ผลของอีเอ็ม ปุ๋ย N-P-K และฮอร์โมน IAA และความเข้มข้นของสารละลายที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณคลอโรฟิลล์ของไข่น้ำ

The Effect of EM, N-P-K IAA and concentration of solution on the Growth and Chlorophyll content in *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.

สุมาลี ชูกำแพง[1*]

Sumalee Chookhampaeng[1*]

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของ อีเอ็ม ปุ๋ย N-P-K และฮอร์โมน IAA และความเข้มข้นของสารละลายที่มีต่อการเจริญเติบโตและปริมาณคลอโรฟิลล์ของไข่น้ำ โดยเพาะเลี้ยงในสารละลายธาตุอาหารพืช (Hoagland's solution) ที่เสริมด้วย อีเอ็ม ที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10 มล./ล., ปุ๋ย N-P-K ที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 100 มก./ล., ฮอร์โมน IAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 พีพีเอ็ม และสารละลาย Hoagland's solution ความเข้มข้น 1/2, 1/3 และ1/4 เท่า เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน ในวันที่ 6, 12, 18, 24 และ 30 ได้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำหนักสด คลอโรฟิลล์ เอ และ คลอโรฟิลล์ บี และในวันที่ 30 ได้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำหนักแห้งไข่น้ำ พบว่าการเติม อีเอ็ม, ปุ๋ย N-P-K และฮอร์โมน IAA ส่งผลให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และปริมาณคลอโรฟิลล์ของไข่น้ำ มีปริมาณลดลง ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสารละลาย 1/4 - strength Hoagland's solution มีน้ำหนักสดเพิ่มมากขึ้นจากกลุ่มควบคุม 1.46 เท่า

คำสำคัญ: ไข่น้ำ, อีเอ็ม, ปุ๋ย และ ฮอร์โมน IAA

Abstract

The effects of E.M. (effective microorganisms), N-P-K fertilizer, auxin and concentration of solution on growth and chlorophyll content of wolffia *(Woffia arrhiza* (L.) wimm.) were studied. The plants were hydroponically grown in solution culture for 30 days followed by treatments with 5 and 10 ml/L of E.M., 50 and 100 mg/L of N-P-K fertilizer, 0.5 and 1.0 ppm of IAA and 1/2 - strength, 1/3 - strength and 1/4 - strength Hoagland's solution. Fresh weight, chlorophyll a and chlorophyll b were measured on the 6th, 12th, 18th, 20th and 30th day of the experiment. The 30-days-old plants were used for the determination of dry weight. E.M. N-P-K fertilizer and auxin resulted in the reduction of fresh weight, dry weight chlorophyll a and chlorophyll b of the wolffia. The plants were hydroponically grown in 1/4 - strength Hoagland's solution solution decreased fresh weight 1.46 times compared with full - strength Hoagland's solution.

Key words : Wolffia (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.), E.M., fertilizer N-P-K and hormone IAA

---

[1] *อาจารย์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150*

[1] *Lecturer, Faculty of Science Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarahkam 44150, Thailand*

[*] *Corresponding author: Sumalee Chookhampaeng, Faculty of Science Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarahkam 44150, Thailand*

บทนำ

ไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศไทยที่มีคุณค่าทางอาหารเหมาะสมกับยุคปัจจุบันเนื่องจากมีโปรตีน กรดอะมิโนและเส้นใยปริมาณสูง รวมทั้งยังมีประโยชน์ต่อร่างกายในหลายๆ ด้าน เช่น การช่วยให้ระบบขับถ่ายเป็นปกติ โดยเส้นใยจะช่วยดูดซับสารพิษ และช่วยลดระยะเวลาการคั่งค้างของกากอาหารเส้นใยจะช่วยให้กากอาหารเคลื่อนที่ผ่านลำไส้เร็วขึ้น ทำให้โอกาสการเกิดมะเร็งลำไส้ลดลง [1] ไข่น้ำ เป็นพืชดอกที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก ไม่มีราก ลำต้น ใบ อยู่ในวงศ์ Lemnaceae [2] มีรูปร่างกลมหรือเกือบกลม สีเขียว เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในไข่น้ำอบแห้ง [3] สามารถนำมาประกอบเป็นอาหารของมนุษย์ได้หลายชนิด และยังพบว่าสามารถนำมาเลี้ยงปลาได้ ซึ่งถือเป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีปริมาณโปรตีนถึง 22.14 % ของน้ำหนักแห้ง [4] ไข่น้ำจัดเป็นพืชชนิดหนึ่ง จึงต้องการธาตุอาหารอนินทรีย์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และอื่นๆ รวมทั้งพลังงานจากแสงอาทิตย์ในการเจริญเติบโต [2] ไข่น้ำมีรสจืดเหมือนพืชผักทั่วไป และไม่มีกลิ่น จึงง่ายต่อการนำไปปรุงเป็นอาหาร พบว่าไข่น้ำเป็นพืชที่มีโปรตีนสูงในระดับเดียวกับเมล็ดพืชพวก ถั่ว งา และเนื้อสัตว์ [5] แต่จะมีข้อเด่นกว่าอาหารอื่นๆ คือ ไข่น้ำจะมีเส้นใยอาหารสูง หากพิจารณาถึงปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็น (essentral amino acid) ที่มีในไข่น้ำ เปรียบเทียบกับอาหารโปรตีนที่เรานิยมบริโภคกัน คือไข่กับอาหารเสริมสุขภาพจากสาหร่ายเกลียวทอง (spirulina) และสาหร่ายคลอเรลลา (chlorella) จะพบว่าไข่น้ำมีชนิดของกรดอะมิโนที่จำเป็น อยู่อย่างครบถ้วน ในปริมาณที่ไม่ต่างไปจากไข่ และสาหร่ายทั้งสองชนิดมากนัก เมื่อเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ในอาหารเสริมสุขภาพจากสาหร่ายกับไข่น้ำ จะเห็นได้ว่า ไข่น้ำจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่าสาหร่ายเกลียวทองเล็กน้อย ซึ่งประโยชน์ของคลอโรฟิลล์ที่มีต่อร่างกายได้แก่ การช่วยทำลายสารพิษ รักษาโรคโลหิตจาง เสริมธาตุเหล็กให้กับกล้ามเนื้อหัวใจ รักษาความสะอาดในลำไส้ให้กับกล้ามเนื้อหัวใจ รักษาความสะอาดในลำไส้และทำลายกลิ่นจากลำไส้ ฯลฯ แสดงให้เห็นว่าไข่น้ำมีปริมาณเส้นใยสูงกว่าอาหารเสริมสุขภาพจากสาหร่ายเป็นอย่างมาก นอกจากคุณค่าทางอาหารของไข่น้ำที่สูงแล้ว เมื่อพิจารณาในด้านราคา ก็จะพบว่า ไข่น้ำมีราคาถูกกว่า เมื่อเทียบกับอาหารเสริมสุขภาพจากสาหร่ายซึ่งมีราคาสูง [1]

ในอดีตไข่น้ำเป็นเพียงอาหารพื้นบ้านที่ยังคงมีการบริโภคอยู่ในบางท้องถิ่น เนื่องจากไม่เป็นที่นิยมรับประทานอย่างแพร่หลาย ไข่น้ำที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจึงเป็นไข่น้ำที่เก็บมาจากแหล่งธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันมีผู้นิยมบริโภคไข่น้ำเพิ่มขึ้นจนไม่เพียงพอต่อความต้องการ และในแหล่งน้ำธรรมชาตินับวันพบว่าสกปรกมากขึ้น มีการปนเปื้อนจากสารพิษและสิ่งปฏิกูลในแหล่งน้ำ เช่น โลหะหนัก ยาฆ่าแมลง ยาปราบศัตรูพืช ซึ่งจากงานวิจัยพบว่า ไข่น้ำเป็นพืชที่มีความสามารถในการดูดซับสารพิษได้ดี [6] จากสาเหตุดังกล่าวทำให้ไข่น้ำเจริญเติบโตได้ไม่ดีหรือหากเจริญเติบโตได้ก็เสี่ยงต่อการปนเปื้อนหากต้องการนำมาบริโภค ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน ด้วยวิธีการแบบเพาะเลี้ยงในสารละลาย Hoagland's solution [7] เนื่องจากเป็นสารละลายที่สามารถเพาะเลี้ยงพืชและนิยมใช้โดยทั่วไป และเพื่อลดปัญหาการเพาะเลี้ยงในแหล่งน้ำที่สกปรกและหาวิธีเพิ่มผลผลิตไข่น้ำ อันจะส่งเสริมการบริโภคไข่น้ำเป็นอาหารเสริมสุขภาพ และอาหารเส้นใย

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมพืชทดลองและวิธีการเพาะเลี้ยง

เตรียมสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงไข่น้ำโดยใช้อาหารสูตร Hoagland's solution (สูตรดัดแปลง) ทำการเลี้ยงไข่น้ำในถังพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 45 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร จำนวน 24 ถัง ในแต่ละถังใส่สารละลาย 10 ลิตร/ถัง วางแผนการทดลองแบบ complete random bock design (CRBD) แบ่งการทดลองออกเป็น 10 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม (เพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย Hoagland's solution) กลุ่มที่ 2 คือเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย Hoagland's solution ที่ เสริม อีเอ็ม. 5 มล./ล. กลุ่มที่ 3 คือเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย Hoagland's solution ที่ เสริม อีเอ็ม 10 มล./ล. กลุ่มที่ 4 คือเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย Hoagland's solution ที่ เสริมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 50 มก./ล. กลุ่มที่ 5 คือเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย Hoagland's solution ที่ เสริมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 100 มก./ล. กลุ่มที่ 6 คือเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย Hoagland's solution ที่เสริมฮอร์โมน IAA 0.5 พีพีเอ็ม/ล. กลุ่มที่ 7 คือ เสริม ฮอร์โมน IAA 1.0 พีพีเอ็ม/ล. กลุ่มที่ 8 คือเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย 1/2 - strength Hoagland's solution, กลุ่มที่ 9 คือ เพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย 1/3 - strength Hoagland's solution กลุ่มที่ 10 คือเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย 1/4 - strength Hoagland's solution ใส่ไข่น้ำในถังพลาสติก 20 กรัมน้ำหนักเปียกต่อถัง ให้แสง 12 ชม./วัน เก็บไข่น้ำเพื่อชั่งน้ำหนักสด และวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และบี ทุก 6 วัน เปลี่ยนสารละลายทุก 6 วัน และนำไข่น้ำ 20 กรัมใส่ลงในสารละลาย เมื่อทดลองเพาะเลี้ยงครบ 30 วัน จึงเก็บเกี่ยวผลผลิตทั้งหมดมาชั่งหาผลผลิตเป็นน้ำหนักแห้ง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2. การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์

ชั่งตัวอย่างพืช 0.1 กรัม ใส่ลงในหลอดทดลอง สกัดด้วย 99.9% methanol ที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ย่อยเสร็จแล้วใส่ลงในขวดพลาสติกขนาด 30 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำปราศจากไอออนจนครบ 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำไปตรวจวัดหาปริมาณคลอโรฟิลล์ ด้วยเครื่อง spectrophotometer คลอโรฟิลล์ เอ วัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น 652.4 นาโนเมตร และคลอโรฟิลล์ บี วัดที่ความยาวคลื่น 665.2 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอ[8]

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS (Version 11.5) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีของ Duncan's new multiple ranges

ผลการศึกษา

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลายธาตุอาหารพืช Hoagland's solution ที่เสริมด้วย E.M. ที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10 มล./ล., ปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 100 มก./ล., ฮอร์โมน IAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1 พีพีเอ็ม และกลุ่มควบคุม (ไม่เสริมธาตุอาหารลงใน Hoagland's solution) เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน และชั่งน้ำหนักสดของไข่น้ำทุกๆ 6 วัน พบว่า ในวันที่ 12 และวันที่ 24 ไข่น้ำที่เลี้ยงในกลุ่มควบคุม มีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด คือ 49.33 กรัม รองลงมาได้แก่ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในกลุ่มควบคุม วันที่ 18 มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 46.67 กรัม และไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในกลุ่มควบคุม วันที่ 6 และที่เสริมด้วยฮอร์โมน IAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 พีพีเอ็ม ในวันที่ 12 มีน้ำหนัก

สดเฉลี่ย 43.67 กรัม ส่วนไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสารละลายที่เสริมด้วยปุ๋ย 100 มก./ล. .พบว่าไข่น้ำตาย (Table 1) ในการวัดน้ำหนักแห้งของไข่น้ำเมื่อครบ 30 วัน พบว่าไข่น้ำที่เลี้ยงในกลุ่มควบคุม มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด ที่ 0.60±0.70 กรัม รองลงมาได้แก่ ไข่น้ำที่เลี้ยงในสารละลายที่เสริมด้วย อีเอ็ม ที่ระดับความเข้มข้น 5 มล./ล., ไข่น้ำที่เลี้ยงในสารละลายที่เสริมด้วยอีเอ็มที่ระดับความเข้มข้น 10 มล./ล. มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 0.51±0.56 และ 0.51±0.65 ปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 50 มก./ล., ฮอร์โมน IAA ที่ระดับความเข้มข้น 1 พีพีเอ็ม และ ฮอร์โมน IAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 พีพีเอ็ม มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย ที่ 0.22±0.02, 0.18±0.01 และ 0.08±0.08 กรัม ตามลำดับ ส่วนไข่น้ำที่เสริมปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ล. พบว่าไข่น้ำไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Figure 1) เมื่อนำผลผลิตไข่น้ำที่ได้จากการเลี้ยงทุกๆ 6 วัน ไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ พบว่า ในวันที่ 30 ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในกลุ่มควบคุม มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอมากที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 2.79 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักสด ซึ่งใกล้เคียงกับการเลี้ยงในสารละลายที่เสริมด้วย อีเอ็ม ที่ระดับความเข้มข้น 5 มล./ล. คือมีค่าเท่ากับ 2.75 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักสด เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ไข่น้ำที่เลี้ยงในสารละลายที่แตกต่างกัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) และจากการวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์บีในไข่น้ำ พบว่า ในวันที่ 30 ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในกลุ่มควบคุม มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีมากที่สุด ในวันมี่ 30 คือมีค่าเท่ากับ 15.27 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักสด ซึ่งใกล้เคียงกับการเลี้ยงในสารละลายที่เสริมด้วย อีเอ็ม ที่ระดับความเข้มข้น 5 มล./ล. คือมีค่าเท่ากับ 14.95 ไมโครกรัม/กรัม น้ำหนักสด เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า ไข่น้ำที่เลี้ยงในสารละลายที่แตกต่างกัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

น้ำหนักสดของไข่น้ำในสารละลายที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่าในวันที่ 18, 24 และ 30 ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสารละลาย 1/3 และ 1/4 - strength Hoagland's solution มีน้ำหนักสดมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะในวันที่ 30 ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสารละลาย 1/4 - strength Hoagland's solution มีน้ำหนักสดเพิ่มมากขึ้นจากกลุ่มควบคุม 1.46 เท่า (Figure 2)

Table 1 Comparison of fresh weight with media solution

Days	Fresh weight (g)						
	Control	E.M. 5 ml /l	E.M. 10 ml /l	N-P-K 50 mg /l	N-P-K 100 mg /l	IAA 0.5 ppm	IAA 1.0 ppm
6	43.67±1.63	40.33±2.00	39.67±1.15	30.33±0.30	27.67±2.42	38.33±2.79	33.00±2.79
12	49.33±1.35	38.33±2.89	28.33±7.64	26.33±11.43	25.00±11.23	43.67±2.85	41.00±3.51
18	46.67±7.66	30.00±0.04	16.67±8.41	20.67±0.20	11.67±5.57	23.33±12.48	28.67±2.99
24	49.33±4.13	35.67±0.50	20.33±11.23	21.67±10.58	5.33±0.01	23.00±7.54	33.33±2.69
30	38.00±5.57	30.33±1.00	15.00±10.23	5.00±0.03	-	6.67±11.53	26.67±5.37

Table 2 Comparison of chlorophyll a with media solution

Days	Chlorophyll a (µg/g fresh weight)						
	Control	E.M. 5 ml /l	E.M. 10 ml /l	N-P-K 50 mg /l	N-P-K 100 mg /l	IAA 0.5 ppm	IAA 1.0 ppm
6	1.76	1.04	1.00	0.53	1.57	1.89	2.22
12	1.16	1.17	0.79	2.16	2.37	1.55	1.45
18	1.08	0.58	0.91	1.35	0.63	1.17	1.01
24	0.42	0.51	0.51	1.35	0.45	0.83	1.13
30	2.79	2.75	0.29	0.71	-	1.50	0.87

Table 3 Comparison of chlorophyll b with media solution

Days	Chlorophyll b (µg/g fresh weight)						
	Control	E.M. 5 ml /l	E.M. 10 ml /l	N-P-K 50 mg /l	N-P-K 100 mg /l	IAA 0.5 ppm	IAA 1.0 ppm
6	0.432	2.313	1.58	8.459	1.752	0.185	2.73
12	1.054	1.269	0.645	1.73	2.08	2.156	1.379
18	0.635	0.579	0.629	1.082	0.033	0.702	0.641
24	1.831	0.463	0.535	1.418	0.72	0.633	0.483
30	15.274	14.949	6.953	0.865	-	1.741	1.419

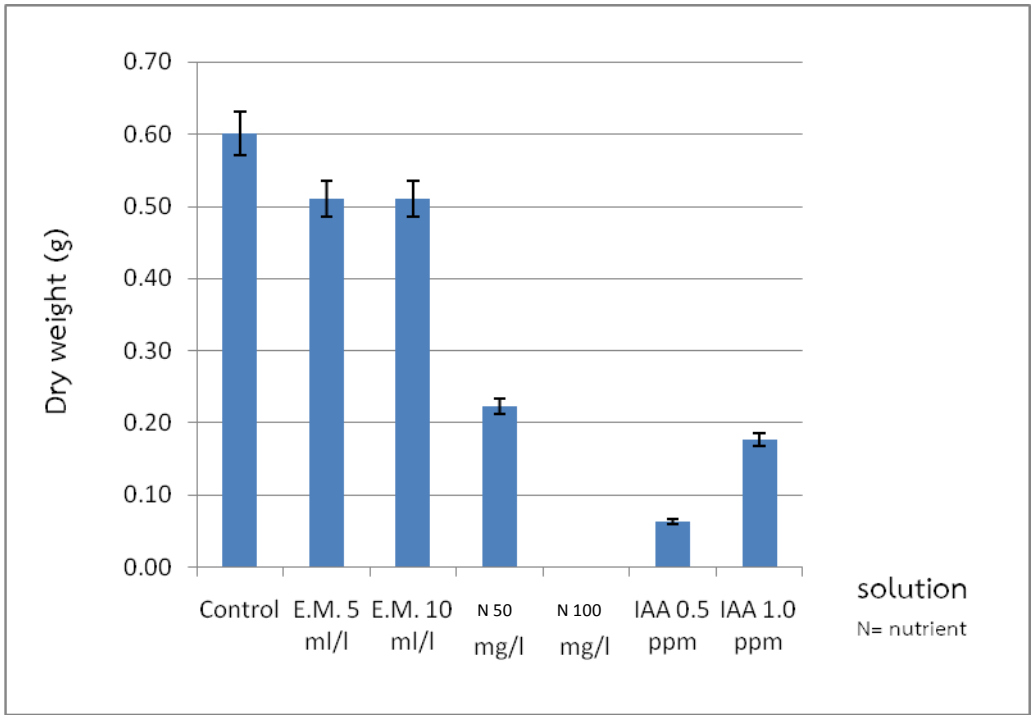

Figure 1 Comparison of dry weight with media solution

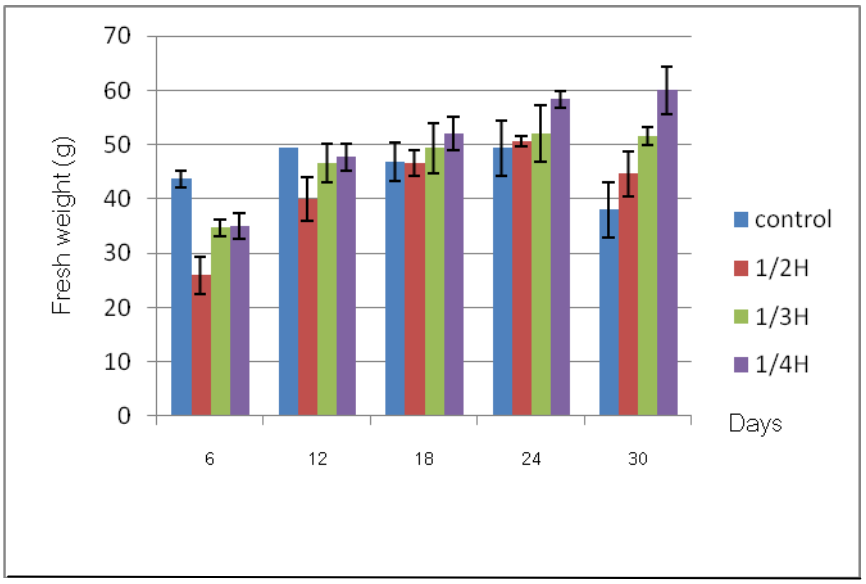

Figure 2 Comparison of fresh weight with concentration of media solution (H = Hoagland's solution)

วิจารณ์และสรุปผล

จากการทดลองการเพาะเลี้ยงไข่น้ำในกลุ่มควบคุม คือสารละลายธาตุอาหารพืช Hoagland's solution ที่ไม่เสริมธาตุอาหาร ให้ค่าน้ำหนักสดเฉลี่ยและน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด แสดงว่า ฮอร์โมน IAA อีเอ็ม และปุ๋ย ไม่ได้มีส่วนช่วยทำให้อัตราการ

เจริญเติบโตของไข่น้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากในสารละลายมีธาตุอาหารเพียงพอแล้ว เมื่อเติมปุ๋ยลงไปทำให้ธาตุอาหารมีมากเกินความจำเป็นแก่พืช หรืออาจจะเกิดความเป็นพิษแก่พืชได้ เช่น ไนโตรเจนเมื่อรวมกับน้ำจะกลายเป็นกรด เมื่อสารละลายมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพในการดูดแร่ธาตุบางชนิดลดลง จะเห็นได้จาก กลุ่มการทดลองที่เติมปุ๋ย ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชต่ำมากหรือตายในที่สุด จากงานวิจัยของ สุขุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์ (2551)[3] ได้เพาะเลี้ยงไข่น้ำ พบว่าไข่น้ำจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเลี้ยงในน้ำประปาที่เสริมด้วยปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ล. แต่ถ้าความเข้มข้นของปุ๋ยเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตของไข่น้ำจะลดลง และยังพบว่าไข่น้ำให้ผลผลิตลดลงในวันที่ 15 เนื่องจากมีการตายไปตามอายุขัยของไข่น้ำที่เป็นชุดเริ่มต้น ซึ่งปกติมีอายุขัยประมาณ 15 วัน หากอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมก็จะไม่สามารถขยายพันธุ์ต่อไปได้

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี จากผลการทดลองพบว่าไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในกลุ่มควบคุม คือ สารละลายธาตุอาหารพืช Hoagland's solution ที่ไม่เสริมธาตุอาหาร ในวันที่ 30 ของการเพาะเลี้ยง มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบีมากที่สุด ในขณะที่ไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในสารละลายธาตุอาหารพืช Hoagland's solution ที่เสริมด้วยปุ๋ย N-P-K สูตร 16-16-16 ที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ล. ให้ปริมาณปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี น้อยที่สุด เนื่องจากสารละลายธาตุอาหารพืช Hoagland's solution จะมีปริมาณธาตุอาหารหลัก คือ ธาตุไนโตรเจน, ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียม และธาตุอาหารรอง ซึ่งมีแร่ธาตุต่างๆ ในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับพืชที่พืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ และยังมีธาตุอาหารแมกนีเซียม ที่เป็นโครงสร้างของคลอโรฟิลล์การเพิ่มปุ๋ย N-P-K อาจจะส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายเปลี่ยนไปทำพืชดูดแมกนีเซียมไปใช้ได้น้อยลง สารละลายธาตุอาหารพืช Hoagland's solution ที่เสริมด้วยอีเอ็มที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10 มล./ล. ส่งผลให้ไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่ง อีเอ็ม ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthetic bacteria) กลุ่มจุลินทรีย์ตรึงไนโตเจน (Nitrogen fixing bacteria) และกลุ่มจุลินทรีย์ยีสต์ (Yeasts) กลุ่มจุลินทรีย์ทั้ง 3 กลุ่ม ต้องอาศัยอยู่ในดิน ซึ่งพืชต้องอาศัยอาหารในดินก็คือ ซากพืช ซากสัตว์ ที่ผ่านการย่อยของจุลินทรีย์แล้ว[9] เมื่อนำมาเติมในสารละลายประสิทธิภาพการทำงานของอีเอ็มจึงลดลง อีกทั้งจุลินทรีย์บางชนิดต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ทำให้ออกซิเจนในสารละลายลดลง จึงมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ ส่วนฮอร์โมน IAA ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 พีพีเอ็ม (0.5×10^{-6} M) และ 1 พีพีเอ็ม (1×10^{-6} M) ในงานวิจัยของ Czerpak และคณะ (2002)[10] กล่าวว่า ฮอร์โมน IAA ที่ระดับความเข้มข้น 10^{-6} M เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดจะไปกระตุ้นการสังเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี ให้เพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณที่เหมาะสมแตกต่างกันไปตามชนิดพืชแต่หากได้รับ ฮอร์โมน IAA ในระดับที่มากเกินไปจะส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้

จากการเพาะเลี้ยงไข่น้ำในสารละลาย Hoagland's solution ที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อเจือจางสารละลายเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ไข่น้ำมีอัตราการเจริญเติบโตซึ่งวัดจากน้ำหนักสดเพิ่มมากขึ้น อาจจะเนื่องมากจาก ไข่น้ำเป็นพืชที่มีขนาดเล็กและเจริญเติบโตได้ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ อาจจะต้องการปริมาณธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตน้อย ดังนั้นสูตรอาหารที่เจือจางจึงน่าจะเพียงพอและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะศึกษาสารกระตุ้นการเจริญเติบโตชนิดอื่น และปริมาณที่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตไข่น้ำ

2. ควรจะมีการศึกษาระดับความเข้มข้นของสารละลายให้เจือจางลง หากยังสามารถทำให้ไข่น้ำเจริญเติบโตได้ดีก็จะเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตไข่น้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนเงินทุน และให้โอกาสในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. อาภารัตน์ มหาขันธ์. ไข่น้ำอาหารคุณค่าสูงที่กำลังถูกลืม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2541;13(3): 95-102.

2. Mcclure, J.W. and Alston, R.E. A chemotaxonomic study of Lemnaceae. Amer. J. Bot 1966;53(9):849-860.

3. สุขุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์. การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.) เพื่อใช้เป็นอาหารมนุษย์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

4. ศิริภาวี ศรีเจริญ, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์ และสุทธิพงศ์ เปรื่องค้า. ไข่น้ำ. ศูนย์บริการวิชาการ. 2544;9(4): 17-19.

5. Chantiratikul, A. Effect of replacement of protein from soybean meal with protein from Wolffia meal [*Wolffia globosa* (L). Wimm.] on performance and egg production in laying hens. International Journal of Poultry Science, 2010;9 (3):283-287.

6. เบญจภรณ์ บุณยพุกฤณะ. การทดสอบความเป็นพิษและการดูดซับของโลหะโครเมียมและแคดเมียมโดยไข่น้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล. 2542.

7. Hoagland D.R. and Arnon D.I. The water-culture method for growing plant without soil. Calif Agric Exp Stn Cire 1938;349 (39).

8. Keawseejan N., Puangpropitag D. and M. Nakornriab. Evaluation of phytochemical Composition and Antibacterial Property of *Gynura procumbens* Extract. Asian Journal of Plant Sciences 2012;11: 77-82.

9. ศูนย์ฝึกอบรมและเผยแพร่เกษตรธรรมชาติคิวเซ. E.M. (Effective Microorganisms) การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์อีเอ็มจากธรรมชาติ เพื่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในวันนี้. มูลนิธิบำเพ็ญสาธารณะประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนาม, กรุงเทพฯ. ม.ม.ป.:31.

10. Czerpak R. Biochemical Activity Auxin in Dependence of their Structures in *Wolffia Arrhiza* (L.) Wimm. Acta Societatis Boanicorum Poloniae 2004;73(4): 296-275.