ผลของสัดส่วนแสงสีน้ำเงิน/สีแดง/สีขาวหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารหลักที่มีต่อการเจริญและพัฒนาของยูคาลิปตัสลูกผสมในสภาพปลอดเชื้อ

Effects of blue/red /white LEDs light ratio combination withthe concentration ofmacro nutrients solution on growth and development of hybrid eucalyptus under *in vitro*

ดารณี วิภาพนม[1*] และ อภิชาติ ชิดบุรี[1]

Daranee Wiphapanom[1*] and Aphichat Chidburee[1]

บทคัดย่อ: การเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อพืชในสภาพปลอดเชื้อจำเป็นต้องมีการให้แสง และธาตุอาหารเพื่อใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสงและหายใจ ทั้งสองปัจจัยเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ด้วยเหตุนี้ต้องหาวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และลดค่าใช้จ่ายสารเคมี การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแสงสีแดง/สีน้ำเงิน/สีขาวจากหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของอาหารสังเคราะห์สูตร MS(1962)ที่มีต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสลูกผสมในสภาพปลอดเชื้อโดยมีสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของแสงและความเข้มแสง (lux) ได้แก่[1] สีน้ำเงิน: 10%(60 lux)/ สีแดง: 81% (500 lux)/ สีขาว: 9%(55 lux);[2] สีน้ำเงิน: 7%(60 lux)/ สีแดง: 88%(800 lux)/ สีขาว: 5%(50 lux); [3]สีน้ำเงิน: 6%(60 lux)/ สีแดง: 90% (1,000 lux)/ สีขาว: 4%(45 lux) และ[4] หลอดฟลูออเรสเซนต์ (cool daylight; 36w/865, 2,426 lux)ร่วมกับอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่มีระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน ได้แก่ 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร นำไปไว้ในสภาพห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่ให้แสงนาน 16 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 24± 2 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า เนื้อเยื่อยูคาลิปตัสพัฒนาเกิดยอดใหม่ได้มากที่สุดในสภาพที่เลี้ยงภายใต้ชุดหลอดไดโอดเปล่งแสงที่มีสัดส่วนสีน้ำเงิน: 7%(60 lux)/ สีแดง: 88%(800 lux)/ สีขาว: 5%(50 lux) ร่วมกับอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร คือ 7.4 ยอดต่อชิ้นส่วนโดยที่ผลไม่แตกต่างกับที่เลี้ยงในสภาพให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (cool daylight; 36w/865, 2,426 lux) ร่วมกับอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร

คำสำคัญ: หลอดไดโอดเปล่งแสง อาหารสังเคราะห์, ยูคาลิปตัส, สภาพปลอดเชื้อ

ABSTRACT: Growth and development of plant tissue under *in vitro* required the light and nutrients for photosynthesis and respiration. The two factors are high cost. So we want to find out to save the electrical energy and reduce the cost of chemicals. This study was aimed to study the effect of light of intensity ratio of red, blue and white monochromatic light emitting diodes (LEDs) and different macro-nutrient solution of MS (1962) on growth and development of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) in tissue culture. The light treatments tested of the blue/red/white with light percentage ratio and light intensity (lux)were [1]; 10%(60 lux) blue/81% (500 lux) red/ 9%(55 lux) white, [2]; 7%(60 lux) blue/ 88%(800 lux) red/ 5%(50 lux) white, [3]; 6%(60 lux) blue/ 90% (1,000 lux) red/ 4%(45 lux) and the fluorescent lamps (cool daylight; 36w/865) (2,424 lux) combination with concentration of macro-nutrient solution (25, 50 and 100 ml/L)The all treatments culture under a photoperiod of 16 hr per day for 5 weeks in the culture room at 24± 2°C.The results showed that, most the number of new shoots per explant (7.4 shoots per explant) growth under condition 7%(60 lux) blue/ 88%(800 lux) red/ 5%(50 lux) white combination with 50 ml/L macro-nutrient solution.
Keywords: LEDs, Macro nutrients, Eucalyptus, *in vitro*

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง 52000
Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang., Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Province 52000

* Corresponding author: peaw--lovely@hotmail.com

บทนำ

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืชในสภาพปลอดเชื้อ ปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาและเจริญได้แก่ แสง (Light) และธาตุอาหารในสูตรอาหาร (Ramage and Williams, 2002) ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีของหลอดไฟฟ้าที่เป็นแบบประหยัดไฟมีหลากหลายรูปแบบ และที่กำลังได้รับความสนใจ คือ หลอดไดโอดเปล่งแสง (LEDs; Light Emitting Diodes) จึงได้มีการใช้หลอดไดโอดเปล่งแสงมาช่วยในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชควบคู่กับการลดปริมาณธาตุอาหารหลักของสูตรอาหารในการเพาะเลี้ยง ดังนั้นเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาประหยัดพลังงานไฟฟ้า และลดค่าใช้จ่ายสารเคมีจากการศึกษาของอมรรัตน์ (2549) ใช้หลอดไดโอดเปล่งแสงสีแดง 80% ร่วมกับสีน้ำเงิน 20% ทำให้โปรโตคอร์มกล้วยไม้ฟาแลนนอพซิสพัฒนาไปเป็นต้นกล้าได้ดี เช่นเดียวกับการใช้หลอดไดโอดเปล่งแสงสีแดง 80% กับสีน้ำเงิน 20% ทำให้น้ำหนักแห้งของเนื้อเยื่อกล้วยมากที่สุด (Nhut et al., 2002) ส่วนการลดระดับความเข้มข้น 1/4 ของธาตุอาหารมีเพิ่มเปอร์เซ็นต์การเกิดรากได้ของแอปเปิล "Gala" และ "Royal Gala" (Srishandarajah et al., 1990) ยูคาลิปตัสเป็นไม้เศรษฐกิจของโลก เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตเยื่อกระดาษ และเป็นพืชพลังงาน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาสัดส่วนของหลอดไดโอดเปล่งแสงที่ประกอบด้วยแสงสีน้ำเงิน สีแดง และสีขาวร่วมกับความเข้มข้นของอาหารสังเคราะห์สูตร MS (1962) ที่เหมาะสมต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสในสภาพปลอดเชื้อ

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาสัดส่วนสีน้ำเงิน/สีแดง/สีขาวของหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกับสารละลายธาตุอาหารหลักที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัส มี 2 ปัจจัย ดังต่อไปนี้

ปัจจัยที่ 1 สัดส่วนสีน้ำเงิน/สีแดง/สีขาวของหลอดไดโอดเปล่งแสงมี 4ชุด คือ

ชุดที่ 1 สีน้ำเงิน: 10%(60 lux)/ สีแดง: 81% (500 lux)/ สีขาว: 9%(55 lux)

ชุดที่ 2 สีน้ำเงิน: 7%(60 lux)/ สีแดง: 88%(800 lux)/ สีขาว: 5%(50 lux)

ชุดที่ 3 สีน้ำเงิน: 6%(60 lux)/ สีแดง: 90% (1,000 lux)/ สีขาว: 4%(45 lux)

ชุดที่ 4 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (cool daylight; 36w/865, 2,426 lux) (ชุดควบคุม:control)

ปัจจัยที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารหลัก สูตร Murashige and Skoog (1962) มี3 ความเข้มข้น คือ 25, 50 และ 100 มิลลิลิตร/ลิตร

โดยวางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมสุ่มสมบูรณ์ (Factorial in CRD; complete randomize design)มี12กรรมวิธี (treatment)กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ (replication) นำไปเติมในอาหารสูตร Murashige and Skoog (1962) ดัดแปลงครั้งที่ 6 (Siripatanadilok and Thaiutsa, 1990) ใช้ยอดยูคาลิปตัสลูกผสมรหัส (Code) PO4/3 ของบริษัทสหโคเจน กรีน จำกัด (ลำพูน) ที่มีความยาวยอดประมาณ 2 เซนติเมตรเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (1962) ดัดแปลงครั้งที่ 6 (Siripatanadilok and Thaiutsa, 1990) หลังจากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงบนชั้นเลี้ยง ในแต่ละกรรมวิธี โดยให้แสงนาน 16 ชั่วโมงต่อวัน ในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 ±2 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลหลังจากเพาะเลี้ยงไป 5 สัปดาห์ ได้แก่ ร้อยละของการเกิดยอดใหม่, จำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วน, ความยาวของยอด (เซนติเมตร), จำนวนใบต่อชิ้นส่วน, น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง (กรัม), ความเขียวของใบ(SPAD) รุ่น SPAD 502 (Minolta Camera Co., Osaka, Japan) ตัวอย่างใบจำนวน 3 ใบต่อชิ้นส่วน,ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ, บี และทั้งหมด (กรัม เมตร$^{-2}$) ของใบ โดยคำนวณตามสมการมาตราฐานความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเขียวกับปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบยูคาลิปตัสในสภาพหลอดทดลองตามวิธีของอภิชาติ และคณะ (2557) ดังต่อไปนี้

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ = 0.152*SPAD -1.5; (R^2=0.908)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี = 0.0583*SPAD-0.596; (R^2=0.900)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด = 0.21*SPAD-2.09; (R^2=0.941)

นอกจากนี้สุ่มตัวอย่างใบ จำนวน 3 ใบ ศึกษาลักษณะของปากใบตามวิธีของเพียงพิมพ์และคณะ, 2554) วัดความกว้างและยาวของปากใบ (ไมโครเมตร) หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab 17 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD (Lest Significant Difference)

ผลการศึกษา

จากการศึกษาเมื่อเพาะเลี้ยงยอดยูคาลิปตัสเลี้ยงได้ 5 สัปดาห์ (Figure 1A-1F) พบว่าเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสลูกผสมในแต่ละกรรมวิธีมีการเกิดร้อยละของยอดใหม่ร้อยละ 100 ซึ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในส่วนของการเจริญเติบโตและพัฒนา การให้แสงด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกับอาหารสังเคราะห์สูตร MS 50 และ 100 มิลลิลิตรต่อลิตร ทำให้เกิด จำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วนมากที่สุด เท่ากับ 7.4 ยอดต่อชิ้นส่วน (Figure 3) มีความยาวของยอดใหม่มากที่สุด เท่ากับ 2.50 เซนติเมตรต่อชิ้นส่วน มีความยาวของใบมากที่สุดเท่ากับ 1.22 เซนติเมตรต่อชิ้น (Figure1D) และทำให้มีน้ำหนักสดและแห้งของชิ้นส่วนมากที่สุดเท่ากับ 0.1022 กรัม และ0.0131 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นสอดคล้องค่าความเขียวของใบที่มากที่สุดเท่ากับ 23.52 (Figure 2A) มีปริมาณของคลอโรฟิลล์เอ, บี และทั้งหมด มากที่สุดเท่ากับ 2.075, 0.775 และ2.849 ตามลำดับ (Figure 2B) รวมทั้งทำให้มีขนาดของความกว้างปากใบมากที่สุดเท่ากับ 20.485 เซนติเมตรต่อชิ้นส่วน เมื่อเทียบกับการให้แสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ เห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความยาวของปากใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 2C) ส่วนการให้แสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับอาหารสังเคราะห์สูตร MS100 มิลลิลิตรต่อลิตร มีจำนวนใบต่อชิ้นส่วนมากที่สุดเท่ากับ 51.6 ใบ

วิจารณ์

การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสในสภาพที่ให้แสงด้วยหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกันของสีน้ำเงิน/สีแดง/สีขาวมีร้อยละจำนวนยอดใหม่ต่อชิ้นส่วนไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่เลี้ยงสภาพให้แสงด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยไม่มีผลต่อการชักนำให้เกิดยอดใหม่ของเนื้อเยื่อ การให้แสงสีแดงร้อยละ 80 ร่วมกับสีน้ำเงินร้อยละ 20 ส่วนมากใช้ในการชักนำให้งอกของเมล็ดและเจริญเติบโตของกล้วยไม้ เช่น *Calanthe Satsuma* (Fukai et al., 1997) เนื่องการเจริญและพัฒนาจุดกำเนิดยอดใหม่ของเนื้อเยื่อ ได้รับอิทธิพลผลมาจากการชักนำจากสารเคมีที่มีในอาหารที่เลี้ยง ความยาวยอดของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสที่เลี้ยงในสภาพหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกันสีน้ำเงิน/สีแดง/สีขาวในทั้ง 3 ชุด ที่ร่วมกับอาหารสังเคราะห์สูตร MS (1962) ความเข้มข้น 25 มิลลิลิตร/ลิตร มีความยาวยอดน้อยที่สุด เนื่องจากการได้รับความเข้มของแสง (light intensity) ที่ต่ำ ส่งผลให้มีการยืดยาวของข้อและปล้อง ได้ผลเช่นเดียวกับ Kim et al. (2004) ที่ทดลองใช้หลอด LED กับต้นเบญจมาศในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า การที่ลำต้นยืดยาวเป็นการส่งเสริมหรือยับยั้งด้วยการทำงานที่ปฏิสัมพันธ์กันของตัวรับแสงสีน้ำเงินต่อสีแดง (blue/red light receptors) และที่มีความเฉพาะรับแสงของไฟโตโครม (phytochrome) นอกจากนี้แสงสีแดงมีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยามากกว่าการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืชในสภาพปลอดเชื้อ (Miyshita et al., 1997) สำหรับค่าความเขียวของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และทั้งหมดของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสที่เลี้ยงในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน สัดส่วนของแสงสีน้ำเงิน/สีแดง/สีขาวจากหลอดไดโอดเปล่งแสง มีความใกล้เคียงกับช่วงแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันของอาหารสังเคราะห์สูตร MS(1962)

สรุป

จากการศึกษาการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสในสภาพปลอดเชื้อที่เลี้ยงสภาพมีสัดส่วนแสงสีน้ำเงิน/สีแดง/สีขาวของหลอดไดโอดเปล่งแสงทั้ง 3 ชุดร่วมกับความเข้มข้นของสารละลายอาหารสังเคราะห์สูตร MS(1962) ความเข้มข้น 25, 50 กับ 100 มิลลิลิตร/ลิตร ไม่แตกต่างกับที่เลี้ยงในสภาพหลอดฟลูออเรสเซนต์ร่วมกับความเข้มข้นต่างๆ ของอาหารสังเคราะห์สูตร MS(1962) การเพิ่มจำนวนยอดใหม่ได้ดีเมื่อเลี้ยงในสภาพชุดหลอดไดโอดเปล่งแสงที่มีสัดส่วนสีน้ำเงิน: 7%(60 lux) / สีแดง: 88%(800 lux) / สีขาว: 5%(50 lux) ร่วมกับอาหารสังเคราะห์สูตร MS(1962) ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิลิตร/ลิตร โดยที่ผลไม่แตกต่างกับที่เลี้ยงในสภาพให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (cool daylight; 36w/865, 2,426 lux) ร่วมกับสารละลายธาตุอาหารหลักที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิลิตร/ลิตร ซึ่งทำให้สามารถลดปริมาณการใช้ทั้งไฟฟ้าและปริมาตรสารได้

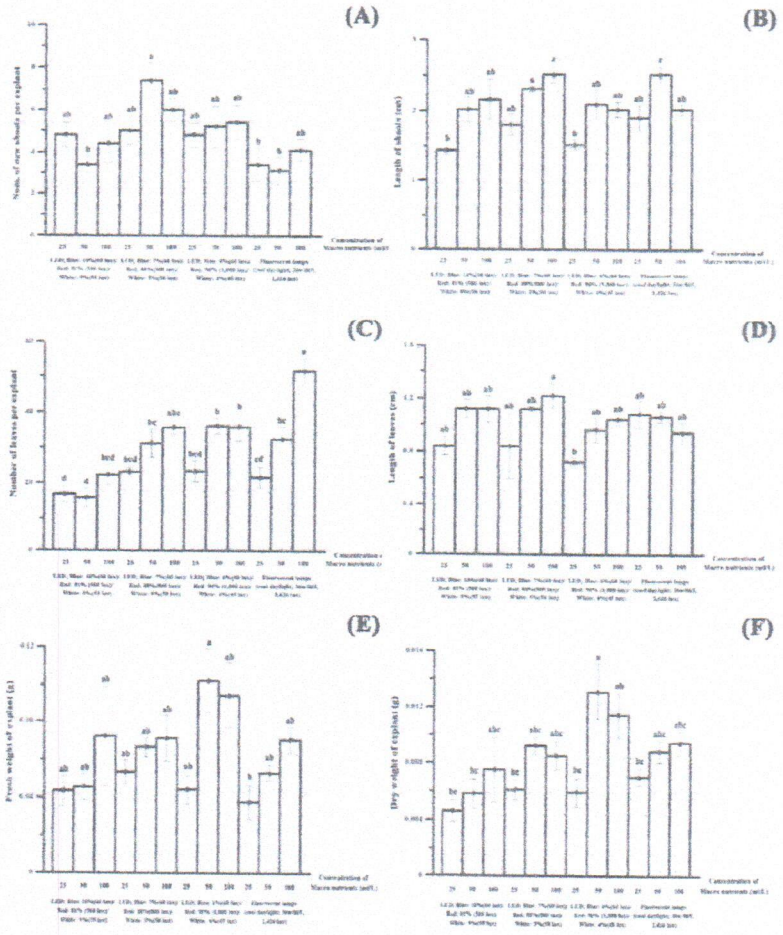

Figure 1 Growth characteristics of eucalyptus after 5 weeks of culture.,(A) numbers of new shoot per explant, (B) numbers of leaave per explant, (C) length of leaves, (D) numbers of leaf per explant, (E) fresh weight and (F) dry weight of explant; Mean ± SE within for treatments followed by different letters (a-b) are significantly different according to LSD multiple range test at $P<0.05$ level.

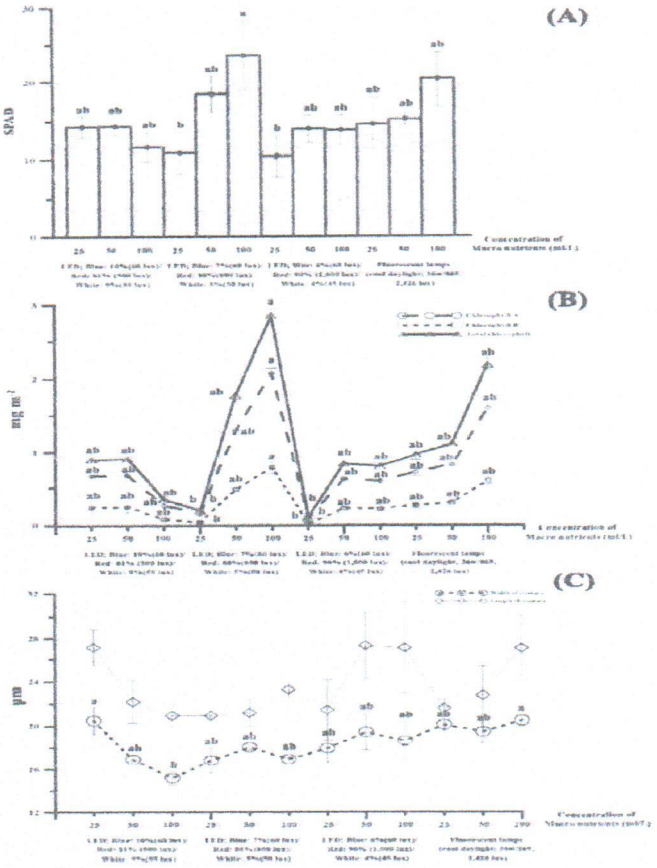

Figure 2 Growth characteristics of eucalyptus after 5 weeks of culture , (A) SPAD index, (B) Chlorophyll a, b and total, (C) width and length of stomata , Mean ± SE within for treatments followed by different letters (a-b) are significantly different according to LSD multiple range test at P<0.05 level.

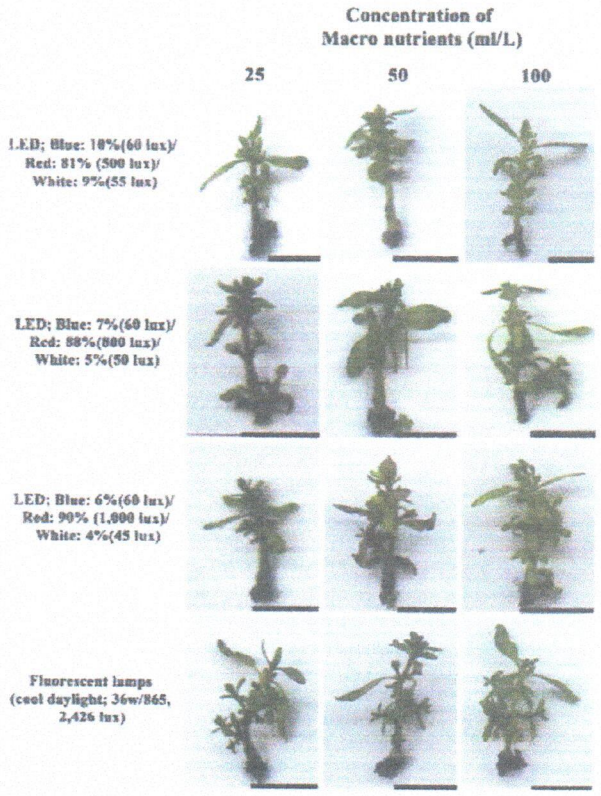

Figure 3 In vitro growth of eucalyptus under different condition after 5 weeks of culture.(bar = 1 cm)

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาภายใต้โครงการยกระดับปริญญานิพนธ์เป็นงานวิจัยตีพิมพ์งานสร้างสรรค์ และงานบริการวิชาการสู่ชุมชน (โครงการ HRM)

เอกสารอ้างอิง

เพียงพิมพ์ ชิดบุรี, วรัญญา ธาราเวชรักษ์ และอภิชาติ ชิดบุรี. 2554. ลักษณะปากใบของกล้วยไม้ไทยพันธุ์แท้และลูกผสมบางชนิด. ว.วิทย.กษ. 42 3/1(พิเศษ): 379-382.

อภิชาติ ชิดบุรี, อนนท์ นำอิน, กริช แสนสุภา และธีรวัฒน์ กลายเพศ. 2557. ผลของหลอดไดโอดเปล่งแสงร่วมกันสีน้ำเงิน/สีแดง/สีขาวที่มีต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อยูคาลิปตัสในสภาพปลอดเชื้อ. แก่นเกษตร. 42 (ฉบับพิเศษ) 3: 309-414.

อมรรัตน์ วงษ์นอก. 2549. ผลของไดโอดเปล่งแสงและสูตรอาหารต่อการพัฒนาของกล้วยไม้ฟาแลนนอพซิสในสภาพปลอดเชื้อ. วิทยานิพนธ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Fukai, S., K. Fujiwara, K. Okzmoto, A. Hasegawa, and M. Goi. 1997. Effects of red and blue lights on germination and protocorm growth of *Calanthe Satsuma*. Lindleyana. 12: 169-171.

Kim, S.J., E.J. Hahn, J.W. Heo, and K.Y. Paek. 2004. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*. ScientiaHorticulturae. 101: 143-151.

Miyashita, Y., T. Kimura, Y. Kitaya, C. Kubota, and T. Kozai. 1997. Effect of red light on the growth and morphology if potato plantlets *in vitro*: using light emitting diodes (LEDs) as a light source for micropropagation. ActaHorticulturae. 418: 169-173.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol.Plant. 15: 473-479.

Nhut, D.T., L.T.A. Hong, H. Watanabe, M. Goi, and M. Tanaka. 2002. Growth of banana plantlets cultured *in vitro* under red and blue light-emitting diode (LED) irradiation source. ActaHorticulturae 575(1): 17-24.

Ramage, C.M. and R.R. Williams. 2002. Mineral nutrition and plant morphogenesis. In Vitro cellular& Developmental Biology-Plant. 38: 116-124.

Siripatanadilok, S. and B. Thaiutsa. 1990. Application of vegetative propagation to improve timber yield of red gum (*Eucalyptus camaldulensis*Dehnh.). Dep.Forest Biology, Fac.Forestry, Kasetsart Univ. Report No.1, Bangkok.

Sriskandarajah, S., R.M. Skirvin, and H. Abu-Qaoud. 1990. The effect of some macronutrients on adventitious root development on scion apple cultivars in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 21: 185-189.

ประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 16

The 16th Agricultural Conference

วันที่ ๒๖ – ๒๗ มกราคม ๒๕๕๘

26 – 27 January 2015

แก่นเกษตร ปีที่ 43 ฉบับพิเศษ 1 2558 Khon Kaen Agriculture Journal Vol.43 SUPPLEMENT 1 2015

50 ปี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

แก่นเกษตร

KHON KAEN AGRICULTURE JOURNAL

ปีที่ 43 ฉบับพิเศษ 1 2558 VOL 43 SUPPLEMENT 1 2015

ประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 16

The 16th Agricultural Conference

วันที่ ๒๖ – ๒๗ มกราคม ๒๕๕๘

26 – 27 January 2015

http://ag2.kku.ac.th/conference16/

ISSN 0125-0485

แก่นเกษตร
KHON KAEN AGRICULTURE JOURNAL

❖ **แก่นเกษตร** เป็นวารสารของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านเกษตรศาสตร์และสาขาที่เกี่ยวข้อง ปีละ 4 ฉบับ โดยทุกเรื่องที่ได้ตีพิมพ์ได้ผ่านการพิจารณาจากกองบรรณาธิการและผู้ตรวจอ่านทั้งภายในและภายนอก และเป็นวารสารที่ยอมรับในการใช้เป็นผลงานตีพิมพ์เรื่องที่ 2 ของนักศึกษาทุน ครบ. (ตั้งแต่รุ่นที่ 11 เป็นต้นไป)

❖ **เรื่องที่ลงตีพิมพ์** ได้แก่ บทความวิชาการจากการวิจัย บทความทางวิชาการ เรื่องแปล ข้อคิดเห็น หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องที่เป็นประโยชน์ต่องานการเกษตร ที่ไม่เคยตีพิมพ์ที่ใดมาก่อน โดยมีผู้เขียนหรือผู้ร่วมเขียนอย่างน้อย 1 ท่านที่เป็นสมาชิกวารสารแก่นเกษตร

❖ **การสมัครเป็นสมาชิก** สามารถแจ้งความจำนงเป็นสมาชิกได้ทางจดหมายหรือกรอกใบสมัครที่แนบมากับวารสารหรือสมัคร online ทาง website พร้อมส่งค่าสมาชิกเป็นธนาณัติสั่งจ่าย ปณ. มหาวิทยาลัยขอนแก่นไปรษณีย์ตัวเมืองถึง

น.ส. นงนุช รัตน์อ่ำ
หน่วยการเงินและบัญชี
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จ.ขอนแก่น 40002

❖ **ติดต่อสอบถาม** การสมัครสมาชิกและการส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ได้ที่

บรรณาธิการวารสารแก่นเกษตร
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
จ.ขอนแก่น 40002
โทร/Fax 043-202360
E-mail: agkasetk@gmail.com
Website: http://agci.kku.ac.th/kaj

กองบรรณาธิการจัดเตรียมต้นฉบับ

น.ส.พรทิพา สุริยะ
น.ส.สันธิรา ไชยศิริ
น.ส.พรนิตา อินทศิริ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ที่ปรึกษา

รศ.ดร.มนต์ชัย ดวงจินดา, คณบดี — มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บรรณาธิการ

รศ.ดร.วิโรจน์ ภัทรธีนดา — มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บรรณาธิการ (ฉบับพิเศษ)

ผศ.ดร.วุฒิไกร บุญคุ้ม — มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กองบรรณาธิการ (ฉบับพิเศษ)

รศ.ดร.เพ็ญพรรณ ศศิสกุลเตียว	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.สุภร กตกหิน	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
สพ.ญ.ดร.วิบูลศักดา จันทร์ภักดิกุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.นันทวุฒิ จงจำลาง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.สันติไมตรี โกยดำดี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.เยาวรัตน์ ศรีวรานันท์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.ภาณุพันธุ์ ประภาศิลกุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.อนันต์ วงเจริญ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.ทรุณี พรมศ์ บุศร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.พัชรี สุริยะ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.วิลี แม็ทธะผล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.สุวิตา แสไพศาล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.สนุพล เกษโรผง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.ทูโมมา ดงสันสุข	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.พฤกษา เหล่างนระ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.นฤมล แก้วจำปา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น

All ideas in the articles entirely belong to the author (s) and have been approved by the reviewers. They may not agree with that of the editorial board. The Faculty of Agriculture, Khon Kaen University as a consequence is not to be hold responsible for their contents.

แก่นเกษตร
KHON KAEN AGRICULTURE JOURNAL

❖ Khon Kaen Agriculture Journal belongs to Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. The academic articles on the subject of agriculture and related areas will be published 4 volumes per year. All research and reviewed articles have been approved by invited internal and external reviewers and the journal has been accepted for the second academic articles and started from the eleventh Royal Golden Jubilee Ph.D. student.

❖ Submitted articles can be research articles, review articles, technical notes, translate articles, academic comments, which useful to agriculture areas. Only original articles can be submitted. At least one author must be a member of Khon Kaen Agriculture Journal.

❖ Member subscribe can be performed by filling the online form at KAJ website or send the subscribe form by mail with annual member 200 baht to P.O. Box Khon Kaen University or Cash check to

Ms. Nongnooch Ratsorn
Financial Unit
Faculty of Agriculture, Khon Kaen University
Khon Kaen 40002, Thailand

❖ Contact For more information, please contact

KAJ Editor
Faculty of Agriculture, Khon Kaen University
Khon Kaen 40002
Tel/Fax: 66-43-202360
E-mail: agkasetk@gmail.com
Website: http://agci.kku.ac.th/kaj

Manuscript Preparation Board

Mrs. Orathai Suriyasa — Khon Kaen University
Ms. Sandhira Chaidee — Khon Kaen University
Ms. Pornnisa Wattanasen — Khon Kaen University

Advisory Committee

Assoc.Prof.Dr. Monchai Duangpatra, Dean — Khon Kaen University

Editor

Assoc.Prof.Dr. Virote Pattarajinda — Khon Kaen University

Editor (Supplement Issue)

Assist.Prof.Dr. Wuttigrai Boonkum — Khon Kaen University

Editorial Board (Supplement Issue)

Assoc.Prof.Dr. Penpan Sasakulsiw	Khon Kaen University
Assist.Prof.Dr. Suporn Kataweteekarn	Khon Kaen University
Dr. Viboonkta Chankitisakul, D.V.M.	Khon Kaen University
Dr. Nuntawoot Jongrungklang	Khon Kaen University
Assist.Prof.Dr. Santimaitree Gooderham	Khon Kaen University
Assist.Prof.Dr. Yaowarat Siwarungson	Khon Kaen University
Dr. Panupan Prapatikul	Khon Kaen University
Dr. Anan Wongcharoen	Khon Kaen University
Dr. Arunee Promkambut	Khon Kaen University
Dr. Patcharee Suriya	Khon Kaen University
Dr. Vibee Muenworn	Khon Kaen University
Dr. Suwita Saepsan	Khon Kaen University
Dr. Danupon Kelthaisong	Khon Kaen University
Dr. Anonna Dongsansuk	Khon Kaen University
Dr. Phrueksa Lawongsa	Khon Kaen University
Dr. Narusmol Kaewjampa	Khon Kaen University

All ideas in the articles entirely belong to the author (s) and have been approved by the reviewers. They may not agree with that of the editorial board. The Faculty of Agriculture, Khon Kaen University as a consequence is not to be held responsible for their contents.