

บทความวิจัย (Research Article)

ผลของโคลชิซินต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพของผลสับปะรด

Effect of colchicine on morphology and quality of pineapple fruits

วิบูลย์ ทองภูคีรีไพร¹ และ สันติ ช่างเจรจา^{*1,2}Wiboon Tongpukerepri¹ and Sunti Changjeraja^{*1,2}

บทคัดย่อ

ผลของโคลชิซินต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณภาพของผลสับปะรด ศึกษา ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนสิงหาคม 2555 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 กรรมวิธี (ระดับความเข้มข้นของโคลชิซิน คือ 0.00, 0.001, 0.01 และ 0.10 % (w/v)) จำนวน 10 ซ้ำต่อกรรมวิธี หักตารโคลชิซินลงบนส่วนของช่อดอกที่กำลังพัฒนา เมื่อผลสับปะรดถึงระยะเก็บเกี่ยว พบว่าการใช้สารโคลชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0.10 % มีผลต่อองค์ประกอบภายในของผลสับปะรดทางด้านปริมาณน้ำตาลรวมมากที่สุดคือ 104.80 mg/l. ส่วนองค์ประกอบทางด้านปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดรวม ไม่มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้การใช้สารโคลชิซินทุกระดับความเข้มข้นยังไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานวิทยาของผลด้านน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล ความกว้างจุก ความยาวจุก ความหนาเนื้อและแกนผล ตลอดจนปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบไม่มีความแตกต่างกัน

คำสำคัญ : โคลชิซิน, สับปะรด

Abstract

Effect of colchicines on morphology and fruit quality of pineapple was studied at the Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, during January 2012 to August 2012. The experimental design was a completely randomized design for 4 treatments (of colchicines concentration at 0.00, 0.001, 0.01 and 0.10 % (w/v)). All trials were replicated 10 times for each of colchicines concentration. The inflorescence developing were treated colchicines to harvest. The results showed that the concentration levels of colchicines at 0.10 % had the highest total sugar than the control. The concentration levels of colchicines did not affect morphology and quality of fruit weight, fruit width, fruit length, crown width, crown length, thickness of flesh and core, total soluble solid and total acid while, In addition to nutrient content (N P K) in leave no different all treatment.

Keywords : Colchicine, pineapple

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.ลำปาง 52000² สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.ลำปาง 52000¹ Faculty of Agricultural Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang Province 52000² Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang Province 52000

* Corresponding author e-mail: c_sunti@hotmail.com Received: 3 September 2013; Accepted: 30 March 2014

บทนำ

สับปะรด (*Ananas comosus* (L.) Merr) เป็นไม้ผลเขตร้อนที่อยู่ในวงศ์ Bromeliaceae มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้สับปะรดถูกนำมาปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศไทยเพื่อใช้บริโภคผลสดและใช้เป็นวัตถุดิบในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกสับปะรดทั่วประเทศประมาณ 1 ล้านไร่มีพื้นที่เก็บเกี่ยวประมาณปีละ 5 – 6 แสนไร่ ผลผลิตรวมประมาณ 2 ล้านตันผลผลิตเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3,300 - 3,900 กิโลกรัม/ไร่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการผลิตแต่ละปีสับปะรดเป็นพืชที่ปลูกได้ดีในดินทุกประเภทโดยเฉพาะดินร่วนปนทรายพื้นที่ปลูกสับปะรดเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศไทยมี 13 จังหวัดได้แก่ประจวบคีรีขันธ์เพชรบุรีราชบุรีกาญจนบุรีฉะเชิงเทราชลบุรีระยองตราดชุมพรหนองคายนครพนมอุทัยธานีและลำปางผลผลิตร้อยละ 80 ส่งเข้าโรงงานแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก ส่วนผลผลิตที่เหลืออีกร้อยละ 20 ใช้บริโภคผลสดภายในประเทศและส่งออก [3] สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปเป็นสับปะรดกระป๋องส่งออกต่างประเทศซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้นานและได้รับความนิยมบริโภคเป็นจำนวนมากในตลาดต่างประเทศสำหรับปริมาณการส่งออกผลสับปะรดสดมีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์ของสับปะรดทั้งหมดที่ผลิตได้ในประเทศไทยส่วนตลาดภายในประเทศไทยผู้บริโภคนิยมบริโภคสับปะรดผลสดมากกว่าสับปะรดกระป๋อง [13] การผลิตสับปะรดของประเทศไทยยังมีจุดที่ควรพัฒนาในด้านหนึ่งที่สำคัญคือ การพัฒนาสายพันธุ์สับปะรดที่มีประสิทธิภาพให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

โคลชิซิน (colchicine) เป็นสารที่สามารถชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซมโดยการไปยับยั้งกระบวนการสร้างหรือขัดขวางการทำหน้าที่ของ spindle fiber ที่ทำหน้าที่ดึงเซนโทรเมียร์ไปยังขั้วของเซลล์โดยโคลชิซินจะไปรวมกับองค์ประกอบที่เป็นโปรตีนของ microtubule ภายในเซลล์ทำให้ microtubule ไม่สามารถต่อกันเป็นเส้นใยของ spindle fiber ที่จะดึงโครโมโซมให้แยกออกจากกันในระยะ metaphase ได้โครมาติดทั้งสองของโครโมโซมจึงไม่ถูกดึงไปยังขั้วทั้งสองของเซลล์ในระยะ anaphase มีผลทำให้เมื่อสิ้นสุด

กระบวนการแบ่งเซลล์แล้วจึงได้เซลล์ที่มีการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซมเป็นสองเท่า [6] ลักษณะพืชที่ถูกชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ (polyploidy) เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะสัณฐานวิทยาของพืชในด้านต่างๆ ได้แก่รูปร่างและขนาดของส่วนต่างๆ ของพืชเช่นใบ ดอกผลและเมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น ใบสีเขียวเข้มและหนา ตลอดจนขนาดของละอองเกสรซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าต้นปกติทำให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่คุณค่าทางอาหารหรือความแข็งแรงเพิ่มขึ้น [4] ซึ่งการชักนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนโครโมโซมด้วยโคลชิซินจะต้องทำกับส่วนที่กำลังมีการเจริญเติบโตและมีอัตราการแบ่งเซลล์สูงซึ่งส่วนของพืชที่เหมาะสมต่อการใช้สารโคลชิซินคือเมล็ดต้นกล้าและตายอดที่กำลังมีการเจริญเติบโตซึ่งสารที่ใช้เป็นตัวกลาง (carrier) มีอยู่ด้วยกันหลายชนิดเช่นน้ำ, แอลกอฮอล์, lanolin paste, agar solution, emulsion เป็นต้นความเข้มข้นที่ใช้ควรอยู่ในระหว่าง 0.0006 เปอร์เซ็นต์ถึง 1 เปอร์เซ็นต์และวิธีการให้สารโคลชิซินแก่พืชที่นิยมทำกันได้แก่การแช่ยอด, การหยดและการป้ายซึ่งการที่จะเลือกใช้สารตัวกลางชนิดไหนความเข้มข้นเท่าใดขึ้นอยู่กับชนิดของพืชนั้นๆ และส่วนของพืชที่ใช้ [11]

ในการศึกษาการใช้ประโยชน์จากสารโคลชิซินเพื่อปรับปรุงพันธุ์พืช สำหรับเป้าหมายการเพิ่มผลผลิตพืชในหลายกลุ่มเช่นข้าวไรย์และข้าวบาร์เลย์ทำให้มีลักษณะเมล็ดขนาดใหญ่และมีความงอกดีกว่าดิพลอยด์สามารถงอกได้เร็วกว่าในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าในพืชอาหารสัตว์เช่น clover จะมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนที่ใช้เป็นอาหารสัตว์สูงและยังฟื้นตัวเร็วหลังการตัดในกลุ่มไม้ดอกไม้ประดับสกุไพท [7] รายงานการศึกษาค้นคว้าของโคลชิซินที่มีต่อการเจริญเติบโตลักษณะสัณฐานวิทยาในกล้วยไม้ดินหมูกิ่ง (*Eulophia andamanensis* Rchb.f.) พบว่า ต้นอ่อนมีลักษณะต้นเตี้ยลำต้นกว้างใบหนากว่าต้นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนชุดโครโมโซม

การศึกษาการใช้สารโคลชิซินในการเหนี่ยวนำให้เกิดการเพิ่มจำนวนชุดของโครโมโซมในแววมยุรา (*Torenia foenifolia*) โดยใช้ความเข้มข้น 0.05, 0.10, 0.20% เป็นเวลา 10 ชั่วโมงทำให้ได้ต้นที่มีลักษณะที่มีลักษณะโครโมโซมเป็นเตตราพลอยด์

(tetraploid) ขนาดของเซลล์ใหญ่ขึ้นเช่น ขนาดของดอกขนาดของใบเป็นต้นซึ่งเป็นการพัฒนาสายพันธุ์แววมยุราให้มีลักษณะที่ดียิ่งขึ้น [15]

ส่วนอำเภอ [8] ได้ชักนำให้เกิดพอลิพลอยดีในหม่อนพันธุ์น้อยคุณไฟและใหญ่บุรีรัมย์ในสภาพปลอดเชื้อโดยแช่ข้อหม่อนในสารละลายโคลชิซินที่ความเข้มข้น 0.02-0.1 เปอร์เซ็นต์ และเติม DMSO 2 เปอร์เซ็นต์ นาน 2-5 วัน พบว่าสามารถชักนำให้หม่อนทั้ง 3 พันธุ์เกิดต้นเตตราพลอยด์ซึ่งมีความหนาใบขนาดปากใบประมาณคลอโรพลาสต์ของปากใบมากกว่าต้นปกติจำนวนปากใบต่อพื้นที่ลดลงและจำนวนโครโมโซมเพิ่มเป็นสองเท่าในสัปดาห์แรก มีความต้องการในการพัฒนาเพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภค เช่น รสหวาน เนื้อสีเหลืองทอง เป็นต้น การพัฒนาพันธุ์โดยการผสมใช้เวลานาน การใช้สารเคมีเพื่อกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์เป็นวิธีหนึ่งที่ได้ผลเร็วกว่าการผสมแบบปกติ โดยเฉพาะการใช้สารโคลชิซินแต่ในสัปดาห์แรกการวิจัยเพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ยังมีการวิจัยน้อย ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาระดับความเข้มข้นของสารโคลชิซินที่เหมาะสมสำหรับการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสัปดาห์แรก

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. พืชทดลอง ต้นสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย อายุ 1 ปี ปลูกในกระถางขนาด 15 นิ้ว วัสดุปลูกประกอบด้วย ดิน เปลือกข้าว อัตราส่วน 1:1

2. วางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 4 กรรมวิธี 10 ซ้ำคือ สารโคลชิซินความเข้มข้น 0.00 0.001 0.01 และ 0.10 % (w/v) มีการให้สารโคลชิซินกับต้นสับปะรดในระยะมีการพัฒนาของดอกที่อายุ 45 วัน หลังกระตุ้นการออกดอกด้วยสารเอทรีลิน โดยใช้จำนวน 10 ต้น/กรรมวิธี ให้สารละลายโคลชิซินในช่วงเวลา 16.00 น. จำนวน 1 ครั้ง ให้สารในปริมาณ 10 มิลลิกรัม/ต้น โดยวิธีหยดลงบนลำต้นที่วางทับอยู่บนดอกแล้วใช้แผ่นฟลอยด์คลุมปิดต้นบนลำต้นเพื่อป้องกันการระเหยทิ้งไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมงจึงนำลำต้นออก

3. การบันทึกผล โดยบันทึกคุณภาพของผล สับปะรดที่อายุเก็บเกี่ยว 120 วันหลังให้สารโคลชิซิน ได้แก่ น้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล ปริมาณกรดรวม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณน้ำตาลรวม ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลความแตกต่างของการศึกษาโดยใช้วิธี LSD

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการทดลองหาค่าสารโคลชิซินความเข้มข้น 0.00 0.001 0.01 และ 0.10 % (w/v) บนช่อดอกที่กำลังเจริญเติบโตของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย จนถึงระยะเก็บเกี่ยว พบว่า สารโคลชิซินความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลต่อลักษณะพื้นฐานทางด้านน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล ความกว้างจุก และความยาวจุก ของสับปะรด (ตารางที่ 1) อาจเนื่องจากหลังเซลล์ได้รับสารก่อกลายพันธุ์จะทำให้เกิดความล่าช้าในการแบ่งเซลล์ และเซลล์จะชะงักการแบ่งเซลล์ไประยะหนึ่ง

หลังจากนั้นจะสามารถแบ่งตัวได้ตามปกติ [6] ระดับความเข้มข้นของสารโคลชิซินที่ใช้ในการทดลองยังอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการตอบสนองต่อสับปะรด Stadler *et al.*, [14] พบว่าพืชแต่ละชนิดตอบสนองต่อระดับโคลชิซินแตกต่างกัน เช่นเดียวกับ นพพร [2] ที่กล่าวว่าพืชแต่ละชนิดมีขีดจำกัดของความเข้มข้นและระยะเวลาการใช้สารโคลชิซินแตกต่างกันรวมถึงส่วนของเนื้อเยื่อพืชที่ได้รับสารซึ่งในสับปะรดอาจต้องการระดับความเข้มข้นของสารโคลชิซินที่สูงกว่าในระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ในการที่จะไปกระตุ้นส่วนการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมหรือทางสัณฐานวิทยาของสับปะรด จักรกฤษณ์และคณะ [1] ทดลองชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยสารโคลชิซินความเข้มข้นต่างๆ ในข้าวโพดหวานฝักกาดขาวปลีคาน้ำและหอมแดงพบว่าข้าวโพดหวานและฝักกาด-ขาวปลีสารโคลชิซินขึ้นไม่สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ที่มีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์เดิมแต่สามารถชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ที่มีลักษณะดีได้ในฝักคาน้ำและหอมแดงโดยใช้สารโคลชิซิน

ตารางที่ 1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของผลสับปะรดที่
ระยะเก็บเกี่ยวหลังมีการให้สารโคชิซิน

ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนัก ผล (กรัม)	ขนาดผล		ขนาดจุก	
		กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)
0.00	674.48	9.85	10.95	10.66	12.31
0.001	613.23	9.58	10.39	10.08	11.94
0.01	710.35	9.73	10.13	10.30	13.38
0.10	690.29	9.34	9.76	8.51	12.10
LSD _{0.05}	ns	ns	ns	ns	ns

ns= ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สารโคชิซินความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดอะมิโนโดยรวม (TA) ของผลสับปะรด ต่างจากส้มพันธุ์ kaghzi ที่พบว่าต้นที่เป็น tetraploid มีปริมาณกรดอะมิโนโดยรวม (TA) สูงกว่าต้นปกติ [9] ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ต้นสับปะรดที่ทดลองได้รับปริมาณความเข้มข้นของสารโคชิซินน้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถกระตุ้นให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอะมิโนโดยรวมในสับปะรดนี้ได้ แต่โคชิซินที่ระดับความเข้มข้น 0.10 % ทำให้สับปะรดมีค่าปริมาณน้ำตาลรวม (total sugar) มากที่สุดคือ 104.83 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับผักกาดหวานที่พบว่าพืชที่เป็น triploid มีปริมาณน้ำตาลสูงกว่าพืชที่เป็น haploid [12] ส่วนในพืชอื่นๆ พบว่าเมื่อต้นเปลี่ยนเป็น polyploidy ทำให้มีปริมาณสารบางอย่างเพิ่มมากขึ้น เช่นในแอปเปิ้ล ต้นที่เป็น polyploidy จะมีคลอโรฟิลล์สูงขึ้น มีปริมาณกรดอะมิโนอิสระสูงขึ้นเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมของเอนไซม์ peroxidase สูงมากขึ้นด้วย [10] นอกจากนี้จากการทดลองผลของสารโคชิซินยังไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบสับปะรด (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางด้านความหนาเนื้อ และแกน
ผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) ปริมาณกรด
รวม (TA) และปริมาณน้ำตาลรวม ในผลสับปะรดที่
ระยะเก็บเกี่ยวหลังมีการให้สารโคชิซิน

ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์)	ความ หนา เนื้อ (ซม.)	ความ หนา แกนผล (ซม.)	TSS (° brix)	TA (%)	น้ำตาล รวม (มก/ล)
0.00	3.41	3.01	13.64	3.73	92.30 ab
0.001	3.72	3.21	12.80	5.02	82.05 b
0.01	3.83	3.32	13.24	3.46	89.71 ab
0.10	3.17	2.98	13.20	5.63	104.83 a
LSD _{0.05}	ns	ns	ns	ns	*

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงค่าเฉลี่ยของกรรมวิธีมีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05.

ns= ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 3 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ
โพแทสเซียม ในใบสับปะรดหลังให้สารโคชิซิน

ความเข้มข้น (เปอร์เซ็นต์)	ไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	ฟอสฟอรัส (เปอร์เซ็นต์)	โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์)
0.00	1.41	0.15	2.14
0.001	1.93	0.18	2.06
0.01	1.89	0.13	1.85
0.10	1.28	0.09	2.02
LSD _{0.05}	ns	ns	ns

ns= ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

สรุปผล

การทดลองหาค่าสารโคชิซินความเข้มข้น 0.00 0.001 0.01 และ 0.10 % (w/v) บนช่อดอก จนถึงระยะเก็บเกี่ยว พบว่า สารโคชิซินความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาและคุณภาพของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียในด้านน้ำหนักผล ความกว้างผล ความยาวผล ความกว้างจุก ความยาวจุกความหนาเนื้อและแกนผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดรวม แต่สารโคชิซินความเข้มข้น 0.10 % ทำให้สับปะรดมีปริมาณน้ำตาลรวมมากขึ้นกว่าต้นควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตผลงานวิจัย ในกลุ่ม Hands on Researcher Track2 ทุนวิจัยขนาดเล็ก (HR#2S) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนให้มีการเผยแพร่ผลงานวิชาการสู่สากล และขอขอบคุณ รศ.ดร. สักกมน เทพหัตถิน ณ อุทยาน ที่กรุณาตรวจทานและให้คำแนะนำในการเขียนบทความวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จักรกฤษณ์ ภารการ สุปราณี บุตติงค ยูพิน ไชยโต วิชา วาจาปาและชูเกียรติ ผาโสม. การปรับปรุงพันธุ์พืชโดยวิธีชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยสารโคลชิซินในข้าวโพดหวานฝักกาดขาวปลีคณะ และหอมแดง. [15 พฤศจิกายน 2555]. ได้จาก: URL:<http://www.msu.ac.th/bio-dept/Plant-Breeding/Cochicine/Background.html-8k>.
- นพพร สายัมพล. เทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ; 2543.
- ประจวบ. สถานการณ์การผลิตสับปะรด. [15 ธันวาคม 2554]. ได้จาก: URL:<http://prachuap.doae.go.th/pineappleforprachuap/satanakan.htm>
- วิมล ขวัญเกื้อ. การใช้สารโคลชิซินกับพืช. วิทยาศาสตร์. 2527; 38:204-205.
- สุขไผท ศรีเมือง. ผลของโคลชิซินที่มีต่อกล้วยไม้ดินหมูกิ่งในสภาพปลอดเชื้อ. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต] สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2551.
- สิรินุช ลามศรีจันทร์. การกลายพันธุ์ของพืช. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดพันธุ์พืชบลิซซิ่ง; 2536.
- สิรินุช ลามศรีจันทร์. การกลายพันธุ์ของพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2540.
- อ่ำไพ สันพัฒนานนท์. การจำแนกการศึกษาโครโมโซมและการชักนำให้เกิดโพลีพลอยดีโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของหม่อนบางพันธุ์. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2537.
- Anis M, and M.K. Ansari. Induction of autotetraploid in *Citrus aurantifolia* (Christm) Swing. New Botanist 1992; 9(1-4):77-80.
- Blanke M M, M.Hofer and R.J. Pring. Stomata and structure of tetraploid apple leaves cultured in vitro. Annal of Botany 1994; 73:651-654.
- Dermen H. Colchicine polyploid and technique. The Botanical Review 1940; 6: 599-635.
- Kaloo G. Vegetable Breeding. Vol. 1 Florida : CRC Press 1988; 223 p.
- Siriphanich J. Minimally processed fruit. In Postharvest Handling of Tropical Fruits. In Champ B R, E Higley, and G I, Johnson (editor.). ACIAR Proceeding No. 50.1993. p. 127-137.
- Stadler J, R L, Phillips. and M, Leonard. Mitotic blocking agents for suspension cultures of maize "Black Mexican Sweet" cell lines. Genome 1989; 32: 475-478.
- Tandon S L, and K, Bhutani. Morphological and cytological studies of colchicinesinduced tetraploids in *torenia fournieri* Lind. Genetica 1965; 36: 439-445.