

# ผลของอุณหภูมิและการระบายอากาศในบรรจุภัณฑ์ ที่มีต่อคุณภาพของหัวแก่่นตะวัน

## Effects of temperature and packaging ventilation on quality of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber.

มยุรฉัตร เผือกไร่<sup>1\*</sup>, สายฝน พุดหอม<sup>1</sup>, สังคม เตะระวงศ์เสถียร<sup>1</sup> และ สันน จอกลอย<sup>1</sup>

Mayurachat Puakrai<sup>1\*</sup>, Sayfon Puthorm<sup>1</sup>, Sungcom Techawongsatien<sup>1</sup>

and Sanan Jogloy<sup>1</sup>

**บทคัดย่อ:** แก่นตะวันเป็นพืชหัวที่มีเปลือกบางสูญเสียความชื้นได้ง่าย จึงควรเก็บรักษาหัวแก่่นตะวันไว้ในบรรจุภัณฑ์ที่มีการระบายอากาศน้อยเพื่อให้สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาหัวแก่่นตะวันด้วยการใช้ถุงพอลิเอทิลีน (polyethylene, PE) ที่มีการเจาะรูระบายอากาศและอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพของหัวแก่่นตะวันสด โดยคัดเลือกหัวแก่่นตะวันที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ตัดแต่งและบรรจุใส่ในถุงพอลิเอทิลีนขนาด 5x8 นิ้ว เจาะรู (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม.) จำนวน 4 และ 8 รู และแบบไม่เจาะรูเป็นชุดควบคุม ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C และอุณหภูมิห้อง (28±2 °C) ผลการทดลองแก่นตะวันที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการเสื่อมสภาพที่เร็วโดยแก่นตะวันที่เก็บในถุงไม่เจาะรู ในสัปดาห์ที่ 2 เกิดการงอกของหัวใหม่และเน่าเสีย และแบบเจาะรู 4 และ 8 รู สามารถยืดอายุการเก็บในอุณหภูมิห้องได้อีก 7 และ 4 สัปดาห์ จึงเกิดการงอกและเน่าเสีย เนื่องจากมีการระบายอากาศจึงทำให้เก็บรักษาได้นานกว่าแบบไม่เจาะรูในอุณหภูมิห้อง ส่วนการเก็บรักษาแก่นตะวันในอุณหภูมิ 5 °C พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า 10 สัปดาห์ โดยที่ไม่มีการเสื่อมสภาพ และลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าเก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง ปริมาณอินนูลินมีแนวโน้มลดลงตลอดการเก็บรักษา เนื่องมาจากการย่อยสลายของอินนูลินเป็นฟรุคโตส และปริมาณเยื่อใยดิบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้น เนื่องจากหัวแก่่นตะวันเกิดการผ่อทำให้มีปริมาณเยื่อใยดิบเพิ่มตามไปด้วย

**คำสำคัญ:** เก็บรักษาแก่นตะวัน แก่นตะวัน อินนูลิน

**ABSTRACT:** Skin of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber easily loss its moisture, thus it should be stored in a packaged with less ventilation; this will help prolonging its storage life. The objective of this study was to examine the process of prolonging storage life of Jerusalem artichoke tubers and its quality, using perforate polyethylene (PE) bag and temperature. Tubers of similar size were selected for use in this experiment. Tuber were package in PE bag size 5x8 inch, which had the different number of holes (diameter 5 cm.) 4 and 8, compare with the imperforated PE bag (control), stored at 5±1°C and ambient temperature (28±2 °C) for 10 weeks. Jerusalem artichoke tubers storage in ambient temperature, were rapidly deteriorate in imperforate PE bag treatment, within two weeks the tuber were proliferation of rotting. In PE bag of holes 4 and 8 can be prolonging storage in ambient temperature more than 7 and 4 weeks, respectively. Jerusalem artichoke stored in temperature 5±1°C showed a long time of storage more 10 weeks. The inulin content in temperature 5±1°C of different packaging were not statistically different, but showed decreasing throughout the storage period. Inulin content was decreased due to disintegrate of inulin to be transformed fructose.

**Keywords:** storage Jerusalem artichoke, Jerusalem artichoke, inulin

<sup>1</sup> ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002  
Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002.

\* Corresponding author : tang\_pua@hotmail.com

## บทนำ

แก่นตะวัน หรือ Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ที่มีดอกคล้ายกับทานตะวัน และมีหัวเก็บสะสมอาหารเหมือนมันฝรั่ง (สนั่น และคณะ, 2549) แก่นตะวันเก็บสะสมคาร์โบไฮเดรตอยู่ในรูปของอินนูลิน (Inulin) ซึ่งจัดเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่มีสาย Degree of Polymerization (DP) มากกว่า 10 จัดเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีเยื่อใยสูง จึงได้มีการบริโภคเป็นแหล่งอาหารเส้นใย เนื่องจากอินนูลินเป็นเส้นใยอาหารที่ย่อยยาก ร่างกายไม่สามารถดูดซึมได้ ทำให้อยู่ท้องได้นาน เหมาะสำหรับคนที่ลดความอ้วน อย่างไรก็ตาม แก่นตะวันเป็นพืชหัวที่มีเปลือกบางซึ่งมีผลทำให้สูญเสียความชื้นได้ง่าย (Danilcenko, 2008) การเก็บรักษานั้นต้องมีวิธีการที่สามารถรักษาปริมาณอินนูลินและคุณภาพให้คงอยู่ได้นานที่สุด การเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวของหัวแก่นตะวันส่งผลกระทบต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบโพลีแซคคาไรด์ เนื่องจากการสลายตัวของอินนูลิน (สมพิศ, 2553) เช่นเดียวกับกับงานของ Saengthongpinit และ Sajjaanantakul (2005) ที่ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอินนูลิน โดยเก็บรักษาหัวแก่นตะวันที่อุณหภูมิ 2°C และ 5°C นาน 4-6 สัปดาห์ พบว่าปริมาณซูโครสและ DP 3-10 เพิ่มขึ้น ส่วน DP >10 ลดลง เนื่องจากอินนูลินมีการย่อยสลายของอินนูลินเป็นโมเลกุลสายสั้นและเป็นฟรุคโตส การศึกษาการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อเป็นข้อมูลในการหาแนวทางการใช้ประโยชน์ของหัวแก่นตะวันสดให้เกิดสูงสุด และเพื่อหาแนวทางในการชะลอการเปลี่ยนแปลงและรักษาคุณภาพ (สมพิศ, 2553) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและการระบายอากาศในบรรจุภัณฑ์ที่มีต่อผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอินนูลินของหัวแก่นตะวันระหว่างการจัดเก็บรักษา

## วิธีการศึกษา

เก็บเกี่ยวแก่นตะวันพันธุ์ HEL 65 ที่อายุ 120 วัน หลังปลูก จากแปลงทดลองสาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ล้างน้ำให้สะอาดแล้วผึ่งให้แห้ง ตัดแต่งส่วนที่เน่าเสียออก และคัดเลือกหัวที่สมบูรณ์ มีขนาดใกล้เคียงกัน ไม่มีรอยแผลและตำหนิ บรรจุหัวแก่นตะวันในถุงโพลีเอทิลีนขนาด 5x8 นิ้ว เจาะรู (เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร) จำนวน 4 และ 8 รู และแบบไม่เจาะรูเป็นชุดควบคุม ถุงละ 200 กรัม (จุดน้ำหนักที่แน่นอนทุกถุง) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง (28±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 สัปดาห์ ศึกษาอายุการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงของหัวแก่นตะวัน และสุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ ทุกสัปดาห์ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณอินนูลิน ตามวิธีการของ Saengkanuk et al. (2011) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณเยื่อใย (crude fiber)

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

### แก่นตะวันที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง

แก่นตะวันที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง เก็บรักษาได้เพียง 2 สัปดาห์ ก็เกิดการงอกของหัวใหม่และเน่าเสีย เนื่องจากมีหยดน้ำที่เกิดจากการหายใจและคายน้ำซึ่งอยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ จึงช่วยส่งเสริมให้เกิดการเน่าเสียมากขึ้น (สมโภชน์, 2554) อีกทั้งความร้อนที่เกิดขึ้นจากการหายใจของแก่นตะวันจึงทำให้มีความร้อนเพิ่มมากขึ้นเกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการงอกของหัวใหม่ ส่วนแก่นตะวันที่เก็บรักษาในถุงที่มีการเจาะรูสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น เพราะภายในถุงมีการระบายอากาศออกทางรูที่ได้เจาะไว้จึงไม่ทำให้น้ำค้างภายใน ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้นกว่าถุงไม่เจาะรู แต่อย่างไรก็ตามการเจาะรูทำให้มีการระเหยของน้ำภายในถุงมากขึ้น สังเกตได้จากเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก (Figure 1) ในถุงเจาะรู 4 และ 8 รู

มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก 4.14 และ 8.27% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การเจาะรู 4 รู ในการทดลอง อุณหภูมิห้องนี้สามารถชะลอการเกิดหัวและสามารถระบายอากาศภายในถุง จึงทำให้สามารถเก็บรักษาหัวแก่้นตะวันได้นานถึง 7 สัปดาห์ ส่วนการเจาะรู 8 รู เก็บรักษาได้เพียง 4 สัปดาห์ เนื่องจากการเจาะรูมากเกินไปทำให้บรรจุภัณฑ์ระบายอากาศได้มากส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักมากขึ้นด้วย

### แก่้นตะวันที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 °C

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ในถุงไม่เจาะรู เจาะรู 4 และ 8 รู สามารถเก็บรักษาแก่้นตะวันได้นานตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์ โดยไม่ทำให้หัวแก่้นตะวันเสียหาย เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการระบวมการเมตาบอลิซึมของแก่้นตะวันจึงทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น ระหว่างการเก็บรักษาแก่้นตะวันมีการสูญเสียน้ำหนักลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการคายน้ำของพืชทำให้แก่้นตะวันมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น (Figure 2A) ซึ่งมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ย 0.54, 2.79 และ 3.31 เปอร์เซ็นต์ต่อสัปดาห์ ในถุงไม่เจาะรู เจาะรู 4 และ 8 รู ตามลำดับ จากผลการทดลองการเจาะรูระบายอากาศของบรรจุภัณฑ์ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 °C พบว่าการเจาะรูไม่ทำให้การเก็บรักษาได้นานขึ้นแต่จะเป็นการทำให้หัวแก่้นตะวันแห้งเนืองมากจากการคายน้ำมากและมีการระบายออกไปมากด้วย การคายน้ำของแก่้นตะวันนั้นมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (สุพจน์, 2540) ปริมาณของแข็งที่ละลาย

น้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากมีการสูญเสียน้ำหนักเซลล์จากการสูญเสียน้ำในหัวแก่้นตะวัน จึงทำให้ตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มากขึ้นระหว่างการเก็บรักษา (สมโภชน์, 2554) ดังแสดงใน Table 1 และการสูญเสียน้ำหนักของแก่้นตะวันยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณเยื่อใยดิบของแก่้นตะวันอีกด้วย โดยปริมาณเยื่อใยดิบที่เพิ่มมากขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ในถุงที่เจาะรู 4 และ 8 รู มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าแบบไม่เจาะรูเพราะมีหัวที่แห้งและฝ่อ จึงส่งผลให้มีปริมาณเยื่อใยดิบเพิ่มมากขึ้นดังแสดงใน Table 2

แก่้นตะวันที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 °C ปริมาณอินนูลินมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ตลอดการเก็บรักษา (Figure 2B) ซึ่งสอดคล้องกับ Saengthongpinit and Sajaanantakul (2005) ได้กล่าวไว้ว่าปริมาณอินนูลินระหว่างการเก็บรักษาลดลงเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้น เนื่องจากการย่อยสลายของอินนูลินเป็นโมเลกุลสายสั้นและเป็นฟรุคโตส จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบในบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เจาะรู เจาะรู 4 และ 8 รู พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามอัตราการลดลงของอินนูลินจากบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เจาะรูนั้นมีอัตราการลดลงของอินนูลินน้อยกว่าแบบเจาะรู 4 และ 8 รู (7.5, 8.6 และ 9.4% ตามลำดับ) การเก็บรักษาแก่้นตะวันในอุณหภูมิเย็นจะช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์และชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินนูลินให้ช้าลง จึงสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาต่อคุณภาพและอินนูลินในหัวแก่้นตะวันได้

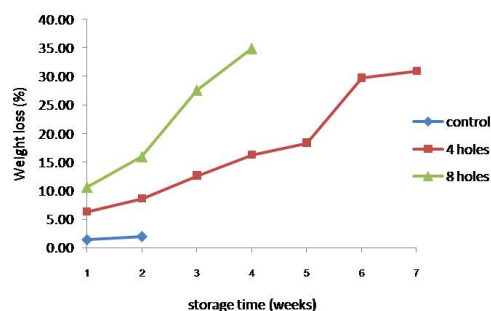


Figure 1 Change in weight loss of Jerusalem artichoke tubers storage at ambient temperature (28±2 °C).

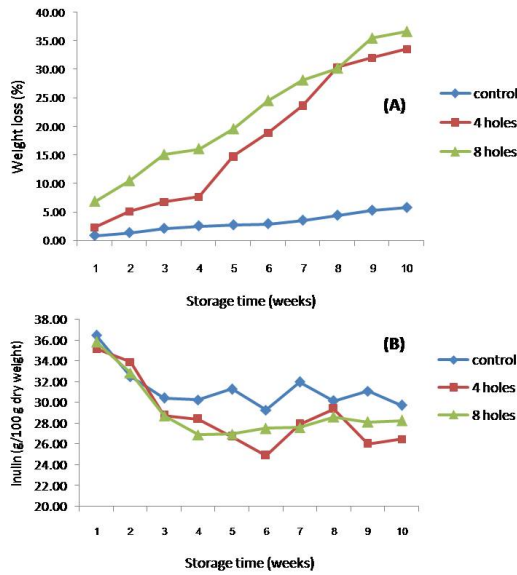


Figure 2 Change in weight loss (A) and inulin (B) of Jerusalem artichoke tubers during stored for 10 weeks at 5 °C.

Table 1 Total soluble solid (°Brix) change of Jerusalem artichoke during storage at 5 °C for 10 weeks.

Treatment	Storage time (weeks)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	21.4	21.8	21.1 b	19.1 b	22.8	19.9	20.6 c	18.4 b	21.4 c	21.0 c
4 holes	20.3	21.6	20.8 ab	22.1 a	23.6	24.3	24.8 a	26.9 a	26.2 ab	26.2 b
8 holes	20.2	20.7	22.0 a	21.6 ab	22.5	24.0	23.9 ab	26.1 a	27.0 a	29.1 a
F - test	ns	ns	*	*	ns	ns	*	*	**	**
C.V. (%)	6.34	5.09	10.71	5.64	10.63	5.12	6.20	7.32	13.82	16.72

ns, \* and \*\* = not significant, significant at P < 0.05 and significant P < 0.01 , respectively.

Means in the same column with the different letters are significantly different at P < 0.05 by LSD.

Table 2 Crude fiber (g/100 g dry weight) change of Jerusalem artichoke during storage at 5 °C for 10 weeks.

Treatment	Storage time (weeks)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Control	3.36 ab	3.48	4.03 a	3.01 c	3.63 b	4.14 ab	3.92 a	4.67 a	6.27 a	4.04 b
4 holes	2.98 b	3.01	3.76 ab	4.19 b	4.39 a	4.67 a	3.04 b	3.65 b	4.21 b	4.49 a
8 holes	3.69 a	3.52	3.25 b	5.65 a	3.87 ab	3.72 b	3.27 ab	4.60 a	4.30 b	3.95 ab
F - test	*	ns	*	**	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	6.27	10.32	8.7	10.62	7.48	11.12	12.85	9.84	16.24	21.33

ns, \* and \*\* = not significant, significant at P < 0.05 and significant P < 0.01 , respectively.

Means in the same column with the different letters are significantly different at P < 0.05 by LSD.

## สรุป

การเจาะรูระบายอากาศให้ถุง PP ที่เก็บรักษา แขนงตะวันที่อุณหภูมิห้องจะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ เพราะถ้าไม่มีการระบายอากาศจะทำให้เกิดการงอกของหัวใหม่และเน่าเสียเร็ว แต่หากมีการเจาะช่องระบายอากาศมากเกินไปก็ทำให้แขนงตะวันที่สูญเสียน้ำหนักได้เร็วอีกด้วยในอุณหภูมิห้อง การเก็บรักษาหัวแขนงตะวันที่อุณหภูมิ 5 °C สามารถเก็บรักษาหัวแขนงตะวันที่สดได้นานตลอด 10 สัปดาห์ และสามารถคงคุณภาพไว้ได้ดีกว่าในอุณหภูมิห้องโดยไม่ต้องเจาะรูก็ได้ เนื่องจากการเก็บรักษาให้อุณหภูมิที่เย็นสามารถชะลออัตราการหายใจและการทำงานของเอนไซม์ของแขนงตะวันที่จึงไม่ทำให้เกิดการงอกใหม่และเน่าเสียเร็ว

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการวิจัยสินค้าอาหารและสุขภาพภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โครงการมหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- สนั่น จอกลอย, วีรยา ลาดบัวขาว และรัชก มีแก้ว. 2549. แขนงตะวันที่ (*Helianthus tuberosus* L.): พืชชนิดใหม่ใช้เป็นพลังงานทดแทน. แขนงเกษตร 34:104-111.
- สมพิศ สายแก้ว, รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย และอัมพร แซ่เอี้ยว. 2553. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของหัวแขนงตะวันที่สดภายหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยาศาสตร์เกษตร 41:249-252.
- สมโภชน์ โกมลมนี่, ประณต สมเกต และ พงษ์ ชูสังข์. 2554. ผลของอุณหภูมิ วัสดุบรรจุภัณฑ์ต่ออายุการเก็บรักษาเห็ดเข็มทอง. วิทยาศาสตร์เกษตร 42:693-696.
- สุพจน์ ปิ่นพงษ์. 2540. การเจริญเติบโตกับคุณภาพและคุณภาพการเก็บรักษา ของ sunchoke (*Helianthus tuberosus* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (วิทยาเขตกำแพงแสน), นครปฐม.
- Danilenco H., E. Jariene, P. Aleknaviciene and M. Gajeki. 2008. Quality of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers in relation to storage conditions. Notulae Botanicae Horti. Agrobotanici Cluj-Napoca. 36:23-27.
- Saengkanuk A., S. Nuchadomrong, S. Jogloy, A. Patanothai and S. Srijaranai. 2011. A simplified spectrophotometric method for the determination of inulin in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. Eur. Food Res. Technol. 233:609-616.
- Saengthongpinit W. and T. Sajaanantakul. 2005. Influence of harvest time and storage temperature on characteristics of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. Postharvest Biol. Technol. 37:93-100.