อิทธิพลของการเขตกรรมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของแก่นตะวัน

Effects of Agricultural Practices on Growth, Yield, and Quality of Jerusalem Artichoke

บุญธรรม ศรีหล้า[1], สกุลกานต์ สิมลา[2*], พรชัย หาระโคตร[3]

Boonthum Srilah[1], Sakunkan Simla[2*], Bhornchai Harakotr[3]

Received: 2 March 2015 ; Accepted: 30 May 2015

บทคัดย่อ

แก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) เป็นพืชหัวที่มีศักยภาพในด้านอาหารเพื่อสุขภาพ พืชพลังงานทางเลือกอาหารสัตว์ และเป็นแหล่งสำคัญของอินนูลิน แต่ข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์และการจัดการผลิตแก่นตะวันในประเทศไทยยังมีอย่างจำกัด จากการปลูกทดสอบในประเทศไทยแก่นตะวันให้ผลผลิตอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งการพัฒนาพันธุ์น่าจะเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ได้ และการจัดการผลิตบางประการก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของแก่นตะวันได้ การปลูกแก่นตะวันสามารถใช้หัวพันธุ์ได้ทุกส่วน การใช้ส่วนไหลที่มี 2-3 ตาหรือหัวขนาดเล็กเพื่อขยายพันธุ์จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายเรื่องหัวพันธุ์ได้ และการบ่มหัวพันธุ์ในแกลบดำชื้นก่อนนำไปปลูกก็จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอก และความสม่ำเสมอของต้นกล้าเพิ่มขึ้นได้ ทำให้สะดวกต่อการจัดการผลิตและการเก็บเกี่ยว โดยทั่วไปการปลูกแก่นตะวันจะเริ่มในช่วงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแก่นตะวันมากที่สุด และควรหลีกเลี่ยงการปลูกแก่นตะวันในฤดูหนาว (พฤศจิกายน-มกราคม) เนื่องจากต้นแก่นตะวันแสดงอาการแคระแกร็น นอกจากนี้การให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมยังสามารถเพิ่มผลผลิตแก่นตะวันได้เช่นเดียวกัน และยังพบว่าความยืดหยุ่นในการเลือกวันเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 75-105 วันหลังปลูก ไม่มีผลทำให้ผลผลิตของแก่นตะวันลดลงแต่อย่างใด

คำสำคัญ: อินนูลิน การจัดการผลิต องค์ประกอบผลผลิต

Abstract

Kaentawan (Jerusalem artichoke) a is tuber crop and has high potential as a functional food, alternative source of green energy production, animal feeds and important source of inulin. However, the knowledge about variety and cropping practices has not been intensively reported in Thailand. Preliminary yield trials revealed that tuber yield of this crop was very low under growing conditions in Thailand. The yield should be increased considerably through the use new high yielding varieties. Moreover, cropping practices can also increase growth, yield and quality of Kaentawan. Most parts of the stolon can be used. The seed tuber should be incubated in a plastic bin with burned rice hull prior to planting assuring a high germination percentage, uniformity of seedling in field conditions and convenient to harvesting. Jerusalem artichoke could be grown in all year round, but the most appropriate planting date is in March. The cool season (November to January) should be avoided because the plants showed severe stunting with this planting date. Moreover, irrigation and fertilization could also be increased the growth and yield of Jerusalem artichoke. Harvesting of Jerusalem artichoke might be carried out as early as 75-105 days after planting without significant yield loss.

Keywords: inulin, cropping practices, yield component

---

[1] *ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร, สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร*

[2] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*

[3] *อาจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*

[1] *Director of Agricultural Research and Development Center Yasothon, Office of Agricultural Research and Development Region 4, Department of Agriculture*

[2] *Asst. Prof., Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Maharasakham University*

[3] *Lecture, Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasart University*

* *Corresponding Author: sakunkan.s@msu.ac.th, sakunkans@gmail.com*

บทนำ

แก่นตะวัน หรือ Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) เป็นพืชอยู่ในสกุล *Helianthus* มีลักษณะคล้ายดอกทานตะวัน และบัวตอง แต่มีขนาดเล็กกว่า มีหัวใต้ดินคล้ายมันฝรั่งเพื่อเก็บสะสมอาหาร ซึ่งเป็นน้ำตาลอินนูลิน (Inulin) ที่ประกอบด้วยน้ำตาลฟรุกโตสต่อกันเป็นโมเลกุลยาว แก่นตะวันมีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่นแต่สามารถปลูกและปรับตัวได้ดีในสภาพเพาะปลูกของประเทศไทย จากรายงานการวิจัยของต่างประเทศ พบว่า อินนูลินในหัวของแก่นตะวันจะไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารส่วนบน แต่จะถูกย่อยโดยกระบวนการหมักในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ ซึ่งอินนูลินเป็นสารเยื่อใยอาหารที่ให้แคลอรี่ต่ำช่วยลดความอ้วน ไม่เพิ่มปริมาณน้ำตาลในเลือด จึงไม่เป็นปัญหากับผู้เป็นโรคเบาหวาน ช่วยลดคลอเลสเตอรอลและระดับไขมันไม่ดีในเลือด (low density lipoprotein; LDL) ในร่ายกาย จึงลดความเสี่ยงจากการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด นอกจากนี้ยังพบว่าเป็นประโยชน์ต่อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น Bifidobacteria และ Lactobacilli แต่ลดการทำงานของแบคทีเรียก่อโรค เช่น Coliforms และ *E. coli* จึงเป็นที่ยอมรับกันว่าแก่นตะวันเป็นอาหารเสริมสุขภาพ (prebiotic) ทำให้ภูมิคุ้มกันร่างกายดีขึ้น[1,2,3] นอกจากนี้แก่นตะวันยังมีศักยภาพในการเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมน้ำตาลความหวานสูง (high fructose syrup) รวมถึงใช้เป็นพืชพลังงานทางเลือกสำหรับการผลิตเอทานอล เนื่องจากแก่นตะวันมีผลผลิตสูง มีต้นทุนการผลิตต่ำ อายุสั้น (90-120 วัน) สามารถผลิตได้ 2-3 รอบต่อปี และให้ผลผลิตเอทานอลต่อหน่วยวัตถุดิบสูงกว่าพืชชนิดอื่นๆ[2] และในปัจจุบันแก่นตะวันได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากนักอาหารสัตว์ เนื่องจากการใช้แก่นตะวันเป็นวัตถุที่เติมในอาหารสัตว์มีผลกระตุ้นการเจริญเติบโต ปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร ยับยั้งเชื้อก่อโรค และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารของสัตว์ นอกจากนั้นการใช้แก่นตะวันเป็นอาหารเสริมสุขภาพสำหรับสัตว์ สามารถทดแทนการใช้ยาหรือสารปฏิชีวนะที่มีผลตกค้างในผลิตภัณฑ์สัตว์ และมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคด้วย[4]

แก่นตะวันเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดมาจากทวีปอเมริกา มีการกระจายพันธุ์ตั้งแต่ประเทศแคนาดาในอเมริกาเหนือจนถึงอเมริกาใต้ ทำให้พืชชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ค่อนข้างแห้งแล้ง และปรับตัวเข้ากับสภาพการเพาะปลูกในเขตร้อนได้ดีเช่นเดียวกัน[5] แก่นตะวันได้เริ่มนำเข้ามาปลูกทดสอบในประเทศไทย และมีการส่งเสริมให้ผลิตเชิงการค้าแล้วในบางพื้นที่ แต่ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตแก่นตะวันส่วนมากทำในเขตอบอุ่นซึ่งสภาพแวดล้อมแตกต่างจากประเทศไทย[6] การเขตกรรมต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น การให้ปุ๋ย[7] การให้น้ำ และระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม[8] จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ให้แก่นตะวัน แต่การจัดการผลิตที่ให้ผลผลิตดีในเขตอบอุ่น อาจจะให้ผลผลิตที่ไม่ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย อีกทั้งพันธุ์ของแก่นตะวันที่มีการปลูกที่ประเทศไทยในปัจจุบันให้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 2.5-4.6 ตันต่อไร่[2,9] ซึ่งแตกต่างจากต่างประเทศที่ให้ผลผลิตมากกว่า 10 ตันต่อไร่ ถ้าหากมีการปรับปรุงพันธุ์ร่วมกับเทคโนโลยีการจัดการที่เหมาะสมภายใต้สภาพแวดล้อมของไทยน่าจะเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ได้[2] ดังนั้นรายงานนี้จึงเป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของการเขตกรรมต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและคุณภาพของแก่นตะวัน ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเกษตรกรและนักวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อการผลิตแก่นตะวันให้มีผลผลิตสูง และคุณภาพดีต่อไป

แก่นตะวัน ความสำคัญและผลต่อสุขภาพ

แก่นตะวัน หรือ Jerusalem artichoke มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus tuberous* L. จัดอยู่ในตระกูล Asteraceae ซึ่งพืชกลุ่มนี้ได้แก่ เบญจมาศ เก็กฮวย และทานตะวัน แก่นตะวันมีถิ่นกำเนิดอยู่แถบอเมริกาเหนือ ในอดีตชาวอินเดียแดงปลูกไว้เพื่อใช้หัวรับประทานเท่านั้น โดยเชื่อกันว่าหัวของแก่นตะวันมีส่วนช่วยในการเจริญอาหารได้ดี แต่ปัจจุบันกลายเป็นพืชที่รู้จักกันแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส และหลายประเทศแถบยุโรป พืชชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว แต่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพการเพาะปลูกในเขตร้อนได้ดีเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ ยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ค่อนข้างแห้งแล้ง เป็นพืชล้มลุกที่มีหัวสะสมอาหารซึ่งมีผิวไม่เรียบเป็นตะปุ่มตะป่ำเช่นเดียวกับขิงหรือข่า หัวจะมีสีขาวหรือเหลืองขึ้นอยู่กับพันธุ์ มีความยาวประมาณ 7.5-10.0 เซนติเมตร ลำต้นจะแตกกิ่งก้านที่มีลักษณะเรียวเล็ก มีขนคล้ายหนามกระจายทั่วลำต้น ลำต้นจะมีความสูงประมาณ 1.5-3.0 เมตร ใบเกิดแบบสลับบนลำต้น มีลักษณะเรียวยาวรูปไข่หรือวงรี ขอบใบหยักแบบฟันปลา พื้นผิวใบสากและมีขนเช่นเดียวกับลำต้น ส่วนดอกคล้ายดอกบัวตอง [2] (Figure 1) แก่นตะวันเป็นพืชที่มีศักยภาพในหลายๆ ด้าน ดังนี้

Figure 1 tuber (a, b), flower (b), leaf (c), and stem (d) of Kaentawan[10]

แหล่งท่องเที่ยว แก่นตะวันเป็นพืชวงศ์เดียวกับทานตะวัน และดอกมีลักษณะคล้ายดอกบัวตอง ซึ่งชาวญี่ปุ่นเรียกว่า “คิขุอิโหมะ (Kiku-imo) หรือมันเบญจมาศ เนื่องจากเป็นพืชตระกูลเดียวกันกับเบญจมาศ และมีส่วนหัวใต้ดินเป็นหัวมันกินได้คล้ายมันฝรั่ง หรือบางครั้งก็เรียกว่า “เจ้าหญิงทานตะวัน” (hime-mawari) เพราะมีดอกงดงามน่ารักที่สุดในจำนวนพืชสกุลทานตะวัน[11] การปลูกแก่นตะวันเป็นแปลงขนาดใหญ่จะมีความสวยงามคล้ายทุ่งทานตะวันหรือทุ่งดอกบัวตอง สามารถพัฒนาและส่งเสริมเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้ และปัจจุบันพบในหลายพื้นที่ของประเทศไทย เช่น อำเภอปากช่อง และอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น

วัตถุดิบเพื่อผลิตพลังงานทดแทน แก่นตะวันเป็นพืชหนึ่งที่หลายๆ ประเทศให้ความสนใจในการใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นเอทานอล เนื่องจากหัวแก่นตะวันมีการสะสมน้ำตาลสูงและมีแป้งต่ำ ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตเอทานอล น้ำตาลฟรุกโตสที่พบในหัวแก่นตะวันเป็นสารที่ให้ความหวานเท่ากับน้ำตาลชนิดอื่นๆ และที่สำคัญน้ำตาลชนิดนี้สามารถละลายและแยกตัวได้ดีโดยใช้ความร้อน และจะตกตะกอนเมื่อได้รับความเย็นซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีต่อกระบวนการผลิตเอทานอล โดยหัวสดของแก่นตะวันน้ำหนัก 1 ตัน สามารถผลิตเป็นเอทานอลได้ประมาณ 80-100 ลิตร ในขณะที่ผลผลิตของเอทานอลจากอ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลังเท่ากับ 70 260 และ 180 ลิตรต่อวัตถุดิบ 1 ตัน ตามลำดับ แต่เนื่องจากอ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชที่สำคัญที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทย คิดเป็นมูลค่าการส่งออกไม่ต่ำกว่า 60,000 ล้านบาทต่อปี หากนำพืชทั้งสองชนิดนี้มาผลิตเป็นเอทานอล จะพบว่าประเทศไทยจะมีการสูญเสียรายได้มากกว่า 6,000 ล้านบาท เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าการส่งออกและมูลค่าของเอทานอล ดังนั้นแก่นตะวันจึงเป็นพืชทางเลือกที่จะสามารถนำมาผลิตเอทานอลได้ เนื่องจากให้ผลผลิตสูง และต้นทุนการผลิตต่ำ อายุสั้นเพียง 90-120 วัน สามารถปลูกได้หลายรอบต่อปี[2] Gunnarssun *et al*.[12] พบว่าแก่นตะวันมีปริมาณเส้นใยเซลลูโลสต่อพื้นที่สูงกว่าต้นข้าวโพด ตอซังข้าว ชานอ้อย และตอซังข้าวฟ่างเกือบสองเท่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแก่นตะวันย่อมมีผลผลิตเอทานอลสูงกว่าวัตถุดิบชนิดอื่นๆ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินนูลินที่มีมากกว่า 76 ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ แก่นตะวันยังมีปริมาณโปรตีนและไขมันที่เพียงพอ (6 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง) สำหรับกระบวนการนำชีวมวลมาผลิตเป็นพลังงานเชื้อเพลิง

วัตถุดิบในอาหารสัตว์ การใช้ยาหรือสารปฏิชีวนะเติมลงในอาหารสัตว์เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการผลิตนั้นมีการเพิ่มขึ้นในปริมาณมากและมีหลากหลายชนิด แต่ยาบางชนิดที่เติมในอาหารสัตว์ส่งผลตกค้างในผลผลิตภัณฑ์สัตว์ และมีผลกระทบต่อผู้บริโภค ทำให้ปัจจุบันมีการลดการใช้สารปฏิชีวนะในอาหารสัตว์ลงอย่างชัดเจน และนำสารทดแทนสารปฏิชีวนะต่างๆ มาใช้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มอาหารเสริมสุขภาพ (prebiotic) ที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากนักอาหารสัตว์ เนื่องจากอาหารกลุ่มดังกล่าวช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ โดยเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์และลดจุลินทรีย์ที่มีโทษในระบบทางเดินอาหาร อาหารเสริมชีวนะในปัจจุบันที่นิยมนำมาใช้เป็นอาหารเสริมในอาหารสัตว์มีมากมายหลายชนิด เช่น แก่นตะวันที่มีคาร์โบไฮเดรตประเภทฟรุกโตโอลิโกไซด์และอินนูลินเป็นองค์ประกอบ โดยการเติมแก่นตะวันผงที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ในอาหารลูกสุกรหย่านม หรือสุกรรุ่นขุน ทำให้มีน้ำหนักตัวเพิ่ม

สูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีอัตราแลกเนื้อดีกว่าถึง 21.8 เปอร์เซ็นต์ การเสริมอินนูลินในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดคลอเลสตอรอลในไข่ และไข่แดงลงได้[4]

ประโยชน์ต่อสุขภาพ ในประเทศไทยเริ่มมีการนำแก่นตะวันมาใช้เป็นอาหารเชิงสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลโดยรวมต่ำ จึงเหมาะกับการนำมาประกอบเป็นอาหารที่ให้พลังงานต่ำ และควบคุมน้ำหนักได้ดี เมื่อรับประทานหัวแก่นตะวันจะรู้สึกอิ่ม กินอาหารน้อยลง ระบบขับถ่ายดี ไม่มีปัญหาท้องผูก และช่วยลดอาการจุกเสียดแน่นท้องได้ สามารถรับประทานสดได้ทั้งแบบปอกเปลือกหรือไม่ปอกเปลือก เนื่องจากส่วนของเส้นใยที่เป็นประโยชน์ไม่ได้อยู่ในส่วนของเปลือก[13] นอกจากนี้แก่นตะวันยังอุดมไปด้วยอินนูลิน ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทฟรุกแตน จากการศึกษาของ Judprasong *et al*.[14] รายงานว่า สามารถพบอินนูลินในพืชหัวของไทยหลายชนิด โดยกลุ่มที่มีปริมาณอินนูลินสูง ได้แก่ กระเทียมโทนหัวใหญ่ กระเทียมจีน กระเทียมไทย และแก่นตะวัน และยังพบว่าแก่นตะวันมีปริมาณฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์สูงเช่นเดียวกัน (Table 1) อินนูลินมีประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์หลายประการ ซึ่ง ศิริพร และคณะ[3] ได้รายงานว่าอินนูลินเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่มีคุณสมบัติมากกว่าใยอาหารทั่วไป มีพลังงานและค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ช่วยลดปัจจัยเสี่ยงต่อโรคอ้วนและเบาหวาน ลดระดับไขมันและคลอเลสเตอรอลในเลือด นอกจากนี้อินนูลินยังมีคุณสมบัติเป็นอาหารของจุลินทรีย์หรือพรีไบโอติก (prebiotic) ที่เป็นประโยชน์กับลำไส้มนุษย์ สามารถช่วยเสริมภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย และช่วยเพิ่มการดูดซึมของแร่ธาตุโดยเฉพาะแคลเซียม ดังนั้นการบริโภคแก่นตะวันที่มีส่วนประกอบของอินนูลินน่าจะส่งผลดีต่อสุขภาพผู้บริโภค สามารถลดอัตราการเกิดหรือความรุนแรงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ ได้

Table 1 Inulin content and fructo-oligosaccharide of some crops in Thailand [14]

Crops	Moisture content [1] (%)	Inulin content (g/ 100 g fresh weight)	FOS [1,2]
Gallic	65.8±0.7	22.4±2.9	0.9±0.04
Chinese gallic	69.1±1.4	24.3±1.9	1.7±0.96
Elephant gallic	61.4±0.7	29.2±5.6	1.6±1.42
Kaentawan	73.4±0.3	19.4±1.4	5.2±0.04
Big shallot	86.2±0.5	3.6±1.0	3.1±0.54
Shallot	83.7±0.9	8.9±0.8	5.0±0.50

[1] data are expressed in mean ± standard deviation

[2] FOS is combined of GF2 = 1-ketose (1-ketotriose), GF3 = nystose (1,1-ketotertraose) and GF4 = 1F-β-fructofuranosylnystose (1,1,1-ketopentaose)

สำหรับหน่วยของอินนูลินที่ควรบริโภคต่อวันนั้นยังไม่ได้มีกำหนดปริมาณที่แนะนำสำหรับผู้บริโภค ซึ่งรายงานการศึกษาปริมาณอินนูลินและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่ได้รับจากอาหารที่บริโภคของชาวอเมริกันมีค่าเฉลี่ยที่ 1-4 กรัมต่อวัน ในขณะที่ชาวยุโรปมีค่าเฉลี่ยมากถึง 11 กรัมต่อวัน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาทางคลินิกพบว่า การได้รับปริมาณอินนูลินมากเกินไปอาจทำให้ถ่ายมากกว่าปกติหรือเกิดอาการท้องเสียได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความไวของแต่ละบุคคลด้วย[3] ดังนั้นเราควรรับประทานอาหารที่มีสารอินนูลินเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่เหมาะสม การบริโภคในปริมาณที่น้อยหรือมากเกินไปจะทำให้เกิดผลเสียต่อร่างกายมากกว่าประโยชน์ที่เราควรจะได้รับ

การปลูกแก่นตะวัน

แก่นตะวันเป็นพืชที่มีความทนทานสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล ขนาดของหัวที่เหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนขยายพันธุ์นั้นคือหัวที่มีขนาดเล็ก หนัก 50-60 กรัม แต่หัวพันธุ์ควรผ่านการเก็บรักษาในสภาพอากาศเย็นเพื่อทำลายการพักตัวและยังช่วยทำให้มีความงอกสม่ำเสมอขึ้น การเพาะกล้าแก่นตะวันเริ่มจากตัดหัวแก่นตะวันเป็นชิ้นขนาด 3-5 เซนติเมตร แล้วนำมาบ่มในแกลบดำชื้นเพื่อชักนำให้เกิดตาอ่อนประมาณ 1 สัปดาห์ นำต้นอ่อนมาปลูกให้ลึกประมาณ 1-2 เซนติเมตร ที่ระยะปลูก 50 × 50 เซนติเมตร อัตราปลูกที่เหมาะสมคือ 8-10 ต้นต่อตารางเมตร หรือใช้ระยะปลูกแคบลงเมื่อต้องการเก็บเกี่ยวเร็วขึ้นหรือเมื่อมีปัญหาวัชพืชรบกวน ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกแก่นตะวัน คือ ดินร่วนปนทราย ระบายน้ำดี

ขณะปลูกดินควรมีความชื้นสูง เมื่อต้นมีความสูงประมาณ 15 เซนติเมตร ควรใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ การกำจัดวัชพืชทำ 1-2 ครั้งตามความเหมาะสม เก็บเกี่ยวโดยใช้พลั่วขุดหรือถอนด้วยมือ ซึ่งแก่นตะวันมีผลผลิตหัวสดประมาณ 2-3 ตันต่อไร่ โดยขึ้นอยู่กับฤดูปลูก แหล่งปลูก และการจัดการผลิต[6]

ผลของพันธุ์แก่นตะวันต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและคุณภาพ

การปลูกแก่นตะวันเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 3 ประการ ได้แก่ พันธุ์ สภาพแวดล้อม และการจัดการ ดังนั้นการเลือกปลูกแก่นตะวันพันธุ์ดี ร่วมกับการเขตกรรมที่เหมาะสมจึงนับเป็นหัวใจหลักสำหรับการผลิตแก่นตะวัน ในช่วงเริ่มต้นของการนำแก่นตะวันเข้ามาปลูกทดสอบในประเทศไทยนั้น ข้อมูลการทดสอบพันธุ์เพื่อหาพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับสภาพอากาศร้อนของประเทศไทยยังมีจำกัด Pimsaen *et al*.[15] จึงได้ทำการประเมินเชื้อพันธุกรรมแก่นตะวัน 14 สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจาก 118 สายพันธุ์ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 9 แหล่งปลูก พบว่า สภาพแวดล้อม สายพันธุ์ และปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์และสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อน้ำหนักหัวสด จำนวนหัวต่อต้น และน้ำหนักต่อหัวของแก่นตะวัน โดยปริมาณผลผลิตสดมีค่าอยู่ระหว่าง 3.0-38.9 ตันต่อเฮคตาร์ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำสุดคือพันธุ์ JA 67 ภายใต้สภาพแวดล้อมของมหาวิทยาลัยขอนแก่นในฤดูฝน ปี 2008 (3.0 ตันต่อเฮคตาร์) ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือพันธุ์ JA 102 ภายใต้สภาพแวดล้อมของจังหวัดชัยภูมิในฤดูแล้ง ปี 2007 และพบว่าไม่ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์มากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10.5-18.9 ตันต่อเฮคตาร์ โดยการปลูกที่จังหวัดชัยภูมิ เป็นสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงถึง 30.3 ตันต่อเฮคตาร์ (Table 2) ซึ่งความแตกต่างของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์และสภาพแวดล้อม ทำให้สายพันธุ์มีความจำเพาะต่อสถานที่ที่ทำการศึกษา ดังนั้นเกษตรกรควรคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีศักยภาพและมีความเหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่การผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิตของแก่นตะวัน นอกจากนี้ยังพบว่าการปลูกในพื้นที่สูงที่มีอุณหภูมิต่ำเหมาะสำหรับการผลิตแก่นตะวันเพื่อการค้า และควรหลีกเลี่ยงการปลูกในสภาพที่ฝนตกต่อเนื่อง โดยแก่นตะวันสายพันธุ์ JA 89 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงและมีการปรับตัวดีต่อทุกสภาพแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สนั่น และคณะ[6] ที่ทำการเปรียบเทียบผลผลิตแก่นตะวันที่มีแหล่งกำเนิดแตกต่างกันจำนวน 14 สายพันธุ์ พบว่า การสะสมน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของแก่นตะวันทั้ง 14 สายพันธุ์ ตั้งแต่อายุ 0 สัปดาห์หลังปลูกถึงระยะเก็บเกี่ยว (13 สัปดาห์หลังปลูก) ในแก่นตะวันแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักหัวสดมีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ บางพันธุ์มีการสะสมน้ำหนักหัวสดเพิ่มขึ้นจนถึงเก็บเกี่ยว (HEL66 HEL335 และ KKU Ac001) แต่บางพันธุ์น้ำหนักหัวสดลดลง (JA89 JA102 และ CN52867) เนื่องจากเมื่อมีการเคลื่อนย้ายอาหารหรือคาร์โบไฮเดรตจากต้นสู่หัวแล้ว อาหารที่สะสมในหัวจะสูญเสียไปในกระบวนการหายใจ ทำให้น้ำหนักหัวเมื่อเก็บเกี่ยวลดลง โดยพบว่าที่ระยะเก็บเกี่ยวพันธุ์ JA 89 มีน้ำหนักหัวสดสูงที่สุด (2,543 กิโลกรัมต่อไร่) รองลงมา คือ JA102 (2,447 กิโลกรัมต่อไร่) HEL66 (2,108 กิโลกรัมต่อไร่) และ HEL335 (2,092 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid (brix)) ในแต่ละพันธุ์ที่อายุ 12 สัปดาห์หลังปลูก มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 19.9 ถึง 27.6 brix แต่ที่ระยะเก็บเกี่ยวปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่แตกต่างกัน

ในปี พ.ศ. 2549 รองศาสตราจารย์ ดร.สนั่น จอกลอย และคณะ ได้นำพันธุ์จากต่างประเทศเข้ามาปลูกทดสอบจำนวน 24 สายพันธุ์ และคัดเลือกสายพันธุ์ให้บริสุทธิ์ ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่า สายพันธุ์ KKU Ac008 ให้ผลผลิตหัวสูง 2-3 ตันต่อไร่ ทั้งการปลูกในฤดูฝนและฤดูแล้ง หัวมีขนาดใหญ่ มีแขนงน้อย รสชาติหวาน เหมาะที่จะรับประทานหัวสด และได้ให้ชื่อพันธุ์แก่นตะวันพันธุ์ใหม่นี้ว่า แก่นตะวันเบอร์ 1 นอกจากนี้ ยังมีแก่นตะวันอีก 2 พันธุ์ที่มีศักยภาพ คือ แก่นตะวันเบอร์ 2 (KKU Ac014) ที่ให้ผลผลิตสูง หัวมีขนาดใหญ่ มีแขนงน้อยมาก รสชาติหวาน มีความกรอบ เหมาะกับการใช้รับประทานสด และแก่นตะวันเบอร์ 3 มีลักษณะหัวเล็ก อายุสั้น หัวไม่มีแขนง รสชาติดี ซึ่งแก่นตะวันทั้ง 3 พันธุ์ได้แนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 จากการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์แก่นตะวันมาอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ. 2557 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น นำโดย รองศาสตราจารย์ ดร.สนั่น จอกลอย และคณะ ได้แนะนำแก่นตะวันพันธุ์ใหม่ “แก่นตะวัน 50-4” เป็นพันธุ์ลูกผสมที่มีผลผลิตสูง โดยให้ผลผลิตสูงกว่าแก่นตะวันพันธุ์อื่นๆ โดยหัวจะมีขนาดใหญ่ แขนงน้อย รสชาติหวาน เหมาะสำหรับการนำไปใช้เป็นอุตสาหกรรม โดยมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 110 วัน ให้ผลผลิตสูงถึง 4,164 กิโลกรัมต่อไร่[9]

Table 2 Tuber fresh weight (t ha^{-1}) of 15 Jerusalem artichoke clones grown at 9 environments during 2005-2008[15]

Genotype	Environment									Genotype mean
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
JA 37	14.10	18.40	26.20	16.40	13.50	16.40	31.60	12.70	12.50	18.00
JA 38	11.40	15.70	21.60	17.80	14.10	12.00	29.70	7.10	8.40	15.30
JA 67	7.50	6.20	21.50	7.20	5.00	7.40	26.20	3.00	11.00	10.50
JA 89	15.80	18.20	23.70	14.50	19.30	8.80	33.60	17.20	19.40	18.90
HEL 53	9.10	8.20	36.00	11.80	16.00	14.60	23.50	14.00	19.70	17.00
JA 102	8.50	7.90	23.10	7.80	16.60	12.10	38.90	9.30	14.20	15.40
HEL 335	8.60	7.30	27.50	5.60	15.30	6.70	31.10	7.80	14.50	14.20
HEL 231	11.70	14.80	27.50	9.20	22.30	13.70	27.60	14.90	15.30	17.40
HLE 69	11.60	5.50	29.40	8.80	14.70	11.60	31.10	7.20	21.80	15.80
HEL 61	10.60	8.10	26.40	11.40	13.50	10.70	30.40	10.10	20.20	15.70
HEL 65	21.30	19.70	25.60	8.20	15.40	10.20	31.00	5.60	13.50	16.70
HEL 68	12.60	8.60	30.60	9.60	11.30	11.60	30.60	9.20	21.10	16.10
HEL 66	7.90	9.00	28.40	9.60	16.60	13.70	30.30	9.20	15.70	15.60
CN 52867	17.90	22.80	26.00	14.40	14.10	26.30	26.10	10.10	11.80	18.80
KKU Ac 001	8.00	4.70	26.80	12.70	16.90	16.00	33.10	9.30	13.20	15.60
Environment mean	11.80	11.70	26.70	11.00	15.00	12.80	33.30	9.80	15.70	16.10
LSD	1.96	2.78	2.20	2.37	2.62	3.10	3.53	1.86	2.71	2.57

Environment identification: E1: KKU farm rainy season 2005, E2: KKU farm dry season 2006, E3: KKU farm dry season 2006, E4: KKU farm rainy season 2007, E5: KKU farm dry season 2007, E6: Udon Thani dry season 2007, E7: Chaiyaphum dry season 2007, E8: KKU farm rainy season 2008, E9: KKU farm dry season 2008

ผลของส่วนขยายพันธุ์และวิธีการชักนำให้เกิดต้นอ่อนต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของแก่นตะวัน

การปลูกแก่นตะวันให้ได้ผลผลิตสูงนั้นจำเป็นต้องใช้ส่วนขยายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงและมีความสม่ำเสมอ เพื่อให้ได้จำนวนต้นต่อพื้นที่ที่เหมาะสม การขยายพันธุ์แก่นตะวันด้วยเมล็ดเกิดขึ้นได้น้อยมาก เพราะส่วนใหญ่ไม่ติดเมล็ด และที่สำคัญเมล็ดของแก่นตะวันมีการพักตัว โดยในสภาพธรรมชาติต้องใช้เวลา 1 ปีเป็นอย่างน้อยในการคลายการพักตัว จากการศึกษาของ Puthha *et al*.[16] พบว่า เมล็ดแก่นตะวันที่ผ่านการแช่ด้วยกรดจิบเบอริลลิค (gibberellic acid) ความเข้มข้น 500 ppm ร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ (pre-chilling) ที่ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 วัน หลังจากนั้นย้ายไปวางที่อุณหภูมิ 15-25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน ทำให้เมล็ดแก่นตะวันสดงอกได้มากกว่า 85.3 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2) ซึ่งผลจากการศึกษาดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการขยายพันธุ์แก่นตะวันในโครงการปรับปรุงพันธุ์เท่านั้น ยังมีข้อจำกัดในการนำมาประยุกต์ใช้สำหรับเกษตรกรหลายประการ ดังนั้นการใช้ส่วนหัวพันธุ์ในการขยายพันธุ์จึงมีประสิทธิภาพสูงกว่า แต่การขยายพันธุ์โดยใช้หัวเป็นการสูญเสียวัตถุดิบเพื่อการอุตสาหกรรม เนื่องจากส่วนหัวเป็นส่วนเดียวของแก่นตะวันที่มีการนำมาใช้ประโยชน์ สนั่น และคณะ[17] จึงทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของชิ้นส่วนของหัวพันธุ์แก่นตะวัน คือ หัวขนาดใหญ่ หัวขนาดเล็ก และส่วนของไหลซึ่งยังไม่ขยายเป็นหัว (Figure 3) พบว่า การเพาะโดยใช้ไหลส่วนปลายจะงอกต้นใหม่ได้อย่างรวดเร็ว โดยจะมีต้นงอก 50 เปอร์เซ็นต์ในช่วง 3-4 วัน ในขณะที่การใช้หัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การงอกค่อนข้างช้า แต่มีเปอร์เซ็นต์การงอกมากกว่าการขยายพันธุ์ด้วยส่วนอื่นๆ (Table 3) เนื่องจากหัวขนาดใหญ่มีการสะสมคาร์โบไฮเดรตไว้เพื่อเป็นอาหารสำรองจึงมีเปอร์เซ็นต์การงอกมากกว่าชิ้นส่วนไหล ซึ่งเป็นเพียงส่วนหนึ่งของหัวที่การพัฒนายังไม่สมบูรณ์เต็มที่ นอกจากนี้ส่วนของหัวพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความสูงต้นแก่นตะวันที่อายุ 85-99 วันหลังปลูกแตกต่างกัน โดยวัดความสูงที่ 106 113 120 และ 127

วันหลังปลูก พบว่า การใช้หัวขนาดต่างๆ ไม่ทำให้ความสูงต้นแตกต่างกันทางสถิติ และส่วนของหัวที่แตกต่างกันไม่มีผลทำให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกัน ซึ่งพบว่าชิ้นส่วนหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงที่สุด ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการปลูกแก่นตะวันสามารถใช้หัวพันธุ์ได้ทุกส่วน โดยการใช้ส่วนไหลหรือหัวขนาดเล็กสำหรับขยายพันธุ์จะช่วยลดการสูญเสียวัตถุดิบที่จะนำไปใช้ประโยชน์ และทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายค่าหัวพันธุ์ลงได้[17]

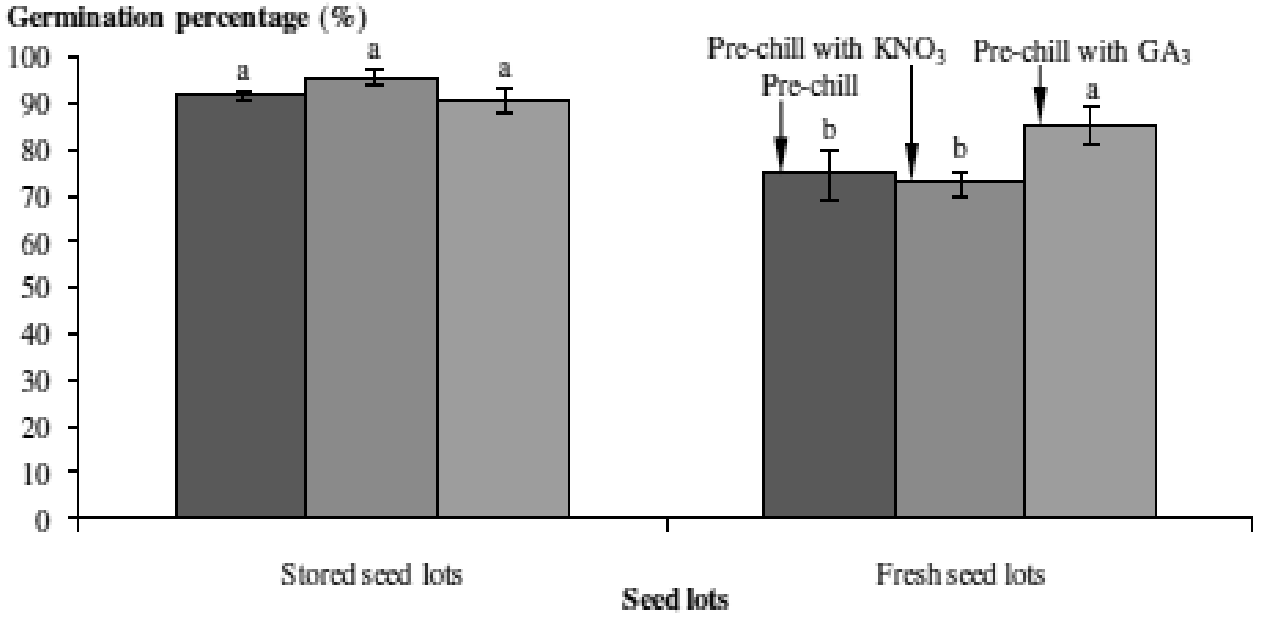

Figure 2 Mean (n=4 for stored seed lots and n=6 for fresh seed lots) and standard error of germination percentage of Jerusalem artichoke in trial[16]

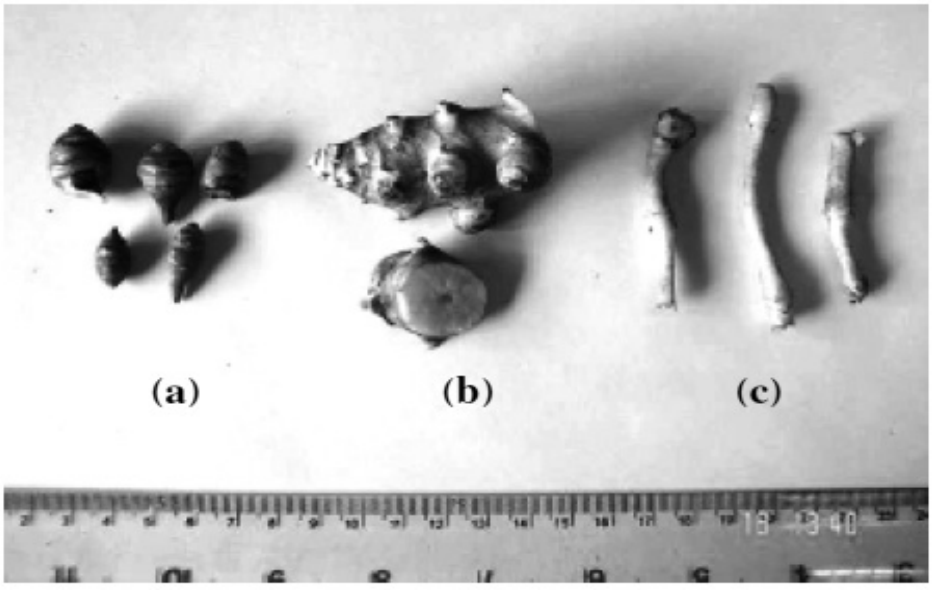

Figure 3 Small tuber (a), big tuber (b), basal stolon, middle stolon and terminal stolon (c) (each has 2-3 buds)[17]

Table 3 Percentage of emergence, plant height, and tuber fresh weight of Kaentawan planted with different tuber parts at 85, 92, 99, 106, 113, 120, and 127 days after planting[17]

Tuber parts	Percentage of	Plant height (cm) [1]							Yield
	emergence (%)	**85**[1]	**92**	**99**	**106**	113	120	127	(kg/rai)
small tuber	78.9	24.3 a	27.9	36.2 ab	43.3	45.4	45.6	45.8	518.66
big tuber	94.6	25.5 a	29.5	37.8 a	44.9	47.3	47.9	47.9	551.99
basal stolon	70.0	18.6 b	22.2	32.1 c	41.6	45.5	46.6	48.3	491.33
middle stolon	77.1	20.3 b	23.7	33.6 bc	43.0	47.3	48.0	46.7	469.33
terminal stolon	76.8	23.6 a	23.1	34.6 abc	49.3	47.5	48.7	48.8	516.66
F-test	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	22.80	9.23	8.39	7.70	8.32	7.14	7.49	7.44	23.04

[1] means with the same letter (s) are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT)

ns, *, ** non-significant and significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

การปลูกแก่นตะวันโดยให้ตัดหัวพันธุ์เป็นชิ้นเล็กๆ มีตาประมาณ 4-5 ตา แล้วนำหัวพันธุ์ไปปลูกลงแปลงโดยตรงนั้น พบว่าการงอกของหัวเป็นต้นอ่อนใช้เวลาแตกต่างกัน ซึ่งทำให้แก่นตะวันมีอายุแตกต่างกัน การเลือกเฉพาะต้นที่งอกและมีขนาดเท่ากันที่เพาะชำในถุงพลาสติกนำไปปลูกเป็นวิธีการแก้ปัญหาข้างต้น แต่ก็เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตอย่างมาก หากมีวิธีการกระตุ้นให้ต้นอ่อนงอกพร้อมๆ กัน ก่อนนำไปปลูกจะทำให้ได้ต้นอ่อนที่งอกสม่ำเสมอ และแก่นตะวันมีอายุใกล้เคียงกัน จากการศึกษาของ สนั่น และคณะ[18] พบว่าการบ่มหัวพันธุ์แก่นตะวันในถังพลาสติกที่ไม่ใส่แกลบดำชื้น และการบ่มในถังพลาสติกใส่แกลบดำชื้นทำให้แก่นตะวันมีเปอร์เซ็นต์การงอก และความสม่ำเสมอของการงอกใกล้เคียงกัน ส่วนการเพาะหัวพันธุ์แก่นตะวันในถุงพลาสติกที่ใส่แกลบดำไม่มีการงอกโดยเมื่อทำการประเมินที่อายุ 7 วันหลังเพาะและเมื่อปลูกทดสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าแก่นตะวันในสภาพแปลงโดยทำการประเมินที่อายุ 7, 14 และ21 วันหลังงอก พบว่า ชิ้นส่วนหัวพันธุ์แก่นตะวันที่ผ่านการกระตุ้นการงอกแล้วและมีความยาว 1-3 เซนติเมตร (treatment 1) มีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตเป็นต้นกล้าในแปลงสูงสุด รองลงมาคือชิ้นส่วนหัวแก่นตะวันใหม่ที่ไม่ได้บ่มโดยให้ตาโผล่พ้นดิน 0-1 เซนติเมตร (treatment 2) และการปลูกหัวแก่นตะวันที่ไม่ได้ผ่านการบ่มโดยวิธีฝังหัวลงในดินโดยตรงมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำที่สุดและมีอายุต่างกันมาก (Table 4) ดังนั้นเกษตรกรควรมีการชักนำให้เกิดต้นอ่อนโดยวิธีบ่มในแกลบดำชื้นก่อนนำไปปลูกจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอก ความสม่ำเสมอของต้นกล้า และทำให้ง่ายต่อการจัดการผลิตและการเก็บเกี่ยว อีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อีกด้วย

Table 4 Percentage of field germination of Kaentawan tuber pieces with three methods evaluated at 7, 14 and 21 day after planting (DAP)[18]

Treatment[1]	Germination (%)[2]		
	7 DAP	**14 DAP**	**21 DAP**
1	100a	100a	100a
2	56b	64b	81a
3	5c	21c	30b
F-test	**	**	**
C.V. (%)	11.0	18.4	19.3

** significant at 0.01 probability level

[1] 1. Germinating tuber pieces with bud length of 1-3 cm above soil surface, 2. Germinating tuber pieces with bud length of 0-1 cm above soil surface 3. Non-germinating tuber pieces with buds under soil surface.

[2] means with the same letter (s) in the same column are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT)

ผลของวันปลูกต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของแก่นตะวัน

เนื่องจากแก่นตะวันเป็นพืชวันสั้น การออกดอก การสะสมคาร์โบไฮเดรต และอายุเก็บเกี่ยวจึงขึ้นอยู่กับพันธุ์และความยาวของวันเป็นหลัก ดังนั้นอิทธิพลของวันปลูกถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพแก่นตะวัน Puangbut *et al*.[19] ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของวันปลูกและอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และปริมาณสารอินนูลินในแก่นตะวันจำนวน 3 พันธุ์ ระหว่างฤดูแล้งที่มีความแปรปรวนของสภาพอากาศสูง พบว่า การปลูกแก่นตะวันในช่วงอุณหภูมิต่ำ (10-16 องศาเซลเซียส) ทำให้น้ำหนักแห้งทั้งหมด ปริมาณอินนูลิน และผลผลิตอินนูลินลดลง แต่ลักษณะดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเมื่อปลูกแก่นตะวันในช่วงที่มีอากาศอบอุ่น (21-31 องศาเซลเซียส) นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถปลูกแก่นตะวันได้ในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนมีนาคม แต่ช่วงวันปลูกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตแก่นตะวัน คือ เดือนมีนาคม และควรหลีกเลี่ยงการปลูกในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม เนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำและมีช่วงวันสั้น ทำให้แก่นตะวันมีการเจริญเติบโตช้าลง แสดงอาการแคระแกร็น และให้ผลผลิตต่ำ (Table 5) ผลจากการศึกษานี้จะช่วยให้เกษตรกรวางแผนการผลิตแก่นตะวันในฤดูแล้งของเขตร้อนได้ และยังให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Puangbut *et al*.[20] ที่พบว่าอุณหภูมิอบอุ่นที่เหมาะสมจะช่วยการสะสมปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (บริกซ์) ในหัวแก่นตะวัน

Table 5 Influence of planting dates and temperature sums on total dry weight, inulin content and inulin yield of three Jerusalem artichoke genotypes at seven planting dates during 2008/09[19]

Genotypes/ Planting dates	Temperature sums (ºC)	Total dry weight (g/plant)		Inulin content (%)		Inulin yield (g/plant)	
CN 52867							
20-Sep-08	2623	112.0±0.7	a	68.7±0.8	ab	69.7±0.7	a
20-Oct-08	2409	58.9±1.4	d	66.8±1.0	abc	41.6±0.8	c
20-Nov-08	2288	88.3±1.1	b	66.5±0.5	abc	50.4±0.4	b
20-Dec-08	2759	41.6±0.4	e	64.1±0.4	bc	26.0±0.5	e
20-Jan-09	3468	72.9±1.2	e	62.9±0.5	c	40.1±0.7	c
20-Feb-09	3697	62.3±0.5	cd	68.3±0.3	ab	36.6±0.9	cd
20-Mar-09	3511	60.3±1.1	cd	71.4±0.4	a	33.7±0.5	d
Mean	2965	70.9		67.0		45.4	
JA 89							
20-Sep-08	2786	133.5±1.0	b	67.0±0.9	b	64.6±0.4	b
20-Oct-08	2506	62.5±0.6	d	66.7±0.7	bc	32.6±1.0	de
20-Nov-08	2350	70.5±0.7	cd	63.2±0.8	cd	42.5±1.2	c
20-Dec-08	2816	42.6±1.0	e	69.5±0.3	ab	23.8±1.1	f
20-Jan-09	3385	67.8±0.9	cd	54.7±0.6	e	29.3±1.3	ef
20-Feb-09	3783	79.4±0.2	c	62.5±0.6	d	35.4±1.1	d
20-Mar-09	3821	149.2±0.6	a	71.3±0.4	a	82.0±0.2	a
Mean	3064	86.5		65.0		45.7	
HEL 65							
20-Sep-08	2786	128.5±1.0	a	64.5±0.6	ab	60.2±1.2	a
20-Oct-08	2506	51.7±0.9	c	62.0±0.9	ab	23.2±1.0	c
20-Nov-08	2673	67.0±0.9	b	59.4±0.7	b	37.1±1.1	b
20-Dec-08	2903	50.1±0.8	c	61.7±0.1	b	22.4±1.2	c
20-Jan-09	3385	63.3±1.0	b	60.0±0.4	b	22.9±1.0	c
20-Feb-09	3872	38.5±0.7	d	63.3±0.6	ab	23.2±1.0	c
20-Mar-09	4242	68.0±0.5	b	67.1±0.2	a	50.3±0.9	ab
Mean	3195	66.7		61.3		37	

Data are presented as mean ± Standard error; Means in the same column with the same letters are not significantly different (at $p < 0.05$) by DMRT

การจัดการน้ำต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของแก่นตะวัน

แก่นตะวันเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในหลายพื้นที่ของโลก และสามารถผลิตได้ในสภาพอากาศที่หลากหลาย ตั้งแต่พื้นที่อาศัยน้ำฝนรวมถึงพื้นที่ชลประทาน รวมไปจนถึงภายใต้สภาพอากาศแห้ง เช่น ภูมิอากาศแบบเมดิเตอร์-เรเนียน[21] จากการศึกษาของ Montia *et al*.[22] พบว่า การให้น้ำนั้นไม่จำเป็นสำหรับการปลูกแก่นตะวันในพื้นที่ตอนเหนือของประเทศอิตาลี ซึ่งสอดคล้องกับ Dorrell and Shubey[23] ที่รายงานว่าการให้น้ำทำให้ปริมาณน้ำตาลในส่วนหัวแก่นตะวันลดลง แต่ผลผลิตไม่แตกต่างจากการปลูกโดยไม่มีระบบชลประทาน แต่ในการศึกษาของ Conde *et al*.[24] กลับพบว่าการให้น้ำมีความสำคัญต่อการผลิตแก่นตะวัน โดยเมื่อปริมาณน้ำที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตแก่นตะวันลดลง 20-22.8 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าแก่นตะวันมีการตอบสนองต่อภาวะขาดน้ำรวดเร็วกว่าแหล่งของอินนูลินชนิดอื่นๆ เช่น sugar beet และ Chicory เป็นต้น เนื่องจากแก่นตะวันมีระบบรากที่แคบ ซึ่งลักษณะเช่นนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Mastro *et al*.[8] ที่พบว่าการให้น้ำด้วยระบบพ่นฝอยเท่ากับความต้องการน้ำ (crop water requirements) ของแก่นตะวันทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 28.1-34.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบกับแก่นตะวันที่ได้รับน้ำเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ของความต้องการน้ำ และการให้น้ำยังช่วยเพิ่มผลผลิตน้ำตาลในส่วนหัวและรากของแก่นตะวันที่ระยะเก็บเกี่ยวได้ถึง 0.71 ตันต่อเฮคตาร์ ซึ่งปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นนี้มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของผลผลิตหัวสด และการสะสมน้ำหนักแห้งด้วย จากการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการจัดการเขตกรรมช่วยเพิ่มผลผลิต และส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับแก่นตะวันได้

การจัดการธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของแก่นตะวัน

แก่นตะวันเป็นพืชที่มีความทนทานต่อดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำได้เป็นอย่างดี แต่การปลูกแก่นตะวันก็ควรใส่ปุ๋ยสูตร 6-12-6 ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ถ้าหากดินมีความสมบูรณ์ต่ำก็ควรใส่ในอัตราที่สูงขึ้น และควรเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยการเติมอินทรียวัตถุหากมีการปลูกในพื้นที่ดินทราย[7] จากการศึกษาของ Rodrigues *et al*.[21] พบว่า แก่นตะวันเป็นพืชที่มีการตอบสนองต่อธาตุไนโตรเจนได้ดี โดยการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนปริมาณ 100 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ทำให้แก่นตะวันมีผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 10,600 เป็น 15,000 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ และมีน้ำหนักต่อหัวเพิ่มขึ้น 24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไม่มีการเติมปุ๋ยไนโตรเจน อย่างไรก็ตามความต้องการธาตุอาหารของพืชนั้นมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์และแหล่งปลูก ดังนั้นจึงควรมีคำแนะนำการจัดการธาตุอาหารที่มีความจำเพาะเจาะจงสำหรับพันธุ์และแหล่งปลูกนั้นๆ และในปัจจุบันข้อมูลการจัดการผลิตแก่นตะวันอย่างเหมาะสมในประเทศไทยมีน้อยมาก การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวันสำหรับแหล่งปลูกต่างๆ จะใช้เป็นข้อมูลในการจัดการผลิตแก่นตะวันได้อย่างเหมาะสม สนั่น และคณะ[25] ทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของแก่นตะวัน พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีที่อัตราต่างกันไม่ทำให้ความสูงต้น ค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ค่าบริกซ์ จำนวนหัวต่อต้น และค่าดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยที่ต่างกันมีผลให้น้ำหนักหัวสดต่อไร่ที่อายุ 60 และ 90 วันหลังปลูกแตกต่างกัน (Table 6) โดยที่ 60 วันหลังปลูก การใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักหัวสดสูงที่สุด (1,209.25 และ 1,196.50 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) และที่ 90 วันหลังปลูก การใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และการใส่ปุ๋ยคอก ในอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีน้ำหนักสดสูงที่สุด (1,913.25 และ 1,896.75 กิโลกรัมต่อไร่) ดังนั้น การใช้ปุ๋ยคอกในอัตราดังกล่าวสามารถทดแทนการใส่ปุ๋ยเคมีได้ เนื่องจากให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกัน อีกทั้งเป็นการลดต้นทุนให้กับเกษตรกร นอกจากนี้ หากมีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยเคมี ควรใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เพราะให้ผลผลิตไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตรดังกล่าวในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ให้ผลผลิตสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย

Table 6 Tuber fresh weight of Kaentawan as affected by different rate of cattle manure and chemical fertilizer at 60, 75 and 90 days after planting (DAP)[25]

Treatments	Tuber fresh weight (kg/rai) [1]		
	60 DAP	75 DAP	90 DAP
No fertilizer	758.00 b	978.50	1431.75 b
Cattle manure (1,000 kg/rai)	909.75 b	1161.25	1896.75 a
Fertilizer 12-24-12 (25 kg/rai)	1209.25 a	1260.50	1637.75 ab
Fertilizer 12-24-12 (50 kg/rai)	1196.50 a	1298.75	1913.25 a
F-test	*	ns	*
C.V. (%)	17.08	18.88	12.74

[1] means with the same letter (s) are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT)

ns, * non-significant and significant at 0.05 probability levels

ระยะเวลาเก็บเกี่ยวการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของแก่นตะวัน

แก่นตะวันเป็นพืชที่มีศักยภาพสำหรับอุตสาหกรรม การวางแผนการผลิตนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลวันเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกษตรกร ผู้รวบรวมวัตถุดิบ และอุตสาหกรรมที่ใช้แก่นตะวันเป็นวัตถุดิบสามารถวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับปริมาณที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยข้อมูลการวิจัยด้านการผลิตแก่นตะวันส่วนใหญ่อยู่ในเขตอบอุ่นที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากประเทศไทย เช่น ในเขตเมดิเตอร์เรเนียนได้แนะนำให้ปลูกแก่นตะวันในช่วงเดือนเมษายน และเก็บเกี่ยวในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนธันวาคม ซึ่งจะทำให้มีปริมาณผลผลิตหัวสด การสะสมน้ำหนักแห้ง และปริมาณน้ำตาลต่อพื้นที่สูงกว่าการเก็บเกี่ยวในช่วงต้นเดือนตุลาคม เนื่องจากการเก็บเกี่ยวช้าทำให้น้ำตาลเคลื่อนที่จากส่วนลำต้นไปสะสมในหัวเพิ่มขึ้น[8] สำหรับภูมิอากาศเขตร้อน สนั่น และคณะ[5] ได้ทำการศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับผลผลิต และลักษณะทางการเกษตรบางประการในแก่นตะวันพันธุ์ KKU Ac001 พบว่า เมื่อเก็บเกี่ยวแก่นตะวันที่อายุ 75 90 และ 105 วันหลังปลูก มีค่าพื้นที่ใบต่อต้นและดัชนีพื้นที่ใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดการตายของใบล่างในการเก็บเกี่ยวครั้งหลังๆ เมื่อใบมีอายุมากขึ้นทำให้เกิดการตายของใบ จึงทำให้มีดัชนีพื้นที่ใบลดลงเช่นเดียวกัน โดยในการทดลองนี้แก่นตะวันมีดัชนีพื้นที่ใบเฉลี่ย 0.33 (Table 7) ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับพืชเศรษฐกิจชนิดอื่นๆ โดยทั่วไปดัชนีพื้นที่ใบที่ 3.00 สามารถรับแสงได้ 85 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการเพิ่มความหนาแน่นของประชากรให้สูงขึ้นจะทำให้ดัชนีพื้นที่ใบสูงขึ้นและสามารถเพิ่มผลผลิตแก่นตะวันได้ ในการเก็บเกี่ยวแก่นตะวันที่อายุ 75 90 และ 105 วันหลังปลูกพบว่า ลักษณะจำนวนหัวต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีค่าเฉลี่ย 9.87 หัวต่อต้น แต่เมื่ออายุเก็บเกี่ยวเพิ่มมากขึ้นจำนวนหัวต่อต้นกลับมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากหัวแก่นตะวันถูกเข้าทำลายโดยโรคโคนเน่าขาวภายใต้สภาพความชื้นและอุณหภูมิของแปลงทดลองสูง ในส่วนของลักษณะผลผลิตหัวสดและน้ำหนักแห้งของการเก็บเกี่ยวแก่นตะวันที่อายุ 75 90 และ 105 วันหลังปลูกพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นเดียวกัน และไม่มีแนวโน้มลดลงด้วย แต่ทำให้น้ำหนักแห้งรากแตกต่างกัน และมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดการเคลื่อนย้ายคาร์โบไฮเดรตจากส่วนรากไปที่หัว และให้ผลเช่นเดียวกันในลักษณะดัชนีการเก็บเกี่ยวที่อายุเก็บเกี่ยวต่างกันไม่ทำให้มีแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการลดลงของดัชนีพื้นที่ใบ ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรสามารถยืดหยุ่นในการเลือกวันเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งสามารถเก็บเกี่ยวแก่นตะวันได้ตั้งแต่อายุ 75 วันหลังปลูก และการชะลอการเก็บเกี่ยวจนถึงอายุ 105 วันหลังปลูก โดยที่ไม่ได้ทำให้ผลผลิตของแก่นตะวันลดลงแต่อย่างใด

Table 7 Means for leaf area (LA), leaf area index (LAI), tuber number, fresh tuber weight, tuber dry matter, root dry mater, and harvest index (HI) of Kaentawan harvested at 75, 90, and 105 days after planting (DAP)[5]

Harvesting date	LA	LAI	Tuber number/ plant	Tuber fresh weight (Kg/rai)	Tuber dry matter (kg/rai)	Root dry matter (kg/rai)	HI
75	982.50	0.39	11.20	1,873.25	408.75	38.52 a	0.78
90	842.25	0.34	9.70	1,696.00	385.75	33.05 a	0.81
105	656.75	0.26	8.70	1,849.75	445.50	22.60 b	0.84
Mean	827.17	0.33	9.87	1,806.33	413.33	31.39	0.81
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns
C.V. (%)	33.05	32.64	25.38	10.56	10.50	10.84	4.54

[1] means with the same letter (s) are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT)

ns, ** non-significant and significant at 0.01 probability levels, respectively

สรุป

แก่นตะวันเป็นพืชที่มีศักยภาพในหลายๆ ด้าน เช่น อาหารเพื่อสุขภาพ พืชพลังงานทางเลือก และอาหารเสริมชีวนะในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ เป็นต้น นอกจากนี้แก่นตะวันยังเป็นพืชที่มีการปรับตัวเข้ากับสภาพที่ค่อนข้างแห้งแล้ง มีผลผลิตสูง ต้นทุนการผลิตต่ำ อายุสั้น และสามารถปลูกได้หลายรอบต่อปี ทำให้ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่พืชชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาและได้นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยในช่วงที่ผ่านมาไม่นาน ทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์และการจัดการผลิตแก่นตะวันในไทยยังมีอย่างจำกัด โดยข้อมูลส่วนใหญ่มาจากเขตอบอุ่นที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากประเทศไทย

จากการดำเนินการปรับปรุงพันธุ์แก่นตะวันมาอย่างต่อเนื่องทำให้ได้แก่นตะวันพันธุ์ใหม่ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพเขตร้อนได้ดีและมีผลผลิตเพิ่มขึ้นกว่า 2 เท่าของพันธุ์เดิม และการจัดการผลิตบางประการยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สำคัญที่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของแก่นตะวันได้

การปลูกแก่นตะวันสามารถใช้หัวพันธุ์ได้ทุกส่วน ซึ่งการใช้ส่วนไหลหรือหัวขนาดเล็กทำพันธุ์จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายค่าหัวพันธุ์ และควรบ่มหัวพันธุ์ในแกลบดำชื้นก่อนนำไปปลูกจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอก ความสม่ำเสมอของต้นกล้า ทำให้สะดวกต่อการจัดการผลิตและการเก็บเกี่ยว ช่วงเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแก่นตะวันมากที่สุด และควรหลีกเลี่ยงการปลูกแก่นตะวันในฤดูหนาว

นอกจากนี้การให้น้ำและปุ๋ยยังสามารถเพิ่มผลผลิตแก่นตะวันได้เช่นเดียวกัน โดยการใช้ปุ๋ยคอก อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงไม่ต่างกับการใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 12-24-12 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ และเกษตรกรยังสามารถยืดหยุ่นในการเลือกวันเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ 75-105 วันหลังปลูก โดยไม่ได้ทำให้ผลผลิตของแก่นตะวันลดลงแต่อย่างใด

เอกสารอ้างอิง

1. นิมิต วรสูตร และสนั่น จอกลอย. อินนูลิน: สาระสำคัญสำหรับสุขภาพในแก่นตะวัน. แก่นเกษตร 2549;34(2):85-91.
2. สนั่น จอกลอย วีรยา ลาดบัวขาว และรัชนก มีแก้ว. แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.): พืชชนิดใหม่ใช้เป็นพลังงานทดแทน. แก่นเกษตร 2549;34(2):104-111.
3. ศิริพร ตันจอ ครรชิต จุดประสงค์ และประภาศรี ภูวเสถียร. อินนูลินและโอลิโกแซคคาไรด์เพื่อสุขภาพ. วารสารโภชนาการ 2553;45(2):2-13.
4. เยาวมาลย์ ค้าเจริญ ศรีสุดา ศิริเหล่าไพศาล และพัฒนพงษ์ ธิสงค. บทบาทของแก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) ในอาหารสัตว์. แก่นเกษตร 2549;34(2):92-103.
5. สนั่น จอกลอย รัชนก มีแก้ว ถวัลย์ เกษมาลา วิลาวรรณ ตุลา. ระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการผลผลิตแก่นตะวัน. แก่นเกษตร 2549;34(2):183-189.
6. สนั่น จอกลอย นิมิต วรสูตร จิรยุทธ ดาเระสา รัชนก มีแก้ว ถวัลย์ เกษมาลา และวิลาวรรณ ตุลา. ศักยภาพการให้ผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของแก่นตะวันพันธุ์ต่างๆ ในสภาพการเพาะปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. แก่นเกษตร 2549;34(2):139-150.
7. Schultheis JR. Growing Jerusalem artichoke. Available from http://www.ces.ncsu.edu/hil/hil-1-a.html Accessed October 1, 2014.
8. De Mastro G, Manolio G, Marzi V. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and Chicory (*Cicho-*

rium intybus L.): potential crops for inulin production in the Mediterranean area. Available from wwwlib.teiep.gr/images/stories/acta/.../629_47.pdf Accessed October 1, 2014.

9. วารสารเคหการเกษตร. แก่นตะวันพันธุ์ใหม่ “50-4” หัวใหญ่ รสชาติดี คุณภาพเยี่ยม. ได้จาก http://ns.kehaka-set.com/index.php/79-information/1414-50-4
10. แก่นตะวัน สรรพคุณและประโยชน์ของแก่นตะวัน 30 ข้อ. ได้จาก http://frynn.com/%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%99/
11. พรทิพย์ วงศ์แก้ว. แก่นตะวัน (Jerusalem artichoke) ในประเทศไทยมีโอกาสประสบภัยศัตรูพืชแบบไหนกัน. แก่นเกษตร 2549;34(2):112-123.
12. Gunnarsson IB, Svensson SE, Johansson E, Karakashev D, Angelidaki I. Potential of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as abiorefinery crop. Ind Crop and Prod 2014;56:231-240.
13. ศิริพร ตันจอ ครรชิต จุดประสงค์ ชนัญฑิตา ไชยโต และ สนั่น จอกลอย. อินนูลินและฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ในแก่นตะวันสายพันธุ์ต่างๆ. วารสารวิจัย มข 2555;17(21):25-34.
14. Judprasong K, Tanjor S, Sungpuag P, Puwastien P. Investigation of Thai plants for potential sources of inulin-type fructans. J Food Comp and Anal 2011;24:642-649.
15. Pimsaen W, Jogloy S, Suriharn B, Kesmala T, Pensuk V, Patanothai A. Genotype by environment (G × E) interactions for yield components of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Asian J Plant Sci 2010;9(1):11-19.
16. Puttha R, Goggi AS, Gleason ML, Jogloy S, Kesmala T, Vorasoot N, Banterng P, Patanothai A. Prechilling with gibberellic acid overcomes seed dormancy of Jerusalem artichoke. Agron Sustain Dev 2014; DOI 10.1007/s13593-014-0213-x
17. สนั่น จอกลอย รัชนี พุทธา รัชนก มีแก้ว วิลาวรรณ ตุลา และถวัลย์ เกษมาลา. อิทธิพลของการใช้ส่วนขยายพันธุ์ต่อการงอก การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) 2549;34(2):151-156.
18. สนั่น จอกลอย วิลาวรรณ ตุลา รัชนก มีแก้ว ถวัลย์ เกษมาลา. อิทธิพลของวิธีการชักนำให้เกิดต้นอ่อนของหัวแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.). แก่นเกษตร 2549;34(2):157-163.
19. Puangbut D, Jogloy S, Vorasoot N, Srijaranai S, Kesmala T, Holdbrook CC, Patanothai A. Influence of planting date and temperature on inulin content in Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). AJCS 2012;6(7):1159-1165.
20. Puangbut D, Jogloy S, Srijaranai S, Vorasoot N, Kesmala T, Patanothai A. Rapid assessment of inulin content in *Helianthus tuberosus* L. tubers. SABRAO J Breed Genet 2011;43(2):188-200.
21. Rodrigues MA, Sousa L, Cabanas JE, Arrobas M. Tuber yield and leaf mineral composition of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) grown under different cropping practices. Span J Agric Res 2007;5(4):545-553.
22. Monti A, Amaducci MT, Venturi G. Growth response and leaf gas exchange and fructans accumulation of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as affected by different water regimes. Eur J Agron 2005;23:136-145.
23. Dorrell DG, Chubby BB. Irrigation, fertilization, harvest date and storage effects on the reducing sugar anf fructose concentrations of Jerusalem artichoke tubers. Can J Plant Sci 1977;57:591-597.
24. Conde JR, Lenorio JL, Rodriguez-Maribona B, Ayerbet L. Tuber yield of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in relation to water stress. Biomass Bioenerg 1991;1(3):137-142.
25. สนั่น จอกลอย รัชนก มีแก้ว วิลาวรรณ ตุลา ถวัลย์ เกษมาลา. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน. แก่นเกษตร 2549;34(2):170-182.