

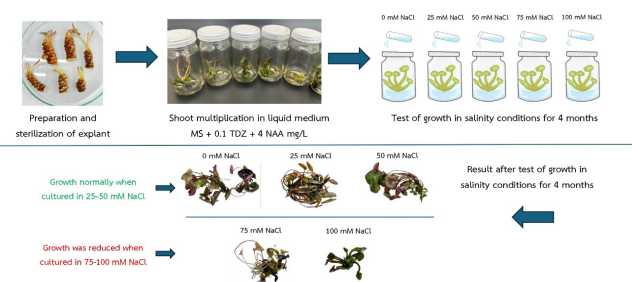


## อิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของบัววันวิสาข์ในสภาพปลอดเชื้อ

Influence of NaCl on Growth of *Nymphaea* 'Wanwisa' in *in vitro* Cultureกฤตตินกานต์ ทองมา<sup>1\*</sup>, สุภาภรณ์ เอี่ยมแข่ง<sup>1</sup>, รุศมา มฤปดี<sup>1</sup>, ณ. นพชัย ชาญศิลป์<sup>2</sup><sup>1</sup>สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110<sup>2</sup>สถาบันบัวราชชมงคลตะวันออก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110Krittinnakan Thongma<sup>1\*</sup>, Supaporn leamkheng<sup>1</sup>, Rusama Marubodee<sup>1</sup>, N. Nopchai Chansilpa<sup>2</sup><sup>1</sup>Crop Production Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi 20110<sup>2</sup>Rajamangala Tawan-ok Waterlily Institute, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi 20110

Received 7 April 2025; Received in revised 27 May 2025; Accepted 4 June 2025

## GRAPHICAL ABSTRACT



## ABSTRACT

The effect of sodium chloride on the growth of *Nymphaea* 'Wanwisa' under sterile conditions for the selection of salt-tolerant lines was studied. Shoot fragments of *Nymphaea* 'Wanwisa' were cultured in MS liquid medium supplemented with 0.1 mg/L TDZ, 4 mg/L NAA, and sodium chloride at concentrations of 0, 25, 50, 75, and 100 mM. The experiment was arranged in a completely randomized design with 5 treatments and 8 replications each, and the cultures were maintained under sterile conditions for 4 months. The results showed that shoots of *Nymphaea* 'Wanwisa' grew well in the media supplemented with 25

and 50 mM sodium chloride, with no significant differences compared to the control medium without sodium chloride. Shoot growth was significantly reduced ( $P < 0.05$ ) when cultured in media containing 75 and 100 mM sodium chloride. These findings indicate that the shoots can grow normally in media supplemented with up to 50 mM sodium chloride, suggesting a tendency toward salt tolerance. Therefore, the results from this experiment provide a guideline for future development and production of salt-tolerant *Nymphaea* 'Wanwisa' under sterile conditions.

## คำสำคัญ

บัววันวิสาข์;  
การทอนเค็ม;  
การเจริญเติบโต;  
เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

## Keywords

*Nymphaea* 'Wanwisa';  
Salt tolerance; Growth;  
Tissue culture

## บทคัดย่อ

การศึกษอิทธิพลของโซเดียมคลอไรด์ต่อการเจริญเติบโตของบัววันวิสาข์ในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อนำไปสู่การคัดเลือกบัววันวิสาข์ทนเค็ม โดยนำชิ้นส่วนยอดของบัววันวิสาข์เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS, TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และผสมโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 25, 50, 75 และ 100 มิลลิโมลาร์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์) แบ่งเป็น 5 ทรีตเมนต์ จำนวน 8 ซ้ำ เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 4 เดือน จากการทดลอง พบว่า ยอดบัววันวิสาข์ที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่เติมโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 25-50 มิลลิโมลาร์ มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับต้นที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมโซเดียมคลอไรด์ นอกจากนี้ ยอดบัววันวิสาข์ยังมีการเจริญเติบโตลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารที่เติมโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 75 และ 100 มิลลิโมลาร์ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ยอดบัววันวิสาข์สามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารที่เติมโซเดียมคลอไรด์ได้ถึง 50 มิลลิโมลาร์ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะทนเค็มได้ ดังนั้น ผลที่ได้จากการทดลองนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาและผลิตจำนวนต้นพันธุ์บัววันวิสาข์ที่สามารถทนเค็มได้ในอนาคต

\*ผู้รับผิดชอบบทความ: krittinnakan\_th@rmutto.ac.th

DOI: 10.14456/tstj.2025.42

## 1. บทนำ

ปัญหาดินเค็มเป็นปัญหาหนึ่งที่จำกัดผลผลิตทางการเกษตรในพื้นที่แถบชายฝั่งทะเลภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ของประเทศไทย [1] ซึ่งมักจะประสบปัญหาพื้นที่ดินเค็มและน้ำทะเลหนุนรุกเข้าพื้นที่การเกษตร หรือแม้แต่การปรับพื้นที่เพื่อใช้ในการประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม เช่น การทำบ่อเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น ส่งผลให้พื้นที่ทางการเกษตรเกิดความเสียหายและถูกทิ้งให้รกร้าง ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ พื้นที่ที่มีระดับความเค็มค่อนข้างสูงจะส่งผลเสียต่อพืชปลูก ทำให้พืชเกิดการสะสมของไอออนที่เป็นพิษ เช่น  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  ในส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ มีผลทำให้ค่าความศักย์ของน้ำ (Water potential) ลดลง ก่อให้เกิดความเครียดออกซิเดติก พืชจึงทำการดูดน้ำได้ยากขึ้น เกิดการยับยั้งการสังเคราะห์แสงซึ่งมีสาเหตุมาจากการลดลงของพื้นที่ปากใบทำให้การเจริญเติบโตของพืชจึงลดลง [2] ในขณะเดียวกันยังมีพืชบางชนิดจะมีกลไกการทนเค็มเพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในสภาวะที่เป็นความเค็มได้อย่างเหมาะสม ตัวอย่างเช่น การห่อใบเพื่อลดการคายน้ำทางปากใบ สีของใบเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีคลอโรฟิลล์มากและมีสารเคลือบใบหนาเพื่อลดการสูญเสียน้ำ เป็นต้น [3] ดังนั้น วิธีที่จะสามารถฟื้นฟูพื้นที่รกร้างดังกล่าวให้เกิดประโยชน์ จำเป็นที่จะต้องหาพืชที่มีความสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีสภาพดินเค็ม และมีแนวโน้มที่จะเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ประสบปัญหาได้เพาะปลูกเพื่อสร้างอาชีพและมีรายได้เกิดขึ้น

บัวสายงาม เป็นไม้ดอกไม้ประดับเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีมูลค่าการส่งออกและอัตราการขยายตัวที่มีมูลค่าการส่งออกต่างประเทศ สูงถึง 1 ใน 15 อันดับ ของพรรณไม้เศรษฐกิจของประเทศไทย [4] บัววันวิสาข์ (*Nymphaea* 'Wanwisa') จัดเป็นบัวสายงามอีกสายพันธุ์หนึ่ง อยู่ในสกุลย่อยบัวฝรั่ง หรือ *Nymphaea* เป็นผลงานการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์

และคัดเลือกพันธุ์บัวของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณพชัย ชาญศิลป์ เมื่อปี พ.ศ. 2549 [5] บัววันวิสาข์เป็นบัวที่เกิดจากการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติทำให้มีลักษณะที่แปลกแตกต่างจากบัวชนิดอื่นในสกุลเดียวกัน ลักษณะเด่นที่สำคัญของบัววันวิสาข์คือ ใบมีสีน้ำตาลแดงเกือบทั่วทั้งใบและมีจุดสีเขียวสดใสเป็นหย่อมๆ สีของดอกเป็นสีแสดมีขีดหรือมีกระสีเหลืองถึงขาวกระจายอยู่อย่างมีระเบียบทั่วทุกกลีบดอก นับเป็นครั้งแรกของบัวฝรั่งในโลกที่มีจุดเด่นในการกระจายตัวของสีดอก ประกอบกับบัวสายพันธุ์นี้ยังเคยได้รับรางวัลชนะเลิศในการประกวดบัวลูกผสมใหม่ประเภทบัวฝรั่ง ซึ่งจัดประกวดโดย The International Waterlily and Water Gardening Society 2010 จึงนับเป็นบัวที่มีชื่อเสียงระดับโลก และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจทั้งตลาดบัวในประเทศไทยและต่างประเทศ จากลักษณะเด่นในด้านความสวยงามที่มีลักษณะเฉพาะตัว บัวสายพันธุ์นี้มีอัตราการขยายพันธุ์ค่อนข้างสูง รวมถึงมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมและศัตรูพืช จึงทำให้บัววันวิสาข์ได้รับความนิยมในการปลูกเป็นบัวประดับตามสถานที่ต่างๆ อย่างไม่รู้จบ ยังมีข้อมูลน้อยมากในการศึกษาเกี่ยวกับการทนเค็มของพืชสกุล *Nymphaea* ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพืชสกุลนี้จะเพาะปลูกในน้ำจืด จึงทำให้ยังไม่มีงานวิจัยเกี่ยวกับการตอบสนองของพืชสกุล *Nymphaea* ในความเครียดเกลือ ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ทดสอบการตอบสนองหรือคัดเลือกพืชที่สามารถทนกับความเค็มได้ เช่น ทดสอบโดยการให้พืชได้รับความเค็มเกลือในความเข้มข้นต่ำ และเพิ่มความเข้มข้นเกลือให้สูงขึ้นในช่วงเวลาที่นานขึ้น ถ้าพืชนั้นยังสามารถเจริญต่อไปได้ เป็นไปได้ว่าลักษณะของเซลล์ในพืชนั้นสามารถช่วยเพิ่มความทนเค็มในพืช [6] แม้จะมีรายงานการวิจัยการคัดเลือกต้นพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อที่มีลักษณะทนเค็มในพืชวงศ์อื่นๆ เช่น ข้าวพันธุ์ข้าวเกลี้ยงและข้าวพันธุ์พญาลิ้มแกง [7] มันฝรั่ง [8] และปาล์มน้ำมัน [9] แต่ยังไม่พบรายงานการศึกษาคัดเลือกหรือคัดเลือกพืชที่สามารถทนกับความเค็มของบัวใน

สภาพปลอดเชื้อ ดังนั้น งานวิจัยในครั้งนี้จึงศึกษาระดับของโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของบัววันวิสาขในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบัววันวิสาขและบัวสายพันธุ์อื่นๆให้ทนเค็ม ซึ่งจะส่งผลต่อเกษตรกรผู้ปลูกเลี้ยงบัวประดับที่ประสบปัญหาพื้นที่ทางเกษตรเป็นน้ำเค็ม โดยถือเป็นการจัดการปัญหาพื้นที่ดินเค็มอีกทางหนึ่ง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

## 2. วัสดุและวิธีการทดลอง

### 2.1 การฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวและเพิ่มจำนวนยอดจากเหง้าบัววันวิสาขในสภาพปลอดเชื้อ

ดำเนินการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวและเพิ่มจำนวนต้นจากเหง้าบัววันวิสาขตามวิธีการของ Donjanthong et al. [10] นำเหง้าบัววันวิสาขมาล้างน้ำทำความสะอาดโดยใช้น้ำไหลผ่าน และนำมาล้างต่อด้วยเอทานอลความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที แล้วฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 18 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที จากนั้น ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 นาที แล้วฟอกฆ่าเชื้อต่อด้วยสารละลายคลอโรกซ์ 20 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 นาที ล้างน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ครึ่งละ 3 นาที นำเหง้าบัววันวิสาขที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อ ลงเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 40 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 เดือน เพื่อให้ได้จำนวนยอดบัวสำหรับการทดลองในขั้นตอนต่อไป

### 2.2 การเพาะเลี้ยงยอดบัววันวิสาขในอาหารเพาะเลี้ยงที่เติมโซเดียมคลอไรด์ในระดับต่างๆ

นำยอดบัววิสาขที่ได้จากการเพิ่มจำนวน โดยมีจำนวนใบและขนาดต้นที่เท่ากัน คือ จำนวนใบ 5 ใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 1 เซนติเมตร วางแผนการ

ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยแบ่งเป็น 5 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 8 ข้ำ ข้ำละ 1 ต้นต่อขวด ลงเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่มีโซเดียมคลอไรด์ผสมอยู่ในความเข้มข้นต่างกัน ได้แก่ ทรีตเมนต์ที่ 1 ความเข้มข้น 0 มิลลิโมลาร์, ทรีตเมนต์ที่ 2 ความเข้มข้น 25 มิลลิโมลาร์, ทรีตเมนต์ที่ 3 ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์, ทรีตเมนต์ที่ 4 ความเข้มข้น 75 มิลลิโมลาร์ และทรีตเมนต์ที่ 5 ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ โดยทุกทรีตเมนต์เพาะเลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 40 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส และเปลี่ยนย้าอาหารใหม่ทุกๆ 14 วัน เป็นเวลา 4 เดือน

### 2.3 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต

บันทึกจำนวนยอด และใช้เวอร์เนียร์ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (วัดส่วนที่กว้างที่สุดของลำต้น) จำนวนใบ ความยาวใบ (วัดจากฐานใบจนถึงปลายใบ) ความกว้างใบ (วัดส่วนที่กว้างที่สุดของใบ) และความยาวก้านใบ (วัดความยาวตลอดก้านใบ) ทุกๆ 1 เดือน จนถึง 4 เดือน และนำข้อมูลที่ได้ มาเปรียบเทียบกับความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรม STAR (Statistical tool for agricultural research)

## 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัววันวิสาขในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และเติมโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0, 25, 50, 75 และ 100 มิลลิโมลาร์ เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นสูง 50-100 มิลลิโมลาร์ มีผลต่อการเจริญเติบโตของบัววันวิสาขในสภาพปลอดเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ภายหลังการเพาะเลี้ยงในเดือนที่ 1 ยอดบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหาร

ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้น มีการเจริญเติบโตที่ลดลงเมื่อเทียบกับยอดบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหารไม่เติมโซเดียมคลอไรด์ (ควบคุม) ในเดือนที่ 2 และ 3 พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของยอดบัววันวิสาขในอาหารที่เติมโซเดียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นเริ่มมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เมื่อยอดบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 25-50 มิลลิโมลาร์ มีการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างจากยอดบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่ไม่เติมโซเดียมคลอไรด์ (ควบคุม) ในขณะที่ยอดบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 75-100 มิลลิโมลาร์ มีอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับยอดของบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมโซเดียมคลอไรด์ (ควบคุม) (Table 1) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนที่ 4 พบว่า ยอดบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่เติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 25 และ 50 มิลลิโมลาร์ มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับยอดบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมโซเดียมคลอไรด์ (ควบคุม) โดยมีจำนวนยอดเท่ากับ 2.62 และ 2.50 ยอด เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 1.71 และ 1.64 เซนติเมตร จำนวนใบเท่ากับ 15.75 และ 15.40 ใบ ความยาวใบเท่ากับ 3.58 และ 3.54 เซนติเมตร ความกว้างใบเท่ากับ 3.53 และ 3.50 เซนติเมตร และความยาวก้านใบเท่ากับ 8.88 และ 8.49 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1 and Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khateeb, W.A. et al. [11] ทำการศึกษาความเครียดเกลือต่อการเจริญเติบโตของต้นมะแว้งนกและต้นมะเขือเทศในอาหารที่เติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงยอดมะเขือเทศในอาหารที่เติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ ส่งผลให้ความสูงยอด และจำนวนใบมีการเจริญเติบโตดีที่สุดรองจากยอดมะเขือเทศชุดควบคุม อย่างไรก็ตามยอดบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่เติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 75-100 มิลลิโมลาร์ มีการเจริญเติบโตที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเทียบกับยอดบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมโซเดียมคลอไรด์ (ควบคุม) โดยมีจำนวนยอดเท่ากับ 1.20 และ 0.88 ยอด เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นเท่ากับ 1.36 และ 0.90 เซนติเมตร จำนวนใบเท่ากับ 8.75 และ 4.62 ใบ ความยาวใบเท่ากับ 0.94 และ 0.85 เซนติเมตร ความกว้างใบเท่ากับ 0.93 และ 0.89 เซนติเมตร และความยาวก้านใบเท่ากับ 3.88 และ 2.05 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) ยอดของบัววันวิสาขที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นดังกล่าว มีอาการขอบใบไหม้ ใบเหลือง ขนาดลำต้นเล็กลีบ และบริเวณบางส่วนของลำต้นมีสีน้ำตาล (Figure 1) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อเพาะเลี้ยงยอดบัววันวิสาขในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 75 และ 100 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 4 เดือน ส่งผลทำให้การเจริญเติบโตในทุกส่วน ได้แก่ จำนวนยอด เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ และความยาวก้านใบลดลง เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Khamtae, P. et al. [12] ในการศึกษาความทนเค็มของต้นอ่อนกล้วยไม้สกุลหวาย โซเนีย ‘เอียสกุล’ พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงต้นอ่อนกล้วยไม้ในอาหารที่เติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 75-100 มิลลิโมลาร์ จะส่งผลให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตที่ลดลง ลักษณะข้อถี่สั้น พบอาการใบเหลือง และปลายใบไหม้ โดยความเค็มที่พืชได้รับทำให้เกิดความเครียดแรงดันออสโมติก (Osmotic stress) เนื่องจาก  $K^+$  มีผลต่อแรงดันเต่งในเซลล์พืชและการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด ดังนั้นพืชพยายามรักษาระดับของ  $K^+$  ให้สูงและควบคุมปริมาณ  $Na^+$  ให้ต่ำในไซโทพลาสซึม ส่งผลให้ค่าศักย์ (Water potential) ในอาหารลดลง และทำให้ค่าความดันออสโมซิสเพิ่มขึ้นจากการที่มีไอออนในอาหารสูง ทำให้พืชดูดน้ำได้น้อยลง การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชจึงลดลงตามไปด้วย [13] ความเครียดจากสารละลายไอออนที่เป็นพิษ (Ion toxicity) ซึ่งในสภาวะเครียดเกลือของพืชสัดส่วนระหว่าง  $K^+/Na^+$  ในไซโทพลาสซึมจะมีความสำคัญมาก โดยปกติแล้ว เซลล์พืชจะมีปริมาณ

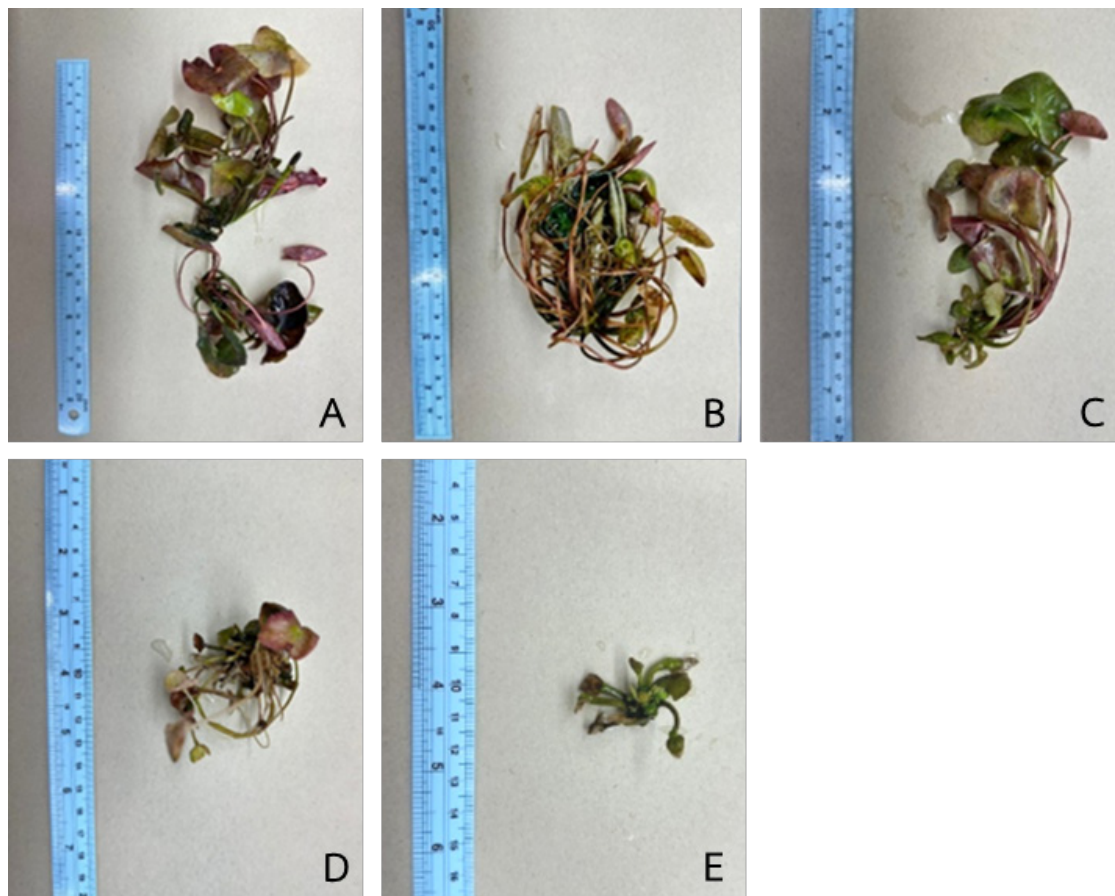
**Table 1** Mean values of number of shoots, stem diameter, number of leaves, leaf length, leaf width, and petiole length of *Nymphaea* 'Wanwisa' shoots after cultivation in media containing different concentrations of sodium chloride for 4 months.

| Month  | NaCl concentration (mM) | Shoot no. <sup>1/</sup> | Stem diameter (cm) | Leaves no.          | Leaf length (cm)   | Leaf width (cm)    | Petiole length (cm) |
|--------|-------------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| 1      | 0                       | 1.38 <sup>a2/</sup>     | 1.41 <sup>a</sup>  | 9.00 <sup>a</sup>   | 2.82 <sup>a</sup>  | 2.76 <sup>a</sup>  | 6.85 <sup>a</sup>   |
|        | 25                      | 1.38 <sup>a</sup>       | 1.36 <sup>ab</sup> | 8.38 <sup>a</sup>   | 2.38 <sup>b</sup>  | 2.35 <sup>b</sup>  | 6.54 <sup>ab</sup>  |
|        | 50                      | 1.00 <sup>b</sup>       | 1.20 <sup>bc</sup> | 6.50 <sup>b</sup>   | 2.12 <sup>bc</sup> | 2.02 <sup>bc</sup> | 6.02 <sup>b</sup>   |
|        | 75                      | 1.00 <sup>b</sup>       | 1.10 <sup>c</sup>  | 6.00 <sup>b</sup>   | 2.07 <sup>bc</sup> | 1.98 <sup>bc</sup> | 5.96 <sup>b</sup>   |
|        | 100                     | 1.00 <sup>b</sup>       | 1.02 <sup>c</sup>  | 5.12 <sup>b</sup>   | 1.77 <sup>c</sup>  | 1.89 <sup>c</sup>  | 5.22 <sup>c</sup>   |
| F-test |                         | *                       | **                 | **                  | **                 | **                 | **                  |
| CV%    |                         | 28.46                   | 14.01              | 19.13               | 15.02              | 16.55              | 9.03                |
| 2      | 0                       | 2.00 <sup>a</sup>       | 1.50 <sup>a</sup>  | 11.88 <sup>a</sup>  | 2.81 <sup>a</sup>  | 2.79 <sup>a</sup>  | 8.16 <sup>a</sup>   |
|        | 25                      | 1.50 <sup>ab</sup>      | 1.42 <sup>a</sup>  | 10.00 <sup>ab</sup> | 2.71 <sup>ab</sup> | 2.73 <sup>a</sup>  | 7.85 <sup>a</sup>   |
|        | 50                      | 1.50 <sup>ab</sup>      | 1.35 <sup>a</sup>  | 9.50 <sup>ab</sup>  | 2.60 <sup>ab</sup> | 2.56 <sup>ab</sup> | 6.04 <sup>b</sup>   |
|        | 75                      | 1.20 <sup>b</sup>       | 1.34 <sup>a</sup>  | 8.62 <sup>b</sup>   | 2.30 <sup>bc</sup> | 2.26 <sup>b</sup>  | 5.42 <sup>b</sup>   |
|        | 100                     | 1.09 <sup>b</sup>       | 1.04 <sup>b</sup>  | 5.12 <sup>c</sup>   | 1.91 <sup>c</sup>  | 1.86 <sup>c</sup>  | 4.16 <sup>c</sup>   |
| F-test |                         | *                       | **                 | **                  | **                 | **                 | **                  |
| CV%    |                         | 36.95                   | 15.73              | 25.24               | 18.09              | 15.98              | 11.84               |
| 3      | 0                       | 2.50 <sup>a</sup>       | 1.79 <sup>a</sup>  | 16.00 <sup>a</sup>  | 3.61 <sup>a</sup>  | 3.51 <sup>a</sup>  | 9.36 <sup>a</sup>   |
|        | 25                      | 2.38 <sup>a</sup>       | 1.69 <sup>a</sup>  | 15.38 <sup>a</sup>  | 3.50 <sup>a</sup>  | 3.46 <sup>a</sup>  | 8.89 <sup>a</sup>   |
|        | 50                      | 2.25 <sup>a</sup>       | 1.63 <sup>a</sup>  | 15.25 <sup>a</sup>  | 3.38 <sup>a</sup>  | 3.44 <sup>a</sup>  | 8.30 <sup>a</sup>   |
|        | 75                      | 1.20 <sup>b</sup>       | 1.36 <sup>b</sup>  | 11.62 <sup>b</sup>  | 2.57 <sup>b</sup>  | 2.54 <sup>b</sup>  | 6.61 <sup>b</sup>   |
|        | 100                     | 0.88 <sup>c</sup>       | 1.06 <sup>c</sup>  | 8.60 <sup>c</sup>   | 1.42 <sup>c</sup>  | 1.45 <sup>c</sup>  | 5.27 <sup>c</sup>   |
| F-test |                         | **                      | **                 | **                  | **                 | **                 | **                  |
| CV%    |                         | 33.58                   | 10.84              | 10.51               | 11.45              | 11.67              | 15.77               |
| 4      | 0                       | 2.88 <sup>a</sup>       | 1.77 <sup>a</sup>  | 16.50 <sup>a</sup>  | 3.62 <sup>a</sup>  | 3.59 <sup>a</sup>  | 9.60 <sup>a</sup>   |
|        | 25                      | 2.62 <sup>a</sup>       | 1.71 <sup>a</sup>  | 15.75 <sup>a</sup>  | 3.58 <sup>a</sup>  | 3.53 <sup>a</sup>  | 8.88 <sup>a</sup>   |
|        | 50                      | 2.50 <sup>a</sup>       | 1.64 <sup>a</sup>  | 15.40 <sup>a</sup>  | 3.54 <sup>a</sup>  | 3.50 <sup>a</sup>  | 8.49 <sup>a</sup>   |
|        | 75                      | 1.20 <sup>b</sup>       | 1.36 <sup>b</sup>  | 8.75 <sup>b</sup>   | 0.94 <sup>b</sup>  | 0.93 <sup>b</sup>  | 3.88 <sup>b</sup>   |
|        | 100                     | 0.88 <sup>c</sup>       | 0.90 <sup>c</sup>  | 4.62 <sup>c</sup>   | 0.85 <sup>b</sup>  | 0.89 <sup>b</sup>  | 2.05 <sup>c</sup>   |
| F-test |                         | **                      | **                 | **                  | **                 | **                 | **                  |
| CV%    |                         | 25.27                   | 9.62               | 9.47                | 8.88               | 8.08               | 17.76               |

<sup>1/</sup>Mean followed by the same letter is not significantly different at 95% level by DMRT

<sup>2/</sup>Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at  $p \leq 0.01$  by DMRT, \* = Significant at  $p < 0.05$ , \*\* = Significant different at  $p < 0.01$

<sup>a, b, c</sup>Means with different letters within column indicate different according to DMRT



**Figure 1** Growth of *Nymphaea* 'Wanwisa' when cultured in MS liquid media supplemented with 0.1 mg/L TDZ, 4 mg/L NAA, and NaCl at the concentrations of A) 0 mM, B) 25 mM, C) 50 mM, D) 75 mM, and E) 100 mM for 4 months.

$K^+$  สูง (100-200 มิลลิโมลาร์) และมีปริมาณ  $Na^+$  ต่ำ (1-10 มิลลิโมลาร์) เมื่อพืชได้รับ  $Na^+$  ที่มากเกินไป จึงทำให้พืชพยายามกำจัด  $Na^+$  ออกจากไซโทพลาสซึมเพื่อให้  $K^+/Na^+$  สูงขึ้น [14] รวมไปถึงเกิดการสร้างหรือสะสมสารอนุมูลอิสระ ซึ่งทำลายส่วนต่างๆ ของเซลล์ เช่น โปรตีน กรดนิวคลีอิก และเยื่อหุ้มเซลล์ [15] เมื่อเกิดความเสียหายบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) จึงทำให้ความสามารถในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ และการสังเคราะห์โปรตีนลดลง [16] จึงเป็นผลให้การเจริญเติบโตลดลงเมื่อได้รับความเค็มที่สูงขึ้น และเมื่อพิจารณาจากการเจริญเติบโตของยอดบัววันวิสาข์ที่เพาะเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 25-50 มิลลิโมลาร์ พบว่า ยอดบัววันวิสาข์สามารถเจริญเติบโตได้ดี ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับยอดบัววันวิสาข์ที่เพาะเลี้ยงในอาหารที่เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0 มิลลิโมลาร์ แสดงให้เห็นว่าบัววันวิสาข์มีแนวโน้มที่จะทนเค็มได้ ถึงในระดับความเค็ม 50 มิลลิโมลาร์ (5.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) ซึ่งเป็นความเค็มในระดับปานกลาง (4.0-8.0 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร) ความเค็มระดับนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชหลายๆ ชนิดได้ [17] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังเป็นการศึกษาระดับความเค็มต่อการเจริญเติบโตของบัววันวิสาข์ในสภาพปลอดเชื้อ ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับผู้วิจัยในการศึกษาอิทธิพลของเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของบัววันวิสาข์ในสภาพปลอดเชื้อ และกลไกการทนเค็มของพืชสกุล *Nymphaea* สายพันธุ์อื่นๆ ในการตอบสนองความเครียดเกลือได้ต่อไปในอนาคต

#### 4. สรุป

การเพาะเลี้ยงยอดบัววันวิสาข์ในสภาพปลอดเชื้อในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และเกลือโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 50 mM ทำให้การเจริญเติบโตของยอดบัววันวิสาข์ มีจำนวนยอด เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ ความยาวใบ ความ

กว้างใบ และความยาวก้านใบ ไม่แตกต่างจากกันกับชุดควบคุม (0 mM) ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาให้บัวสายพันธุ์นี้ทนทานต่อความเค็ม อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาบัวสายพันธุ์อื่นๆ ที่ทนเค็มได้ ต่อไปในอนาคต

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ หน่วยงานวิจัยและพัฒนา สถาบันบัวราชชมงคลตะวันออก ที่ให้การสนับสนุนบัววันวิสาข์สำหรับดำเนินการวิจัย และสนับสนุนสถานที่ในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก เขตพื้นที่บางพระ จังหวัดชลบุรี ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่สำหรับดำเนินการวิจัย

#### 6. References

- [1] Land Development Department 2024, Soils that are Problematic for Agricultural use in Thailand, Available Source: <https://opac1.lib.buu.ac.th/medias3/gtb2n3p53-69.pdf>, March 1, 2024. (in Thai)
- [2] Pompelli, M. F., Ferreira, P. P. B., Chaves, A. R. M., Figueiredo, R. C. B. Q., Martins, A. O., Jarma-Orozco, A., Bhatt, A., Batista-silva, W., Endres, L. and Araújo W. L., 2021, Physiological, metabolic, and stomatal adjustments in response to salt stress in *Jatropha curcas*, *Physiol. Biochem.* 168(1): 116-127.
- [3] Yuwaniyom, A., 2003, Saline Soil Problem: Solution and Management, Office of Land Management Research and Development, Bangkok: Land Development Department.

- [4] Rodloy, A., 2020, Marketing and Production Management of Aquatic Plants in Thailand for Exported and Sustainable Use of Resources, Freshwater Aquaculture Research and Development Division.
- [5] Yodphanya, P., 2010, *Nymphaea* 'Wanwisa' a hybrid waterlily made by Thai wins world championship, Ornament Plant Res. 23(489): 182-185. (in Thai)
- [6] Smith, R., 2013, Plant Tissue Culture: Techniques and Experiments, Academic Press.
- [7] Khamrit, R., 2015, Tendency of salt tolerance in siw gliang and paya luem kaeng rice cultivars derived from tissue culture plantlets, Agric. J. 31(3): 259-268. (in Thai)
- [8] Mosavi, N., Ebadi, M., Khorshidi, M., Masoudian, M. and Hokmabadi, H., 2018, Study of some physiological characteristics of potato tissue under salinity stress, Intl. J. Farm. Alli. Sci. 7(1): 1-5.
- [9] Nilha, C., Te-chato, S., Yenchon, S. and Watanabe N.K., 2023, *In vitro* salt stress responses of thai oil palm's embryogenic callus variety 'SUP-PSU1', Trends Sci. 20(11): 6870.
- [10] Donjanthong, R., Ubonprasert, B., Sanguandeekul, S. and Chanslipa, N., 2013, Effects of 2iP TDZ and NAA on *Nymphaea* 'Wanwisa' *In Vitro*, 6 th The Proceeding of RMUTT Research Conference 2013. pp. 123-129. (in Thai)
- [11] Khateeb, W.A., Basahi, R.A. and Qwasemeh, H.A., 2019, Effect of salt stress on *in vitro* grown *Solanum nigrum* L., Bulg. J. of Agric. Sci. 25(1): 72-78.
- [12] Khamtae, P., Boonchai, D., Kasemsap, P. and Boonkorkaew P., 2020, *In vitro* salt tolerance of plantlets in *dendrobium* sonia 'Earsakul', Agriculture Sci. J. 51(1): 22-34. (in Thai)
- [13] Hein, D.T., Jacobs, M., Angenon, G., Hermans C., Thu, T.T., Son, L.V. and Roosens, N.H., 2003, Proline accumulation and pyrroline-5-carboxylate synthase gene properties in three rice cultivars differing in salinity and drought tolerance, Plant Sci. 165(1): 1059-1068.
- [14] Sarasaen, S., Simla, S., Boontang, S. and Kunlanit, B., 2017, Potential for salinity tolerance of some perennial plants, J Sci Technol MSU. 37(2): 218-230. (in Thai)
- [15] Hussain, T.M., Chandrasekhar, T., Hazara, M., Sultan, Z., Saleh, B.K. and Gopal, GR., 2008, Recent advances in salt stress biology, Biotechnol. Mol. Biol. Rev. 3(1): 8-13.
- [16] Wyn Jones, R.G., Brady C.G. and Speirs, J., 1979, Ionic and Osmotic Relations in Plant Cells, In: Recent Advances in the Biochemistry of Cereals (Ed. by Laidman, D.L. and Wyn Jones, R.G.). pp. 63-103.
- [17] Arunin, S., 1996, Saline Soil in Thailand, Land Development Department, 51p. (in Thai)