Journal of Energy and Environment Technology ISSN 2392-5701
http://jeet.siamtechu.net Research Article

การใช้อาหารวุ้นที่ไม่นึ่งฆ่าเชื้อเพื่อประหยัดพลังงานในการขยายพันธุ์พืชโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเชิงอุตสาหกรรม

The Use of non-Autoclave Agar Media as for Energy Saving on Industrial Plant Propagation by Plant Tissue Culture Method

Received: May 16, 2025
Revise: June 28, 2025
Accepted: June 29, 2025

สุเทพ ทองแพ[1*] และเพชรรัตน์ จันทรทิณ[1]

Suthep Thongpae[1*] and Petcharat Chuntaratin[1]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีจัดการอุตสาหกรรมและพลังงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

[1]Department of Industrial and Energy Management Technology, Faculty of Science and Technology, Bangkok Thonburi University, Bangkok

**Corresponding author, E-mail :Suthep.tho@bkkthon.ac.th*

บทคัดย่อ

การขยายพันธุ์พืชในเชิงอุตสาหกรรมด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีการลงทุน ใช้แรงงานและพลังงานสูง เนื่องจากต้องใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อในการนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายโดยใช้สารฟอกขาวที่มีโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 6% เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แทนการใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ การศึกษาเริ่มจากการหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารฟอกขาวโดยใช้ความเข้มข้นของสารฟอกขาวในอาหารวุ้น 0 0.3 0.5 และ 1.0 มล./ล. แล้วเลือกความเข้มข้นที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวุ้นได้หมด เมื่อได้ความเข้มข้นของสารฟอกขาวที่เหมาะสมแล้ว ทำการศึกษาการเจริญเติบโตของพืชในอาหารวุ้นที่ใส่สารฟอกขาว โดยศึกษาการวางพักอาหารวุ้นที่ใส่สารฟอกขาวเป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มี 7 ระยะคือ 0 (ไม่มีการวางพัก) 5 10 15 20 25 และ 30 วัน เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืชที่เพาะเลี้ยงในอาหารวุ้นที่ไม่ใส่สารฟอกขาวแต่มีการนึ่งฆ่าเชื้อ การทดลองจะใช้ชิ้นส่วนยอดของบีโกเนียที่มีใบเริ่มต้น 3 ใบ ผลการทดลองพบว่า อาหารวุ้นที่ใส่สารฟอกขาวเข้มข้น 0 และ 0.3 มล./ล. มีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์เมื่อตั้งอาหารทิ้งไว้นาน 4 สัปดาห์ ส่วนอาหารวุ้นที่ใส่สารฟอกขาวความเข้มข้น 0.5 และ 1 มล./ล. ไม่มีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เลือกความเข้มข้นของสารฟอกขาว 0.5 มล./ล. เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะใช้ฆ่าเชื้อ เมื่อนำอาหารวุ้นที่ใส่สารฟอกขาวความเข้มข้นนี้ไปศึกษาระยะเวลาการวางพักอาหารวุ้นก่อนที่จะนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบีโกเนีย พบว่า การวางพักอาหารวุ้นที่ใส่สารฟอกขาวนาน 10 วัน จะทำให้บีโกเนียมีการเจริญเติบโตดีที่สุดคือ มีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด 15.00 ± 2.16 ใบ และมีความสูงยอดเฉลี่ยมากที่สุด 3.25 ± 0.28 ซม. เมื่อเทียบกับการเจริญเติบโตของ บีโกเนียในอาหารที่นึ่งฆ่าเชื้อซึ่งมีจำนวนใบเฉลี่ย 6.75 ± 1.50 ใบ และความสูงยอดเฉลี่ย 2.25 ± 0.28 ซม. แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าการใช้สารฟอกขาวใส่ลงในอาหารวุ้นเข้มข้น 0.5 มล./ล. และพักอาหารไว้ 10 วัน สามารถแทนการนึ่งฆ่าเชื้อในอาหารวุ้นได้ และจากการประเมินการประหยัดพลังงาน พบว่า การเตรียมอาหารวุ้น 200 ลิตร ถ้าไม่นึ่งฆ่าเชื้อจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 250-300 KW หรือเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายจะประมาณ 1,125-1,350 บาท ซึ่งในการใช้สารฟอกขาวแทนจะมีค่าใช้จ่ายประมาณ 3.40-5.80 บาทเท่านั้น

คำสำคัญ: สารฟอกขาว เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ประหยัดพลังงาน

ABSTRACT

According to high investment and high energy consumption on the autoclaving agar media for industrial plant propagation by plant tissue culture method, the research was done to use bleach that contains 6% of sodium hypochlorite (NaOCl) instead of using autoclaving as for energy saving. The first step of the research was done to find the appropriate concentration of bleach that can prevent microbial contamination in agar media. The bleach concentration of 0, 0.3, 0.5, and 1.0 ml/l were used. Then, the agar media with the appropriate concentration of bleach was used for the studying on the proper duration of resting before using for plant tissue culture. The resting periods were 0 (no resting), 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days compared with the autoclaving agar media as for the growth of begonia. The results of the first step showed that after 4 weeks, the microbial contamination in agar media with bleach concentration at 0 and 0.3 ml/l can be found but at 0.5 and 1.0 ml/l can not be found. Therefore, the bleach concentration at 0.5 ml/l is an appropriate concentration that was used for the studying on the proper duration of resting period. The results found that the agar media with bleach at resting period 10 days gave the best growth of begonia. The average leaf number and shoot height were 15.00 ± 2.16 and 3.25 ± 0.28 cm. respectively. Whereas, the average leaf number and shoot height from the autoclaved agar media were 6.75 ± 1.50 and 2.25 ± 0.28 cm. respectively. The growth of begonia were highly significantly different. So, the used of bleach at concentration of 0.5 ml/l and keep resting agar media for 10 days can be used instead of the autoclaving agar media. As for the estimation of energy saving on non-autoclaving, the preperation of 200 liter of agar media can save the electric power about 250-300 KW that can be calculate as the expense about 1,125-1,350 baht. While the expense on the use of bleach is about 3.40-5.80 baht.

Keywords: bleach, plant tissue culture, energy saving

1. บทนำ

ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชส่วนใหญ่จะเพาะเลี้ยงในอาหารวุ้นที่บรรจุในขวดแก้ว แล้วทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ซึ่งโดยการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายสูง โดยเริ่มจากต้องใช้ขวดแก้วและเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อซึ่งมีราคาสูงมาก มีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับไฟฟ้าหรือก๊าซที่ใช้ในการนึ่ง ผู้ที่ทำการนึ่งต้องมีความรู้เกี่ยวกับการควบคุมความร้อนและความดันในการนึ่ง นอกจากนี้การนึ่งฆ่าเชื้อแต่ละครั้งจะทำได้จำนวนจำกัดตามขนาดหม้อนึ่ง การนึ่งฆ่าเชื้อมีข้อดีตรงที่อาหารที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เมื่อปล่อยให้เย็นสามารถนำไปใช้ได้ทันที และขวดแก้วที่ใช้เพาะเลี้ยงสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่ก็ต้องนำมาล้างทำความสะอาด ซึ่งถ้าใช้แรงงานในการล้าง ก็จะมีค่าใช้จ่ายสูงและใช้เวลาในการล้างมากเช่นกัน ปัจจุบันมีรายงานการนำสารเคมีหลายชนิดที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งหรือทำลายเชื้อจุลินทรีย์ มาเติมลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแทนการนึ่งฆ่าเชื้ออาหารด้วยการใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อทำให้อาหารอยู่ในสภาพปลอดเชื้อแล้วนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จากรายงานของกิตติศักดิ์ (2556) [1] ได้มีการใช้ ไฮเตอร์ความเข้มข้น 0.5 % ใส่ลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแทนการใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ Sookruksawong (2022) [2] รายงานการใช้ไฮเตอร์ที่ระดับความเข้มข้น 2,4 และ 6 มล./ล. ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันเหน็บ ไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ Cardoso และ Imthurn (2018) [3] ใช้คลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) ความเข้มข้น 0.0035-0.0105% สามารถกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพาะเลี้ยงเยอบีร่าได้ ชนากานต์และคณะ (2566) [4] ศึกษาประสิทธิภาพของสารกันเสียและโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในการฆ่าเชื้อในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบูเซปฟาแลนดร้า ซึ่งเป็นไม้น้ำชนิดหนึ่งพบว่า สารกันเสียมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในขณะที่โซเดียมไฮโปคลอไรท์ 0.10-0.50% มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ ราฮีมา และคณะ (2564) [5] นุชรัฐ และคณะ (2565) [6] พบว่า การเติม Haiter® 0.5 มล./ล. ลงในอาหารเพาะเลี้ยงต้นอ่อนฟิโลเดนดรอน “เชอร์รี่เรด” ส่งผลให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตสูงที่สุด นอกจากนี้ยังมีสารกลุ่ม plant preservative mixture (PPM) ซึ่งเป็นสารที่สามารถควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น เชื้อราและแบคทีเรียในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช โดยใน PPM ประกอบไปด้วยสารหลายชนิด คือ

5-chloro 2-methyl 3 (2H) isothiazolone, 2-methyl-3 (2H) isothiazolone, magnesium chloride, magnesium nitrate, potassium sorbate และsodium benzoateisothia แต่สาร PPM มีราคาค่อนข้างสูง (ชนากานต์และคณะ,2566) [4]

ดังนั้นเพื่อให้การเตรียมอาหารวุ้นในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเชิงอุตสาหกรรมทำได้สะดวก รวดเร็วและเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย จากการไม่ใช้พลังงานจึงเริ่มมีการใช้วิธีที่ไม่ต้องนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ แต่จะใช้สารที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี สารที่มีจำหน่ายทั่วไปและมีราคาไม่แพง ได้แก่ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Sodium hypochlorite : NaOCl) ซึ่งสารนี้มีการผลิตในรูปสินค้าหลายชนิด เช่น ไฮเตอร์ คลอร็อกซ์ มาร์วิน โปรแมกซ์ เป็นต้น (กรมอนามัย, มปป., 2567) [7] ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้ผลิตภัณฑ์สารฟอกขาวไฮเตอร์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการใช้สารฟอกขาวเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวุ้นแทนการนึ่งอาหารในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

3. ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาความเข้มข้นของสารฟอกขาวที่เหมาะสมที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวุ้นรวมทั้งศึกษาระยะเวลาในการวางพักอาหารวุ้นที่เติมสารฟอกขาวลงไป ก่อนที่จะนำอาหารวุ้นไปใช้เพาะลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อให้ทราบระยะเวลาในการวางพักอาหารวุ้นที่เหมาะสมที่จะทำให้เนื้อเยื่อพืชมีการเจริญเติบโตดีที่สุด ทั้งนี้จะใช้เนื้อเยื่อส่วนยอดของ บีโกเนียที่มีใบ 3 ใบ เป็นพืชทดลอง

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเตรียมตัวอย่างพืช

ตัวอย่างพืชที่ใช้ในการทดลอง คือ บีโกเนียที่เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ นำมาขยายพันธุ์ในอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) [8] ที่เติม BA 0.2 mg/l เพื่อเพิ่มจำนวนต้นสำหรับใช้ในการทดลอง

4.2 ศึกษาการใช้สารฟอกขาวในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวุ้นแทนการนึ่งฆ่าเชื้อ

การศึกษาแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนย่อยคือ

ขั้นตอนที่ 1: ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารฟอกขาวในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ทำโดยเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่ใส่สารฟอกขาวความเข้มข้น 4 ระดับคือ 0 0.3 0.5 และ 1 มล./ล. ตามวิธีการของกิตติศักดิ์(2556) [1] หลังจากนั้นวางทิ้งไว้และสังเกตุว่ามีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารที่ใส่สารฟอกขาวความเข้มข้นต่าง ๆดังกล่าวหรือไม่ บันทึกผลทุกสัปดาห์ เมื่อครบ 4 สัปดาห์จะได้อาหารที่ใส่สารฟอกขาวเข้มข้นต่ำสุดที่ไม่มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ

ขั้นตอนที่ 2: ศึกษาการเจริญเติบโตของบีโกเนียในอาหารที่ใส่สารฟอกขาวความเข้มข้นที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนแรก โดยศึกษาการเจริญเติบโตในอาหารที่ใส่สารฟอกขาวแล้ววางพักไว้เป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบีโกเนีย 7 ระยะคือ 0 (ไม่มีการวางพัก) 5 10 15 20 25 และ 30 วัน เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตของบีโกเนียที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่ไม่ใส่สารฟอกขาวแต่มีการนึ่งฆ่าเชื้อ การทดลองจะใช้ชิ้นส่วนยอดของบีโกเนียที่มีใบเริ่มต้น 3 ใบ เก็บข้อมูลความสูงของยอด และจำนวนใบ หลังจากเพาะเลี้ยงไว้ครบ 2 เดือน ในสภาพห้องที่มีอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส แสง 3000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน การทดลองวางแผนแบบ Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้โปรแกรม SPSS

4.3 การประเมินการประหยัดพลังงาน

การประเมินการประหยัดพลังงาน จะจำกัดขอบเขตเฉพาะเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่มีความจุในการนึ่งอาหารวุ้นครั้งละประมาณ 2 ลิตร ใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อแบบนี้มีการผลิตหลายยี่ห้อ และใช้ไฟฟ้ามากน้อยแตกต่างกันบ้าง นอกจากนี้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ยังขึ้นกับระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่งฆ่าเชื้อแต่ละครั้งด้วย สำหรับกรณีที่ไม่มีการนึ่งฆ่าเชื้อก็จะไม่มีการใช้พลังงานในส่วนนี้ แต่จะมีค่าใช้จ่ายจากการใช้สารในการฆ่าเชื้อแทน

5. ผลการวิจัย

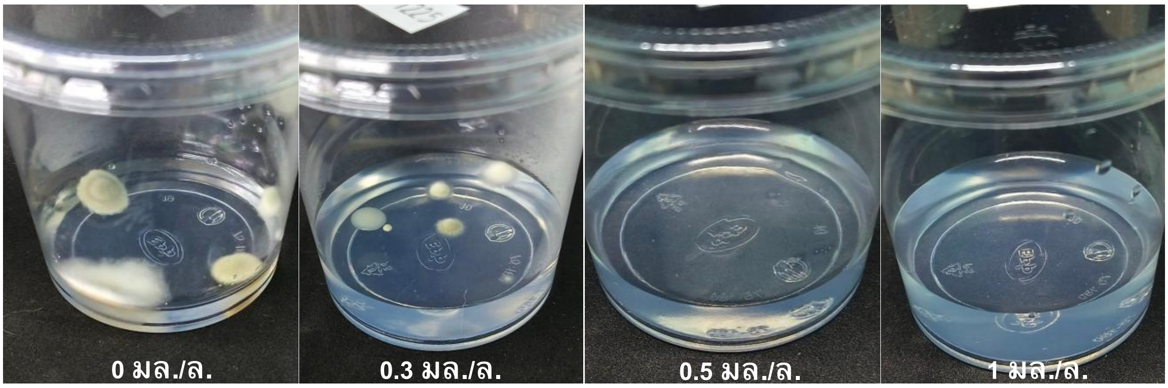
5.1 ศึกษาการใช้สารฟอกขาวในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวุ้นแทนการนึ่งฆ่าเชื้อ

การศึกษาในขั้นตอนที่ 1: ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารฟอกขาวในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ผลการ ทดลองพบว่า ในภาชนะที่ใส่อาหารวุ้นที่เติมสารฟอกขาวเข้มข้น 0 และ 0.3 มล./ล. เมื่อวางภาชนะทิ้งไว้ 4 สัปดาห์ จะมีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ในภาชนะที่ใส่อาหารวุ้นที่เติมสารฟอกขาวเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มล./ล. ไม่มีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ แสดงว่าความเข้มข้นของสารฟอกขาวระดับ 0.5 และ 1.0 มล./ล. สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงเลือกการใช้สารฟอกขาวระดับ 0.5 มล./ล. เป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อ ส่วนที่ระดับ 1.0 มล./ล. แม้จะสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด แต่ความเข้มข้นของสารฟอกขาวจะสูงเกินพอดี ซึ่งถ้านำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สารฟอกขาวส่วนเกินจะไปทำลายเนื้อเยื่อพืช ผลการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารวุ้นที่เติมสารฟอกขาวความเข้มข้นระดับต่าง ๆ แสดงในรูปที่ 1

การศึกษาในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งศึกษาการเจริญเติบโตของบีโกเนียในอาหารที่ใส่สารฟอกขาวเข้มข้น 0.5 มล./ล.แล้ววางพักไว้เป็นระยะเวลาต่าง ๆ 7 ระยะคือ 0 (ไม่มีการพัก) 5 10 15 20 25 และ 30 วัน ก่อนที่จะนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบีโกเนียเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อบีโกเนียที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่ไม่ใส่สารฟอกขาวแต่มีการนึ่งฆ่าเชื้อแทน ผลการทดลองพบว่า การวางพักอาหารเป็นเวลา 5 10 และ 15 วัน เนื้อเยื่อบีโกเนียมีการเจริญเติบโตดีกว่าการเพาะเลี้ยงบีโกเนียในอาหารที่นึ่งฆ่าเชื้อ โดยการวางพักอาหารเป็นเวลา 10 วันจะทำให้บีโกเนียมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีจำนวนใบเฉลี่ย 15.00 ± 2.16 ใบ และมีความสูงยอดเฉลี่ย 3.25 ± 0.28 ซม. ซึ่งมีความแตกต่างจากการเพาะเลี้ยงในตำรับอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 1 รูปที่ 2 และ 3

5.2 การประเมินการประหยัดพลังงาน

เนื่องจากเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่มีจำหน่ายทั่ว ๆไป จะมีความแตกต่างกันที่ความจุ ชนิดของพลังงานที่ใช้ (ก๊าซหรือไฟฟ้า) ระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่ง เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะยกตัวอย่างการประเมินการใช้เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อที่มีความจุประมาณ 2 ลิตร ใช้พลังไฟฟ้า ซึ่งเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อประเภทนี้ ส่วนใหญ่จะใช้ไฟฟ้า (Power consumption) ประมาณ 2.5- 3.0 KW การนึ่งฆ่าเชื้อแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะอยู่ในช่วง 2.5-3.0 KWh ถ้ากำหนดให้ค่าไฟฟ้ามีราคาเท่ากับ 4.5 บาท/KWh ดังนั้นการนึ่งฆ่าเชื้อแต่ละครั้ง (ได้อาหาร 2 ลิตร) จะมีค่าใช้จ่ายเป็นเงินประมาณ 11.25-13.50 บาท ซึ่งถ้าไม่มีการนึ่งฆ่าเชื้อก็จะไม่มีการใช้พลังงานและไม่มีค่าไฟฟ้า แต่จะมีค่าใช้จ่ายในการใช้สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งก็จะแตกต่างกันตามชนิดของสาร ขนาดบรรจุและสถานที่จำหน่าย จากการสำรวจราคาสารฟอกขาวไฮเตอร์ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2568 ที่ห้างโลตัสพบว่า ขนาดบรรจุ 600 มล. มีราคา 35 บาท ส่วนขนาดบรรจุ 2,500 มล. มีราคา 85 บาท ซึ่งถ้าคำนวณปริมาณสารฟอกขาวชนิดนี้ในการเตรียมอาหารวุ้น 2 ลิตร จะใช้สารนี้เพียง 0.5 มล./ล. x 2 เท่ากับ 1 มล. เมื่อคิดเป็นเงินจะได้ประมาณ 0.0340-0.0583 บาท ซึ่งเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายในการใช้สารฟอกขาวจะมีมูลค่าเพียง 0.30 - 0.43% ของค่าไฟฟ้า จะเห็นว่าในสถานประกอบการขยายพันธุ์พืชโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ถ้ามีการเตรียมอาหารวันละ 200 ลิตร ก็จะใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าประมาณ 250-300 KW คิดเป็นค่าไฟฟ้าประมาณ 1,125- 1,350 บาท ซึ่งถ้าไม่มีการนึ่งฆ่าเชื้อจะประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายส่วนนี้ โดยจะจ่ายค่าสารฟอกขาวเป็นเงินประมาณ 3.40-5.80 บาทเท่านั้น

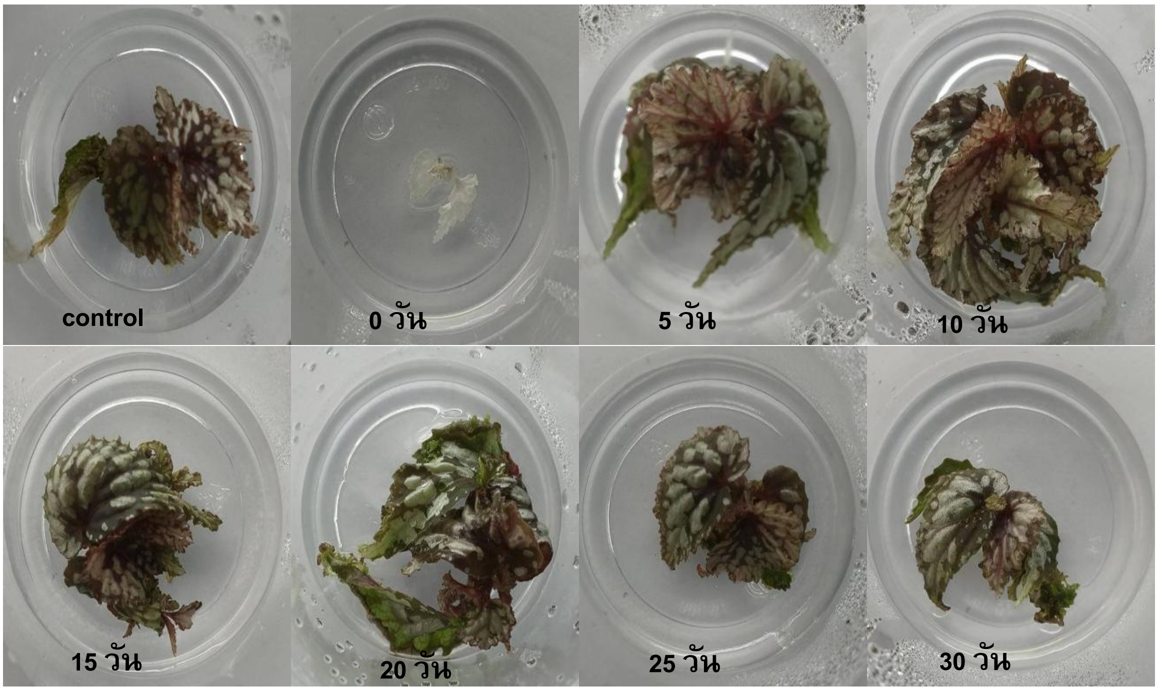


รูปที่ 1 แสดงการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารที่เติมสารฟอกขาวความเข้มข้น 0 0.3 0.5 และ 1 มล./ล.

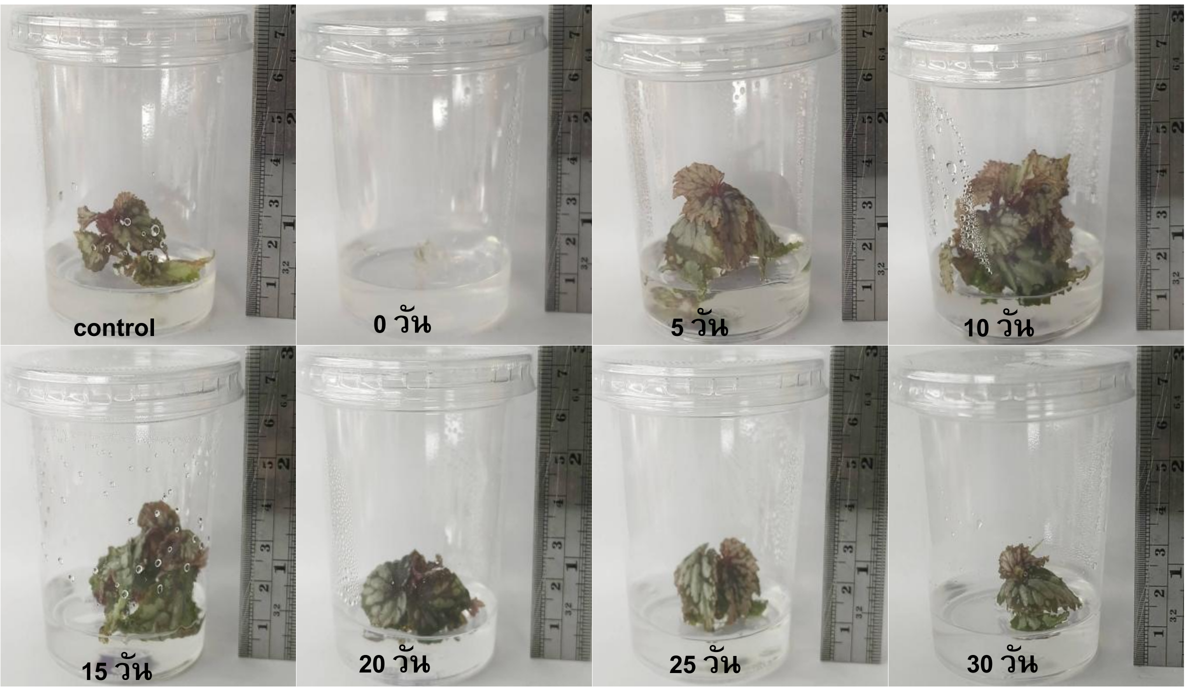
ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยจำนวนใบ และความสูงของยอด (ซม.) ภายหลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนที่เป็นยอดของบีโกเนียเป็นระยะเวลา 2 เดือน บนอาหารที่ใส่สารฟอกขาว 0.5 มล./ล. ที่มีการพักอาหารก่อนใช้เป็นเวลา 0 5 10 15 20 25 และ 30 วัน เปรียบเทียบกับอาหารที่นึ่งฆ่าเชื้อ

Treatments	จำนวนใบ	ความสูงยอด (cm.)
1.อาหารนึ่งฆ่าเชื้อ	6.75±1.50cd	2.25±0.28bc
2.อาหารวุ้นใส่สารฟอกขาว ไม่พักอาหาร (0 วัน)	4.25±0.96e	1.50±0.41d
3.อาหารวุ้นใส่สารฟอกขาว พักอาหารก่อนใช้ 5 วัน	9.25±1.50b	2.50±0.41b
4.อาหารวุ้นใส่สารฟอกขาว พักอาหารก่อนใช้ 10 วัน	15.00±2.16a	3.25±0.28a
5.อาหารวุ้นใส่สารฟอกขาว พักอาหารก่อนใช้ 15 วัน	8.50±1.29bc	1.87±0.25cd
6.อาหารวุ้นใส่สารฟอกขาว พักอาหารก่อนใช้ 20 วัน	6.75±0.50cd	1.87±0.47cd
7.อาหารวุ้นใส่สารฟอกขาว พักอาหารก่อนใช้ 25 วัน	5.50±0.58de	2.0±0.0bcd
8.อาหารวุ้นใส่สารฟอกขาว พักอาหารก่อนใช้ 30 วัน	5.25±0.50de	1.87±0.25cd
F-test	**	**
%CV	44.57	27.10

Means follow by different letters in the same column are significantly difference (P<0.05) by DMRT



รูปที่ 2 การเจริญเติบโตจากเนื้อเยื่อยอดของบีโกเนียบนอาหารวุ้นที่ฆ่าเชื้อโดยเติมสารฟอกขาวเข้มข้น 0.5 มล./ล. ที่มีการพักอาหารก่อนใช้เป็นเวลา 0 5 10 15 20 25 และ 30 วัน เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตในอาหารนึ่งฆ่าเชื้อภายหลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นระยะเวลา 2 เดือน



รูปที่ 3 แสดงความสูง (ซม.) ของยอดบีโกเนียบนอาหารวุ้นที่ฆ่าเชื้อโดยเติมสารฟอกขาวเข้มข้น 0.5 มล./ล. ที่มีการพักอาหารก่อนใช้เป็นเวลา 0 5 10 15 20 25 และ 30 วัน เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตในอาหารนึ่งฆ่าเชื้อภายหลังการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นระยะเวลา 2 เดือน

6. อภิปรายผล

จากการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารฟอกขาวในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารวุ้นซึ่งพบว่า ความเข้มข้นของสารฟอกขาว 0 และ 0.3 มล./ล. ไม่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หมด ยังมีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้บ้างทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณของสารฟอกขาวที่มีสารโซเดียมไฮโปคลอไรท์มีปริมาณน้อยเกินไป ซึ่งโซเดียมไฮโปคลอไรท์จะเป็นตัวปลดปล่อย active chlorine เข้าไปทำลายโปรตีนของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ถูกทำลาย (นุชรัฐและคณะ, 2565) [6] เมื่อปริมาณสารนี้มีน้อยก็ไม่เพียงพอที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้หมด ทำให้ยังมีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้บ้าง ส่วนที่มีความเข้มข้นของสารฟอกขาว 0.5 และ 1.0 มล,/ล. นั้น แสดงว่า มีปริมาณของสารโซเดียมไฮโปคลอไรท์มากพอที่จะปลดปล่อย active chlorine ออกมาทำลายโปรตีนของเยื่อหุ้มเซลล์ได้หมด ทำให้จุลินทรีย์ถูกฆ่าตายทั้งหมด อย่างไรก็ตาม การใช้ความเข้มข้นของสารฟอกขาว 1.0 มล./ล. น่าจะมากเกินไป ซึ่งจะทำให้ไปทำลายเซลล์ของเนื้อเยื่อพืชได้ ถ้านำอาหารวุ้นที่มีสารฟอกขาวเข้มข้นขนาดนี้ไปทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดังนั้นจึงเลือกใช้อาหารวุ้นที่มีความเข้มข้นของสารฟอกขาว 0.5 มล./ล.

ในการทดลองการเจริญเติบโตของบีโกเนียในอาหารวุ้นที่ใส่สารฟอกขาวเข้มข้น 0.5 มล./ล. แล้ววางพักไว้เป็นระยะเวลาต่าง ๆ ก่อนนำไปเพาะเลี้ยงบีโกเนีย เปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงบีโกเนียในอาหารที่ไม่ใส่สารฟอกขาวแต่มีการนึ่งฆ่าเชื้อ ซึ่งพบว่า อาหารวุ้นที่ใส่สารฟอกขาวแล้วนำไปเพาะเลี้ยงบีโกเนียทันทีโดยไม่มีการวางพัก บีโกเนียจะมีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะเนื้อเยื่อของบีโกเนียบางส่วนจะถูกทำลายโดย active chlorine เช่นเดียวกับเซลล์จุลินทรีย์ แต่เมื่อวานพักไว้ 5 10 และ 15 วัน จะทำให้การเจริญเติบโตของบีโกเนียดีขึ้นเพราะ active chlorine ที่ถูกปลดปล่อยออกมาได้ถูกใช้ในการทำลายเซลล์จุลินทรีย์ในอาหารรวมทั้งน่าจะเข้าไปทำลายสารอินทรีย์ที่เป็นวุ้นบางส่วนด้วย

นอกจากปริมาณ active chlorine จะมีผลต่อการทำลายเซลล์จุลินทรีย์และเนื้อเยื่อพืชบางส่วนแล้ว โซเดียมไฮโปคลอไรท์ในสารฟอกขาวซึ่งมีโซเดียมเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย จะมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของอาหารวุ้นเปลี่ยนแปลงด้วย โดยทั่วไปอาหารวุ้นที่ใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ที่มีสภาพเป็นกรดปานกลาง (pH~5.6) ซึ่งเป็นสภาวะที่ธาตุอาหารในอาหารส่วนใหญ่จะอยู่ในสภาพที่พืชดูดใช้ได้ดี (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2544) [9] เมื่อวางพักอาหารที่ใส่สารฟอกขาวนานขึ้น โซเดียมไฮโปคลอไรท์ในสารฟอกขาวจะค่อยๆทำให้ pH ของอาหารวุ้นสูงขึ้นจนสุดท้ายจะมีสภาพเป็นด่าง (Estrela *etal*., 2002) [10] ส่งผลให้ธาตุอาหารหลายธาตุในอาหารวุ้นเปลี่ยนรูป ทำให้พืชดูดใช้ได้น้อยลง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการวางพักอาหารไว้นาน 25 และ 30 วันก่อนที่จะนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบีโกเนีย จะทำให้การเจริญเติบโตของบีโกเนียลดลง ทั้งๆที่ในช่วงนี้อิทธิพลของ active chlorine น่าจะมีน้อยหรือไม่มีแล้ว ที่เป็นเช่นนี้น่าจะ เป็นเพราะเนื้อเยื่อบีโกเนียดูดใช้อาหารได้น้อย การพักอาหารวุ้นหลังใส่สารฟอกขาวนาน 10 วัน ทำให้บีโกเนียมีการเจริญเติบโตดีที่สุดเพราะในช่วงนี้ปริมาณ active chlorine น่าจะเหลือน้อยมากหรือไม่มีแล้ว ประกอบกับ pH ของอาหารวุ้นน่าจะถูกปรับให้สูงขึ้นอยู่ในระดับที่เป็นกรดอ่อนๆ ซึ่งส่งเสริมให้บีโกเนียมีการดูดกินธาตุอาหารต่างๆในอาหารวุ้นได้ดี

สำหรับการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อบีโกเนียในอาหารวุ้นที่มีการนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าอาหารที่ใส่สารฟอกขาวและวางพักไว้ 5 10 และ 15 วัน น่าจะเป็นเพราะการนึ่งอาหาร ใช้ความร้อนสูงมากถึง 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ซึ่งจะมีผลทำให้ฮอร์โมนส่งเสริมการเจริญเติบโตในอาหารวุ้นสลายตัวหายไปบางส่วน รวมทั้งทำให้ธาตุอาหารบางธาตุเปลี่ยนรูปมีผลทำให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารได้น้อยลงด้วย (Cardoso and Imthurn ,2018) [3]

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองใช้อาหารวุ้นที่ไม่นึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ แต่ใช้สารฟอกขาวในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แทนในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบีโกเนียนั้น ถ้ามีการใช้สารฟอกขาวอย่างเหมาะสม ซึ่งในที่นี้จะใช้ปริมาณสารฟอกขาวเข้มข้น 0.5 มล./ล. และวางพักอาหารวุ้นไว้ประมาณ 10 วัน ก่อนที่จะนำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบีโกเนีย จะทำให้การเจริญเติบโตของบีโกเนียดีกว่าการเพาะเลี้ยงในอาหารวุ้นที่นึ่งฆ่าเชื้อ แต่ถ้านำอาหารวุ้นที่ใส่สารฟอกขาวไปทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ บีโกเนียทันทีโดยไม่มีการพักทิ้งไว้ หรือพักทิ้งไว้นานเกินไป ก็จะทำให้การเจริญเติบโตของบีโกเนียน้อยกว่าการเพาะเลี้ยงในอาหารวุ้นที่นึ่งฆ่า

เชื้อ ดังนั้นการใส่สารฟอกขาวในการฆ่าเชื้อแทนการนึ่งอาหาร สามารถทำได้โดยมีการจัดการที่เหมาะสม ซึ่งจะมีผลทำให้ประหยัดพลังงานและลดต้นทุนในการขยายพันธุ์พืชในเชิงอุตสาหกรรมมาก อย่างไรก็ตาม ในการที่จะใช้สารชนิดอื่นในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ หรือทำการขยายพันธุ์พืชชนิดอื่น ควรจะได้มีการทดสอบก่อน เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถใช้ทดแทนการนึ่งฆ่าเชื้อได้ ซึ่งก็จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานในการนึ่งฆ่าเชื้อได้เช่นกัน

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากงบประมาณกองทุนส่งเสริมงานวิจัยปี 2567 จากสำนักวิจัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ในการจัดทำงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.บังอร เบ็ญจาธิกุล อธิการบดีมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ที่ได้มีนโยบายในการพัฒนาบุคลากรอาจารย์ในมหาวิทยาลัยโดยสนับสนุนอนุมัติงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจและนำใช้ประโยชน์ในงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

9. เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์. (2558). ผลของน้ำยาฟอกผ้าขาวต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อม่วงเทพรัตน์. *Rajabhat Journal of Science, Humanities & Social Science*, 14 (2), 34-43.

[2] S.Sookruksawong. (2022). Sterilization and low-cost tissue culture techniques of Dioscorea bulbifera. *Science Technology and Social Sciences Procedia*, (4), rspg014.

[3] J.C.Cardoso, and A. C. P., Imthurn. (2018). Easy and efficient chemical sterilization of the culture medium for in vitro growth of gerbera using chlorine dioxide (ClO_2). *Ornamental Horticulture*, 24(3), 218-224.

[4] ชนากานต์ ลักษณะ, ยุพา เพ็งสา และ อรสุรางค์ โสภิพันธ์. (2566). การศึกษาประสิทธิภาพของสารกันเสียและโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อไม้น้ำบูเซปฟาแลนดร้า.*วารสารวิชาการ มทร. สุวรรณภูมิ*, 11(1), 57-66.

[5] ราฮีมา วาแมดีซา, บักเร็น อาลี, นุร์ซานีซา เจะดาโอะ และศุภณัฏฐ์ กาญจนวัฒนาวงศ์. (2564). การใช้สารเคมีฆ่าเชื้อเติมในอาหารสูตร MS เพื่อเพาะเลี้ยงฟิโลเดนดรอน “รวยทรัพย์” ใน สภาพปลอดเชื้อ. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 13(1), 377-387.

[6] นุชรัฐ บาลลา, ณัฐพงค์ จันจุฬา, ธิติพัฒน์ วีเปลี่ยน, บุณฑริกา นันทา, นฤตยา นันยา, สุรกานต์ โพธิ์แก้ว, กันยารัตน์ วันนา และศิริญยา คาซิมา. (2565). กรรมวิธีในการฆ่าเชื้ออาหารสูตร MS สำเร็จรูป เพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงฟิโลเดนดรอน “เชอร์รี่เรด” ใน สภาพปลอดเชื้อ. *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 41(1), 119-129.

[7] กรมอนามัย, มปป. (2567). คำแนะนำในการทำความสะอาด ทำลายและฆ่าเชื้อโรคในสถานการณ์การระบาดของ โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://covid 19. Anamai.moph.go.th

[8] T. Murashige, and F. Skoog. (1962). A revised medium for rapid growth and bio-assay with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497.

[9] คณาจารย์ปฐพีวิทยา. (2544). ดินกรด ดินด่าง ดินเกลือ. *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพ 10900. หน้า 186-199.

[10] C. Estrela, C.R.A. Estrela, E. L. Barbin, J.C.E. Spanó, M. A. Marchesan, and J. D. Pécora. (2002). Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*,13(2), 113-117.