

**อิทธิพลของการใช้ส่วนขยายพันธุ์ต่อการงอก
การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต
ของแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.)**
**Effect of propagated parts on percentage of
emergence, growth and yield of Kaentawan
(*Helianthus tuberosus* L.)**

สนั่น จอกลอย รัชณี พุทธา รัชนก มีแก้ว วิลาวรรณ ตูลา และถวัลย์ เกษมาลา^{1/}

Sanun Jogloy, Ratchnee Puttha, Ratchanok Mikaew, Wilawan Tula and Thawan Kesmala

Abstract

Kaentawan or Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) accumulates carbohydrate in forms of fructans and inulin, which are used in food, animal feed and medical industries. This crop has potential for use as raw material in food industry and for alcohol production. Seed tuber is solely used for Jerusalem artichoke production, and this practice incurs high production cost. Production cost can be lowered if other plant parts with lower market value such as different parts of stolon can be used as seed tuber. Two experiments were conducted with the objectives of investigating the effects of different parts of seed tuber on percentage of germination, growth and yield of Jerusalem artichoke. In experiment one, five treatments (small whole tuber with 3-4 buds, cut of large tuber with 2-3 buds, cut of basal part stolon with 2-3 bud, cut of middle part stolon with 2-3 buds and cut of tip part stolon with 2-3 buds) were arranged in a completely randomized design with three replications. Plants were grown in plastic bags containing burned rice hull and soil at the ratio 1:1. In experiment two, treatments as mentioned in experiment one were raised in plastic pots and tested for yield under greenhouse condition during November 2004 to January 2005 at Khon Kaen University Agronomy Farm. A completely randomized design with five replications was used. Cut of large tuber tended to give the highest percentage of germination (94.6%) at 35, 42, 49 and 56 days after germination. Plant height was statistically different, and cut of large tuber gave the highest plant height (17.5 cm). Tuber yield was not statistically different, but cut of large tuber tended to have the highest tuber yield (551 kg/rai).

Keywords : Kaentawan, percent emergence, yield

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

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

บทคัดย่อ

แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) หรือ เยรูซาเล็ม อาร์ติโชค (Jerusalem artichoke) เป็นแหล่งของฟรุคแทน (fructans) ประกอบไปด้วยโอลิโกฟรุคโทส (oligofructose) และอินนูลิน (inulin) เพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์และใช้ในทางการแพทย์ เป็นพืชหนึ่งที่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์ เนื่องจากการขยายพันธุ์แก่นตะวันทำได้โดยใช้หัวพันธุ์ซึ่งค่าใช้จ่ายค่าหัวพันธุ์สูง และสูญเสียวัตถุดิบสำหรับภาคอุตสาหกรรม งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอก การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตจากการใช้ส่วนหัวพันธุ์ที่ต่างกัน แบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอก และความสูงของต้นแก่นตะวันที่ปลูกโดยใช้ส่วนของหัวพันธุ์ขนาดต่าง ๆ ทำการทดลองระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือน ตุลาคม 2547 ที่หมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 5 ทรีทเมนต์ ได้แก่ หัวพันธุ์ขนาดเล็ก (ใช้ทั้งหัว มีตา 3-4 ตา), หัวพันธุ์ขนาดใหญ่ (ตัดหัวให้มีขนาดเล็ก มีตา 2-3 ตา), ไหลช่วงโคน (ตัดให้มีตา 2-3 ตา), ไหลช่วงกลาง (ตัดให้มีตา 2-3 ตา) และไหลช่วงปลาย (ตัดให้มีตา 2-3 ตา) ปลูกในถุงพลาสติกดำที่ใส่ดินผสมแกลบเผาอัตรา 1:1 การทดลองที่ 2 การศึกษาผลผลิตของแก่นตะวันที่ปลูกโดยใช้ส่วนของหัวพันธุ์ขนาดต่าง ๆ มาปลูกทดสอบการให้ผลผลิต ทำการทดลองระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2547 ถึงเดือนมกราคม 2548 ที่หมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ มี 5 ทรีทเมนต์เหมือนการทดลองที่ 1 จากงานทดลองที่ 1 พบว่า ชิ้นส่วนหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด (94.6 %) ที่อายุ 35, 42, 49 และ 56 วันหลังออกความสูงต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยชิ้นส่วนหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีความสูงต้นสูงที่สุด โดยมีความสูง 12.3, 13.3, 15.3 และ 17.5 เซนติเมตร ตามลำดับ งานทดลองที่ 2 พบว่า ส่วนของหัวพันธุ์ที่ต่างกันให้ผลผลิตหัวสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ชิ้นส่วนหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูง (551.99 กิโลกรัมต่อไร่) กว่าขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนอื่น ๆ

คำสำคัญ : แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.), เปอร์เซ็นต์การงอก, ผลผลิต

บทนำ

การผลิตพืชที่มีอุตสาหกรรมรองรับเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มของผลผลิตทางการเกษตร นับว่ามีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ แก่นตะวัน หรือ เยรูซาเล็ม อาร์ติโชค (Jerusalem artichoke) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus tuberosus* L. มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือ นิยมใช้เป็นอาหารสัตว์ และเป็นที่รู้จักในฐานะเป็นพืชพลังงานทดแทนและเป็นแหล่งของฟรุคแทน (fructans) ซึ่งประกอบไปด้วยโอลิโกฟรุคโทส (oligofructose) และอินนูลิน (inulin) เพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์และใช้ในทางการแพทย์ (Baldini et al., 2004, Monti et al. 2005) ตลอดจนใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และการผลิตแอลกอฮอล์ ซึ่งอาจพัฒนาเป็นพืชพลังงานทดแทนในอนาคต (Cosgrove et al.,

2000, Kathy, 1999, Toyohiko et al., 1996) แก่นตะวันเป็นพืชชนิดใหม่ของไทย เนื่องจากพืชนี้มิได้มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา ดังนั้น ข้อมูลเกี่ยวกับแก่นตะวันของไทยจึงมีไม่มาก สำหรับการผลิตในประเทศไทยจำเป็นต้องมีงานวิจัยแบบสหวิทยาการประกอบด้วย การวิจัยพันธุ์ การวิจัยเทคโนโลยีการผลิต การวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว การวิจัยเพื่อพัฒนาพันธุ์ปลูกที่เหมาะสมกับสภาพการผลิตของประเทศไทย ซึ่งในขณะนี้ได้ดำเนินการโดยนักวิจัยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น และการวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขการผลิตในประเทศไทย การศึกษาเพื่อหาวิธีการขยายพันธุ์ของแก่นตะวันที่เหมาะสม จึงมีความสำคัญสำหรับการผลิตพืชนี้ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการผลิตแรก ๆ ที่ต้องทำการศึกษา Cosgrove และคณะ (2000) ได้รายงานว่าการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดเกิด

ขึ้นได้น้อย เพราะส่วนใหญ่ไม่ติดเมล็ด ดังนั้น การขยายพันธุ์จึงใช้ส่วนหัวที่มีขนาด 25-55 กรัม (2-4 ตา) ในการขยายพันธุ์ แต่เนื่องจากการใช้ประโยชน์ของแก่นตะวันส่วนใหญ่ใช้ส่วนของหัวเป็น วัตถุประสงค์ในการแปรรูป การขยายพันธุ์โดยใช้หัวจึง เป็นการสูญเสียวัตถุประสงค์เพื่อการอุตสาหกรรม เพื่อ เป็นการลดการสูญเสียของหัวแก่นตะวัน ซึ่งหัว พันธุ์แก่นตะวันนั้นจะประกอบด้วยหัวขนาดใหญ่ หัว ขนาดเล็ก และส่วนของไหลซึ่งยังไม่ขยายเป็นหัว ดังนั้น งานทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา เปรียบเทียบการงอก การเจริญเติบโต และการให้ ผลผลิตของการใช้ชิ้นส่วนหัวพันธุ์ขนาดต่างๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการขยายพันธุ์เพื่อการผลิตพืชชนิดนี้ต่อไป

วิธีการศึกษา

การทดลองนี้ได้แบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลองย่อย

การทดลองย่อยที่ 1 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอก และความสูงของต้นแก่นตะวันที่ปลูกโดยใช้ ส่วนของหัวพันธุ์ขนาดต่างๆ ทำการทดลองระหว่าง เดือนสิงหาคม ถึงเดือน ตุลาคม 2547 ที่หมวดพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ใช้ แผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ มี 5 ทรีทเมนต์ ได้แก่ หัวพันธุ์ขนาดเล็ก (ใช้ทั้งหัว มีตา 3-4 ตา), หัวพันธุ์ขนาดใหญ่ (ตัดหัวให้มีขนาดเล็ก มีตา 2-3 ตา), ไหลช่วงโคน (ตัดให้มีตา 2-3 ตา), ไหลช่วงกลาง (ตัดให้มีตา 2-3 ตา) และไหลช่วงปลาย (ตัดให้มีตา 2-3 ตา) (ภาพที่ 1) โดยปลูกใน ถูพลาสติกสีดำ ใช้ดินผสมแกลบเผาอัตรา 1:1 ข้อมูล ที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ความงอก โดย นับจำนวนหัวที่มีต้นอ่อนงอกที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวันและ

ความสูงต้นโดยวัดจากโคนต้นเหนือดินถึงข้อบนสุด ของลำต้นหลัก ที่อายุ 21, 28, 35, 42, 49 และ 56 วันหลังงอก

การทดลองย่อยที่ 2 การศึกษาการให้ ผลผลิตของแก่นตะวันที่ปลูกโดยใช้ส่วนของหัวพันธุ์ ขนาดต่างๆ โดยนำต้นแก่นตะวันที่ได้จากการงอก ของหัวขนาดต่าง ๆ จากงานทดลองที่ 1 มาปลูก ทดสอบผลผลิต ทำการทดลองระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2547 ถึงเดือนมกราคม 2548 ที่หมวด พืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ มี 5 ทรีทเมนต์ ได้แก่ หัวพันธุ์ขนาดเล็ก (ใช้ทั้งหัว มีตา 3-4 ตา), หัวพันธุ์ขนาดใหญ่ (ตัดหัวให้มีขนาดเล็ก มีตา 2-3 ตา), ไหลช่วงโคน (ตัดให้มีตา 2-3 ตา), ไหลช่วงกลาง (ตัดให้มีตา 2-3 ตา) และ ไหลช่วงปลาย (ตัดให้มีตา 2-3 ตา) (ภาพที่ 1) โดย ปลูกในกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11 นิ้ว ใช้ ดินผสมแกลบเผาอัตรา 1:1 ข้อมูลที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ ความสูงต้น โดยวัดจากโคนต้นเหนือดินถึงข้อ บนสุดของลำต้นหลัก ที่อายุ 85, 92, 99, 106, 113, 120 และ 127 วันหลังงอก และผลผลิตหัวสดต่อไร่ โดยคำนวณกลับจากพื้นที่กระถางที่ใช้ทำการทดลอง

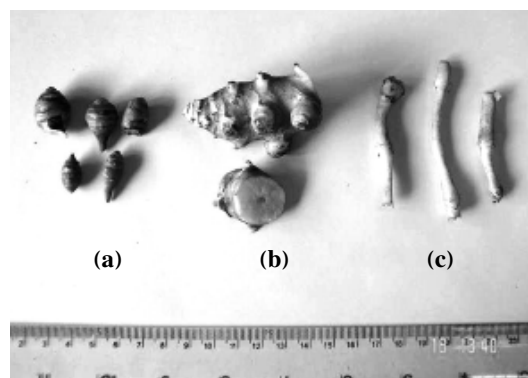


Figure 1 small tuber (a) big tuber (b) basal (c) stolon, middle stolon and terminal stolon (each has 2-3 buds).

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การทดลองย่อยที่ 1 เปอร์เซ็นต์การงอก

จากการศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของชิ้นส่วนของหัวพันธุ์แก่นตะวันที่แตกต่างกัน พบว่า การเพาะโดยใช้ไหลส่วนปลายจะงอกต้นใหม่อย่างรวดเร็ว ในช่วง 3-4 วันจะมีต้นงอกในราว 50 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2) ในขณะที่การเพาะโดยใช้หัวขนาดใหญ่มีเปอร์เซ็นต์

การงอกค่อนข้างช้า แต่มีแนวโน้มว่าเมื่อสิ้นสุดการทดสอบมีเปอร์เซ็นต์การงอกมากกว่าการใช้ส่วนอื่น ๆ ขยายพันธุ์ (ตารางที่ 1) ทั้งนี้เป็นเพราะหัวขนาดใหญ่เป็นหัวที่มีการเจริญเติบโต และมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตไว้เพื่อเป็นอาหารสำรองจึงงอกมากกว่าชิ้นส่วนของไหลซึ่งเป็นเพียงส่วนหนึ่งของหัวที่การพัฒนายังไม่สมบูรณ์เต็มที่

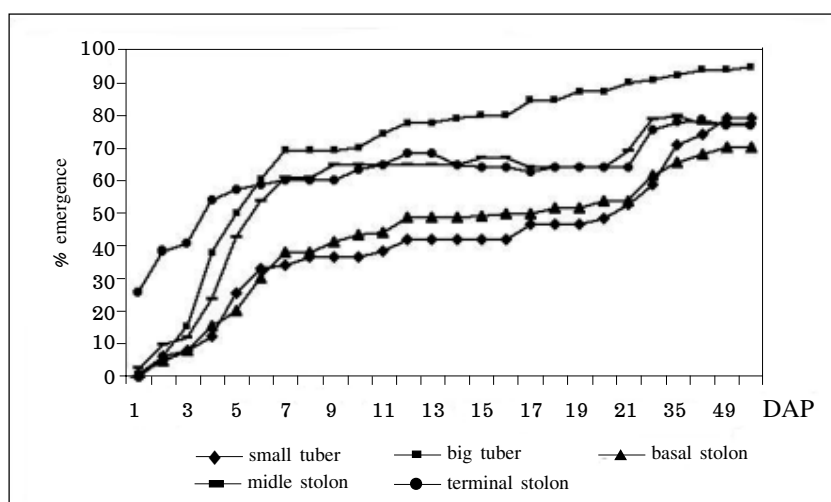


Fig. 2 Percentage of emergence of Kaentawan planted by using different tuber parts

Table 1 Percentage of emergence and plant height of Kaentawan planted by different tuber parts evaluated at 21, 28, 35, 42, 49 and 56 days after planting (DAP)

Treatment	Percentage of emergence (%) ^{1/}	Plant height (cm.) ^{1/}					
		21 DAP	28 DAP	35 DAP	42 DAP	49 DAP	56 DAP
1. small tuber	78.9	5.2	7.0	7.1 b	7.7 b	9.0 b	10.8 b
2. big tuber	94.6	8.4	10.8	12.3 a	13.3 a	15.3 a	17.5 a
3. basal stolon	70.0	5.0	5.6	6.8 b	7.3 b	8.9 b	10.4 b
4. middle stolon	77.1	6.1	7.7	8.5 b	9.9 ab	11.4 b	13.5 b
5. terminal stolon	76.8	6.6	8.3	8.6 b	10.1 ab	11.6 b	12.4 b
F-test	ns	ns	ns	*	*	**	*
C.V. (%)	22.80	20.5	22.47	17.57	18.73	13.97	16.34

^{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.

ความสูง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติความสูงของต้น แก่นตะวันที่ปลูกโดยใช้ชิ้นส่วนของหัวพันธุ์ต่างกัน (ตารางที่ 1) พบว่า ที่อายุ 21 และ 28 วันหลังปลูก มีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ และที่อายุ 35, 42, 49 และ 56 วันหลังปลูก ชิ้นส่วนของหัวพันธุ์ที่ต่างกันมีผลให้ความสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่อายุ 35, 42, 49 และ 56 วันหลังปลูก ชิ้นส่วนหัวพันธุ์ขนาดใหญ่ที่ตัดให้มีขนาดของตา 2-3 ตา มีความสูงต้นสูงที่สุด คือ 12.3, 13.3, 15.3 และ 17.5 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนไหลช่วงโคนมีความสูงต้นต่ำที่สุด คือ 6.8, 7.3, 8.9 และ 10.4 เซนติเมตร ตามลำดับ

การทดลองย่อยที่ 2

ความสูง

จากการปลูกทดสอบ พบว่า ที่อายุ 85 วันหลังปลูก ส่วนของหัวพันธุ์ที่ต่างกันมีผลให้ความสูงต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยชิ้นส่วนของหัวพันธุ์ขนาดใหญ่ หัวพันธุ์ขนาดเล็ก และส่วนของไหลช่วงปลาย มีความสูงต้นสูงที่สุด คือ 25.5, 24.3 และ 23.6 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนไหลช่วงกลางและช่วงโคนมีความสูงต้นต่ำและต่ำที่สุด (20.3 และ 18.6 เซนติเมตร ตามลำดับ) ที่อายุ 99 วันหลังปลูก ชิ้นส่วนของหัวพันธุ์ที่ต่างกันมีผลให้ความสูงต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชิ้นส่วนของหัวพันธุ์

ขนาดใหญ่ และหัวพันธุ์ขนาดเล็ก มีความสูงต้นสูงที่สุด คือ 37.8 และ 36.2 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนไหลช่วงโคนมีความสูงต้นต่ำที่สุด (32.1 เซนติเมตร) แต่หลังจาก 99 วันหลังปลูก การประเมินความสูงที่ 106, 113, 120 และ 127 วันหลังปลูก พบว่า การใช้หัวขนาดต่าง ๆ ไม่ทำให้การเจริญเติบโตทางความสูงแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าการใช้ส่วนขยายพันธุ์ของไหล และหัวขนาดเล็ก มีอาหารสะสมน้อย ในระยะแรกของการเจริญเติบโตทางความสูงจะแตกต่างกัน แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นการเจริญเติบโตทางความสูงจึงทันกันและมีความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ผลผลิตหัวสด

จากงานทดลอง พบว่า ส่วนของหัวที่ต่างกันในการขยายพันธุ์ไม่มีผลให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยชิ้นส่วนของหัวพันธุ์ขนาดใหญ่มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดสูงที่สุด (551.99 กิโลกรัมต่อไร่) และส่วนของไหลช่วงโคนและช่วงกลางมีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดต่ำและต่ำที่สุด (491.33 และ 469.33 กิโลกรัม ตามลำดับ) จากงานทดลองนี้พบว่า ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากทำการทดลองในกระถางซึ่งมีผลให้การเจริญเติบโตของหัวค่อนข้างจำกัด จึงควรมีการทดลองนี้ซ้ำในสภาพไร่ และควรมีการวัดการเจริญเติบโตของน้ำหนักแห้งต้น ใบ และผลผลิตในสภาพไร่เพื่อยืนยันผลในสภาพการผลิตจริงอีกครั้งหนึ่ง

Table 2 Plant height and tuber fresh weight of Kaentawan planted with different tuber parts at 85, 92, 99, 106, 113, 120 and 127 days after (DAP)

Treatment	Plant height (cm.) ^{1/}							Tuber fresh
	85	92	99	106	113	120	127	Weight
	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	DAP	(kg/rai) ^{1/}
1. small tuber	24.3 a	27.9	36.2 ab	43.3	45.4	45.6	45.8	518.66
2. big tuber	25.5 a	29.5	37.8 a	44.9	47.3	47.9	47.9	551.99
3. basal stolon	18.6 b	22.2	32.1 c	41.6	45.5	46.6	48.2	491.33
4. middle stolon	20.3 b	23.7	33.6 bc	43.0	47.3	48.0	46.7	469.33
5. terminal stolon	23.6 a	23.1	34.6 abc	39.3	47.5	48.7	48.8	516.66
F-test	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	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.

สรุปผลการศึกษา

การปลูกหรือการขยายพันธุ์แก่นตะวันสามารถใช้หัวพันธุ์ได้ทุกส่วนโดยมีเปอร์เซ็นต์การออกและการเจริญเติบโตทางความสูง และการให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน หากใช้ส่วนไหล หรือหัวขนาดเล็กทำพันธุ์จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายค่าหัวพันธุ์ และเป็นการลดการสูญเสียวัตถุดิบที่จะนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมต่อไป

คำนิยาม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ.ดร. เยวามาลย์ คำเจริญ และ อาจารย์อรุณีพงศ์ ศรีสภาพร ที่ได้ให้หัวพันธุ์แก่นตะวันเพื่อใช้ศึกษาในครั้งนี้ และขอขอบคุณศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรยั่งยืนได้ให้งบประมาณสนับสนุนการวิจัยนี้

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.
- Cosgrove, D.R., E.A. Oelke, J.D. Doll, D.W. Davis, D.J. Undersander and E.S. Oplinger. 2000. Jerusalem artichoke. (cited June 25, 2005) Available from : URL: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/jerustart.html>
- Kathy, R.N. 1999. Inulin and Oligofructose : What are they ?. *J. Nutr.* 129:1402-1406.
- Monti, A., M.T. Amaducci and G. Venturi. 2005. Growth response, leaf gas exchange and Fructans accumulation of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) as affected by different water regimes. *European Journal of Agronomy*. 23(2):136-145.
- Toyohiko, N., Y. Ogata, S. Hamada and K. Ohta. 1996. Ethanol production from Jerusalem artichoke tubers by *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*. *J.Ferment. Bioeng.* 6:564-566.