml ในการวิเคราะห์ สมมติวัดกิจกรรมของเอนไซม์แล้วคำนวณ slope จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 nm กับเวลา (คำนวณโดยใช้โปรแกรมจากเครื่อง Spectrophotometer) สามารถคำนวณกิจกรรมเอนไซม์ในรูป Unit/ml ได้ดังนี้

นิยาม: เอนไซม์ 1 Unit เท่ากับ ปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่า A_{420} เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วยภายในเวลา 1 นาที ภายใต้สภาวะที่ทำการทดลอง

ค่า A_{420} เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วย/นาที เท่ากับเอนไซม์ 1 Unit

ดังนั้น ค่า A_{420} เพิ่มขึ้น 0.037380 หน่วย/นาที เท่ากับเอนไซม์ 37.38 Unit

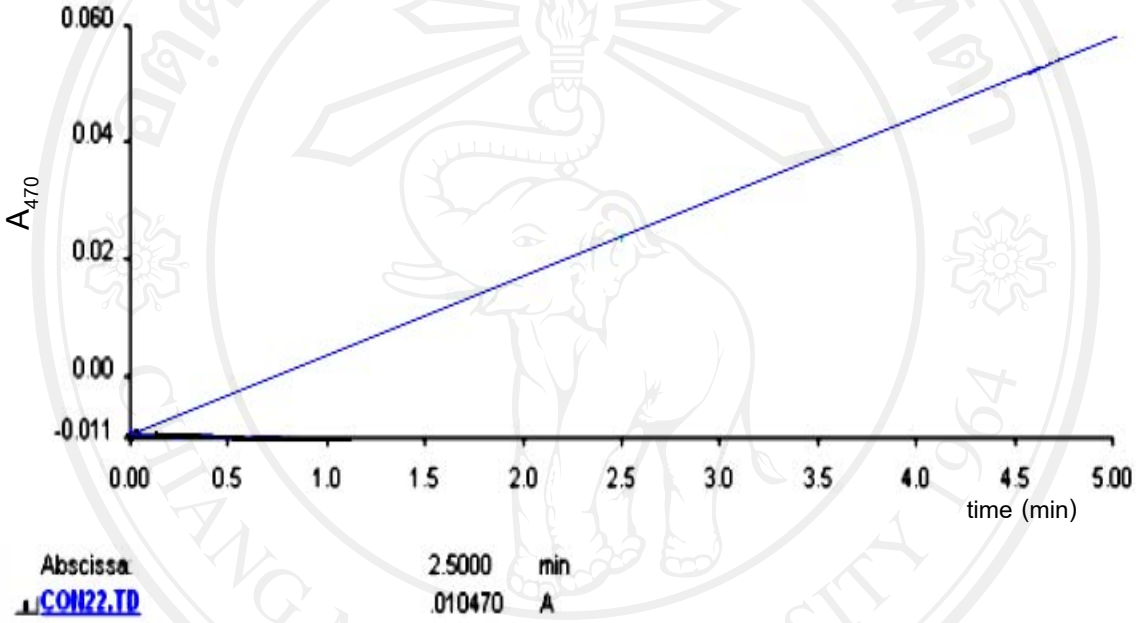
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

crude enzyme 0.1 มิลลิลิตร มีกิจกรรมเอนไซม์ 37.38 Unit

crude enzyme 1 มิลลิลิตร มีกิจกรรมเอนไซม์ 373.80 Unit

ดังนั้น crude enzyme มีกิจกรรมเอนไซม์ 373.80 Unit/ml of crude enzyme

1.1.2 กิจกรรมเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (ดัดแปลงมาจาก Flurkey and Jen, 1978)



รูป ข.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 470 nm กับเวลา

นิยาม: เอนไซม์ 1 Unit เท่ากับ ปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่า A_{470} เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วยภายในเวลา 5 นาที ภายใต้สภาวะที่ทำการทดลอง

ค่า A_{470} เพิ่มขึ้น 0.001 หน่วย/นาที เท่ากับเอนไซม์ 1 Unit

ดังนั้น ค่า A_{470} เพิ่มขึ้น 0.010470 หน่วย/นาที เท่ากับเอนไซม์ 10.47 Unit

crude enzyme 0.1 มิลลิลิตร มีกิจกรรมเอนไซม์ 10.47 Unit

crude enzyme 1 มิลลิลิตร มีกิจกรรมเอนไซม์ 104.7 Unit

ดังนั้น crude enzyme มีกิจกรรมเอนไซม์ 104.7 Unit/ml of crude enzyme

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 การวิเคราะห์ประมาณวิตามินซี (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000; ลักขนา และ นิธิยา, 2533)

สมมติชั่งตัวอย่างลำไยที่นำมาบดให้ละเอียด 1 g นำมาไทเทรตกับสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐานพบว่าปริมาตรของสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐานที่ใช้เท่ากับ 2.9 ml และสารละลายวิตามินซีมาตรฐานมีความเข้มข้น 2 mg/ml นำมา 1 ml ไทเทรตกับสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐานและใช้ปริมาตรของสารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐานเท่ากับ 7.2 ml สามารถคำนวณหาปริมาณวิตามินซีในรูป mg/100g ของตัวอย่างลำไย ได้ดังนี้

สารละลายวิตามินซีมาตรฐานมีวิตามินซี 2 mg ใช้สารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐาน 7.2 ml

ใช้สารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐาน 7.2 ml มีปริมาณวิตามินซี 2 mg

ใช้สารละลายอินโดฟีนอลมาตรฐาน 2.9 ml มีปริมาณวิตามินซี $\frac{2 \times 2.9}{7.2}$ mg = 0.8055 mg

ดังนั้นในตัวอย่าง 1 g มีปริมาณวิตามินซี 0.8055 mg

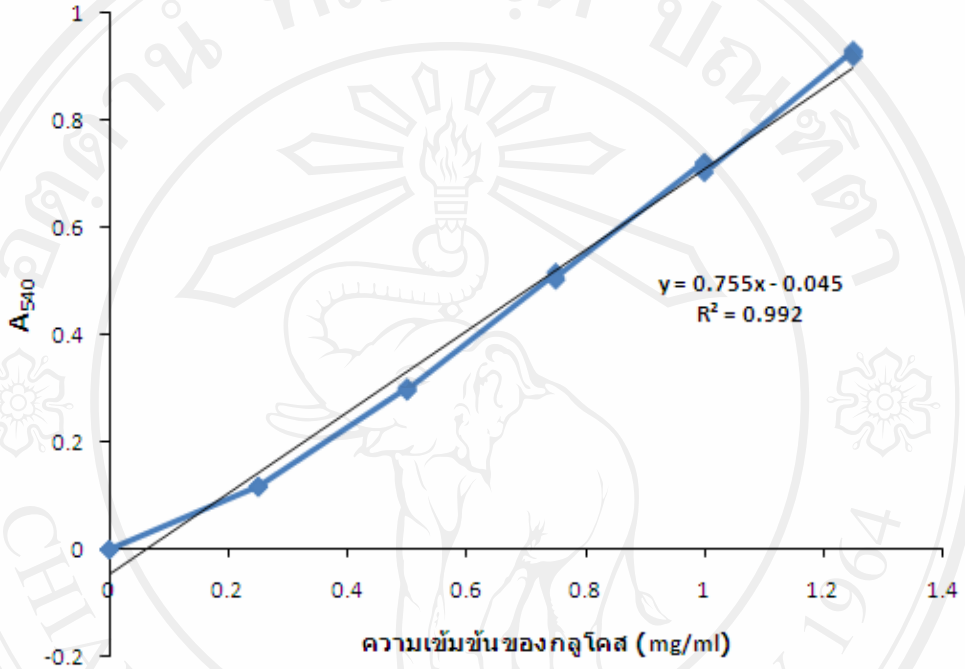
ตัวอย่าง 100 g มีปริมาณวิตามินซี $\frac{100 \times 0.8055}{1}$ mg = 80.55 mg

ตัวอย่างลำไยมีปริมาณวิตามินซี 80.55 mg/100g ลำไย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (James, 1995)

ตัวอย่างการคำนวณน้ำตาลรีดิวซ์และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด



รูป ข.3 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานกลูโคส

ปริมาณน้ำตาลซูโครส = (D2-D1) × 0.95

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด = D1 + S

เมื่อ

S = ปริมาณน้ำตาลซูโครส

D1 = ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดก่อนทำอินเวอร์ชัน

D2 = ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมดหลังทำอินเวอร์ชัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

D2 คำนวณจากสมมติวัดค่า A_{540} ได้เท่ากับ 0.0582 สามารถคำนวณปริมาณน้ำตาลในรูป g/100g ของตัวอย่างหรือ % เท่ากับ 21.87 %

D1 คำนวณจากสมมติวัดค่า A_{540} ได้เท่ากับ 0.0746 สามารถคำนวณปริมาณน้ำตาลในรูป g/100g ของตัวอย่างหรือ % เท่ากับ 12.67 %

ปริมาณน้ำตาลซูโครส = (D2-D1) × 0.95

ปริมาณน้ำตาลซูโครส = (21.87 -12.67) × 0.95 = 8.74 %

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด = D1 + S

ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด = 12.67 + 8.74 = 21.41 %

2. คุณภาพทางจุลชีววิทยา

2.1 เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) (AOAC, 1998)

$$\text{CFU/g หรือ ml} = \frac{\Sigma C}{(v1n1 + 0.1n2)\, d}$$

เมื่อ v1 = ปริมาณของสารละลายที่ใช้ในการเพาะเชื้อ

ΣC = ผลรวมของโคโลนีที่นับได้ทั้งหมดจากจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25 - 250 โคโลนี

n1 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25 - 250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นแรก

n2 = จำนวนจานเพาะเชื้อที่นับได้ในช่วง 25 - 250 โคโลนี ในระดับความเข้มข้นที่ 2

d = ระดับความเข้มข้นแรกที่สามารถนับเชื้อได้ในช่วง 25 - 250 โคโลนี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 เชื้อยีสต์ และรา (Yeast and Mould) (AOAC, 1998)

วิธีการคำนวณเหมือนกับการคำนวณปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และมีการคำนวณเพิ่มเติมดังนี้

1. กรณีตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 6 หรือสูงกว่านี้ให้ปัดขึ้น เช่น 456 = 460
2. กรณีตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 4 หรือต่ำกว่านี้ให้ปัดลง เช่น 454 = 450
3. กรณีตัวเลขหลักที่ 3 เป็นเลข 5 ให้พิจารณาตัวเลขหลักที่ 2 ว่าน้อยหรือมากกว่า 5 โดย ถ้าเลข น้อยกว่า 5 ให้ปัดลง เช่น 445 = 440 แต่ถ้าเลข 2 มากกว่าหรือเป็น 5 ให้ปัดขึ้น เช่น 455 = 460

กรณีที่ไม่พบโคโลนีของเชื้อขึ้นเลยทุกระดับความเข้มข้น ให้รายงานการพบเชื้อยีสต์และราน้อยกว่า 1 คูณด้วยระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

ตารางผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค.1 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าความแน่นเนื้อ (Firmness)

ระยะเวลา (วัน)	ความแน่นเนื้อ (N)	
	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min
0	$1.05^{a} \pm 0.03$	$0.79^{a} \pm 0.01$
7	$1.00^{ab} \pm 0.01$	$0.74^{b} \pm 0.01$
14	$0.97^{bc} \pm 0.03$	$0.70^{c} \pm 0.01$
21	$0.93^{cd} \pm 0.01$	$0.69^{c} \pm 0.02$
28	$0.90^{d} \pm 0.02$	$0.66^{d} \pm 0.01$

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในกลุ่มการทดลองเดียวกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a กำกับ มีค่ามากที่สุด

- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ค.2 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าสี L*

ระยะเวลา (วัน)	ค่าสี L*	
	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min
0	$56.58^{a} \pm 0.21$	$49.69^{a} \pm 0.26$
7	$52.31^{b} \pm 0.10$	$49.42^{b} \pm 0.04$
14	$44.37^{c} \pm 0.38$	$49.25^{b} \pm 0.03$
21	$41.82^{d} \pm 0.03$	$48.57^{c} \pm 0.21$
28	$41.49^{e} \pm 0.01$	$48.22^{d} \pm 0.04$

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในกลุ่มการทดลองเดียวกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a กำกับ มีค่ามากที่สุด

- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค.3 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าสี a*

ระยะเวลา (วัน)	ค่าสี a*	
	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min
0	$-1.16^{e} \pm 0.02$	$-0.75^{e} \pm 0.02$
7	$-0.32^{d} \pm 0.01$	$-0.68^{d} \pm 0.01$
14	$3.06^{c} \pm 0.04$	$-0.46^{c} \pm 0.02$
21	$3.24^{b} \pm 0.02$	$-0.32^{b} \pm 0.01$
28	$3.90^{a} \pm 0.01$	$-0.16^{a} \pm 0.03$

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในกลุ่มการทดลองเดียวกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a กำกับ มีค่ามากที่สุด

- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ค.4 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าสี b*

ระยะเวลา (วัน)	ค่าสี b*	
	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min
0	$0.92^{e} \pm 0.03$	$1.22^{d} \pm 0.02$
7	$5.35^{d} \pm 0.16$	$1.46^{cd} \pm 0.02$
14	$9.81^{c} \pm 0.03$	$1.61^{c} \pm 0.03$
21	$10.54^{b} \pm 0.02$	$1.87^{b} \pm 0.02$
28	$12.14^{a} \pm 0.02$	$2.66^{a} \pm 0.02$

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในกลุ่มการทดลองเดียวกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a กำกับ มีค่ามากที่สุด

- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค.5 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ระยะเวลา (วัน)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	
	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min
0	$4.36^{NS} \pm 0.02$	$4.38^{NS} \pm 0.01$
7	$4.36^{NS} \pm 0.01$	$4.39^{NS} \pm 0.04$
14	$4.35^{NS} \pm 0.02$	$4.33^{NS} \pm 0.03$
21	$4.32^{NS} \pm 0.05$	$4.37^{NS} \pm 0.04$
28	$4.33^{NS} \pm 0.01$	$4.34^{NS} \pm 0.02$

หมายเหตุ - NS = แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในกลุ่มการทดลองเดียวกัน

ตาราง ค.6 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (mg/g)		ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (mg/g)	
	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min
0	$21.00^{NS} \pm 0.08$	$20.25^{NS} \pm 0.24$	$9.87^{e} \pm 0.10$	$9.11^{e} \pm 0.02$
7	$21.07^{NS} \pm 0.13$	$20.29^{NS} \pm 0.19$	$11.25^{d} \pm 0.09$	$10.09^{d} \pm 0.04$
14	$21.18^{NS} \pm 0.19$	$20.79^{NS} \pm 0.33$	$12.47^{c} \pm 0.36$	$11.35^{c} \pm 0.25$
21	$20.60^{NS} \pm 0.80$	$20.92^{NS} \pm 1.07$	$14.21^{b} \pm 0.09$	$13.65^{b} \pm 0.29$
28	$20.30^{NS} \pm 0.83$	$20.55^{NS} \pm 0.21$	$16.78^{a} \pm 0.06$	$14.80^{a} \pm 0.16$

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในกลุ่มการทดลองเดียวกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a กำกับ มีค่ามากที่สุด
- NS = แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค.7 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อปริมาณวิตามินซี

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณวิตามินซี (mg/100g)		ปริมาณวิตามินซีที่เหลือ (%)	
	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min
0	$47.77^{a} \pm 5.13$	80	$27.09^{a} \pm 0.98$	46
7	$32.29^{b} \pm 1.47$	54	$23.61^{ab} \pm 2.41$	40
14	$24.07^{c} \pm 0.80$	40	$20.37^{b} \pm 2.12$	35
21	$19.44^{cd} \pm 2.40$	33	$15.98^{c} \pm 0.98$	27
28	$16.67^{d} \pm 1.39$	28	$11.81^{d} \pm 0.98$	20

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในกลุ่มการทดลองเดียวกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a กำกับ มีค่ามากที่สุด

- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง ค.8 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อกิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส

ระยะเวลา (วัน)	กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (unit/ml)		กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสที่เหลือ (%)	
	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min
0	$35.95^{a} \pm 2.05$	ND	49	ND
7	$33.60^{b} \pm 2.60$	ND	45	ND
14	$16.57^{c} \pm 1.16$	ND	22	ND
21	$5.63^{c} \pm 0.15$	ND	8	ND
28	$4.53^{c} \pm 0.87$	ND	6	ND

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในกลุ่มการทดลองเดียวกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a กำกับ มีค่ามากที่สุด

- ND = Not Detected
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง ค.9 ผลของระยะเวลาเก็บรักษาต่อกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส

ระยะเวลา (วัน)	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (unit/ml)		กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสที่เหลือ (%)	
	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min	แปรรูปด้วยความดันสูงยิ่ง 500 MPa, 30 °C, 40 min	แปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 °C, 10 min
0	$270.40^{a} \pm 26.60$	92	$40.13^{NS} \pm 16.40$	14
7	$235.70^{b} \pm 20.00$	80	$36.90^{NS} \pm 3.00$	13
14	$155.80^{c} \pm 19.70$	53	$34.00^{NS} \pm 13.40$	12
21	$124.33^{c} \pm 4.10$	42	$28.20^{NS} \pm 10.00$	10
28	$86.80^{d} \pm 16.10$	29	$23.40^{NS} \pm 1.50$	8

หมายเหตุ - เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งในกลุ่มการทดลองเดียวกัน ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงค่าความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a กำกับ มีค่ามากที่สุด

- NS = แสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง
ภาพลำไยในน้ำเชื่อมและภาพวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลำไยในน้ำเชื่อม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ง.1 ลำไยในน้ำเชื่อมชุดควบคุม

รูป ง.2 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยกระบวนการความดันสูงยิ่ง 500 MPa 30 ^{o}C 40 min ระยะเก็บรักษา 0 วัน

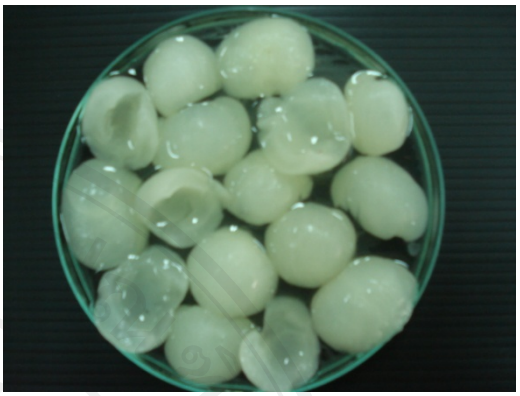
รูป ง.3 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 ^{o}C 10 min ระยะเก็บรักษา 0 วัน

รูป ง.4 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยกระบวนการความดันสูงยิ่ง 500 MPa 30 ^{o}C 40 min ระยะเก็บรักษา 7 วัน

รูป ง.5 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 ^{o}C 10 min ระยะเก็บรักษา 7 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ง.6 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยกระบวนการความดันสูงยิ่ง 500 MPa 30 ^{o}C 40 min ระยะเก็บรักษา 14 วัน



รูป ง.7 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 ^{o}C 10 min ระยะเก็บรักษา 14 วัน

รูป ง.8 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยกระบวนการความดันสูงยิ่ง 500 MPa 30 ^{o}C 40 min ระยะเก็บรักษา 21 วัน

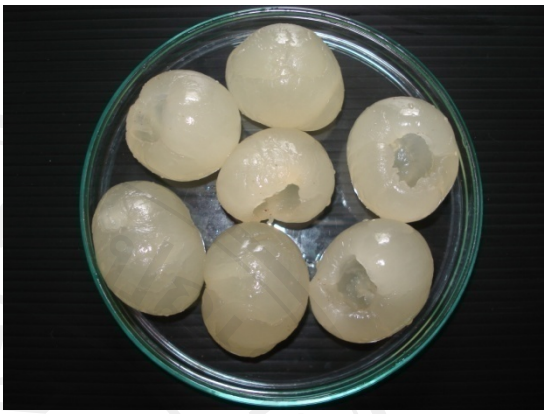
รูป ง.9 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 ^{o}C 10 min ระยะเก็บรักษา 21 วัน

รูป ง.10 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยกระบวนการความดันสูงยิ่ง 500 MPa 30 ^{o}C 40 min ระยะเก็บรักษา 28 วัน

รูป ง.11 ลำไยในน้ำเชื่อมแปรรูปด้วยการพาสเจอไรซ์ 93 ^{o}C 10 min ระยะเก็บรักษา 28 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ง.12 ลำไยสดพันธุ์ดอ



รูป ง.13 ลำไยสดพันธุ์ดอที่ผ่านการปอกเปลือกและควักเมล็ดออก

รูป ง.14 น้ำตาลทราย

รูป ง.15 กรดซิตริก

รูป ง.16 แคลเซียมคลอไรด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวรัตนา ไชยมูล
วัน เดือน ปีเกิด	3 กรกฎาคม 2526
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสันป่าตองวิทยาคม ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2548

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved