



อาหารอย่างง่ายจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
เพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อม่วงเทพรัตน์และหญ้าหวาน
กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์

Simple Media from Hydroponics Nutrient Solution for Tissue Cultures of
Exacum affine Balf. f. ex Regel and *Stevia rebaudiana* Bertoni
Kittisak Chotikadachanrong

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Muang, Chiang Mai Province 50300

Corresponding author. E-mail address: kobb01@hotmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาอาหารอย่างง่ายจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อม่วงเทพรัตน์ (*Exacum affine* Balf. f. ex Regel) และหญ้าหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni) โดยการนำชิ้นส่วนข้อของม่วงเทพรัตน์ และหญ้าหวานมาเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้นจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ชื่อทางการค้า Hydrowork สูตรสำหรับผักสลัด stock A และ B ความเข้มข้นอย่างละ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารโดยการเติมน้ำยาฟอกขาว Haitec สูตรมาตรฐาน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับอาหารวุ้นสูตร MS ที่ฆ่าเชื้อโดยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ และการเติมน้ำยาฟอกขาว ทุกชุดการทดลองถูกนำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าอาหารวุ้นจากสารละลายสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน stock A และ B ความเข้มข้นอย่างละ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้พืชทั้งสองชนิดมีจำนวนยอด จำนวนใบ และความสูงของยอดมากกว่าอาหารสูตร MS ทั้งที่ฆ่าเชื้อโดยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ และการเติมน้ำยาฟอกขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นอาหารสูตรดังกล่าวจึงสามารถใช้ทดแทนอาหารวุ้นสูตร MS ได้เนื่องจากส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดีกว่า ต้นทุนถูกกว่า และขั้นตอนการเตรียมง่ายกว่า

คำสำคัญ: ไฮโดรโปนิกส์ อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช อาหารต้นทุนต่ำ

Abstract

The development of simple media from hydroponics nutrient solution for tissue cultures of *Exacum affine* Balf. f. ex Regel and *Stevia rebaudiana* Bertoni were studied. Nodal explants of *Exacum affine* and *Stevia rebaudiana* Bertoni were cultured on agar media from hydroponic solutions with two stocks A and B which has the concentration 0, 1, 2, 3, 4 and 5 ml/L associated with 30 g/L of sugar which were sterilized with 0.1 mL/L Haitec bleach standard supplementation and then compared with MS media which were sterilized with autoclave and commercial bleach. They were incubated at $25 \pm 2^\circ\text{C}$, with 16 h photoperiod for 5 weeks. It was found that 5 ml/L of each stock A and B hydroponics solution had increased shoot number, leaf number and shoot length of *Exacum affine* and *Stevia rebaudiana* Bertoni significantly higher than that of MS media ($p < 0.05$). Therefore, this modified medium can be used as a replacement for MS medium because it had positive effects on plant growth and development, low cost and simple preparation.

Keywords: hydroponic, plant tissue culture media, low cost media

บทนำ

อาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนั้นมีหลายสูตร แต่ละสูตรจะมีองค์ประกอบของอาหารแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ในการเพาะเลี้ยงพืชแต่ละชนิด สูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดคือ สูตรมูราชิเกะและสกุค (Murashige, & Skoog, 1962, pp. 473-490) หรือสูตร MS ซึ่งเป็นสูตรที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงจึงสามารถใช้ได้กับพืชหลากหลายชนิด แต่เนื่องจากการเตรียมอาหารสูตร MS มีต้นทุนในการเตรียมสูงทั้งในด้านของสารเคมี และเครื่องมือต่าง ๆ อีกทั้งยังมีขั้นตอนการเตรียมที่ซับซ้อน เนื่องจากอาหารสูตร MS นั้นประกอบด้วยสารเคมีถึง 19 ชนิดแบ่งเป็น กลุ่มของธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง วิตามิน และธาตุเหล็ก อีกทั้งสารเคมีบางชนิด เช่น $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ และ $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ใช้ปริมาณน้อยมากจึงจำเป็นต้องชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง อีกทั้งต้องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพาะเลี้ยงโดยการนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) เป็นเหตุให้เกษตรกรรายย่อย หรือผู้ที่สนใจการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่มีงบประมาณจำกัดไม่สามารถดำเนินการได้สำเร็จ ที่ผ่านมามีรายงานการศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีสูตรต่าง ๆ ทดแทนสารเคมีในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เช่น ณัฐสิทธิ์ ธนะะพิณลักษณ์, สุมนา นิระ, และสุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา (2557, น. 204-209) ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยน้ำว้าพันธุ์ก้านขาวด้วยปุ๋ยเคมีชนิด 30-20-10 ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 กรัมต่อลิตร ร่วมกับธาตุอาหารรอง วิตามินและเหล็กของอาหารสูตร MS พบว่าปุ๋ยเคมีทุกความเข้มข้นชักนำให้น้ำหนักสด ความสูงต้นอ่อน จำนวนใบ ความกว้างใบ จำนวนราก และความยาวรากไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการใช้ปุ๋ยชนิด 21-21-21 (ช้างไทยอ่อน) ความเข้มข้น 0.5, 1.5, 2.5 และ 3.5 กรัมต่อลิตร ทดแทนอาหารสูตร MS สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนของสตรอเบอรี่ในสภาพปลอดเชื้อได้ไม่แตกต่างกับอาหารสูตร MS อย่างมีนัยสำคัญทางทางสถิติ (จิราภรณ์ พิมล, สุมนา นิระ, และสุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา, 2557, น. 255-259) เป็นต้น แต่ยังไม่พบรายงานการพัฒนาสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชอย่างง่ายจากสารละลายธาตุอาหาร

สำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (hydroponics nutrient solution)

เนื่องจากปัจจุบันมีการผลิตสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจำหน่ายในรูปแบบของสารละลายเข้มข้นซึ่งหาซื้อได้ทั่วไปในท้องตลาด และมีราคาถูก อีกทั้งยังประกอบด้วยธาตุอาหารจำเป็นสำหรับการปลูกพืช ได้แก่ ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุเหล็ก เช่นเดียวกับอาหารสังเคราะห์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของหน่อก้านหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) และม่วงเทพรัตน์ (*Exacum affine* Balf. f. ex Regel) ร่วมกับเทคนิคการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารโดยการเติมน้ำยาฟอกผ้าขาวแทนการใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) (กิตติศักดิ์, โชติกเดชณรงค์, 2556, น. 34-43) เพื่อพัฒนาขั้นตอนการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชให้ง่ายขึ้นด้วยต้นทุนที่ต่ำ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างพืช

นำต้นอ่อนม่วงเทพรัตน์ (*Exacum affine* Balf. f. ex Regel) ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติม Benzyladenine (BA) ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และต้นอ่อนหน่อก้านหวาน (*Stevia rebaudiana* Bertoni.) ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีการเติมซูโครส 30 กรัมต่อลิตร ผงวุ้น 7 กรัมต่อลิตร และปรับ pH ของอาหารเป็น 5.7 เท่ากัน นำชิ้นส่วนข้อของพืชทั้งสองชนิดขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร มาทำการย้ายเลี้ยงบนอาหารสูตรเดิม ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ชุดควบคุมแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ อาหารวุ้นสูตร MS ที่เติมซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และใช้น้ำกลั่นในการปรับปริมาตร ปรับ pH เป็น 5.7 เติมผงวุ้น 7 กรัมต่อลิตร



นำไปต้มจนวุ้นละลาย แล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ส่วนชุดควบคุมอีกกลุ่ม ใช้วิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารโดยวิธีของ กิตติศักดิ์ โชติกเดชณรงค์ (2556, น. 34-43) คือ ร่อนอุณหภูมิของอาหารลดลงถึง 60 องศาเซลเซียส แล้วจึงเติมน้ำยาฟอกผ้าขาว Haiter สูตรมาตรฐาน 0.1 มิลลิลิตรต่อลิตร คนให้เข้ากัน เทใส่ขวดปิดฝา ร่อนอุณหภูมิของอาหารลดต่ำลงจนวุ้นแข็งตัว

การเตรียมอาหารวุ้นจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน คือ เติมน้ำประปาในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ประมาณ 300 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ชื่อทางการค้า Hydrowork สูตรสำหรับผักสลัด stock A และ B ความเข้มข้นเท่ากันอย่างละ 0, 1, 2, 3, 4 หรือ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร ทุกชุดการทดลองมีการเติมซูโครส 30 กรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำประปา ปรับ pH เป็น 5.7 เติมน้ำวุ้น 7 กรัมต่อลิตรเท่ากัน ก่อนนำไปต้มจนวุ้นละลาย แล้วฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารโดยวิธีของ กิตติศักดิ์ โชติกเดชณรงค์ (2556, น. 34-43)

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้น้ำยาฟอกผ้าขาว Haiter ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

นำอาหารที่เตรียมทั้งหมด 8 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 15 ขวด ไปวางบนชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่มีการให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน บันทึกจำนวนขวดอาหารที่เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทุกวัน

การศึกษามลสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อของมวงเทพรัตน์ และหน่วน้ำหวาน

ตัดชิ้นส่วนข้อในสภาพปลอดเชื้อของต้นอ่อนหน่วน้ำหวาน และมวงเทพรัตน์ที่เตรียมไว้ ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร นำชิ้นส่วนพืชแต่ละชนิดไปเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS และอาหารวุ้นจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินทั้ง 6 ความเข้มข้น รวม 8 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 15 ขวด นำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน

เป็นเวลา 5 สัปดาห์ บันทึกจำนวนยอด ความสูงของยอด และจำนวนใบต่อยอด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomize design) โดยแสดงผลการทดลองเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way ANOVA) จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษา

การใช้น้ำยาฟอกผ้าขาว Haiter เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวุ้นสูตร MS และอาหารวุ้นที่เตรียมจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินทุกความเข้มข้นให้ผลเช่นเดียวกับอาหารวุ้นสูตร MS ที่ใช้วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ คือไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารภายหลังจากนำขวดไปวางบนชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่มีการให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วัน

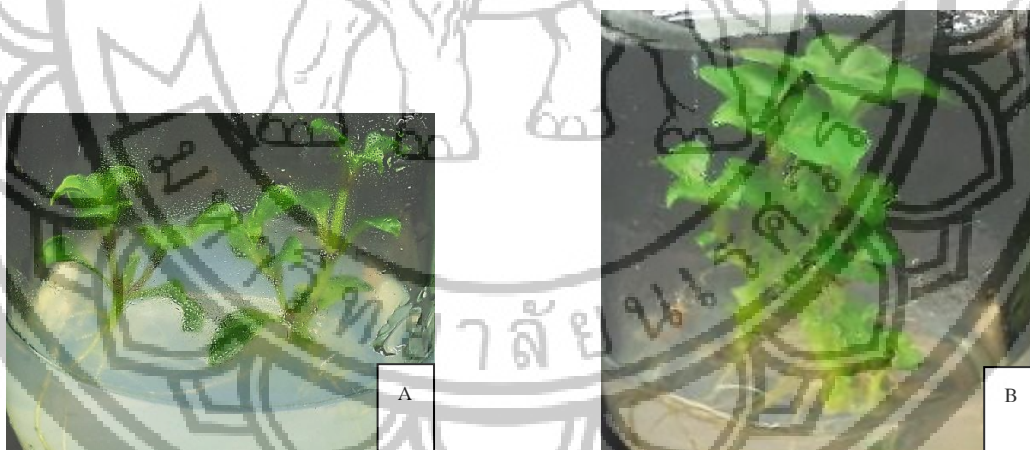
การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อของมวงเทพรัตน์ และหน่วน้ำหวานบนอาหารวุ้นสูตร MS เปรียบเทียบกับอาหารวุ้นที่เตรียมจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (อาหารสูตร Hydroponic) stock A และ B ความเข้มข้นอย่างละ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร นำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าชิ้นส่วนข้อของมวงเทพรัตน์ และหน่วน้ำหวานที่เลี้ยงในอาหารสูตร hydroponic 0 มิลลิลิตรต่อลิตรมีการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนพืชเล็กน้อยในช่วงสองสัปดาห์แรก หลังจากนั้นชิ้นส่วนพืชจะกลายเป็นสีน้ำตาล และตายในสัปดาห์ที่ 4 ในขณะที่ชิ้นส่วนข้อพืชทั้งสองชนิดที่เลี้ยงบนอาหารสูตร hydroponic 4 และ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 5 สัปดาห์สามารถชักนำให้จำนวนยอด และความสูงของยอดมากกว่าอาหารสูตร hydroponic ความเข้มข้นอื่น ๆ รวมถึงอาหารวุ้นสูตร MS ทั้งที่ฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ และ Haiter อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตาราง 1 และ 2) และยังพบว่าอาหาร

สูตร hydroponic ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดจำนวนใบต่อยอดได้มากกว่าอาหารสูตร hydroponic ความเข้มข้นอื่นๆ และอาหารรุ่นสูตร MS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 1 และ 2) นอกจากนี้ยังพบว่าลักษณะของต้นอ่อนม่วงเทอร์ตัน และหนุ่ยหวานที่ได้จากการเลี้ยงบนอาหารรุ่นสูตร MS และ hydroponic ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีรูปร่างใบปกติ ลักษณะลำต้น และใบอวบใหญ่กว่าต้นอ่อนที่เลี้ยงบนอาหารรุ่นสูตร MS อย่างชัดเจน ดังแสดงใน รูปที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 จำนวนยอดเฉลี่ย จำนวนใบเฉลี่ย และความสูงยอดเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของม่วงเทอร์ตันภายหลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารรุ่นสูตร MS และอาหารรุ่นที่เตรียมจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 5 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	จำนวนยอด (ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ)	จำนวนใบ (ใบต่อยอด)	ความสูงยอด (เซนติเมตร)
MS (autoclave)	2.30 $\pm$ 0.13 ^{cd}	4.41 $\pm$ 0.55 ^c	1.16 $\pm$ 0.80 ^c
MS (Haite)	2.44 $\pm$ 0.32 ^{cd}	4.53 $\pm$ 0.68 ^c	1.33 $\pm$ 0.65 ^c
hydroponic 0 ml/L	2.00 $\pm$ 0.37 ^d	3.99 $\pm$ 0.27 ^d	1.00 $\pm$ 0.30 ^c
hydroponic 1 ml/L	2.42 $\pm$ 0.23 ^{cd}	4.05 $\pm$ 0.27 ^{cd}	1.09 $\pm$ 0.14 ^c
hydroponic 2 ml/L	3.44 $\pm$ 0.44 ^{bc}	4.74 $\pm$ 0.44 ^b	1.64 $\pm$ 0.17 ^b
hydroponic 3 ml/L	3.80 $\pm$ 0.63 ^b	4.75 $\pm$ 0.40 ^b	2.09 $\pm$ 0.92 ^b
hydroponic 4 ml/L	5.20 $\pm$ 0.49 ^a	5.10 $\pm$ 0.37 ^b	2.20 $\pm$ 0.20 ^a
hydroponic 5 ml/L	5.78 $\pm$ 0.70 ^a	5.72 $\pm$ 0.28 ^a	2.48 $\pm$ 0.16 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันซึ่งอยู่ในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT



รูปที่ 1 ต้นอ่อนม่วงเทอร์ตันภายหลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 สัปดาห์ A: อาหารรุ่นสูตร MS B: อาหารรุ่นที่เตรียมจากสารละลายสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน stock A และ B ความเข้มข้นเท่ากันอย่างละ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 2 จำนวนยอดเฉลี่ย จำนวนใบเฉลี่ย และความสูงยอดเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของหนุ่ยหวานภายหลังการเพาะเลี้ยงบนอาหารรุ่นสูตรต่างๆ เป็นเวลา 5 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	จำนวนยอด (ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ)	จำนวนใบ (ใบต่อยอด)	ความสูงยอด (เซนติเมตร)
MS (autoclave)	1.60 $\pm$ 0.22 ^a	4.62 $\pm$ 0.74 ^{cd}	1.12 $\pm$ 0.16 ^{bc}
MS (Haite)	1.67 $\pm$ 0.33 ^a	4.74 $\pm$ 0.46 ^c	1.22 $\pm$ 0.32 ^{bc}
hydroponic 0 ml/L	1.40 $\pm$ 0.16 ^a	1.36 $\pm$ 0.07 ^c	0.42 $\pm$ 0.04 ^c



ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชุดการทดลอง	จำนวนยอด (ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ)	จำนวนใบ (ใบต่อยอด)	ความสูงยอด (เซนติเมตร)
hydroponic 1 ml/L	1.36±0.15 ^a	3.07±0.95 ^{de}	1.02±0.32 ^{bc}
hydroponic 2 ml/L	2.00±0.30 ^a	4.83±0.82 ^c	1.70±0.34 ^b
hydroponic 3 ml/L	1.60±0.19 ^a	4.35±0.73 ^{cd}	1.77±0.40 ^b
hydroponic 4 ml/L	1.90±0.10 ^a	7.63±0.38 ^b	4.70±0.30 ^a
hydroponic 5 ml/L	1.88±0.23 ^a	8.90±0.65 ^a	4.30±0.41 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันซึ่งอยู่ในสัณฐานเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT



รูปที่ 2 ต้นอ่อนหญ้าหวานภายหลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 สัปดาห์ A: อาหารวันสูตร MS B: อาหารวันที่เตรียมจากสารละลายสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน stock A และ B ความเข้มข้นอย่างละ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

สรุป และอภิปรายผลการศึกษา

การใช้น้ำยาฟอกผ้าขาว Haitei สูตรมาตรฐาน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวันที่เตรียมจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกับการใช้หม้อนึ่งความดันไอสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติศักดิ์ โชติกเดชานรงค์ (2556, น. 34-43) ซึ่งรายงานว่าการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวันสูตร MS ด้วย Haitei มีประสิทธิภาพเท่าเทียมกับการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอบอกอีกทั้งขึ้นส่วนของมวงเทพรัตน์ และหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารวันสูตร MS ทั้งที่ฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอบอก และการเติม Haitei พบว่าการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตาราง 1 และ 2) แสดงว่าเทคนิคการฆ่าเชื้อด้วย Haitei นั้นไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งสองชนิด สอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติศักดิ์ โชติกเดชานรงค์ (2556, น.

34-43) ซึ่งศึกษาการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของมวงเทพรัตน์บนอาหารวันสูตร MS ที่ผ่านฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอบอกเปรียบเทียบกับอาหารที่ฆ่าเชื้อด้วยการเติม Haitei 0.01% ในอาหารพบว่าผลการเจริญเติบโตของมวงเทพรัตน์ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การใช้สารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินความเข้มข้น stock A และ B อย่างละ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทดแทนสารเคมีในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร MS ร่วมกับซูโครส 30 กรัมต่อลิตร ปรับ pH เป็น 5.7 เติมน้ำวัน 7 กรัมต่อลิตร สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนของมวงเทพรัตน์ และหญ้าหวานได้ดีกว่าอาหารสูตร MS ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินทดแทนสารเคมีในสูตรอาหาร MS มีประสิทธิภาพในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งส่วนใหญ่มีรายงานการวิจัยว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเท่ากับอาหารวันสูตร MS เช่น การใช้ปุ๋ยชนิด 21-21-

21 (ช้างไทยออน) ทดแทนอาหารสูตร MS ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสตรอบอรี่ สามารถชักนำให้เกิดต้นอ่อนได้ไม่แตกต่างกับอาหารสูตร MS (จิราภรณ์ พิมพ์, 2557, น. 255-259) และการตัดแปลงอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกระชายดำจากปุ๋ยสูตร 30-20-10 และเครื่องดื่มชูกำลังกระเทียมแดง เอ็ม150 และผลรวมความเข้มข้น 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อลิตรภายหลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน พบว่าจำนวนยอด จำนวนใบ จำนวนราก น้ำหนักสด น้ำหนักแห้งไม่แตกต่างจากการเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (พงศยุทธ์ นวลบุญเรือง, อภิชาติ ชิตบุรี, และยุทธนา เขาสุมะรุ, 2551, น. 528-531) สาเหตุน่าจะเกิดจากปุ๋ยเคมีนั้นประกอบด้วยธาตุ N, P และ K เป็นหลัก แต่พืชมีความต้องการธาตุอาหารที่จำเป็นทั้ง ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ N, P, K, Ca, Mg, S และ ธาตุอาหารรอง ได้แก่ Zn, Fe, B, Mn, Cu, Mo และ I ซึ่งในสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินนั้นมีธาตุอาหารดังกล่าวครบถ้วนจึงส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดีกว่าปุ๋ยเคมี สอดคล้องกับการศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชไร้ดินกับพืชชนิดต่างๆ เช่น พรหมไม้ น้ำสกุลพรมมิ (อัครี เรืองเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ, 2555, น. 182-189) คენำ (มนุญ ศิริพงษ์, มาโนชญ์ ศรีสมบัติ, และยุพดี ชัยสุสันต์, 2555, น. 28-33) ผักกาดหอมพันธุ์ Red oak (เยาวพา จิระเกียรติกุล และนิสา แซ่ลิ้ม, 2552, น. 81-88) และผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คส์ฟ (วารินทร์ ใจวิเสน และดนัย บุญเกียรติ, 2550, น. 243-252; วารินทร์ ใจวิเสน และดนัย บุญเกียรติ, 2551, น. 51-57) เป็นต้น

ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าอาหารวุ้นอย่างง่ายที่เตรียมจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินความเข้มข้น stock A และ B เท่ากันอย่างละ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร มีศักยภาพสามารถทดแทนอาหารสูตร MS ได้ เนื่องจากอาหารสูตรดังกล่าวสามารถชักนำให้มวงเพชรรัตน์ และหย้าหวานมีการเจริญเติบโตสูงกว่าอาหารสูตร MS นอกจากนี้ขั้นตอนในการเตรียมอาหารสูตรดังกล่าวก็ง่ายกว่าการเตรียมอาหารสูตร MS ซึ่ง

ประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิดในปริมาณที่แตกต่างกัน และจำเป็นต้องใช้เครื่องมือราคาแพง เช่น เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง เครื่องกลั่นน้ำ และหม้อนึ่งความดันไอน้ำ เป็นต้น ในขณะที่การเตรียมอาหารวุ้นจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน นั้นใช้น้ำประปาในการเตรียมจึงไม่ต้องใช้เครื่องกลั่นน้ำ และสามารถประยุกต์ใช้ขวดตวงในการตวงน้ำตาล (2 ข้อนโต๊ะ ประมาณ 30 กรัม) และวุ้น (2 ข้อนชา ประมาณ 7 กรัม) แทนการใช้เครื่องชั่ง รวมถึงการใช้น้ำยาฟอกผ้าขาว Haiteer เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารแทนการใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ และเมื่อคำนวณงบประมาณขั้นต่ำในการลงทุนเฉพาะราคาของสารเคมี และเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมอาหารทั้งสองสูตรดังแสดงใน ตารางที่ 3 ซึ่งคำนวณราคาของสารเคมีทั้งชุดที่ต้องใช้ในการเตรียมอาหารวุ้นจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเปรียบเทียบกับอาหารสูตร MS ราคา ณ วันที่ 3 ตุลาคม 2557 มีต้นทุน 223 และ 22,149 บาท ตามลำดับ และมีต้นทุนในการเตรียมอาหารวุ้นจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินความเข้มข้น stock A และ B เท่ากันอย่างละ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร ลิตรละประมาณ 19 บาท ในขณะที่อาหารวุ้นสูตร MS มีราคาต้นทุนลิตรละ 28 บาท นอกจากนี้เมื่อรวมราคาขั้นต่ำของอุปกรณ์ และเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการเตรียมอาหารแต่ละสูตร คือ เครื่องกลั่นน้ำ เครื่องชั่ง ทศนิยม 4 ตำแหน่ง หม้อนึ่งความดันไอน้ำแบบใช้แก๊ส และขวดตวง พบว่าการเตรียมอาหารสูตร MS ต้องใช้งบประมาณในการลงทุนสูงถึง 87,149 บาท ในขณะที่อาหารวุ้นจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินความเข้มข้น stock A และ B อย่างละ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร มีราคาใช้งบประมาณในการลงทุนเพียง 237 บาท

ดังนั้น จึงควรที่จะนำอาหารสูตรดังกล่าวไปใช้ศึกษากับพืชชนิดอื่นๆ ต่อไป เพื่อพัฒนาเป็นเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชอย่างง่าย และต้นทุนต่ำต่อไปในอนาคต



ตารางที่ 3 ราคาขั้นต่ำของสารเคมี และเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมอาหารรุ่นจากสารละลายสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน และ MS

		Hydroponic		MS	
		ราคาต้นทุน (บาท)	ราคาต่อการเตรียม อาหาร 1 ลิตร (บาท)	ราคาต้นทุน (บาท)	ราคาต่อการ เตรียมอาหาร 1 ลิตร (บาท)
สารเคมี	สารเคมีตามสูตร	120	1.20	22,066	10.174
	น้ำตาล 1 kg	23	0.70	23	0.70
	วุ้น 25 g	60	17.00	60	17.00
	ไฮเดอร 600 ml	20	0.0003	-	-
รวม		223	18.9003	22,149	27.874
เครื่องมือ	หม้อนิ่งความดันไอ	-	-	10,000	-
	เครื่องกลั่นน้ำ	-	-	21,000	-
	เครื่องชั่ง	-	-	34,000	-
	ช้อนตวง	14	-	-	-
รวม		14	-	65,000	-
ราคารวม (บาท)		237	-	87,149	-

(ข้อมูลเมื่อวันที่ วันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2557)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์ โชติเดชานรงค์. (2556). ผลของน้ำยาฟอกผ้าขาวต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อม่วงเทพรัตน์. *Rajabhat Journal of Science, Humanities & Social Science*, 14(2), 34-43.

จิราภรณ์ พิมลี, สุมณา นีระ, และสุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา. (2557). ผลของปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของสตรอบอรี่ในสภาพปลอดเชื้อ. *แก่นเกษตร*, 42(3), 255-259.

ณัฐสิทธิ์ ธาระพุดลักษณะ, สุมณา นีระ, และสุภัทร อิศรางกูร ณ อยุธยา. (2557). ผลของไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมของปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วย. *แก่นเกษตร*, 42(3), 204-209.

พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง, อภิชาติ ชิตบุรี, และยุทธนา เขาสุมเร. (2551). ศักยภาพของสารทดแทนธาตุอาหารและวิตามินในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 39(3), 528-531.

มณฑล ศิริพงษ์, มาโนชญ์ ศรีสมบัติ, และยุพดี ชัยสุขสันต์. (2555). การเจริญเติบโตของผักคะน้าที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ผ่านการใช้แล้วในระบบไฮโดรพอนิกส์. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์*, 11(1), 28-33.

เยาวพา จิระเกียรติกุล และนิสา แซ่ลิ่ม. (2552). การเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์ Red Oak ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ด้วยสารละลายสูตรต่างๆ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 17(2), 81-88.



วารินทร์ ใจวิเสน และदनัย บุญยเกียรติ. (2550). คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ลิฟพร้อมปลูกที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์. *วารสารเกษตร*, 23(3), 243-252.

วารินทร์ ใจวิเสน และदनัย บุญยเกียรติ. (2551). คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊ค ลิฟที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์. *วารสารเกษตร*, 24(1), 51-57.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลหาะวิสุทธิ. (2555). ผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการต้านอนุมูลอิสระของพรรณไม้น้ำสกุลพรมมิในระบบปลูกแบบไรต์ดิน ในการประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10 (น. 182-189). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiology Plant*, 15, 473-490.

