

## ผลของระบบไฮโดรโปนิคส์ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทในผักกาดหอม Effect of Hydroponics System on Growth and Nitrate Content of Lettuce

ปรัชวีณี พิบำรุง<sup>1</sup> และ กชกร ประคองสุข<sup>1</sup>  
Pibumrung, P.<sup>1</sup> and Prakhongsuk, K.<sup>1</sup>

### Abstract

Growth, weight and nitrate content of three varieties of lettuce in Dynamic Root Floating Technique (DRFT) hydroponic system were investigated. The experiment was 2x2 Factorial in Completely Randomized Design with ten replications and two factors: water system (12 and 24 h/day water circulating system) and lighting (solar and LED lighting). Results showed that the highest fresh weight of Green oak, Red oak and Green cos (156.60, 131.23 and 155.28 g, respectively) and lowest nitrate content (1,929.51, 1,781.38 and 2,078.38 mg/kg, respectively) were found in the sample treated with 24 h/day-water circulating and solar. The Green oak, Red oak and Green cos grown in the 12 h/day-water circulating and under LED lighting had lowest fresh weight (89.70, 76.56 and 78.45 g, respectively) and nitrate content (2,187.90, 1,959.72 and 2,293.16 mg/kg, respectively), which both treatments were significantly different.

**Keywords:** Hydroponics, Lettuce, Nitrate, LED

### บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโต น้ำหนัก และปริมาณไนเตรทในผักกาดหอม 3 พันธุ์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) วางแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 10 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ได้แก่ ระบบน้ำ (น้ำหมุนเวียน 12 และ 24 ชั่วโมงต่อวัน) และการให้แสง (แสงอาทิตย์ และ แสงแอลอีดี) พบว่า ผักกาดหอมกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และกรีนคอสในระบบน้ำหมุนเวียน 24 ชั่วโมงต่อวันร่วมกับการให้แสงอาทิตย์มี น้ำหนักสดสูงสุด (156.60, 131.23 และ 155.28 กรัม ตามลำดับ) และมีปริมาณไนเตรทต่ำสุด (1,929.51, 1,781.38 และ 2,078.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ส่วนผักกาดหอมกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และกรีนคอสในระบบน้ำหมุนเวียน 12 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับการให้แสงแอลอีดีมีน้ำหนักสดต่ำสุด (89.70, 76.56 และ 78.45 กรัม ตามลำดับ) และมีปริมาณไนเตรทสูงสุด (2,187.90, 1,959.72 และ 2,293.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) ซึ่งทั้ง 2 ทรีตเมนต์ทำให้ลักษณะดังกล่าวข้างต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**คำสำคัญ:** ไฮโดรโปนิคส์ ผักกาดหอม ไนเตรท แสงแอลอีดี

### คำนำ

การผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ เป็นระบบการผลิตที่ตลาดมีความต้องการสูงขึ้นต่อเนื่อง เพราะสามารถควบคุมปริมาณ คุณภาพ และสารพิษตกค้างในระบบได้ ช่วยแก้ปัญหาคาดแคลนผักตามฤดูกาล รวมทั้งหมุนเวียนการผลิตได้ในพื้นที่จำกัด โดยเฉพาะเทคโนโลยีการผลิตพืชในอาคารที่สามารถควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมได้ มีการนำแสงเทียมจาก light-emitting diodes (LEDs) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการผลิตพืช ซึ่งสามารถควบคุมความชื้น และพลังงานแสงให้สอดคล้องกับความต้องการของพืช นอกจากนี้หลอดไฟแอลอีดีให้พลังงานแสงสูงแต่ปลดปล่อยความร้อนต่ำ ตลอดจนมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหลอดไฟทั่วไป ถึง 100 เท่า (Yeh และ Chung, 2009) อย่างไรก็ตามการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์มีการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นหลัก จึงมีข้อกังวลเกี่ยวกับปริมาณไนเตรทที่สะสมในผักเกินมาตรฐาน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยเฉพาะผักเป็นพืชอายุสั้น หากได้รับปุ๋ย ไนโตรเจนในรูปของไนเตรทปริมาณมากเกินความต้องการ มีแนวโน้มเกิดการสะสมไนเตรทที่ใบสูงกว่าส่วนอื่น (Santamaria, 2006) และการบริโภคผักที่มีสารไนเตรทในปริมาณมาก อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ (Petpiamsiri และคณะ, 2018) อย่างไรก็ตาม การสะสมปริมาณไนเตรทในพืชขึ้นขึ้นอยู่กักระบบการผลิต และระยะการเก็บเกี่ยวของพืชด้วย (Yosoff และคณะ,

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

Department of Plant Production Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya, 13000

2015) ดังนั้น การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณไนเตรทในผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ในระบบการหมุนเวียนน้ำ 12 และ 24 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับการให้แสงอาทิตย์ และแสงแอลอีดี (LED) เพื่อให้ได้ข้อมูลทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ต่อไป

### อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการเพาะกล้าผักกาดหอมกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และกรีนคอสในฟองน้ำ และย้ายปลูกลงในระบบไฮโดรโปนิคส์แบบ Dynamic Root Floating Technique (DRFT) วางแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 10 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยด้านระบบน้ำ ได้แก่ 1) ระบบน้ำหมุนเวียน 12 ชั่วโมงต่อวัน (ตั้งเวลาการปิดเครื่องเติมอากาศระหว่างเวลา 18.00 น. – 06.00 น. ของวันใหม่) และ 2) ระบบน้ำหมุนเวียน 24 ชั่วโมงต่อวัน (เปิดเครื่องเติมอากาศตลอดเวลา) และปัจจัยด้านแสง ได้แก่ 1) แสงอาทิตย์ และ 2) แสงแอลอีดี การทดลองที่ให้แสงอาทิตย์ทำการทดสอบในโรงเรือนปลูกพืช ได้รับแสงเฉลี่ย ตั้งแต่เวลา 07.25-17.46 นาฬิกา (1,430 – 7,680 lux ที่ระยะห่างจากผัก 20 เซนติเมตร) อุณหภูมิภายในโรงเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 34.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอกโรงเรือนเฉลี่ยเท่ากับ 28.5 องศาเซลเซียส และการทดลองที่ให้แสงแอลอีดีทำการทดสอบในอาคารปลูกพืช ได้รับแสงแอลอีดี ตั้งแต่เวลา 06.00-20.00 น. ใช้อัตราส่วนแสงสีแดง:สีน้ำเงิน:แสงสีขาวเท่ากับ 3:2:1 (1,527 – 1,545 lux ที่ระยะห่างจากผัก 20 เซนติเมตร) อุณหภูมิภายในอาคารเฉลี่ยเท่ากับ 29.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอกอาคารเฉลี่ยเท่ากับ 34.9 องศาเซลเซียส ปรับสารละลายให้มีค่า pH ระหว่าง 5-6 ค่า EC 0.5–2.5 mS/cm. ตามระยะการเจริญเติบโตของผัก บันทึกข้อมูลความสูงต้น จำนวนใบ และความกว้างของใบ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งผักหลังการเก็บเกี่ยว (กรัม) และวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทในผักกาดหอมตามวิธี association of official analytical chemists (AOAC, 2000) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 nm ด้วยเครื่อง Spectrophotometer นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโต และน้ำหนักของผักกาดหอมทั้งสามพันธุ์ในระบบไฮโดรโปนิคส์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ปัจจัยด้านระบบน้ำ และระบบแสงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.01$ ) ต่อการเจริญเติบโตและน้ำหนักของผักกาดหอม โดยอิทธิพลด้านระบบน้ำ และระบบแสงมีผลต่อความสูงต้น ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดและแห้งของผักกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และกรีนคอส แต่ทั้งระบบน้ำและแสงไม่มีผลต่อจำนวนใบของผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ (Figure 1-6) ในขณะที่การทดลองของ Sreejariya และคณะ (2016) พบว่า การลดเวลาหมุนเวียนน้ำเพียง 12 ชั่วโมงต่อวัน เปรียบเทียบกับการหมุนเวียนน้ำตลอด 24 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมในระบบอควาโปนิคส์ เพราะปริมาณธาตุอาหารในน้ำเป็นปัจจัยหลักต่อการเจริญเติบโตของผักมากกว่าอัตราการหมุนเวียนน้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Shete และคณะ (2013) รายงานว่า การหมุนเวียนน้ำในระบบอควาโปนิคส์ช่วยให้ผักโขมดูดใช้ธาตุอาหารได้มากขึ้น โดยระบบที่มีการหมุนเวียนน้ำตลอด 24 ชั่วโมง มีปริมาณแอมโมเนีย และไนเตรทในน้ำลดลงต่ำสุด และลดลงลงไปในระบบที่มีการหมุนเวียนน้ำ 12, 8 และ 4 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ และการเจริญเติบโตของผักโขมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลที่แตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ เนื่องจากในระบบอควาโปนิคส์นั้นปริมาณธาตุอาหารที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ขึ้นอยู่กับการให้อาหาร การเผาผลาญอาหารของปลา และกิจกรรมของจุลินทรีย์เป็นหลัก (Liang และ Chien, 2013) การหมุนเวียนน้ำ 12-13 ชั่วโมงต่อวัน จึงยังสามารถรักษาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของผลผลิตได้ อย่างไรก็ตามในระบบไฮโดรโปนิคส์ทั่วไปการสร้างผลผลิตพืช สามารถใช้การจัดการค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย แก้ไขปัญหา และเพิ่มการดูดใช้ธาตุอาหารได้ (Sublet และคณะ, 2018) นอกจากนี้ต้องพิจารณาด้านอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออุณหภูมิของราก การดูดใช้ธาตุอาหาร และพัฒนาการของพืช (Calatayud และคณะ, 2008) การผลิตผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิคส์ จึงต้องพิจารณาปัจจัยหลายด้าน ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำ ฤดูกาล ระยะเวลา และการบังแสง เป็นต้น (Makhadmeh และคณะ, 2017) ดังนั้นการลดเวลาการหมุนเวียนระบบน้ำ จึงควรนำไปพิจารณาผลที่สอดคล้องกันของการลดต้นทุนการผลิตกับผลผลิตผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันไป ด้านการศึกษาอิทธิพลของระบบแสงในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ผักกาดหอมทั้ง 3 พันธุ์ที่ปลูกโดยใช้แสงอาทิตย์มีอัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักสูงกว่าผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้แสงแอลอีดี ในขณะที่ Promratrik (2017) รายงานว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์โดยใช้แสงแอลอีดีสีแดง และสีน้ำเงิน มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้สูงกว่าการใช้แสงอาทิตย์ เพราะแสงสีแดง และสีน้ำเงินเป็นแหล่งพลังงานที่พืชใช้ในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งผลการศึกษาที่ต่างออกไป อาจเนื่องจากระบบไฮโดรโปนิคส์ที่ให้แสงแอลอีดีในอาคารทดลองนั้น ถึงแม้ผักจะได้รับแสงยาวนานขึ้น (14 ชั่วโมงต่อวัน) แต่ความเข้มแสงที่ได้รับ (1,527-1,545 lux) ต่ำกว่าผักที่

ได้รับแสงอาทิตย์ (1,430-7,860 lux) ในโรงเรือนทดลอง (เฉลี่ย 10 ชั่วโมงต่อวัน) เพราะผักที่ได้รับความเข้มแสงสูงขึ้น จะมี ขบวนการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นจนถึงระดับอิ่มตัวด้วยแสง (light saturation point) แล้วระดับการสังเคราะห์แสงจะไม่ เปลี่ยนแปลง (พิชญ์สินี และธรรมศักดิ์, 2560) ความเข้มแสง และระยะเวลาในการรับแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของผักอย่างมี นัยสำคัญ การผลิตผักกาดหอมโดยใช้แสงแอลอีดี จึงควรศึกษาระดับความเข้มแสงที่สมดุลต่อการเจริญเติบโต และการสังเคราะห์ แสงของผักกาดหอมด้วย (Kang และคณะ, 2013) นอกจากนั้นสัดส่วนระหว่างการใช้แสง LED สีแดงต่อสีน้ำเงิน ยังส่งผลต่อการ เจริญเติบโตด้านจำนวนใบ และพื้นที่ใบ โดยอัตราส่วนของแสงสีน้ำเงินที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางสรีรวิทยา และ สันฐานวิทยา แต่ไม่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการสังเคราะห์แสง และน้ำหนักแห้งของผักกาดหอม (Wang และคณะ, 2016) อย่างไรก็ตาม การผลิตผักกาดหอมในอาคารนั้นมีหลายปัจจัยที่ต้องควบคุมให้สมดุลทั้งปริมาณน้ำ ธาตุอาหาร และพลังงาน ซึ่งใน ด้านพลังงานนั้นเกี่ยวข้องกับความเข้ม และคุณภาพของแสงเป็นสำคัญ การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้ม คุณภาพ และชนิดของแสง ที่เหมาะสม จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการเพิ่มผลผลิตทั้งหมด (Loconsole และคณะ, 2019)

ด้านปริมาณการสะสมไนเตรท พบว่า ปัจจัยด้านระบบน้ำ และระบบแสงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.01$ ) ต่อปริมาณไนเตรทของกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และกรีนคอส ปัจจัยด้านการหมุนเวียนน้ำและการให้แสงมีอิทธิพลต่อปริมาณ ไนเตรทสะสมของกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และกรีนคอสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในระบบน้ำหมุนเวียน 12 ชั่วโมงต่อวัน และให้แสงแอลอีดี ผักทั้ง 3 พันธุ์มีปริมาณไนเตรทสะสมสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เห็นได้ว่า ความเข้มของแสงเป็นปัจจัย สำคัญต่อปริมาณการสะสมไนเตรทในผัก (Liang และ Chien, 2013) และการจำกัดความเข้มของแสงมีผลต่อการเจริญเติบโต และ การดูดสารอาหารของพืช (Santamaria, 2006) เนื่องจากการสะสมไนเตรทในพืชนั้นมีอิทธิพลจากปุ๋ย และแสงโดยตรง ด้วยแสง เป็นปัจจัยหลักในการดูดใช้ไนเตรท และการสะสมไนเตรทในเนื้อเยื่อพืช (Lillo, 2004) แต่อายุของผักมีผลต่อการสะสมไนเตรท มากกว่าชนิด และส่วนผสมของแสงแอลอีดี (Wojciechowska และคณะ, 2016)

### สรุปผล

ผักกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และกรีนคอสที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียน 24 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับการให้ แสงอาทิตย์มีน้ำหนักสดสูงสุด และมีปริมาณไนเตรทต่ำสุด ในขณะที่ผักกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และกรีนคอสที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ ระบบน้ำหมุนเวียน 12 ชั่วโมงต่อวัน ร่วมกับการให้แสงแอลอีดีมีน้ำหนักสดต่ำสุด แต่มีปริมาณไนเตรทสูงสุด

### เอกสารอ้างอิง\*

- พิชญ์สินี เพชรไทย และธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, 2560, ผลของความเข้มแสงและระยะเวลารับแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของ ผักกาดหอม, วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, 4(3): 54-59.
- AOAC., 2000, Official Method of the analysis 32nd ed., Association of official analytical chemists.
- Calatayud, A., Gorbe, E., Roca, D. and Martinez, P.F., 2008, Effect of two nutrient solution temperatures on nitrate uptake, nitrate reductase activity,  $\text{NH}_4^+$  concentration and chlorophyll a fluorescence in rose plants, Environmental and Experimental Botany, 64: 65-74.
- Kang, J.H., Sugumaran, K., Atulba, S.L.S., et al., 2013, Light intensity and photoperiod influence the growth and development hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system, Horticulture, Environment, and Biotechnology, 54(6): 501-509.
- Liang, J. and Chien, Y., 2013, Effects of feeding frequency and photoperiod on water quality and crop production in a tilapia-water spinach raft aquaponic system, International Biodeterioration and Biodegradation, 85: 693-700.
- Lillo, C., 2004, Light regulation of nitrate uptake, assimilation and metabolism, In: Amancio, S. and Stulen, I. (eds), Nitrogen acquisition and assimilation in higher plants, Plant encophysiology, Vol 3: 149-184, Springer, Dordrecht, doi.org/10.1007/978-1-4020-2728-4\_6.
- Loconsole, D., Cocetta, G., Santoro, P. and Ferrante, A., 2019. Optimization of LED lighting and quality evaluation of Romaine Lettuce grown in an innovative indoor cultivation system, Sustainability, 11: 1-16.
- Makhadmeh, I.M., Al-Tawaha, A., Edaroyati, P. et al., 2017, Effects of different growth media and planting densities on growth of lettuce grown in a closed soilless system, Research on Crops, 18(2): 294-298.

Petpiamsiri, C., Siritientong, T., Kangsadalampai, K. and Tongyonk, L., 2018, The nitrate content in some green leafy vegetables with different cultivation methods in Thailand, วารสารสาธารณสุขศาสตร์, 48(3): 385-396.

Promratrak, L., 2017, The effect of using LED lighting in the growth of crops hydroponics, International Journal of Smart Grid and Clean Energy, 6(2): 133-140.

Santamaria, P., 2006, Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation, Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(10): 10-17.

Shete, A.P., Verma, A.K., Tandel, R.S., et al., 2013, Optimization of water circulation period for the culture of goldfish with spinach in aquaponic system, Journal of Agricultural Science, 5(4): 26-30.

Sreejariya, P., Raynaud Th., Dabbadie L., Yakupitiyage A., 2016, Effect of water recirculation duration and shading on lettuce (*Lactuca sativa*) growth and leaf nitrate content in a commercial aquaponic system, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 16: 311-319.

Sublet, W., Barickman, T. and Sams, C., 2018, The effect of environment and nutrients on hydroponic lettuce yield, quality, and phytonutrients, Horticulturae, 4(48): 1-15.

Wang, J., Lu, W., Tong, Y. and Yang, Q., 2016, Leaf morphology, photosynthetic performance, chlorophyll fluorescence, stomatal development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) exposed to different ratios of red light to blue light, Frontiers in Plant Science, 7: 1-10.

Wojciechowska, R., Kotton, A., Grochowska, O. D., and Knop, E., 2016, Nitrate content in (*Valerianella locusta* L.) plants is affected by supplemental LED lighting, Scientia Horticulturae, 211: 179-186.

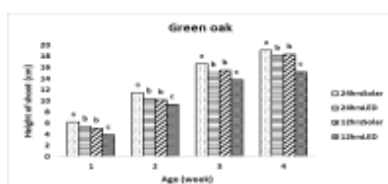
Yeh, N. and Chung, J-P., 2009, Hight-brightness LEDs-energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation, Renewable and Sustainable Energy, 13(8): 2175-2180.

Yosoff, S.F., Tengku, M., Mohamed, M., et al., 2015, Production system and harvesting stage influence on nitrate content and quality of butter head lettuce. Bragantia Campinas, 74(3): 332-330.

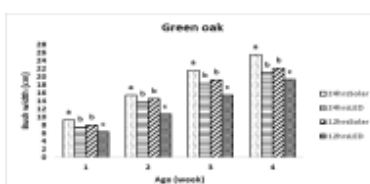
**Table 1** Effect of water circulating and lighting on weight and nitrate content of lettuce

Water Circulating	Lighting	Red oak			Green oak			Green cos		
		fresh weight (g)	dry weight (g)	Nitrate content (mg/kg)	fresh weight (g)	dry weight (g)	Nitrate content (mg/kg)	fresh weight (g)	dry weight (g)	Nitrate content (mg/kg)
24 hrs/day	Solar	156.60a	8.24a	1,929.51c	131.23a	6.05a	1,781.38c	155.28a	7.76a	2,078.38c
	LED	127.92b	7.08b	2058.14b	111.19b	5.47a	1,863.92b	123.95b	6.18b	2,130.55b
12 hrs/day	Solar	134.55b	6.73b	1,974.73b	114.74b	5.62a	1,825.20b	126.40b	6.63b	2,159.17b
	LED	89.70c	4.71c	2,187.90a	76.56c	3.77b	1,959.72a	78.45c	3.92c	2,293.16a
<b>F-test</b>		**	**	**	**	**	**	**	**	**
<b>CV%</b>		10.52	6.35	9.79	8.71	7.40	8.14	7.26	6.04	11.85

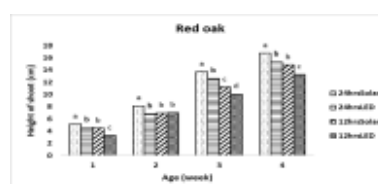
Remark; \*\* : significantly different at  $p \leq 0.01$



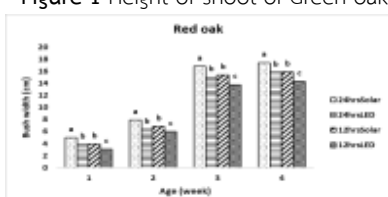
**Figure 1** Height of shoot of Green oak



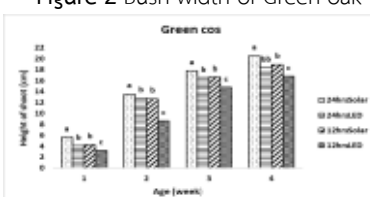
**Figure 2** Bush width of Green oak



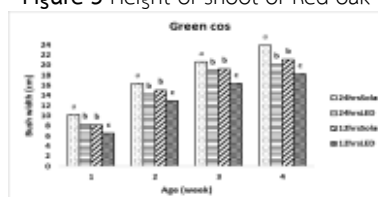
**Figure 3** Height of shoot of Red oak



**Figure 4** Bush width of Red oak



**Figure 5** Height of shoot of Green cos



**Figure 6** Bush width of Green cos