

ศักยภาพการให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตร ของแก่นตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ในสภาพการ เพาะปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของ ประเทศไทย

Yield potential and agronomic performance of Kaentawan under growing conditions in the Northeast, Thailand

สนั่น จอกลอย นิมิตร วรสุต จิรยุทธ ดาเรสาและ รัชนก มีแก้ว,
ถวัลย์ เกษมาลา และ วิลาวรรณ ตูลา^{1/}

Sanun Jogloy, Nimitra Vorasoot, Chirayut Daresalaeh, Ratchanok Mikaew,
Thawan Kesmala and Wilawan Tula

Abstract

Although it is promising candidate as raw material for various value-added products, animal feed and green energy production, Kaentawan (*Helianthus tuberosus* L.) has not been grown commercially in Thailand, and little information about yield and agronomic performance under growing conditions in Thailand is available. The objective of this study was to compare tuber yield and agronomic performance of some clones of Kaentawan with diverse origins. Fourteen clones of Kaentawan were planted in a randomized complete block with four replications under irrigation in dry season 2005/2006. Data were recorded for above ground biomass (AGB), leaf area index (LAI), tuber yield (TY), soluble solid index (Brix) and harvest index (HI). AGB gradually increased from the plant ages of 0 to 4 weeks after planting (WAP). Flush growth occurred and generally reached the peak from 4 to 8 WAP. Rapid decline in AGB occurred after 12 WAP, by JA 102, HEL 335, HEL 66 and JA 89 varieties tended to highest AGB and the growth pattern of AGB is in good accordance with those of LAI. LAI for the best clone was lower than 2.0, indicating the need for higher plant population densities to achieve optimum yield. Variations among clones for

^{1/} ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

these characters were great, enhancing further selection for the best clone in term of dry matter accumulation. Tuber initiation might occurred few weeks before the age of 8 WAP. Tuber growth increased until the age of 12 WAP, when some clones reached the peak and started to decline and some clones resumed growing until harvest (13 WAP s). Under limited study, variation for tuber yield was also high by JA 89 and JA 102 varieties tended to highest TY. Variation for brix is not as high as other characters and significant with average of 21.9 at 12 WAP only. HI variation, though high at 12 WAP, was not significant at harvest (13 WAP).

Keywords : Kaentawan (*Helianthus tuberosus* L.), tuber yield, brix

บทคัดย่อ

แม้ว่าแก่นตะวันเป็นพืชที่สามารถใช้ เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มได้หลากหลาย และยังใช้เป็นอาหารสัตว์ และพืชพลังงานทดแทนได้อีกด้วย แต่ก็ยังไม่มีการผลิตเพื่อการค้าในประเทศไทย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรอื่นๆ ในประเทศไทยยังมีน้อย วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตหัวและลักษณะทางการเกษตรของพันธุ์แก่นตะวันซึ่งมีแหล่งกำเนิดแตกต่างกัน โดยทดสอบพันธุ์ 14 พันธุ์ในฤดูแล้ง 2547/2548 ใช้แผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ภายในซ้ำ มี 4 ซ้ำ เก็บข้อมูลน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน ดัชนีพื้นที่ใบ ผลผลิตหัวสด ค่าบริกซ์ (brix) และดัชนีเก็บเกี่ยว ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินโดยทั่วไปเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 4 สัปดาห์หลังปลูก หลังจากนั้นมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีน้ำหนักแห้งสูงสุดเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก และเริ่มลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อถึงอายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก โดยพันธุ์ JA 102, HEL 335, HEL 66 และ JA 89 มีแนวโน้มมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุด แบบแผนการพัฒนาของ น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสอดคล้องกับการพัฒนาดัชนีพื้นที่ใบ อย่างไรก็ตามดัชนีพื้นที่ใบมีค่าต่ำโดยที่พันธุ์ที่ดีที่สุดมีดัชนีพื้นที่ใบ สูงสุดต่ำกว่า 2.0 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหากต้องการให้ผลผลิตต่อไร่สูงสามารถทำได้โดยเพิ่มประชากรต่อไร่ ความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ในลักษณะน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและดัชนีพื้นที่ใบมีมาก แสดงให้เห็นว่าสามารถคัดเลือกพันธุ์ที่มีการสะสม น้ำหนักแห้งได้ดีได้ การเริ่มสร้างหัวอาจเกิดขึ้นก่อนอายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก การพัฒนาหัวเพิ่มขึ้นจนกระทั่งอายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก บางพันธุ์เมื่อพัฒนาหัวสูงสุดและผลผลิตหัวสดลดลง แต่บางพันธุ์ยังพัฒนาหัวต่อไปจนถึงเก็บเกี่ยว (อายุ 13 สัปดาห์หลังปลูก) ความแปรปรวนระหว่างพันธุ์ในลักษณะผลผลิตหัวสดมีสูงเช่นเดียวกับลักษณะน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินและดัชนีพื้นที่ใบ โดยพันธุ์ JA 89 และ JA 102 มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงที่สุด ความแปรปรวนของพันธุ์ในลักษณะค่าบริกซ์มีน้อยโดยมีค่าเฉลี่ย 21.9 เมื่ออายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก และไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์เมื่อเก็บเกี่ยว ส่วนลักษณะดัชนีเก็บเกี่ยวแม้มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์สูงเมื่ออายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก แต่กลับไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์เมื่อเก็บเกี่ยว (อายุ 13 สัปดาห์หลังปลูก)

คำสำคัญ : แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.), ผลผลิตหัว, ค่าบริกซ์

บทนำ

แก่นตะวัน หรือ Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือ เป็นพืชหัว (tuber crop) ซึ่งมีศักยภาพสำหรับผลิตอินนูลิน (inulin) (Baldini et al., 2004) ในประเทศไทยเริ่มมีความสนใจใช้แก่นตะวันในอาหารสัตว์ทดแทนสารปฏิชีวนะ อินนูลินที่ได้จากแก่นตะวันยังสามารถใช้ในอุตสาหกรรมน้ำตาลความหวานสูง (high fructose syrup) และผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มต่าง ๆ รวมทั้งใช้เป็นพืชพลังงานทดแทนในการผลิตแอลกอฮอล์ แก่นตะวันได้เริ่มนำเข้ามาปลูกทดสอบการผลิตในประเทศไทย และยังไม่มีการผลิตแก่นตะวันเพื่อเป็นการค้า นอกจากนี้ยังไม่มี การทดสอบพันธุ์เพื่อหาพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย ข้อมูลการทดสอบพันธุ์ส่วนมากทำในเขตอบอุ่นซึ่งสภาพแวดล้อมแตกต่างจากประเทศไทย พันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีในเขตอบอุ่น อาจไม่ให้ผลผลิตดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ดังนั้นการเปรียบเทียบพันธุ์ในพื้นที่เป้าหมาย จึงมีความจำเป็นก่อนที่จะแนะนำพันธุ์แก่เกษตรกรให้ปลูกต่อไป

จากการเปรียบเทียบผลผลิตแก่นตะวัน 4 พันธุ์ของ Cosgrove และคณะ (1991) ที่สหรัฐอเมริกา ซึ่งได้รายงานไว้ว่า แก่นตะวันมีผลผลิตหัวสดเฉลี่ยประมาณ 5.9 ตันต่อไร่ โดยมีพืชตั้งแต่ 2 ตันต่อไร่ถึง 9.9 ตันต่อไร่ และ พบว่าการใช้ระยะปลูก 90 x 60 เซนติเมตร ให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าระยะปลูก 45 x 30 เซนติเมตร Schittenhelm (1999) พบว่า น้ำหนักแห้งหัวของแก่นตะวันในการทดลอง 3 ปี ในสภาพที่ไม่ขาดน้ำ ปุ๋ย และมีการควบคุมวัชพืช มีค่าเฉลี่ย 1.8 ตันต่อไร่ เพื่อให้ได้ข้อมูลศักยภาพการให้ผลผลิตของแก่นตะวันในสภาพเพาะปลูกใน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ดังนั้นงานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของแก่นตะวันพันธุ์ต่าง ๆ ในสภาพการปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

วิธีการศึกษา

พันธุ์แก่นตะวันที่ใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบผลผลิต มีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันจำนวน 14 พันธุ์ โดย 6 พันธุ์แรก คือ JA 38 (B.C.#1 แหล่งกำเนิดคานาดา), JA 67 (Oregon White แหล่งกำเนิดสหรัฐอเมริกา), JA 81 (Violet de Rennes แหล่งกำเนิดฝรั่งเศส), JA 89 (Waldspindel แหล่งกำเนิดฝรั่งเศส), JA 102 (073-87 แหล่งกำเนิดเยอรมัน) และ CN 52867 (PGR 2367 แหล่งกำเนิดรัสเซีย) ได้จาก Plant Gene Resource ของประเทศคานาดา 6 พันธุ์คือ HEL 65, HEL 66, HEL 68, HEL 231, HEL 324 และ HEL 335 ได้จากประเทศเยอรมัน อีก 1 พันธุ์ ซึ่งเป็นพันธุ์ป่า (wild *Helianthus tuberosus*) คือ Ames 2729 ได้รับมาจาก North Central Regional Plant Introduction Station Iowa State University ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีพันธุ์ KKU Ac 001 เป็นพันธุ์เปรียบเทียบมาตรฐาน

ทำการทดลองที่หมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (13° 26' เหนือ, 102° 50' ตะวันออก, 190 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) ในเดือนพฤศจิกายน 2548 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2549 ดินเป็นชุดดินยโสธร ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในซ้ำ มี 4 ซ้ำ ใช้ระยะปลูก 50 x 50 เซนติเมตร ปลูกแก่นตะวันแปลงย่อยละ 7 แถว แถวยาว 5 เมตร ปลูกโดยใช้กล้าชำในถุงพลาสติกอายุ

ประมาณ 1 เดือน ก่อนปลูกไถตะ 1 ครั้ง ไถแปร 2 ครั้ง ใส่ปุ๋ยขาว อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วพรวนดินกลบ กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน หลังย้ายปลูก 2 สัปดาห์ และใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ โรยข้างแถวแล้วพรวนดินกลบให้น้ำชลประทานสัปดาห์ละครั้ง ครั้งละ 3-4 ชั่วโมง ยกเว้นเมื่อมีฝนตก ข้อมูลที่ทำการตรวจวัดได้แก่

1) น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน เมื่ออายุ 0 (ต้นกล้าอายุ 1 เดือน), 4, 8 และ 12 สัปดาห์หลังปลูก โดยสุ่มตัวอย่าง 5 ต้น ในแต่ละแปลงย่อย และเมื่ออายุเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์หลังปลูก) โดยเก็บเกี่ยวในพื้นที่ 4 ตารางเมตร

2) ดัชนีพื้นที่ใบ ซึ่งคำนวณได้จาก พื้นที่ใบต่อพื้นที่ปลูก เมื่ออายุ 0 (ต้นกล้าอายุ 1 เดือน), 4, 8 และ 12 สัปดาห์หลังปลูก

3) ผลผลิตหัวสด เมื่ออายุ 8, 12 สัปดาห์หลังปลูก และเมื่อเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์หลังปลูก)

4) ค่าบrix (brix) ในหัวแก่จนตะวัน เมื่ออายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก และอายุเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์หลังปลูก) โดยสุ่มตัวอย่างหัวนำมาวัดโดยนำหัวมาหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ (ใช้เฉพาะส่วนกลางหัว) ห่อด้วยผ้าขาวบาง แล้วใช้เครื่องบีบเพื่อคั้นส่วนน้ำออกมา หลังจากนั้นนำไปหยดบนเครื่อง hand refractometer รุ่น FG 103/113

5) ดัชนีเก็บเกี่ยวโดยการคำนวณจาก น้ำหนักหัวสดหารด้วยผลบวกของน้ำหนักหัวสด กับน้ำหนักต้นสด

วิเคราะห์ข้อมูลแต่ละลักษณะตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในซ้ำ โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test

ผลการศึกษาและวิจารณ์

น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเมื่ออายุ 0 สัปดาห์หลังปลูก (ต้นกล้าอายุ 1 เดือน) (ตารางที่ 1) พบว่า น้ำหนักแห้งเฉลี่ย 2.3 กิโลกรัมต่อไร่ และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 0.9 ถึง 3.3 กิโลกรัมต่อไร่ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยพันธุ์ CN 52867, HEL 65, HEL 66 และ JA 38 มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุด (3.3, 3.3, 3.2 และ 3.1 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) เมื่ออายุ 4 สัปดาห์หลังปลูก น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเฉลี่ย 20.4 กิโลกรัมต่อไร่ และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 7.8 ถึง 41.2 กิโลกรัมต่อไร่ ($p \leq 0.01$) โดยพันธุ์ JA 89 มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุด (41.2 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยแก่นตะวันมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับ การวัดในเวลาอื่น ๆ โดยมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเฉลี่ย 121.7 กิโลกรัมต่อไร่ และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 20.7 ถึง 390.7 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพันธุ์ JA 89 และ JA 102 มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุด (390.7 และ 267.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ในการวัดเมื่ออายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินลดลงจากการวัดเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก โดยมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเฉลี่ย 79.7 กิโลกรัมต่อไร่ และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 7.1 ถึง 208.4 กิโลกรัมต่อไร่ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยพันธุ์ JA 102 และ JA 89 มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูง

ที่สุด (208.4 และ 167.2 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) และน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเมื่ออายุเก็บเกี่ยว (อายุ 13 สัปดาห์หลังปลูก) แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย 59.1 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 3.2 ถึง 142.3 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพันธุ์ JA 102 และ HEL 66 มีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมากที่สุด (142.3 และ 110.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลง น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของแก่นตะวันทั้ง 14 พันธุ์ จากอายุ 0 สัปดาห์หลังปลูกถึงเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์ หลังปลูก) ของแก่นตะวันแต่ละพันธุ์แตกต่างกันแต่

มีแบบแผนคล้ายกัน คือ ตั้งแต่ชำถึงอายุ 4 สัปดาห์ หลังปลูก แก่นตะวันมีการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินอย่างช้า ๆ การสะสมน้ำหนักแห้งเกิดขึ้น อย่างรวดเร็วในช่วง 4 ถึง 8 สัปดาห์หลังปลูก ซึ่ง แก่นตะวันมีการสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินสูงสุด จากนั้นน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินลดลงอย่างรวดเร็ว จนถึงวันเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์หลังปลูก) อาจเป็น ผลมาจากการเกิดเคลื่อนย้ายอาหารสะสมที่สะสม ไว้ที่ต้นและใบไปยังหัวที่อยู่ใต้ดิน (Maijer and Mathijssen, 1991)

Table 1 Above ground dry matter of Kaentawan varieties evaluated at 0, 4, 8, 12 weeks after planting (WAP) and harvest (13 WAP).

Variety	Dry matter (kg/rai) ^{1/}				
	0 WAP	4 WAP	8 WAP	12 WAP ^{2/}	harvest
JA 38	3.1 A	7.8 F	28.3 F	18.7 F	4.7 D
JA 67	0.9 G	10.2 EF	62.1 EF	0.1 EF	55.9 BCD
JA 81	2.4 BCD	7.4 F	20.7 F	7.1 F	3.2 D
JA 89	2.9 AB	41.2 A	390.7 A	167.2 AB	84.0 ABC
JA 102	1.8 DE	34.7 AB	267.6 B	208.4 A	142.3 A
HEL 65	3.3 A	22.4 BCDE	95.1 DE	88.4 CDE	81.1 ABC
HEL 66	3.2 A	13.0 DEF	112.4 D	120.8 BCD	110.7 AB
HEL 68	2.7 ABC	25.9 BCD	67.0 DEF	43.7 EF	31.3 CD
HEL 231	2.1 ABC	25.5 BCD	114.8 D	116.0 CD	53.6 BCD
HEL 324	2.1 ABC	15.1 CDEF	23.5 F	17.0 F	4.7 D
HEL 335	2.0 CDE	22.2 BCDE	194.6 C	131.6 BC	126.8 A
CN 52867	3.3 A	27.7 BC	191.8 C	79.5 DE	48.9 BCD
AMES 2729	1.0 FG	14.4 DEF	53.9 EF	28.8 F	28.3 CD
KKU Ac 001	1.7 EF	17.8 CDEF	81.7DE	51.4 EF	52.3 BCD
Mean	2.3	20.4	121.7	79.7	59.1
F-ratio	11.0**	4.9*	37.4**	12.0**	3.6*
C.V. %	20.87	44.80	28.46	44.37	80.53

^{1/} means with the same letter (s) are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT)

^{2/} WAP; weeks after planting

*, ** significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

จากงานทดลองพบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อน (C.V.) ในบางอายุที่ทำการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสูง เป็นผลเนื่องมาจากแก่นตะวันบางพันธุ์ เป็นพันธุ์ป่า ได้แก่ Ames 2729 และพันธุ์ที่มีต้นขนาดเล็ก เช่น JA 38, JA 81 และ HEL 324 เมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยว ใบเริ่มร่วง ต้นแห้งตาย ซึ่งสันนิษฐานว่าอาจจะเป็นพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นกว่าพันธุ์อื่น ๆ และในแก่นตะวันพันธุ์อื่น ๆ บางต้นในแต่ละซ้ำมีโรคโคนเน่าที่เกิดจากเชื้อรา ทำให้น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินมีความแตกต่างกันในแต่ละซ้ำที่ทำการเก็บข้อมูล

ดัชนีพื้นที่ใบ

วัดดัชนีพื้นที่ใบตั้งแต่อายุ 0 (ต้นกล้าอายุ 1 เดือน) ถึง 12 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ตั้งแต่อายุ 0 สัปดาห์หลังปลูก (ตารางที่ 2) โดยมีค่าเฉลี่ย 0.02 และมีพิสัยตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.03 ดัชนีพื้นที่ใบมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เมื่ออายุ 4 สัปดาห์หลังปลูก โดยมีค่าเฉลี่ย 0.17 และมีพิสัยตั้งแต่ 0.05 ถึง 0.53 ดัชนีพื้นที่ใบมีค่าสูงสุดเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก และแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ย 0.67 และมีพิสัยตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.97 จากนั้นดัชนีพื้นที่ใบลดลงในการวัดเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ และแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ย 0.42 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 0.06 ถึง 1.07 เมื่อพิจารณา ดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า พันธุ์ที่มีดัชนีพื้นที่ใบสูงสุดคือพันธุ์ JA 89 (1.97) JA 102 (1.45) CN 52867 (0.82) และ HEL 66 (0.76) ตามลำดับ โดยการเปลี่ยนแปลงดัชนีพื้นที่ใบของ แก่นตะวัน 14 พันธุ์ จากอายุ 0 ถึง 12 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า แก่นตะวันมีดัชนีพื้นที่ใบต่ำเมื่ออายุ 0 ถึง 4 สัปดาห์หลังปลูก และดัชนีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นอย่าง

รวดเร็วเมื่ออายุ 4 สัปดาห์หลังปลูก ไปจนถึงอายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก ซึ่งเป็นช่วงที่มีดัชนีพื้นที่ใบสูงสุด จากนั้นดัชนีพื้นที่ใบลดลงอย่างรวดเร็ว การลดลงของดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ โดยทั่วไป พันธุ์ที่มีดัชนีพื้นที่ใบมากเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก มีการลดลงของดัชนีพื้นที่ใบมากกว่าพันธุ์ที่มีดัชนีพื้นที่ใบน้อย โดยจากงานทดลองนี้ พบว่า ดัชนีพื้นที่ใบของแก่นตะวันมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับดัชนีพื้นที่ใบของพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดอื่น เช่น ทานตะวัน (3.00–4.30) (Danalatos et al., 2005) และมันสำปะหลัง (3–7) (Lutaladio, 2001) ซึ่งค่าที่ต่ำนี้อาจเป็นผลมาจากการปลูกแก่นตะวันในช่วงเวลานี้มีการเจริญเติบโตน้อย ต้นค่อนข้างเตี้ยโดยมีความสูงต้นประมาณ 50 เซนติเมตร ทำให้อาหารเคลื่อนย้ายจากต้นสู่หัวเร็วกว่าปกติ ซึ่ง Vervelde (1996) รายงานว่า แก่นตะวันมีความสูงประมาณ 90 – 360 เซนติเมตร ซึ่งหากจำเป็นต้องปลูกแก่นตะวันในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน–กุมภาพันธ์) ต้องใช้ระยะปลูกแคบเพื่อให้มีประชากรต่อพื้นที่มากขึ้นจะทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

ผลผลิตหัวสด

จากการวิเคราะห์ผลผลิตหัวสดครั้งแรกเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า น้ำหนักหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 3) โดยมีค่าเฉลี่ย 557 กิโลกรัมต่อไร่ มีพิสัยอยู่ระหว่าง 253 ถึง 1,386 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงให้เห็นว่าแก่นตะวันได้เริ่มสร้างหัวก่อนเก็บตัวอย่างครั้งแรก 1 หรือ 2 สัปดาห์ โดยพันธุ์ JA 89 ให้น้ำหนักหัวสดสูงที่สุด (1,386 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ JA 81 มีน้ำหนักหัวสดต่ำที่สุด (253 กิโลกรัมต่อไร่) สำหรับการเก็บตัวอย่างครั้งที่สองเมื่ออายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า น้ำหนักหัวสดแตกต่างกันอย่างมี

Table 2 Leaf Area Index (LAI) of Kaentawan varieties evaluated at 0, 4, 8 and 12 weeks after planting (WAP)

Variety	Leaf Area Index (LAI) ^{1/}			
	0 WAP	4 WAP	8 WAP	12 WAP ^{2/}
JA 38	0.02 AB	0.05 HI	0.20 FGH	0.08 G
JA 67	0.01 D	0.12 DEF	0.47 DEF	0.26 EFG
JA 81	0.02 BC	0.05 I	0.09 H	0.06 G
JA 89	0.02 AB	0.53 A	1.97 A	0.89 A
JA 102	0.02 BC	0.25 B	1.45 B	1.07 A
HEL 65	0.03 A	0.16 CD	0.51 DE	0.48 BCD
HEL 66	0.03 A	0.11 FGH	0.76 CD	0.65 B
HEL 68	0.03 AB	0.18 C	0.37 EFGH	0.25 EFG
HEL 231	0.02 BC	0.23 C	0.54 CDE	0.56 BC
HEL 324	0.02 C	0.05 GHI	0.16 GH	0.11 FG
HEL 335	0.01 C	0.14 DE	0.61 CDE	0.59 BC
CN 52867	0.02 A	0.30 B	0.82 C	0.39 CDE
AMES 2729	0.01 D	0.10 EFG	0.39 EFG	0.17 FG
KKU Ac 001	0.01 D	0.11 DE	0.57 CDE	0.29 DEF
Mean	0.02	0.17	0.67	0.42
F-ratio	9.76**	92.86**	24.62**	16.39**
C.V. %	21.34	16.26	32.55	36.15

^{1/} means with the same letter (s) are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT)

^{2/} WAP; weeks after planting

** significant at 0.01 probability levels

Table 3 Fresh tuber weight of Kaentawan varieties evaluated at 8, 12 weeks after planting (WAP) and harvest (13 WAP)

Variety	Fresh tuber weight (kg/rai) ^{1/}		
	8 WAP	12 WAP ^{2/}	harvest
JA 38	287 EF	495 FG	521 F
JA 67	432 DEF	864 EF	1,282 DE
JA 81	253 F	216 G	157 F
JA 89	1,386 A	2,656 A	2,543 A
JA 102	816 BC	2,763 A	2,447 AB
HEL 65	365 EF	1,224 DE	1,266 DE
HEL 66	742 CD	1,952 B	2,108 ABC
HEL 68	374 EF	1,002 EF	1,137 E
HEL 231	502 CDEF	1,640 BCD	1,536 CDE
HEL 324	287 EF	263 G	277 F
HEL 335	506 CDEF	1,820 BC	2,092 ABC
CN 52867	1,149 AB	1,900 BC	1,746 CDE
AMES 2729	346 EF	496 FG	396 F
KKU Ac 001	606 CDE	1,392 CDE	1,841 BCD
Mean	557	1,334	1,375
F-ratio	8.2**	18.1**	16.3**
C.V. (%)	41.5	29.3	28.8

^{1/} means with the same letter (s) are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT)

^{2/} WAP; weeks after planting

** significant at 0.01 probability levels

นัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ย 1,334 กิโลกรัมต่อไร่ มีพิสัยอยู่ระหว่าง 216 ถึง 2,763 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ที่มีผลผลิตสูงในการเก็บตัวอย่างเมื่ออายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก คือ JA 102 (2,763 กิโลกรัมต่อไร่), JA 89 (2,656 กิโลกรัมต่อไร่), HEL 66 (1,952 กิโลกรัมต่อไร่), CN 52867 (1,900 กิโลกรัมต่อไร่) และ HEL 335 (1,820 กิโลกรัมต่อไร่) และการเก็บครั้งสุดท้ายทำเมื่ออายุเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์หลังปลูก) พบว่า น้ำหนักหัวสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ย 1,375 กิโลกรัมต่อไร่ มีพิสัยอยู่ระหว่าง 157 ถึง 2,543 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหัวสดในการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้งนั้นส่วนใหญ่แก่นตะวันมีการสะสมน้ำหนักหัวสดเพิ่มขึ้นยกเว้นพันธุ์ JA 81 ซึ่งน้ำหนักหัวสดลดลงในการเก็บตัวอย่างครั้งหลัง อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหัวสดแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์เมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก บางพันธุ์สะสมน้ำหนักหัวสดสูงสุดและน้ำหนักหัวสดเพิ่มขึ้นอีกจนถึงเก็บเกี่ยว (HEL 66, HEL 335 และ KCU Ac 001) แต่บางพันธุ์น้ำหนักหัวสดเริ่มลดลง (JA 89, JA 102 และ CN 52867) ซึ่งอาจเป็นเพราะเมื่อมีการเคลื่อนย้ายอาหารหรือคาร์โบไฮเดรตจากต้นสู่หัวแล้ว คาร์โบไฮเดรตในหัวจะสูญเสียไปในกระบวนการหายใจทำให้น้ำหนักหัวเมื่ออายุเก็บเกี่ยวลดลง โดย Pinpong (1997) รายงานว่า น้ำหนักหัวสดแก่นตะวันจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่อายุ 12-18 สัปดาห์ และหลังจาก 20 สัปดาห์ จะสูญเสียน้ำหนักหัว ลักษณะหัวเริ่มกลวง ลดความถ่วงจำเพาะของหัว (specific gravity) และสูญเสียคาร์โบไฮเดรตอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับงานทดลองของ Saengthongpinit และ Sajjanatakul (2005) ที่พบว่า น้ำหนักแห้งในแก่นตะวันจะเริ่มลดลงหลังจากอายุ 18 สัปดาห์ ซึ่ง Ben

Chekroun และคณะ (1996) รายงานว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในหัวแก่นตะวันมีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักแห้ง และจากงานทดลองของ Parameswaran (1999) รายงานว่า ผลผลิตหัวสดของแก่นตะวันจะแตกต่างกันออกไปในแต่ละพันธุ์ โดยในพันธุ์ CV4 ให้ผลผลิตประมาณ 12.8 ตันต่อไร่ ต่างจากพันธุ์ CV25 ให้ผลผลิตประมาณ 2.88 ตันต่อไร่

จากงานทดลองจะพบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อน (C.V.) ในบางอายุที่ทำการเก็บเกี่ยวค่อนข้างสูงเป็นผลเนื่องมาจากแก่นตะวันบางพันธุ์ เป็นพันธุ์ป่า ได้แก่ Ames 2729 และบางพันธุ์มีหัวค่อนข้างยาวมีลักษณะไหลไปตามดินทำให้เวลาเก็บตัวอย่างหัวอาจเก็บส่วนของหัวได้ไม่หมด นอกจากนั้นยังพบว่า มีการเข้าทำลายของเชื้อรา ทำให้น้ำหนักบางส่วนเน่า น้ำหนักสดของหัวจึงลดลง

ค่าบริกซ์ (brix)

การวัดค่าบริกซ์ วัดโดย hand reflectometer ซึ่งเป็นการวัดค่าดัชนีของแข็งที่ละลายได้โดยอ้อม ทำการวัด สองครั้ง เมื่ออายุ 12 และอายุเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์หลังปลูก) (ตารางที่ 4) ในการวัดเมื่ออายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า ค่า brix มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย 21.9 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 19.9 ถึง 27.6 สำหรับการวัดเมื่ออายุเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์หลังปลูก) ค่าบริกซ์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย 19.5 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 16.6 ถึง 21.8 โดยในพันธุ์ AMES 2729 มีค่า brix สูงที่สุดทั้ง 2 อายุที่ทำการตรวจวัด (27.58 และ 21.8) ซึ่ง Baldini และคณะ (2004) พบว่า ที่อายุเก็บเกี่ยว ค่า brix (refractometer indexes) ของหัวแก่นตะวันมีค่าอยู่ในช่วง 15.8-24.0

Table 4 Total soluble solid (brix) of Kaentawan varieties evaluated at 12weeks after planting (WAP) and harvest (13 WAP)

Variety	Total soluble solid (brix) ^{1/}	
	12 WAP ^{2/}	harvest
JA 38	23.75 AB	20.1
JA 67	19.92 E	20.1
JA 81	23.83 BC	19.5
JA 89	20.50 DE	19.3
JA 102	21.42 E	18.9
HEL 65	21.83 BCDE	19.8
HEL 66	19.75 DE	17.1
HEL 68	21.17 E	16.6
HEL 231	20.17 DE	20.2
HEL 324	24.00 BCD	20.5
HEL 335	20.50 CDE	19.3
CN 52867	20.42 BCDE	20.0
AMES 2729	27.58 A	21.8
KKU Ac 001	21.33 CDE	19.6
Mean	21.9	19.5
F-ratio	3.72*	1.01ns
C.V. (%)	11.3	12.8

^{1/} means with the same letter (s) are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT)

^{2/} WAP; weeks after planting

ns, * = non-significant, significant at 0.05 probability levels, respectively.

ดัชนีเก็บเกี่ยว

ดัชนีเก็บเกี่ยวเป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างน้ำหนักสดทั้งหมดต่อน้ำหนักหัวสด ในการวัดเมื่ออายุ 8 สัปดาห์หลังปลูก พบว่าดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 5) โดยมีค่าเฉลี่ย 0.53 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 0.34 ถึง 0.71 ในการวัดเมื่ออายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก

ดัชนีเก็บเกี่ยวยังคงแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ย 0.71 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 0.45 ถึง 0.83 แต่ในการวัดเมื่ออายุเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์หลังปลูก) พบว่าดัชนีเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย 0.80 และมีพิสัยอยู่ระหว่าง 0.66 ถึง 0.87 จากงานทดลองพบว่า ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวมีค่าค่อนข้างสูงโดยในพันธุ์ JA 38 มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว

สูงที่สุดทั้ง 3 อายุที่ทำการเก็บเกี่ยว ซึ่งอาจเป็นเพราะพันธุ์ JA 38 เป็นพันธุ์อายุสั้นซึ่งจากงานทดลองที่กำลังศึกษาในขณะนี้ (พฤษภาคม 2549) พบว่า พันธุ์ JA 38 ออกดอกก่อนพันธุ์อื่น ๆ ซึ่ง

มีอายุประมาณ 55 วันหลังปลูก ซึ่ง Denoroy (1996) อธิบายว่า ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวในพันธุ์อายุสั้นมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว 0.6-0.78 และมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงกว่าพันธุ์อายุยาวซึ่งมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยว 0.50-0.55

Table 5 Harvest index (HI) of Kaentawan evaluated at 8, 12 weeks after planting (WAP) and harvest (13 WAP)

Variety	Harvest index (HI) ^{1/}		
	8 WAP	12 WAP ^{2/}	harvest
JA 38	0.71 A	0.83 A	0.87
JA 67	0.51 CDE	0.73 BCD	0.66
JA 81	0.59 BC	0.51 E	0.84
JA 89	0.51 CDE	0.70 CD	0.82
JA 102	0.46 DE	0.76 ABC	0.77
HEL 65	0.34 F	0.66 D	0.75
HEL 66	0.52 CDE	0.73 BCD	0.84
HEL 68	0.50 CDE	0.81 AB	0.83
HEL 231	0.46 DE	0.77 ABC	0.76
HEL 324	0.59 BC	0.45 E	0.78
HEL 335	0.42 EF	0.71 CD	0.78
CN 52867	0.68 AB	0.77 ABC	0.86
AMES 2729	0.53 CDE	0.66 D	0.84
KKU Ac 001	0.55 CD	0.82 A	0.85
Mean	0.53	0.71	0.80
F-ratio	6.2**	15.61**	1.36 ns
C.V. (%)	14.9	7.9	12.3

^{1/} means with the same letter (s) are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT) ns, ** = non-significant, significant at 0.01 probability levels, respectively. ^{2/} WAP; weeks after planting

สรุปผลการศึกษา

แก่นตะวันพันธุ์ JA 89, JA 102, HEL 66 และ HEL 335 ให้ผลผลิตหัวสดสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งช่วงระยะเวลาในการปลูก และระยะเวลาการเก็บเกี่ยวอาจมีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตในแต่ละพันธุ์เพื่อศึกษาถึงศักยภาพสูงสุดของการให้ผลผลิตของพันธุ์ดีเด่นเหล่านี้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบวันปลูก อายุการเก็บเกี่ยว และระยะปลูกที่เหมาะสมกับแก่นตะวันในแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยต่อไป

คำขอบคุณ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากศูนย์ปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อเกษตรยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

- Baldini, M., F. Danuso, M. Turi and G.P. Vannozzi. 2004. Evaluation of new clones of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) for inulin and sugar yield from stalks and tubers. *Industrial Crops and Products*. 19: 25-40.
- Ben Chekroun, M., J. Amzile., M. El Haloui and J. Prevoise. 1994. Qualitative and Quality development of carbohydrate reserves during the biological cycle of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber. *N.Z. J. Crop Hort.Sci.* 22: 31-37.
- Cosgrove, D.R., E.A. Oelke, J.D. Doll, D.W. Davis, D.J. Undersander and E.S. Oplinger. 1991. Jerusalem Artichoke. Available at: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/jerasart.htm>. Verified April 18, 2006.
- Danalatos, N.G., S.V. Archontoulis, L. Geronikolou and G. Papadakis. 2005. Irrigation and N-fertilization effects on the growth and productivity of three sunflower hybrids in an aquic soil in central Greece. 2005 AAIC Annual Meeting: International Conference on Industrial Crops and Rural Development. September 17-21, 2005 Murcia, Spain.
- Denoroy, P. 1996. The crop physiology of *Helianthus tuberosus* L. : A model oriented view. *Biomass and bioenergy*. 11(1): 11-32.
- Lutaladio, N.B. 2001. Manihot esculenta plant. Available at: http://ecoport.org/ep?Plant=1420&entityType=PL****&entityDisplay=full. Verified April 24, 2006.
- Maijer, W.J.M. and E.W.J. Mathijssen. 1991. The relation between flower initiation and sink strength of stems and tubers of Jerusalem artichoke. *Neth. J. Agric. Sci.* 39: 123-135.
- Parameswaran, M. 1999. Urban waste water use in plant biomass production. *Resources, Conservation and Recycling*. 27: 39-56.
- Pinpong, S. 1997. Growth and development, quality and storage quality of sunchoke (*Helianthus tuberosus* L.). MS. Thesis, Department of Horticulture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai with English abstract)
- Saengthongpinit, W. and T. Sajjanantakul. 2005. Influence of harvest time and storage temperature on characteristics of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. *Postharvest Biology and Technology*. 37: 93-100.
- Schittenhelm, S. 1999. Agronomic performance of root chicory, Jerusalem artichoke and sugar beet in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 39: 1815-1823.
- Vervelde, G. J. 1996. *Helianthus tuberosus* L. ใน Flach, M. and Rumawas, F. (Editors) : ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลำดับที่ 9. พืชที่ให้คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เมล็ด. สหมิตรพรินติ้ง นนทบุรี. หน้า 134-138.