รายงานโครงการวิจัย

โครงการวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

Development of Seed Potato Production

อรทัย วงค์เมธา

Orathai Wongmetha

ปี พ.ศ. 2559

โครงการวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

Development of Seed Potato Production

อรทัย วงค์เมธา*[,1/] สุเมธ พากเพียร[1/] นงคราญ โชติอิ่มอุดม[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

การดำเนินโครงการวิจัยการพัฒนาพันธุ์มันฝรั่งและเทคโนโลยีการผลิต ประกอบไปด้วยการทดสอบอิทธิพลของสารเร่ง และจำนวนข้อต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง อิทธิพลของสารเร่งการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณของหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) และการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค ดังนี้

การทดลองอิทธิพลของสารเร่ง และจำนวนข้อต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง ได้ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2557-2558 โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in RCBD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย 4 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 คือ การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ gibberellins (GA) และ naphthalene acetic acid (NAA) ที่ความเข้มข้น 1 mgl^{-1} ปัจจัยที่ 2 คือ การตัดข้อ ได้แก่ ข้อที่หนึ่ง, ข้อที่สอง, ข้อที่สาม และข้อที่สี่ และนำไปเพาะเลี้ยงด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว (Temporary Immersion Bioreactor; TIB) ทำการตั้งเวลาให้อาหาร วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที และทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จากการทดลองพบว่าการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA และเมื่อใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 ให้น้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุด 144.4 มิลลิกรัม และจำนวนรากสูงสุดเฉลี่ย 9.6 ราก ไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ NAA และมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือนเฉลี่ยมากที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ NAA การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 จะทำให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 0.64 มิลลิเมตรมีความ

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

ชื่อชุดโครงการ วิจัยและพัฒนามันฝรั่ง **ชื่อโครงการ** การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

[1/]ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 ม.12 ต.หนองควาย อ.หางดง จ.เชียงใหม่ 50230 โทรศัพท์ (053) 114133-36, 114070-71 โทรสาร (053) 114072 E-mail: agriculture_24@hotmail.com
[2/]ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย 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 ต.โป่งน้ำร้อน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ 50110 โทรศัพท์ (053) 451441-2 โทรสาร (053) 451443 **E-mail:** fangexp@yahoo.com

แตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุด 6.4 ใบ มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ NAA และการใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ให้จำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุด 1.2 ยอด และมีความยาวรากสูงที่สุด 4.83 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA นอกจากนี้หัวพันธุ์ขนาดเล็กที่ได้จากต้นแม่พันธุ์ที่ทำการ cutting ของต้นมันฝรั่งที่ใช้อาหารสูตร MS ใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 จะให้จำนวนหัวมากที่สุด 6.7 หัว แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA

การศึกษาอิทธิพลของสารเร่งการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณของหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก ได้ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2557-2558 โดยแบ่งออกเป็นสองการทดลองย่อย การทดลองแรกคือ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว (Temporary Immersion Bioreactor; TIB) วางแผนการทดลองแบบ แบบ CRD มี 5 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ ได้แก่ อาหารเหลวสูตร MS, อาหารเหลวสูตร MS + BAP (6-benzylaminopurine), อาหารเหลวสูตร MS + TDZ (Thidiazuron), อาหารเหลวสูตร MS + Kinetin และอาหารเหลวสูตร MS + Mannitol จากการทดลองพบว่า หลังตัดชำข้อได้ 4 สัปดาห์ การใช้อาหารเหลวสูตร MS + BAP (6-benzylaminopurine) สามารถกระตุ้นการเจริญของต้นอ่อนดีที่สุดใกล้เคียงกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS แต่เมื่อระยะเวลาเพิ่มมากขึ้นต้นอ่อนของมันฝรั่งเริ่มชะลอการเจริญเติบโต และหยุดการเจริญเติบโต เมื่ออายุ 5 สัปดาห์ เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 7 สัปดาห์ จะมีสภาพทรุดโทรม และไม่สามารถชักนำให้เกิดหัวได้ ส่วนการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กในอาหารแข็ง วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ คือ เพาะเลี้ยงด้วยอาหารแข็งสูตร MS (Control), อาหารแข็งสูตร MS + BAP, อาหารแข็งสูตร MS + TDZ, อาหารแข็งสูตร MS + Kinetin, อาหารแข็งสูตร MS + Mannitol และอาหารแข็งสูตร MS + Coconut และทำการบันทึกการเจริญเติบโต และจำนวนหัวของต้นอ่อนมันฝรั่ง พบว่าการใช้อาหารแข็งสูตร MS+6-benzylaminopurine มีจำนวนหัวเฉลี่ย 7.38 หัว น้ำหนักหัวมันฝรั่งเฉลี่ย 0.68 กรัม และน้ำหนักต้นมันฝรั่งทั้งก่อนอบและหลังอบดีที่สุด คือ 1.44 และ 0.19 กรัม ตามลำดับซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ ส่วนการใช้อาหารแข็งสูตร MS + Thidiazuron ให้ขนาดของหัวมันฝรั่งดีที่สุด คือกว้าง 5.28 มิลลิเมตร และยาว 5.21 มิลลิเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารแข็งสูตร MS + Coconut

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 จากการทดลองพบว่าในฤดูฝนการปักชำ 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: ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต, การตัดข้อ, ระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว, การปักชำ, ระบบแอโรโปนิค, มันฝรั่ง

ABSTRACT

The study of development in seed potato production is very important to finding the new technology to produce seed potato in nothernpart of Thailand. This study consisted of three experiments, the effect of plant hormones and stem node cutting on growth development of in vitro propagation in potato, the affect of plant growth promoters on increase of microtuber induction in potato and comparison of stem node cutting and plant hormones to produce seed potato in aeroponic system.

The effect of plant hormones and stem node cutting on growth development of in vitro propagation in potato was conducted in research center at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Chiang Mai during 2014-2015. The experiment was designed to accommodate a 2x4 Factorial in RCBD with 4 replications, two levels of the first factor (Naphthalene acetic acid (NAA) and gibberellins (GA)) and four levels of the second factor (single, second, third and fourth potato's node cutting) In Temporary Immersion Bioreactor (TIB). The liquid media were feed twice times per day and twice minutes per time. The plantlets from TIB were evaluated the growth development. The results showed that the growth of GA was significant higher than NAA. The combination of each hormone and number of node cutting were represented that the leave of GA combine with the first node cutting was showed the highest of plantlet weight (144.4 mg.) and number of roots (9.6 roots per plant) but didn't significantly different from NAA and it was significant higher the percentage of survival (100%) than other factors. Stem diameter of GA combine with the second node cutting was significant higher (0.64 mm.) than NAA. The leave of GA combine with the third node cutting was significant higher number of leaves (6.4 leaves) than NAA. The number of shoot of GA combine with the fourth node cutting was significant higher (1.2 shoot) than NAA and root length (4.83 cm.) was significant higher than NAA. Moreover, potato plantlets that treated with GA combine with second node cutting was produced highermini tuber (6.7 tubers) of potato from mather plant production field after cutting than other factors.

The affect of plant growth promoters on increase of microtuber induction in potato was conducted in research center at the Chiang Mai Royal Agricultural Research Center (CMRARC), Chiang Mai during 2014-2015. These experiments were divided into two experiments, the first experiment, the affect of plant growth

promoters on microtubers production of potato in Temporary Immersion Bioreactor (TIB) was determinded. This experiment was designed to accommodate a CRD with four replications and five treatments such as MS, MS + BAP (6-benzylaminopurine), MS + TDZ (Thidiazuron), MS + Kinetin and MS + Mannitol. The result showed that MS + BAP induced potato shoots similar to MS in four weeks after cutting. However, the growth ratio of plantlets was decreased and stopped after five weeks. After 7 weeks, potato plantlets were decay and did not induce microtuber seed production. The second experiment, the affect of plant growth promoters on microtubers production of potato in agar media was evaluated. All experiments were designed to accommodate a CRD with six treatments such as MS, MS + BAP, MS + TDZ, MS + Kinetin, MS + Mannitol and MS + Coconut. Variables used to measure number of microtuber, weight, size, fresh and dry weight of microtuber. The results showed that MS+ BAP agar was higher significant number of microtubers in potato plantlet (7.38 tubers), weight of microtubers (0.68 gram), and fresh weight and dry weight of plantlet (1.44 and 0.19 gram, respectively) than other treatments.

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 15 min. 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: Hormones, single node-cutting, temporary immersion bioreactor (TIB), stem node cutting, aeroponic, potato.

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) ทำให้ผู้ประกอบการมีความต้องการวัตถุดิบเพื่อป้อนโรงงานเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้เกษตรกรมีความต้องการหัวพันธุ์มันฝรั่ง เพื่อใช้เป็นหัวพันธุ์ขยายและผลิตหัวมันฝรั่งส่งโรงงาน (รัฐบาลไทย, 2555) จึงต้องนำเข้าหัวพันธุ์มันฝรั่งซึ่งมีราคาแพงทำให้ต้นทุนการผลิตสูง นอกจากนี้การผลิตหัวพันธุ์ใช้ภายในประเทศยังมีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อความต้องการ หัวพันธุ์มันฝรั่งที่เกษตรกรเก็บไว้ใช้เองไม่มีคุณภาพ ปัญหาเหล่านี้จึงเป็นข้อจำกัดต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมแปรรูปมันฝรั่งในประเทศไทย

จึงจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องดำเนินการวิจัยและพัฒนาการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งภายในประเทศให้สามารถลดการนำเข้าได้บางส่วน และลดต้นทุนการผลิตให้เกษตรกร โดยการลดขั้นตอนการผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารแข็ง (อรทัย, 2558) ให้ใช้เวลาน้อยกว่า 1 เดือน โดยการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมันฝรั่ง ได้แก่ Naphthalene acetic acid (NAA) และ Gibberellins (GA) ร่วมกับการตัดข้อของมันฝรั่งในอาหารเหลว โดยใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์ในห้องปฏิบัติการ อันจะเป็นแนวทางที่จะสามารถผลิตต้นอ่อนปลอดเชื้อได้เป็นจำนวนมาก ในเวลาที่รวดเร็วน้อยกว่า 1 เดือน ได้ต้นที่ปลอดจากโรค โรคไวรัส และโรคเหี่ยวเขียวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* มีความแข็งแรง ให้ผลผลิตสูง ก่อนนำไปขยายเป็นต้นแม่พันธุ์ต่อไป (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2557; อรทัย, 2557) และการใช้อาหารสูตร MS ร่วมกับสารเร่งการเจริญเติบโต ได้แก่ BAP (6-benzylaminopurine), TDZ (Thidiazuron), Kinetin และ Mannitol ในการชักนำให้เกิดหัวพันธุ์ขนาดเล็ก (microtuber) ในอาหารเหลวโดยใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์ และอาหารแข็งในสภาพปลอดเชื้อในห้องปฏิบัติการ จะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกษตรกรได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) ผลผลิตสูง ปลอดจากโรค ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดี (ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่, 2556; อรทัย, 2557) นอกจากนี้การผลิตหัวพันธุ์ด้วยการปักชำในระบบแอโรโปนิค (Aeroponic) เป็นการปลูกพืชโดยมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช ในรูปของการพ่นเป็นหมอกหรือละอองไปยังรากพืช ที่ถูกแขวนอยู่ในอากาศในที่มืด มี

การฉีดสารละลายธาตุอาหารพืช 3 นาที และหยุด 1-2 นาที โดยการตั้งเวลา ขึ้นอยู่กับชนิดพืช เพื่อให้ภายในห้องมืดคงความชุ่มชื้น 95-100% RH ข้อดีของระบบนี้คือ รากแพร่กระจายได้ดีเพราะไม่มีสิ่งกีดขวางและได้รับอากาศเต็มที่ โดยคาดว่าการผลิตหัวพันธุ์โดยระบบแอโรโปนิค จะสามารถให้ผลผลิตสูงกว่า 10 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการผลิตหัวพันธุ์แบบอื่นๆ จะเป็นวิธีการที่ให้ผลผลิตสูง ลดปัญหาการติดโรคในวัสดุปลูก ทำให้ลดต้นทุนการผลิตให้เกษตรกร และเกษตรกรทั่วไปได้ใช้หัวพันธุ์ที่มีคุณสมบัติในการแปรรูปดี (processing quality) และราคาถูก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาสารควบคุมการเจริญเติบโตและจำนวนข้อที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมันฝรั่งในระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว (TIB) ที่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้ปริมาณมากในเวลาที่รวดเร็วน้อยกว่า 1 เดือน
2. เพื่อหาสารเร่งการเจริญเติบโตที่เหมาะสมกับที่สามารถชักนำให้เกิดหัวพันธุ์ขนาดเล็กในระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว (TIB) และในอาหารแข็ง
3. เพื่อหาเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค (Aeroponic) ที่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้ปริมาณมาก และลดต้นทุนการผลิต

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของสารเร่ง และจำนวนข้อต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง

<u>อุปกรณ์</u>

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 24 ออนซ์, ฝา, อุปกรณ์เชื่อมต่อชุดไบโอรีแอคเตอร์, ถุงพลาสติกร้อน, คีมคีบ, กรรไกร, จานเพาะเลี้ยง, ผ้า, ฟิล์มถนอมอาหาร
2. วัสดุสารเคมี อาหารเหลวสูตร MS, แอลกอฮอลล์ 70%, ฮอร์โมน NAA และ GA
3. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ, ปากกาเมจิก

<u>วิธีการ</u>

ดำเนินการผลิตต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งสายพันธุ์ต้านทานโรคใบไหม้ด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว ในพื้นที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in RCBD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย 4 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 คือ การใส่ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต ได้แก่ 1) GA 2) NAA

ปัจจัยที่ 2 คือ การตัดข้อ ได้แก่ 1) ข้อที่หนึ่ง 2) ข้อที่สอง 3) ข้อที่สาม 4) ข้อที่สี่

วิธีดำเนินการทดลอง ดังนี้

การผลิตต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งสายพันธุ์ต้านทานโรคใบไหม้ด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว (mother plant production by using TIB) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมขวด ขนาด 24 ออนซ์ พร้อมฝา และต่อเชื่อมอุปกรณ์แยกไว้เป็นชุดๆ ใส่ถุงพลาสติกร้อน
2. เตรียมอาหารเหลวสูตร MS ไม่ใส่วุ้น ร่วมกับการใส่ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต NAA อัตรา 1 mgl^{-1}และ gibberellins อัตรา 1 mg l^{-1}ตามปัจจัยที่ 1 ใส่ลงในขวด ขนาด 24 ออนซ์ ประมาณ 300 ซีซี ปิดฝาให้แน่น
3. นำขวดและอุปกรณ์ พร้อมขวดอาหารไปนึ่งในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ ประมาณ 20 นาที นำออกมาใส่ตะกร้า ทิ้งไว้ให้เย็น
4. นำขวดและอุปกรณ์ พร้อมขวดอาหาร และต้นมันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เข้าตู้เขี่ยเชื้อเช็ดด้วยแอลกอฮอลล์ 70%
5. ใช้กรรไกรตัดต้นมันฝรั่งเป็นข้อๆ โดยให้นับข้อจากบนลงล่าง เพื่อให้มันฝรั่งมีอายุที่เท่ากัน ได้แก่ ข้อที่หนึ่ง, ข้อที่สอง, ข้อที่สาม และข้อที่สี่ ตามปัจจัยที่ 2 ตัดใบทิ้ง โดยใช้คีมคีบวางลงบนจานเพาะเลี้ยงที่มีกระดาษรอง จากนั้นนำไปใส่ในขวดเปล่า ขวดละ 50 ท่อนพันธุ์
6. ปิดฝาขวดด้วยชุดอุปกรณ์ ซึ่งเชื่อมต่อกับขวดอาหาร พันด้วยฟิล์มถนอมอาหาร เขียนรายละเอียด ชื่อ วัน เดือน ปี ไว้บนฝาขวด
7. นำไปวางบนเครื่อง bioreactor ที่ต่อเข้ากับชุดทำงานของเครื่องในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
8. จากนั้นตั้งเวลาให้อาหาร วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที ภายหลังจาก 3 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน พืชจะเจริญเติบโตเต็มที่สามารถนำออกปลูกได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนสูตรอาหาร ให้ทำการบันทึกข้อมูลในระยะนี้ และตรวจสอบความเป็นโรคไวรัส และแบคทีเรีย
9. ย้ายปลูกในตะกร้าที่ใส่ลงในถุงพลาสติก นำไปวางไว้ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 60-75% นาน 1 สัปดาห์
10. จากนั้นให้ย้ายปลูกอีกครั้งในโรงเรือนผลิตต้นแม่พันธุ์ และทำการบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูล

การเจริญเติบโตของต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ได้แก่ น้ำหนักต้นอ่อน (กรัม), จำนวนใบ, จำนวนยอด, เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร), ความยาวของราก (เซนติเมตร), จำนวนราก และเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือน

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2557 สิ้นสุด กันยายน 2558

สถานที่ ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ)

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของสารเร่งการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณของหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก

<u>อุปกรณ์</u>

1. วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ ขวดแก้วขนาด 4 และ 24 ออนซ์, ฝา, อุปกรณ์เชื่อมต่อชุดไบโอรีแอคเตอร์, ถุงพลาสติกร้อน, คีมคีบ, กรรไกร, จานเพาะเลี้ยง, ผ้า, ฟิล์มถนอมอาหาร

2. วัสดุสารเคมี อาหารเหลวสูตร MS, แอลกอฮอลล์ 70%, ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต ได้แก่ BAP อัตรา 1 mgl^{-1}, TDZ อัตรา 1 $mg\ l^{-1}$, Kinetin อัตรา 1 $mg\ l^{-1}$,Mannitol อัตรา 0.1 $mol\ l^{-1}$ และ Coconut อัตรา 100 $ml\ l^{-1}$

3. วัสดุสำนักงาน ได้แก่ กระดาษ, ปากกาเมจิก

<u>วิธีดำเนินการ</u>

1. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (Microtubers) ด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว

ดำเนินการทดลองการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Microtubers) ด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ในพื้นที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2557-2558 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 5 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ คือ

กรรมวิธีที่ 1 อาหารเหลวสูตร MS (Control)
กรรมวิธีที่ 2 อาหารเหลวสูตร MS + BAP(6-benzylaminopurine)
กรรมวิธีที่ 3 อาหารเหลวสูตร MS + TDZ (Thidiazuron)
กรรมวิธีที่ 4 อาหารเหลวสูตร MS + Kinetin
กรรมวิธีที่ 5 อาหารเหลวสูตร MS + Mannitol

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

การผลิตหัวพันธุ์จากต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว (microtubers production from mother plant by using; TIB) ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมขวด ขนาด 24 ออนซ์ พร้อมฝา และต่อเชื่อมอุปกรณ์แยกไว้เป็นชุดๆ ใส่ถุงพลาสติกร้อน
2. เตรียมอาหารเหลวสูตร MS ไม่ใส่วุ้น และไม่ใส่สารเร่งการเจริญเติบโต, อาหารเหลวสูตร MS ร่วมกับการใส่ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต ได้แก่ BAP อัตรา 1 mgl^{-1}, TDZ อัตรา 1 $mg\ l^{-1}$, Kinetin อัตรา 1 $mg\ l^{-1}$ และ Mannitol อัตรา 0.1 $mol\ l^{-1}$โดยใส่ลงในขวดขนาด 24 ออนซ์ ประมาณ 300 ml ปิดฝาให้แน่น
3. นำขวดและอุปกรณ์ พร้อมขวดอาหารไปนึ่งในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ ประมาณ 20 นาที นำออกมาใส่ตะกร้า ทิ้งไว้ให้เย็น
4. นำขวดและอุปกรณ์ พร้อมขวดอาหาร และต้นมันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในการทดลองที่ 1 เข้าตู้เขี่ยเชื้อ เช็ดด้วยแอลกอฮอลล์ 70%

5. ใช้กรรไกรตัดต้นมันฝรั่งเป็นข้อๆ ตัดใบทิ้ง โดยใช้คีมคีบวางลงบนจานเพาะเลี้ยงที่มีกระดาษรอง จากนั้นนำไปใส่ในขวดเปล่า ขวดละ 30 ท่อนพันธุ์
6. ปิดฝาขวดด้วยชุดอุปกรณ์ ซึ่งเชื่อมต่อกับขวดอาหาร พันด้วยฟิล์มถนอมอาหาร เขียนรายละเอียด ชื่อ วัน เดือน ปี ไว้บนฝาขวด
7. นำไปวางบนเครื่อง bioreactor ที่ต่อเข้ากับชุดทำงานของเครื่องในห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนอาหารแข็งเก็บไว้ในที่มืด 24 ชั่วโมง
8. จากนั้นตั้งเวลาให้อาหาร วันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที และให้เปลี่ยนอาหารทุก 1 เดือน จนกว่าพืชจะเจริญเติบโตเต็มที่จนเกิดเป็นหัวพันธุ์ขนาดเล็ก ให้ทำการบันทึกข้อมูลในระยะนี้ และตรวจสอบความเป็นโรคไวรัส และแบคทีเรีย

2. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (Microtubers) ในอาหารแข็ง

ดำเนินการทดลองการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Microtubers) ในอาหารเข็ง ที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ ปี 2558-2559 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 6 กรรมวิธีๆ ละ 4 ซ้ำ คือ

กรรมวิธีที่ 1 อาหารแข็งสูตร MS (Control)
กรรมวิธีที่ 2 อาหารแข็งสูตร MS + BAP(6-benzylaminopurine)
กรรมวิธีที่ 3 อาหารแข็งสูตร MS + TDZ (Thidiazuron)
กรรมวิธีที่ 4 อาหารแข็งสูตร MS + Kinetin
กรรมวิธีที่ 5 อาหารแข็งสูตร MS + Mannitol
กรรมวิธีที่ 6 อาหารแข็งสูตร MS + Coconut

<u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง (Microtubers) ในอาหารแข็งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมอาหารแข็งสูตร MS ใส่วุ้น และไม่ใส่สารเร่งการเจริญเติบโต, อาหารแข็งสูตร MS ร่วมกับการใส่ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโต ได้แก่ BAPอัตรา 1 mgl^{-1}, TDZ อัตรา 1 $mg\ l^{-1}$, Kinetin อัตรา 1 mgl^{-1}, Mannitol อัตรา 0.1 $mol\ l^{-1}$ และ Coconut อัตรา 100 $ml\ l^{-1}$ โดยใส่ลงในขวด ขนาด 4 ออนซ์ ประมาณ 12 ml ปิดฝาให้แน่น
2. นำขวดอาหารไปนึ่งในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ ประมาณ 20 นาที นำออกมาใส่ตะกร้า ทิ้งไว้ให้เย็น
3. นำขวดอาหารและต้นมันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเข้าตู้เขี่ยเชื้อเช็ดด้วย แอลกอฮอลล์ 70%
4. ใช้กรรไกรตัดต้นมันฝรั่งเป็นข้อๆ โดยใช้คีมคีบวางลงบนจานเพาะเลี้ยงที่มีกระดาษรอง จากนั้นนำไปใส่ในขวดอาหารขวดละ 7 ท่อนพันธุ์

5. ปิดฝาขวดให้แน่น เขียนรายละเอียด ชื่อ วัน เดือน ปี ไว้ข้างขวดเก็บขวดเพาะเลี้ยงในห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ได้รับแสงจนมีอายุครบ 4 สัปดาห์ จากนั้นเก็บขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในที่มืด 24 ชั่วโมง จนกว่าพืชจะเจริญเติบโตเต็มที่จนเกิดเป็นหัวพันธุ์ขนาดเล็ก ให้ทำการบันทึกข้อมูลในระยะนี้ และตรวจสอบความเป็นโรคไวรัส และแบคทีเรีย

การบันทึกข้อมูล

การเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวนหัว, น้ำหนักหัว (กรัม), ขนาดหัว (ความกว้าง-ยาว), น้ำหนักต้น (ก่อนอบ-หลังอบ)

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2557 สิ้นสุด กันยายน 2558

สถานที่ ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่เหียะ)

การทดลองที่ 3 การเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค

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

แผนการทดลองวางแผนการทดลองแบบ 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)

วิธีดำเนินการทดลอง

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 แล้วทำการปักชำต้นกล้ามันฝรั่งลงในแผ่นโฟมซึ่งรองรับต้นกล้าด้วยฟองน้ำ ตามแต่ละกรรมวิธี 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

<u>เวลาและสถานที่</u>

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด มีนาคม 2559

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

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของสารเร่ง และจำนวนข้อต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง

1. น้ำหนักต้น

จากการทดลองพบว่า การเพาะเลี้ยงต้นมันฝรั่งด้วยอาหารเหลวสูตร MS + Gibberellin (GA) ให้น้ำหนักของต้นมันฝรั่งเฉลี่ย 132.6 มิลลิกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + Naphthalene acetic acid (NAA) ซึ่งมีน้ำหนักต้นเฉลี่ย 114.6 มิลลิกรัม (ตารางที่ 1)

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 3 ให้น้ำหนักของต้นมันฝรั่งเฉลี่ยสูงที่สุด 137.8 มิลลิกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือการเพาะเลี้ยงร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การตัดข้อที่ 4 และการตัดข้อที่ 2 ซึ่งมีน้ำหนักต้นเฉลี่ย 129.7, 123.5 และ 103.1 มิลลิกรัม ตามลำดับ(ตารางที่ 2)

เมื่อทำการทดลองโดยใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 พบว่า มีน้ำหนักต้นเฉลี่ยสูงที่สุด 144.4 มิลลิกรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือ การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 และการใส่ NAA

ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 และการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 คือ 142.2, 133.5, 127.4, 125.0, 122.1 และ 115.1 มิลลิกรัม ตามลำดับ สุดท้ายคือการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 ให้น้ำหนักต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 78.9 มิลลิกรัม (ตารางที่ 3, ภาพที่ 1-3)

2. จำนวนใบ

การเพาะเลี้ยงต้นมันฝรั่งด้วยอาหารเหลวสูตร MS + GA ให้จำนวนใบของต้นมันฝรั่งเฉลี่ย 6.1 ใบ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + NAA ซึ่งมีจำนวนใบเฉลี่ย 3.9 ใบ (ตารางที่ 1)

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 3 ให้จำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุด 5.4 ใบ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือการเพาะเลี้ยงร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การตัดข้อที่ 1 และการตัดข้อที่ 2 ซึ่งมีจำนวนใบเฉลี่ย 5.2, 5.0 และ 4.3 ใบ ตามลำดับ(ตารางที่ 2)

การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 ให้จำนวนใบมากที่สุดเฉลี่ย 6.4 ใบต่อต้น รองลงมาคือ การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 และการใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 ให้จำนวนใบเฉลี่ย 6.3, 5.9 และ 5.8 ใบ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 และการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 ให้จำนวนใบเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.5, 4.1, 4.1 และ 2.8 ใบต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 1-3)

3. จำนวนยอด

การเพาะเลี้ยงต้นมันฝรั่งด้วยอาหารเหลวสูตร MS + GA ให้จำนวนยอดของต้นมันฝรั่งเฉลี่ย 1.1 ยอด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + NAA ซึ่งมีจำนวนยอดเฉลี่ย 1.0 ยอด (ตารางที่ 1)

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ให้จำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุด 1.1 ยอด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือการเพาะเลี้ยงร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การตัดข้อที่ 2 และการตัดข้อที่ 3 ซึ่งมีจำนวนยอดเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ 1.0 ยอด (ตารางที่ 2)

ส่วนจำนวนยอดการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ให้จำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 1.2 ยอดต่อต้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 โดยทั้งหมดมีจำนวนยอดเฉลี่ย 1 ยอดต่อต้น (ตารางที่ 3, ภาพที่ 1-3)

ซึ่งผลการทดลองที่ได้คล้ายคลึงกับการทดลองของ Badoni and Chauhan (2009) รายงานว่าความสูงของยอดมันฝรั่งที่เลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ใส่ auxin ที่ความเข้มข้นต่ำ (0.01 mg/l NAA) ร่วมกับ Gibberelic Acid (0.25 mg/l GA3) จะทำให้มีการพัฒนาเป็นต้นกล้าที่สมบูรณ์และมีการเพิ่มเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด (meristem tips) ได้ในปริมาณมาก นอกจากนี้ Yasmin et al. (2011)

กล่าวว่าการใช้อาหารสูตร MS ร่วมกับการใส่ 1.0 mgL^{-1} pantothenic acid + 0.5 $mg\ L^{-1}$ gibberellic acid จะทำให้มีการงอกของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดดีที่สุด การใช้สารร่วมกันจะทำให้มันฝรั่งสายพันธุ์ Desiree มีการงอกของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดของยอด และปลายรากโดยใช้เวลาน้อยที่สุดกว่าการใช้สารตัวอื่น

4. เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น

การเพาะเลี้ยงต้นมันฝรั่งด้วยอาหารเหลวสูตร MS + GA มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยของต้นมันฝรั่ง 0.54 มิลลิเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + NAA ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 0.46 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1)

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 2 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยสูงที่สุด 0.53 มิลลิเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือการเพาะเลี้ยงร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การตัดข้อที่ 3 และการตัดข้อที่ 4 ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.50, 0.49 และ 0.48 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.64 มิลลิเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือการใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 และการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.51, 0.49, 0.48, 0.47, 0.43 และ 0.42 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 1-3)

5. ความยาวราก

การเพาะเลี้ยงต้นมันฝรั่งด้วยอาหารเหลวสูตร MS + GA ให้ความยาวรากของต้นมันฝรั่งเฉลี่ยมากที่สุด 4.54 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + NAA ซึ่งมีความยาวรากเฉลี่ย 2.40 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 2 มีความยาวรากเฉลี่ยสูงที่สุด 3.65 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือการเพาะเลี้ยงร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การตัดข้อที่ 1 และการตัดข้อที่ 3 ซึ่งมีความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 3.63, 3.49 และ 3.11 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ให้ความยาวรากเฉลี่ยมากที่สุดคือ 4.83 เซนติเมตร รองลงมาคือการใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 ให้ความยาวรากเฉลี่ย 4.71, 4.30 และ 4.30 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 และการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 มีความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 3.00, 2.42, 2.27 และ 1.92 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 1-3)

ซึ่งผลการทดลองที่ได้คล้ายคลึงกับการทดลองของ Yasmin et al. (2011) กล่าวว่าการใช้อาหารสูตร MS ร่วมกับการใส่ 1.0 mgL^{-1} pantothenic acid + 0.5 mg L^{-1} gibberellic acid จะทำให้มีการงอกของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดของยอดมันฝรั่งสายพันธุ์ Desiree และปลายรากโดยใช้เวลาน้อยที่สุดกว่าการใช้สารตัวอื่น

6. จำนวนราก

การเพาะเลี้ยงต้นมันฝรั่งด้วยอาหารเหลวสูตร MS + GA ให้จำนวนรากของต้นมันฝรั่งเฉลี่ย 6.8 ราก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + NAA เฉลี่ย 6.2 ราก (ตารางที่ 1)

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 1 มีจำนวนรากเฉลี่ยสูงที่สุด 7.5 ราก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือการเพาะเลี้ยงร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การตัดข้อที่ 3 และการตัดข้อที่ 2 ซึ่งมีจำนวนรากเฉลี่ยเท่ากับ 6.3, 6.2 และ 5.8 รากต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

จำนวนราก การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 มีจำนวนรากเฉลี่ยมากที่สุดคือ 9.6 รากต่อต้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 และการใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 ให้ความยาวรากเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 7.6, 6.5, 6.3, 6.3, 5.5, 5.3 และ 4.9 ราก ต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 1-3)

7. เปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือน

การเพาะเลี้ยงต้นมันฝรั่งด้วยอาหารเหลวสูตร MS + GA ให้เปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือน ของต้นมันฝรั่งเฉลี่ยสูงที่สุด 97.6% มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + NAA ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือน เฉลี่ย 44.5% (ตารางที่ 1)

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือนเฉลี่ยสูงที่สุด 76.8% รองลงมาคือการเพาะเลี้ยงร่วมกับการตัดข้อที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ย 75.3% มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเพาะเลี้ยงร่วมกับการตัดข้อที่ 2 และการตัดข้อที่ 4 ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 67.5 และ 65.2% ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

เปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือน การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 100% รองลงมาคือ การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 และการใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 98.0, 96.3 และ 96.0% ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 และการใส่ NAA

ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 57.5, 50.5, 37.0 และ 34.1% ตามลำดับ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 1-3)

8. การผลิตต้นแม่พันธุ์ในโรงเรือน

ต้นอ่อนมันฝรั่งปลอดโรคที่ผลิตในอาหารเหลวสูตร MS โดยใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์ ภายหลังย้ายปลูกในโรงเรือนผลิตต้นแม่พันธุ์ในดินปลูก เมื่ออายุ 4 สัปดาห์ พบว่าต้นมันฝรั่งจะมีอัตราการรอด 100% และหลังจากทำการตัดชำต้นไปปลูกในระบบแอโรโปนิค 2-3 ครั้ง และปล่อยให้ลงหัวพันธุ์ขนาดเล็กในโรงแม่พันธุ์ จะได้จำนวนหัว 5.5-6.7 หัวต่อต้น มากกว่าต้นอ่อนมันฝรั่งที่ผลิตในอาหารแข็งสูตร MS ซึ่งจะมีจำนวนหัว 3-5 หัว/ต้น (ภาพที่ 4)

ความสูงที่อายุ 30 วัน ความสูงของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่เจริญจากอาหารสูตร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA จะให้ความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 30 วันมากที่สุด 22.93 เซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + NAA ซึ่งมีความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน เท่ากับ 22.05 เซนติเมตร (ตารางที่ 5)

ความสูงของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่เจริญจากอาหารสูตร MS ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 จะให้ความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 30 วันมากที่สุด 23.95 เซนติเมตร รองลงมาคือ การตัดข้อที่ 3 และการตัดข้อที่ 1 มีความสูงของต้นเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน เท่ากับ 23.55 และ 22.15 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการตัดข้อที่ 4 ซึ่งมีความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน เท่ากับ 20.30 เซนติเมตร (ตารางที่ 6)

ความสูงเมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 30 วันพบว่าการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 24.13 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 และการใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 มีความสูงของต้นเฉลี่ยที่อายุ 30 วัน เท่ากับ 24.00, 23.90, 23.00 และ 22.50 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 และการใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ให้ค่าความสูงของต้นมันฝรั่งเฉลี่ยเมื่ออายุ 30 วันน้อยที่สุด คือ 21.80, 21.20 และ 19.40 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 7, ภาพที่ 4)

ความสูงที่อายุ 60 วัน ความสูงของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่เจริญจากอาหารสูตร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA จะให้ความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 60 วันมากที่สุด 40.30 ซม. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + NAA ซึ่งมีความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 60 วัน เท่ากับ 34.83 ซม. (ตารางที่ 5)

ความสูงของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่เจริญจากอาหารสูตร MS ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 จะให้ความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 60 วันมากที่สุด 44.60 เซนติเมตร รองลงมาคือ การตัดข้อที่ 3 มีความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 60 วัน เท่ากับ 41.80 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการตัดข้อที่ 1 และ

การตัดข้อที่ 4 ซึ่งมีความสูงต้นเฉลี่ยที่อายุ 60 วัน เท่ากับ 34.55 และ 33.95 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

เมื่อต้นมันฝรั่งอายุ 60 วัน พบว่าการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 47.90 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 คือ 46.20 เซนติเมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 และ การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ให้ค่าความสูงเฉลี่ยที่อายุ 60 วัน น้อยที่สุดเท่ากับ 41.30, 37.85, 37.40, 37.00, 31.25 และ 30.90 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 7, ภาพที่ 4)

จำนวนหัวต่อต้น จำนวนหัวของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่เจริญจากอาหารสูตร MS ที่ใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA จะให้จำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 6.4 หัว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS + NAA ซึ่งมีจำนวนหัวเฉลี่ย เท่ากับ 5.9 หัว (ตารางที่ 5)

จำนวนหัวของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่เจริญจากอาหารสูตร MS ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 จะให้จำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุด 6.4 หัว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น รองลงมาคือ การตัดข้อที่ 1 การตัดข้อที่ 3 และ การตัดข้อที่ 4 ซึ่งมีจำนวนหัวเฉลี่ย เท่ากับ 6.2, 6.0 และ 6.0 หัวต่อต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

จำนวนหัวต่อต้น พบว่าการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 ให้จำนวนหัวเฉลี่ยสูงที่สุด 6.7 หัว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 และ การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ให้จำนวนหัวต่อต้นเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 6.5, 6.2, 6.1, 6.1, 6.0, 5.9 และ 5.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 7, ภาพที่ 4)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก จำนวนใบ จำนวนยอด เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความยาวราก จำนวนราก และ เปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือน ของต้นอ่อนมันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต GA และ NAA ในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ปี 2557-2558

ปัจจัยที่ 1	น้ำหนัก (มก.)	จำนวนใบ (ใบ)	จำนวนยอด (ยอด)	Ø ลำต้น (มม.)	ความยาวราก (ซม.)	จำนวนราก (ราก)	การรอดตายที่ 1 เดือน (%)
GA	132.6	6.1 a	1.1 a	0.54 a	4.54 a	6.8	97.6 a
NAA	114.6	3.9 b	1.0 b	0.46 b	2.40 b	6.2	44.8 b
%CV	32.28	28.36	5.12	14.22	22.33	52.49	6.95

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก จำนวนใบ จำนวนยอด เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความยาวราก จำนวนราก และ เปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือน ของต้นอ่อนมันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ร่วมกับการตัดข้อในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ปี 2557-2558

ปัจจัยที่ 2	น้ำหนัก (มก.)	จำนวนใบ (ใบ)	จำนวนยอด (ยอด)	Ø ลำต้น (มม.)	ความยาวราก (ซม.)	จำนวนราก (ราก)	การรอดตายที่ 1 เดือน (%)
ข้อที่ 1	129.7	5.0	1.0 b	0.50	3.49	7.5	75.3 a
ข้อที่ 2	103.1	4.3	1.0 b	0.53	3.65	5.8	67.5 b
ข้อที่ 3	137.8	5.4	1.0 b	0.49	3.11	6.2	76.8 a
ข้อที่ 4	123.5	5.2	1.1 a	0.48	3.63	6.3	65.2 b
%CV	32.28	28.36	5.12	14.22	22.33	52.49	6.95

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก จำนวนใบ จำนวนยอด และเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ของต้นอ่อนมันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต GA และ NAA ร่วมกับการตัดข้อในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ปี 2557-2558

ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	น้ำหนัก (มก.)	จำนวนใบ (ใบ)	จำนวนยอด (ยอด)	Ø ลำต้น (มม.)
GA	**ข้อที่ 1**	144.4 a	5.8 a	1.0 b	0.51 bc
	ข้อที่ 2	127.4 ab	5.9 a	1.0 b	0.64 a
	ข้อที่ 3	133.5 ab	6.4 a	1.0 b	0.55 ab
	ข้อที่ 4	125.0 ab	6.3 a	1.2 a	0.47 bc
NAA	**ข้อที่ 1**	115.1 ab	4.1 ab	1.0 b	0.48 bc
	ข้อที่ 2	78.9 b	2.8 b	1.0 b	0.42 c
	ข้อที่ 3	142.2 ab	4.5 ab	1.0 b	0.43 c
	ข้อที่ 4	122.1 ab	4.1 ab	1.0 b	0.49 bc
%CV		31.39	28.34	5.01	14.33

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยความยาวราก จำนวนราก และเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือน ของต้นอ่อนมันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต GA และ NAA ร่วมกับการตัดข้อในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ปี 2557-2558

ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ความยาวราก (ซม.)	จำนวนราก (ราก)	การรอดตายที่ 1 เดือน (%)
GA	**ข้อที่ 1**	4.71 a	9.6	100.0 a
	ข้อที่ 2	4.30 a	6.3	98.0 a
	ข้อที่ 3	4.30 a	4.9	96.0 a
	ข้อที่ 4	4.83 a	6.5	96.3 a
NAA	**ข้อที่ 1**	2.27 b	5.5	50.5 b
	ข้อที่ 2	3.00 b	5.3	37.0 c
	ข้อที่ 3	1.92 b	7.6	57.5 b
	ข้อที่ 4	2.42 b	6.3	34.1 c
%CV		22.17	54.53	7.08

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความสูง ที่ 30, 60 วัน และ จำนวนหัว ของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่ได้จากต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้ สารควบคุมการเจริญเติบโต GA และ NAA ปี 2558

ปัจจัยที่ 1	ความสูง (ซม.)		จำนวนหัวต่อต้น
	30 วัน	60 วัน	(หัว)
GA	22.93	40.59 a	6.4
NAA	22.05	36.86 b	5.9
%CV	12.33	19.66	22.05

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความสูง ที่ 30, 60 วัน และ จำนวนหัว ของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่ได้จากต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้ การตัดข้อในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว ปี 2558

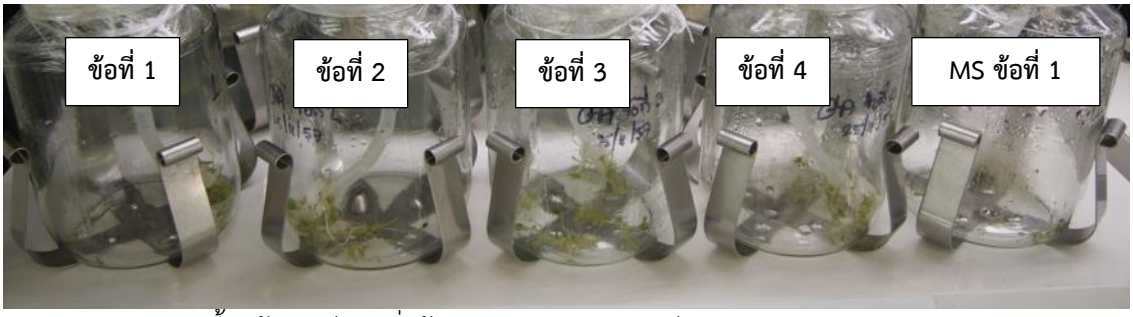
ปัจจัยที่ 2	ความสูง (ซม.)		จำนวนหัวต่อต้น
	30 วัน	60 วัน	(หัว)
ข้อที่ 1	22.15 a	34.55 b	6.2
ข้อที่ 2	23.95 a	44.60 a	6.4
ข้อที่ 3	23.55 a	41.80 a	6.0
ข้อที่ 4	20.30 b	33.95 b	6.0
%CV	12.33	19.66	22.05

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยความสูง ที่ 30, 60 วัน และ จำนวนหัว ของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่ได้จากต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้ สารควบคุมการเจริญเติบโต GA และ NAA ร่วมกับการตัดข้อในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว และนำไปปลูกในดินปลูกในโรงเรือนกันแมลง ปี 2558

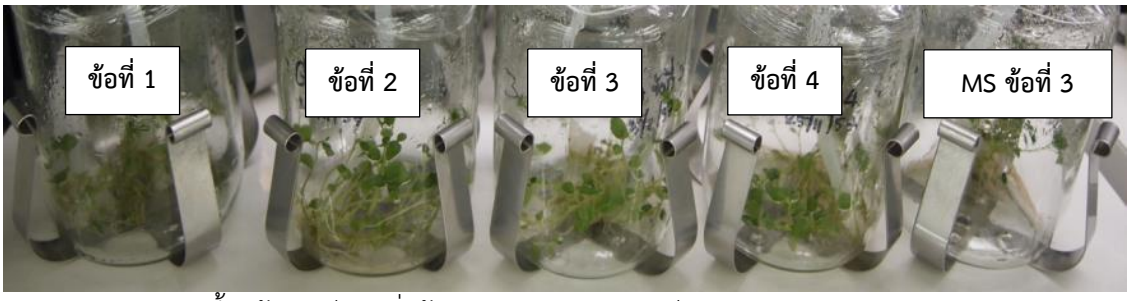
ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ความสูง (ซม.)		จำนวนหัวต่อต้น
		30 วัน	60 วัน	(หัว)
GA	ข้อที่ 1	22.50 a	37.85 bc	6.2
	ข้อที่ 2	23.90 a	41.30 ab	6.7
	ข้อที่ 3	24.10 a	46.20 a	6.0
	ข้อที่ 4	21.20 ab	37.00 bc	6.5
NAA	ข้อที่ 1	21.80 ab	31.25 c	6.1
	ข้อที่ 2	24.00 a	47.90 a	6.1
	ข้อที่ 3	23.00 a	37.40 bc	5.9
	ข้อที่ 4	19.40 b	30.90 c	5.5
%CV		12.60	20.25	22.33

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT



(ก) การเพาะเลี้ยงต้นพันธุ์มันฝรั่งด้วย GA อายุ 2 สัปดาห์

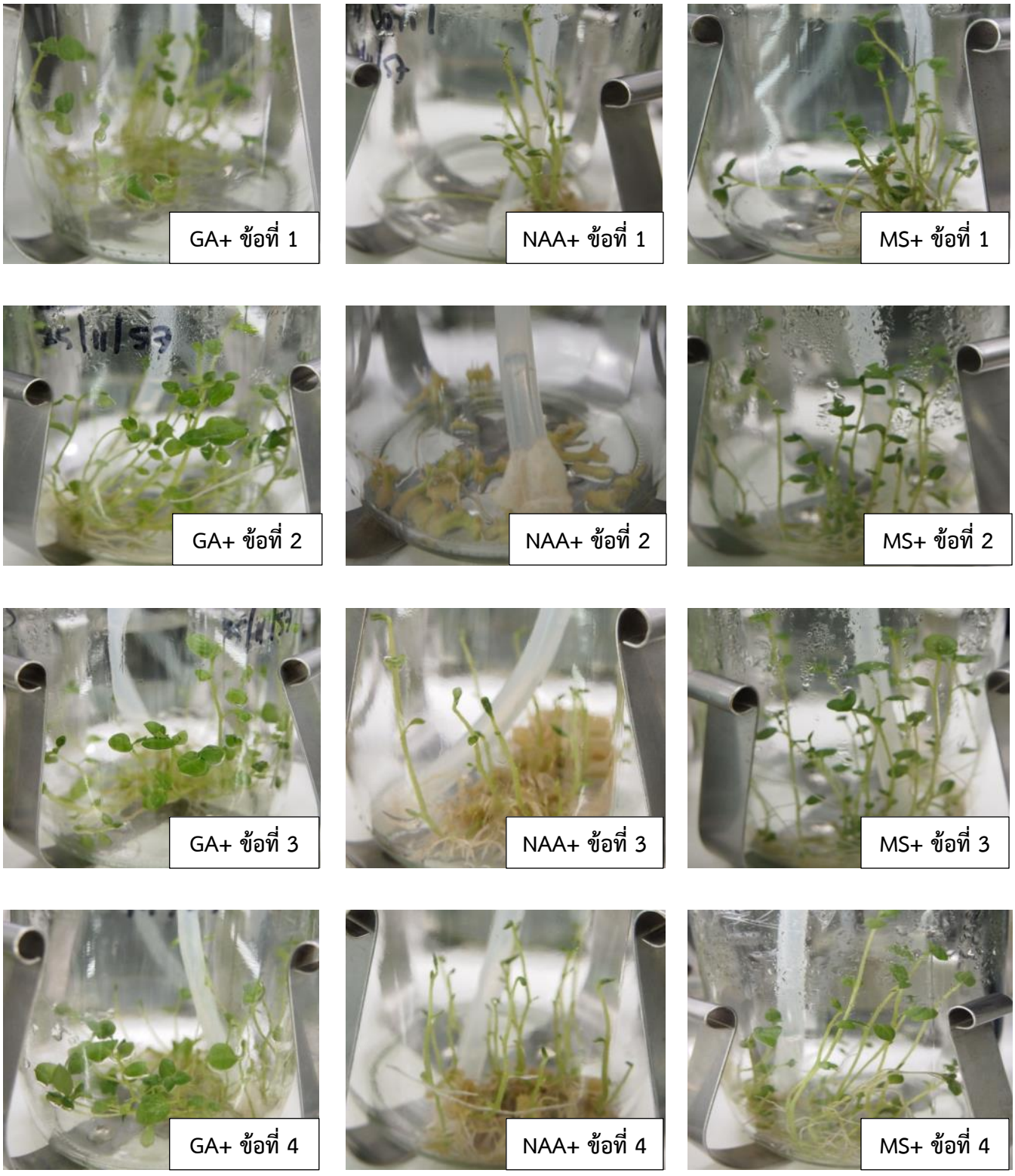
(ข) การเพาะเลี้ยงต้นพันธุ์มันฝรั่งด้วย NAA อายุ 2 สัปดาห์



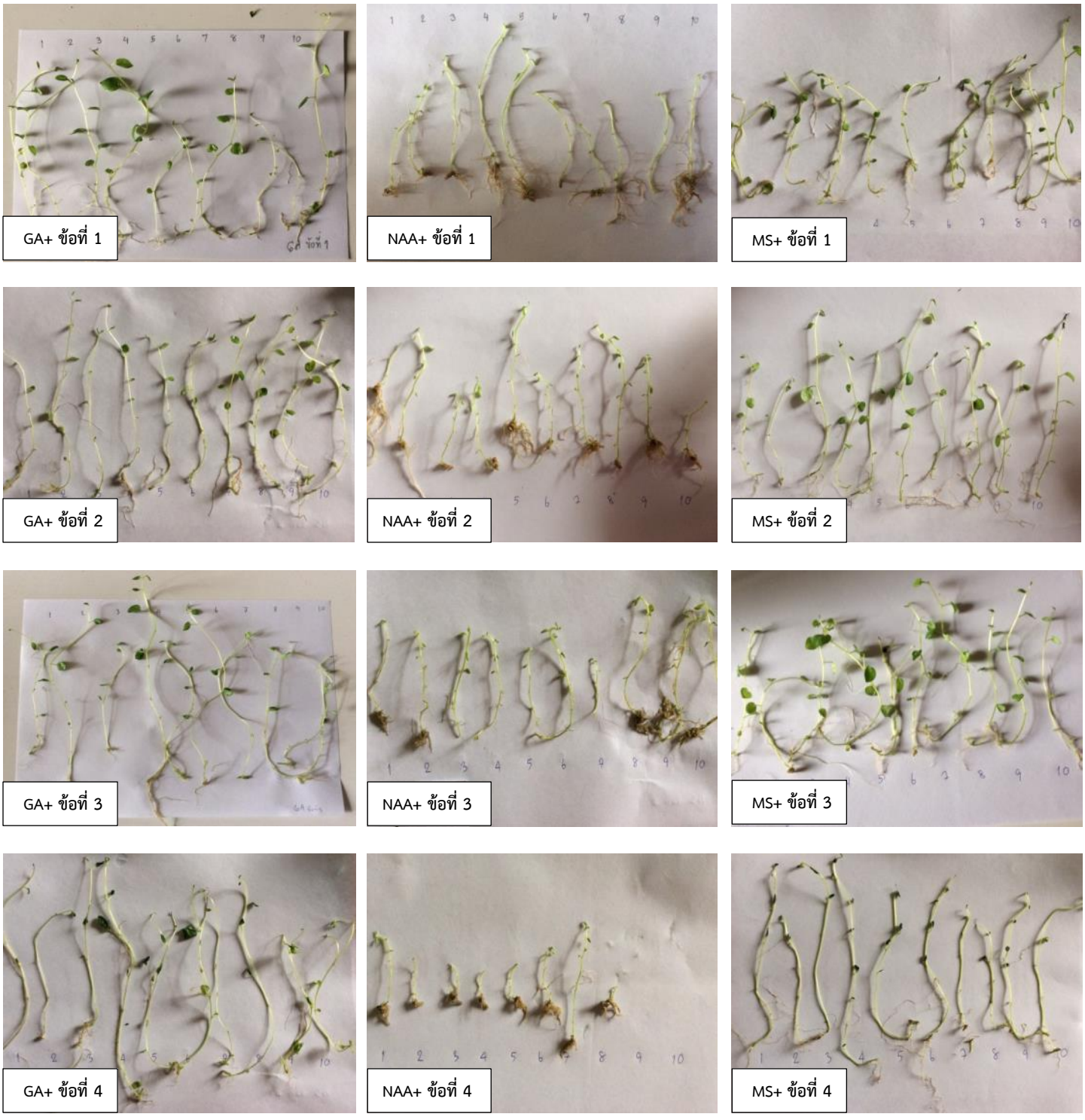
(ค) การเพาะเลี้ยงต้นพันธุ์มันฝรั่งด้วย GA อายุ 4 สัปดาห์

(ง) การเพาะเลี้ยงต้นพันธุ์มันฝรั่งด้วย NAA อายุ 4 สัปดาห์

ภาพที่ 1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นมันฝรั่งด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต GA และ NAA เมื่ออายุ 2 และ 4 สัปดาห์ (ก-ง)



ภาพที่ 2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นมันฝรั่งด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต GA, NAA และ MS ร่วมกับการตัดชำข้อมันฝรั่งตรงตำแหน่งข้อที่ 1, ข้อที่ 2, ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 เมื่ออายุ 4 สัปดาห์



ภาพที่ 3 การวัดข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งซึ่งเพาะเลี้ยงด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต GA, NAA และ MS ร่วมกับการตัดชำข้อมันฝรั่งตรงตำแหน่งข้อที่ 1, ข้อที่ 2, ข้อที่ 3 และข้อที่ 4 เมื่ออายุครบ 4 สัปดาห์

(ก) ต้นอ่อนมันฝรั่งเมื่ออายุครบ 3 สัปดาห์

(ข) ย้ายปลูกลงวัสดุปลูก perlite

(ค) คลุมด้วยถุงพลาสติก อยู่ในอุณหภูมิ 25°C

(ง) ย้ายปลูกในดินปลูกเมื่ออายุครบ 4 สัปดาห์

(จ) ปลูกในดินปลูก ระยะ 10x10 ซม.

(ฉ) การเจริญของต้นเมื่ออายุ 1 เดือนหลังย้ายปลูก

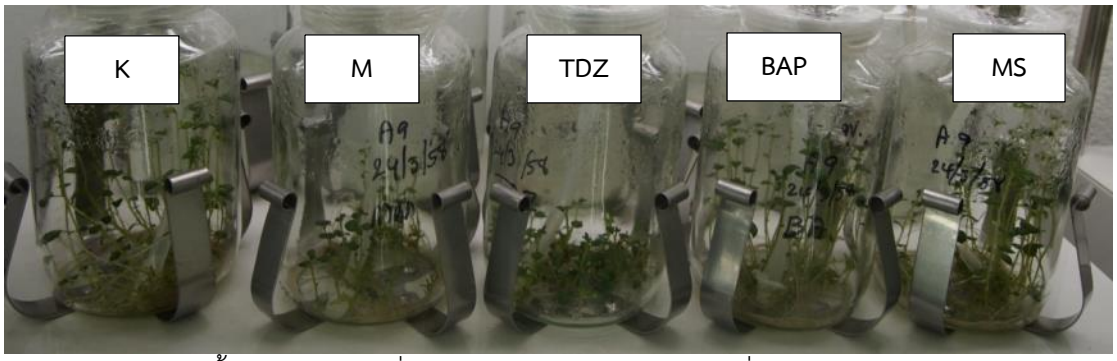
ภาพที่ 4 การปลูกต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในมีเดียปลูก (ก-ฉ)

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของสารเร่งการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณของหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก

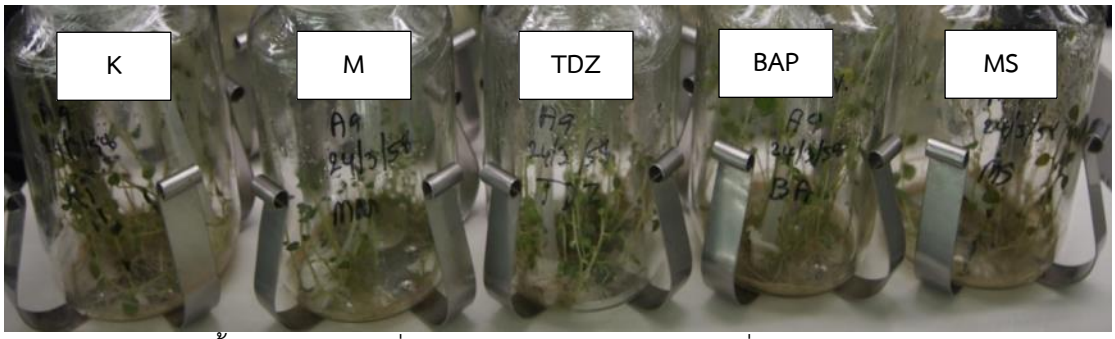
1. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) ด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว

จากการทดลองการผลิตหัวพันธุ์จากต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว เมื่ออายุ 4 สัปดาห์ การใช้อาหารเหลวสูตร MS + BAP (6-benzylaminopurine) สามารถกระตุ้นการเจริญของต้นอ่อนดีที่สุด ใกล้เคียงกับการใช้อาหารเหลวสูตร MS เมื่อต้นอ่อนมันฝรั่งอายุ 5 สัปดาห์ การเจริญเติบโตเริ่มช้าลง ใบเริ่มเหี่ยวเฉา เมื่ออายุ 6 สัปดาห์ลำต้นเปลี่ยนเป็นสีขาว รากและใบเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และเมื่ออายุ 7 สัปดาห์ ลำต้นหยุดการเจริญเติบโต และไม่สามารถชักนำให้เกิดหัวได้จึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มการทดลองการผลิตหัวพันธุ์จากต้นแม่พันธุ์มันฝรั่งด้วยอาหารแข็งสูตร MS ร่วมกับการใส่ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตเพื่อศึกษาอิทธิพลของสารเร่งการเจริญเติบโต

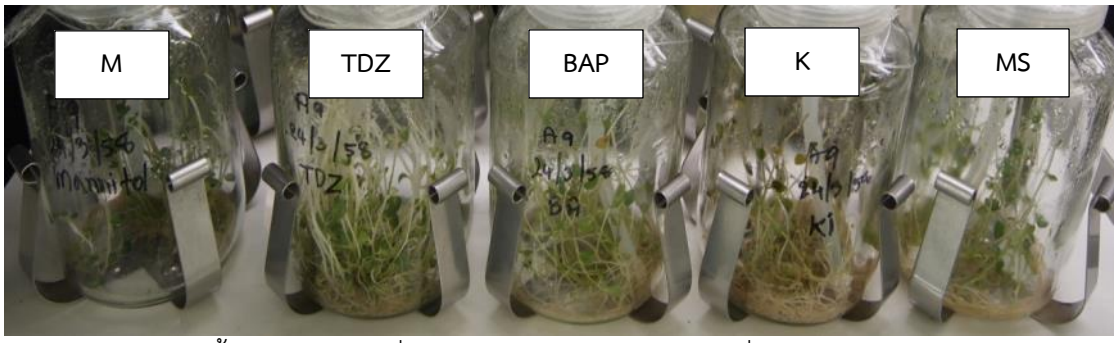
การขยายพันธุ์พืชด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว (Temporary Immersion Bioreactor; TIB) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้เลี้ยงต้นอ่อนในขั้นตอนการชักนำให้เกิดต้นอ่อนในสภาพปลอดเชื้อ โดยเป็นการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวทั้งหมด ระบบจะประกอบด้วยภาชนะ 2 อันที่เชื่อมต่อ ใช้แรงดันอากาศดันอาหารจากภาชนะใส่อาหารไปยังภาชนะเลี้ยงต้นพืช เพื่อให้พืชได้รับอาหารเหลวชั่วคราว เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดจะใช้แรงดันดันอาหารกลับสู่ภาชนะเก็บอาหารเช่นเดิม การเลี้ยงเอ็มบริโอด้วยวิธีนี้ จะสามารถลดแรงงานและเวลาในการเปลี่ยนอาหารลง นอกจากนี้ต้นอ่อนที่ได้จะใช้เวลาในการเจริญเติบโตเร็วกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารแข็ง (ธนกิจ และคณะ, 2555) ซึ่งผลการทดลองที่ได้ไม่สามารถชักนำให้เกิดหัวขนาดเล็กได้ จึงแตกต่างจากงานวิจัยของ Akita and Ohta (2002) ได้ทำการขยายพันธุ์ต้นกล้าของมันเทศโดยใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบหมุนเหวี่ยง โดยนำต้นกล้าเลี้ยงในสูตรอาหารเหลว MS หลังจากนั้น 30 วัน ใส่ BA (1 g/L) ในสารละลายเอทานอล ลงไปในอาหารเหลวเป็นเวลา 3 วันแล้วนำเข้าเครื่องไบโอรีแอคเตอร์ พบว่าชิ้นส่วนมันเทศมีการเจริญเติบโตอย่างเต็มที่ โดยสามารถงอกออกมาเป็นหน่อ (bulbils) หรือหัวเล็กๆ (microtubers) ซึ่งสามารถขยายได้ถึง 230 หัว ให้น้ำหนักรวมเท่ากับ 116.1 กรัม และเมื่อนำไปปลูกในแปลง ร้อยละ 95 สามารถงอกได้ตามปกติภายในเวลา 4 สัปดาห์ และ Piao et al. (2002) ได้ทดลองขยายพันธุ์หัวมันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) พันธุ์ Atlantic โดยเปรียบเทียบการขยายพันธุ์ในอาหารแข็งสูตร MS และใช้ระบบ bioreactor พบว่าการปลูกในระบบ bioreactor จะทำให้หัวมันฝรั่งเจริญเติบโตและมีหน่อ (shoots) มากกว่าเลี้ยงในอาหารแข็ง และการเพิ่มสาร 6-benzylaminopurine (BAP) ในอาหารเหลวที่เลี้ยงในระบบ bioreactor ให้จำนวนตา (nodes) มากที่สุด คือ 409.2 และน้ำหนักสดของยอด 4.2 กรัม (ภาพที่ 5-7)



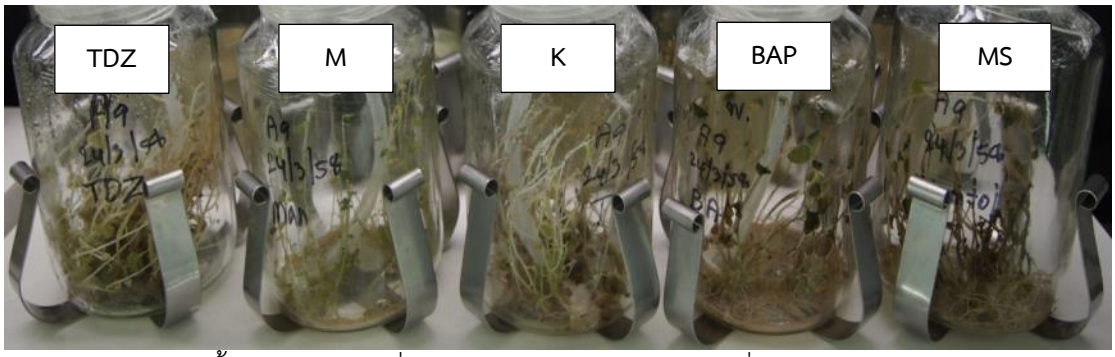
(ก) การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งด้วยสารเร่งการเจริญเติบโต เมื่ออายุ 4 สัปดาห์



(ข) การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งด้วยสารเร่งการเจริญเติบโต เมื่ออายุ 5 สัปดาห์



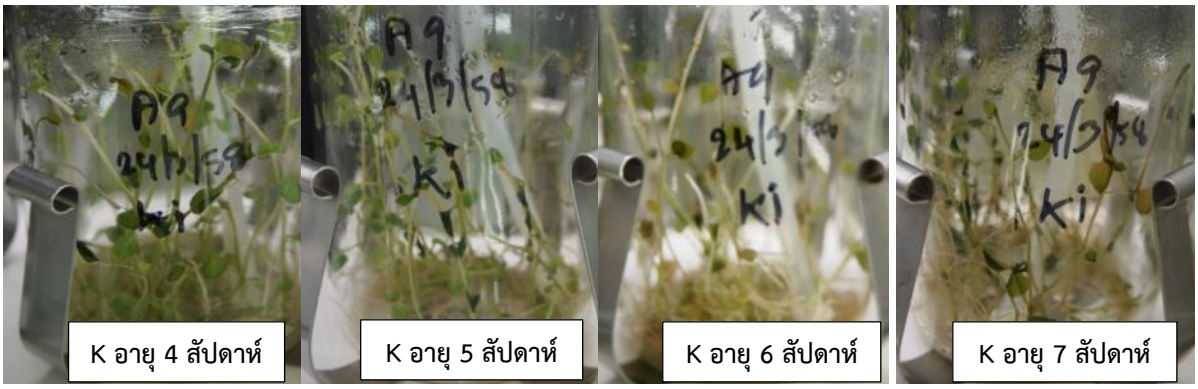
(ค) การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งด้วยสารเร่งการเจริญเติบโต เมื่ออายุ 6 สัปดาห์

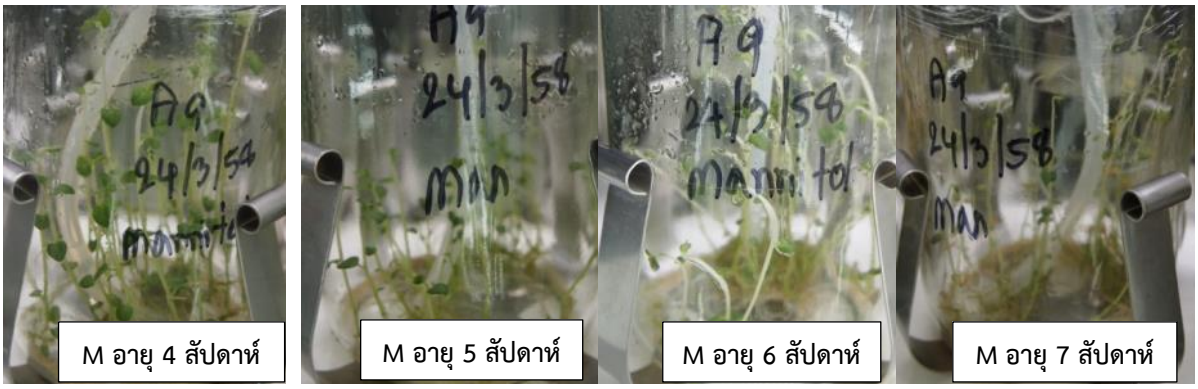


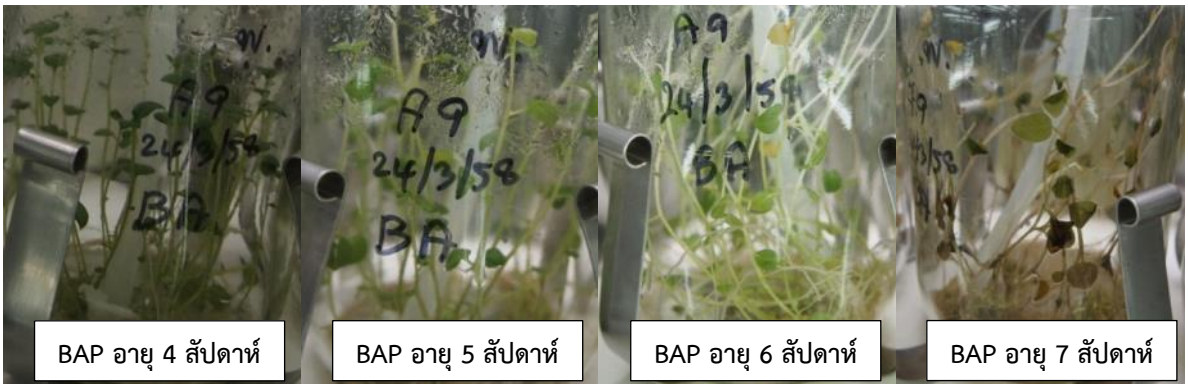
(ง) การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งด้วยสารเร่งการเจริญเติบโต เมื่ออายุ 7 สัปดาห์

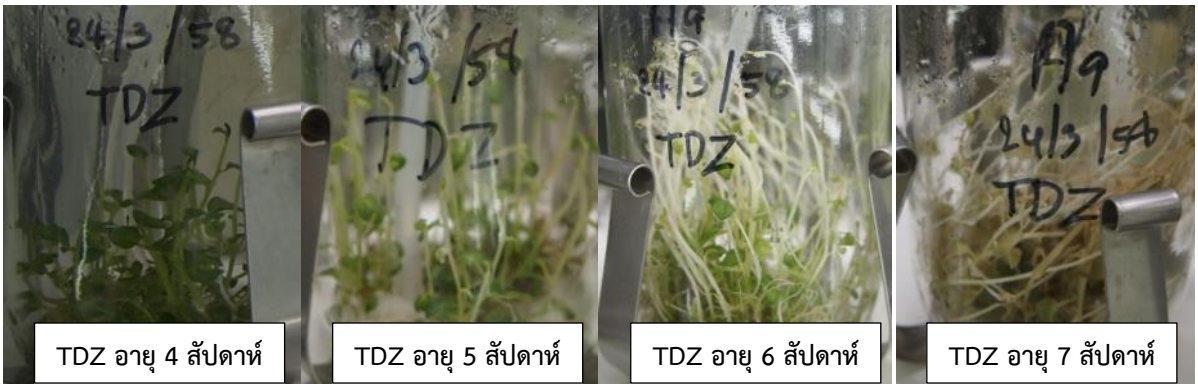
หมายเหตุ: K= Kinetin, M= Mannitol, TDZ = Thidiazuron, BAP = 6-benzylaminopurine

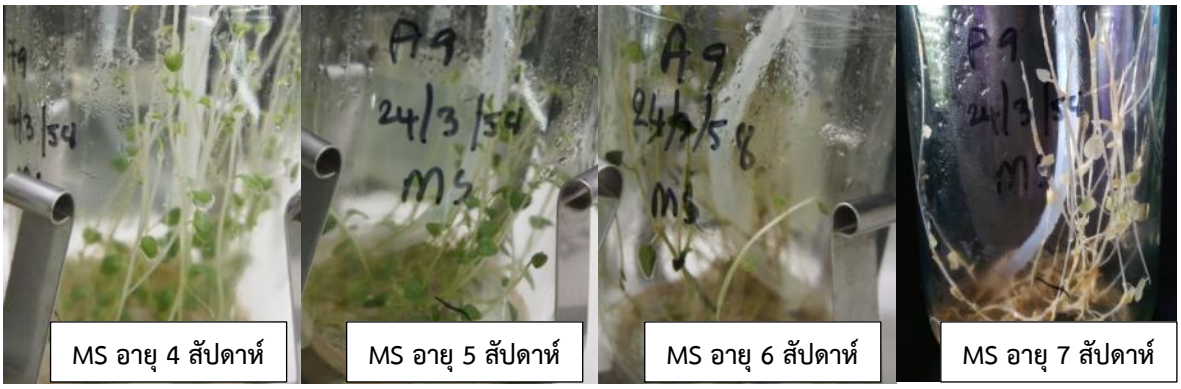
ภาพที่ 5 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่งด้วยอาหารสูตร MS ร่วมกับสารเร่งการเจริญเติบโต BAP, TDZ, Kinetin และ Mannitol ในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว เมื่ออายุ 4-7 สัปดาห์ (ก-ง)


K อายุ 4 สัปดาห์
K อายุ 5 สัปดาห์
K อายุ 6 สัปดาห์
K อายุ 7 สัปดาห์


M อายุ 4 สัปดาห์
M อายุ 5 สัปดาห์
M อายุ 6 สัปดาห์
M อายุ 7 สัปดาห์

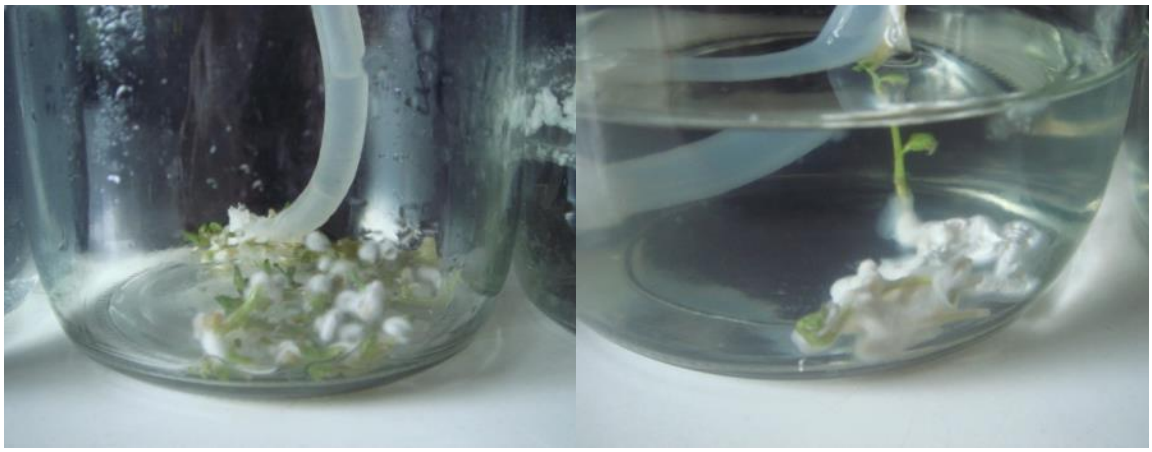

BAP อายุ 4 สัปดาห์
BAP อายุ 5 สัปดาห์
BAP อายุ 6 สัปดาห์
BAP อายุ 7 สัปดาห์


TDZ อายุ 4 สัปดาห์
TDZ อายุ 5 สัปดาห์
TDZ อายุ 6 สัปดาห์
TDZ อายุ 7 สัปดาห์



หมายเหตุ: K= Kinetin, M= Mannitol, TDZ = Thidiazuron, BAP = 6-benzylaminopurine

ภาพที่ 6 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่งด้วยอาหารสูตร MS ร่วมกับร่วมกับสารเร่งการเจริญเติบโต Kinetin, Mannitol, BAP และ TDZ ในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว เมื่ออายุ 4-7 สัปดาห์



ภาพที่ 7 การปนเปื้อนเชื้อราในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่ง

2. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) ในอาหารแข็ง

จำนวนหัว ของหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กในอาหารแข็งสูตร MS + 6-benzylaminopurine ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนหัวสูงที่สุดคือ 7.38 หัว ไม่มีความแตกต่างจากอาหารแข็งสูตร MS, MS + Kinetin และ MS + Mannitol ซึ่งมีจำนวนหัวเฉลี่ยเท่ากับ 7.13, 6.75 และ 6.50 หัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอาหารแข็งสูตร MS + Thidiazuron และ MS + Coconut ซึ่งมีจำนวนหัวเฉลี่ยเท่ากับ 6.06 และ 4.50 หัวตามลำดับ (ตารางที่ 8, ภาพที่ 8)

น้ำหนัก ของหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กในอาหารแข็งสูตร MS + 6-benzylaminopurine ให้ค่าน้ำหนักหัวเฉลี่ยสูงที่สุด 0.68 กรัม ไม่มีความแตกต่างจากอาหารแข็งสูตร MS + Thidiazuron, MS + Mannitol และ MS ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.63, 0.58 และ 0.56 กรัม ตามลำดับ แต่มีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอาหารแข็งสูตร MS + Kinetin และ MS + Coconut ที่มีให้ค่าน้ำหนักหัวเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 และ 0.18 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ขนาดหัว ของหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กในอาหารแข็งสูตร MS + Thidiazuron มีความกว้างเฉลี่ยของหัวมันฝรั่งมากที่สุดเท่ากับ 5.28 มิลลิเมตร ไม่มีความแตกต่างจากอาหารแข็งสูตร MS, MS + 6-benzylaminopurine, MS + Mannitol และ MS + Kinetin ซึ่งมีความกว้างเฉลี่ยของหัวมันฝรั่งเท่ากับ 5.27, 4.9, 4.92 และ 4.83 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอาหารแข็งสูตร MS + Coconut ที่มีความกว้างเฉลี่ยของหัวมันฝรั่งเท่ากับ 3.48 มิลลิเมตร ด้านความยาวเฉลี่ยของหัวมันฝรั่ง อาหารแข็งสูตร MS + Thidiazuron มีความยาวเฉลี่ยของหัวมันฝรั่งเท่ากับ 5.21 มิลลิเมตร ไม่มีความแตกต่างจากอาหารแข็งสูตร MS + 6-benzylaminopurine, MS + Mannitol, MS + Kinetin และ MS ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยของหัวมันฝรั่งเท่ากับ 5.20, 4.96, 4.85 และ 4.75 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอาหารแข็งสูตร MS + Coconut มีความยาวเฉลี่ยของหัวมันฝรั่งเท่ากับ 3.59 มิลลิเมตร (ตารางที่ 8, ภาพที่ 8)

น้ำหนักต้นมันฝรั่งก่อนอบ การใช้อาหารแข็งสูตร MS + 6-benzylaminopurine มีน้ำหนักต้นก่อนอบสูงที่สุดเท่ากับ 1.44 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากอาหารแข็งสูตร MS + Coconut, MS + Kinetin, MS + Mannitol, MS + Thidiazuron และ MS ซึ่งมีน้ำหนักต้นก่อนอบเฉลี่ยเท่ากับ 1.26 1.23 1.04 1.03 และ 0.91 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 8)

น้ำหนักต้นมันฝรั่งหลังอบ การใช้อาหารแข็งสูตร MS + 6-benzylaminopurine มีน้ำหนักต้นหลังอบสูงที่สุดเท่ากับ 0.19 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับอาหารแข็งสูตร MS + Kinetin, MS + Mannitol, MS, MS + Coconut และ MS + Thidiazuron ซึ่งมีน้ำหนักต้นหลังอบเฉลี่ยเท่ากับ 0.16 0.15 0.14 0.14 และ 0.12 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

จะเห็นได้ว่า ไซโทไคนิน (cytokinin) ที่สังเคราะห์ได้ในธรรมชาติ คือ ซีอะทิน (zeatin) ใช้ในการกระตุ้นการเจริญเติบโต ไซโทไคนินที่ใช้กันมากคือ ไคเนทิน (kinetin), 2iP (N6-isopentenyl adenine), benzyladenine (BA), Thidiazuron (TDZ) และ BAP (benzylaminopurine) มีหน้าที่ส่งเสริมการแบ่งเซลล์โดยเฉพาะถ้าใช้ร่วมกับออกซินในส่วนที่พอเหมาะ เพื่อกระตุ้นเนื้อเยื่อพืชให้แบ่งตัวอย่างรวดเร็วเกิดเป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า callus และ callus จะเจริญพัฒนาไปจนได้ต้นอ่อนที่ประกอบด้วยต้น ใบ และราก ซึ่งสามารถเจริญต่อไปจนกระทั่งได้ต้นที่สมบูรณ์ให้ดอกและเมล็ดได้ (เทิดศักดิ์, 2555) ดังจะเห็นได้จากการทดลองของ Wonganu (2550) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการฟอกฆ่าเชื้อและอัตราส่วนของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ร่วมกับ BAP ที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดเป็นแคลลัส โดยสูตรอาหาร NAA ความเข้มข้น 2 mg/L ร่วมกับ BAP ความเข้มข้น 0.5 mg/L ทำให้เนื้อเยื่อบีทรูทเกิดเป็นแคลลัสและมีน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.87 กรัม

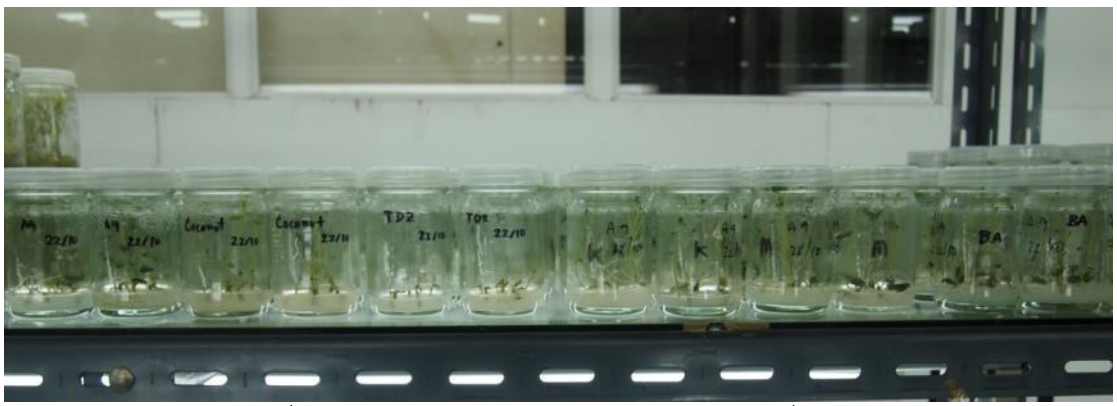
ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยจำนวนหัว น้ำหนักหัว ขนาดหัว (ความกว้าง, ความยาว) น้ำหนักต้นก่อนอบ และน้ำหนักต้นหลังอบของหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) ในอาหารแข็งสูตร MS ร่วมกับสารเร่งการเจริญเติบโต BAP, TDZ, Kinetin และ Mannitol ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

กรรมวิธี	จำนวนหัว (หัว)	น้ำหนักหัว (กรัม)	ขนาดหัว (มม.)		น้ำหนักต้น (กรัม)	
			กว้าง	ยาว	ก่อนอบ	หลังอบ
MS (Control)	7.13 ab	0.56 ab	4.94 a	4.75 a	0.91 c	0.14 bc
MS + BAP	7.38 a	0.68 a	5.27 a	5.20 a	1.44 a	0.19 a
MS + TDZ	6.06 b	0.63 ab	5.28 a	5.21 a	1.03 bc	0.12 c
MS + K	6.75 ab	0.54 b	4.83 a	4.85 a	1.23 ab	0.16 ab
MS + M	6.50 ab	0.58 ab	4.92 a	4.96 a	1.04 bc	0.15 abc
MS + C	4.50 c	0.18 c	3.48 b	3.59 b	1.26 ab	0.14 bc
CV	11.02	15.15	7.45	6.79	17.31	14.85

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

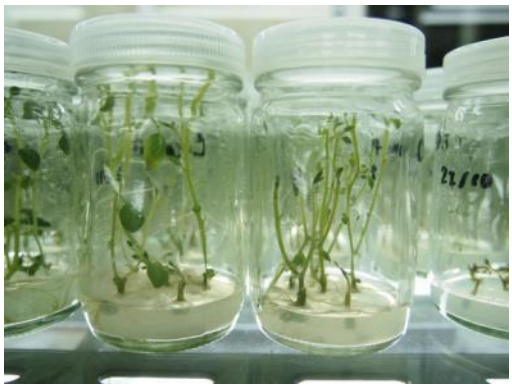
BAP = 6-benzylaminopurine, TDZ = Thidiazuron, K = Kinetin, M = Mannital, C = Coconut

รูปภาพ



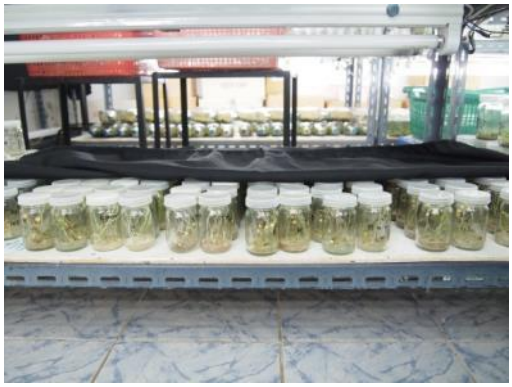
(ก) การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก (microtubers) จากต้นอ่อนมันฝรั่งด้วยอาหารแข็งสูตร MS ร่วมกับฮอร์โมนต่างๆ

(ข) ต้นอ่อนหลัง subculture 1 วัน

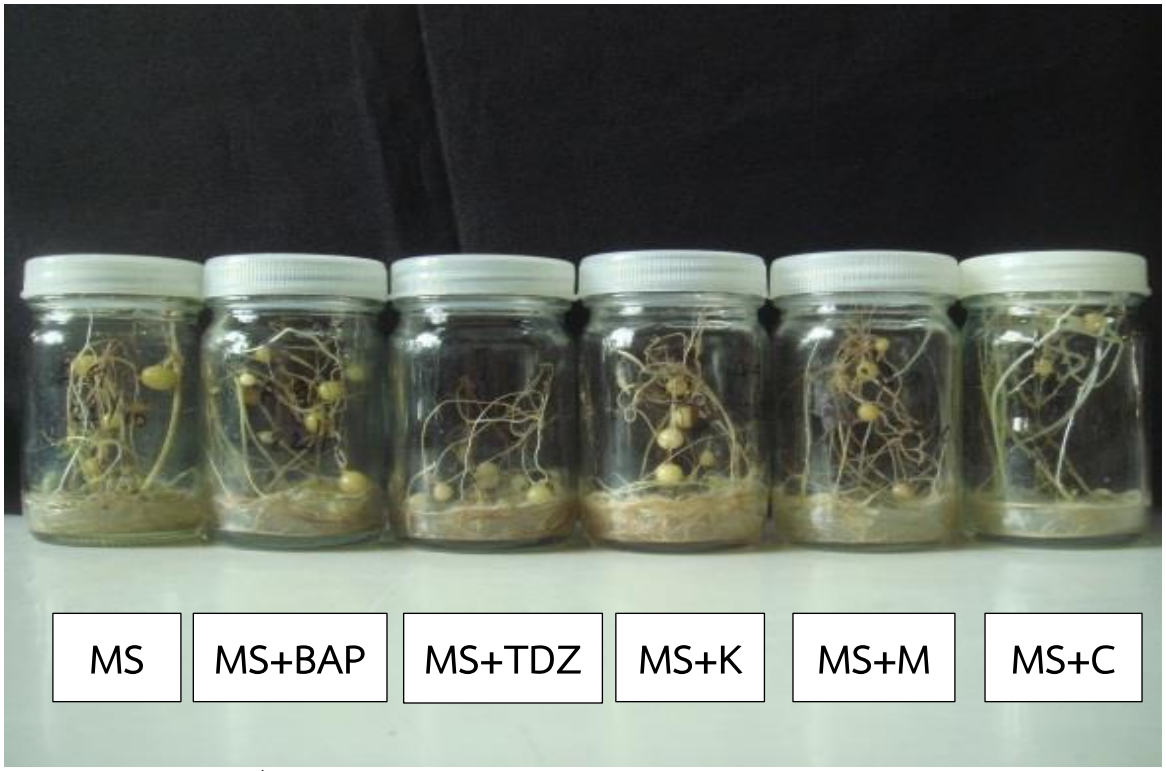


(ค) ต้นอ่อนหลัง subculture 4 สัปดาห์

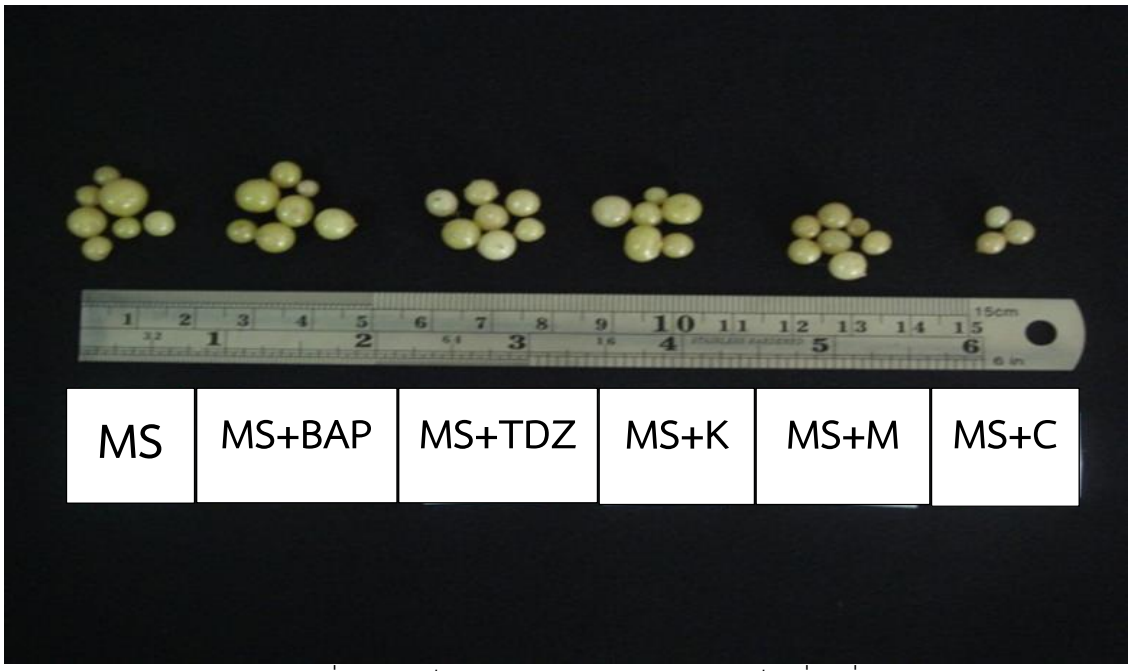
(ง) เก็บไว้ในที่มืดเมื่ออายุ 5 สัปดาห์



(จ)เก็บไว้ในที่มืดเมื่ออายุ 14 สัปดาห์



(ฉ) ขนาดหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กในแต่ละกรรมวิธี ในอาหารสูตร MS (Control), MS+BAP, MS+TDZ, MS+K, MS+M, MS+C เมื่ออายุ 14 สัปดาห์



(ช) เปรียบเทียบหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กในแต่ละกรรมวิธี ภายหลังเก็บเกี่ยวที่อายุ 14 สัปดาห์

ภาพที่ 8 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันฝรั่งด้วยอาหารแข็ง MS ร่วมกับร่วมกับสารเร่งการเจริญเติบโต BAP, TDZ, Kinetin และ Mannitol เมื่ออายุ 4-14 สัปดาห์ (ก-ช)

การทดลองที่ 3 การเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค

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 9, ภาพที่ 9)

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 9, ภาพที่ 12)

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 9)

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 9)

1.2 ความสูงของต้นมันฝรั่งเมื่ออายุ 60 วัน

จากการทดสอบการเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคในช่วงฤดูฝน ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ศกล.ชม) พบว่าการดำเนินการปักชำ 3 ข้อ (1 ข้อบน 2 ข้อล่าง) มีค่าความสูงเฉลี่ยมากที่สุด 77.4 เซนติเมตร ไม่

มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 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 9)

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 9)

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 9)

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 9)

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 10, ภาพที่ 10-11)

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 10, ภาพที่ 13-14)

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 10)

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 10)

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 10)

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 10)

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 10)

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 10)

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 10)

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 10)

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 10)

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 10)

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 11)

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 11)

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 11)

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 11)

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 11)

การทดสอบที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ (ศวพ.ชม) ในช่วงฤดูฝน พบว่าการปักชำ 5 ข้อ (3 ข้อบน 2 ข้อล่าง) ให้ความหวานเฉลี่ยสูงที่สุด 8.3 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปักชำ 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 11)

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 11)

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 11)

ตารางที่ 9 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 10 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 11 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 9 การตัดชำต้นมันฝรั่งร่วมกับการใช้ไคโตซานในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ศกล.ชม ในปี 2558-2559 (ก-ฉ)

ก. การเข้าทำลายของโรคใบไหม้

ข. ผลผลิตที่เสียหายจากการเข้าทำลายของหนู

ภาพที่ 10 ลักษณะการเข้าทำลายของโรคและหนูในระบบแอโรโปนิคที่ศกล.ชม ในปี 2558-2559 (ก-ข)

ก. การเกิดหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค ข. เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุ 90 วัน

ค. การเกิดหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค ง. ลักษณะหัวพันธุ์มันฝรั่งหลังการทำ greening

ภาพที่ 11 ลักษณะการเกิดหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ศกล.ชม ในปี 2558-2559 (ก-ง)

ก. การตัดต้นกล้าสำหรับปักชำ ข. ตัดต้นกล้ามันฝรั่งออกเป็นข้อๆ ตามกรรมวิธี

ค. การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค ง. ต้นมันฝรั่งเมื่ออายุ 45 วัน

จ. การเกิดรากของมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค

ฉ. การปักชำต้นกล้าที่แก่เกินไป

ภาพที่ 12 การเจริญเติบโตของต้นมันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ ศวพ.ชม ในปี 2558-2559 (ก-ฉ)

ภาพที่ 13 การทำ greening หัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ ศวพ.ชม ในปี 2558-2559

ภาพที่ 14 ลักษณะการเกิดหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิคที่ ศวพ.ชม ในปี 2558-2559

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของสารเร่ง และจำนวนข้อต่อการเจริญเติบโตของต้นแม่พันธุ์มันฝรั่ง

การใส่สารควบคุมการเจริญเติบโต GA มีผลการทดลองที่ดีกว่าการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ซึ่ง GA จะให้น้ำหนักต้นสูงสุดเฉลี่ย 132.6 มิลลิกรัม จำนวนใบเฉลี่ย 6.1 ใบต่อต้น จำนวนยอดเฉลี่ย 1.1 ยอดต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 0.54 มิลลิเมตร ความยาวรากเฉลี่ย 4.54 เซนติเมตร จำนวนราก 6.8 ราก เปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือน 97.6% ความสูงเฉลี่ยของต้นมันฝรั่งที่อายุ 30 วัน 22.87 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยของต้นมันฝรั่งที่อายุ 60 วัน 40.30 เซนติเมตร และจำนวนหัวต่อต้น 6.4 หัว

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 1 ให้จำนวนรากเฉลี่ย 7.5 ราก และมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือนเท่ากับ 76.8 % การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 2 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ย 0.53 มิลลิเมตร ความยาวรากเฉลี่ย 3.65 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยของต้นมันฝรั่งที่อายุ 30 วัน 23.95 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ยของต้นมันฝรั่งที่อายุ 60 วัน 44.60 เซนติเมตร และมีจำนวนหัวต่อต้น 6.4 หัว การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 3 จะให้น้ำหนักต้นสูงสุดเฉลี่ย 137.8 มิลลิกรัม และมีจำนวนใบเฉลี่ย 5.4 ใบต่อต้น และการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ให้จำนวนยอดเฉลี่ย 1.1 ยอดต่อต้น

เมื่อใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 ให้น้ำหนักเฉลี่ย 144.4 มิลลิกรัม และจำนวนรากสูงสุดเฉลี่ย 9.6 ราก และมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายที่ 1 เดือนเฉลี่ยมากที่สุด 100 % การใช้ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเฉลี่ยสูงสุด 0.64 มิลลิเมตร การใช้ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุด 6.4 ใบ ส่วนการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ให้จำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุด 1.2 ยอด และมีความยาวรากสูงที่สุด 4.83 เซนติเมตร

อย่างไรก็ตามหัวพันธุ์ขนาดเล็กที่ได้จากต้นแม่พันธุ์ที่ทำการ cutting แล้ว ของต้นมันฝรั่งที่ใช้อาหารสูตร MS ใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 จะให้จำนวนหัวมากที่สุด 6.7 หัว รองลงมาได้แก่ การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ได้ 6.5 หัว การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 ได้ 6.2 หัว การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 1 ได้ 6.1 หัว การใส่ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 2 ได้ 6.1 หัว การใส่ GA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 ได้ 6.0 หัว NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 3 ได้ 5.9 หัวและ NAA ร่วมกับการตัดข้อที่ 4 ได้ 5.5 หัว

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของสารเร่งการเจริญเติบโตต่อการเพิ่มปริมาณของหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็ก

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งโดยใช้อาหารเหลว สูตร MS+BAP ในระบบไบโอรีแอคเตอร์ สามารถกระตุ้นการเจริญของต้นอ่อนมันฝรั่งได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆในช่วง 4 สัปดาห์แรก แต่หลังจากสัปดาห์ที่ 7 ต้นมันฝรั่งไม่สามารถชักนำให้เกิดหัวขนาดเล็กได้ในทุกกรรมวิธี

เนื่องจากสภาพต้นทรุดโทรม และมีการเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราในอาหารเหลว อาจเนื่องมาจากฝาปิดขวดอาหารเป็นแบบเกลียว จึงทำให้อากาศสามารถเข้าได้ถึงแม้จะมีพาราฟินปิดไว้ก็ตาม

ส่วนการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนมันฝรั่งโดยใช้อาหารแข็งสูตร MS+BAP ให้จำนวนหัวเฉลี่ย 7.38 หัว น้ำหนักหัวมันฝรั่งเฉลี่ย 0.68 กรัม และน้ำหนักต้นมันฝรั่งก่อนอบ-หลังอบดีที่สุด คือ 1.44 และ 0.19 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารแข็งสูตรอื่นๆ

การทดลองที่ 3 การเปรียบเทียบจำนวนข้อที่เหมาะสมร่วมกับการใช้ฮอร์โมนเร่งรากสำหรับการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งในระบบแอโรโปนิค

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. ได้สารควบคุมการเจริญเติบโตและจำนวนข้อที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นอ่อนมันฝรั่งในระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว (TIB) ที่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้ปริมาณมากในเวลาที่รวดเร็วน้อยกว่า 1 เดือน
2. ได้วิธีการขยายต้นอ่อนปลอดเชื้อให้ได้จำนวนมาก และรวดเร็ว ในระบบไบโอรีแอคเตอร์แบบจมชั่วคราว และได้ฮอร์โมนในการเพิ่มหัวพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กปลอดเชื้อ เพื่อนำไปผลิตเป็น G0 ต่อไป
3. ได้จำนวนข้อที่เหมาะสมที่มีประสิทธิภาพในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง G0 ในระบบแอโรโปนิค (Aeroponic) ที่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ได้ปริมาณมากและมีคุณภาพ
4. สามารถนำเทคโนโลยีที่ได้ถ่ายทอดสู่เกษตรกร, สหกรณ์ผู้ปลูกมันฝรั่ง, บริษัทผู้ประกอบการแปรรูปมันฝรั่ง, นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร, นักเรียน, นักศึกษา และผู้สนใจในการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่ง สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของ ดร.กฤษณ์ ลินวัฒนา ที่ให้คำปรึกษาในการดำเนินงานวิจัยดังกล่าว นอกจากนี้ต้องขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหารทั่วไปของ ศกล.ชม ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งทีมงานวิจัยและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องของ ศกล.ชม ที่ช่วยปฏิบัติงานวิจัยดังกล่าวจนสำเร็จลงได้ด้วยดี

บรรณานุกรม

เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์. 2555. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเสี้ยวดอกขาว (*Bauhinia variegata* L.). รายงานวิจัยสาขาวิชาเทคโนโลยี และพัฒนาการเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. 36 หน้า.

ธนกิจ แก่นเกษ, นพมณี โทปุญญานนท์ และ จาตุพงศ์ วาฤทธิ์. 2555. การออกแบบและการปรับปรุงห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อรองรับระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราวขนาดใหญ่. การประชุมวชิ าการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครงั้ ที่ 13 วันที่ 4-5 เมษายน 2555 จังหวัดเชียงใหม่. 761-767.

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.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2556. โครงการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งเพื่อทดแทนการนำเข้า เสนอเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนปรับโครงสร้างการผลิต (FTA). สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 25 หน้า.

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่. 2557. เอกสารวิชาการ การผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพ. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 69 หน้า.

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.

อรทัย วงค์เมธา. 2557. ยกร่างแผนยุทธศาสตร์งานวิจัยและพัฒนามันฝรั่ง ปี พ.ศ. 2559-2563. ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 17 หน้า.

อรทัย วงค์เมธา. 2558. เอกสารวิชาการการผลิตหัวพันธุ์มันฝรั่งคุณภาพของกรมวิชาการเกษตร เพื่อขอประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ 1373 กลุ่มวิจัย ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 110 น.

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

Akita, M. and Y. Ohta. 2002. A Simple Bioreactor System for Production of Storage Organs of Chlnese Yam (*Dioscorea opposita* Thumb.). Plant Biotechnology 19: 353-356.

Badoni, A. and J. S. Chauhan. 2009. Effect of Growth Regulators on Meristem-tip evelopment and in vitro Multiplication of Potato Cultivar ‘Kufri Himalini’. Nature and Science 7: 31-34.

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.

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.

Piao, X.C., D. Chakrabarty, E.J. Hahn and K.Y. Paek. 2003. A simple method for mass production of potato microtubers using a bioreactor systemCurrent Science 84: 1129-1132.

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.

Wonganu, B. 2550. Callus Induction of Beet Root for Speed up Economical Plant Production. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 17: 21-26.

Yasmin, A., A.A. Jalbani and S. Raza. 2011. Effect of growth regulators on meristem tip culture of local potato cvs Desiree and Patrones. Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sci. 27: 143-149.