การเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค

Comparison of stem node cutting and plant hormones to produce seed potato in aeroponic system

อรทัย วงค์เมธา*[,1/] กิตติชัย แซ่ย่าง[1/] สาคร ยังผ่อง[1/] ศิรินันท์ญา จรินทร[1/] วีระพรรณ ตันเส้า[1/] อนุภพ เผือกผ่อง[2/] ศิริลักษณ์ อินทะวงศ์[3/] ชัยกฤต พรมมา[3/] สมคิด รัตนบุรี[1/] สนอง จรินทร[2/] อรอนงค์ สว่างสุริยวงษ์[1/] ฐิตาภรณ์ เรืองกูล[1/]

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ **สถาบันวิจัยพืชสวน**

บทคัดย่อ

การทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค ได้ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ในปี 2558-2559 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี คือ การปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) นำต้นปักชำไปแช่ในไคโตซาน อัตรา 1 ml l^{-1} และไตรโคเดอร์ม่านาน 15 นาที ใช้ระยะปลูก 10x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ปลูกทั้งหมด 72 ตารางเมตร จากการทดลองพบว่าในฤดูฝน การปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ให้จำนวนหัวต่อพื้นเฉลี่ยสูงที่สุด 536 หัว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยรองลงมา 520 หัว ด้านผลผลิตรวมเฉลี่ยพบว่า การปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ให้ผลผลิตรวมเฉลี่ยมากที่สุด 4.9 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ซึ่งมีผลผลิตรวมเฉลี่ยรองลงมา 4.8 หัว ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยและผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด 300 หัว และ3.3 กิโลกรัม ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยและผลผลิตรวมเฉลี่ยรองลงมา 260 หัว และ 3 กิโลกรัม ตามลำดับ

คำหลัก: การปักชำ, ฮอร์โมนเร่งราก, มันฝรั่ง, ระบบแอโรโปนิค

รหัสโครงการวิจัยที่ 01-99-58-01-01-00-01-58

ชื่อชุดโครงการ วิจัยและพัฒนามันฝรั่ง **ชื่อโครงการ** การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

* หัวหน้าการทดลอง

[1/] ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 ม.12 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230 **โทรศัพท์** (053) 114133-36, 114070-71 **โทรสาร** (053) 053-114072 **E-mail:** agriculture_24@hotmail.com

[2/] ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย เลขที่ 72 หมู่ 1 ต.รอบเวียง อ.เมือง จ.เชียงราย 57000 **โทรศัพท์** (053) 170100, 170102 **โทรสาร** (053) 170103 **E-mail**: chorti@doa.in.th

[3/] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตู้ปณ.15 ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอ ฝาง เชียงใหม่ 50110 **โทรศัพท์** (053) 451441-42 **โทรสาร** (053) 451443 **E-mail**: chorti@doa.in.th

ABSTRACT

Comparison of stem node cutting and plant hormones to produce seed potato in aeroponic system was conducted in research center at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC) and Chiang Mai Agricultural Research and Development Center during 2015-2016. The experiment was designed to RCB with five treatments and four replications such as two stem node cutting (one above and one under a foam), three stem node cutting (one above and two under a foam), three stem node cutting (two above and one under a foam), four stem node cutting (two above and two under a foam) and five stem node cutting (three above and two under a foam). After cutting the stem node in each treatment were soaked in Chitosan 1 ml l^{-1} and Trichoderma in 15min. The plot size was kept 10×10 cm for each treatment. The growth and physicochemical of seed potato were determined. In rainy season, two node cutting (one above and one under a foam) was higher tuber per area (536 tubers per area) than other treatments but did not significant from three stem node cutting (one above and two under a foam) (520 tubers per area). The yield of three stem node cutting (one above and two under a foam) was higher (4.9 kg) than two stem node cutting (one above and one under a foam) was yield (4.8 kg) but did not significant difference in other cutting. In dry season, the method of two stem node cutting (one above and one under a foam) was did not significant higher tuber per area and higher yield (300 tuber and 3.3 kg, respectively) than three stem node cutting (one above and two under a foam) (260 tuber per area and 3 kg per yield, respectively).

Key words: Stem node cutting, hormones, potato, Aeroponic

คำนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอุตสาหกรรมพืชหนึ่ง ที่สามารถทำรายได้สูงให้แก่เกษตรกรในเขตภาคเหนือ คือ มีรายได้ต่อไร่เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15,000-25,000 บาท แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 90 ของผลผลิตทั้งประเทศ ปัจจุบันพื้นที่ปลูกได้ขยายไปยังจังหวัดอื่นๆ เช่น จังหวัดตาก เชียงราย พะเยา ลำพูน ลำปาง และบางพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดหนองคาย สกลนคร และเลย พื้นที่ปลูกปี 2554 มีพื้นที่ปลูกรวม 62,521 ไร่ ผลผลิตรวม 145,898 ตัน ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 2,334 กิโลกรัม พื้นที่ปลูก, ผลผลิตรวม และผลผลิตต่อไร่ มีอัตราเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.52, 7.71 และ 4.37 จากปี 2553 ตามลำดับ เนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศโดยเฉพาะมันฝรั่งทอดกรอบ (potato chip) ซึ่งนอกจากผลิตเพื่อจำหน่ายในประเทศ และบางส่วนยังส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ (สนอง และคณะ, 2551; สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ทำให้ผู้ประกอบการมีความต้องการวัตถุดิบเพื่อป้อนโรงงานมีปริมาณสูงถึง 10,300 ตัน/เดือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2544) จึงทำให้เกษตรกรมีความต้องการหัวพันธุ์มันฝรั่ง เพื่อใช้เป็นหัวพันธุ์ขยาย และผลิตหัวมันฝรั่งส่งโรงงาน (รัฐบาลไทย, 2555) จึงจำเป็นต้องนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งซึ่งมีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง นอกจากนี้การผลิตหัวพันธุ์ใช้ภายในประเทศยังมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ ปัญหาเหล่านี้เป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการปักชำมันฝรั่ง ซึ่งเป็นวิธีการที่จะทำให้ได้ต้นกล้าในปริมาณมากดังจะเห็นได้จากการทดลองของ Doctolero (1988) ทำการขยายพันธุ์มันฝรั่งโดยใช้ส่วนยอด ส่วนกลาง และ ส่วนล่างของลำต้น พบว่าส่วนยอดของลำต้นจะมีการออกรากดีกว่าส่วนอื่นของลำต้น, Haapala (2005) รายงานว่าต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งพันธุ์ Tanu, Sieglinde, Timo, Suvi and Nevski ที่ได้จากการตัดชำลำต้นซึ่งมีใบติดมาด้วย 1 ใบ จะให้จำนวนผลผลิตสูงกว่าต้นแม่พันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และ Tsoka et al. (2012) รายงานว่าการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งโดยใช้ต้นแม่พันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จะให้จำนวนหัว 24.3 หัว/ต้น ซึ่งแตกต่างจากการขยายพันธุ์ด้วยการตัดชำลำต้น โดยตัดมันฝรั่งเป็นข้อ 1 ตา และ 2 ใบ (3.4 หัว/ต้น) นอกจากนี้การผลิตหัวพันธุ์ด้วยการปักชำในระบบ Aeroponics เป็นการปลูกพืชโดยมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช ในรูปของการพ่นเป็นหมอกหรือละอองไปยังรากพืช ที่ถูกแขวนอยู่ในอากาศในที่มืด ความบ่อยครั้งและความยาวนานของการฉีดแต่ละครั้ง อาจแตกต่างกันไปตามชนิดพืชและสภาพบรรยากาศที่ห่อหุ้มรากพืช เช่น อาจมีการฉีดสารละลายธาตุอาหารพืช 3 นาที และหยุด 1-2 นาที โดยการตั้งเวลา เพื่อให้ภายในห้องมืดคงความชุ่มชื้น 95-100% RH การปลูกพืชเทคนิคนี้มักใช้ศึกษาเกี่ยวกับสรีรวิทยาของพืช ข้อดีของระบบนี้คือ รากแพร่กระจายได้ดีเพราะไม่มีสิ่งกีดขวางและได้รับอากาศเต็มที่ จากผลการวิจัยพบว่าการผลิตหัวพันธุ์โดยระบบแอโรโปนิค (Aeroponic) สามารถให้ผลผลิตสูงกว่า 10

เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการผลิตหัวพันธุ์แบบอื่นๆ จะเป็นวิธีการที่ให้ผลผลิตสูง ลดปัญหาการติดโรคในวัสดุปลูก ทำให้ลดต้นทุนการผลิตให้เกษตรกร และเกษตรกรทั่วไปได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) และราคาถูก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค (Aeroponic) ที่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้ปริมาณมาก และลดต้นทุนการผลิต

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ กระบะปลูก, ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย, ตัวควบคุมตั้งเวลา, แผ่นโฟม, ใบมีด , น้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์มเอสพี, ถุงดำ, สารละลายปุ๋ยสูตร A สูตร B และ สูตร C, สารเร่งการเจริญเติบโต

2. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ, ปากกาเมจิก, ปากกา, ดินสอ, ไม้บรรทัด

3. วัสดุคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หมึกพิมพ์, กระดาษปริ้นส์รูป

4. วัสดุโฆษณา เผยแพร่ ได้แก่ กล้องถ่ายรูปดิจิตอล

วิธีดำเนินการ

<u>แผนการทดลอง</u>วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง)
กรรมวิธีที่ 2 ปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง)
กรรมวิธีที่ 3 ปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง)
กรรมวิธีที่ 4 ปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง)
กรรมวิธีที่ 5 ปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง)

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

1. เตรียมอุปกรณ์และระบบการปลูกพืชแบบแอโรโปนิค ซึ่งประกอบด้วยกระบะปลูกขนาด (กว้างxยาวxสูง) 60x120x80 เซนติเมตร และใช้ปั๊มน้ำระบบพ่นฝอย (1 หัวพ่นให้น้ำปริมาณ 7.5 ลิตรต่อชั่วโมง) และตัวควบคุมตั้งเวลาการพ่นสารละลาย ปิดด้วยแผ่นโฟมขนาด 60x120 เซนติเมตร จำนวน 3 แผ่นหรือพื้นที่ปลูก 2.4 ตารางเมตร ที่เจาะรูสำหรับปลูกต้นปักชำมันฝรั่งระยะ 10x10 เซนติเมตร

2. ทำการตัดต้นกล้ามันฝรั่งออกเป็นข้อๆ ได้แก่ ตัด 3, 4 และ 5 ข้อ โดยให้นับข้อจากบนลงล่าง เพื่อให้มันฝรั่งมีอายุที่เท่ากัน จากนั้นนำต้นปักชำไปแช่ในไคโตซาน อัตรา 1 ml l^{-1} และไตรโคเดอร์ม่านาน 15 นาที แล้วทำการปักชำต้นกล้ามันฝรั่งลงในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำตามแต่ละกรรมวิธี โดย

กรรมวิธีที่ 1 ตัดต้นกล้า 2 ข้อ ปักชำให้ 1 ข้อบนอยู่เหนือโฟม และให้ 1 ข้อล่างอยู่ภายใต้โฟม
กรรมวิธีที่ 2 ตัดต้นกล้า 3 ข้อ ปักชำให้ 1 ข้อบนอยู่เหนือโฟม และให้ 2 ข้อล่างอยู่ภายใต้โฟม
กรรมวิธีที่ 3 ตัดต้นกล้า 3 ข้อ ปักชำให้ 2 ข้อบนอยู่เหนือโฟม และให้ 1 ข้อล่างอยู่ภายใต้โฟม

กรรมวิธีที่ 4 ตัดต้นกล้า 4 ข้อ ปักชำให้ 2 ข้อบนอยู่เหนือโฟม และให้ 2 ข้อล่างอยู่ภายใต้โฟม

กรรมวิธีที่ 5 ตัดต้นกล้า 5 ข้อ ปักชำให้ 3 ข้อบนอยู่เหนือโฟม และให้ 2 ข้อล่างอยู่ภายใต้โฟม

3. น้ำที่จะนำมาผสมสารละลายต้องเติมน้ำยาฆ่าเชื้อดีโซเจิร์มเอสพี (Desogerme SP vegetals) 3-4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1,000 ลิตร และกักน้ำไว้ 1-2 วัน ก่อนน้ำไปใช้

4. ในสัปดาห์แรกหลักปักชำให้พ่นน้ำเปล่า โดยใช้เวลาพ่นน้ำ 2 นาที หยุด 3 นาที หลังจากนั้นจึงให้ปุ๋ย A ปุ๋ย B และ ปุ๋ย C โดยให้น้ำและสารละลายด้วยระบบพ่นฝอยแก่รากมันฝรั่งที่อยู่ใต้แผ่นโฟม เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 1 เดือน ใช้เวลาพ่นสารละลาย 1.30 นาที หยุด 40 นาที ต่อเนื่องกันตลอดเวลาขึ้นอยู่กับฤดูปลูก

5. เตรียมสารละลายปุ๋ยสูตร A ได้แก่ แคลเซียมไนเตรท ($Ca(NO_3)_2$) (15-0-0) อัตรา 47.5 กิโลกรัม, เหล็กคีเลท (Fe EDTA) อัตรา 1.1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร ปุ๋ยสูตร B ได้แก่ โพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) (13-0-46) อัตรา 40.5 กิโลกรัม แอมโมเนียมฟอสเฟต ($NH_4H_2PO_4$) (0-52-34) อัตรา 7.75 กิโลกรัม แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) (0-0-0+16) อัตรา 25 กิโลกรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร และปุ๋ยสูตร C ได้แก่ H_3BO_3 (บอริกแอซิด) อัตรา 140 กรัม ซิงค์ซัลเฟต($ZnSO_4$) อัตรา 10 กรัม $MnSO_4$ (แมงกานิสซัลเฟต) อัตรา 100 กรัม $CuSO_4$ (คอปเปอร์ซัลเฟต) อัตรา 4 กรัม และ $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ (แอมโมเนียมโมลิปเดต) อัตรา 1 กรัม ต่อน้ำ 200 ลิตร

6. ปรับค่า pH ระหว่าง 5.5-6.0 ค่า EC ของความเข้มข้นของปุ๋ยอยู่ระหว่าง 0.2-1.32 ms/cm (ช่วงเริ่มปลูก-ก่อนเก็บเกี่ยว) ขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาการเจริญเติบโต

7. พ่นสารป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น เมื่อต้นมันฝรั่งอายุได้ 30 วัน และ 60 วัน ตรวจสอบโรคไวรัส ด้วยชุดทดสอบไวรัส (Glift kit-virus) และตรวจสอบโรคแบคทีเรีย ภายหลังเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่งด้วยชุดทดสอบแบคทีเรีย (Glift kit-bacteria wilt) และในระหว่างดูแลรักษาหากพบต้นผิดปกติต้องถอนและเผาทำลายทิ้ง

8. เมื่อหัวมันฝรั่งอายุ 90 วันหรือเมื่อต้นมันฝรั่งแห้งและเอนล้มไปกับพื้นดินให้ทำการเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์มันฝรั่ง

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

การเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร), ความยาวของราก (เซนติเมตร), จำนวนไหล (Stolon)

จำนวนผลผลิต ได้แก่ จำนวนหัวต่อต้น, จำนวนหัวต่อพื้นที่ 1 ตร.ม., น้ำหนักหัวต่อต้น(กรัม), น้ำหนักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ตร.ม.), น้ำหนักต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว (กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ไร่)

คุณภาพของผลผลิต ได้แก่ ขนาดหัวต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. แบ่งเป็น 4 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า5 กรัม, ขนาด 5-20 กรัม และขนาดมากกว่า 20 กรัม, ขนาดหัว (กว้าง-ยาว) (เซนติเมตร), เปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 15 วัน, เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวต่อพื้นที่ 1 ตร.ม., ความแน่นเนื้อ

, ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS), เปอร์เซ็นต์แป้งในหัวและต้นทุนการผลิตเปรียบเทียบกับระบบมีเดียปลูก

ระยะเวลา

เริ่มต้น ตุลาคม 2558 **สิ้นสุด** กันยายน 2559

สถานที่ดำเนินการ

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่(ขุนวาง) อ.แม่วาง จ.เชียงใหม่ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การเจริญเติบโต

1.1 ความสูงของต้นมันฝรั่งเมื่ออายุ 30 วัน

จากการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคในช่วงฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) พบว่า การดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 33.5 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ที่มีค่าความสูงเฉลี่ย 33.4, 32.3 และ 31.1 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีค่าความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด 30.5 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

การทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ในช่วงฤดูฝน พบว่าการดำเนินการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 26.6 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีค่าความสูงเฉลี่ยรองลงมา 22.1, 21.9, 19.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีความสูงเฉลี่ยที่อายุ 30 วันน้อยที่สุด 18.8 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

ส่วนมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงฤดูแล้งที่ ศกล.ชม. พบว่าการดำเนินการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 20.6 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยรองลงมา 20.3 และ 19.9 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ซึ่งมีค่าความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด 18.7 และ 17.9 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การทดสอบที่ ศวพ.ชม ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าการดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 22.3 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ

3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีค่าความสูงเฉลี่ยรองลงมา 21.9, 20.7, 19.8 และ 19.5 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

1.2 ความสูงของต้นมันฝรั่งเมื่ออายุ 60 วัน

จากการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคในช่วงฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) พบว่าการดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 77.4 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีค่าความสูงเฉลี่ย 74.9 และ 74.7 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีค่าความสูงเฉลี่ยของต้นมันฝรั่งน้อยที่สุด 73.1 และ 68.6 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ในช่วงฤดูฝน พบว่าการดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 45.3 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ที่มีค่าความสูงเฉลี่ยรองลงมา 45.2, 43.6 และ 42.6 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีค่าความสูงเฉลี่ยของต้นมันฝรั่งน้อยที่สุด 41.1 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

ส่วนมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงฤดูแล้งที่ ศกล.ชม. พบว่าการดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 29.1 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีค่าความสูงเฉลี่ยรองลงมา 27.4, 27.2 และ 27.1 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีค่าความสูงเฉลี่ยของต้นมันฝรั่งน้อยที่สุด 24.4 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การทดสอบที่ ศวพ.ชม ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าการดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 33.7 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ซึ่งมีค่าความสูงเฉลี่ยรองลงมา 33.3 และ 32.9 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ซึ่งมีค่าความสูงเฉลี่ยน้อยที่สุด 30.9 และ 30.6 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

2. ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

2.1 จำนวนหัวต่อต้น

จากการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคในช่วงฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) พบว่าการดำเนินการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด 4 หัว/ต้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ย 3.4 และ 3.2 หัว/ต้น ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ซึ่งมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด 3 และ 2.8 หัว/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ในช่วงฤดูฝน พบว่าการดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ทุกกรรมวิธีมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ย 1 หัว/ต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ส่วนมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงฤดูแล้งที่ ศกล.ชม. พบว่าการดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด 2.8 หัว/ต้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ยรองลงมา 2.7 และ 2.5 หัว/ต้น ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.3 หัว/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การทดสอบที่ ศวพ.ชม ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าการดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด 2 หัว/ต้น ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีจำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ยเท่ากัน 1 หัว/ต้น (ตารางที่ 2)

2.2 จำนวนหัวต่อพื้นที่

จากการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคในช่วงฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) พบว่าการดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยมากที่สุด 536 หัว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยรองลงมา 520, 506, 484 และ 432 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ในช่วงฤดูฝน พบว่าการดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยมากที่สุด 113 หัว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ที่มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยรองลงมา 96 และ 90 หัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยน้อยที่สุด 84 และ 82 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ส่วนมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงฤดูแล้งที่ ศกล.ชม. พบว่าการดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยมากที่สุด 300 หัว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยรองลงมา 260 หัว แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยน้อยที่สุด 220, 208 และ 190 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การทดสอบที่ ศวพ.ชม ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าการดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยมากที่สุด 81 หัว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ที่มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยรองลงมา 69 และ 64 หัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่มีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยน้อยที่สุด 61 และ 59 หัว ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ผลการทดลองที่ได้คล้ายคลึงกับการทดลองของ (Kim,2014) รายงานว่าการปักชำ 1 และ 2 ข้อ ให้จำนวนหัวที่มีขนาดมากกว่า 3 กรัม มากกว่าจำนวนหัวที่ได้จากการปักชำ 3 และ 4 ข้อ และการทดลองของ Abdullateef et.al (2010) รายงานว่าจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูกมีผลต่อการเกิดจำนวนและขนาดของหัวพันธุ์มันฝรั่งโดยระยะปลูกที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ 25 ต้นต่อตารางเมตรจะให้จำนวนหัวต่อพื้นที่เท่ากับ 40.82 หัว และมีขนาดหัวที่ใหญ่กว่า 20 มิลลิเมตร จำนวน 32.2 หัว

2.3 ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ปลูก

จากการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคในช่วงฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) พบว่าการดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 5.8 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยรองลงมา 4.9, 4.8 และ 4.7 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุด 4.5 กิโลกรัม (ตารางที่ 2)

การทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ในช่วงฤดูฝน พบว่าการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 2.8 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยรองลงมา 2.5 และ 2.3 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุด 1.7 และ 1.3 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ส่วนมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงฤดูแล้งที่ ศกล.ชม. พบว่าการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 3.3 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยรองลงมา 3 และ 2.9 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุด 2.6 และ 2.4 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การทดสอบที่ ศวพ.ชม ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าการดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ให้ผลผลิตเฉลี่ยมากที่สุด 3 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยรองลงมา 2.8 และ 2.4 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุด 1.9 และ 1.5 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

3. คุณภาพผลผลิต

3.1 เปอร์เซ็นต์แป้ง

จากการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคในช่วงฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) พบว่าการดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด 17.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งรองลงมา 17.1 และ 16.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

การทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ในช่วงฤดูฝน พบว่าการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด 17.3 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งรองลงมา 17.2, 17.1 และ 16.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ส่วนมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงฤดูแล้งที่ ศกล.ชม. พบว่าการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด 18.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งรองลงมา 18.2, 18.0, 18.0 และ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

การทดสอบที่ ศวพ.ชม ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าการดำเนินการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงที่สุด 17.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์แป้งรองลงมา 17.4, 17.1, 16.8 และ 16.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

3.2 ความหวาน

จากการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคในช่วงฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) พบว่าการดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ให้ความหวานของผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด 6.7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ซึ่งให้ความหวานเฉลี่ยรองลงมา 6.2, 6.4, 6.4 และ 5.6 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

การทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ในช่วงฤดูฝน พบว่าการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ให้ความหวานเฉลี่ยสูงที่สุด 8.3 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติกับการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ซึ่งให้ความหวานเฉลี่ยรองลงมา 8.0, 7.9, 7.8 และ 7.8 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ส่วนมันฝรั่งที่ปลูกในช่วงฤดูแล้งที่ ศกล.ชม. พบว่าการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ให้ความหวานเฉลี่ยสูงที่สุด 7.8 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่ให้ความหวานเฉลี่ยรองลงมา 7.6, 7.5 และ 7.2 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ซึ่งให้ค่าความหวานเฉลี่ยน้อยที่สุด 7.8 (ตารางที่ 3)

การทดสอบที่ ศวพ.ชม ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าการดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ให้ความหวานเฉลี่ยสูงที่สุด 8.8 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง), การปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง) และการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ซึ่งให้ความหวานเฉลี่ยรองลงมา 8.6, 8.5, 8.5 และ 8.1 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นมันฝรั่ง เมื่ออายุ 30 และ 60 วัน ที่ทดสอบในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ปี 2558-2559

กรรมวิธี	ความสูง (ซม.)							
	30 วัน		60 วัน		30 วัน		60 วัน	
	ฤดูฝน				ฤดูแล้ง			
	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม
ปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง)	31.1 ab	22.1 b	73.1 b	43.6 ab	17.9 c	22.27	27.4 ab	32.9 a
ปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง)	30.5 b	19.9 b	77.4 a	45.3 a	18.7 bc	21.91	24.4 b	33.7 a
ปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง)	33.5 a	18.8 b	74.9 ab	42.6 ab	20.3 a	20.69	29.1 a	30.6 b
ปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง)	32.3 ab	21.9 b	74.7 ab	41.1 b	20.6 a	19.78	27.2 ab	30.9 b
ปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง)	33.4 a	26.6 a	68.6 c	45.2 a	19.9 ab	19.48	27.1 ab	33.3 a
F-test	*	*	*	*	*	ns	*	*
%cv	5.19	16.34	6.64	7.19	6.23	9.14	8.93	10.43

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนหัวต่อต้น, จำนวนหัวต่อพื้นที่ และผลผลิตรวมต่อพื้นที่ปลูกของมันฝรั่งที่ทดสอบในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ปี 2558-2559

กรรมวิธี	จำนวนหัว/ต้น (หัว)				จำนวนหัว/พื้นที่ (หัว)				ผลผลิตรวม/พื้นที่ (กก.)			
	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม
ปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง)	3 b	1	2.7 ab	2	536	113 a	300 a	81 a	4.8 ab	2.8 a	3.3 a	3 a
ปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง)	3.2 ab	1	2.3 b	2	520	96 ab	260 ab	69 ab	4.9 ab	2.5 a	3 ab	2.8 a
ปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง)	2.8 b	1	2.8 a	1	506	90 ab	220 bc	64 ab	5.8 a	2.3 ab	2.6 b	2.4 ab
ปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง)	3.4 ab	1	2.5 ab	1	484	84 b	208 bc	61 b	4.5 b	1.7 bc	2.9 ab	1.9 bc
ปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง)	4 a	1	2.3 b	1	432	82 b	190 c	59 b	4.7 ab	1.3 c	2.4 b	1.5 c
F-test	*	ns	*	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*
%cv	16.63	48.69	11.71	41.91	18.76	22.89	14.63	22.73	14.25	26.55	14.17	25.59

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์แป้ง และความหวานของมันฝรั่งที่ทดสอบในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ปี 2558-2559

กรรมวิธี	เปอร์เซ็นต์แป้ง (%)				ความหวาน (Brix)			
	ฤดูฝน		ฤดูแล้ง		ฤดูฝน		ฤดูแล้ง	
	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม	ศกล.ชม	ศวพ.ชม
ปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง)	17.5	17.2	18.2	17.1	5.6 d	7.8	7.6 ab	8.1
ปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง)	17.5	16.9	17.5	16.2	6.7 a	8.0	7.5 ab	8.5
ปักชำ 3 ข้อ (2 ข้อบน 1 ข้อล่าง)	17.5	17.3	18.0	16.8	6.2 c	7.8	7.8 a	8.8
ปักชำ 4 ข้อ (2 ข้อบน 2 ข้อล่าง)	17.1	17.3	18.0	17.4	6.4 b	7.9	6.9 b	8.5
ปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง)	16.7	17.1	18.5	17.5	6.4 b	8.3	7.2 ab	8.6
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
%cv	3.65	9.81	4.24	10.73	1.94	10.3	8.43	11.47

หมายเหตุ: - ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

รูปภาพ

ก. การผลิตต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือนกันแมลง

ข. การตัดต้นกล้าปักชำ (Cutting)

ค. การตัดต้นกล้ามันฝรั่งออกเป็นข้อๆ

ฆ. ใช้ระยะปลูก 10x10 ซม.ในระบบแอโรโปนิค

ง. ต้นมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค อายุ 7 วัน

จ. การเกิดรากของมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค

ฉ. ต้นมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค เมื่ออายุ 45 วัน

ภาพที่ 1 การตัดชำต้นมันฝรั่งร่วมกับการใช้ไคโตซานในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ศกล.ชม ในปี 2558-2559 (ก-ฉ)

ก. การเข้าทำลายของโรคใบไหม้

ข. ผลผลิตที่เสียหายจากการเข้าทำลายของหนู

ภาพที่ 2 ลักษณะการเข้าทำลายของโรคและหนูในระบบแอโรโปนิคที่ศกล.ชม ในปี 2558-2559 (ก-ข)

ก. การเกิดหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค

ข. เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 90 วัน

ค. การเกิดหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค

ง. ลักษณะหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังการทำ greening

ภาพที่ 3 ลักษณะการเกิดหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ศกล.ชม ในปี 2558-2559 (ก-ง)

ก. การตัดต้นกล้าสำหรับปักชำ

ข. ตัดต้นกล้ามันฝรั่งออกเป็นข้อๆ ตามกรรมวิธี

ค. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค

ง. ต้นมันฝรั่งเมื่ออายุ 45 วัน

จ. การเกิดรากของมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค ฉ. การปักชำต้นกล้าที่แก่เกินไป

ภาพที่ 4 การเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ ศวพ.ชม ในปี 2558-2559 (ก-ฉ)

ภาพที่ 5 การทำ greening หัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ ศวพ.ชม ในปี 2558-2559

ภาพที่ 6 ลักษณะการเกิดหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ ศวพ.ชม ในปี 2558-2559

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค พบว่าวิธีดำเนินการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) และการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีแนวโน้มให้จำนวนหัวต่อต้น จำนวนหัวต่อพื้นที่ และผลผลิตรวมดีกว่ากรรมวิธีอื่นๆ โดยวิธีการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ในช่วงฤดูฝนที่ศกล.ชม พบว่าให้จำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยมากที่สุด 536 หัว และให้ผลผลิตรวมเฉลี่ยต่อพื้นที่ 4.8 กิโลกรัม ส่วนมันฝรั่งที่ปลูกที่ ศวพ.ชม พบว่าวิธีการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) เป็นวิธีที่ให้จำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยและผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด 113 หัว และ 2.8 กิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ วิธีการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ในช่วงฤดูฝนที่ศกล.ชม จะให้จำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ย 520 หัว มีผลผลิตรวมเฉลี่ย 4.9 กิโลกรัม และที่ ศวพ.ชม พบว่ามีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยและผลผลิตรวมเฉลี่ย 96 หัว และ 2.5 กิโลกรัม ตามลำดับ

มันฝรั่งที่ปลูกในช่วงฤดูแล้ง ที่ศกล.ชม พบว่าวิธีการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ให้จำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยและผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด 300 หัว และ 3.3 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนมันฝรั่งที่ปลูกที่ ศวพ.ชม พบว่าวิธีการปักชำ 2 ข้อ (1 ข้อบน 1 ข้อล่าง) ให้จำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยและผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงที่สุด 81 หัว และ 3 กิโลกรัม ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ วิธีการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ที่ศกล.ชม พบว่ามีจำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยและผลผลิตรวมเฉลี่ย 260 หัว และ 3 กิโลกรัม ตามลำดับ และที่ ศวพ.ชม พบว่าวิธีการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ให้จำนวนหัวต่อพื้นที่เฉลี่ยและผลผลิตรวมเฉลี่ยรองลงมา 69 หัว และ 2.8 กิโลกรัม ตามลำดับ

แต่อย่างไรก็ตามในระหว่างที่ดำเนินงานทดสอบในช่วงฤดูฝนที่ ศกล.ชม ผลผลิตได้รับความเสียหายจากการเข้าทำลายของหนูและเกิดโรคใบไหม้ และที่ศวพ.ชม ต้นมันฝรั่งที่ใช้ในการปักชำมีอายุที่ไม่เหมาะสม และสภาพอากาศที่ค่อนข้างร้อนจัดในตอนกลางวันทำให้มันฝรั่งไม่ลงหัว จึงทำให้ผลผลิตเสียหายและมีจำนวนลดลงจากปกติ ส่วนในช่วงฤดูแล้งที่ ศกล.ชม เกิดสภาพอากาศที่หนาวไม่สม่ำเสมอส่งผลให้ต้นชะงักการเติบโต เนื่องจากอากาศร้อนจัดในตอนกลางวันส่งผลให้มันฝรั่งไม่ลงหัวหรือลงหัวน้อย จึงทำให้ผลผลิตไม่ได้ตามที่คาดการณ์ไว้ มีความคล้ายคลึงกับการทดลองของ Tsoka et al. (2012) ซึ่งกล่าวว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคโดยช่วงอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมอยู่ในช่วง 15-24 องศาเซลเซียส

การนำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. ได้จำนวนข้อที่เหมาะสมที่มีประสิทธิภาพในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค (Aeroponic) ที่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้ปริมาณมากและมีคุณภาพ
2. สามารถนำเทคโนโลยีที่ได้ถ่ายทอดสู่เกษตรกร, สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่ง, บริษัทผู้ประกอบการแปรรูปมันฝรั่ง, นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร, นักเรียน, นักศึกษา และผู้สนใจในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

คำขอบคุณ

งานวิจัยการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของฝ่ายบริหาร ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งทีมงานวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของ ศกล.ชม ที่ช่วยปฏิบัติงานวิจัยดังกล่าวจนสำเร็จลงได้ด้วยดี

บรรณานุกรม

รัฐบาลไทย. 2555. ครม.ไฟเขียวเปิดตลาดหอมหัวใหญ่ มันฝรั่ง 3 ปี ตามข้อผูกพัน WTO เกษตรฯ ศึกษาผลกระทบยันไม่กระทบเกษตรกรผู้ผลิตในประเทศ กลับส่งผลดีต่ออุตสาหกรรมอาหารของประเทศ. สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี ทำเนียบรัฐบาล. เข้าถึงได้จาก เว็บไซต์: http://www.thaigov.go.th/th/news-ministry/2012-08-15-09-40-18. วันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2556.

สนอง จรินทร, วิวัฒน์ ภาณุอำไพ, สมพงษ์ คูตระกูล และมานพ หาญเทวี. 2551. การทดสอบพันธุ์มันฝรั่งแปรรูปในการปลูกฤดูฝน. หน้า 272-285. ในรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543-2550 ศูนย์วิจัยเกษตรกลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร. 300 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. รายงานพื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่มันฝรั่ง ปี 2550-2554. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. เข้าถึงได้จาก เว็บไซต์: http://www.oae.go.th/oae_report/ export_import/ export.php. วันที่ 7 ธันวาคม 2555.

Abdullateef, M.H. Böhme , I. Pinker. 2010. POTATO MINITUBER PRODUCTION AT DIFFERENT PLANT DENSITIES USING AN AEROPONIC SYSTEM. เข้าถึงได้จาก เว็บไซต์: http://www.actahort.org/books/927/927_53.htm. วันที่ 19 มีนาคม 2560

Doctolero, J. H. 1988. Evaluation of hormonex, portion of cutting and different rooting media on rooting of potato-single-node cuttings. TCA Research Journal (Philippines) 9: 152.

Haapala, T. 2005. Use of single-leaf cuttings of potato for efficient mass propagation. Potato Research 48: 201-214.

Nugaliyadde MM., H.D.M. De Silva, R. Perera, D. Ariyaratna and U.R. Sangakkara. 2005. An aeroponic system for the production of pre-basic seed of potato. Department of Agriculture. Annual Report of Agriculture of the Sri Lanka 7: 199-208.

Kim, Tae-Gyun. 2014. Effect of stem cutting type and transplanting time on plant growth and minituber formation in potato hydroponics. Ph.D. Thesis. Department of Horticulture, Graduate School, JeJu National University.

Tsoka, O., P. Demo, A.B. Nyende and K. Ngamau. 2012. Potato seed tuber production from in vitro and apical stem cutting under aeroponic system. African Journal of Biotechnology 11: 12612-12618.