Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 381-384 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 381-384 (2554)

การเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพและกิจกรรมของเอนไซม์ในหัวแก่นตะวันในระหว่างการเก็บรักษา

The Change in Quality Attributes and Enzymes Activity of *KaenTaWan* (*Helianthus tubersosus* L.) During Storages

สมพิศ สายแก้ว[1] **รัชฎา ตั้งวงค์ไชย**[1] **และ อัมพร แซ่เอียว**[1]
Sompit Saikaew[1], Ratchada Tangwongchai[1] and Amporn Sae-Eaw[1]

Abstract

KaenTaWan (*Helianthus tubersosus* L.) is a fructan plant, composing of inulin and fructo-oligosaccharides.This study investigated the quality changes and enzyme activities changes of polyphenoloxidase (PPO), pectinmethylesterase (PME), inulinase (INU) and lipoxygenase (LOX) in KaenTaWan variety HEL65 stored in plastic bags at 4°C and -18°C for 10 weeks. Results indicated that the fresh tubers presented lightness (L*), redness (a*) and yellowness (b*) of 52.56±2.25, 7.23±1.22 and 25.29±0.97, respectively, firmness was 2196.05±18.3 g_{force} and amount of fructan was 54.51±5.49%. The appearance changes in KaenTaWan during storage were dark-brown colour, wrinkled skin and spongy texture. Analysis of data indicated that the interaction between storage temperature and time affected L*, b* and firmness. KaenTaWan at 4°C had higher L*, b* and firmness than those at -18°C after thawing ($p \leq 0.05$) due to the structural changes. The longer storage time, the lesser in L*, b* and firmness ($p \leq 0.05$). The chilling condition caused higher weight loss (0.67 percent/week) than the freezing condition (0.18 percent/week). The total soluble solids and fructan contents did not change during storage both at 4°C and -18°C ($p>0.05$). In addition, PPO, PME, INU and LOX activities in the tubers at 4°C and -18°C did not change during storage. Therefore, those enzymes activities might not be the key factors attribute to the physical changes of the tubers stored at 4°C and -18°C for 10 weeks.

Keywords: *KaenTaWan* (*Helianthus tubersosus* L.), storage temperature, enzyme activity

บทคัดย่อ

แก่นตะวันเป็นพืชสะสมฟรุคแทน ซึ่งประกอบด้วยอินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพและกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) เพคตินเมทิลเอสเทอเรส (PME) อินนูลิเนส (INU) และลิพอกซิจิเนส (LOX) ในหัวแก่นตะวันสดสายพันธุ์ HEL 65 ซึ่งบรรจุในถุงพลาสติกเก็บรักษาที่ 4°ซ และ -18°ซ นาน 10 สัปดาห์ พบว่า หัวแก่นตะวันสดมีความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง (a*) ความเป็นสีเหลือง (b*) เป็น 52.56±2.25, 7.23±1.22, 25.29±0.97 ตามลำดับ มีความแน่นเนื้อเป็น 2196.05±18.31 กรัมแรง มีปริมาณฟรุคแทนร้อยละ 54.51±5.49 (น้ำหนักแห้ง) หัวแก่นตะวันมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาที่สังเกตได้ คือ สีผิวเปลือกคล้ำและเหี่ยวย่น เนื้อฟ่ามคล้ายฟองน้ำ จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า L*, b* และความแน่นเนื้อ โดยหัวแก่นตะวันที่เก็บที่ 4°ซ มีค่า L*, b* และความแน่นเนื้อมากกว่าหัวแก่นตะวันที่ -18°ซ ค่า L*, b* และความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ($p \leq 0.05$) การละลายน้ำแข็งก่อนการวิเคราะห์มีผลต่อโครงสร้างของแก่นตะวันเป็นเหตุให้ความแน่นเนื้อของแก่นตะวันแช่เยือกแข็งที่ผ่านการละลายน้ำแข็งมีค่าต่ำกว่าที่ 4°ซ ($p \leq 0.05$) หัวแก่นตะวันที่ 4°ซ มีการสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ 0.67 ต่อสัปดาห์) มากกว่าหัวแก่นตะวันที่ -18°ซ (ร้อยละ 0.18 ต่อสัปดาห์) ทั้งนี้อุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ และปริมาณฟรุคแทนในระหว่างการเก็บรักษา ($p>0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าเอนไซม์ PPO, PME, INU และ LOX ในหัวแก่นตะวันที่ 4°ซ และ -18°ซ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมในระหว่างการเก็บรักษา ($p>0.05$) ดังนั้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO, PME, INU และ LOX จึงไม่ได้เป็นสาเหตุสำคัญในการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะที่สังเกตได้ของแก่นตะวันที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ และ -18°ซ นาน 10 สัปดาห์

คำสำคัญ: แก่นตะวัน อุณหภูมิในการเก็บรักษา กิจกรรมของเอนไซม์

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002
[1] Department of Food Technology, Faculty of Technology/ Postharvest Technology Innovation Center, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

คำนำ

แก่นตะวันเป็นพืชสะสมอินนูลิน ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนประเภทคาร์โบไฮเดรต ประกอบด้วยหน่วยของกลูโคสร้อยละ 20 และฟรุคโตสร้อยละ 80 มีคุณสมบัติเป็นอาหารของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (pre-biotic) และเป็นเส้นใยอาหาร (dietary fibre) อินนูลินมีระดับการเกิดพอลิเมอร์ (degree of polymerization, DP) ระหว่าง 2-70 หน่วยฟรุคโตส แต่หาก DP น้อยกว่า 10 จัดเป็นฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ (fructooligosaccharides, FOS) อินนูลินในหัวแก่นตะวันมีประมาณร้อยละ 7-30 ของน้ำหนักสดหรือประมาณร้อยละ 50 ของน้ำหนักแห้ง (Kays and Nottingham, 2008) การเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวของหัวแก่นตะวันสด เช่น การสลายตัวของอินนูลินและการเกิดสีน้ำตาลส่งผลต่อลักษณะและการยอมรับของผู้บริโภค Saengthongpinit and Sajjaanantakul (2005) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอินนูลิน โดยเก็บรักษาหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ 2°ซ และ 5°ซ นาน 4-6 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณซูโครสและอินนูลินที่มี DP 3-10 เพิ่มขึ้น ส่วนอินนูลินที่มี DP >10 ลดลง สอดคล้องกับ Modler *et al*. (1993) ซึ่งรายงานว่าไม่พบ FOS ที่มี DP มากกว่าหรือเท่ากับ 10 แต่มีการสะสมของ DP 1-4 หลังการเก็บรักษานาน 16 เดือน นอกจากนี้ Tchone and Barwald (2005) พบว่า เอนไซม์ PPO ในหัวแก่นตะวัน 9 พันธุ์ มีกิจกรรมสูงสุดที่บริเวณผิวเปลือก ซึ่งมีกิจกรรมอยู่ในช่วง 1274-3026 nKat ในส่วนเนื้อของหัวแก่นตะวันมีกิจกรรมของเอนไซม์ PPO น้อยมาก (2-5 nKat) ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และกิจกรรมของเอนไซม์ในหัวแก่นตะวันสดระหว่างการเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการชะลอการเปลี่ยนแปลงและรักษาคุณภาพของหัวแก่นตะวันสด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างแก่นตะวัน

นำหัวแก่นตะวันสดสายพันธุ์ HEL65 จากแปลงทดลองคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เก็บเกี่ยวประมาณ 120 วันหลังการปลูก คัดเลือกหัวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5-2 ซม. ความยาว 6-8 ซม. และน้ำหนักต่อหัว 25-50 กรัม มาล้างสิ่งสกปรกออกโดยใช้น้ำประปา จากนั้นนำไปแช่ในน้ำคลอรีนเข้มข้นประมาณ 100-120 ppm นาน 30 นาที (หัวแก่นตะวัน 1 กิโลกรัมต่อน้ำคลอรีน 5 ลิตร) ล้างอีกครั้งด้วยน้ำสะอาดที่มีปริมาณคลอรีนอิสระ 5 ppm ผึ่งลมให้สะเด็ดน้ำ บรรจุหัวแก่นตะวันในถุงพอลิเอทิลีน (หนา 90 ไมโครเมตร) ถุงละ 1 กิโลกรัม เก็บรักษาไว้ที่ 4±2°ซ และนำหัวแก่นตะวันอีกส่วนหนึ่งไปแช่เยือกแข็งด้วยลมเย็นอุณหภูมิ -35°ซ ก่อนการนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ (-18)±2°ซ สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมีทุก 2 สัปดาห์ โดยตัวอย่างหัวแก่นตะวันที่ -18°ซ นำมาละลายน้ำแข็งที่ 5±2°ซ นาน 24 ชม. ก่อนการวิเคราะห์

2. การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี

2.1 ค่าสี วัดค่าสีในระบบ CIE (L* a* b*) ด้วยเครื่อง Hunter Lab (Hunter Associates Laboratory; USA)

2.2 การวิเคราะห์ความแน่นเนื้อโดยเครื่อง Texture analyzer (Stable Micro System; UK) วัดแบบการเจาะผ่าน (puncture test) ด้วยหัววัดแบบทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มม. (P/3)

2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Baldini *et al*., 2004) โดยใช้ hand refractometer (ATAGO, Japan)

2.4 การสูญเสียน้ำหนัก (Lichanporn *et al*., 2009)

2.5 การวิเคราะห์ปริมาณฟรุคแทน โดยใช้ชุดทดสอบ K-FRUC (Megazyme International, Ireland) อ้างอิงการวิเคราะห์จาก AOAC 999.03 และ AACC 32.32 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 นาโนเมตร (Lambda 25, Perkin Elmer, USA)

3. การวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์

3.1 การสกัดเอนไซม์ในการวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ PPO, LOX และ INU นำหัวแก่นตะวัน 50 กรัมมาหั่นลดขนาด เติม sodium phosphate buffer pH 7.2 ซึ่งมีกรดแอสคอบิค 50 mM และ polyethylene glycol (PEG) 10% ผสมร่วมด้วย จำนวน 100 มล. และบดปั่นตัวอย่าง 2 นาที (Ziyan and Pekyardimci, 2003) การสกัดเอนไซม์ PME นำหัวแก่นตะวัน 50 กรัมมาหั่นลดขนาด เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 M จำนวน 50 มล. บดปั่นตัวอย่าง 2 นาที ปรับพีเอชเป็น 7.5 และหมุนกวนโดยใช้ magnetic stirrer 2 ชั่วโมง (Pires and Finardi-Filho, 2005) กรองตัวอย่างทั้ง 2 วิธีการสกัดผ่านผ้าขาวบาง 2 ชั้น นำสารละลายที่กรองได้ไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 10,000 x *g* ที่ 4°ซ นาน 30 นาที สารละลายที่ได้เป็นสารสกัดเอนไซม์อย่างหยาบ ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ต่อไป

3.2 การวิเคราะห์เอนไซม์ PPO (Gomes and Ledward, 1996) วัดการดูดกลืนแสงที่ 475 nm ทุกๆ 30 วินาที ทั้งนี้ 1 หน่วยของกิจกรรมเอนไซม์ PPO หมายถึง ปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น 0.001/นาที ที่อุณหภูมิห้อง

3.3 การวิเคราะห์เอนไซม์ PME (Tangwongchai *et al*., 2000) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 nm ใช้กรดกาแลคทูโรนิกเป็นสารมาตรฐาน ทั้งนี้ 1หน่วยของกิจกรรมเอนไซม์ PME คือ ปริมาณเอนไซม์ที่ผลิตกรดกาแลคทูโรนิก 1 ไมโครโมล/นาที

3.4 การวิเคราะห์เอนไซม์ LOX (Tangwongchai *et al*., 2000) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 234 nm ทุกๆ 30 วินาที ทั้งนี้ 1 หน่วยของกิจกรรมเอนไซม์ LOX คือ ปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้ค่าการดูดกลืนแสงเปลี่ยนแปลงไป 0.001/นาที

3.5 การวิเคราะห์เอนไซม์ INU (Chen *et al*., 2009) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 575 nm โดยใช้ฟรุคโตสเป็นสารมาตรฐาน ทั้งนี้ 1 หน่วยของกิจกรรมเอนไซม์อินนูลิเนส คือ ปริมาณเอนไซม์ที่ผลิตฟรุคโตส 1 ไมโครโมล/นาที

ผล

หัวแก่นตะวันสดก่อนการเก็บรักษามีความสว่าง (L*) ความเป็นสีเหลือง (b*) และความเป็นสีแดง (a*) เท่ากับ 52.56±2.25, 7.23±1.22 และ 25.29±0.97 ตามลำดับ ความแน่นเนื้อ 2196.05±18.31 กรัม ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 19.42±0.88 oBx และปริมาณฟรุคแทนร้อยละ 54.51±5.49 (น้ำหนักแห้ง) เมื่อนำหัวแก่นตะวันสดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ และ-18°ซ นาน 10 สัปดาห์ พบว่า หัวแก่นตะวันมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาที่สังเกตได้คือ สีผิวเปลือกคล้ำและเหี่ยวย่น เนื้อฟามคล้ายฟองน้ำ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ผลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่า L*, b* และความแน่นเนื้อ โดยหัวแก่นตะวันที่เก็บที่ 4°ซ มีค่า L*, b* และความแน่นเนื้อมากกว่าหัวแก่นตะวันที่ -18°ซ หลังการละลายน้ำแข็ง ซึ่งค่า L*, b* และความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ($p \leq 0.05$) การละลายน้ำแข็งก่อนการวิเคราะห์มีผลต่อโครงสร้างของหัวแก่นตะวันแช่เยือกแข็งที่ผ่านการละลายน้ำแข็งเป็นเหตุให้ความแน่นเนื้อมีค่าต่ำกว่าที่ 4°ซ ($p \leq 0.05$) หัวแก่นตะวันที่ 4°ซ มีการสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ 0.67 ต่อสัปดาห์) มากกว่าหัวแก่นตะวันที่ -18°ซ (ร้อยละ 0.18 ต่อสัปดาห์) ทั้งนี้อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและเวลาไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ฟรุคแทนและกิจกรรมของเอนไซม์ PPO, PME, INU และ LOX ในหัวแก่นตะวันระหว่างการเก็บรักษา ($p>0.05$; ตารางที่ 1)

Table 1 The chemical, physical compositions and enzymes activity changes of KaenTaWan during 10 weeks storage

week	fructan content (%w/w dw) ^{ns}		weight loss (%relative)		Firmness (g)		total soluble solid ($^{\circ}$Brix) ^{ns}	
	4°C	-18°C	4°C	-18°C	4°C	-18°C	4°C	-18°C
2	56.87±2.8$^{A, (A)'}$	46.70±6.8$^{B, (B)'}$	1.78±0.5^{cd}	1.50±0.3^{d}	2014±50^{a}	263±2^{c}	19.74±1.7^{A}	18.14±1.3^{B}
4	48.65±9.3$^{B, (AB)'}$	66.65±2.9$^{A, (A)'}$	3.13±0.4^{c}	1.91±0.^{cd}	1585±7^{b}	235±8^{c}	21.79±2.5^{A}	17.54±0.4^{B}
6	44.81±11.4$^{B, (AB)'}$	49.42±3.9$^{A, (B)'}$	4.71±0.6^{b}	2.22±0.3^{cd}	1939±28^{a}	259±31^{c}	21.89±4.2^{A}	19.74±1.0^{B}
8	36.77±4.1$^{B, (B)'}$	54.29±2.7$^{A, (AB)'}$	6.30±1.1^{a}	2.44±0.3^{cd}	1993±164^{a}	245±1^{c}	21.50±0.7^{A}	19.07±0.3^{B}
10	47.60±4.1$^{B, (AB)'}$	57.72±7.3$^{A, (AB)'}$	7.49±0.9^{a}	2.70±0.2^{cd}	2017±42^{a}	226±34^{c}	21.55±0.7^{A}	19.25±0.3^{B}
	Δ E*		Lightness (L*)		Redness (a*) ^{ns}		Yellowness (b*)	
2	13.53±0.14^{a}	10.68±0.22^{c}	52.96±0.2^{ab}	34.39±0.9^{d}	9.55±0.6^{A}	5.97±0.1^{B}	29.03±1.0^{a}	16.67±1.2^{c}
4	13.58±0.21^{a}	9.55±0.02^{d}	54.65±4.1^{a}	29.54±0.0^{e}	9.42±1.7^{A}	4.92±0.0^{A}	28.10±0.4^{a}	11.20±0.3^{d}
6	13.18±0.13^{ab}	9.68±0.41^{d}	49.95±0.3^{bc}	29.68±1.4^{e}	9.27±0.3^{A}	5.21±0.4^{B}	27.60±1.1^{ab}	12.00±2.1^{d}
8	12.77±0.09^{b}	9.21±0.42^{d}	47.29±0.0^{c}	28.71±1.1^{e}	9.69±0.6^{A}	4.44±0.7^{B}	24.61±0.6^{b}	9.31±1.9^{d}
10	12.76±0.03^{b}	9.65±0.448^{d}	46.59±1.3^{c}	30.30±1.7^{e}	10.14±1.2^{A}	4.26±0.4^{B}	24.66±0.0^{b}	12.08±2.4^{d}
	PPO activity ^{ns} (units/mg protein)		PME activity ^{ns} (units/mg protein)		LOX activity ^{ns} (units/mg protein)		INU activity ^{ns} (units/mg protein)	
2	250.56±27.69	85.90±31.59	0.75±0.01$^{B, (A)'}$	1.24±0.15$^{A, (A)'}$	509.42±14$^{B, (B)'}$	641.65±21$^{A, (C)'}$	0.67±0.04^{A}	0.35±0.02^{B}
4	84.33±1.13	194.59±102.67	0.43±0.11$^{B, (B)'}$	0.77±0.05$^{A, (C)'}$	579.51±53$^{B,(B)'}$	896.81±60$^{A, (B)'}$	0.62±0.06^{A}	0.50±0.23^{B}
6	211.32±55.32	223.24±146.74	0.84±0.01$^{B, (A)'}$	1.13±0.18$^{A, (AB)'}$	1173.50±293$^{B, (A)'}$	1429.53±34$^{A, (A)'}$	0.67±0.10^{A}	0.34±0.09^{B}
8	118.98±24.27	207.91±65.45	0.36±0.04$^{B, (BC)'}$	0.86±0.00$^{A, (BC)'}$	653.69±2$^{B, (B)'}$	782.26±112$^{A, (BC)'}$	0.68±0.06^{A}	0.49±0.00^{B}
10	109.14±2.01	253.04±30.14	0.16±0.06$^{B, (C)'}$	0.35±0.08$^{A, (D)'}$	1027.78±62$^{A, (A)'}$	919.35±83$^{B, (B)'}$	0.50±0.06^{A}	0.39±0.07^{B}

The data are mean±standard deviation. ^{ns} means the data are not significant differences $p \leq 0.05$).
$^{a, b}$ express significantly different at ($p \leq 0.05$) by DMRT. $^{A, B}$ express significantly different within the same row (temperature effect) by t-test and $^{(A)', (B)'}$ express significantly different within the same column (storage time effect) by DMRT.

วิจารณ์ผล

การเก็บรักษาหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ -18°ซ หลังการละลายน้ำแข็ง พบว่า มีความแน่นเนื้อและมีสีผิวเปลือกคล้ำลง โดยมีค่า L* และ b* ต่ำกว่าหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ 4°ซ เนื่องจากการละลายน้ำแข็งอาจมีผลให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดความเสียหาย เป็นเหตุให้สูญเสียแรงดันเต่งภายในเซลล์และของเหลวภายในเซลล์สามารถออกมาเกิดปฏิกิริยาชีวเคมีได้ (Chassagne-Berces *et al*., 2009) การเก็บรักษาหัวแก่นตะวันสดที่อุณหภูมิ 4°ซ และ -18°ซ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟรุคแทน (อินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์) ทั้งนี้ปริมาณฟรุคแทนไม่อาจชี้บอกถึงระดับพอลิเมอร์ของโมเลกุลอินนูลินหรือฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ในระหว่างการเก็บรักษาได้ เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์หมู่รีดิวซิ่งของหน่วยย่อยในองค์ประกอบของฟรุคแทน ซึ่งประกอบด้วยอินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาร์ไรด์ (Suzuki and Chatterton, 1993) อย่างไรก็ตาม Saengthongpinit and Sajjaanantakul (2005) รายงานว่า การเก็บรักษาที่ 2°ซ และ 5°ซ มีผลให้โมเลกุลอินนูลินในหัวแก่นตะวันที่มี DP>10 ลดลง และโมเลกุลอินนูลินที่มี DP3-10 เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่หัวแก่นตะวันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18°ซ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของระดับพอลิเมอร์ในโมเลกุลอินนูลินได้

สรุป

การเก็บรักษาหัวแก่นตะวันสดที่อุณหภูมิ 4°ซ และ -18°ซ นาน 10 สัปดาห์สามารถคงปริมาณฟรุคแทนไว้ได้ และการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อและสีผิวเปลือกของแก่นตะวันในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ และ -18°ซ ไม่ได้มีสาเหตุสำคัญเนื่องจากกิจกรรมของเอนไซม์ PPO, PME, INU และ LOX ส่วนการละลายน้ำแข็งก่อนการวิเคราะห์อาจมีผลต่อลักษณะคุณภาพของหัวแก่นตะวันสดได้ เช่น มีสีที่คล้ำลง และเนื้อสัมผัสนิ่มขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว: หน่วยงานร่วมมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้ และทุนวิจัยสำหรับคณาจารย์บัณฑิตศึกษา ประจำปีการศึกษา 2551 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

Baldini, M., F. Danuso, M. Turi and Vannozzi. 2004. Evaluation of new clones of Jerusalem artichoke (*Helianthus tubersosus* L.) for inulin and sugar yield from stalks and tuberss. Industrial Crops and Products 19: 25-40.

Chassagne-Berces, S., C. Poirier, M.F. Devaux, F. Fonseca, M. Lahaye, G. Pigorini, C. Girault, M. Marin and F. Guillon. 2009. Changes in texture, cellular structure and cell wall composition in apple tissue as a result of freezing. Food Research International 42: 788–797.

Chen, H.Q., X.M. Chen, Y. Li, J. Wang, Z.Y. Jin, X.M. Xu, J.W. Zhao, T.X. Chen and Z.J. Xie. 2009. Purification and characterization of exo- and endo-inulinase from *Aspergillus ficuum* JNSP5-06. Food Chem. 115: 1206-1212.

Gomes, M.R.A. and D.A. Ledward. 1996. Effect of high-pressure treatment on the activity of some polyphenoloxidases. Food Chem. 56: 1-5.

Kays, S.J. and S.F. Nottingham. 2008. Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke *Helianthus tubersosus* L.. CRC Press Taylor & Francis Group. 478 p.

Lichanporn, I., V. Srilaong, C. Wongs-Aree and S. Kanlayanarat. 2009. Postharvest physiology and browning of Longkong(*Aglaia dookkoo* Griff.) fruit under ambient conditions. Postharv Biol Technol. 52: 294-299.

Modler, H.W., J.D. Jones and G. Mazza.1993. Observations on long-term storage and processing of Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tubersosus*). Food Chem. 48: 279-284.

Pires Raposo, T.C. and F. Finardi-Filho. 2005. Extraction and assay of pectic enzymes from Peruvian carrot (Arracacia xanthorriza Bancroft.). Food Chem. 89: 85–92.

Saengthongpinit, W. and T. Sajjaanantakul. 2005. Influence of harvest time and storage temperature on characteristics of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tubersosus* L.) tubers. Postharv Biol Technol. 37: 93-100.

Suzuki, M. and N.J. Chatterton. 1993. Science and technology of fructans. United State of America: CRC press. 369 p.

Tangwongchai, R., D.A. Ledward and J.M. Ames. 2000. Effect of High-Pressure Treatment on Lipoxygenase Activity. J Agric Food Chem. 48(7): 2896-2902.

Tchone, M. and G. Barwald. 2005. Polyphenoloxidases in Jerusalem artichoke (*Helianthus tubersosus* L.). Brit Food J. 107 (9): 693-701.

Ziyan, E. and S. Pekyardimci. 2003. Characterization of Polyphenol Oxidase from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tubersosus* L.). Turk J Chem. 27: 217-225.