14309

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

อิทธิพลของแสงที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเยอรบีรา
Effect of Light on In Vitro Culture of Gerbera

โดย

นางสาวณัฐวดี วุฒิจักร
นางสาวปิยลักษณ์ เหลืองสกุล

อาจารย์วิชัย ลิ้มกาญจนพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรอง

(ดร.ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์)
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
วันที่ 22 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2536

ปพ.
ธ431ท0
2536

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 100040
วัน.เดือน.ปี 17 JUN 2003

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่องนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก อาจารย์วิชัย ลิ้มกาญจนพงศ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการแก้ปัญหาต่างๆตลอดจนได้ช่วยตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษจนสำเร็จเรียบร้อย และ ต้องขอขอบคุณสถาบันวิจัยพืชสวนบางกอกน้อย ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อ clean culture ของต้นเยอรบีรา

นอกจากนี้ คุณพ่อ คุณแม่ได้กรุณาให้กำลังใจและให้ทุนทรัพย์ ในการศึกษาเป็นอย่างดียิ่งตลอดมา อีกทั้งเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ในการทำปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ณัฐวดี วุฒิจักร
ปิยลักษณ์ เหลืองสกุล

อิทธิพลของแสงที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเยอรบีรา

Effect of Light on In Vitro Culture of Gerbera

บทคัดย่อ

การทดลองศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการรับแสง ความเข้มแสง และชนิดของแสง ที่มีผลต่อการเจริญของต้นเยอรบีราที่เลี้ยงในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อหาสภาพของแสงที่เหมะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเยอรบีรา โดยนำ clean culture เยอรบีรามาเลี้ยงภายใต้สภาพที่มีระยะเวลาของการรับแสงต่างๆกัน คือ 24,20,16 และ 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ของฟิลิปส์ ซึ่งพืชจะได้รับความเข้มแสงเท่ากัน คือ 3,000 lux พบว่าต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 24 ชั่วโมง จะมีการแตกกอและได้ต้นที่สมบูรณ์มากที่สุด

การศึกษาผลของความเข้มแสงที่พืชได้รับ คือ 1,500 3,000 และ 5,000 lux โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ของฟิลิปส์ ซึ่งจำนวนชั่วโมงในการรับแสงเท่ากัน คือ 16 ชั่วโมงต่อวัน นั้นพบว่า ต้นเยอรบีราที่ได้รับความเข้มแสง5,000 lux จะมีการแตกกอ และได้ต้นที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด

การศึกษาชนิดของแสงที่มีผลต่อพืช เมื่อจำนวนชั่วโมงที่พืชได้รับ คือ 16 ชั่วโมงต่อวัน นั้นหลอดไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง คือ Gro lux, Fluorescent daylight, Philip clora 84 และ Cool white นั้นพบว่า ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอด Cool white จะมีการแตกกอ และได้ต้นที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด แต่ในการทดลองในเรื่องชนิดของแสง ยังมีอิทธิพลเนื่องจากการสะสมความร้อนในชั้นที่ปิดกั้นด้วยกระดาษดำจึงควรทดลองใหม่

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	1
สารบัญภาพ	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลและวิจารณ์	18
สรุป	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	35

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ผลของระยะเวลาในการให้แสง ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีราจากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 เป็นเวลา 6 สัปดาห์	18
2	ผลของระยะเวลาในการให้แสง ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีราจากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 2 เป็นเวลา 4 สัปดาห์	20
3	ผลของความเข้มแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีราจากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 เป็นเวลา 6 สัปดาห์	22
4	ผลของความเข้มแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีราจากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 2 เป็นเวลา 4 สัปดาห์	24
5	ผลของชนิดของแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีราจากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 เป็นเวลา 6 สัปดาห์	26

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	เปรียบเทียบความสมบูรณ์ของต้นเยอรบีราที่มีระยะเวลาในการให้แสง 12 , 16 , 20 , 24 ชั่วโมงจากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 เป็นเวลา 6 สัปดาห์	29
2	เปรียบเทียบความสมบูรณ์ของต้นเยอรบีราที่ได้รับความเข้มแสง 1,500 , 3,000 , 5,000 lux จากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 เป็นเวลา 6 สัปดาห์	30
3	เปรียบเทียบความสมบูรณ์ของต้นเยอรบีรา ที่ได้รับแสงจากหลอดไฟฟ้า Gro lux , Fluorescent daylight ,Philip clora 84 , Cool white จากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 เป็นเวลา 6 สัปดาห์	31

คำนำ

เยอรบีราเป็นไม้ดอกชนิดหนึ่งที่มีลักษณะรูปร่างของช่อดอกสวยงาม และมีสีสรรเด่นสะดุดตา เช่น สีขาว สีเหลือง สีชมพู สีส้มและสีแดง ในบางชนิดอาจมีหลายสีในดอกเดียวกัน ปัจจุบันได้มีการปลูกเยอรบีราเป็นไม้ตัดดอกขายอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะเยอรบีราพันธุ์ยุโรป เหมาะสมที่จะตัดดอกขายมาก เนื่องจากดอกมีก้านที่แข็งแรง กลีบใหญ่ หนา และแข็งแรงกว่าของไทย ก้านยาวสูง ไม่เหี่ยวเฉาง่าย มีความทนทานนาน ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมให้ปลูกเยอรบีราพันธุ์ยุโรปเพิ่มมากขึ้น เพื่อทดแทนการนำเข้า โดยปาติเยอรบีราพันธุ์ยุโรปจะใช้การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด และการแยกหน่อ แต่การขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดจะได้ต้นไม่ตรงตามพันธุ์ ส่วนการขยายพันธุ์โดยการแยกหน่อจะได้ต้นซึ่งมีจำนวนจำกัด ดังนั้นการขยายพันธุ์เยอรบีราพันธุ์ยุโรปในปัจจุบันจึงนิยมใช้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถผลิตต้นพันธุ์เยอรบีราได้เป็นจำนวนมาก ภายในระยะเวลาอันสั้น รวดเร็ว ได้ต้นที่ปลอดจากเชื้อโรคและตรงตามพันธุ์

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหลายชนิด เพื่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือ แสงสว่าง จึงสมควรหาสภาพของแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเยอรบีรา ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของระยะเวลาในการให้แสง ชนิดของแสง และความเข้มของแสงที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญเติบโตของเยอรบีรา

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการรับแสง ความเข้มแสงและชนิดของแสงที่มีผลต่อการเจริญของต้นเยอรบีราที่เลี้ยงในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้สภาพของแสงที่เหมาะสมที่สุด และเป็นการประหยัดพลังงานในสภาพการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด ของต้นเยอรบีราต่อไป

การตรวจเอกสาร

เยอรบีรา มีชื่อสามัญว่า Gerbera หรือ Barberton Daisy หรือ Transvaal Daisy มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Gerbera jamesonii อยู่ในวงศ์(Family) Compositaeมีถิ่นกำเนิดในอัฟริกาใต้

เยอรบีรามีลำต้นอยู่ใต้ดิน มีอายุนานกว่า 1 ปี(perrennial) ขึ้นเป็นกอ ใบงอกจากตาใต้ดินมีสีเขียวแก่ ใบปรกเป็นพุ่ม ขอบใบเป็นแฉก(lobe)แต่ละแฉกหยักลึกไม่เท่ากันแผ่นใบไม่คลี่กางเต็มที่ ขอบใบทั้งสองข้างมักหุบเข้าหาเส้นกลางใบเล็กน้อยทำให้ใบมีลักษณะเป็นรูปตัววีตื้นๆใต้ใบและก้านใบมีขนบางๆ อยู่ทั่วไป ช่อดอกมีลักษณะเป็นhead ประกอบด้วยดอกย่อยเล็กๆ จำนวนมากอัดกันแน่นอยู่บนฐานรองดอก(receptacle) บนช่อดอกหนึ่งๆจะมีดอกย่อยอยู่ 2 ประเภท คือ ดอกย่อยชั้นนอก(ray florets)และดอกย่อยชั้นใน(disc florets) ช่อดอกมีหลายสี เช่น ขาว เหลือง ชมพู ส้ม และแดง ในแต่ละดอกจะมีเกสรตัวเมีย(stigma)อันหนึ่ง มีลักษณะเป็นเส้นตรงเล็กมาก ยาวประมาณ0.5-0.8 เซนติเมตร ตอนปลายแยกเป็นสองแฉก เกสรตัวผู้อยู่บริเวณกลางดอก ตอนปลายมีตลับเกสร(anther)ภายในตลับจะมีละอองเกสร(pollen grain) อยู่เป็นจำนวนมาก

การเจริญเติบโตของต้นพืชต้องการปัจจัยหลายอย่าง ปัจจัยที่สำคัญที่สุดก็คือ แสง (Gort,1970)กล่าวว่า โลกได้รับแสงอาทิตย์ 50 เปอร์เซนต์ ส่วนที่หายไปถูกดูดซับไว้ในชั้นของบรรยากาศ หรือ สะท้อนกลับไปโดยกลุ่มเมฆ ฝุ่น และพื้นผิวของโลก

Janick(1974) กล่าวว่าพลังงานแสงที่มาถึงพื้นโลกเมื่อมองด้วยตาเปล่าจะเห็นเพียงสีขาว ในแสงสีขาวนี้ ประกอบด้วยแสงสีต่างๆ 7 สี คือ ม่วง ฟ้า เขียว เหลือง ส้ม แดง และinfar-red แสงสีต่างๆ มีช่วงคลื่นระหว่าง 400-730 มิลลิไมครอน ช่วงคลื่นดังกล่าวมีความสำคัญต่อพืชสีเขียวทุกชนิด

M.K.Hunter(1978) กล่าวว่า ช่วงแสงสีน้ำเงิน(blue light) มีผลต่อขบวนการผลิตคาร์โบไฮเดรตของพืช ช่วงแสงสีแดง(red light) มีผลต่อการดูดธาตุอาหาร และ ตอบสนองต่อช่วงแสงอื่นๆของพืชแสงฟาเรด(far red light) มีผลต่อความยาวของลำต้น การงอกของเมล็ดและขนาดของใบให้เป็นปกติ แสงฟาเรดจะควบคุมการตอบสนอง ต่อแสงสีแดงในพืช แสงสีแดง และแสงสีน้ำเงิน เป็นช่วงแสงที่จำเป็นมากสำหรับการเจริญเติบโตของพืชในขบวนการ

สังเคราะห์แสง

Levitt(1974) กล่าวว่า แสงสว่างมีความสำคัญต่อ ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช(Photosynthesis) การสร้างฮอร์โมนพืช การสร้างเม็ดสี ตลอดจนการออกดอก และผล

สมเพียร(2525) กล่าวว่า แสงสว่างมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเจริญเติบโตของต้นพืชนับตั้งแต่ เมล็ดเริ่มงอก การสังเคราะห์แสง การสร้างฮอร์โมนในพืช การสร้างเม็ดสี ตลอดจนการออกดอกออกผล และอื่นๆ ที่มาของแสงสว่างอาจจำแนกได้ 2 ทาง คือ แสงจากดวงอาทิตย์(sunlight) และ แสงที่มนุษย์สร้างขึ้น (artificial light) แสงสว่างทั้งที่ได้จากดวงอาทิตย์ และแสงที่มนุษย์สร้างขึ้นนั้น ย่อมมีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องความเข้มของแสง(intensity) ช่วงแสง (duration) และ คุณภาพของแสง(light quality) ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ย่อมจะมีอิทธิพลหรือมีบทบาทต่อต้นพืชแตกต่างกันออกไป

ความเข้มแสง(intensity) เราสามารถวัดความเข้มแสงได้ด้วยเครื่องมือวัดแสง(light meters) หน่วยที่ใช้วัดที่ใช้อยู่มี 2 หน่วย คือ ลักซ์(lux) และฟุตแคนเดิล(foot candle)แต่ฟุตแคนเดิลจะนิยมใช้ในหมู่ผู้ปลูกไม้ดอกมากกว่า เครื่องมือที่ใช้วัดแสงมีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ และมีราคาตั้งแต่ไม่กี่ร้อยบาทไปจนถึงหลายแสนบาท เครื่องมือที่ว่านี้ เช่น Gram Colorie, Pyroheliometer, Net Radiation Recorder และ Sol Integrator ของบริษัท Dansk Gar-tneri-Teknik(DGT) ในเดนมาร์ค

ความเข้มของแสงอาทิตย์จะแตกต่างกันออกไปตามฤดูกาล แสงในฤดูร้อน และ ในฤดูหนาว จะมีความเข้มมากกว่าแสงในฤดูฝน เพราะในฤดูฝนมีเมฆมาก เมฆจะบดบังแสงอาทิตย์ในที่ที่แสงอาทิตย์ส่องไม่ถึง หรือส่องถึงแต่มีปริมาณความเข้มของแสงไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หลอดไฟฟ้าที่มนุษย์สร้างขึ้นจะช่วยให้แสงสว่างแทนแสงอาทิตย์ได้

หลอดไฟธรรมดา(incandescent) ให้ทั้งแสงสว่าง และความร้อน ซึ่งความร้อนที่มากเกินไปอาจจะเป็นอันตรายต่อต้นพืชได้ ฉะนั้นควรติดตั้งดวงไฟให้สูงจากต้นพืชพอสมควรแสงที่ได้จากหลอดไฟประเภทนี้ประกอบด้วยแสงสีแดง แสงฟาเรดและแสงสีน้ำเงินบ้าง ซึ่งมากกว่าแสงจากหลอดเรืองแสง ทำให้พืชบางชนิดมีลักษณะเก้งก้าง ข้อปล้องยาวผิดปกติบ้าง

หลอดเรืองแสง(fluorescent) ใช้แทนแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ได้ดีกว่า

หลอดไฟธรรมดาใช้กับพืชที่ต้องการความเข้มของแสงไม่มากนัก นิยมใช้ปลูกไม้ดอกภายในอาคารบ้านเรือน หลอดเรืองแสงประเภท daylight หรือ syandard cool white 20 วัตต์ 1 คู่ ติดตั้งสูงจากต้นพืช 12 นิ้ว จะให้ความเข้มของแสงประมาณ 300 ฟุตแคนเดิล

หลอดไฟฟ้าเรืองแสงโกรลัค(fluorescent (Grolux light) light) มีอยู่หลายชื่อเช่น Plant-Gro, Grolite และ Plantlite เป็นหลอดฟลูออเรสเซนชนิดหนึ่ง ซึ่งให้คลื่นแสงสีเขียวและคลื่นแสงสีเหลือง และยังประกอบด้วยคลื่นแสงสีน้ำเงิน และคลื่นแสงสีแดง พืชซึ่งเจริญเติบโตภายใต้แสงจากหลอดไฟฟ้า Grolux จะทำให้พืชมีใบสีเขียวเข้ม ซึ่งไม่พบในแสงจากหลอดไฟธรรมดาทั่วๆไป

หลอดไฟฟ้าเตืองแสงแบลคไลท์(fluorescent (Blacklight) light) เป็นหลอดเรืองแสงที่ให้แสงสีม่วง ผลิตจำหน่ายโดย ประเทศญี่ปุ่น ชาวบ้านใช้เป็นไฟล่อแมงดา หรือ ไฟที่ใช้ประดับสถานที่เริงรมย์ และเวทีการแสดง เนื่องจากหลอดไฟฟ้าจะส่องเสื้อผ้าสะท้อนให้ดูขาวนวลยิ่งขึ้นในยามค่ำคืน

แสงที่มีความเข้มมากเกินไป(excessive light intensity)จะทำลายคลอโรฟิล (chlorophyll) ไม้ใบบางชนิด(foliage plant) จะแสดงอาการไหม้ (burn) ถ้าได้รับแสงเกินกว่า 2,000-3,000 ฟุตแคนเดิล เนื่องจากอุณหภูมิของเนื้อเยื่อ(tissue) สูงขึ้นทำให้คายน้ำมากเกินไป(excessive transpiration) และจะเฉาตายในเวลาต่อมาก้านดอกจะไม่ยาวเท่าที่ควร แต่ถ้าแสงความเข้มต่ำ จะทำให้เกิดการโค้งงอของก้านดอก การเกิดตาดอกในไม้ดอก ต้องการความเข้มของแสง 100-200 ฟุตแคนเดิล แต่ตาดอกจะไม่เจริญถ้าความเข้มของแสงคงที่ การเจริญเติบโตของตาดอกต้องการความเข้มของแสงประมาณ 600 ฟุตแคนเดิล และไม่เกิน 1100 ฟุตแคนเดิล แสงแดดที่มีความเข้มมากเกินไปเป็นสาเหตุทำให้สีของดอกไม้บางชนิดซีดลงได้ เนื่องจากเม็ดสี (pigment) ของกลีบดอกถูกทำลาย

ช่วงความยาวของแสง(duration)มีผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอก ไม้ดอกบางชนิดต้องการช่วงแสงในเวลากลางวันสั้นจึงเกิดตาดอก และ ก็มักต้องการช่วงแสงยาวจึงเกิดตาดอก และบางชนิดสามารถออกดอกได้ไม่ว่าช่วงแสงจะสั้นหรือยาว การทำให้เกิดวันสั้น(shortening the day) นิยมใช้ผ้าซาติน (sateen cloth) อย่างหนาสีดำขนาด 64 104 mesh คลุมแปลงปลูกในลักษณะเหมือนกางมุ้ง เพื่อให้ได้รับแสงสว่างตามกำหนดเพื่อให้เกิด

ตาดอก จากการทดลองของต่างประเทศพบว่า การออกดอกจะช้าลงตามจำนวนวันที่งดเว้นการคลุมผ้าดำ การทำให้เกิดวันยาว(lengthening the day) ส่วนมากใช้แสงจากหลอดไฟฟ้า อาจจะเป็นแสงจากหลอดเรืองแสงหรือแสงไฟธรรมดา ถ้าเป็นหลอดไฟธรรมดา 60 แรงเทียน ควรติดตั้งสูงจากต้นพืชประมาณ 2 ฟุต ระยะห่างระหว่างดวงไฟ 4 ฟุต ถ้าเป็นหลอดไฟ 100 แรงเทียน ควรติดเหนือระดับต้นพืช 3 ฟุต ระยะห่างดวงไฟ 6ฟุตจะได้เนื้อที่ภายใต้แสงไฟ 4 และ 9 ฟุต ตามลำดับ แต่ถ้าใช้หลอดไฟเรืองแสงขนาด 40 แรงเทียน ควรติดตั้งสูงจากต้นพืชไม่เกิน 50 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลอดไฟควรจะเป็นหลอดต่อหลอด เนื้อที่ที่แสงไฟคลุมถึงตามทางกว้างไม่เกิน 1 เมตร(ข้างละ 50 เซนติเมตร) ส่วนทางยาวเป็นไปตามความยาวของหลอดไฟ ความเข้มแสงที่ได้จากหลอดไฟทั้งสองนี้เพียง 8 ถึง 10 ฟุตแคนเดิล ก็พอเพียงหรือมีผลต่อการเจริญเติบโตและการยับยั้งหรือเร่งการออกดอกของพืช แต่การเปิดๆฟประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของทุกๆ 30 นาที คือ 6นาที ทุกๆ30นาที ไปจนกว่าจะครบจำนวนชั่วโมงที่ต้องการให้แสง ในการนี้จำเป็นจะต้องมีเครื่องบังคับการปิดเปิดไฟฟ้าอัตโนมัติ(timer) ช่วยในการปิดเปิดไฟตามเวลาที่ต้องการโดยอัตโนมัติและไม่ยุ่งยาก

คุณภาพของแสง(light quality) มีผลต่อต้นพืชแตกต่างกันออกไป แสงที่ได้จากแหล่งกำเนิดต่างกันย่อมจะให้คุณภาพ และปริมาณของแต่ละคลื่นแสงแตกต่างกันออกไป เช่น แสงจากหลอดธรรมดา มีคลื่นแสงสีแดงมากกว่า และให้ความร้อนสูงกว่าหลอดเรืองแสง แสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกส่วนที่เป็นแสงอุลตร้าไวโอเลท(ultraviolet) จะไม่สามารถผ่านออกมาได้ แต่แสงสีแดงผ่านได้ พลาสติกสีต่างๆกันจะกรองหรือปล่อยให้คลื่นแสงออกมาในขนาดของคลื่นแสงและปริมาณที่ต่างกัน ฉะนั้นจึงทำให้การเจริญเติบโตของต้นพืชภายใต้กระจกและพลาสติกสีต่างๆจึงแตกต่างกันออกไป ปัจจุบันได้มีการผลิตหลอดเรืองแสงที่มีพลังงานเหนือกว่า และได้แสงที่คล้ายคลึงกับแสงจากดวงอาทิตย์มากที่สุด มีแสงสีต่างๆ(wavelenght) ตามความต้องการของพืชมากที่สุด หลอดเหล่านี้มีชื่อทางการค้า(trade name)ต่างกัน เช่น Plant Light (เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท General Electric), Gro-Lux(เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Sylvania), Plant Gro (เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท Westing House), Power groove, Multi-Vapor,Lucalox(เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท General Electric), Vita-Lite (ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Durotest) และ HID Lamp คุณสมบัติหลอด

ไฟฟ้าที่ใช้แตกต่างไปตามชนิดของหลอด เช่น หลอดธรรมดาเรืองแสง และหลอดกลมแสงจ้า(incandescent) มีจำนวนวัตต์ 25, 75, 150 วัตต์ อายุการใช้งานประมาณ 2,000 ชั่วโมง มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่แสงจากหลอดนี้ขาดช่วงแสงสีน้ำเงิน การใช้งานอาจใช้หลอดชนิดนี้ชนิดเดียว หรือใช้กับหลอดเรืองแสงก็ได้ หลอดไฟฟ้าเรืองแสงชนิด cool white ขนาด 15-60 วัตต์ ความยาวของหลอด 18-96 นิ้ว อายุการใช้งานประมาณ 7,500 ชั่วโมง เป็นแสงที่ดีที่สุดสำหรับการเจริญเติบโตของพืช แสงจากหลอดชนิดนี้จะทำให้ลำต้นยืดยาวอย่างช้าๆ และออกดอกล่าช้ากว่ากำหนด หลอดเรืองแสง Gro-Lux มีจำนวนวัตต์ 8-215 วัตต์ ความยาวของหลอด18-96 นิ้ว อายุการใช้งาน6,000-10,000 ชั่วโมง เป็นหลอดไฟฟ้าที่กำหนดมาตราฐานคงที่ มีช่วงแสงต่างๆเหมาะสมและถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง แสงจากหลอดชนิดนี้ทำให้ต้นพืชยืดยาวออกได้ช้ามากแต่จะมีการขยายตัวของลำต้นแทน ตาข้างจะมีการพัฒนาการออกดอกของต้นไม้จะช้ากว่ากำหนดและก้านดอกจะไม่ยืดตัว

ธราธร(2523) คลื่นแสงชนิดต่างๆ มีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโตและวิวัฒนาการของพืช เช่น กระตุ้นฮอร์โมนซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโต มีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ดพืชบางชนิดและทำให้ดอก หรือ ใบพืชปิดเปิดเป็นต้น แสงสว่างยังมีบทบาทต่อการกำหนดรูปร่างของพืช พลังงานจากแสงสว่างช่วยให้ขบวนการต่างๆ ของพืชดำเนินไปด้วยดี เช่น การสังเคราะห์แสง ความเข้มของแสงสว่างสำหรับไม้ใบอาจจะรับเพียง 1/10 ของความเข้มข้นของแสงสำหรับไม้ดอกเพื่อการเจริญเติบโตตามปกติ เมื่อความเข้มน้อยลงจนพืชไม่สามารถปรุงอาหารได้ อาหารที่พืชสะสมไว้จึงถูกนำมาใช้เพื่อการอยู่รอด อาการผิดปกติจะปรากฏให้เห็น เช่น ต้นสูงชะลูด มีใบเรียวเล็กหงิกงอ สีของลำต้นและใบจางลง ไม่มีการเจริญเติบโตเกิดขึ้นใหม่และในที่สุดพืชนั้นก็จะตาย อาการผิดปกติของไม้ที่ขาดแสงจะค่อยหายไปเมื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่างให้มากขึ้น

ความเข้มและชนิดของคลื่นแสงจะกำหนดขีดความเจริญของพืช พืชจะเจริญเติบโตไปเรื่อยๆจนถึงขีดกำหนดก็จะหยุดลง แต่พืชชนิดต่างๆก็มีขีดความเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไปไม้ใบจะเจริญเติบโตดีในความเข้มของแสงประมาณ600 แรงเทียน ส่วนไม้ดอกจะอยู่ในราว 3,000 แรงเทียน เป็นต้น สีของใบไม้จะอยู่ใต้อิทธิพลของคลื่นแสงชนิดต่างๆ แสงสว่างจากหลอดนีออนจะไม่เปลี่ยนสีของใบไม้ให้แตกต่างไปจากแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ หลอดนีออนบางชนิดจะทำให้สีของใบ

ไม้ออกสีเขียว และน้ำเงินเข้มกว่าเดิม

หลอดไฟฟ้าเกษตรซึ่งบริษัทผู้ผลิตได้ผลิตออกมาจำหน่ายเพื่อศึกษา และเลี้ยงไม้ในร่มมีอยู่หลายชื่อ และมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป เช่น Gro-lux(Sylvania) , Gro-and-Sho (GE) , Plant-Gro (Westing House) , Vita - Lite , Nature-Escent (Dure-Lite) , Agree-Lite (Westing House) และ Trubloom (Verilux) หลอดไฟฟ้าดังกล่าวนี้ จะให้คลื่นแสงสีเขียว และสีเหลืองผ่านออกมาน้อยกว่าสีแดง และสีน้ำเงิน ดังนั้นการเจริญเติบโตของพืชจึงเป็นไปตามปกติสม่ำเสมอและ ให้ดอกภายใต้แสงไฟฟ้า กิ่งปักชำจะงอกเร็วกว่าปกติ และเมล็ดพืชบางชนิดสามารถงอกได้ดีเช่นเดียวกัน หลอดGro-Lux ให้คลื่นแสงสีแดงเป็นหลอดไฟฟ้าที่ให้ความอบอุ่นเหมาะสำหรับการเพาะเมล็ด ช่วยให้กล้าพืชฤดูเดียวและพืชสองฤดูเจริญเติบโตตามปกติ และเหมาะสำหรับการเลี้ยงพืชซึ่งต้องการแสงสว่างปานกลาง หลอดไฟฟ้า Agre-Lite และหลอดไฟฟ้า TruBloom ให้คลื่นแสงซึ่งช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโตตามปกติ และให้ดอกเมื่อถึงเวลา หลอดไฟฟ้าWide-Spectrum GroLux เหมาะสำหรับไม้ชอบแสงสว่างน้อย

แสงสว่างระหว่าง 50-250 แรงเทียน เหมาะสำหรับพืชที่ต้องการแสงสว่างน้อย พืชต้องการแสงสว่างปานกลางจะอยู่ราว 250-650 แรงเทียน ส่วนพืชที่ต้องการแสงส่วงระหว่าง 650-10,000 แรงเทียนขึ้นไป จัดอยู่ในประเภทพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในแสงสว้างที่มีกำลังแรงเทียนสูง (แสงสว่างที่วัดได้มานี้มาจากหลอดไฟฟ้านีออน 40 วัตต์ ขนาด 8-12 นิ้ว จำนวน 4 หลอด) พืชพวกไม้ดอกส่วนมากต้องการแสงสว่างปานกลางถึงแสงสว่างที่มีแรงเทียนสูง การเลี้ยงต้นไม้ภายในอาคารหรือในที่มีแสงน้อย อุณหภูมิกลางคืนควรอยู่ประมาณ 60-65 องศาฟาเรนไฮต์ และประมาณ 70-75 องศาฟาเรนไฮต์ ในเวลากลางวันที่มีอากาศร้อนอบอ้าว ส่วนในวันปกติอุณหภูมิควรอยู่ระหว่าง 50-55 องศาฟาเรนไฮต์ ในเวลากลางคืน ส่วนในเวลากลางวันควรอยู่แระมาณ 65-70 องศาฟาเรนไฮต์ การเลือกต้นไม้มาเลี้ยงใต้แสงไฟฟ้านั้น ควรศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับต้นไม้ที่เรานำมาวางใกล้ๆกันว่ามีนิเวศน์คล้ายกันหรือไม่ ต้องการความชื้น อุณหภูมิ และแสงสว่างในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน เป็นต้น อีกทั้งคลื่นแสงจากแสงสว่างนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับความชื้นและอุณหภูมิ ดังนั้น การวางต้นไม้ใต้แสงไฟฟ้าควรจะวางให้มีระยะห่างที่ไม่ไกลมากนักจากหลอดไฟฟ้า เมื่อต้นไม้เจริญเติบโตให้เห็นควรเลื่อนให้มาใกล้แสงไฟมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า การติดหลอดไฟ

ฟ้าเพิ่มขึ้นเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโตที่ดี ชั้นวางต้นไม้ควรออกแบบให้ต้นไม้ได้รับแสงสว่างมากที่สุด และแสงสว่างกระจายทั่วถึง แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าธรรมดาจะให้ปริมาณแสงไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของไม้ดอกและอันตรายจากหลอดไฟฟ้าธรรมดาเกิดจากความร้อน ซึ่งเผาไส้อยู่ภายในหลอดและทำให้หลอดร้อน จึงไม่ควรวางต้นไม้ใกล้หลอดไฟฟ้าเด็ดขาดเพราะความร้อนจะทำให้ใบไหม้ได้ การเพิ่มแสงสว่างของหลอดไฟฟ้าธรรมดาให้มากหลอดยิ่งขึ้นก็เท่ากับเป็นการเพิ่มอุณหภูมิบริเวณใกล้หลอดไฟฟ้าให้มากขึ้นเช่นกัน การกระจายตัวของแสงจากหลอดไฟฟ้าธรรมดาจะมีการกระจายไม่ทั่วถึง บริเวณใต้หลอดไฟฟ้าจะมีแสงสว่างมากที่สุด จึงเป็นการเสี่ยงที่จะใช้หลอดไฟฟ้าธรรมดาเพื่อเลี้ยงต้นไม้ในร่ม ควรใช้หลอดไฟฟ้านีออนหรือนีออนเกษตรแทน

วินิจ(2525) กล่าวว่าปัจจุบันนี้หลอดไฟฟ้าธรรมดามีการพัฒนาอย่างมาก ทั้งรูปร่างและสีของแสงก็คล้ายกับแสงของดวงอาทิตย์มากขึ้น เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ สีของแสงจากหลอดนี้จะขึ้นกับอุณหภูมิของไส้หลอด ถ้าต้องการให้แสงออกมาเป็นสีแดงมากๆก็ใช้วิธีป้อนแรงดันไฟให้เท่ากับที่ทางบริษัทผู้ผลิตระบุมาพอดี ในทางกลับกันเมื่อป้อนแรงเคลื่อนให้สูงกว่าที่ระบุมาจะได้แสงสีน้ำเงิน วิธีนี้จะทำให้อายุใช้งานของหลอดสั้นกว่าปกติ และถ้าเราต้องการให้แสงเป็นสีคล้ายของดวงอาทิตย์ ทางบริษัทผู้ผลิตก็จะทำโดยการกรองสีใช้หลอดแก้วชนิดพิเศษที่สามารถกรองแสงสีน้ำเงิน-เขียว มิให้กระจายออกมาภายนอก แต่วิธีนี้จะทำให้ความสว่างลดลงได้ประมาณ 35% ของความสว่างปกติ

เชื่อกันว่าการให้แสงมิได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เนื้อเยื่อใช้แสงในการปรุงอาหาร แต่เพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกายภาพ (morphogenesis) มากกว่า (ไพบูลย์,2524) จากการทดลองพบว่าแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงิน มีความสำคัญในการชักนำให้เกิดยอดจากเนื้อเยื่อพืชหลายชนิด (Murashige,1974) ได้กล่าวว่า แสงสีแดงกระตุ้นให้เกิดราก แสงสีน้ำเงินกระตุ้นให้เกิดยอดในพืชบางชนิด ส่วนยอดพวก Pohlia nutaus จะเกิดตาเมื่อสัดส่วนของแสงสีแดงต่อแสงสีน้ำเงิน เท่ากับ 11 ต่อ 6 ชั่วโมงต่อวัน

Murashige (1974) รายงานว่า ในพืชหลายชนิดความเข้มของแสง 1,000 lux จะเหมาะสมกับช่วงการเพิ่มปริมาณของเนื้อเยื่อ และ 3,000-10,000 lux เหมาะสมในช่วงก่อนการย้ายปลูก ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนหัวของข่อนกลิ่นไทยพบว่า จะเกิดรากเมื่อให้แสง 5,000 lux

โดยทั่วๆไปมักให้แสงแก่พืชแระมาณ 16 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งจะให้ผลดีในการเกิดการเปลี่ยนแปลงของพืชหลายชนอด แต่พืชบางชนอดต้องการแสงน้อยกว่า 16 ชั่วโมง เช่น การเลี้ยงเนื้อเยื่อกะหล่ำดอกต้องได้รับแสง 9 ชั่วโมงต่อวัน จึงจะเกิดตายอด ส่วนเนื้อเยื่อช่อนกลิ่นไทย พบว่าต้องได้รับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน จึงจะเกิดรากได้ (Murashige,1974)

Lockhart (1961) ได้ศึกษาอิทธิพลของความเข้มของแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชอันเนื่องมาจากเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง และการคายน้ำนั้น พบว่าจะขึ้นกับการที่แสงมีผลไปทำลายสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชด้วย การเจริญเติบโตของพืชที่ขึ้นในที่มีแสงแดดเต็มที่ การยืดตัวของลำต้นจะลดลงน้อยกว่าในสภาพที่มีแสงแดดเพียง 50% แต่เมื่อให้ GA แก่พืชจะสามารพทำให้พืชมีการเจริญเติบโตยืดตัวมากขึ้นตามลำดับ แม้ว่าแสงจะมีความเข้มสูงเกือบ 100% ก็ตาม ผลการทดลองนี้แสดงว่าในสภาพที่มีแสงในธรรมชาติ จะมีผลไปทำลายสารเร่งการเจริญเติบโตในพืช นอกจากอิทธิพลของแสงต่อการเจริญเติบโตของพืชจะขึ้นกับความเข้มของแสงแล้ว ยังมีรายงานว่า คุณภาพของแสงก็มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วยเช่นกัน โดยที่แสงมีความยาวคลื่นต่างๆกันในช่วง Visible light จะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันไปเช่นแสงสีน้ำเงินจะมีผลต่อการโค้งงอเข้าหาแสงของลำต้นพืช แต่แสงสีแดงจะมีอิทธิพลต่อกาตขยายตัวของใบและการไม่โค้งงอของ hypocotyl แสงแดงใกล้จะมีอิทธิพลต่อการขยายตัวของใบและการไม่โค้งงอของ hypocotyl มากกว่าแสงแดงไกล

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. พืชทดลอง คือ ต้นเยอรบีราที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อ ได้จากสถานีทดลองพืชสวนบางกอกน้อย
2. สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหาร
   2.1 สารเคมีที่ใช้เตรียมอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog ,1962)
   2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่
   -kinetin (6-furfurylamino purine)
   -IAA (Indole-3-3 acetic acid)
   2.3 น้ำตาล
   2.4 น้ำกลั่น
   2.5 วุ้นผง
3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมอาหาร
   - บีกเกอร์
   - กระบอกตวง
   - ปิเปต
   - ขวดแก้วสำหรับใส่อาหารพร้อมฝาปิด
   - เครื่องชั่งหยาบ และ เครื่องชั่งละเอียด
   - เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ($_{p}H$ meter)
   - หม้อเคลือบละลายอาหาร
   - หม้อนึ่งความดัน (autoclave)
4. สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อ ได้แก่ เอทธิลอัลกอฮอล์
5. เครื่องมือที่ใช้ในการย้ายชิ้นส่วนพืช ได้แก่
   - ตู้ปลอดเชื้อ (Lamina flow)
   - มีดผ่าตัด
   - ปากคีบ
   - ตะเกียงแกส (Automatic Bunsen)
   - จานแก้ว (petri-dish)

6. ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้แก่
   - อุณหภูมิ ประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส
   - ควบคุมการเปิด-ปิดไฟ ด้วยเครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติ (Timer)
7. อุปกรณ์วัดความเข้มแสง
8. ชั้นวางพืช ที่ควบคุมความเข้มแสง
9. หลอดไฟ
   - หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา (TLD 18w/54)
   - หลอดไฟฟ้าโกลลักซ์ (Glo-lux , TL 20w/03T)
   - หลอดไฟฟ้าคลูไวท์ (Cool white , TLD 18w/33)
   - หลอดไฟฟ้าฟิลิปคลอรา (Philip clora 84 , TLD 18w/84)
10. ผ้าดำ
11. โฟม
12. กล้องถ่ายรูปและอุปกรณ์

หมายเหตุ : MS รายละเอียดสูตรอาหาร Murashige and Skoog แสดงในภาคผนวก

วิธีการทดลอง

การเพิ่มจำนวนต้นเยอรบีรา เพื่อใช้ในการศึกษาทดลอง
นำต้นเยอรบีราที่ได้จาก clean culture มาเลี้ยงเพิ่มจำนวนในสภาพปลอดเชื้อ
ด้วยอาหารสูตร MS + 5KI และ MS + 3KI
(MS + 5KI จะเพิ่มจำนวนต้น
MS + 3KI จะทำให้ต้นพืชมีความแข็งแรง)
ในการศึกษา จะนำต้นเยอรบีราที่เพิ่มจำนวนไว้มาเลี้ยงในอาหารสูตร MS + 5KI +0.1IAA โดยใส่เยอรบีรา ขวดละ 1 ต้น

1. ศึกษาผลของระยะเวลาในการรับแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา
   - ให้แสงตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน
   - ให้แสง 20 ชั่วโมงต่อวัน
   - ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน
   - ให้แสง 12 ชั่วโมงต่อวัน

ทั้ง 4 การทดลอง ทำการทดลองละ 20 ซ้ำ
ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ พืชได้รับความเข้มแสง 3,000 lux

2. ศึกษาผลของความเข้มแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา
   - 5,000 lux
   - 3,000 lux
   - 1,500 lux

ทั้ง 4 การทดลอง ทำการทดลองละ 20 ซ้ำ
ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ พืชได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน

3. ศึกษาชนิดของแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา
   - หลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา
   - หลอดไฟฟ้าโกลลักซ์
   - หลอดไฟฟ้าคลูไวท์
   - หลอดไฟฟ้าฟิลิปคลอรา 84

ทั้ง 4 การทดลอง ทำการทดลองละ 20 ซ้ำ
พืชได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน โดยต้นพืชห่างจากหลอดไฟ

บันทึกผลการศึกษาทดลอง หลังจากทดลองได้ 45 วัน หลังจากนั้นนำต้นเยอบีราที่ได้มาทำการ subculture เพื่อเตรียมต้นสำหรับทำการทดลองอีกครั้ง โดยจะนำต้นกลับไปตั้งในสภาพแวดล้อมเดิมของแต่ละต้น สำหรับระยะเวลาในการทดลองครั้งที่สองใช้เวลา 30 วัน

โดยจะบันทึก 1. ลักษณะทางคุณภาพ - ความแข็งแรง
- ความสมบูรณ์

2. ลักษณะทางปริมาณ - ความสูง
- จำนวนกอ

สำหรับการควบคุมสภาพแวดล้อมให้ถูกต้อง หรือใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ในการทดลองนั้นเราจะใช้กระดาษดำและผ้าดำปิดชั้นวางขวดทดลองเพื่อกั้นแสงจากภายนอกเข้าและใช้เครื่องตั้งเวลาอัตโนมัติเป็นตัวควบคุมจำนวนชั่วโมงในการรับแสง (การที่เราใช้ผ้าดำนั้น เพื่อให้มีการถ่ายเทระบายอากาศ และอุณหภูมิ)

ในการทดลอง เพื่อให้ขวดที่ตั้งทดลองมีสภาพแวดล้อมที่เหมือน หรือ คล้ายกัน โดยการนำขวดที่มีลักษณะเหมือนที่ตั้งทดลอง (guard row) มาวางล้อมรอบ

สถานที่ทำการทดลอง

ทำการทดลอง ณ.ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ทำการทดลองเมื่อ 28 ธันวาคม 2535 - 31 มีนาคม 2536

ขอบเขตการทดลอง

นำเยอบีราที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อ ซึ่งได้จากสถานีทดลองพืชสวนบางกอกน้อย มา subculture เพื่อทำการเพิ่มจำนวนต้น และนำมาตั้งทดลอง เพื่อศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการรับแสงความเข้มแสงและชนิดของแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา

100040

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาผลของจำนวนชั่วโมงในการรับแสงต่อวันของต้นเยอรบีรา

ผลการ subculture ครั้งที่ 1

นำต้นเยอรบีราที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อมา subculture แล้วนำมาเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการบันทึกผล ได้ดังตาราง

ตารางที่ 1 ผลของระยะเวลาในการให้แสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา เป็นเวลา 6 สัปดาห์ จากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1

จำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงต่อวัน	ลักษณะที่ศึกษา	สัปดาห์ที่ 1	2	3	4	5	6	ค่าเฉลี่ย
12	ความสูง (cm)	5.54	5.62	5.72	5.92	6.24	6.80	5.97
	จำนวนกอ							10.88
	ความสมบูรณ์	2.40	2.85	2.95	2.10	2.85	2.90	2.68
16	ความสูง (cm)	5.31	5.42	5.43	5.53	5.65	6.01	5.56
	จำนวนกอ							10.52
	ความสมบูรณ์	2.45	2.60	2.70	2.35	2.91	2.79	2.63
20	ความสูง (cm)	5.33	5.38	5.39	5.62	5.94	6.45	5.69
	จำนวนกอ							7.63
	ความสมบูรณ์	2.23	3.50	3.20	2.50	3.35	3.40	3.03
24	ความสูง(cm)	5.36	5.44	5.59	5.59	6.44	6.86	5.94
	จำนวนกอ							8.16
	ความสมบูรณ์	2.35	2.66	2.83	2.47	2.55	2.35	2.64

หมายเหตุ ความสมบูรณ์แสดงเป็นผลด้วยระดับคะแนน

1 หมายถึง สมบูรณ์น้อย

2 หมายถึง สมบูรณ์ปานกลาง

3 หมายถึง สมบูรณ์มาก

4 หมายถึง สมบูรณ์มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่าในการที่พืชได้รับแสง 12 ชั่วโมง นั้นจะมีการแตกจำนวนกอได้มากที่สุด เพราะเมื่อตัดแยกเพื่อนับจำนวนในสัปดาห์ที่ 6 จะสังเกตได้ว่าต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 12 ชั่วโมง ลำต้นจะมีลักษณะลีบ สูงชะลูด ใบเรียวแหลม ซึ่งเยอรบีราที่ได้รับแสง 16 ชั่วโมง จะมีลักษณะใกล้เคียงกันกับพืชที่ได้รับแสง 12 ชั่วโมง โดยจะมีความสมบูรณ์มากกว่าเล็กน้อย แต่มีจำนวนกอน้อยกว่า สำหรับเยอรบีราที่ได้รับแสง 24 ชั่วโมง จะมีจำนวนกอน้อยที่สุด แต่ลำต้นจะมีลักษณะอวบใหญ่ ใบแผ่กว้างสีเขียวเข้ม ซึ่งเยอรบีราที่ได้รับแสง 20 ชั่วโมง จะมีลักษณะใกล้เคียงกันกับพืชที่ได้รับแสง 24 ชั่วโมง โดยจะมีจำนวนกอมากกว่า แต่จะมีลักษณะความสมบูรณ์ที่น้อยกว่า ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 24 ชั่วโมงเล็กน้อย

ผลการ subculture ครั้งที่ 2

นำต้นเยอรบีราที่ได้จากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 มา subculture แล้วนำมาเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ทำการบันทึกผล ได้ดังตาราง

ตารางที่ 2 ผลของระยะเวลาในการให้แสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากการเพาะเลี้ยง ครั้งที่ 2

จำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงต่อวัน	ลักษณะที่ศึกษา	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12	ความสูง (cm)	1.42	2.75	2.09
	จำนวนกอ			7.20
	ความสมบูรณ์			2.05
16	ความสูง (cm)	1.67	2.48	2.08
	จำนวนกอ			7.65
	ความสมบูรณ์			2.00
20	ความสูง (cm)	1.65	2.54	2.10
	จำนวนกอ			7.16
	ความสมบูรณ์			2.22
24	ความสูง (cm)	2.01	2.94	2.48
	จำนวนกอ			8.64
	ความสมบูรณ์			2.36

หมายเหตุ ความสมบูรณ์แสดงเป็นผลด้วยระดับคะแนน

1 หมายถึง สมบูรณ์น้อย

2 หมายถึง สมบูรณ์ปานกลาง

3 หมายถึง สมบูรณ์มาก

4 หมายถึง สมบูรณ์มากที่สุด

14309

จากตารางที่ 2 พบว่าความสมบูรณ์ของต้นเยอรบีรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีจำนวนชั่วโมงในการรับแสงต่อวันเพิ่มขึ้น และจำนวนกอของต้นเยอรบีราก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีจำนวนชั่วโมงในการรับแสงต่อวันเพิ่มขึ้น ทำนองเดียวกันความสูงที่เพิ่มขึ้นจากเดิมมีแนวโน้มมากขึ้นเมื่อมีจำนวนชั่วโมงในการรับแสงต่อวันเพิ่มขึ้น

แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ในระยะ 6 สัปดาห์แรก ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน นั้นจะมีความสูงและจำนวนกอมากที่สุด แต่ก็ได้ต้นที่มีขนาดเล็ก มีความสมบูรณ์น้อย ต้นผอมสูง เนื่องจากเกิดการแข่งขันกันในการรับแสง ซึ่งต้นที่ได้ก็ไม่เหมาะในการนำออกปลูก หรือขยายเพิ่มจำนวนต้นต่อไป เพราะเมื่อนำมา subculture เพื่อนำมาทดลองครั้งที่ 2 โดยนำกลับไปเลี้ยงในสภาพเดิม คือ ได้รับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน พบว่ามีความสูงและจำนวนกอลดลง เนื่องจากมีความสมบูรณ์น้อยกว่า จึงทำให้มีความสามารถในการแตกกอลดลง

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
วิทยบริการ
เขตบางมด

2. การศึกษาผลของความเข้มแสงที่ต้นเยอรบีราได้รับ

ผลการ subculture ครั้งที่ 1

นำต้นเยอรบีราที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อมา subculture แล้วนำมาเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการบันทึกผล ได้ดังตาราง

ตารางที่ 3 ผลของความเข้มแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา เป็นเวลา 6 สัปดาห์ จากการเพาะเลี้ยง ครั้งที่ 1

ความเข้มแสงที่พืชได้รับ (lux)	ลักษณะที่ศึกษา	สัปดาห์ที่ 1	2	3	4	5	6	ค่าเฉลี่ย
1,500	ความสูง (cm)	5.34	5.37	5.39	5.41	5.53	6.15	5.53
	จำนวนกอ							11.57
	ความสมบูรณ์	1.95	2.60	2.15	2.13	1.93	1.90	2.11
3,000	ความสูง (cm)	5.31	5.42	5.43	5.53	5.65	6.01	5.56
	จำนวนกอ							10.52
	ความสมบูรณ์	2.15	2.63	2.24	2.35	1.90	1.79	2.18
5,000	ความสูง (cm)	5.46	5.54	5.60	5.64	5.77	6.48	5.75
	จำนวนกอ							7.89
	ความสมบูรณ์	2.55	3.40	2.63	2.63	2.05	2.05	2.55

หมายเหตุ ความสมบูรณ์แสดงเป็นผลด้วยระดับคะแนน

1 หมายถึง สมบูรณ์น้อย

2 หมายถึง สมบูรณ์ปานกลาง

3 หมายถึง สมบูรณ์มาก

4 หมายถึง สมบูรณ์มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่าต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 1,500 lux จะมีความสมบูรณ์น้อยที่สุด คือ จะมีลักษณะลำต้นผอมลีบ ใบเรียวแหลม แต่มีจำนวนกอมากที่สุด ลักษณะกอจะแน่น ไม่มีราก สำหรับลำต้นเยอรบีราที่ได้รับความเข้มแสง 5,000 lux จะมีความสมบูรณ์ของต้นมากที่สุด คือลำต้นจะมีลักษณะอวบใหญ่แข็งแรงใบใหญ่แผ่กว้าง เกิดรากจำนวนมากแต่จะมีจำนวนกอน้อยที่สุด ลักษณะกอจะหลวมซึ่งง่ายต่อการ subculture ส่วนต้นเยอรบีราที่ได้รับความเข้มแสง 3,000 lux มีลักษณะความสมบูรณ์ของต้นและจำนวนกออยู่ระหว่าง 1,500 lux และ 5,000 lux ซึ่ง Murashige (1974) รายงานว่า ในพืชหลายชนิดความเข้มของแสง 1,000 lux จะเหมาะกับช่วงการเพิ่มปริมาณของเนื้อเยื่อ และ 3,000-10,000 lux เหมาะในช่วงก่อนการย้ายปลูก

ผลการ subculture ครั้งที่ 2

นำต้นเยอรบีราที่ได้จากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 มา subculture แล้วนำมาเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ทำการบันทึกผล ได้ดังตาราง

ตารางที่ 4 ผลของความเข้มแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากการเพาะเลี้ยง ครั้งที่ 2

ความเข้มแสงที่ได้รับ (lux)	ลักษณะที่ศึกษา	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 4	ค่าเฉลี่ย
1,500	ความสูง (cm)	1.79	2.91	2.35
	จำนวนใบ			6.81
	ความสมบูรณ์			1.88
3,000	ความสูง (cm)	1.67	2.48	2.08
	จำนวนใบ			7.26
	ความสมบูรณ์			2.00
5,000	ความสูง (cm)	1.66	2.57	2.12
	จำนวนใบ			8.11
	ความสมบูรณ์			2.47

หมายเหตุ ความสมบูรณ์แสดงเป็นผลหัวยะดับคะแนน

1 หมายถึง สมบูรณ์น้อย

2 หมายถึง สมบูรณ์ปานกลาง

3 หมายถึง สมบูรณ์มาก

4 หมายถึง สมบูรณ์มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสมบูรณ์และจำนวนกอของต้นเยอรบีรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มแสงที่พืชได้รับเพิ่มขึ้น แต่ความสูงของต้นเยอรบีาจะลดลงเมื่อความเข้มแสงที่พืชได้รับเพิ่มขึ้น เพราะในการทดลองครั้งที่ 2 Explantsที่เริ่มจากความเข้มแสงน้อยจะมีความสมบูรณ์น้อยกว่า เมื่อสรุปผลหลังการทดลอง ผลของจำนวนกอและความสมบูรณ์หลังการทดลองจึงน้อยกว่าต้นที่เริ่มจาก Explants ที่ใช้แสงมากกว่า ในทางตรงกันข้ามความสูงจากต้นที่ได้รับแสงน้อยจะสูงกว่าเพราะในสภาพแสงน้อยต้นจะพยายามยืดตัวสูงขึ้นเพราะเกิดการแข่งขันกันเพื่อให้ได้รับแสง

3. การศึกษาชนิดของแสงที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา

ผลการ subculture

นำต้นเยอรบีราที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อมา subculture แล้วนำมาเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการบันทึกผล ได้ดังตาราง

ตารางที่ 5 ผลของชนิดของแสงที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นเยอรบีรา เป็นเวลา 6 สัปดาห์ จากการเพาะเลี้ยง ครั้งที่ 1

ชนิดของแสง	ลักษณะที่ศึกษา	สัปดาห์ที่						ค่าเฉลี่ย
		1	2	3	4	5	6	
Gro Lux	ความสูง (cm)	4.99	5.02	5.08	5.10	5.12	5.16	5.08
	จำนวนกอ							6.30
	ความสมบูรณ์	2.05	2.00	2.00	2.45	2.45	2.46	2.24
Fluorescent daylight	ความสูง (cm)	4.89	4.91	4.94	4.94	4.98	4.98	4.94
	จำนวนกอ							8.45
	ความสมบูรณ์	1.95	1.65	1.60	1.75	1.65	1.67	1.71
Philip clora 84	ความสูง (cm)	4.89	4.92	4.93	4.93	4.94	4.94	4.93
	จำนวนกอ							1.25
	ความสมบูรณ์	1.95	2.10	0.60	0.45	0.45	0.41	0.99
Cool white	ความสูง (cm)	4.67	4.69	4.71	4.73	4.73	4.74	4.71
	จำนวนกอ							14.44
	ความสมบูรณ์	2.30	2.32	2.47	3.06	3.50	3.56	2.87

หมายเหตุ ความสมบูรณ์แสดงเป็นผลตัวอย่างคะแนน

1 หมายถึง สมบูรณ์น้อย

2 หมายถึง สมบูรณ์ปานกลาง

3 หมายถึง สมบูรณ์มาก

4 หมายถึง สมบูรณ์มากที่สุด

จาตารางที่ 5 พบว่าต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอด Cool white จะมีความสมบูรณ์มากที่สุด คือจะมีลักษณะอวบใหญ่แข็งแรง ซึ่งใกล้เคียงกับต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอด Gro luk แต่เยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอด Gro lux จะมีจำนวนกอน้อยกว่า สำหรับต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอด Fluorescent daylight จะมีจำนวนกอมากกว่าเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอด Gro luxเล็กน้อย แต่จะได้ต้นที่มีลักษณะไม่แข็งแรง ส่วนต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอด Philip clora 84 พืชจะมีอัตราการตายสูง โดยเริ่มมีอาการไหม้จากของใบ และต้นตายในที่สุด

ซึ่งในความเป็นจริงแล้วหลอด Philip clora 84 เป็นหลอดที่ให้แสงสีแดงมากกว่าหลอดชนิดอื่น แต่เนื่องจากในการทดลองเราใช้กระดาษดำปิดชั้นวางขวดเพื่อควบคุมมิให้มีแสงภายนอกเข้ามารบกวน จึงทำให้อุณหภูมิภายในชั้นสูงกว่าปกติ อีกทั้งหลอด Philip clora 84 เป็นหลอดที่ให้แสงสีแดง จึงเป็นหลอดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าหลอดชนิดอื่น (ความถี่น้อย พลังงานมาก จากทฤษฎีทางฟิสิกส์) จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ทำให้อุณหภูมิของชั้นที่ใช้หลอด Philip clora 84 สูงกว่าชั้นที่ใช้หลอดชนิดอื่น ซึ่งมีผลทำให้ชะงัก หรือ หยุดการเจริญเติบโตมากกว่าหลอดชนิดอื่นๆ

การทดลองในเรื่องการศึกษาชนิดของแสงนี้ ควรจะมีการทดลองซ้ำอีกครั้ง โดยเปลี่ยนจากการใช้กระดาษดำคลุมเป็นผ้าดำ เพื่อช่วยในเรื่องการถ่ายเทระบายอากาศ

ข้อคิดเห็นจากการทดลอง

จากการทดลองจะพบข้อผิดพลาดหลายประการ ในด้านความสูงของต้นเยอรบีรา นั้นไม่สามารถสรุปผลออกมาได้อย่างชัดเจน อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากเกณฑ์ในการวัดความสูงของต้นเยอรบีรา โดยจะวัดความสูงของต้นเยอรบีราจากยอดที่สูงที่สุด ซึ่งคาดว่าอิทธิพลของแสงจะส่งผลกระทบได้มากที่สุด แต่ในระหว่างการทดลองยอดสูงที่สุดที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการวัด เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ก็จะเหี่ยวตายไป ทำให้ต้องบันทึกผลด้านความสูงจากยอดใหม่ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะไม่ต่อเนื่องกัน ดังนั้นผลการทดลองในด้านความสูงของต้นเยอรบีราจึงไม่สามารถสรุปผลการทดลองที่แน่ชัดออกมาได้

ในด้านความสมบูรณ์ของต้นเยอรบีรา ที่มีข้อผิดพลาดอาจเนื่องมาจากระหว่างการบันทึกผลการทดลองได้กระทำในขณะที่ต้นเยอรบีราอยู่ในขวด ซึ่งเป็น

การพิจารณาลักษณะของความสมบูรณ์โดยรวมทั้งหมด และใช้การสังเกตด้วยสายตา
ดังนั้นผลการทดลองอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้

ภาพที่ 1 : เปรียบเทียบความสมบูรณ์ของต้นเยอรบีราที่มีระยะเวลาในการให้แสง 12 16 20 และ 24 ชั่วโมงต่อวัน จากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 เป็นเวลา 6 สัปดาห์

A : ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน

B : ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน

C : ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 20 ชั่วโมงต่อวัน

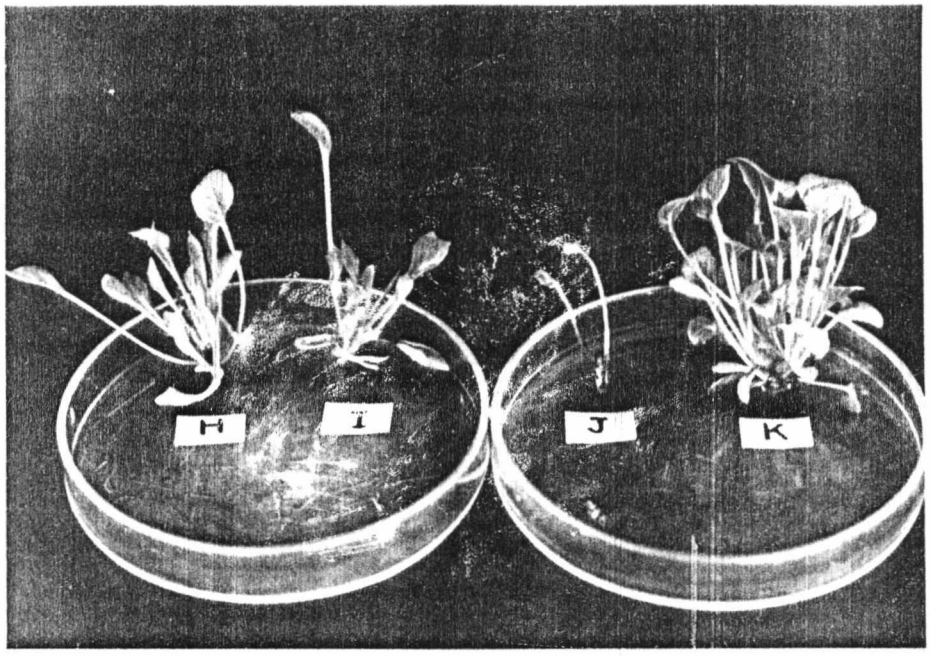
D : ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 24 ชั่วโมงต่อวัน

ภาพที่ 2 : เปรียบเทียบความสมบูรณ์ของต้นเยอรบีราที่ได้รับความเข้มแสง 1,500 3,000 และ 5,000 lux จากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 เป็นเวลา 6 สัปดาห์

E : ต้นเยอรบีราที่ได้รับความเข้มแสง 1,500 lux

F : ต้นเยอรบีราที่ได้รับความเข้มแสง 3,000 lux

G : ต้นเยอรบีราที่ได้รับความเข้มแสง 5,000 lux



ภาพที่ 3 : เปรียบเทียบความสมบูรณ์ของต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจาก
หลอดไฟฟ้า Gro lux, fluorescent daylight,
Philil clora 84, Cool white
จากการเพาะเลี้ยงครั้งที่ 1 เป็นเวลา 6 สัปดาห์

H : ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอดไฟฟ้า Gro lux

I : ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอดไฟฟ้า Fluorescent daylight

J : ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอดไฟฟ้า Philip clora 84

K : ต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอดไฟฟ้า Cool white

สรุปผล

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบ การเจริญเติบโรของต้นเยอรบีราที่มีจำนวนชั่วโมงในการรับแสงต่อวันต่างกัน ปรากฏว่า

จำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสงต่อวัน 12,16,20 และ 24 ชั่วโมงต่อวัน พบว่าต้นเยอรบีราที่ได้รับแสง 24 ชั่วโมงต่อวัน จะมีการแตกกอ และ ได้ต้นที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบ การเจริญเติบโตของต้นเยอรบีราที่ได้ความเข้มแสงต่างกัน ปรากฏว่า

ความเข้มแสงที่พืชได้รับ 1,500 3,000 และ 5,000 lux พบว่าต้นเยอรบีราที่ได้รับความเข้มแสง 5,000 lux จะมีการแตกกอ และได้ต้นที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบ การเจริญเติบโตของต้นเยอรบีราที่ได้รับชนิดของแสงต่างกัน ปรากฏว่า

ชนิดของแสงจากหลอด Gro lux, Fluorescent daylight, Philip clora 84 และ Cool white พบว่าต้นเยอรบีราที่ได้รับแสงจากหลอด Cool white จะมีการแตกกอ และได้ต้นที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด

แต่ในการเพาะเลี้ยงเพื่อขยายเพิ่มจำนวนต้น ควรให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ด้วยความเข้มแสง 3,000 lux ถึงแม้ว่าจะไม่ใช้ผลของการเจริญเติบโตที่สูงสุด แต่ก็เป็นการใช้พลังงานในระดับปานกลาง สำหรับชนิดของแสง การทดลองครั้งนี้ยังให้ผลไม่เด่นชัด เนื่องจากอิทธิพลของการสะสมความร้อนในชั้นสูงมากจึงควรทำการทดลองใหม่

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพล แซมเพชร. 2526. สรีรวิทยาการผลิตพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

เชาวน์ - พรรณี ชิโนรักษ์. 2528. ชีววิทยา 3. โรงพิมพ์อมรการพิมพ์, กรุงเทพฯ

ธราธร เขียวคำแสง.2527. เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักไม้ดอกไม้ประดับ. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ

ปิฐะ บุนนาค. 2519. ไม้ดอกไม้ประดับ. โรงพิมพ์เฟื่องอักษร, กรุงเทพฯ

ปภาวดี คล่องพิทยาพงษ์. 2526. สรีรวิทยาของเซล. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ

ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา. 2524. หลักและวิธีการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. ภาควิชาพืชสวน คณะเกณตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ

วินิจ กัลยาพงศ์. 2525. บ้านและสวน. กรุงเทพฯ: ปีที่ 5, ฉบับที่ 57.

สมเพียร เกษมทรัพย์. 2526. ไม้ดอกกระถาง. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตร์ศาสตร์, กรุงเทพฯ

สุทธิพล อนันต์สุชาติ.2524.สรีรวิทยาการผลิตพืช. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, กรุงเทพฯ

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Pl. 15 : 473-397.

Murashige, T.,M. Serpa and J.B. Jones. 1974. Clonal multiplication of gerbera through tissue culture. Hort. Science.9 : 175-180

Pierik, R.L.M.,H.H.M. Steegmans and J.J. Marelis. 1973. Gerbera plantlets from In Vitro cultivated capitulum explants. Science Hortic. 1: 117-119.

Pierik, R.L.M.,H.H.M. Steegmans, J.A.M. Verhaegh and A.N. Wouters. 1982. Effect of cytokinins and cultivar on shoot formation of Gerbera Jamesonii In Vitro. Neth.J.Agric.Sci. 30:341-346

ภาคผนวก

MURAGHIGE & SKOOG MEDIA (1962)

Macronutrients	mg/l
NH_4NO_3	1,650
KNO_3	1,900
$CaCl_2.H_2O$	440
$MgSo_4.7H_2O$	370
KH_2PO_4	170

Micronutrients	mg/l
H_3BO_3	6.2
$MnSo_4.H_2O$	6.9
$ZnSo_4.H_2O$	6.14
KI	0.83
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25
$CuSO_4.5H_2O$	0.025
$CoCl_2.6H_2O$	0.025

Iron	mg/l
Sodium EDTA	37.25
$FeSO_4 7H_2O$	27.85

Organic components	mg/l
Glycine	2
Nicotinic acid	0.5
Pyridoxine	0.5
Thiamin	0.1
Sucrose	30 mg/l
pH	5.6