ผลของการตัดยอดที่ระยะพัฒนาการต่างกันต่อผลผลิตหัวสดของแก่นตะวัน 3 พันธุ์

Effect of Shoot Cutting at Different Growth Stages on Fresh Tuber Yield of Three Varieties of Jerusalem Artichoke

บุญธรรม ศรีหล้า สกุลกานต์ สิมลา[1*] สุรศักดิ์ บุญแต่ง[1] พัชรี สิริตระกูลศักดิ์
Boontham Srilah[1] Sakunkan Simla[1*] Surasak Boontang[1] Phatcharee Siritrakulsak[1]
Received: 30 November 2015; Accepted: 20 February 2016

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการตัดยอดที่ระยะพัฒนาการแตกต่างกันต่อองค์ประกอบของผลผลิตและผลผลิตหัวสดของแก่นตะวัน 3 พันธุ์ วางแผนการทดลองแบบ split plot in randomized complete block จำนวน 3 ซ้ำ main plot คือ แก่นตะวัน 3 พันธุ์ (#2, #3 และ #50-4) และ sub plot คือ การตัดยอด 3 รูปแบบ (ไม่ตัดยอด ตัดยอดที่ระยะออกไหล และตัดยอดที่ระยะดอกบาน 50%) ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร ในฤดูฝน ระหว่างเดือน มิถุนายน-พฤศจิกายน 2558 บันทึกข้อมูล ได้แก่ จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักต่อหัว น้ำหนักหัวสดต่อต้น และผลผลิตหัวสด พบว่า การตัดยอดที่ระยะดอกบาน 50% เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแก่นตะวันพันธุ์ #2 มากที่สุด ส่วนการตัดยอดที่ระยะออกไหลเป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแก่นตะวันพันธุ์ #3 และ #50-4 มากที่สุด เนื่องจากเป็นรูปแบบที่ให้ผลผลิตมากที่สุด จะเห็นได้ว่าการตัดยอดทำให้แก่นตะวันแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองที่ต่างกัน ทำให้ได้ผลผลิตแตกต่างกันไปด้วย ผลการศึกษานี้สามารถใช้แนวทางสำหรับการผลิตแก่นตะวันให้มีผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการในปัจจุบัน

คำหลัก: ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต *Helianthus tuberosus*

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of shoot cutting at different growth stages on fresh tuber yield and the yield component of three varieties of Jerusalem artichoke. The experiment was laid out in a split plot randomized complete block design. Three varieties of Jerusalem Artichoke (#2, #3 and #50-4) and three shoot cutting stages (no shoot cutting, cutting at initial rhizome stage and cutting at 50% flowering stage) were assigned as the main plot and sub plot, respectively. A field trial was conducted at Yasothorn Agricultural Research and Development Centre, in the wet season (June-November 2015). Number of tuber per plant, tuber fresh weight, fresh tuber weight per plant and fresh tuber yield were recorded. A results found that planting with cuttings at the 50% flowering stage was suitable for production of #2 had and the suitable pattern for production of #3 and #50-4 were planted with cutting at initial rhizome stage, because it has the highest yield. The results indicated that there were different responces between the Jerusalem artichoke varieties and shoot cutting that effected yield. The results of this study can be used as a production guideline for Jerusalem artichoke.

Keywords: yield, yield component, *Helianthus tuberosus*

[1] *ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150*

[1] *Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Kantarawichai District, MahaSarakham 44150*

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

บทนำ

แก่นตะวัน หรือ Jerusalem artichoke มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus tuberosus* เป็นพืชอยู่ในสกุล Helianthus มีลักษณะคล้ายดอกทานตะวันและบัวตอง แต่มีขนาดเล็กกว่า มีหัวใต้ดินเพื่อเก็บสะสมอาหารคล้ายมันฝรั่ง แก่นตะวันมีถิ่นกำเนิดในเขตหนาวของประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถปลูกและปรับตัวได้ดีในสภาพเพาะปลูกของประเทศไทย แก่นตะวันเป็นพืชที่สามารถนำเอาหัวมาใช้ประโยชน์ เป็นอาหารได้ทั้งคนและสัตว์ จัดว่าเป็นพืชสมุนไพร ทำอาหารได้หลากหลายประเภท อาทิเช่น บริโภคสด ปรุงเป็นอาหารคาวหวาน นอกจากนี้ยังมีการใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแอลกอฮอล์ จากรายงานการวิจัยของต่างประเทศ พบว่า การบริโภคแก่นตะวันจะไม่ถูกย่อยในกระเพาะ จึงทำให้เหลือเยื่อใยจำนวนมาก แก่นตะวันมีสารเยื่อใยอาหารที่ให้แคลอรี่ต่ำ ช่วยลดความอ้วน ไม่เพิ่มปริมาณน้ำตาลในเลือด เนื่องจากในหัวมีสารสำคัญ เรียกว่า inulin ซึ่งเป็นสารที่ประกอบด้วยน้ำตาล fructose ต่อกันเป็นโมเลกุลยาว จึงไม่เป็นปัญหากับผู้เป็นโรคเบาหวาน ช่วยลด Cholesterol, Triglyceride และ LDL (low density lipoprotein ซึ่งเป็นไขมันที่ความหนาแน่นต่ำ ที่ทำให้เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง) ในร่างกายจึงลดความเสี่ยงจากการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด นอกจากนี้ยังพบว่าเป็นประโยชน์ต่อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น Bifidobacteria และ Lactobacilli แต่ลดการทำงานของแบคทีเรียก่อโรค เช่น Coliforms และ *E. coli* จึงเป็นที่ยอมรับกันว่าแก่นตะวันเป็น Prebiotic ทำให้ภูมิคุ้มกันร่างกายดีขึ้น[1, 2]

ด้วยเหตุนี้ทำให้แก่นตะวันเป็นที่ต้องการทั้งในภาคครัวเรือน และภาคอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก เพราะนอกจากการบริโภคสดแล้ว ยังสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบสำหรับเป็นอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ เอทานอล และการผลิตแอลกอฮอล์ ซึ่งอาจพัฒนาเป็นพืชพลังงานทดแทนในอนาคตต่อไป[3] แต่ในปัจจุบันพบว่า ผลผลิตแก่นตะวันยังมีปริมาณไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ทั้งที่มีพื้นที่การผลิตแก่นตะวันเพิ่มขึ้น ประกอบกับการผลิตแก่นตะวันไม่สามารถทำได้ในสภาพที่อากาศเย็น จึงให้มีผลผลิตจำหน่ายเพียงช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น สำหรับการจำหน่ายทั้งปีทำได้โดยอาศัยการเก็บรักษาหัวแก่นตะวันในสภาพเย็นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

การเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่สามารถทำได้อยู่ 2 รูปแบบ คือ การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีผลผลิตต่อไร่เพิ่มมากขึ้น และการจัดการการเขตกรรม เพื่อเพิ่มผลผลิต ทั้งการจัดการเรื่องน้ำ ปุ๋ย หรือระยะปลูก การวิเคราะห์ผลผลิตของพืชโดยอาศัยแนวคิดเรื่องการสะสมน้ำหนักแห้งและการเจริญของส่วนผลผลิตจากสารอาหารที่พืชสร้างขึ้นมาได้นั้น นิยมศึกษาในเรื่องการกระจายของน้ำหนักแห้งระหว่างอวัยวะ โดยใช้แนวคิดเรื่อง source/sink relationship ทั้งนี้นิยมให้คำจำกัดความของ source คือแหล่งสร้างหรือให้สารอาหาร (photosynthate) ส่วน sink คือแหล่งที่สะสมหรือรับสารอาหาร (assimilate)[4]

แก่นตะวันเป็นพืชที่มีการลงหัวเช่นเดียวกับมันสำปะหลัง จึงทำให้พืชทั้งสองชนิดนี้มีสรีรวิทยาของการลงหัวคล้ายกัน ในมันสำปะหลังมีรายงานว่าการตัดยอดสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมันสำปะหลังได้[5-8] นอกจากนี้ยังมีรายงานในพืชชนิดอื่น อาทิเช่น ถั่วลิสง[9-10] ถั่วเหลือง[11] ถั่วฝักยาว[12] *Erysimum strictum*[13] ดังนั้นในครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาเพื่อหาเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขการผลิตแก่นตะวันในประเทศไทย โดยได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการตัดยอดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแก่นตะวัน เพื่อศึกษาเป็นแนวทางสำหรับการผลิตแก่นตะวันให้มีผลผลิตแก่นตะวันเพียงพอต่อความต้องการในปัจจุบัน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมต้นกล้า การปลูกและดูแลรักษา

1.1 เพาะกล้าแก่นตะวัน แก่นตะวันที่นำมาใช้ในการทดสอบครั้งนี้ มี 3 พันธุ์ คือ #2, #3 และ #50-4 ซึ่งแต่ละพันธุ์มีขนาดหัวพันธุ์ต่างกัน แต่ขนาดของหัวพันธุ์นั้นไม่มีผลต่อผลผลิตของแก่นตะวัน[14] จึงนำมาทำการเพาะกล้าโดยการตัดหัวให้มีตา 2-3 ตาต่อชิ้น และมีขนาดของชิ้นตาใกล้เคียงกัน นำมาบ่มในแกลบดำชื้น 7-10 วัน จากนั้นย้ายลงในถาดเพาะขนาด 104 หลุม ที่มีแกลบดำเป็นวัสดุเพาะ วางถาดในที่ร่มแสงร่ำไร และรดน้ำดูแลต้นกล้าจนต้นกล้ามีใบจริง 2 คู่

1.2 เตรียมแปลงปลูก โดยทำการไถดะ ไถแปร และไถพรวน 1-2 ครั้ง ตามสภาพพื้นที่ จากนั้นปรับระดับพื้นที่ให้เสมอด้วยเครื่องพรวน จากนั้นยกแปลงปลูกให้เป็นรูปสามเหลี่ยมให้มีขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร แต่ละแปลงย่อยยาว 6.5 เมตร

1.3 ย้ายกล้าลงปลูกในแปลงที่มีความชื้น โดยปลูกให้มีระยะห่างระหว่างต้น 40 เซนติเมตร และให้น้ำทันทีหลังปลูก โดยให้น้ำปล่อยตามร่อง อย่างสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก

1.4 ดายหญ้ากำจัดวัชพืช 1-2 ครั้งตามความเหมาะสม

1.5 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุ 1 เดือนหลังปลูก

1.6 ทำการตัดยอดตามสิ่งทดลอง คือ ไม่ตัดยอด ตัดที่ระยะออกไหลที่ 15 วันโดยตัดข้อที่ 3 จากยอด (นับจากปล้องที่เหลือ) และตัดที่ระยะดอกบาน 50 % ที่ประมาณ 60 วัน ตัดข้อที่ 3 จากยอด (นับจากปล้องที่เหลือ)

2. การบันทึกข้อมูล

2.1 องค์ประกอบผลผลิต[15]

1) จำนวนหัวต่อต้น (หัว) สุ่มนับจำนวนหัวต่อต้นจากตัวอย่าง 5 ต้น ของแต่ละแปลงย่อย ในระยะเก็บเกี่ยว

2) น้ำหนักหัวสดต่อหัว (กรัม) บันทึกข้อมูลน้ำหนักหัวสดของแต่ละหัว จำนวน 10 ต้นหัว ในแต่ละแปลงย่อย ที่ระยะการเก็บเกี่ยว โดยนำหัวไปล้างทำความสะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

3) น้ำหนักหัวสดต่อต้น (กรัม) บันทึกข้อมูลน้ำหนักหัวสดของแต่ละต้น จำนวน 5 ต้น ในแต่ละแปลงย่อย ที่ระยะการเก็บเกี่ยว โดยนำหัวไปล้างทำความสะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

2.2 ผลผลิต[15]

ผลผลิตหัวสดต่อไร่ (กิโลกรัม) บันทึกข้อมูลน้ำหนักหัวสดที่ระยะการเก็บเกี่ยวในแต่ละแปลงย่อย โดยนำหัวแก่นตะวันทั้งหมดไปล้างทำความสะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปชั่งน้ำหนักผลผลิตหัวสดต่อแปลงย่อย จากนั้นนำไปคำนวณเป็นผลผลิตหัวสดต่อไร่

3. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของลักษณะ

3.1 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของลักษณะทั้งหมดที่ทำการศึกษาตามแผนการทดลองแบบ spit plot in randomized complete block จำนวน 3 ซ้ำ main plot คือ แก่นตะวัน 3 พันธุ์ คือ แก่นตะวัน #2 แก่นตะวัน #3 และแก่นตะวัน #50-4 และ sub plot คือ การตัดยอด 3 รูปแบบ คือ ไม่ตัดยอด ตัดยอดที่ระยะออกไหล และตัดยอดที่ระยะดอกบาน 50%

3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี least significant different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง

1. ลักษณะจำนวนหัวต่อต้น

จำนวนหัวต่อต้นเป็นลักษณะองค์ประกอบผลผลิตที่มีความสำคัญในแก่นตะวัน เนื่องจากจำนวนหัวที่มาก หมายถึงผลผลิตที่มากเช่นเดียวกัน ผลจากการศึกษาพบว่า แก่นตะวันพันธุ์ #3 เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด ที่ 37.53 หัวต่อต้น และการไม่ตัดยอด ทำให้มีจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด ที่ 28.37 หัวต่อต้น แต่ไม่ความแตกต่างทางสถิติกับการตัดยอดที่ระยะออกไหล ที่มีจำนวน 26.16 หัวต่อต้น ในส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์แก่นตะวันกับระยะการตัดยอด พบว่าจำนวนหัวต่อต้นของแก่นตะวันแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อระยะการตัดยอดต่างกัน โดยในพันธุ์ #2 การตัดยอดที่ระยะดอก 50% ทำให้มีจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด จำนวน 19.60 หัวต่อต้น ส่วนในพันธุ์ #3 และ #50-4 การไม่ตัดยอด ทำให้มีจำนวนหัวต่อต้นมากที่สุด จำนวน 44.80 และ 24.60 หัวต่อต้น ตามลำดับ (Table 1) เมื่อพิจารณาจาก (Figure 1) ทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าพันธุ์ #2 และพันธุ์ #3 กับ #50-4 มีการตอบสนองกับการตัดยอดแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยในพันธุ์ #2 เมื่อมีการตัดยอด ส่งผลให้มีจำนวนหัวต่อต้นเพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกัน พันธุ์ #3 และ #50-4 เมื่อมีการตัดยอด ทำให้มีจำนวนหัวต่อต้นลดขึ้น

2. ลักษณะน้ำหนักสดต่อหัว

น้ำหนักสดต่อหัวเป็นลักษณะที่ใช้บอกขนาดของหัวแก่นตะวัน ซึ่งเป็นลักษณะองค์ประกอบผลผลิตที่มีความสำคัญอีกลักษณะหนึ่ง โดยหัวที่มีน้ำหนักสดมาก เป็นสิ่งที่บอกถึงผลผลิตที่มากเช่นเดียวกัน ผลจากการศึกษาพบว่า แก่นตะวันพันธุ์ #2 เป็นพันธุ์ที่มีน้ำหนักสดต่อหัวมากที่สุด ที่ 8.25 กรัมต่อหัว แสดงให้เห็นว่าพันธุ์ #2 เป็นพันธุ์ที่มีขนาดหัวใหญ่ที่สุด สำหรับระยะการตัดยอดที่ต่างกัน พบว่าไม่มีผลทำให้น้ำหนักสดต่อหัวแตกต่างกัน ในส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์แก่นตะวันและระยะการตัดยอดพบว่า น้ำหนักสดต่อหัวของแก่นตะวันแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อระยะการตัดยอดต่างกัน โดยในพันธุ์ #2 การตัดยอดที่ระยะดอกบาน 50% ทำให้มีน้ำหนักสดต่อหัวมากที่สุด ที่ 9.67 และ กรัมต่อหัว ตามลำดับ และในพันธุ์ #3 และ #50-4 การตัดยอดระยะออกไหล ทำให้มีน้ำหนักสดต่อหัวมากที่สุด ที่ 5.05 และ 8.64 กรัมต่อหัว (Table 1) ในส่วนของทิศทางการตอบสนองต่อการตัดยอด พบว่าในพันธุ์ #3 และ #50-4 มีการตอบสนองต่อการตัดยอดเหมือนกัน (Figure 1)

3. ลักษณะน้ำหนักสดหัวต่อต้น

น้ำหนักสดหัวต่อต้นเป็นสิ่งที่สำคัญในการบ่งบอกถึงผลผลิตของแก่นตะวัน โดยผลจากการศึกษาพบว่าแก่นตะวันพันธุ์ #3 มีน้ำหนักสดหัวต่อต้นมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ที่ 176.02 กรัมต่อต้น และการตัดยอดที่ระยะออกไหล ทำให้มีน้ำหนักสดหัวต่อต้นมากที่สุด ที่ 154.35 กรัมต่อต้น ในส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์แก่นตะวันและระยะการตัดยอดพบว่า น้ำหนักสดหัวต่อต้นของแก่นตะวันแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อระยะการตัดยอดต่างกัน โดยในพันธุ์ #2 การตัดยอดที่ระยะดอกบาน 50% ทำให้มีน้ำหนักสดหัวต่อต้นมากที่สุด ที่ 213.17 กรัมต่อต้น ส่วนในพันธุ์ #3 และ #50-4 การตัดยอดระยะออกไหล ทำให้มีน้ำหนักสดหัวต่อต้นมากที่สุด ที่ 223.57 และ 184.74 กรัมต่อต้น (Table 1) เมื่อพิจารณา

การตอบสนองต่อการตัด พบว่าพันธุ์ #2 และพันธุ์ #3 กับ #50-4 มีการตอบสนองกับการตัดยอดแตกต่างกันเช่นเดียวกัน โดยในพันธุ์ #2 เมื่อมีการตัดยอด ทำให้มีน้ำหนักสดหัวต่อต้นเพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกัน พันธุ์ #3 และ #50-4 เมื่อมีการตัดยอด ทำให้มีน้ำหนักสดหัวต่อต้นลดขึ้น (Figure 1)

4. ลักษณะผลผลิตหัวสด

ผลผลิตหัวสด คือ หัวสดของแก่นตะวันที่เก็บขึ้นมาจากแปลงปลูกที่ผ่านการล้างทำความสะอาด และผึ่งให้หมาดในร่ม ผลจากการศึกษาพบว่า แก่นตะวันพันธุ์ #3 เป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตหัวสดมากที่สุด คือ 1,173.50 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับระยะการตัดยอดที่ต่างกัน พบว่าไม่มีผลทำให้ผลผลิตหัวสดแตกต่างกัน ในส่วนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์แก่นตะวันและระยะการตัดยอดพบว่า ผลผลิตหัวสดของแก่นตะวันแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อระยะการตัดยอดต่างกัน โดยในพันธุ์ #2 การตัดยอดที่ระยะดอกบาน 50% ทำให้มีผลผลิตหัวสดมากที่สุด ที่ 1,421.20 กิโลกรัมต่อไร่ ในพันธุ์ #3 และ #50-4 การตัดยอดระยะออกไหล ทำให้มีผลผลิตหัวสดมากที่สุด ที่ 1,490.60 และ 1,231.70 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 1) ในส่วนของการตอบสนองต่อการตัดยอดพบว่าผลผลิตหัวสดต่อไร่มีการตอบสนองเช่นเดียวกันกับลักษณะน้ำหนักหัวสดต่อต้น (Figure 1)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาการตัดยอดที่ระยะพัฒนาการต่างกันในแก่นตะวัน 3 พันธุ์ จะเห็นได้ว่า แก่นตะวันแต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อการตัดยอดต่างกัน โดยพันธุ์ #2 การตัดยอดที่ระยะดอกบาน 50% ให้ผลผลิตหัวสดดีที่สุด สำหรับพันธุ์ #3 และ #50-4 การตัดยอดที่ระยะออกไหล ให้ผลผลิตหัวสดดีที่สุด ถึงแม้จะไม่แตกต่างทางสถิติกับการไม่ตัดยอด โดยผลผลิตที่มากกว่านั้นมีมากกว่า 13.33 และ 27.08% ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากแก่นตะวันแต่ละพันธุ์มีการพัฒนาการแตกต่างกัน ดังในรายงานที่ทำการศึกษาการเจริญเติบโต และชีพลักษณ์ของแก่นตะวัน โดยทำการศึกษาในแก่นตะวัน 2 พันธุ์ คือ CN 52867 หรือพันธุ์ #3 และ HEL 65 หรือพันธุ์ #2 ซึ่งเป็นพันธุ์เดียวกับที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ 2 พันธุ์ พบว่าแก่นตะวันทั้ง 2 พันธุ์มีการเจริญเติบโต และชีพลักษณะในแต่ละระยะพัฒนาการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ[16] ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุทำให้พันธุ์แก่นตะวันที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีการตอบสนองต่อการตัดยอดแตกต่างกัน เนื่องจากการที่พันธุ์ต่างกันเป็นผลมาจากการที่มีพันธุกรรมต่างกัน และจากการที่พันธุกรรมต่างกันนั้นจึงทำให้แต่ละพันธุ์มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่ต่างกัน จากการที่แก่นตะวันทั้ง 3 พันธุ์มีการตอบสนองต่อการตัดยอดต่างรูปแบบกันนั้น สามารถแบ่งได้ เป็น 2 ประเด็นดังนี้

การเพิ่มแหล่งสร้างอาหาร (source increasing)

การเพิ่มแหล่งสร้างอาหารในการศึกษาครั้งนี้ คือ การตัดยอดในระยะออกไหล การตัดยอดในระยะนี้เป็นการตัดยอดในระยะ T1 ซึ่งเป็นระยะที่เริ่มออกไหล (stolonization) ไหลมีการพัฒนายาว 2-5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะในช่วง V6-V8 (ระยะที่มีใบจริง 6-8 คู่)[16] การตัดยอดในระยะนี้เป็นช่วงเริ่มต้นของการเจริญเติบโต การตัดยอดเป็นการตัดส่วนที่พืชสร้างออกซินออก ทำให้ยับยั้งปรากฏการณ์การข่มของส่วนยอด (apical meristem) กระตุ้นตาข้างให้มีการแบ่งเซลล์และขยายขนาด พืชจึงแตกตาข้างได้ทำให้ต้นพืชมีลักษณะเป็นพุ่ม และแตกกิ่งมากขึ้น[17-18] ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุให้ผลผลิตของแก่นตะวันพันธุ์ #3 และ #50-4 ที่ตัดยอดในระยะออกไหลมีผลผลิตมากขึ้น (13.10 และ 27.08% ของการไม่ตัดยอด ตามลำดับ) เนื่องจากการตัดในระยะนี้เป็นการตัดเพื่อเพิ่มแหล่งสร้างอาหาร ส่งผลให้มีการสะสมอาหารในแหล่งสะสม หรือหัวของแก่นตะวันมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งลักษณะเช่นนี้พบได้เช่นเดียวกันในถั่วลิสง[9-10] ถั่วเหลือง[11] ถั่วฝักยาว[12] และ *Erysimum strictum*[13] ในส่วนของพันธุ์ #2 ที่เมื่อมีการตัดยอดในระยะออกไหล แล้วไม่ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากกลไกการตอบสนองต่อการตัดยอดของพันธุ์ #2 ต่างจากในพันธุ์ #3 และ #50-4 ที่เมื่อมีการตัดยอดแล้ว จะมีการเคลื่อนย้ายสารอาหารที่สร้างได้ไปเพื่อการสร้างยอดใหม่ มากกว่าการนำไปใช้เพื่อการสร้างไหล ซึ่งเห็นได้จากจำนวนหัวต้อต้นที่ลดลงเมื่อมีการตัดยอด

การลดแหล่งใช้อาหาร (sink reduction)

อวัยวะที่เป็นแหล่งใช้อาหาร หรือเก็บสะสมอาหาร (sink) มี 2 แบบ คือ เนื้อเยื่อที่กำลังเจริญ และเนื้อเยื่อเก็บอาหาร ดังนั้นการเคลื่อนย้ายอาหารจากแหล่งสร้างไปยังแหล่งใช้หรือเก็บสะสม จึงมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืช[19] การลดแหล่งใช้อาหารในการศึกษาครั้งนี้ คือ การตัดยอดระยะออกดอก 50% ซึ่งเป็นการลดแหล่งใช้และแหล่งสะสมอาหารในรูปของดอกและเมล็ด เมื่อลดแหล่งใช้และแหล่งสะสมในส่วนเหนือดินลง จึงเป็นสาเหตุให้มีการเคลื่อนย้ายอาหารที่สร้างขึ้นมาลงไปสะสมในส่วนของหัวหรือส่วนที่อยู่ใต้ดินมากขึ้น จึงเป็นสาเหตุในผลผลิตของแก่นตะวันพันธุ์ #2 ที่มีการตัดยอดในระยะดอกบาน 50% มีผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 105.58% ของการไม่ตัดยอด ลักษณะเช่นนี้พบได้เช่นเดียวกัน

ในผักโขม[20] และข้าวสาลี[21] ในส่วนของพันธุ์ #3 และ #50-4 ที่เมื่อมีการตัดยอดในระยะออกดอก 50% แล้วไม่ส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากกลไกการตอบสนองต่อการตัดยอดของพันธุ์ #3 และ #50-4 ต่างจากในพันธุ์ #2 ที่เมื่อมีการตัดยอดในระยะออกดอก 50% แล้ว จะมีการเคลื่อนย้ายสารอาหารที่สร้างได้ไปเพื่อการสร้างดอกใหม่ มากกว่าการนำไปใช้เพื่อการสะสมในหัวซึ่งเห็นได้จากน้ำหนักสดต่อหัวที่ลดลงเมื่อมีการตัดยอด

สรุปผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาอิทธิพลของการตัดยอดที่ระยะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในแก่นตะวัน 3 พันธุ์ สามารถสรุปรูปแบบการผลิตสำหรับการบริโภคสดได้ว่า การตัดยอดที่ระยะดอกบาน 50% เป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวสดแก่นตะวันพันธุ์ #2 มากที่สุด และการตัดยอดที่ระยะออกไหลเป็นรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวสดแก่นตะวันพันธุ์ #3 และ #50-4 มากที่สุด เนื่องจากทั้ง 2 รูปแบบเป็นรูปแบบที่ทำให้มีผลผลิตหัวสดดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนานิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2558 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณรายได้ ประจำปี 2558 ประเภทนิสิตระดับปริญญาโท คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยนี้ และขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. สนั่น จอกลอย. แก่นตะวันไม้ดอกประดับบ้านพืชอาหารสมุนไพร. [online]. 2549 ได้จาก: http://www.rdi.ku.ac.th/kasetresearch53/group06/prapas/jerusalem.html. สืบค้นเมื่อ 26 มิถุนายน 2557
2. เคหะการเกษตร. แก่นตะวัน. [online]. 2555. ได้จาก: http://www.kehakaset.com/index.php/component/content/article/79-information/970-2012-09- 11-07-03-51. สืบค้นเมื่อ 24 มิถุนายน 2557
3. สุดารัตน์ คำผา, ปรียา พวงสำลี หวังสมนึก, สนั่น จอกลอย, พินิจ หวังสมนึก และอารันต์ พัฒโนทัย. แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) พืชชนิดใหม่ใช้เป็นพลังงานทดแทน. แก่นเกษตร 2551; 36(ฉบับพิเศษ): 205-212
4. ประวิตร โสภโณดร. การกระจายน้ำหนักแห้งในพืช. เอกสารประกอบการสอนวิชาสรีรวิทยาการผลิตพืช. [online]. 2556. ได้จาก: http://www.natres.psu.ac.th/Department/PlantScience/physio/index.htm. สืบค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2557
5. อุทัย เซ็นภักดี, กำพล นรินทราพร, ชาญ ถิรพร, โสภณ สินธุประมา. ผลของการตัดยอดเมื่ออายุต่างๆ ที่มีต่อผลผลิตมันสำปะหลัง. ใน: รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2522. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ; 2522. หน้า 213-216
6. วิจารณ์ วิชชุกิจ, เอ็จ สโรบล, จำลอง เจียมจำนรรจา, สมยศ พุทธเจริญ. อิทธิพลของระยะปลูกและจำนวนครั้งในการตัดยอดที่มีต่อผลผลิตยอดแห้ง ปริมาณโปรตีน ผลผลิตหัวมันแห้ง และผลผลิตแป้งของมันสำปะหลัง. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2533
7. พร้อมพรรณ เสรีวิชยสวัสดิ์, วิจารณ์ วิชชุกิจ, จำลอง เจียมจำนรรจา. อิทธิพลของการชะลอระยะเวลาเก็บเกี่ยวหลังการตัดและไม่ตัดต้นที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพแป้งของมันสำปะหลัง. ใน:การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ; 2546. หน้า 274-282
8. สุรีรัตน์ แสงนิล. ผลของการตัดยอดมันสำปะหลังที่มีต่อผลผลิตของมันสำปะหลังที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ปฐพีวิทยา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2554
9. อิสรา สุขสถาน. ผลของการตัดยอดต่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วลิสง 2 พันธุ์. ใน: รายงานการสัมมนาเรื่องงานวิจัยถั่วลิสงครั้งที่ 8. 3-5 พฤษภาคม 2532; โรงแรมไหมไทยร้อยเอ็ด; 2532
10. รัฐพล ชูยอด. อิทธิพลการตัดยอดต่อผลผลิตถั่วลิสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2536
11. พรวิภา หาญสำเนา. อิทธิพลของการตัดยอดและตัดใบอ่อนเพื่อลดการแข่งขันภายในต้นที่มีการติดฝัก การเจริญเติบโตของเมล็ดและผลผลิตของถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2539
12. สุทิวัส ธัญญะอุดร. การถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วฝักยาวโดยวิธีการตัดยอดในระบบเกษตรอินทรีย์สำหรับเกษตรกรในอำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง.

วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2557;7(1): 27-34

13. Rautio P, Huhta AP, Piippo S, Tuomi J, Juenger T, Saari M, Aspi J. Overcompensation and adaptive plasticity of apical dominance in *Erysimum strictum* (Brassicaceae) in response to simulated browsing and resource availability. OIKOS 2005;111: 179-191
14. สนั่น จอกลอย รัชนี พุทธา รัชนก มีแก้ว วิลาวรรณ ตุลา และถวัลย์ เกษมาลา. อิทธิพลของการใช้ส่วนขยายพันธุ์ต่อการงอก การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) 2549;34(2):151-156.
15. วิรงค์รัตน์ พิมพ์แสน. ปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อมของลักษณะผลผลิตแก่นตะวัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2553
16. Paungbut D, Jogloy S, Vorasoot N, Patanothai A. Growth and phenology of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Pak. J. Bot. 2015;47(6): 2207-2214
17. สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2548
18. ลิลลี่ กาวีต๊ะ, มาลี ณ นคร, ศรีสม สุวรรณวงศ์, สุรียา ตันติวิวัฒน์. สรีรวิทยาของพืช. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2552
19. โสระยา ร่วมรังษี. สรีรวิทยาไม้ดอกประเภทหัว. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2558
20. Roitner-Schobesberger B, Kaul HP. Source capacity during flowering affects grain yield of amaranth (*Amaranthus* sp.). Plant Soil Environ. 2013;59(10): 472–477
21. Abdoli M, Saeidi M, Jalali-Honarmand S, Mansourifar S, Ghobadi M, Cheghamirza K. Effect of source and sink limitation on yield and some agronomic characteristics in modern bread wheat cultivars under post anthesis water deficiency. Acta agriculturae Slovenica. 2013;101(2): 173-182.

Table 1 Fresh tuber yield component and yield of three varieties under three shoot cutting patterns

Treatments	Number of Tuber per Plant		Tuber Fresh Weight (g/tuber)		Fresh Tuber Weight per Plant (g)		Fresh Weight Yield (kg/rai)	
Varieties								
#2	16.80	b[1/]	8.25	a	123.87	b	825.80	b[1/]
#3	37.53	a	4.07	c	176.02	a	1,173.50	a
#50-4	21.24	b	6.70	b	132.13	b	880.90	b
Shoot cutting								
no shoot cutting	28.37	a	6.67		148.91		992.80	ab
cutting at initial rhizome stage	26.16	a	6.05		154.35		1,029.10	a
cutting at 50% flowering stage	21.06	b	6.31		128.76		858.40	b
Varieties×Shoot cutting								
#2×no shoot cutting	15.70	d	8.63	ab	103.69	cd	691.30	cd
#2×cutting at initial rhizome stage	15.10	d	6.46	cd	54.74	e	365.00	e
#2×cutting at 50% flowering stage	19.60	cd	9.67	a	213.17	a	1,421.20	a
#3×no shoot cutting	44.80	a	4.14	ef	197.68	a	1,317.90	a
#3×cutting at initial rhizome stage	39.50	a	5.05	de	223.57	a	1,490.60	a
#3×cutting at 50% flowering stage	28.30	b	3.04	f	106.82	cd	712.10	cd
#50-4×no shoot cutting	24.60	bc	7.26	bc	145.37	bc	969.20	bc
#50-4×cutting at initial rhizome stage	23.87	bc	8.64	ab	184.74	ab	1,231.70	ab
#50-4×cutting at 50% flowering stage	15.27	d	4.20	ef	66.29	de	441.90	de
F-test								
Varieties	**		**		*		*	
Shoot cutting	**		ns		ns		ns	
Varieties×Shoot cutting	**		**		**		**	
CV(Block*Var)	13.7		14		18.02		18.02	
CV(Block*Var*Cutting)	12.3		15		16.62		16.62	

[1/]Means followed by the same letter in the same column of the varieties, shoot cutting and the interaction of varieties and shoot cutting are not significantly different at p≤0.05.

ns: non-significant, * and ** significant at p≤0.05 and p≤0.01, respectively.

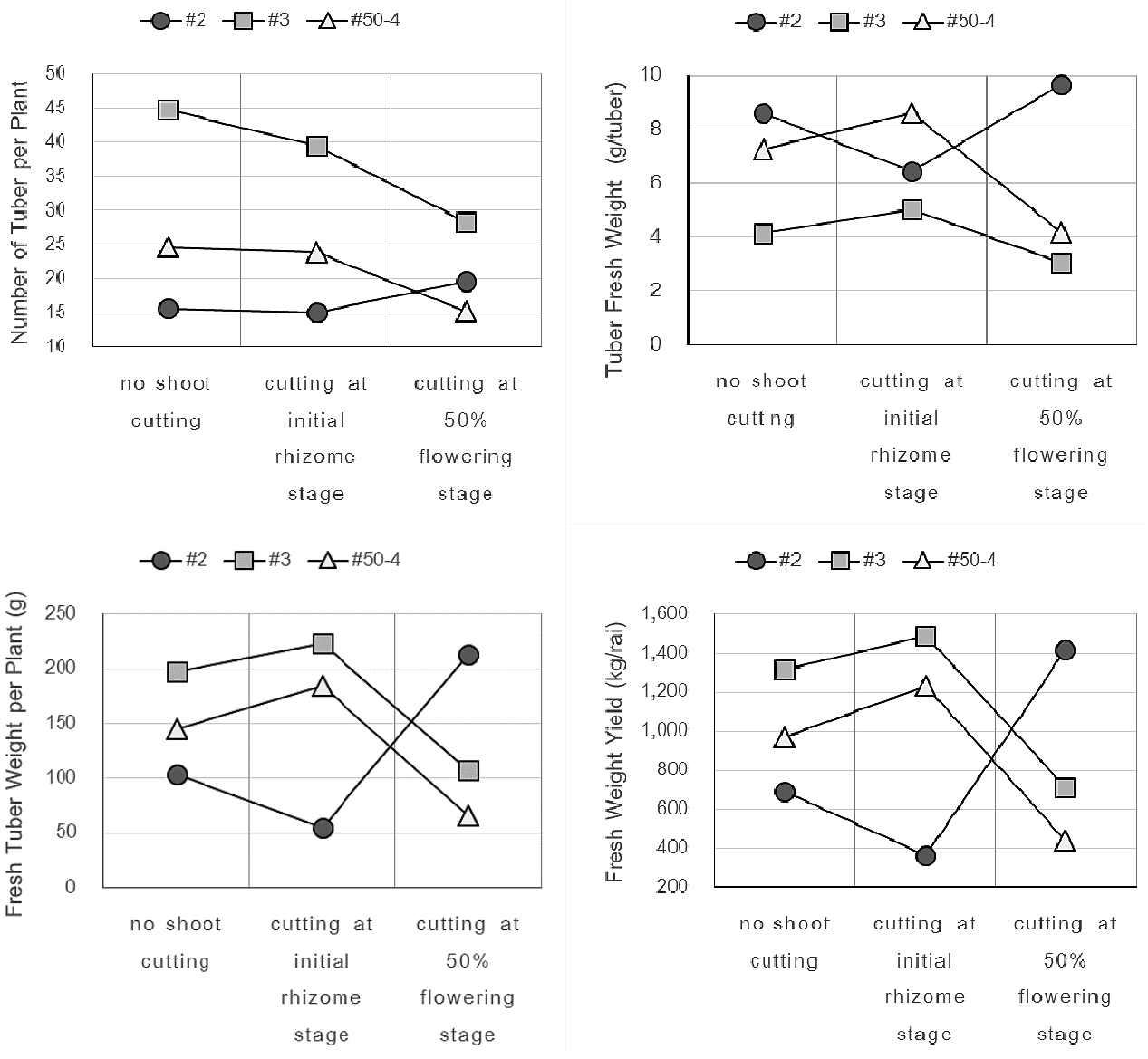

Figure 1 Trend of fresh tuber yield component and yield of three varieties under three shoot cutting patterns