อิทธิพลของสาร Hydrogen Cyanamide ต่อการแตกตา ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและโพรลีนภายในตาขณะพักตัวของต้นกีวีฟรุตที่เจริญเติบโตในประเทศไทย

Effect of Hydrogen Cyanamide on Budbreak, Carbohydrates and Proline Contents in Dormant Buds of Kiwifruit Grown in Thailand

คำนำ

กีวีฟรุต (*Actinidia deliciosa* (A.Chev.) C.F. Liang et A.R. Ferguson) เป็นพืชที่นำมาปลูกในประเทศไทยครั้งแรกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ตั้งแต่ พ.ศ. 2519 โดยนำเข้ามาจากประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งสามารถเจริญเติบโตและติดผลได้ภายใน 5 ปี (Paksasorn and Subhadrabandhu, 1990) และมีลักษณะการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับที่ปลูกในเขตหนาว คือ ต้องมีการพักตัวระยะหนึ่งก่อนจึงจะแตกยอดใหม่ โดยจะเข้าสู่ระยะการพักตัวตั้งแต่ปลายเดือนธันวาคมและพ้นจากการพักตัวประมาณกลางเดือนมีนาคม แต่พบปัญหาผลผลิตค่อนข้างต่ำเนื่องจากขาดความหนาวเย็นที่เพียงพอต่อการแตกตา (Subhadrabandhu and Rakngan, 1999) การแก้ปัญหาเรื่องการพักตัวและการแตกตาจึงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาการปลูกกีวีฟรุตในประเทศไทย ซึ่งการหาพันธุ์ที่ต้องการความหนาวเย็นในฤดูหนาวไม่มากเหมือนที่ปลูกในเขตหนาวทั่วไปมาปลูก เช่น พันธุ์บรูโน สามารถช่วยแก้ปัญหาได้ระดับหนึ่ง การใช้สารเคมีเพื่อกระตุ้นการแตกตาควบคู่กับการจัดการที่ดี ยังเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหานี้ได้ (Smith and Walton, 2000)

สาร hydrogen cyanamide (H_2CN_2) เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่ใช้ได้ผลดีในการกระตุ้นการแตกตาเนื่องจากสามารถทดแทนความต้องการความหนาวเย็นของพืชได้บางส่วน (Erez, 2000b) และสามารถเพิ่มผลผลิตให้กับไม้ผลเขตหนาวหลายชนิด เช่น องุ่น แอปเปิล บลูเบอร์รี่ และกีวีฟรุต เป็นต้น (Marsh and Stowell, 1993; Jackson and Bepete, 1995; Schuck and Petri, 1995; Stringer *et al*., 2003) สาร H_2CN_2 มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีระของพืชหลายประการ จากรายงานของ Fuchigami and Neeในปี 1987 สันนิษฐานว่า H_2CN_2 มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของไนโตรเจนและการสังเคราะห์กรดอะมิโนบางชนิด ซึ่ง Walton *et al*. (1991) พบว่าหลังจากให้สาร H_2CN_2 แก่กีวีฟรุตพันธุ์ Hayward ทำให้ปริมาณโพรลีน (proline) เพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับกรดอะมิโนชนิดอื่น นอกจากนี้ยังอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคาร์โบไฮเดรตในขณะที่กีวีฟรุต

เกิดการพักตัว สังคม และ สุรนันต์ (2533) พบว่ากีวีฟรุตขณะพักตัวจะมีการสะสมอาหารในรูป total nonstructural carbohydrate สูง อีกทั้ง Bieleski *et al*. (1997) ยังพบว่ากีวีฟรุตมีน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอล (*myo*-inositol) ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ซึ่งน้ำตาลดังกล่าวจัดเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง และได้สันนิษฐานว่าน้ำตาลชนิดนี้น่าจะเป็นน้ำตาลที่มีบทบาทสำคัญสำหรับกีวีฟรุต แม้ว่าในปัจจุบันจะมีการใช้สาร H_2CN_2 กันอย่างกว้างขวางแต่ยังขาดความรู้เกี่ยวกับกลไกการทำงานของสารชนิดนี้ ดังนั้นการใช้สาร H_2CN_2 เพื่อกระตุ้นการแตกตากับกีวีฟรุตที่ปลูกในสภาพที่สูงของประเทศไทย จึงอาจมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรตและโพรลีน ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อาจนำไปปรับใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้สารและเพิ่มผลผลิตต่อไป

วัตถุประสงค์

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของสาร hydrogen cyanamide ต่อการแตกตาและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาบางประการ คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์โบไฮเดรต ในรูปของน้ำตาลชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำตาลกลูโคส ฟรุกโทส ซูโครส และไมโอ-อินโนซิทอล เป็นต้น รวมถึงปริมาณโพรลีนภายในตาของต้นกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่เจริญเติบโตภายใต้สิ่งแวดล้อมของประเทศไทย เพื่อนำผลการทดลองไปพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตกีวีฟรุตในประเทศไทยต่อไป

การตรวจเอกสาร

กีวีฟรุต (*Actinidia deliciosa* (A.Chev.) C.F. Liang et A.R. Ferguson) มีถิ่นกำเนิดอยู่บริเวณหุบเขาแยงซี ในประเทศจีน ในปี ค.ศ. 1900 ได้นำมาปลูกในแถบยุโรป เช่น สหราชอาณาจักร และ นิวซีแลนด์ และตั้งแต่ ค.ศ. 1930 เป็นต้นมา กีวีฟรุตถูกจัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศนิวซีแลนด์ ต่อมาประมาณ 20-30 ปี จึงได้มีการปลูกเป็นการค้าในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส อิตาลี ญี่ปุ่น (Ferguson, 1990a) พันธุ์ที่นิยมปลูกเป็นการค้ามีหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์ Hayward Bruno Monty และ Abbott เป็นต้น (Smith and Walton, 2000) กีวีฟรุตนั้นเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง จึงมีผู้บริโภคมากขึ้น และนอกจากการบริโภคผลสดแล้ว ยังสามารถนำเข้ากระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำผลไม้ แยม ไวน์ เป็นต้น จึงทำให้พืชชนิดนี้มีการปลูกกันอย่างกว้างขวางทั่วทุกมุมโลก

ในประเทศไทยเริ่มมีการนำกีวีฟรุตเข้ามาปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2519 เพื่อทดลองปลูกเป็นพืชทดแทนการปลูกฝิ่นของชาวเขาในเขตภาคเหนือของประเทศไทย โดยเริ่มปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ มีความสูง 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล และมีความหนาวเย็นเกือบตลอดปี ซึ่งกีวีฟรุตสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี (Subhadrabandhu and Rakngan, 1999) พันธุ์กีวีฟรุตที่ปลูกในประเทศไทยมี 5 พันธุ์ ได้แก่ Abbott Monty Dexter Bruno และ Hayward แต่พันธุ์ที่ปลูกเป็นการค้าและส่งผลผลิตจำหน่ายมากที่สุดคือพันธุ์ Bruno ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ต้องการความหนาวเย็นต่ำ

กีวีฟรุตเป็นไม้ผลผลัดใบ มีลักษณะเป็นไม้เลื้อย (vine) สามารถเจริญเติบโตได้ดี ตั้งแต่ระดับความสูง 200-2,300 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล กิ่งและใบมีขนสีแดงน้ำตาลปกคลุม ใบเป็นใบเดี่ยว มีจักที่ขอบใบคล้ายฟันเลื่อย ใบมีการเรียงตัวแบบสลับ ก้านใบยาว ดอกเป็นแบบไม่สมบูรณ์เพศ มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่ต่างต้นกัน ดอกมีสีขาว มี 5-7 กลีบ กลีบเลี้ยงส่วนใหญ่มี 5 กลีบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ ดอกเพศผู้มีเกสรเพศผู้จำนวนมาก แต่ส่วนเกสรเพศเมียจะไม่พัฒนา สำหรับดอกเพศเมียนั้นละอองเกสรเพศผู้จะไม่พัฒนา ปลายยอดเกสรเพศเมียมีสีเหลือง ผลเป็นแบบเบอร์รี่ มีผิวสีน้ำตาลและมีขนปกคลุม รูปร่างคล้ายไข่ไก่ เนื้อผลมีสีเขียวใส ภาคตัดขวางของผลจะเห็นลักษณะของ septum เรียงตัวแผ่ออกคล้ายรังสีและมีเมล็ดขนาดเล็กสีเข้มจำนวนมากเรียงเป็นวงอยู่รอบ ๆ แกนผล (สังคม และ สุรนันต์, 2533; Ferguson, 1990a)

กีวีฟรุตมีการเจริญเติบโตคล้ายกับไม้ผลผลัดใบชนิดอื่นที่ต้องการชั่วโมงความหนาวเย็นที่เพียงพอจึงจะพ้นจากการพักตัว ต้นกีวีฟรุตในประเทศไทยจะเข้าสู่ระยะการพักตัวตั้งแต่ปลายเดือนธันวาคมและพ้นการพักตัวประมาณกลางเดือนมีนาคม จึงจะมีการแตกยอดใหม่ ตาที่แตกออกมานี้เป็นตาผสมซึ่งมีตุ่มตาดอกติดอยู่ที่มุมก้านใบของยอดใหม่ เมื่อยอดเจริญเติบโต ตุ่มตาดอกก็จะยืดก้านดอกพร้อมกันไปด้วย ดอกจะบานเมื่อใบอ่อนคลี่เต็มที่ โดยจะทยอยบานตั้งแต่ปลายเดือนมีนาคมทั้งดอกเพศผู้และดอกเพศเมีย ดอกที่ได้รับการถ่ายละอองเกสรจะติดเป็นผลประมาณต้นเดือนเมษายน ในระยะ 8 สัปดาห์แรกหลังติดผลอัตราการเจริญเติบโตของผลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะลดลง จนกระทั่งถึงเดือนกันยายนผลจึงจะเริ่มมีขนาดคงที่ (สังคม และ สุรนันต์, 2533) และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม

ในปัจจุบันมีการปลูกไม้ผลเขตหนาวในบริเวณประเทศเขตร้อนและกึ่งร้อนกันมากขึ้น ซึ่งความสามารถในการผลิตของแต่ละประเทศมีแตกต่างกันไป ตามนิสัยการเจริญเติบโตของพืชเขตหนาวนั้น ปัจจัยหนึ่งที่จำกัดความสามารถในการผลิตพืชเหล่านี้ของประเทศเขตร้อนและกึ่งร้อนได้แก่ การพักตัว ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้สองส่วนคือ เมล็ด และตา แต่ที่มีบทบาทสำคัญในการผลิตไม้ผลเขตหนาวคือการพักตัวของตา (Erez, 2000b)

<u>การพักตัวของตาไม้ผลเขตหนาว</u>

การพักตัวของตาเป็นช่วงหยุดการเจริญเติบโตเพียงชั่วคราวแต่กระบวนการหายใจของพืชยังดำเนินเป็นปกติ การพักตัวมีความจำเป็นเพื่อการอยู่รอดของพืชในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น สภาพที่อากาศหนาวจัดในเขตหนาว (temperate zone) สามารถแบ่งการพักตัวของตาได้เป็น 3 ระยะ โดยมักจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันดังนี้

ระยะที่ 1 เป็นระยะที่เริ่มเข้าสู่การพักตัวของตาเนื่องจากลักษณะทางสรีระภายในตา ซึ่งอาจเกิดจากสารยับยั้งการเจริญเติบโตที่อยู่ภายใน เช่น อิทธิพลของตายอดข่มตาข้าง (apical dominance) ใบแก่ข่มตาข้าง เนื่องจากตายอดเป็นแหล่งสร้างออกซินที่สำคัญและสารออกซินเคลื่อนที่ลงมาตามกิ่ง มีผลทำให้ตาข้างเกิดการสะสมออกซินมากเกินไป ตาข้างไม่สามารถแตกตาได้ จึงทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโตชั่วคราว ซึ่งจะมีอิทธิพลมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์พืชด้วย เรียกการพักตัวระยะนี้ว่า paradormancy หรือ summer dormancy

ระยะที่ 2 เป็นการพักตัวที่ถูกควบคุมโดยสภาพภายในตาของต้นพืชเอง เช่น ตาพืชที่ไม่ได้รับความหนาวเย็นเพียงพอจะยังคงพักตัวอยู่ ซึ่งการกระตุ้นหรือชักนำให้พืชพ้นจากการพักตัวไม่ว่าจะเป็นการตัดแต่งกิ่ง หรือการทำให้ใบร่วง ไม่สามารถทำให้ตาพืชพ้นจากการพักตัวระยะนี้ได้ เรียกการพักตัวระยะนี้ว่า endodormancy winter dormancy หรือ rest ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นการพักตัวที่แท้จริง (true dormancy)

ระยะที่ 3 เป็นระยะที่ตาพืชพ้นจากการพักตัวแล้ว แต่ไม่สามารถพัฒนาได้เนื่องจากสภาพแวดล้อมภายนอกต้นที่ไม่เหมาะสม เช่น การขาดน้ำและธาตุอาหาร อุณหภูมิต่ำหรืออากาศที่หนาวเย็นจัด ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยเดียวหรือหลายปัจจัยร่วมกัน การปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม เช่น การนำกิ่งอ่อนพันธุ์ไวท์มาละกาที่ผ่านอุณหภูมิต่ำในช่วงฤดูหนาวอย่างเพียงพอไปไว้ในอุณหภูมิที่สูงขึ้น พบว่าสามารถกระตุ้นให้เกิดการแตกตาได้ (อิศรพล, 2529) เรียกการพักตัวระยะนี้ว่า ecodormancy (Lang, 1987; Erez, 2000a; Dennis, 2003)

<u>การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาขณะที่พืชพักตัว</u>

การพักตัวถูกควบคุมจากการเปลี่ยนแปลงภายในต้นพืช ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อได้รับการกระตุ้นจากสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น อุณหภูมิและช่วงแสง เป็นต้น เดิมทีสมมติฐานของการพักตัวนั้นเชื่อกันว่ามีสารยับยั้งการเจริญเติบโตภายในพืชเป็นตัวควบคุม เนื่องจากในระยะที่พืชพักตัวมีการค้นพบสารยับยั้งการเจริญเติบโตภายในพืชปริมาณมากซึ่งได้แก่ abscisic acid (ABA)

มีรายงานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณ ABA ระหว่างการพักตัว เช่น งานทดลองของ Davison and Young (1974) พบว่าระดับ ABA ภายในท่อลำเลียงน้ำของพืชเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูใบไม้ร่วง และในฤดูหนาวเพิ่มขึ้นเป็น 10 เท่าของฤดูร้อน นอกจากนี้ระดับของ ABA จะลดลงเมื่อพบว่าเริ่มเกิดการแตกตา จึงเป็นไปได้ว่า ระดับ ABA นั้นมีความสัมพันธ์กับการพักตัวของพืช และ Powell (1987) รายงานว่า ABA มีอิทธิพลต่อการพักตัวของต้นเมเปิล (*Acer pseudoplatanus*) ในขณะที่เกิดการพักตัวมีปริมาณ ABA สูงและลดลงเมื่อสิ้นสุดการพักตัว และในพืชเขตหนาวหลาย ๆ ชนิดมีปริมาณ ABA ลดลงเมื่ออยู่ในช่วงฤดูหนาวที่มีอากาศที่หนาวเย็นเช่นกัน แต่มีอีกหลายงานทดลองที่ให้ผลขัดแย้ง เช่น ในตาของแอปเปิล มีปริมาณ ABA ลดลงเมื่ออยู่ในช่วงฤดูหนาว แต่ใน bud scale ของแอปเปิลกลับมีปริมาณ ABA จำนวนมาก และการนำเอา bud scale ออกสามารถทำให้เกิดการแตกตาได้ ดังนั้นปริมาณ ABA ใน bud scale น่าจะมีอิทธิพลในการยับยั้งการ

เจริญเติบโตของตา จึงสันนิษฐานว่า ABA มีบทบาทสำคัญกับการพักตัวในระยะเริ่มแรกเท่านั้นและ ABA น่าจะมีบทบาทน้อยมาก เมื่อการพักตัวอยู่ในระยะ endodormancy (Powell, 1987) จากงานทดลองของ อิศรพล (2529) รายงานว่าไม่พบความสัมพันธ์โดยตรงระหว่าง ABA กับช่วงการพักตัวของตาขององุ่นพันธุ์ไวท์มาละกา และ Pongsomboon *et al.* (1990) พบว่าสาร ABA และ ABA-like substances ในตาของพืช 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ Flordabelle, Ang Khang White และ Ventura ซึ่งปลูกที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับระยะการพักตัว นอกจากนี้งานทดลองของ Or *et al*. (2000) พบว่าองุ่นพันธุ์ Perlette ที่ปลูกในสภาพอากาศร้อนในประเทศอิสราเอลนั้น มีปริมาณ ABA ภายในตาสูงที่สุดเมื่อตาขององุ่นพักตัวในระยะ endodormancy แต่ในขณะที่องุ่นพ้นจากการพักตัว ปริมาณ ABA กลับไม่ลดลง อย่างไรก็ตามจากหลายงานทดลองที่กล่าวมาข้างต้นนั้น พบว่าปริมาณ ABA ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะการพักตัว ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่า ABA ไม่ได้เป็นปัจจัยภายในเพียงอย่างเดียวที่เกี่ยวข้องกับการพักตัวของตา และ ABA อาจจะไม่ใช่สิ่งที่สามารถบ่งชี้ถึงระยะการพักตัวของตาได้ อีกทั้งการพักตัวของตาน่าจะมีลักษณะที่ซับซ้อนมากกว่าการถูกควบคุมด้วยสารยับยั้งการเจริญเติบโตเพียงอย่างเดียว

การเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตภายในพืช ซึ่งโดยปกติไม้ผลเขตหนาวจำเป็นต้องมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตอย่างมากเพื่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช โดยในขณะที่พืชพักตัวจะมีการสะสมคาร์โบไฮเดรต ซึ่งอยู่ในรูป total nonstructural carbohydrate ในปริมาณสูงและลดต่ำลงเมื่อพ้นจากการพักตัว และจะเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งหลังจากเก็บเกี่ยวเพื่อเป็นการชดเชยอาหารสะสมในกิ่งซึ่งถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของผล และเพื่อเป็นอาหารสะสมในระหว่างที่พักตัวต่อไป (สังคม และ สุรนันต์, 2533) ซึ่งไม้ผลเขตหนาวแต่ละชนิดนั้นมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในรูปที่แตกต่างกันโดยเฉพาะน้ำตาลแอลกอฮอล์ เช่น ในตาของพีช (*Prunus persica* L.) ขณะพักตัวจะมีการสะสมน้ำตาลซูโครสและซอร์บิทอลในปริมาณมากและจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อพ้นจากการพักตัว (Marquat *et al*., 1999) สำหรับในกีวีฟรุตนั้นยังไม่มีรายงานถึงการสะสมน้ำตาลแอลกอฮอล์ในขณะพักตัว แต่จากรายงานของ Bieleski *et al*. (1997) ซึ่งทดลองกับกีวีฟรุตในประเทศนิวซีแลนด์ พบว่าเมื่อผลกีวีฟรุตเริ่มสุกมีน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอลมากถึง 40% ส่วนใบมีปริมาณน้ำตาลชนิดนี้ 20% ของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายน้ำได้ และกีวีฟรุตต่างชนิดกัน เช่น ในผลกีวีฟรุต *Actinidia arguta* มีปริมาณน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอลที่แตกต่างจากกีวีฟรุตชนิด *A. deliciosa* จึงสันนิษฐานว่าน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอลน่าจะเป็นน้ำตาลที่มีบทบาทสำคัญในกีวีฟรุต และยังไม่มีรายงานว่าน้ำตาลชนิดนี้สร้างขึ้นขณะพักตัวหรือไม่

นอกจากนี้ขณะที่ตาพักตัวยังอาจมีการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนบางชนิด เช่น polyamines proline เนื่องจากการพักตัวของไม้ผลเขตหนาวนั้น มักอยู่ภายใต้สภาพวันสั้นและมีอุณหภูมิต่ำ พืชจึงลดกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ ลง ซึ่งคล้ายกับการเกิดสภาพเครียดจากอากาศหนาวเย็น ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับเนื้อเยื่อพืชและสามารถอยู่รอดได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และจะกลับเข้าสู่สภาพเดิมเมื่อเนื้อเยื่อของพืชสามารถทำงานได้เป็นปกติ เช่น เมื่อพืชได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น หรือได้รับสัญญาณบางอย่างจากสิ่งแวดล้อมและฮอร์โมนภายใน ตาของพืชจึงจะพ้นจากการพักตัว ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ถูกควบคุมโดยยีนหรือลักษณะทางพันธุกรรมของพืช (Pollock *et al*., 1993; Lang, 1994; Erez, 2000b; Kuroda *et al*., 2002)

<u>วิธีทำลายการพักตัวของตา</u>

ความหนาวเย็นที่ไม่เพียงพอจะมีผลต่อการแตกตาซึ่งมักเกิดขึ้นเมื่อนำไม้ผลเขตหนาวมาปลูกในเขตที่มีอากาศอบอุ่นกว่าจึงเป็นปัญหาใหญ่ในการผลิต เนื่องจากทำให้เกิดการแตกตาน้อยลง อีกทั้งยังขาดความสม่ำเสมอในการแตกตา โดยปกติตาบนหรือตายอดจะแตกตาก่อนตาในตำแหน่งอื่น จึงทำให้เกิดการบานของดอกที่ไม่สม่ำเสมอ และยังก่อให้เกิดปัญหาการผสมเกสร โดยเฉพาะพืชผสมข้าม เช่น กีวีฟรุตที่มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียอยู่ต่างต้นกัน ดังนั้นการทำลายการพักตัวของตา จึงเป็นวิธีที่นำมาใช้ปฏิบัติเพื่อเพิ่มผลผลิตให้ดีขึ้นได้ (Faust, 2000; Erez, 2000b) ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกันได้แก่

1. การจัดการและเขตกรรม (Mechanical means and cultural practices)

การทำลายการพักตัววิธีนี้ เป็นวิธีที่อาศัยการจัดการทางกลที่เหมาะสม โดยไม่มีการใช้สารเคมีซึ่งปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม แต่ให้ผลไม่ดีเท่าที่ควรและไม่ค่อยแน่นอน สามารถทำได้หลายวิธีได้แก่

1.1 การเด็ดยอดและการตัดแต่งกิ่ง เป็นการทำลาย apical dominance ทำให้ตาข้างแตก เนื่องจากตายอดเป็นแหล่งสร้างออกซินที่สำคัญและสารออกซินเคลื่อนลงมาทำให้ตาข้างเกิดการสะสมออกซินมากเกินไปจนไม่สามารถทำให้เกิดการแตกตาได้ แต่เมื่อมีการเด็ดยอด จะทำให้ความเข้มข้นของออกซินลดลงจนอยู่ในระดับที่เหมาะสมจนทำให้ตาข้างแตกและเจริญออกมาเป็นกิ่งใหม่

ได้ เช่น การตัดแต่งกิ่งองุ่น ซึ่งเป็นการทำลายตายอดและทำให้เกิดการแตกตาข้างซึ่งจะเจริญเป็นช่อดอกต่อไป (พีรเดช, 2537)

1.2 การโน้มกิ่ง เพื่อลดการแตกตายอดและเพิ่มการแตกตาข้างแทน ในประเทศอินโดนีเซียใช้วิธีการโน้มกิ่งร่วมกับการปลิดใบในช่วงเวลาที่เหมาะสมช่วยทำให้ตาดอกของแอปเปิล สามารถแตกตาได้ภายใน 3-4 สัปดาห์ (Notodimedjo *et al*., 1981)

1.3 การปลิดใบแก่ในแอปเปิลช่วยให้เกิดการแตกตาได้ จากการทดลองของ Edwards ในปี 1985 หลังจากทำการปลิดใบแก่ 2 สัปดาห์ ทำให้ปริมาณ ABA ในตายอดลดลง เนื่องจากใบแก่เป็นแหล่งของ ABA อีกทั้งยังพบว่าที่ยอดมีปริมาณจิบเบอเรลลินเพิ่มขึ้น และเมื่อเกิดการแตกตาแล้วไซโตไคนินเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้พืชเกิดการเจริญเติบโตต่อไป

1.4 การทำ artificial chilling เป็นวิธีปฏิบัติเพื่อเพิ่มความหนาวเย็นสะสมให้กับตาพืชในขณะพักตัว เช่น จากการทดลองของ Erez and Lerner (1990) ได้นำต้นพีชที่ปลูกในกระถางไปไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียส ทำให้พืชเกิดการแตกตาได้มากกว่าไม่ให้ความเย็น

1.5 การให้ความร้อนหรืออุณหภูมิที่สูงขึ้นสามารถทำลายการพักตัวระยะ ecodormancy ได้ เช่น การทดลองปักชำกิ่งองุ่นพันธุ์ไวท์มาละกาที่ผ่านอุณหภูมิต่ำในช่วงฤดูหนาวมาแล้ว โดยอิศรพล (2529) พบว่าเมื่อกิ่งปักชำได้รับอุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้ตาแตกเร็วขึ้นและมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาสูงขึ้น ในทางตรงข้ามเมื่อได้รับอุณหภูมิที่ต่ำลงกิ่งปักชำจะแตกตาช้าลงและเปอร์เซ็นต์การแตกตาลดลง

2. การใช้สารเคมี (Chemical means)

การใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อทำลายการพักตัว ได้มีการพัฒนาและถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีการผลิตเป็นการค้ามากขึ้น แต่สารเคมีซึ่งเป็นที่ยอมรับนั้นต้องมีคุณลักษณะที่สำคัญคือ เป็นสารที่ให้ผลออกฤทธิ์ดี ราคาถูก และมีความเป็นพิษต่ำทั้งต่อพืชและมนุษย์ การใช้สารเคมีเป็นวิธีการที่ช่วยทดแทนการขาดความหนาวเย็นที่เพียงพอต่อความต้องการของพืชในช่วงที่เริ่มเข้าสู่การพักตัวในระยะ endodormancy ซึ่งเป็นช่วงที่พืชอยู่ภายใต้สภาพอากาศที่เป็นวันสั้นและมีอุณหภูมิต่ำ (Erez , 2000b; Shirazi, 2003)

การตอบสนองต่อสารเคมีนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของตาพืชด้วย ซึ่ง Erez (2000b) รายงานว่าตาดอกจะมีความไวในการตอบสนองต่อสารเคมีมากกว่าส่วนอื่น เมื่อถูกสารโดยตรงจะเกิดอาการเป็นพิษซึ่งสร้างความเสียหายต่อดอก และนำไปสู่การเสียหายของผลผลิต แต่ในทางตรงข้ามเมื่อใช้สารเคมีกับตาใบสามารถทำลายการพักตัวได้ดี และสามารถเพิ่มผลผลิตได้ดีขึ้นด้วย ซึ่งสารเคมีที่ใช้เพื่อทำลายการพักตัวนั้นมีหลายกลุ่ม ดังนี้

2.1 สารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant Bioregulators)

ในช่วงที่พืชมีการพักตัวนั้นจะมีปริมาณสารยับยั้งการเจริญเติบโตอยู่มากและมีสารกระตุ้นการเจริญเติบโตอยู่น้อย ตรงกันข้ามกับช่วงที่พืชพ้นจากการพักตัว ปัจจัยที่ควบคุมการพักตัวจึงไม่ใช่สารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น แต่เป็นสมดุลระหว่างสารยับยั้งการเจริญเติบโตกับสารกระตุ้นการเจริญเติบโต จากหลักการข้อนี้จึงใช้เป็นพื้นฐานในการทำลายการพักตัว (พีรเดช, 2537) และสารควบคุมการเจริญเติบโตที่นิยมนำมาใช้เพื่อทำลายการพักตัวของตาพืชนั้นมีดังนี้

2.1.1 จิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

จิบเบอเรลลินมีคุณสมบัติในการควบคุมการยืดตัวของเซลล์ กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช มีอยู่หลายชนิดด้วยกันแต่ที่นิยมใช้ในการกระตุ้นการแตกตา ได้แก่ Gibberellic acid (GA_3) ซึ่งสามารถทดแทนการขาดความหนาวเย็นของพืชบางชนิดได้ เช่น ตาของพีช เมื่อได้รับ GA_3 สามารถพ้นจากการพักตัวได้ (Powell, 1987) แต่ในบางพืชกลับให้ผลในการยับยั้ง เช่น black currant และยับยั้งการแตกตาขององุ่นพันธุ์ Thompson seedless และ คาร์ดินัล (อิศรพล, 2529) ปัจจุบันการใช้ GA_3 มักใช้ร่วมกับสารกระตุ้นการแตกตาชนิดอื่น เช่น การใช้สาร potassium nitrate (KNO_3) และ Armobreak® ซึ่งช่วยส่งเสริมให้เกิดการแตกตามากกว่าการใช้ GA_3 เพียงอย่างเดียว (Erez and Yablowitz, 1997) นอกจากนี้ได้มีการให้จิบเบอเรลลินกับกีวีฟรุตที่ปลูกในประเทศไทย โดยจตุรพร (2533) พบว่าหลังจากป้ายสาร GA_{4+7} ความเข้มข้น 2.7% บนตากีวีฟรุตหลังจากตัดแต่งกิ่งแล้ว ทำให้เกิดการแตกตาได้ แต่ให้ผลการทดลองไม่แตกต่างจากไม่ให้สาร อีกทั้งกิ่งที่ออกมาใหม่ไม่เกิดการติดผล ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากจิบเบอเรลลินมีผลเกี่ยวข้องในการส่งเสริมการเจริญเติบโตทางกิ่งใบมากกว่าการออกดอกติดผล

2.1.2 ไซโตไคนิน (Cytokinins)

ไซโตไคนินมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการแบ่งตัวและการขยายขนาดของเซลล์ นอกจากนี้ยังกระตุ้นการเจริญเติบโตทางลำต้น และการเจริญของตาข้าง ไซโตไคนินได้มีการนำมาใช้ในการกระตุ้นการแตกตาในพืชบางชนิด จากรายงานของ Lewak and Bryzek ในปี 1974 พบว่าการให้ไซโตไคนินกับตาของแอปเปิล สามารถช่วยให้พ้นจากการพักตัวได้ และตาที่แตกมาใหม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี การให้สารกลุ่มไซโตไคนิน เช่น thidiazuron benzyladenine nitroguadinins สามารถชักนำให้พืชพ้นจากการพักตัวในระยะ paradormancy และช่วยลดอิทธิพลของ apical dominance จึงทำให้เกิดการแตกตาได้ (Faust and Wang, 1993)

2.1.3 เอทิลีน (Ethylene)

เอทิลีนเป็นสารที่อยู่ในรูปก๊าซ พืชสามารถสร้างขึ้นเองได้ทุกส่วน และสร้างได้มากในช่วงก่อนการหลุดร่วงของใบและก่อนการออกดอกของพืชบางชนิด เอทิลีนมีหน้าที่ควบคุมการแก่ของพืช การใช้ประโยชน์มักใช้ในรูปของสารละลายที่สามารถปลดปล่อยเอทิลีนได้ เอทิลีนสามารถนำมาใช้กระตุ้นการแตกตาและเพิ่มจำนวนตาที่แตกได้ เช่น อิศรพล (2529) ทดลองให้สาร ethylene chlorohydrin ซึ่งเป็นสารที่ปลดปล่อยเอทิลีนกับองุ่นพันธุ์ไวท์มาละกาในฤดูหนาว พบว่าสามารถทำลายการพักตัวของตาองุ่นได้ และการทดลองของ Gemma (1995) ได้ให้เอทิลีนกับตาองุ่นพันธุ์ Delaware ในระยะ endodormancy (rest) ร่วมกับการให้อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส นาน 3 สัปดาห์ ทำให้เกิดการแตกตาสูงสุด 90% และพบว่าภายในกิ่งมีสาร 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) เพิ่มขึ้น ซึ่งสารดังกล่าวเป็นสาร intermediateในการสังเคราะห์เอทิลีน อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถอธิบายถึงบทบาทที่ชัดเจนของเอทิลีนได้ แต่สันนิษฐานว่าเอทิลีนน่าจะเกี่ยวข้องกับการแตกตาขององุ่นในระยะ endodormancy

2.2 สารกลุ่มน้ำมัน (Oil)

สารในกลุ่มนี้มีการใช้กันมาเป็นเวลานาน อาจกล่าวได้ว่าเป็นกลุ่มแรก ๆ และได้ถูกนำมาใช้ในทางการค้า ซึ่งจะให้ผลในการออกฤทธิ์ได้ดี เมื่อใช้ร่วมกับกลุ่ม dinitrophenols สารในกลุ่มนี้เดิมทีเป็นสารที่ใช้สำหรับฆ่าแมลง นิยมใช้กันตั้งแต่ช่วงกลางทศวรรษที่ 1930 ปัจจุบันยังคงมี

การใช้อยู่ในหลายประเทศ แต่เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ จึงได้มีการใช้สาร dinitro ortho cresol (DNOC) เพื่อลดความเป็นพิษที่อาจเกิดขึ้น และเป็นที่ยอมรับกันมากขึ้น (Fuchigami and Nee, 1987; Erez, 2000b)

Oil-DNOC เป็นสารที่ช่วยกระตุ้นการหายใจของพืช ให้ผลดีเมื่อพ่นสารนี้ให้แก่พืชในช่วงกลางวันที่มีอุณหภูมิสูงพอสมควร เนื่องจากสารกลุ่มน้ำมันจะปกคลุมตาพืชทำให้ตาพืชขาดออกซิเจนจึงเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้พืชผลิตเอทิลแอลกอฮอล์ขึ้น จึงส่งผลให้พืชเกิดการแตกตา แต่หากอุณหภูมิสูงเกินไปและเอทิลแอลกอฮอล์ที่พืชสร้างขึ้นมีปริมาณมากอาจทำให้พืชเป็นอันตรายจนเนื้อเยื่อตายได้ อย่างไรก็ตามในสภาพทั่วไปสารชนิดนี้มีความเสี่ยงที่จะเกิด phytotoxic ต่ำ สามารถฉีดพ่นได้แม้ในช่วงที่ตาเริ่มขยายขนาดแล้ว และมีผลยับยั้งการขยายตัวของตายอด จึงทำให้ตาข้างแตกได้ดีขึ้น (Erez, 2000b)

2.3 สารกลุ่มกรดไขมัน (Fatty acid)

Armobreak® เป็นสารการค้าจากประเทศเนเธอร์แลนด์ เป็นสารในกลุ่มของ fatty amine สารชนิดนี้เป็นสารที่ช่วยทำให้สารชนิดอื่นสามารถผ่านเข้าสู่ต้นทาง cuticle ได้มากขึ้น ซึ่งสารนี้ถ้าใช้ร่วมกับสารที่ทำลายการพักตัวของตาชนิดอื่น ๆ เช่น จิบเบอเรลลินจะทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายลงได้ เนื่องจากสามารถใช้สารที่มีผลทำลายการพักตัวในความเข้มข้นที่ต่ำลงได้ และช่วยลดความเสียหายกับตาพืชที่ไวต่อการตอบสนองต่อสารเคมี เช่น ตาพืชในกลุ่ม stone fruit นอกจากนี้แล้วสาร Armobreak® ยังช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของสารที่มีฤทธิ์อ่อนอย่าง KNO_3 ซึ่งจะช่วยประหยัดและทำให้สารผสมมีประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วย การนำสารชนิดนี้มาใช้เพื่อกระตุ้นการแตกตาจึงมักใช้ร่วมกับสารกระตุ้นการแตกตาชนิดอื่น จากการทดลองของ Erez and Yablowitz (1997) ได้ให้สารนี้ร่วมกับ KNO_3 พบว่าสามารถชักนำให้ต้นพืชที่ปลูกในประเทศอิสราเอล เกิดการแตกตาเร็วขึ้นและยังเพิ่มอัตราการเกิดดอกต่อกิ่งมากขึ้น

Waiken® เป็นสารอีกชนิดหนึ่งในกลุ่มนี้และเป็นสารที่เพิ่งเริ่มมีการใช้เมื่อไม่นานมานี้ ซึ่งใช้ได้ผลดีกับไม้ผลกลุ่ม stone fruit ที่ต้องการความหนาวเย็นต่ำ สารจะออกฤทธิ์ได้ดีเมื่อใช้ร่วมกับ KNO_3 และ GA_3 ส่วนกลไกการทำงานของสารกลุ่มนี้ยังไม่มีรายงานที่แน่ชัด แต่สันนิษฐานว่าน่าจะมีส่วนกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันภายในพืช (George *et al*., 2002)

2.4 สารกลุ่ม Cyanamide

สารกลุ่ม cyanamide ที่เริ่มใช้กันในช่วงแรกคือ Calcium cyanamide ($CaCN_2$) เดิมทีเป็นสารที่ใช้เพื่อกำจัดวัชพืช เริ่มมีการใช้ครั้งแรกในประเทศญี่ปุ่นเพื่อกระตุ้นการแตกตาให้กับองุ่น (*Vitis vinifera* L.) หลังจากนั้นก็มีการใช้กับพืชอีกหลายชนิด เช่น แอปเปิล สาลี่ และพีช เป็นต้น แต่เนื่องจากสารนี้ละลายน้ำได้น้อยและต้องใช้ในปริมาณที่สูง ทำให้ไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร ต่อมาได้พบว่าเมื่อ $CaCN_2$ รวมตัวกับน้ำจะเกิดปฏิกิริยาการแยกสลายด้วยน้ำทำให้ได้เป็น hydrogen cyanamide (H_2CN_2) ที่ละลายน้ำได้ดีกว่า ซึ่งสันนิษฐานว่า cyanamide ion ของสารทั้งสองชนิดอยู่ใน active form ที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการแตกตาได้ จึงได้นำมาทดลองใช้กันอย่างกว้างขวาง (Fuchigami and Nee, 1987) เช่น การใช้สาร H_2CN_2 กับองุ่นในประเทศบราซิล เปรียบเทียบกับ $CaCN_2$ ที่ความเข้มข้นและเวลาที่ต่างกัน พบว่าการให้สาร H_2CN_2 ในต้นฤดูหนาวสามารถเพิ่มการแตกตาได้ดีกว่าการใช้ $CaCN_2$ (Pires *et al*., 1995)

สาร H_2CN_2 เป็นสารเคมีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายกับพืชหลายชนิด เช่น แอปเปิล พลัม บ๊วย พีช สาลี่ และ มะเดื่อ เป็นต้น จะใช้ได้ผลดีที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ ถ้าใช้ความเข้มข้นที่สูงมักพบปัญหาตาดอกถูกทำลายในพืชหลายชนิด เช่น การให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 3% ของสารออกฤทธิ์กับ nashi (*Pyrus serotina* Rehd.) โดยให้ 3 สัปดาห์ก่อนการแตกตาตามธรรมชาติพบว่าตาดอกเกิดความเสียหาย (Klinac *et al.*, 1991) แต่ไม่พบปัญหาดังกล่าวในองุ่น กีวีฟรุต และเชอร์รี่ ซึ่งเป็นตาที่มีเปลือกหุ้มที่อาจช่วยป้องกันอันตรายจากสารดังกล่าวได้เป็นอย่างดี และมีหลายงานทดลองที่รายงานว่าใช้ได้ผลดีกับไม้ผลกึ่งร้อนและไม้ผลเขตหนาวที่ต้องการความเย็นค่อนข้างต่ำ เช่น ในองุ่นบางพันธุ์ นอกจากไม่พบปัญหาดังกล่าวแล้วยังสามารถกระตุ้นการแตกตา ทำให้ตาแตกเร็วกว่าการแตกตาตามธรรมชาติ สามารถเพิ่มการติดดอกและผล และยังเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ ทั้งนี้ปริมาณการใช้สารและช่วงเวลาแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดพืชและสภาพแวดล้อมประกอบกัน (Fuchigami and Nee, 1987) เช่น การใช้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์ Hayward ที่ปลูกในบราซิล โดยใช้ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ คือ 0.5%, 1%, 2% และ 3% ที่ช่วงเวลาต่างกันคือ 5, 3.5, และ 2 สัปดาห์ก่อนการแตกตาตามธรรมชาติ พบว่าการให้ H_2CN_2 ที่ความเข้มข้น 0.5% และ 1% และให้สารก่อนการแตกตาตามธรรมชาติ 5 สัปดาห์ ให้จำนวนดอกต่อจำนวนตาที่แตก และจำนวนผลต่อต้นมากที่สุด (Schuck and Petri, 1995) นอกจากนี้ยังสามารถชักนำให้ต้นบลูเบอร์รี่แตกตาและมีการพัฒนาของใบดีขึ้น (Stringer *et al.,* 2003)

ปัจจุบันสาร H_2CN_2 เป็นสารที่นิยมใช้และมีประสิทธิภาพสูงในการชักนำให้พืชพ้นจากการพักตัว แต่ยังไม่มีรายงานที่แน่ชัดถึงกระบวนการทำงานของสารเคมีกลุ่มนี้ ซึ่งอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภายในพืชหลายประการ โดย Fuchigami and Nee (1987) ได้รายงานว่า H_2CN_2 มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมไนโตรเจนและการสังเคราะห์โปรตีน จากรายงานของ Nir and Lavee (1993) พบว่าการให้สาร H_2CN_2 แก่ตาองุ่นพันธุ์ Perlette ในขณะพักตัวทำให้การทำงานของเอนไซม์ catalase ลดลงซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการยับยั้งเอนไซม์นี้ ทำให้ hydrogen peroxide (H_2O_2) เพิ่มขึ้น และการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 มีความสัมพันธ์กับการแตกตาในระยะ endodormancy ด้วย (Kuroda *et al.,* 2002) นอกจากนี้ Walton *et al.* ในปี 1991 พบว่าหลังจากให้สาร H_2CN_2 เพื่อทำลายการพักตัวกับกีวีฟรุต พบว่าระดับของโพรลีนภายในตาเพิ่มขึ้นเป็นหนึ่งส่วนสี่ของปริมาณกรดอะมิโนทั้งหมด ทั้งนี้อิทธิพลของสารเคมีต่อการแตกตาของพืชนั้นอาจทำให้พืชเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในหลายอย่างประกอบกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาผลของสาร H_2CN_2 ต่อการแตกตาของกีวีฟรุต

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร H_2CN_2 ที่ใช้กระตุ้นการแตกตาของกีวีฟรุต

เนื่องจากยังไม่มีความชัดเจนในเรื่องความเข้มข้นของสาร H_2CN_2 ต่อการกระตุ้นการแตกตาในกีวีฟรุตที่ปลูกในประเทศไทย จึงทำการศึกษาเบื้องต้นโดยทำการทดลองกับต้นกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน อายุ 14 ปี ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ อ. จอมทอง จ. เชียงใหม่ ซึ่งทั้งสองสถานที่มีความสูงประมาณ 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล และเลือกใช้กิ่งอายุหนึ่งปีที่มีขนาดใกล้เคียงกัน คือมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร ตัดแต่งกิ่งให้แต่ละกิ่งมีตาจำนวน 12 ตา ทำการทดลองหลังจากตัดแต่งกิ่งเสร็จแล้ว (ภาพผนวกที่ 10) ซึ่งแต่ละสถานที่นั้นมีการจัดการภายในแปลงปลูกแตกต่างกัน จึงเริ่มทำการทดลองในระยะเวลาที่ต่างกัน โดยสถานีเกษตรหลวงอ่างขางให้สารวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2545 และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ให้สารวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545 วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) การจัดทรีตเมนต์เป็นแบบ factorial ประกอบด้วยสองปัจจัย โดยปัจจัยแรกคือความเข้มข้นของสาร H_2CN_2 มี 3 ระดับ และปัจจัยที่สองคือตำแหน่งของตาภายในกิ่งมี 3 ระดับ ดังนี้

ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสาร H_2CN_2 (Dormex® , 49% a.i. Hydrogen cyanamide) มี 3 ระดับ คือ

A_1: ไม่ให้สาร

A_2: ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% ของสารออกฤทธิ์

A_3: ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 5% ของสารออกฤทธิ์

ปัจจัย B: ตำแหน่งของตาภายในกิ่งซึ่งนับจากโคนกิ่งไปปลายกิ่ง มี 3 ระดับ คือ

B_1: ตาล่าง (ตาที่ข้อตำแหน่งที่ 1-4)

B_2: ตากลาง (ตาที่ข้อตำแหน่งที่ 5-8)

B_3: ตาบน (ตาที่ข้อตำแหน่งที่ 9-12)

ดังนั้นจะมีทั้งหมด 9 treatment combination ดังนี้

T_1 : ไม่ให้สารกับตาล่าง
T_2 : ไม่ให้สารกับตากลาง
T_3 : ไม่ให้สารกับตาบน
T_4 : ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% กับตาล่าง
T_5 : ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% กับตากลาง
T_6 : ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% กับตาบน
T_7 : ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 5% กับตาล่าง
T_8 : ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 5% กับตากลาง
T_9 : ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 5% กับตาบน

แต่ละทรีตเมนต์จะทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำ (กิ่ง) โดยใช้พู่กันจุ่มสาร H_2CN_2 และป้ายตรงตาทั้งหมดที่อยู่บนกิ่ง แล้วบันทึกผลการทดลองทุก 3 วัน จนกระทั่งไม่พบการแตกตาเพิ่ม ข้อมูลการบันทึกผลมีดังนี้

1) ระยะเวลาที่ใช้ในการแตกตา โดยนับจำนวนวันเริ่มจากวันที่ให้สารจนกระทั่งพบการแตกตาครั้งแรกในแต่ละกิ่งไปจนถึงเวลาที่ตาสุดท้ายในแต่ละกิ่งแตกออกมา

2) ปริมาณการแตกตา นับจำนวนการแตกตาบนกิ่งแต่ละกิ่งโดยแบ่งตามตำแหน่งตา แล้วนำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การแตกตา

3) บันทึกอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2545 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2546

นำข้อมูลผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ และเลือกใช้ความเข้มข้นของสาร H_2CN_2 ที่ทำให้เกิดการแตกตาดีที่สุดเพียงความเข้มข้นเดียว เพื่อทำการทดลองที่ 2 ต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% ต่อการแตกตาของกีวีฟรุต

จากผลการทดลองที่ 1 เลือกใช้ความเข้มข้นของสาร H_2CN_2 ที่ทำให้เกิดการแตกตาดีที่สุดได้แก่ ความเข้มข้น 2.5% เพื่อทำการทดลองซ้ำในปีถัดไปเพื่อศึกษาอิทธิพลของสารนี้ต่อการแตกตาของกีวีฟรุตเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สาร โดยใช้กิ่งกีวีฟรุตอายุหนึ่งปีที่มีลักษณะเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ทำการศึกษาหลังจากตัดแต่งกิ่งเสร็จแล้วเช่นกัน โดยที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางให้สารในวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2546 และที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ให้สารในวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 วางแผนการทดลองแบบ 2x3 Factorial in CRD ซึ่งประกอบด้วยสองปัจจัย ดังนี้

ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสาร H_2CN_2 มี 2 ระดับ คือ

A_1: ไม่ให้สาร

A_2: ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% ของสารออกฤทธิ์

ปัจจัย B: ตำแหน่งของตาภายในกิ่งซึ่งนับจากโคนกิ่งไปปลายกิ่ง มี 3 ระดับ คือ

B_1: ตาล่าง (ตาที่ข้อตำแหน่งที่ 1-4)

B_2: ตากลาง (ตาที่ข้อตำแหน่งที่ 5-8)

B_3: ตาบน (ตาที่ข้อตำแหน่งที่ 9-12)

ดังนั้นจะมีทั้งหมด 6 treatment combination ดังนี้

T_1 : ไม่ให้สารกับตาล่าง

T_2 : ไม่ให้สารกับตากลาง

T_3 : ไม่ให้สารกับตาบน

T_4 : ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% กับตาล่าง

T_5 : ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% กับตากลาง

T_6 : ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% กับตาบน

แต่ละทรีตเมนต์จะทำการทดลองทั้งหมด 10 ซ้ำ (กิ่ง) หลังจากป้ายสารแล้วบันทึกผลการทดลองทุก ๆ 3 วัน จนกระทั่งไม่พบการแตกตาเพิ่มและทำเช่นเดียวกันนี้ทั้งสองสถานที่ และบันทึกผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

2, ศึกษาผลของสาร H_2CN_2 ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในตากีวีฟรุต

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในตากีวีฟรุตหลังจากได้รับสาร H_2CN_2 จึงเลือกต้นกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน โดยใช้กิ่งอายุหนึ่งปีที่มีลักษณะเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ทำการศึกษาสองสถานที่ คือ สถานีเกษตรหลวงอ่างขางและศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ การทดลองนี้แบ่งเป็น 2 ทรีตเมนต์ คือให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% เปรียบเทียบกับไม่ให้สาร ทำการป้ายสารหลังจากตัดแต่งกิ่งแล้ว ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางให้สารในวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2546 และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ให้สารในวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 หลังจากป้ายสารให้กับตากีวีฟรุตแล้ว เก็บตัวอย่างกิ่งทุก ๆ 3 วัน โดยสุ่มตัดกิ่งกีวีฟรุต 12 กิ่งต่อทรีตเมนต์ต่อครั้ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลและโพรลีนอย่างละ 6 กิ่งต่อทรีตเมนต์ โดยนำตัวอย่างไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป ทำเช่นนี้จนกระทั่งตากีวีฟรุตในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารเริ่มเกิดการแตกตาและทำการศึกษาเช่นเดียวกันทั้งสองสถานที่ นำตัวอย่างที่ได้มาทำการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณน้ำตาลในตากีวีฟรุต

2.1.1 การสกัดและทำให้บริสุทธิ์

ขั้นตอนในการสกัดและทำให้ตัวอย่างบริสุทธิ์ เพื่อนำไปวิเคราะห์น้ำตาลในตากีวีฟรุต ดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์จาก Kawamata *et al.* (2002) โดยนำกิ่งกีวีฟรุตจำนวน 6 กิ่งต่อทรีตเมนต์ที่เก็บรักษาไว้ ตัดเอาเฉพาะส่วนตาหนัก 0.5 กรัมน้ำหนักสด ทำการสกัดด้วย ethanol ความเข้มข้น 80% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่อง homogenizer แล้วจึงนำไปตั้งใน water bath ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แยก supernatant ออกและสกัดซ้ำโดยเติม ethanol ความเข้มข้น 80% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำสารละลายทั้งหมดมารวมกันและกรองโดยผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 42 ทำการระเหยเอาส่วน ethanol ออกให้หมดในสภาพสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทำละลายด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร และนำไปปั่น

เหวี่ยงเพื่อแยกตะกอนโดยเครื่อง Centrifuge ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายกรองผ่านPolyvinylpolypyrolidone (PVPP) ด้วยวิธี Column Absorbtion Chromatography โดยเทสารละลายลงในคอลัมน์หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร ที่บรรจุด้วยสำลีและตามด้วย PVPP ปริมาณ 10 เท่าของน้ำหนักตัวอย่าง ชะล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 4 มิลลิลิตร แล้วจึงเทสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการปั่นเหวี่ยง ชะล้างคอลัมน์ด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง เก็บสารละลายที่ผ่านคอลัมน์ตั้งแต่สารละลายตัวอย่างผ่านคอลัมน์จนคอลัมน์แห้ง แยกสารละลายที่ผ่านคอลัมน์ PVPP ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน (เพื่อวิเคราะห์น้ำตาลจากสองคอลัมน์ คือ คอลัมน์ Sugar-Pak I ใช้สำหรับหาปริมาณน้ำตาลกลูโคส ซูโครส ฟรุกโทส แมนนิทอล และซอร์บิทอล และคอลัมน์ APS-2 Hypersil เพื่อหาปริมาณน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอล) จากนั้นนำสารละลายทั้งสองส่วนไประเหยในสภาพสุญญากาศจนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ โดยใช้ชุดเครื่อง High Performance Liquid Chromatograhy (HPLC) ซึ่งประกอบด้วย Waters alliance 2690 seperation module, Waters pump 600 controller, Waters 717 plus autosampler และตรวจวัดค่าดัชนีหักเหแสงของสารโดยใช้ RI Detector (Waters 410 differential refractometer)

2.1.2 การเตรียมตัวอย่างก่อนฉีดเข้าคอลัมน์ด้วยเครื่อง HPLC

นำตัวอย่างที่สกัดและทำให้บริสุทธิ์แล้ว ทำละลายด้วยน้ำกลั่นเกรดที่ใช้สำหรับฉีดด้วยเครื่อง HPLC ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร กรองผ่าน syring filter (Filter Device Nylon Filter Media with Polypropylene) ช่องผ่านขนาด 0.45 ไมโครเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลโดยใช้สองคอลัมน์ดังนี้

1) คอลัมน์ Sugar-Pak I

คอลัมน์ Sugar-Pak I (Waters) มีขนาด 300 x 6.5 มิลลิเมตร เป็นคอลัมน์ที่บรรจุด้วย microparticulate cation exchange gel in calcium form ควบคุมอุณหภูมิภายในคอลัมน์ 90 องศาเซลเซียส และภายนอกที่ 45 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของ mobile phase คือ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้เวลา 20 นาทีต่อตัวอย่าง ปริมาตรที่ฉีด 50 ไมโครลิตร โดยใช้ CaEDTA ความเข้มข้น 0.0001 โมลาร์ (50 มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็น mobile phase ซึ่งกรองผ่าน cellulose filter

membrane ช่องผ่านขนาด 0.45 ไมโครเมตร (100 reduced cellulose, 47 มิลลิเมตร, 0.45 ไมโครเมตร) ก่อนการฉีดเข้าเครื่อง HPLC

2) คอลัมน์ APS-2 Hypersil

คอลัมน์ APS-2 Hypersil (Thermo Electron Corporation) มีขนาด 250 x 4.6 มิลลิเมตร ใช้อุณหภูมิห้องที่ประมาณ 30 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของ mobile phase คือ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที เวลาที่ใช้ 18 นาทีต่อตัวอย่าง ปริมาตรที่ฉีด 20 ไมโครลิตร ใช้ Acetronitrile:H_2O ในอัตราส่วน 80:20 มิลลิลิตร เป็น mobile phase และกรองผ่าน cellulose filter membrane ช่องผ่านขนาด 0.45 ไมโครเมตรก่อนการฉีดเข้าเครื่อง HPLC จากนั้นทำการตรวจสอบน้ำตาลแต่ละชนิดภายในตากีวีฟรุต โดยดูจากค่า Retention time (Rt) ว่าตรงกับสารละลายน้ำตาลมาตรฐานชนิดใด แล้วจึงคำนวณปริมาณน้ำตาลแต่ละชนิดจากพื้นที่ใต้กราฟ

2.1.3 การเตรียมสารละลายน้ำตาลมาตรฐาน สำหรับใช้ในการวิเคราะห์มีดังนี้

1) น้ำตาลกลูโคส D-(+)-glucose (dextrose, Sigma Co.Ltd, G7528, ความบริสุทธิ์ 99.5%, Molecular Weight (MW) 180.16)

2) น้ำตาลฟรุกโทส D-fructose (D- levulose, Sigma Co.Ltd, F2543, ความบริสุทธิ์ 99.5% , MW 180.16)

3) น้ำตาลซอร์บิทอล D-sorbitol (Sigma Co.Ltd, S7547, ความบริสุทธิ์ 98%, MW 182.17)

4) น้ำตาลซูโครส Sucrose (-D-glucopyranosyl -D-fructofuranoside; saccharose, Sigma Co.Ltd, S7903, ความบริสุทธิ์ 99.5%, MW 342.3)

5) น้ำตาลแมนนิทอล D-mannitol (mannite, Sigma Co.Ltd, M-1902, MW 182.17)

6) น้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอล *myo*-inositol (1,2,3,5/4,6-Hexahydroxycyclohexane, *meso*-Inositol, i-Inositol, Sigma Co.Ltd, I5125-100G, ความบริสุทธิ์ 99%, MW 180.16)

ความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลมาตรฐานที่ใช้ได้แก่ 0, 0.31, 0.63 , 1.25, 2.50 และ 5.0 กรัมต่อลิตร กรองสารละลายผ่าน syring filter (Filter Device Nylon Filter Media with Polypropylene) ช่องผ่านขนาด 0.45 ไมโครเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 มิลลิเมตร จากนั้นนำสารละลายน้ำตาลมาตรฐานที่ผ่านการกรองแล้วไปฉีดเข้าเครื่อง HPLC โดยคอลัมน์ Sugar-Pak I ใช้วิเคราะห์น้ำตาลกลูโคส ซูโครส ฟรุกโทส แมนนิทอล และซอร์บิทอล ส่วนคอลัมน์ APS-2 Hypersil ใช้วิเคราะห์น้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอล

2.1.4 การคำนวณ

เมื่อนำค่าจากพื้นที่ใต้กราฟมาวิเคราะห์ปริมาณของสารละลายตัวอย่างและเปรียบเทียบกับกราฟของน้ำตาลมาตรฐาน (ภาพผนวกที่ 1, 2, 3 และ 4) แล้วจึงนำมาคำนวณเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในครั้งนี้เทียบเท่ากับน้ำหนัก 1 ใน 4 ส่วนของน้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม)

กำหนดให้

X = ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างเมื่อเทียบกับกราฟของน้ำตาลมาตรฐาน (มิลลิกรัมต่อลิตร)

A = ปริมาตรของน้ำกลั่นที่ใช้ทำละลายตัวอย่างก่อนฉีดเข้าเครื่อง HPLC (500 ไมโครลิตร)

FW = น้ำหนักสดของตัวอย่างที่ใช้จริง (0.25 กรัม)

$$\text{ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่าง} = \left[\frac{X \times A}{FW} \right] \times 4$$

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณโพรลีน ดัดแปลงจากวิธีของ Bates *et al*. (1973) ดังนี้

2.2.1 การสกัด

นำกิ่งกีวีฟรุตที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส จำนวน 6 กิ่งต่อทรีต-เมนต์ตัดเอาเฉพาะส่วนตาของกีวีฟรุตมาชั่งน้ำหนักสด 0.5 กรัม จากนั้นเติม sulfosalicylic acid ความเข้มข้น 3% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่อง homogenizer กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 42 นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลอง

เติมสารละลาย acid-ninhydrin ปริมาตร 2 มิลลิลิตรและ glacial acetic acid ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วนำสารละลายไปต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นหยุดปฏิกิริยาโดยใส่ลงในอ่างน้ำแข็งทันที แล้วเติม toluene ปริมาตร 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลาประมาณ 30 วินาที จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง สารละลายจะแยกชั้น จึงดูดเอาเฉพาะส่วนบนของสารละลายเพื่อนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 519 นาโนเมตร โดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วคำนวณหาปริมาณโพรลีน

2.2.2 การเตรียม acid-ninhydrin

ชั่ง ninhydrin หนัก 1.25 กรัม เติม glacial acetic acid ปริมาตร 30 มิลลิลิตร และ phosphoric acid ความเข้มข้น 6 โมลาร์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร นำไปอุ่นใน water bath ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนจนกระทั่งสารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน และควรใช้ทันที

2.2.3 การเตรียมสารละลายโพรลีนมาตรฐาน

ใช้ L-proline (Sigma Co.Ltd, MW 115.1) เตรียมสารละลายความเข้มข้น 0, 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5, 15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทำกราฟมาตรฐานจากความสัมพันธ์ของความเข้มข้นกับค่าการดูดกลืนแสง

2.2.4 การคำนวณ

หาความเข้มข้นของโพรลีนในสารละลายตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานของ L-proline โดยนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (ภาพผนวกที่ 7) แล้วคำนวณหาปริมาณโพรลีน ดังนี้

$$\text{ปริมาณโพรลีนในตัวอย่างพืช } (\mu M / g\ fw) = \frac{(C \times Vf \times Vt) / (MW)}{(FW \times Va)}$$

หรือ

$$\mu M\ pro/\ g\ fw = \frac{(\mu g / ml \times ml\ toluene) / (115.1\ \mu g / \mu M)}{(g\ sample / 5)}$$

โดยที่

C = ความเข้มข้นของโพรลีนจากกราฟมาตรฐาน (µg / ml)

Vf = ปริมาตรสุดท้าย (10 ml)

Vt = ปริมาตรของ toluene (4 ml)

MW = น้ำหนักโมเลกุลของโพรลีน (115.1 µg / µM)

FW = น้ำหนักสดของตัวอย่างพืช (g)

Va = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างพืชที่ใช้ในการวิเคราะห์ (2 ml)

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำโปรแกรมสำเร็จรูป Statistic Analysis System Program for Windows Version 6.12 (SAS Institute Incorporation, Carry, North Carolina, USA) มาใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4. สถานที่ทำการศึกษา

สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ.ฝาง จ.เชียงใหม่

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ อ. จอมทอง จ. เชียงใหม่

ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยา ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

ห้องปฏิบัติการภาควิชาพฤกษศาสตร์และหน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร

5. ระยะเวลาทำการศึกษา

เริ่มทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2545 และสิ้นสุดการศึกษาในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2548

ผล

1. ศึกษาผลของสาร H_2CN_2 ต่อการแตกตาของกีวีฟรุต

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร H_2CN_2 ที่ใช้กระตุ้นการแตกตาของกีวีฟรุต

การศึกษาอิทธิพลของสาร H_2CN_2 ต่อการแตกตาของกีวีฟรุตเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการกระตุ้นการแตกตากีวีฟรุตที่ปลูกในประเทศไทย ผลการศึกษาจากสองสถานที่เป็นดังนี้

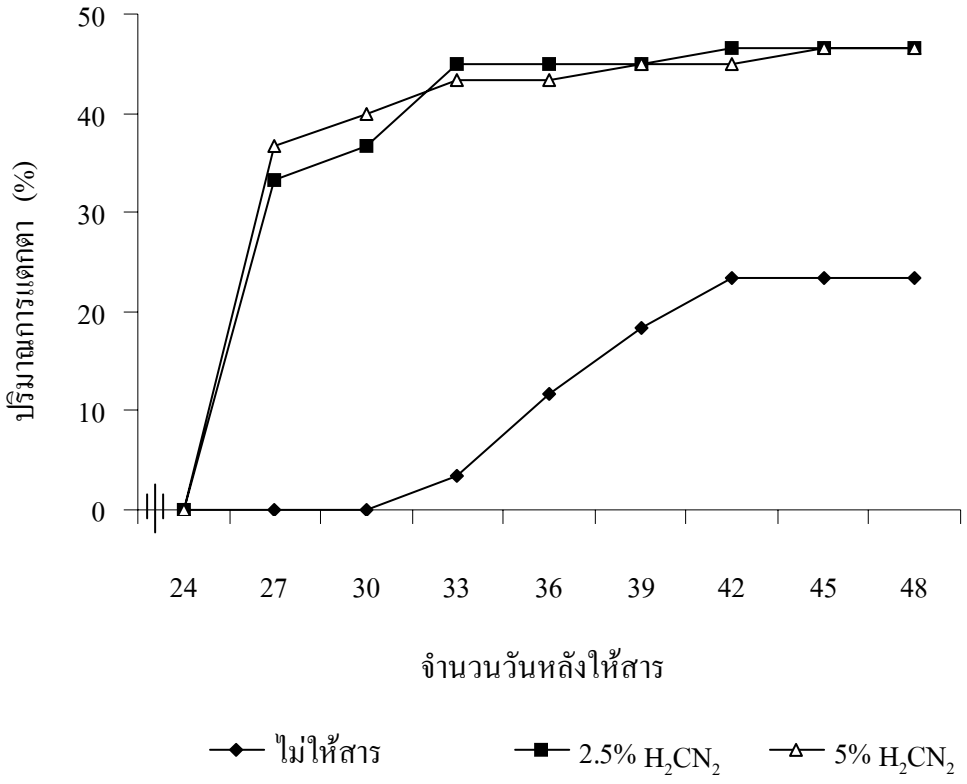
1.1 การศึกษาที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

จากการศึกษาการแตกตาของกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนหลังจากที่ให้สาร H_2CN_2 ในวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2545 พบว่าตาของกีวีฟรุตที่ไม่ได้รับสารนั้นเริ่มพบการแตกตา 33 วันหลังให้สาร (วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2545) ในขณะที่การให้สาร H_2CN_2 ทั้งสองความเข้มข้นคือ 2.5 และ 5 % ทำให้กีวีฟรุตเริ่มแตกตาหลังจากให้สาร 27 วัน (วันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545) ซึ่งเร็วกว่าการไม่ให้สาร 6 วัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 17 มีนาคม พ.ศ. 2545 (48 วันหลังให้สาร) พบว่าการให้สารที่ความเข้มข้น 2.5 และ 5 % สามารถกระตุ้นให้เกิดอัตราการแตกตาเท่ากันคือ 46.7% ส่วนการแตกตาในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารนั้นมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาเฉลี่ยเท่ากับ 23.3 (ภาพที่ 1) ซึ่งมีปริมาณการแตกตาเฉลี่ยต่ำกว่ากีวีฟรุตที่ได้รับสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 และ 5% ส่วนความเข้มข้นของสาร H_2CN_2 ทั้งสองระดับนั้นทำให้กีวีฟรุตเกิดการแตกตาไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 1)

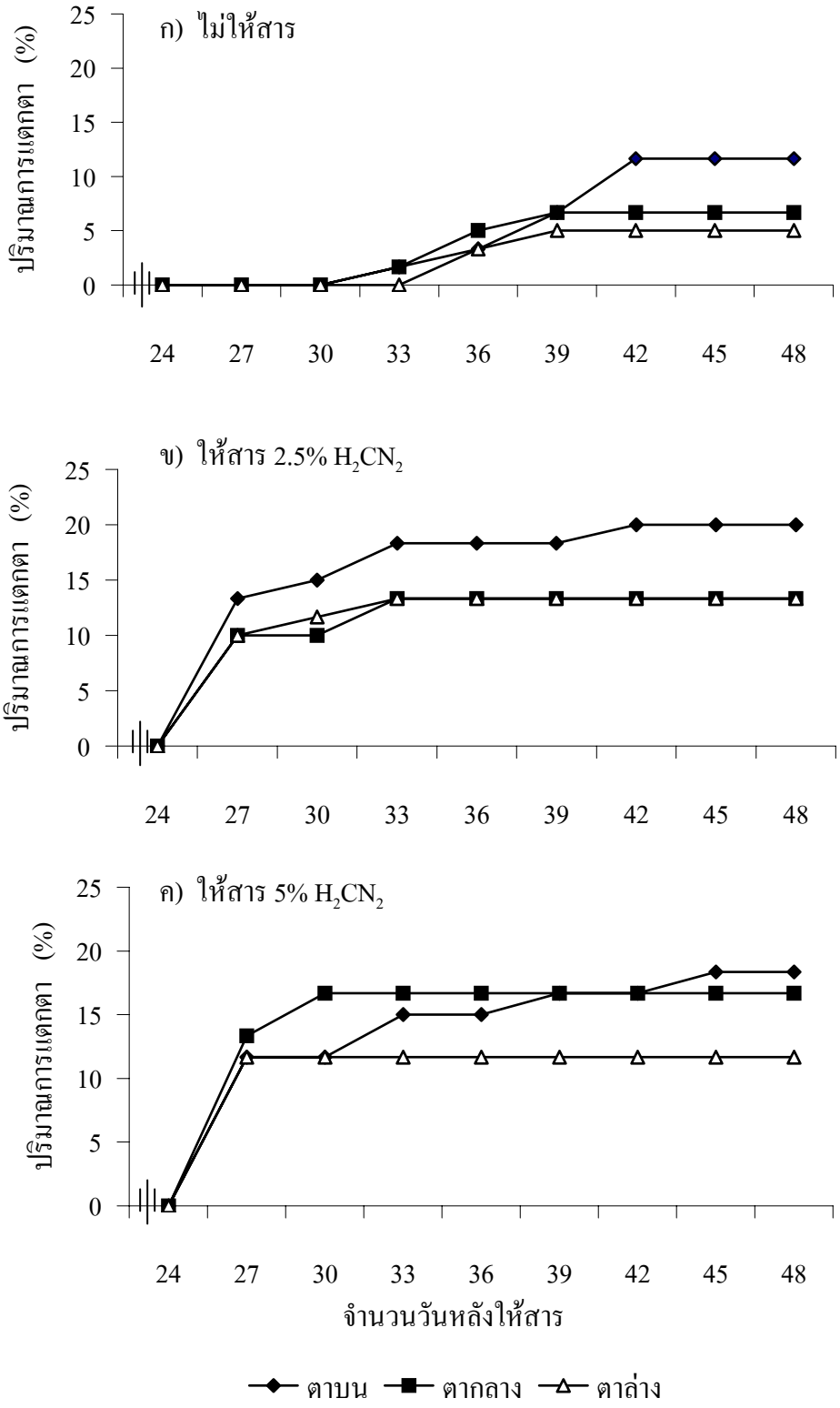
การศึกษาปริมาณการแตกตาโดยแบ่งตำแหน่งตาบนกิ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่ ตาบน (ตาตรงข้อตำแหน่งที่ 9-12) และตากลาง (ตาตรงข้อตำแหน่งที่ 5-8) และตาล่าง (ตาตรงข้อตำแหน่งที่ 1-4) พบว่าในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารเริ่มเกิดการแตกตาในตำแหน่งตาบนและกลางเมื่อ 33 วันหลังจากให้สาร ส่วนตาล่างเริ่มเกิดการแตกตาเมื่อ 36 วันหลังจากให้สาร (ภาพที่ 2 ก) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปริมาณการแตกตาในตำแหน่งตาบน ตากลางและตาล่างเกิดการแตกตาคือ 11.7 %

6.7 % และ 5 % ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการแตกตาในแต่ละตำแหน่งนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 2)

ในทรีตเมนต์ที่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% เริ่มพบการแตกตาในทุกตำแหน่งหลังจากให้สาร 27 วัน (ภาพที่ 2 ข) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าตำแหน่งตาบนเกิดการแตกตาเฉลี่ย 20% ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกับการแตกตาในตำแหน่งกลางและล่างที่มีปริมาณการแตกตาโดยเฉลี่ยเท่ากันคือ 13.3% ส่วนในทรีตเมนต์ที่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 5% พบปริมาณการแตกตาในทุกตำแหน่งหลังจากให้สาร 27 วัน (ภาพที่ 2 ค) เช่นเดียวกับในทรีตเมนต์ที่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองนั้น พบว่าเกิดการแตกตาที่ตำแหน่งตาบน ตากลาง และตาล่าง คือ 18.3% 16.7% และ 11.7% ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการแตกตาในแต่ละตำแหน่งนั้นไม่มีความแตกต่างกันสถิติ และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของสารกับตำแหน่งที่เกิดการแตกตา (ตารางผนวกที่ 2)



<u>ภาพที่ 1</u> ปริมาณการแตกตาหลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้นต่าง ๆ กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2545 (ให้สารเมื่อวันที่ 28 ม.ค. 2545)

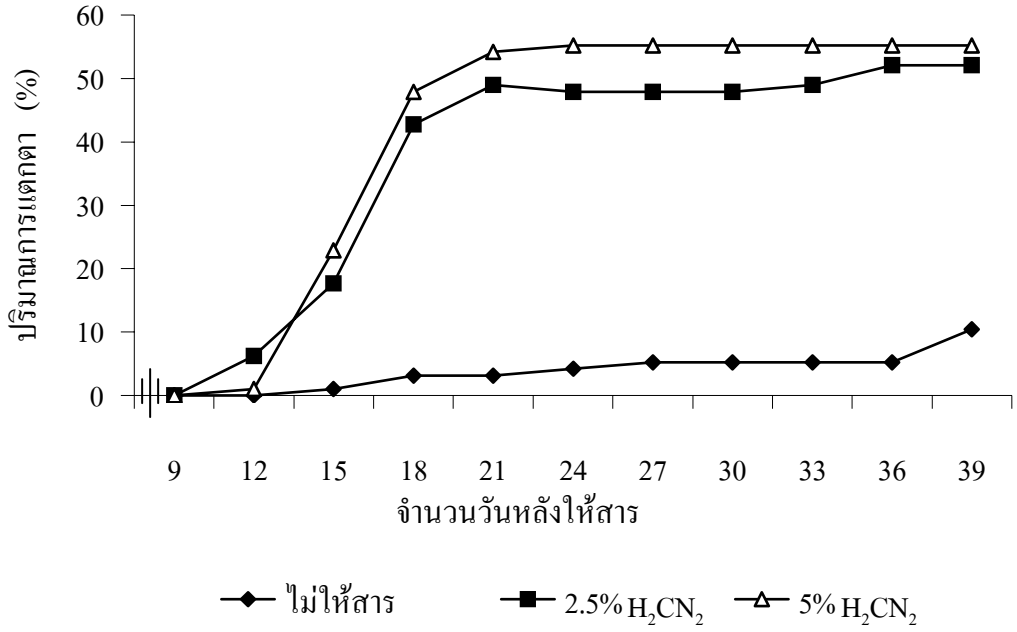


ภาพที่ 2 ปริมาณการแตกตาตามตำแหน่งตาบนกิ่งหลังจากให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2545 (ให้สารเมื่อวันที่ 28 ม.ค. 2545)

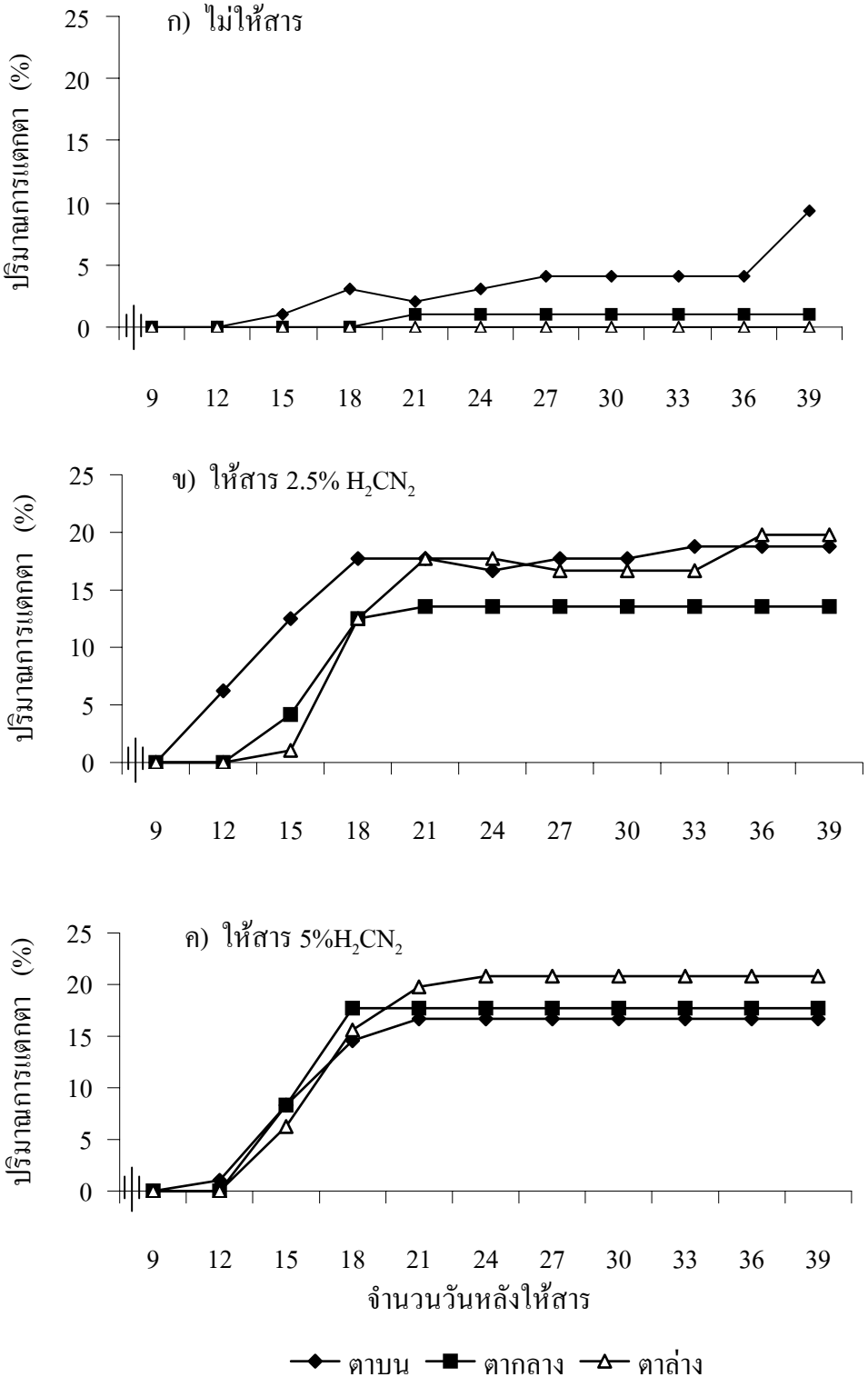
1.2 การศึกษาที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

จากการศึกษาการแตกตาของกีวีฟรุตที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ หลังจากที่ให้สาร H_2CN_2 (วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2545) พบว่าตาของกีวีฟรุตที่ไม่ให้สารนั้นเริ่มเกิดการแตกตาเมื่อ 15 วันหลังให้สาร (วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2545) ในขณะที่การให้สาร H_2CN_2 ทั้งสองความเข้มข้นเริ่มมีการแตกตาหลังจากให้สาร 12 วัน (วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ. 2545) และเมื่อสิ้นสุดการศึกษาคือ 39 วันหลังให้สาร (วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2545) พบว่าการให้สารที่ความเข้มข้น 2.5 และ 5 % สามารถกระตุ้นให้เกิดการแตกตาได้ 52.1 และ 55.2% ตามลำดับ ซึ่งการให้ทั้งสองความเข้มข้นนั้นให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารเกิดการแตกตาเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 10.4 % และมีความแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่ให้สารทั้งสองความเข้มข้น (ภาพที่ 3 และตารางผนวกที่ 3)

นอกจากนี้ผลของสาร H_2CN_2 ต่อการแตกตาโดยแบ่งตามตำแหน่งตา ในทรีต-เมนต์ที่ไม่ให้สารนั้นเริ่มเกิดการแตกตาในตำแหน่งตาบนหลังจากให้สาร 15 วัน ตากลาง เกิดการแตกตาหลังจากให้สาร 21 วัน ส่วนตาล่างไม่พบการแตกตา (ภาพที่ 4ก) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าตาของกีวีฟรุตที่ไม่ให้สารนั้น จะเกิดการแตกตาบนมากที่สุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.4% ซึ่งแตกต่างจากตากลางเกิดการแตกตาเฉลี่ยเท่ากับ 1% และตาล่างที่ไม่เกิดการแตกตาเลย (ภาพที่ 4ก และตารางผนวกที่ 4) ในทรีตเมนต์ที่ให้สารความเข้มข้น 2.5% พบว่าตำแหน่งตาบน เริ่มเกิดการแตกตาหลังจากให้สาร 12 วัน คือ 6.3% ในขณะที่ตากลางและตาล่างเกิดการแตกตาหลังจากให้สาร 15 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าตำแหน่งตาบน ตากลาง และตาล่างเกิดการแตกตา คือ 18.8 % 13.5% และ19.7% ตามลำดับ (ภาพที่ 4ข) นอกจากนี้การให้สารความเข้มข้น 2.5% กับตำแหน่งตาบนทำให้ปริมาณการแตกตาในช่วงแรก ๆ มากกว่าตำแหน่งอื่น แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าการให้สารทั้งสองความเข้มข้นทำให้เกิดการแตกตาในแต่ละตำแหน่งไม่แตกต่างกันและทำให้เกิดการแตกตาได้มากกว่าไม่ใช้สาร (ตารางผนวกที่ 4) ส่วนทรีตเมนต์ที่ให้สารความเข้มข้น 5% พบว่าตาบนเริ่มแตกเมื่อ 12 วันหลังจากให้สาร ส่วนตากลางและตาล่าง เกิดการแตกตาหลังจากให้สาร 15 วัน เช่นเดียวกับการใช้สารความเข้มข้น 2.5% เมื่อสิ้นสุดการทดลองตำแหน่งตาบน ตากลาง และตาล่างเกิดการแตกตาเฉลี่ย 16.7 % 17.7 % และ 20.8% ตามลำดับ (ภาพที่ 4ค)



ภาพที่ 3 ปริมาณการแตกตาหลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้นต่าง ๆ กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ในปี พ.ศ. 2545 (ให้สารเมื่อวันที่ 18 ก.พ. 2545)



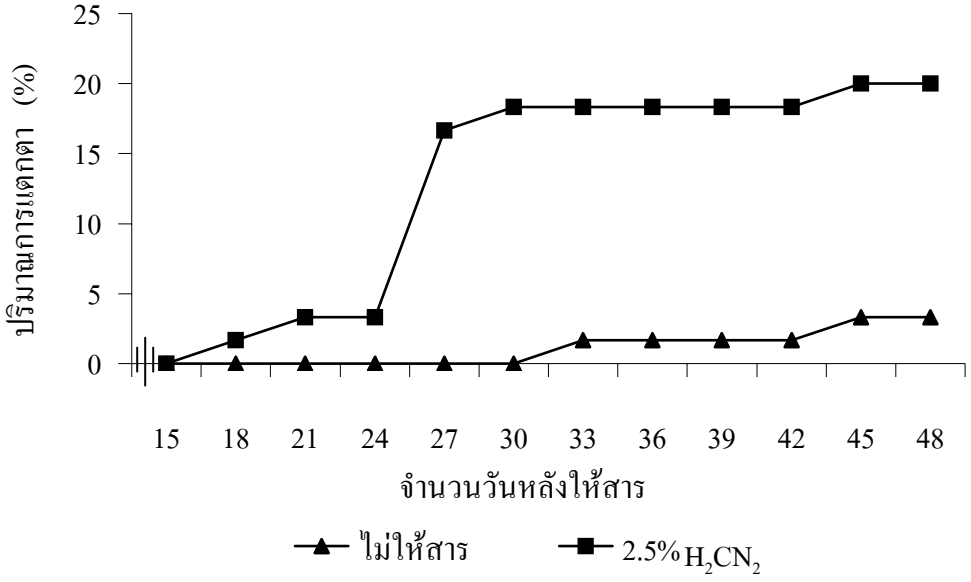
ภาพที่ 4 ปริมาณการแตกตาตามตำแหน่งตาบนกิ่งหลังจากให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ในปี พ.ศ. 2545 (ให้สารเมื่อวันที่ 18 ก.พ. 2545)

จากผลการทดลองที่ 1 ของทั้งสองสถานที่ พบว่าสาร H_2CN_2 ทั้งสองความเข้มข้น (2.5% และ 5%) สามารถกระตุ้นให้เกิดการแตกตาได้มากกว่าการแตกตาตามธรรมชาติ นอกจากนี้การใช้สาร H_2CN_2 ทั้งสองความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงเลือกระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่าคือ 2.5 % เพื่อใช้ในการศึกษาในการทดลองที่ 2 ต่อไป

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ต่อการแตกตาของกีวีฟรุต

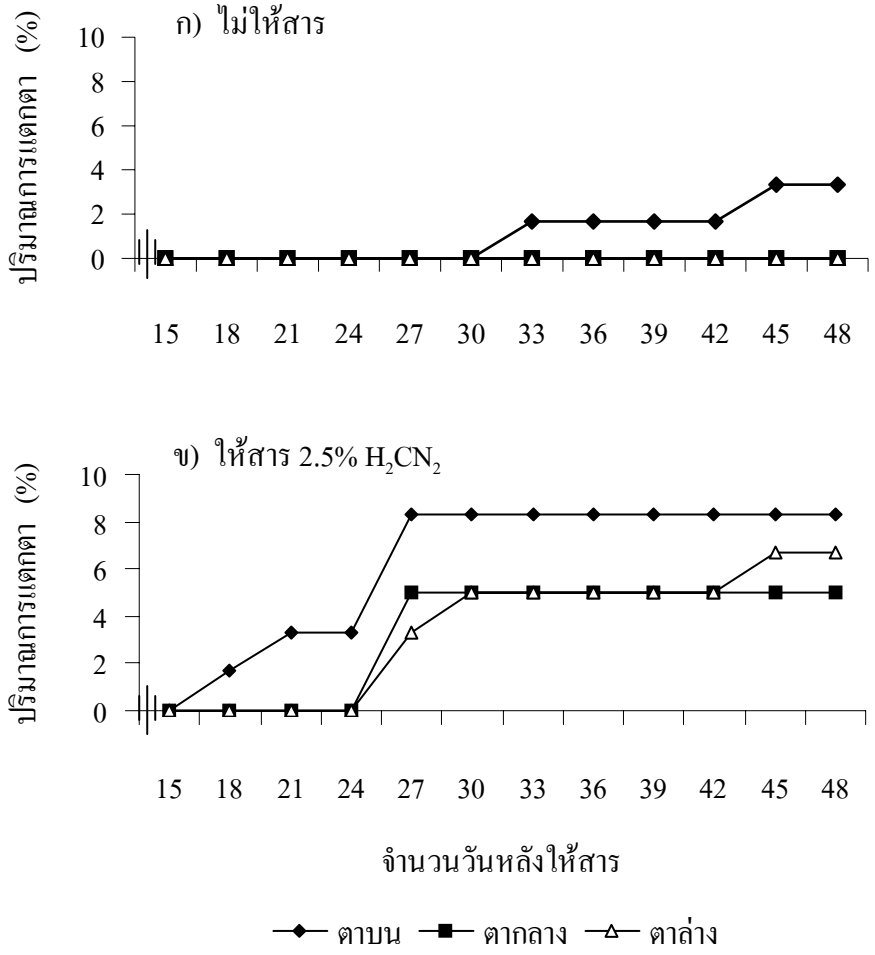
2.1 การศึกษาที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

ผลการศึกษาการแตกตาของกีวีฟรุตที่ไม่ให้สารกับการให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ในวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2546 พบว่าตาของกีวีฟรุตที่ไม่ให้สารนั้นเริ่มเกิดการแตกตาเมื่อ 33 วันหลังให้สาร (วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2546) ในขณะที่การให้สาร H_2CN_2 เริ่มพบการแตกตาเมื่อ 18 วันหลังจากให้สาร (วันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546) ซึ่งเร็วกว่า 15 วัน (ภาพที่ 5) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 48 หลังจากให้สาร (วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2546) พบว่าการให้สารทำให้เกิดการแตกตาเฉลี่ยเท่ากับ 20% สูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารซึ่งเกิดการแตกตาเฉลี่ยเท่ากับ 3.3% (ตารางผนวกที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณการแตกตาที่เกิดจากการให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2546 (ให้สารเมื่อวันที่ 24 ม.ค. 2546)

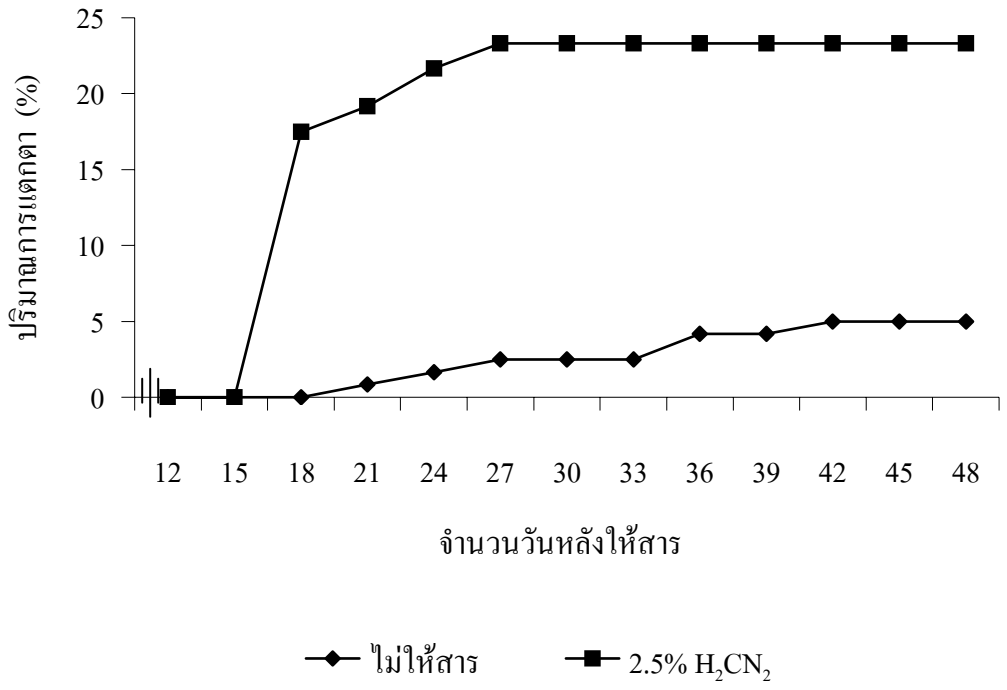
การศึกษาอิทธิพลของสาร H_2CN_2 ต่อการแตกตาโดยแบ่งตามตำแหน่งตา พบว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารนั้นเริ่มเกิดการแตกตาในตำแหน่งตาบนหลังจากให้สาร 33 วัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (48 วันหลังจากให้สาร) พบว่าตาบนเกิดการแตกตาเฉลี่ยเพียง 3.3 % ส่วนตากลางและตาล่างไม่พบการแตกตา (ภาพที่ 6ก) ในทรีตเมนต์ที่ให้สารความเข้มข้น 2.5% พบว่าตำแหน่งตาบนเริ่มเกิดการแตกตาหลังจากให้สาร 18 วัน ในขณะที่ตากลางและตาล่างเกิดการแตกตาหลังจากให้สาร 27 วัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าตาบน ตากลาง และตาล่างเกิดการแตกตา 8.3 % 6.7% และ5.0% ตามลำดับ (ภาพที่ 6ข) ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณการแตกตานั้นไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างการให้สาร H_2CN_2 กับตำแหน่งตาของกีวีฟรุต (ตารางผนวกที่ 6)



ภาพที่ 6 ปริมาณการแตกตาตามตำแหน่งตาบนกิ่งที่ให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2546 (ให้สารเมื่อวันที่ 24 ม.ค. 2546)

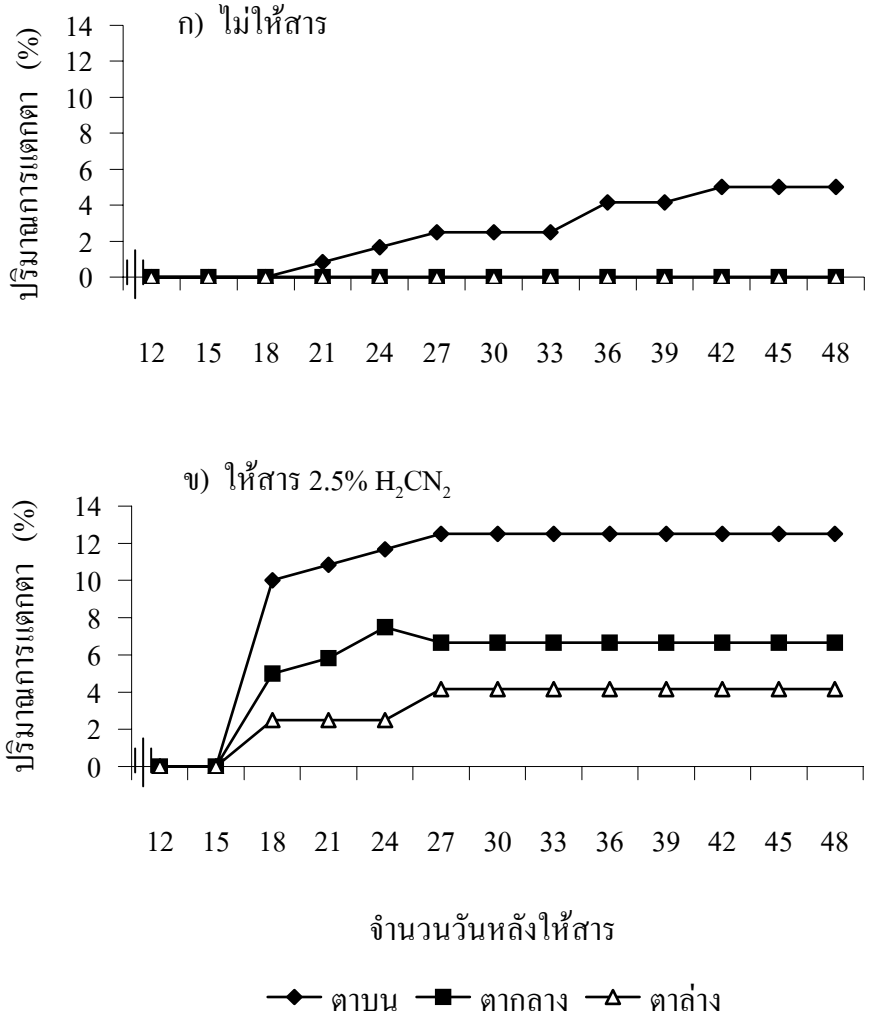
2.2 การศึกษาที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

จากการศึกษาการแตกตาของกีวีฟรุตที่ไม่ให้สารและให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % พบว่าตาของกีวีฟรุตที่ให้สาร H_2CN_2 เริ่มเกิดการแตกตาเมื่อ 18 วันหลังจากให้สาร (วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2546) มีปริมาณการแตกตา 17.5% ส่วนต้นที่ไม่ได้รับสารนั้นเริ่มแตกตาเมื่อ 21 วันหลังให้สาร (วันที่ 2 มีนาคม 2546) และปริมาณการแตกตาค่อนข้างต่ำคือ 0.8% ดังภาพที่ 7 เมื่อสิ้นสุดการทดลองคือ 48 วันหลังการให้สาร พบว่ากีวีฟรุตที่ได้รับสารเกิดการแตกตาเฉลี่ยเท่ากับ 23.3% มากกว่าที่ไม่ได้รับสารซึ่งเกิดการแตกตาเฉลี่ยเพียง 5% (ตารางผนวกที่ 7)



ภาพที่ 7 ปริมาณการแตกตาที่เกิดจากการให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ในปี พ.ศ. 2546 (ให้สารเมื่อวันที่ 9 ก.พ. 2546)

เมื่อศึกษาถึงผลของสาร H_2CN_2 ต่อการแตกตาโดยแบ่งตามตำแหน่งตาบนกิ่งในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารนั้นเริ่มเกิดการแตกตาในตำแหน่งตาบนหลังจากให้สาร 21 วัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (48 วันหลังจากให้สาร) พบว่าตาบนเกิดการแตกตาเฉลี่ย 4.2 % ส่วนตากลางและตาล่างไม่พบการแตกตา (ภาพที่ 8ก) ในทรีตเมนต์ที่ให้สารความเข้มข้น 2.5% พบว่าตำแหน่งตาบนกลางและล่าง เริ่มเกิดการแตกตาพร้อมกันคือหลังจากให้สาร 18 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าตาบน เกิดการแตกตา 12.5 % ซึ่งมากกว่าตากลาง และตาล่างที่เกิดการแตกตาคือ 6.7% และ5.0% ตามลำดับ (ภาพที่ 8ข และตารางผนวกที่ 8)



ภาพที่ 8 ปริมาณการแตกตาตามตำแหน่งตาบนกิ่งที่ให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ในปี พ.ศ. 2546 (ให้สารเมื่อวันที่ 9 ก.พ. 2546)

2. ศึกษาผลของสาร H_2CN_2 ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในตากีวีฟรุต

การศึกษาผลของสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาภายในตากีวีฟรุตในปี พ.ศ. 2546 จากทั้งสองสถานที่เป็นดังนี้

2.1 การศึกษาที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

2.1.1 ผลของสาร H_2CN_2 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ภายในตากีวีฟรุตขณะพักตัว

จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ จากคอลัมน์สองชนิด พบว่าภายในตากีวีฟรุตมีน้ำตาลที่ตรวจพบ 4 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส ฟรุกโทส ซูโครส และไมโอ-อินโนซิทอล ส่วนน้ำตาลซอร์บิทอลและแมนทอลไม่สามารถตรวจพบ

1) น้ำตาลกลูโคส

การศึกษาปริมาณน้ำตาลกลูโคสภายในตากีวีฟรุตเปรียบเทียบระหว่างการให้และไม่ให้สาร H_2CN_2พบว่าก่อนให้สารมีปริมาณ 5.71 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และหลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ในช่วง 3-12 วันหลังจากให้สารมีปริมาณกลูโคสไม่แตกต่างทางสถิติจากทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สาร แต่หลังจากนั้นในวันที่ 15 พบว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารนั้นมีปริมาณกลูโคสเฉลี่ย 5.67 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ให้สารมีปริมาณกลูโคส 1.88 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 30 พบว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารนั้นมีปริมาณกลูโคสเฉลี่ย 18.03 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสดสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ให้สารซึ่งมีปริมาณ 12.98 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลกลูโคสในแต่ละทรีตเมนต์ทุก ๆ 3 วันพบว่าภายในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารในช่วงวันที่ 0-15 มีปริมาณไม่แตกต่างกันคืออยู่ในช่วง 3.16-8.28 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนในวันที่ 21 มีปริมาณกลูโคสสูงขึ้นเท่ากับ 18.58 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด หลังจากนั้นจะลดลงจนกระทั่งถึงวันที่ 30 ปริมาณกลูโคสจะเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ส่วนในทรีตเมนต์ที่ให้สารนั้น พบว่าปริมาณกลูโคสในช่วง 0-27 วันหลังจาก

ให้สารไม่แตกต่างกัน คืออยู่ในช่วง 1.88-5.97 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และในวันที่ 30 นั้น พบว่ามีปริมาณกลูโคสสูงกว่าวันอื่น คือ 12.98 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพที่ 9ก และตารางผนวกที่ 9)

2) น้ำตาลฟรุกโทส

ปริมาณน้ำตาลฟรุกโทสภายในตาเปรียบเทียบระหว่างการให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 ซึ่งก่อนให้สารมีปริมาณ 5.56 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด หลังจากที่ให้สารในช่วง 3-15 วัน ทั้งสองทรีตเมนต์มีปริมาณฟรุกโทสไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ในวันที่ 21 พบว่าปริมาณฟรุกโทสของทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารมากกว่าให้สาร คือ 16.35 และ 8.55 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ หลังจากนั้นทั้งสองทรีตเมนต์มีปริมาณฟรุกโทสไม่แตกต่างกันจนกระทั่ง 30 วันหลังจากให้สารที่จะพบว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารมีปริมาณฟรุกโทส 16.19 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งมากกว่าทรีตเมนต์ที่ให้สารมีปริมาณฟรุกโทสเท่ากับ 12.61 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพที่ 9ข และตารางผนวกที่ 9)

นอกจากนี้เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลฟรุกโทสภายในทรีตเมนต์เดียวกันในช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารมีปริมาณฟรุกโทสเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในวันที่ 21 และ 30 ส่วนทรีตเมนต์ที่ให้สารมีปริมาณฟรุกโทสเพิ่มขึ้นชัดเจนในวันที่ 30 (ภาพที่ 9ข และตารางผนวกที่ 9)

3) น้ำตาลซูโครส

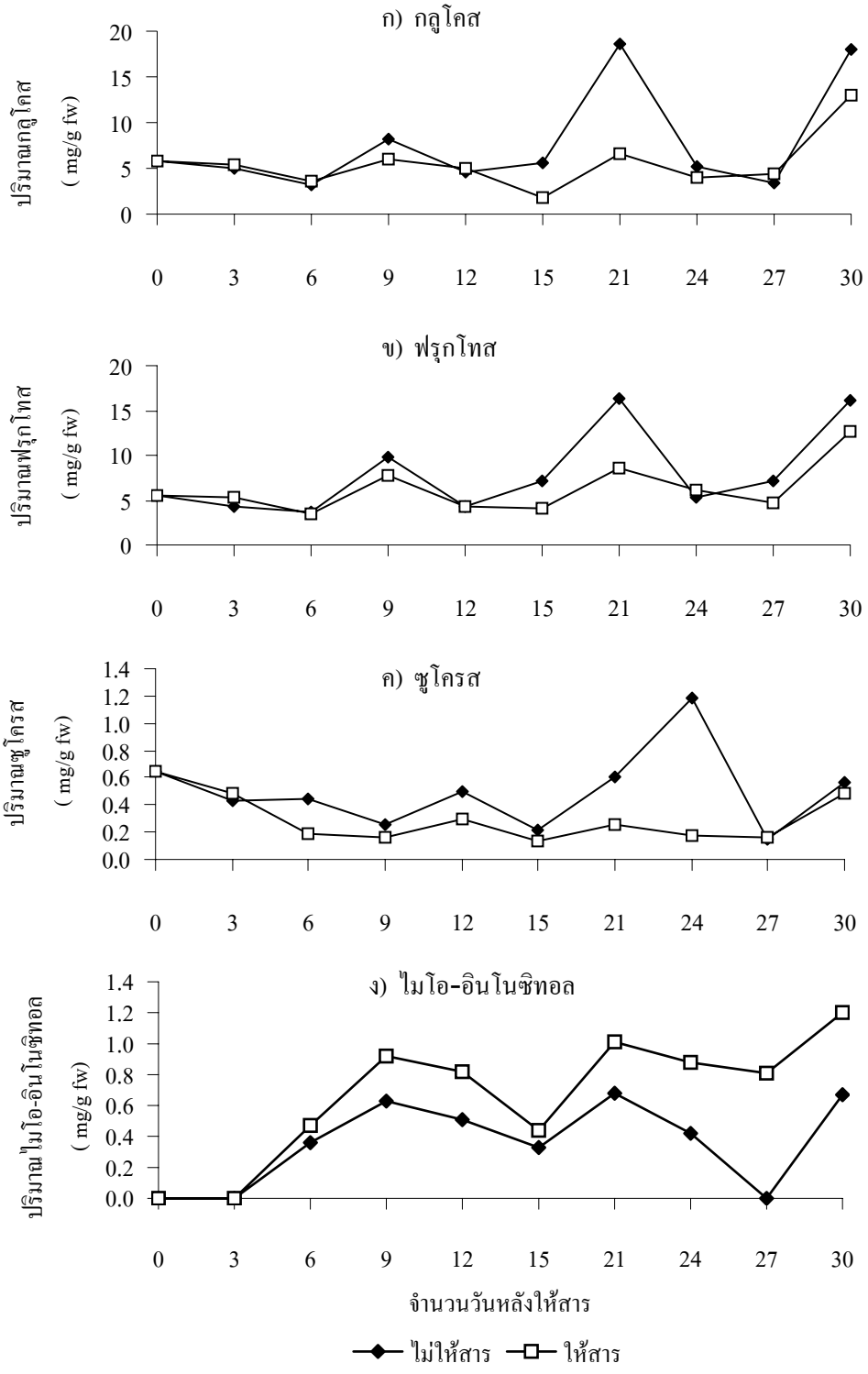
ปริมาณน้ำตาลซูโครสภายในตาเปรียบเทียบระหว่างการให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 โดยก่อนให้สารนั้นปริมาณซูโครสที่วิเคราะห์ได้มี 0.64 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณซูโครสของทั้งสองทรีตเมนต์จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองไม่พบความแตกต่างทางสถิติโดยปริมาณซูโครสภายในตาที่ไม่ให้สารอยู่ในช่วง 0.15-1.19 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนทรีตเมนต์ที่ให้สารอยู่ในช่วง 0.13-0.64 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพที่ 9ค และตารางผนวกที่ 9)

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลซูโครสภายในทรีตเมนต์ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ นั้น พบว่าในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สาร ปริมาณซูโครสเฉลี่ยสูงสุด 1.19 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 24 ส่วนทรีตเมนต์ที่ให้สารนั้นมีปริมาณซูโครสสูงในช่วง 0-3 วัน หลังจากนั้นมีปริมาณลดลงและคงที่ จนกระทั่ง 30 วันหลังจากให้สารจึงมีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกครั้ง (ภาพที่ 9ค และตารางผนวกที่ 9)

4) น้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอล

น้ำตาลแอลกอฮอล์ที่พบมากภายในตากีวีฟรุต ได้แก่ ไมโอ-อินโนซิทอล ส่วนน้ำตาลแอลกอฮอล์ชนิดอื่น ได้แก่ แมนนิทอลและซอร์บิทอลไม่สามารถตรวจพบ โดยปริมาณน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอลภายในตาของกีวีฟรุตเริ่มตรวจพบหลังจากให้สารแล้ว 6 วัน (ภาพที่ 9ง) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไมโอ-อินโนซิทอลระหว่างสองทรีตเมนต์ พบว่าในช่วงแรก 0-6 วัน มีปริมาณไม่แตกต่างกัน แต่ในวันที่ 9 พบว่าทรีตเมนต์ที่ให้สารนั้นมีปริมาณสูงขึ้นอย่างชัดเจนคือ 0.92 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สาร (0.63 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) และอยู่ในระดับสูงจนกระทั่งหลังวันที่ 27 ปริมาณไมโอ-อินโนซิทอลของทั้งสองทรีตเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 9ง และตารางผนวกที่ 9)

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไมโอ-อินโนซิทอลภายในทรีตเมนต์ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่าในทรีตเมนต์ที่ให้สารมีปริมาณไมโอ-อินโนซิทอลสูงขึ้นในวันที่ 9 หลังจากให้สาร จากนั้นจะค่อนข้างคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 30 จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกครั้ง และทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารมีแบบแผนการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายคลึงกัน (ภาพที่ 9ง และตารางผนวกที่ 9)

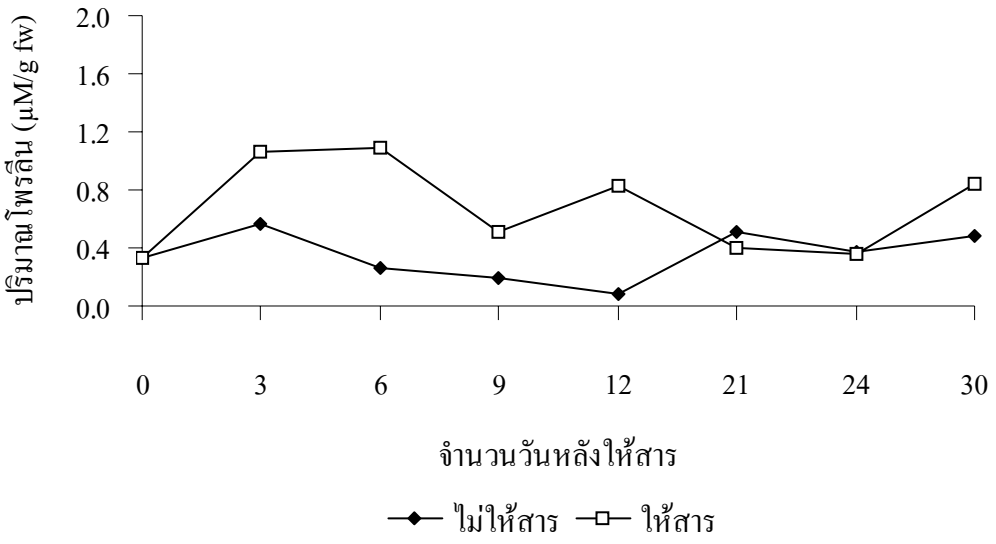


ภาพที่ 9 ปริมาณน้ำตาลภายในตากีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ให้สารและไม่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ให้สารเมื่อวันที่ 24 ม.ค. 2546)

2.1.2 ผลของสาร H_2CN_2 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุต

จากการศึกษาปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุตที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพรลีนระหว่างสองทรีตเมนต์แล้ว พบว่าหลังจากให้สาร 3 วัน ในทรีตเมนต์ที่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % มีปริมาณโพรลีนมากกว่าไม่ให้สารประมาณ 2 เท่าคือ 1.07 ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักสด ในขณะที่ตาซึ่งไม่ให้สารมีปริมาณโพรลีนเพียง 0.56 ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพที่ 10 และตารางผนวกที่ 10) และในช่วงเวลา 3-12 วันหลังจากให้สาร ภายในตากีวีฟรุตที่ให้สารมีปริมาณโพรลีนมากกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารอย่างมีนัยสำคัญ แต่หลังจากวันที่ 21 จนสิ้นสุดการทดลองพบว่าทรีตเมนต์ที่ให้สารมีปริมาณโพรลีนภายในตาไม่แตกต่างกับทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 10)

นอกจากนี้เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโพรลีนภายในทรีตเมนต์ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่าภายในทรีตเมนต์ที่ให้สาร มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างชัดเจนหลังจากให้สารแล้ว 3-6 วัน หลังจากนั้นจะมีปริมาณลดลงและเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (30 วัน) ส่วนปริมาณโพรลีนภายในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารนั้นมีแนวโน้มสูงเมื่อวันที่ 3 และในช่วง 21-30 วัน ซึ่งสิ้นสุดการทดลองหรือก่อนการแตกตาตามธรรมชาติ (ภาพที่ 10 และตารางผนวกที่ 10)



ภาพที่ 10 ปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ให้สารเมื่อวันที่ 24 ม.ค. 2546)

2.2 การศึกษาที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

2.2.1 ผลของสาร H_2CN_2 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ภายในตากีวีฟรุตขณะพักตัว

1) น้ำตาลกลูโคส

ปริมาณน้ำตาลกลูโคสก่อนให้สารมีปริมาณ 0.60 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณกลูโคสระหว่างสองทรีตเมนต์ พบว่าในวันที่ 3 หลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % แล้วมีปริมาณ 2.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ซึ่งต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารคือ 3.31 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด หลังจากนั้นจนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษา (21 วันหลังให้สาร) พบว่าปริมาณกลูโคสของทั้งสองทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 11ก และตารางผนวกที่ 11)

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลกลูโคสภายในทรีตเมนต์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของแต่ละทรีตเมนต์ พบว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารมีปริมาณกลูโคสสูงในช่วงแรก (วันที่ 3-9) หลังจากนั้นในวันที่ 12 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองจะมีปริมาณคงที่ และทรีตเมนต์ที่ให้สารนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน (ภาพที่ 11ก และตารางผนวกที่ 11)

2) น้ำตาลฟรุกโทส

ปริมาณน้ำตาลฟรุกโทสภายในตาของกีวีฟรุตก่อนให้สารมีปริมาณ 0.62 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด หลังจากให้สารแล้ว 6 วัน พบว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารมีปริมาณฟรุกโทส 2.87 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด มากกว่าทรีตเมนต์ที่ให้สาร (2.26 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด) แต่หลังจากนั้นจนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษาไม่พบความแตกต่างทางสถิติในระหว่างสองทรีตเมนต์ (ภาพที่ 11ข และตารางผนวกที่ 11)

นอกจากนี้เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟรุกโทสภายในทรีตเมนต์ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่าในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารเมื่อ 3 วันแรก มีปริมาณสูงสุดเฉลี่ย 3.70 มิลลิกรัมต่อ

กรัมน้ำหนักสด และหลังจากนั้นปริมาณฟรุกโทสจะลดลงจนถึงวันที่ 12 จึงจะมีปริมาณค่อนข้างคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษา (วันที่ 21) ส่วนทรีตเมนต์ที่ให้สารนั้น พบว่าหลังจากให้สารแล้ว 3-9 วันมีปริมาณฟรุกโทสเฉลี่ยสูง แต่หลังจากนั้นปริมาณฟรุกโทสลดลงในวันที่ 12 จากนั้นจะมีปริมาณคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษาเช่นเดียวกัน (ภาพที่ 11ข และตารางผนวกที่ 11)

3) น้ำตาลซูโครส

ปริมาณน้ำตาลซูโครสภายในตาของกีวีฟรุตก่อนให้สารมีปริมาณ 0.62 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด หลังจากให้สารแล้ว 6-12 วัน ทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารมีปริมาณซูโครสมากกว่าทรีตเมนต์ที่ให้สาร และจะพบความแตกต่างของปริมาณซูโครสระหว่างสองทรีตเมนต์อีกครั้งหลังจากให้สาร 18 วัน

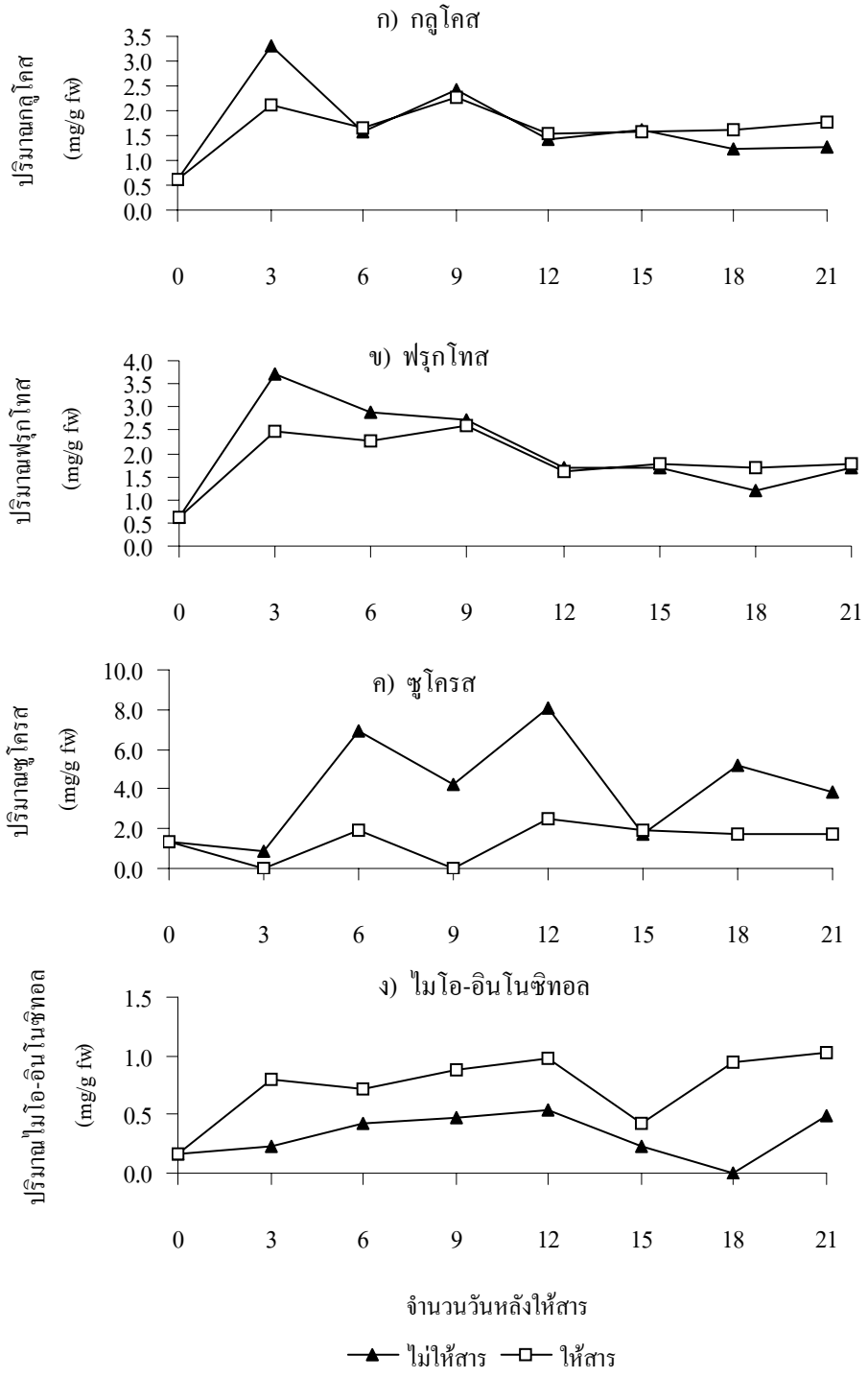
เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณซูโครสภายในทรีตเมนต์ที่ช่วงเวลาต่างๆ พบว่าในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารปริมาณซูโครสเพิ่มขึ้นในช่วง 3-9 วัน และสูงสุดในวันที่ 12 คือ 8.07 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และหลังจากนั้นปริมาณซูโครสจะลดลงจนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษา ส่วนในทรีตเมนต์ที่ให้สารนั้น ปริมาณซูโครสเพิ่มขึ้นสูงสุดเท่ากับ 2.54 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด (12 วันหลังให้สาร) และมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษา (ภาพที่ 11ค และตารางผนวกที่ 11)

4) น้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอล

ปริมาณน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอลภายในตาของกีวีฟรุตก่อนให้สารมีปริมาณ 0.17 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด หลังจากให้สาร 3-15 วันทั้งสองทรีตเมนต์นั้นมีปริมาณไมโอ-อินโนซิทอลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 11) จนกระทั่งวันที่ 18 ปริมาณไมโอ-อินโนซิทอลในทรีตเมนต์ที่ให้สารมีปริมาณสูงกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สาร

นอกจากนี้แบบแผนการเปลี่ยนแปลงปริมาณไมโอ-อินโนซิทอลภายในทรีตเมนต์ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ นั้น พบว่าในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารนั้นปริมาณไมโอ-อินโนซิทอลแต่ละช่วงเวลาที่ศึกษานั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนทรีตเมนต์ที่ให้สาร พบว่าหลังจากให้สาร

3 วันปริมาณไมโอ-อินโนซิทอลสูงและคงที่ แต่ในวันที่ 15 มีปริมาณลดลง และหลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นอีกจนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษา (ภาพที่ 11ง และตารางผนวกที่ 11)

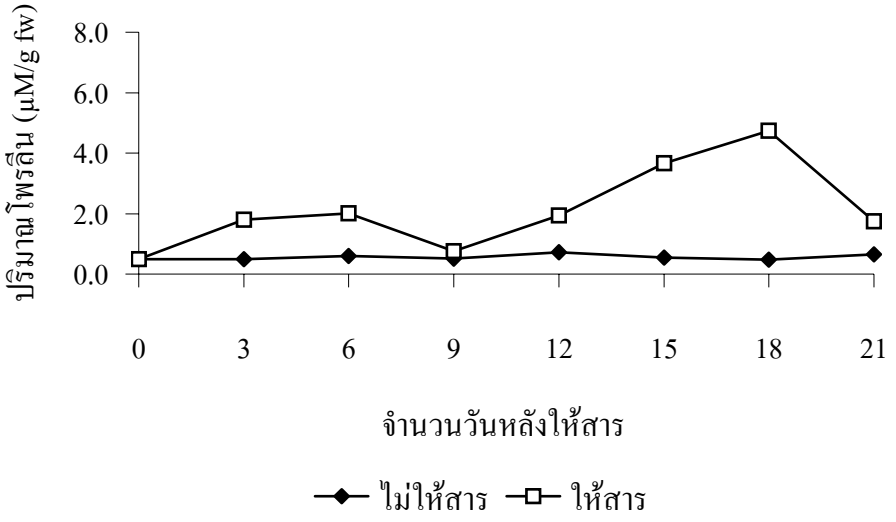


ภาพที่ 11 ปริมาณน้ำตาลภายในตากีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ให้สารและไม่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ (ให้สารเมื่อวันที่ 9 ก.พ. 2546)

2.2.2 ผลของสาร H_2CN_2 ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุต

จากการวิเคราะห์ปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุตที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณโพรลีนระหว่างสองทรีตเมนต์แล้ว พบว่าในวันที่ 3 หลังจากให้สาร ตาจากทรีตเมนต์ที่มีการให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % มีปริมาณโพรลีนมากกว่าไม่ให้สารประมาณ 3.7 เท่า คือ 1.80 ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักสด ในขณะที่ตาไม่ให้สารมีปริมาณโพรลีนเพียง 0.49 ไมโครโมลาร์ต่อกรัมน้ำหนักสด (ภาพที่ 12) อีกทั้งในช่วงเวลาแรกคือ 3-12 วัน ปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุตที่ให้สารมากกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางผนวกที่ 12) หลังจากนั้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองไม่พบความแตกต่างของปริมาณ โพรลีนระหว่างสองทรีตเมนต์ แม้ว่าปริมาณโพรลีนในตาที่ให้สารจะสูงขึ้นในวันที่ 18 แต่ก็กลับลดลงในวันที่ 21 ก็ตาม

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณโพรลีนภายในทรีตเมนต์ในช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่าในทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สารมีปริมาณโพรลีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนทรีตเมนต์ที่ให้สารมีปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นหลังจากให้สาร 3 วัน จากนั้นในช่วง 15-18 วันหลังให้สารมีปริมาณเพิ่มขึ้นสูง และลดลงเมื่อสิ้นสุดการศึกษาในวันที่ 21 (ภาพที่ 12 และตารางผนวกที่ 12)



<u>ภาพที่ 12</u> ปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ (ให้สารเมื่อวันที่ 9 ก.พ. 2546)

วิจารณ์

<u>อิทธิพลของสาร H_2CN_2 ต่อการแตกตากีวีฟรุต</u>

การใช้สาร H_2CN_2 เพื่อกระตุ้นการแตกตากีวีฟรุตที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางทั้งสองความเข้มข้นคือ 2.5% และ 5% สามารถทำให้เกิดการแตกตาได้มากกว่าการไม่ใช้สารประมาณ 2 เท่า แต่ทั้งสองความเข้มข้นมีปริมาณการแตกตาไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 1) ทั้งนี้การให้สาร H_2CN_2 ควรเลือกใช้ความเข้มข้นต่ำ ๆ ถ้าใช้ความเข้มข้นที่สูงถึงแม้จะสามารถเพิ่มการแตกตาได้ดี แต่อาจทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อบริเวณตา (Dennis, 2003) จากรายงานของ Fuchigami and Nee (1987) กล่าวว่าการใช้สารเพื่อกระตุ้นการแตกตาจะใช้ได้ผลดีเมื่อให้สารในระดับที่เกือบจะเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อพืช (sublethal doses) และถ้าใช้สูงกว่าระดับนี้จะเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อพืช ซึ่งจากการทดลองที่ 1.1 พบว่าหลังจากที่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้นสูง 5% ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณตากีวีฟรุตบางตามีอาการไหม้และแห้งตาย นอกจากนี้การใช้ความเข้มข้นสูงยังอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้สารและยังเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

ส่วนการใช้สาร H_2CN_2 ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ พบว่าการให้สารทั้งสองระดับความเข้มข้น สามารถกระตุ้นการแตกตาได้มากกว่าไม่ใช้สารประมาณ 5 เท่า (ตารางผนวกที่ 3) และยังพบว่าสามารถกระตุ้นให้ตาในทุกตำแหน่งมีปริมาณการแตกตาได้ดีกว่าไม่ใช้สารหรือปล่อยให้แตกตาตามธรรมชาติ โดยเฉพาะตาในตำแหน่งตาล่างซึ่งมักจะมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาต่ำหรือไม่แตกเลย (ตารางผนวกที่ 4) นอกจากนี้การให้สารยังทำให้เกิดความสม่ำเสมอในการแตกตา (ภาพผนวกที่ 11) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการภายในแปลง โดยเฉพาะกีวีฟรุตนั้นมีดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่ต่างต้นกัน ทำให้การผสมเกสร การปลิดผล การตัดแต่งกิ่ง สามารถทำได้พร้อมกันและการจัดการที่ดีนั้นย่อมนำไปสู่คุณภาพของผลผลิตที่ดีตามมาด้วย (Smith and Buwalda, 1994)

จากการทดลองที่ 1 ในปี พ.ศ. 2546 พบว่าการให้สาร H_2CN_2 สามารถกระตุ้นให้ต้นกีวีฟรุตของทั้งสองสถานที่เกิดการแตกตาได้มากกว่าไม่ให้สารประมาณ 4-5 เท่า แต่เปอร์เซ็นต์การแตกตาค่อนข้างต่ำกว่าในปีแรก (ตารางผนวกที่ 5 และ 7) แม้ว่าการให้สาร H_2CN_2 จะสามารถกระตุ้นการแตกตาได้ดีแต่ก็ให้ผลไม่แน่นอน เนื่องจากการใช้สาร H_2CN_2 สามารถทดแทนการต้องการความหนาวเย็นของพืชได้เพียงบางส่วนเท่านั้น อีกทั้งการแตกตาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างประกอบกัน เช่น อุณหภูมิ และ น้ำ เป็นต้น (Erez, 2000b) ซึ่งจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ พบว่าต้นกีวีฟรุตใน

แปลงปลูกประสบกับปัญหาการขาดน้ำในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ต้นกีวีฟรุตอาจได้รับน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำการเปรียบเทียบผลการทดลองของสองสถานที่ เนื่องจากมีอุณหภูมิแตกต่างกันโดยเฉพาะอุณหภูมิต่ำสุดที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางจะต่ำกว่าที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ (ภาพผนวกที่ 8 และ 9) อีกทั้งมีการปฏิบัติภายในแปลงปลูกที่แตกต่างกัน เช่น การตัดแต่งกิ่งในรอบปีที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์นั้นช้ากว่าที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางจึงทำให้มีการป้ายสารล่าช้ากว่า ดังนั้นระยะการเจริญเติบโตของตากีวีฟรุตในช่วงที่ให้สารอาจมีความแตกต่างกัน แม้จะยังอยู่ในช่วงพักตัวเหมือนกัน ซึ่งโดยปกติก่อนการป้ายสารจำเป็นต้องตัดแต่งกิ่งให้แล้วเสร็จ และการตัดแต่งกิ่งนั้นควรจะตัดให้เหลือตาไม่เกิน 12 ตา (ข้อ) เนื่องจากตาในตำแหน่งที่ 1-12 นี้เป็นตาที่เหมาะสมจะเจริญไปเป็น flowering shoot (Ferguson, 1990b) ของการผลิตต่อไป นอกจากนี้ระยะเวลาในการให้สารยังเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าให้สารกระตุ้นการแตกตาในช่วงที่ใกล้กับการแตกตาตามธรรมชาติเกินไปอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อตาที่กำลังจะแตกออกมา จากการทดลองของ Schuck and Petri (1995) รายงานว่าการให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตเพื่อกระตุ้นการแตกตาที่ดี ควรให้ก่อนการแตกตาตามธรรมชาติประมาณ 4-5 สัปดาห์ จากผลการศึกษาที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์พบว่าเกิดการแตกตาตามธรรมชาติประมาณต้นเดือนมีนาคม ซึ่งการให้สาร H_2CN_2 อาจจะสามารถให้ได้ตั้งแต่ประมาณปลายเดือนมกราคมถึงต้นเดือนกุมภาพันธ์ ดังนั้นอาจจะต้องมีการวางแผนการจัดการไว้ล่วงหน้า เพื่อให้มีการตัดแต่งกิ่งเร็วขึ้นและอาจให้สารกระตุ้นการแตกตาได้เร็วขึ้น

<u>อิทธิพลของสาร H_2CN_2 ต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตภายในตากีวีฟรุต</u>

จากผลการทดลองที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางนั้น พบว่าการให้สาร H_2CN_2 ไม่มีผลชัดเจนต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโทส และ ซูโครส แต่ปริมาณน้ำตาลซูโครสค่อนข้างต่ำกว่ากลูโคสและฟรุกโทส ทั้งนี้เนื่องจากในเนื้อเยื่อที่มีการเจริญจะมีการย่อยสลายน้ำตาลซูโครสไปเป็นกลูโคสและฟรุกโทส (รวี, 2544) นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโทส และ ซูโครส ในทรีตเมนต์ที่ให้สารมีแนวโน้มต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สาร เนื่องจากการให้สาร H_2CN_2 มีส่วนกระตุ้นให้ตามีการพัฒนาเร็วกว่า น้ำตาลเหล่านี้จึงถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจเพื่อการพัฒนาภายในตา และการเจริญเติบโตของยอดอ่อนต่อไป (Davison, 1990) จึงพบปริมาณน้ำตาลทั้งสามชนิดค่อนข้างต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่ไม่ให้สาร

จากผลการทดลองที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ พบว่าปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโทส ในทรีตเมนต์ที่ให้สาร H_2CN_2 มีแนวโน้มต่ำกว่าที่ไม่ให้สารในช่วงแรก ๆ (3-6 วัน หลังจากให้สาร) ส่วนน้ำตาลซูโครสในทรีตเมนต์ที่ให้สารนั้นมีแนวโน้มน้อยกว่าไม่ให้สารเกือบทุกช่วง (ตารางผนวกที่ 11) ซึ่งต่างไปจากที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เนื่องจากทั้งสองสถานที่เริ่มทำการทดลองไม่พร้อมกัน ทำให้การพัฒนาของตาอาจมีความแตกต่างกัน ดังนั้นลักษณะการเปลี่ยนแปลงภายในย่อมมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตทั้งสองสถานที่นั้นไม่ได้ทำให้แบบแผน (pattern) การเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโทส และซูโครส ต่างไปจากไม่ให้สาร ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารนี้มีส่วนในการกระตุ้นกระบวนการอื่นนอกเหนือไปจากกระบวนการสร้างน้ำตาล เช่น กระบวนการเมแทบอลิซึมไนโตรเจน (Fuchigami and Nee, 1987) การให้สาร H_2CN_2จึงไม่มีอิทธิพลต่อแบบแผนของน้ำตาลดังกล่าว

ปริมาณน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอลภายในตากีวีฟรุตจากทั้งสองสถานที่หลังจากให้สาร H_2CN_2 แล้วพบว่ามีแนวโน้มสูงกว่าไม่ให้สาร (ตารางผนวกที่ 9 และ 11) ซึ่งต่างจากน้ำตาลสามชนิดที่กล่าวมา จากรายงานของ Klages *et al*. (1998) พบน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอลมากในผลกีวี-ฟรุต คาดว่าน้ำตาลชนิดนี้อาจจะมีการสร้างจากใบและเคลื่อนย้ายไปสู่ผลกีวีฟรุตโดยผ่านท่อลำเลียงอาหารจึงพบน้ำตาลชนิดนี้มีปริมาณมากในขณะที่ผลกำลังพัฒนาเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปในพื้นที่เขตหนาว และพืชในสกุลเดียวกันแต่ต่างชนิดกัน เช่น *Actinidia arguta* ซึ่งเป็นกีวีฟรุตชนิดหนึ่งที่ทนทานต่ออุณหภูมิหนาวเย็นได้ดี (cold tolerant species) พบว่าจะมีปริมาณน้ำตาลชนิดนี้มากกว่าและสามารถทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ดีกว่า *A. deliciosa* ที่เป็นกีวี-ฟรุตพันธุ์การค้า ซึ่งน้ำตาลชนิดนี้น่าจะมีบทบาทสำคัญในการส่งสัญญาณให้กับพืชเมื่อต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม นอกจากนี้ยังพบน้ำตาลชนิดนี้เมื่อพืชอยู่ภายใต้สภาพเครียดที่อาจเกิดจากสภาวะอื่น ๆ เช่น ขาดน้ำ หรือ ดินเค็ม เป็นต้น การสร้างไมโอ-อินโนซิทอล เป็นการปรับตัวอย่างหนึ่งของพืช เพื่อเป็นการป้องกันเซลล์ภายในไม่ให้เกิดอันตรายภายใต้สภาวะเครียด (Smart and Flores, 1997; Klages *et al*. 1999; Loewus and Murthy, 2000) จากผลการทดลองนี้พบว่าปริมาณน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอลภายในตากีวีฟรุตที่ให้สารจากทั้งสองสถานที่นั้นมีแนวโน้มมากกว่าที่ไม่ให้สาร สันนิษฐานว่าการใช้สาร H_2CN_2 ที่มีความเข้มข้นอยู่ในระดับ sublethal doses ทำให้พืชอยู่ภายใต้สภาพเครียดเนื่องจากสารเคมี (sublethal stress) จึงทำให้ตาเกิดพัฒนาการเร็วกว่าไม่ให้สาร นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอล ยังอาจมีความสัมพันธ์

กับพัฒนาการภายในตา จากการทดลองพบว่าน้ำตาลชนิดนี้มีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงที่มีการแตกตา ซึ่งทั้งสองสถานที่นั้นจะเริ่มพบการแตกตาหลังจากให้สารแล้ว 18 วัน (ภาพที่ 5 และ 7)

<u>อิทธิพลของสาร H_2CN_2ต่อปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุต</u>

จากผลการทดลองของทั้งสองสถานที่ พบว่าเมื่อให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% กับกีวีฟรุตไปแล้ว 3-12 วันปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุตเพิ่มขึ้นสูงกว่าไม่ให้สารประมาณ 2-3 เท่า แต่หลังจากนั้นปริมาณโพรลีนของทั้งสองทรีตเมนต์ไม่แตกต่างกัน โดยทั่วไปการสะสมโพรลีนภายในเซลล์พืชนั้น จะมีความสัมพันธ์สภาพเครียด (environmental stress) เช่น การขาดธาตุอาหาร ขาดน้ำ ซึ่งสภาพเครียดดังกว่าทำให้พืชไม่สามารถดูดน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ทางหนึ่งที่จะทำให้เซลล์ต่าง ๆ ภายในพืชคงสภาพอยู่ได้ คือการสะสมตัวถูกละลาย (solute) ภายในเซลล์อาจเป็นส่วนของไซโทพลาสซึม และแวคิวโอล เพื่อปรับพลังงานศักย์ (osmotic potential) ภายในเซลล์พืชให้ต่ำกว่าภายนอก พืชจึงจะสามารถดูดน้ำไปใช้ได้ ซึ่งความสามารถในการปรับค่าพลังงานศักย์ดังกล่าวมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพืช โดยทั่วไปจะเกิดได้เมื่อพืชอยู่ในภาวะเครียดที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ พืชจะมีกลไกในการสะสมตัวถูกละลายภายในเซลล์ ซึ่งเป็นสารที่ไม่รบกวนปฏิกิริยาทางเคมีและการทำงานของเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ เรียกตัวถูกละลายเหล่านี้ว่า compatible solute เช่น polyamines glycine-betaine และ proline ก็เป็นตัวถูกละลายอย่างหนึ่งที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบซึ่งมักพบในพืชที่ขาดน้ำ หรืออยู่ในสภาพแห้งแล้ง (Karpinski *et al*., 2002)

นอกจากนี้ยังพบว่าพืชสร้างโพรลีนมากขึ้นเมื่ออยู่ภายใต้สภาพ sublethal stress เนื่องจากการใช้สาร H_2CN_2 จากการทดลองของ Walton *et al*. (1991) พบว่าภายใต้สภาพพักตัวในฤดูหนาวเมื่อให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์ Hayward ทำให้มีการสร้างโพรลีนมากขึ้น อาจเป็นไปได้ว่าสารที่ใช้กระตุ้นการแตกตานั้นทำให้พืชอยู่ภายใต้สภาพ sublethal stress เนื่องจากการใช้สารเพื่อกระตุ้นการแตกตามักใช้ความเข้มข้นที่ใกล้กับระดับเป็นพิษต่อพืช ซึ่งพืชจะมีการปรับตัวต่อสภาพเครียดทำให้มีการสร้างโพรลีนมากขึ้น และโพรลีนนี้ทำให้ osmotic potential ภายในเซลล์ต่ำกว่าภายนอก ทำให้น้ำเข้าสู่เซลล์ได้ดีกว่า และทำให้ทรีตเมนต์ที่ให้สารเกิดการแตกตาเร็วกว่า

สรุป

จากผลการทดลองให้สาร H_2CN_2 กับต้นกีวีฟรุตที่เจริญเติบโตบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อ. ฝาง และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ อ. จอมทอง จ. เชียงใหม่ เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารต่อการแตกตา ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และโพรลีนภายในตากีวีฟรุตขณะพักตัว สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การใช้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% และ 5% สามารถชักนำให้กีวีฟรุตทั้งสองสถานที่แตกตาสูงกว่าและเร็วกว่าไม่ใช้สาร โดยทั้งสองความเข้มข้นให้ผลไม่แตกต่างกัน ดังนั้นสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% น่าจะเหมาะสมที่จะใช้ชักนำให้เกิดการแตกตาได้ดีที่สุด

2. การให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% ไม่มีผลชัดเจนต่อแบบแผนการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุกโทส และซูโครสภายในตากีวีฟรุตของทั้งสองสถานที่ แต่ทำให้ปริมาณน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอลในช่วงก่อนพ้นการพักตัวมีแนวโน้มมากกว่าไม่ให้สารและให้ผลเช่นเดียวกันทั้งสองสถานที่

3. การให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% ทำให้ปริมาณโพรลีนเพิ่มขึ้นในช่วงแรกประมาณ 3-12 วันหลังจากให้สารเมื่อเปรียบเทียบกับไม่ให้สารและให้ผลเช่นเดียวกันทั้งสองสถานที่

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จตุรพร รักษ์งาร. 2533. **อิทธิพลของสารเคมีและขนาดของกิ่งที่มีต่อการแตกตาและการติดผลของกีวีฟรุต**. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พีรเดช ทองอำไพ. 2537. **ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. วิชัยการพิมพ์.

รวี เสรฐภักดี. 2544. การหายใจ, น. 74-86. *ใน* จริงแท้ ศิริพานิช, ผู้รวบรวม. **หลักการพืชสวน**. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สังคม เตชะวงศ์เสถียร และ สุรนันต์ สุภัทรพันธุ์. 2533. การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของปริมาณคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในกิ่งและใบของต้นกีวีฟรุตพันธุ์บรูโน. **ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.)** 24: 136-144.

อิศรพล แก้วผลึก. 2529. **ผลของสารเคมีบางชนิดต่อการแตกตาขององุ่นพันธุ์ไวท์มาละกาในฤดูหนาว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant and Soil** 39: 205-207.

Bieleski, R.L., C.J. Clark and K.U. Klages. 1997. Identification of *myo*-inositol as a major carbohydrate in kiwifruit, *Actinidia deliciosa*. **Phytochem.** 46(1): 51-55.

Davison, R.M. 1990. The physiology of the kiwifruit vine, pp. 127-154. *In* I.J. Warrington and G.C. Weston, eds. **Kiwifruit: Science and Management**. Ray Richards Publisher, New Zealand.

_____ and H. Young. 1974. Seasonal changes in the level of abscisic acid in xylem sap of peach. **Plant Sci.** 2(2): 79-82.

Dennis, F.G. 2003. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirements for breaking of dormancy in buds of woody plants. **HortScience** 38(3): 347-350.

Edwards, G.R. 1985. Changes in endogenous hormones in apple during bud burst induced by defoliation. **Acta Hort.** 158: 203-210.

Erez, A. 2000a. Bud dormancy: a suggestion for the control mechanism and its evolution, pp. 23-33. *In* J.D. Viemont and J. Crabbe, eds. **Dormancy in Plants**. Chapman and Hall, London.

_____. 2000b. Bud dormancy: Phenomenon, problems and solution in the tropics and subtropics, pp. 17-48. *In* A. Erez, ed. **Temperate Fruit Crops in Warm Climates**. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands.

_____ and H. Lerner. 1990. Means to improve leafing using rest-avoidance technique in peaches in Israel. **Acta Hort.** 279: 239-246.

_____ and Z. Yablowitz. 1997. Effect of dormancy breaking agents with Armobreak in the peach. **Acta Hort.** 441: 183-190.

Faust, M. 2000. Physiological considerations for growing temperate-zone fruit crops in warm climates, pp. 137-156. *In* A. Erez, ed. **Temperate Fruit Crops in Warm Climates**. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands.

_____ and S.Y. Wang. 1993. Biochemical events associated with resumption of growth in temperate zone fruit trees. **Acta Hort.** 329: 257-264.

Ferguson, A.R. 1990a. Kiwifruit management, pp. 472-486. *In* G.J. Galletta and D.G. Himelrick, eds. **Small Fruit Crop Management**. Printice hall, Eaglewood Cliffs, New Jersey.

_____. 1990b. Stem, branches, leaves and roots of the kiwifruit vine, pp. 58-70. *In* I.J. Warrington and G.C. Weston, eds. **Kiwifruit: Science and Management**. Ray Richards Publisher, New Zealand.

Fuchigami, L.H. and C.C. Nee. 1987. Degree growth stage model and rest-breaking mechanisms in temperate woody perenials. **HortScience** 22(5): 836-844.

Gemma, H. 1995. Rest-breaking of 'Delaware' grape. **Acta Hort**. 395: 127-131.

George, A.P., R.H. Broadley, R.J. Nissen and G. Ward. 2002. Effect of new rest-breaking chemicals on flowering, shoot production and yield of subtropical tree crops. **Acta Hort**. 575: 835-840.

Jackson, J.E. and M. Bepete. 1995. The effect of hydrogen cyanamide (Dormex) on flowering and cropping of different apple cultivars under tropical conditions of sub-optimal winter chilling. **Scientia Hort**. 60: 293-304.

Karpinski, S., G. Wingsle, B. Karpinski and J.E. Hallgren. 2002. Low-temperature stress and antioxidant defense mechanisms in higher plants, pp. 69-93. *In* D. Inze and M.V. Montagu, eds. **Oxidative Stress in Plants**. T.J. International Ltd., Great Britain.

Kawamata, M., E. Nishida, H. Ohara, K. Ohkawa and H. Matsui. 2002. Change in the intensity of bud dormancy and internal composition of current shoot in fig. **J. Japan. Soc. Hort. Sci.** 71(2): 177-182.

Klages, K., H. Donnison, H. Boldingh and E. MacRae. 1998. *myo*-Inositol is the major sugar in *Actinidia arguta* during early fruit development. **Aust. J. Plant Physiol**. 25: 61-67.

_____, H. Boldingh and G.S. Smith. 1999. Accumulation of *myo*-inositol in *Actinidia* seedlings subjected to salt stress. **Ann. Bot.** 84: 521-527.

Klinac, D.J., H. Rohitha and J.C. Pevreal. 1991. Use of hydrogen cyanamide to improve flowering and fruit set in nashi (*Pyrus serotina* Rehd.). **N. Z. J. Crop Hort. Sci.** 19: 87-94

Kuroda, H., T. Sugiura and D. Ito. 2002. Changes in hydrogen peroxide content in flower buds of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) in relation to breaking of endodormancy. **J. Jap. Soc. Hort. Sci.** 71(5): 610-616.

Lang, G.A. 1987. Dormancy: A new universal terminology. **HortScience** 22(5): 817-819.

_____. 1994. The missing links: Molecular studies and integration of regulatory plant and environmental interactions. **HortScience** 29(11): 1255-1263.

Lewak, S. and B. Bryzek. 1974. The influence of cytokinins on apple embryo photo-sensitivity and acid phosphatase activity during stratification. **Biol. Plant**. 16: 334-340.

Loewus, F.A. and P.P.N. Murthy. 2000. *myo*-Insitol metabolism in plants. **Plant Sci.** 150: 1-19.

Marquat, C., M. Vandamme, M. Gendraud and G. Petal. 1999. Dormancy in vegetative buds of peach: relation between carbohydrate absorption potentials and carbohydrate concentration in the bud during dormancy and its release. **Scientia Hort**. 79: 151-162.

Marsh, K.B. and B.M. Stowell. 1993. Effect of fertigation and hydrogen cyanamide on kiwifruit production, nutrient uptake, and fruit quality in kiwifruit. **N. Z. J. Crop Hort. Sci.** 21(3): 247-252.

Notodimedjo, S., H. Danoesastro, S. Sastrosumarto and G.R. Edwards. 1981. Growth periodicity in apples under tropical conditions. **Acta Hort**. 120: 179-186.

Nir, G. and S. Lavee. 1993. Metabolic chages during cyanamide induced dormancy release in grapevines. **Acta Hort**. 329: 271-274.

Or, E., E. Belausov, I. Popilevsky and Y. B. Tal. 2000. Changes in endogenous ABA level in relation to the dormancy cycle in grapevines grown in a hot climate. **J. Hort. Sci. Biotech.** 75(2): 190-194.

Paksasorn, A. and S. Subhadrabandhu. 1990. An investigation into methods of increasing fruit size of kiwifruit in Thailand. **Acta Hort**. 279: 311-320.

Pires, E.J.P., M.M. Terra, C.V. Pommer, I.R.S. Passos, V. Nagai and G.M.B. Ambrosano. 1995. Adjustment of ideal H_2CN_2 concentration for breaking dormancy of grapevine in less warm region. **Acta Hort**. 395: 169-176.

Pollock, C.J., C.F. Eagles, C.J. Howarth, P.H.D. Schunmann and J.L. Stoddart. 1993. Temperature stress, pp. 109-132. *In* L. Fowden, T. Mansfield and J. Stoddart, eds. **Plant Adaptation to Environmental Stress.** Chapman and Hall, London.

Pongsomboon, W., S. Subhadrabandhu, K.R. Chapman. 1990. Levels of inhibitors in flower buds during bud dormancy of three peach cultivars. **Acta Hort**. 279: 333-345.

Powell, L.E. 1987. Hormonal aspects of bud and seed dormancy in temperate-zone woody plants. **HortScience** 22(5): 845-850.

Schuck, E. and J.L. Petri. 1995. The effect of concentrations and application of hydrogen cyanamide on kiwifruit dormancy breaking. **Acta Hort**. 395:177-184.

Shirazi, A.M. 2003. Standardizing methods for evaluating the chilling requirements to break dormancy in seeds and buds (including geophytes): Introduction to workshop. **HortScience** 38(3): 333-335.

Smart, C.C and S. Flores. 1997. Overexpression of D-*myo*-inositol-3-phosphate synthase leads to elevated levels of inositol in *Arabidopsis*. **Plant Mol. Biol**. 33: 811-820.

Smith, G.S. and E.F. Walton. 2000. Kiwifruit, pp. 367-379. *In* A. Erez, ed. **Temperate Fruit Crops in Warm Climates**. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands.

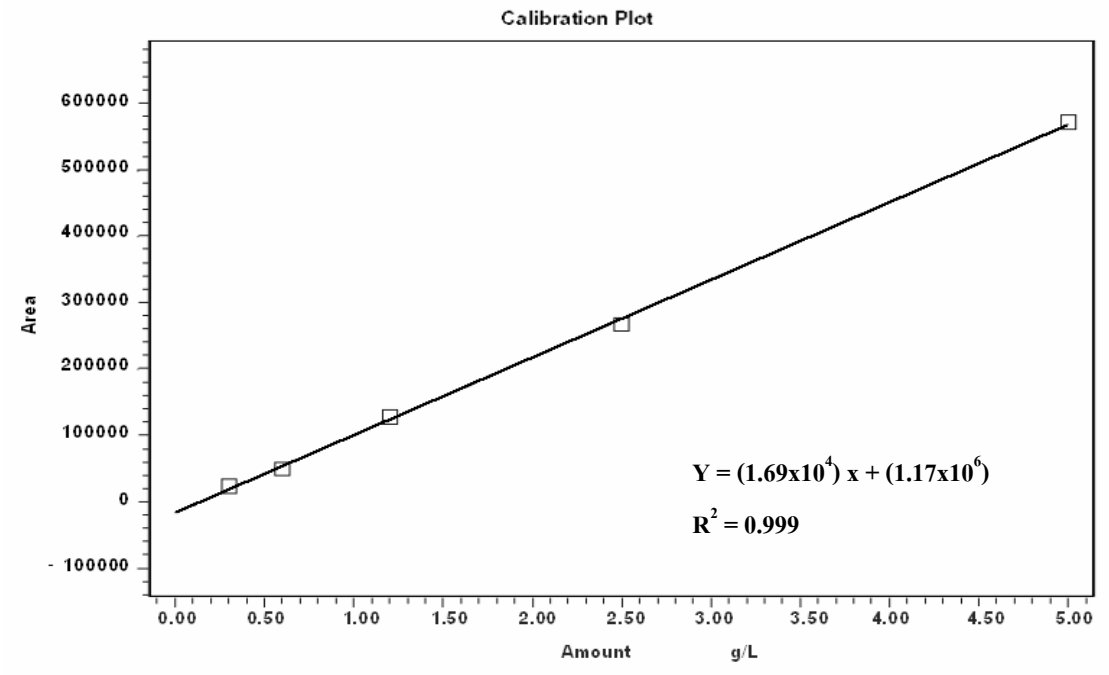
_____ and J.G. Buwalda. 1994. Kiwifruit, pp. 135-163. *In* B. Schaffer and P.C. Anderson, eds. **Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops Volume I Temperate Crops.** CRC Press, Florida.

Stringer, S.J., D.A. Marshall, B.J. Sampson and J.M. Spiers. 2003. Seasonal effects of a late application of hydrogen cyanamide on 'Climax' rabbiteye blueberry. **Small Fruits Review** 2(4): 73-82.

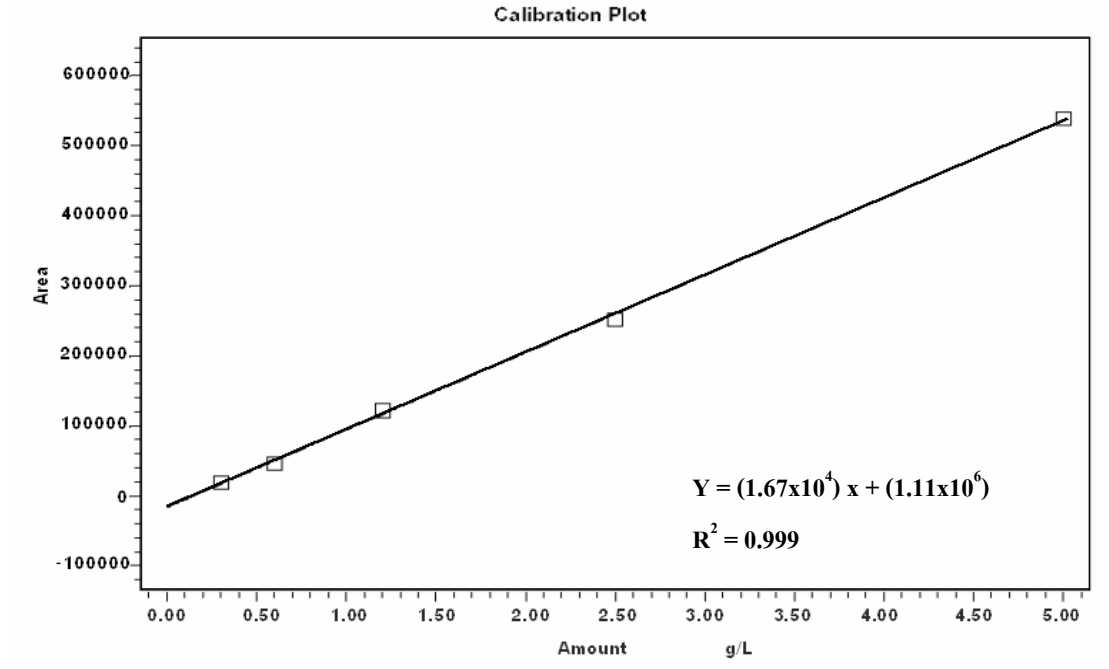
Subhadrabandhu, S. and J. Rakngan. 1999. Effect of hydrogen cyanamide and time of application on bud breaking and fruit quality on kiwifruit cv. Bruno in Thailand. **Thai J. Agric. Sci**. 32 (2): 161-170.

Walton, E.F, C.J. Clark and H.L. Boldingh. 1991. Effect of hydrogen cyanamide on amino acid profiles in kiwifruit buds during budbreak. **Plant Physiol**. 97: 1256-1259.

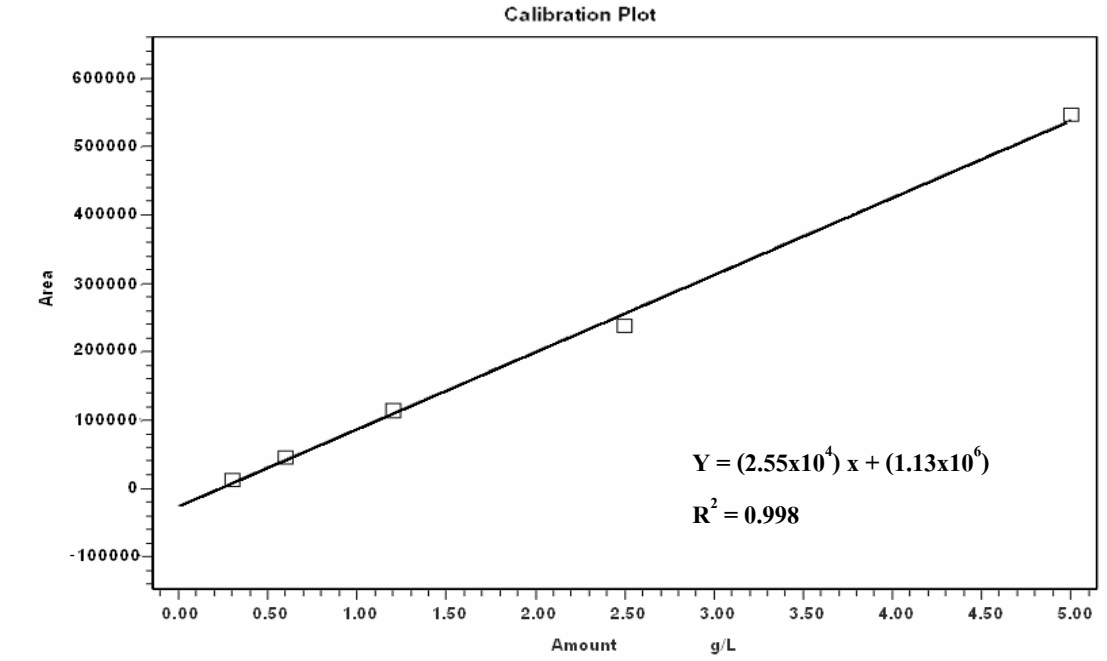
ภาคผนวก



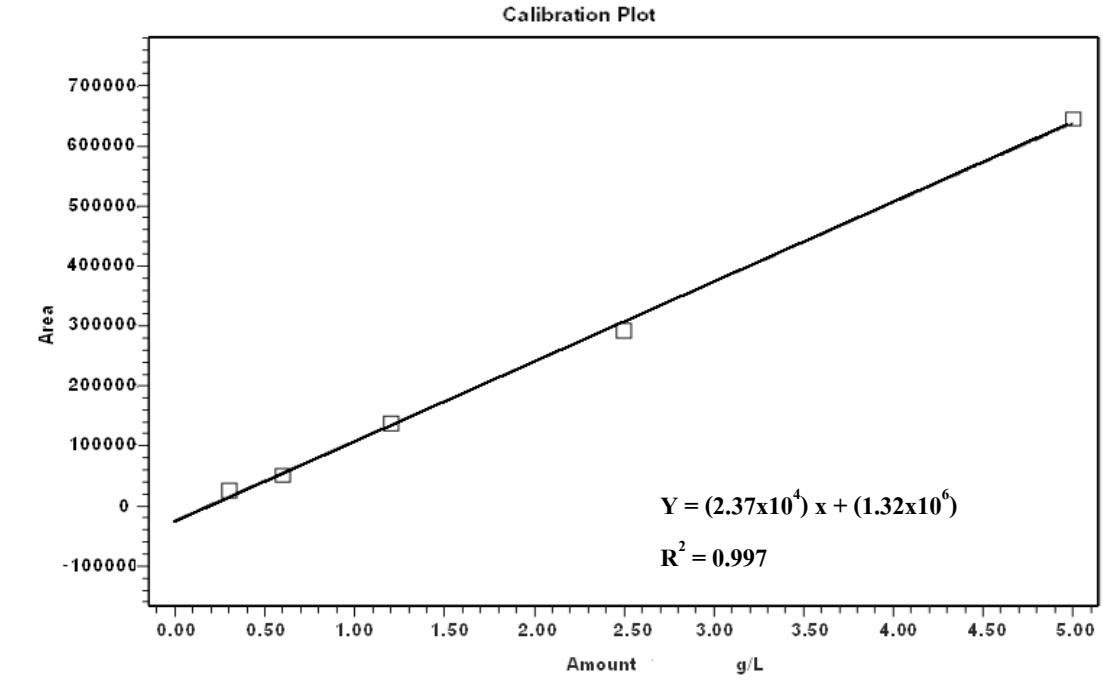
ภาพผนวกที่ 1 กราฟมาตรฐานของน้ำตาลฟรุกโทส D-fructose ความเข้มข้น 0, 0.31, 0.63, 1.25, 2.50 และ 5.0 (g/L)



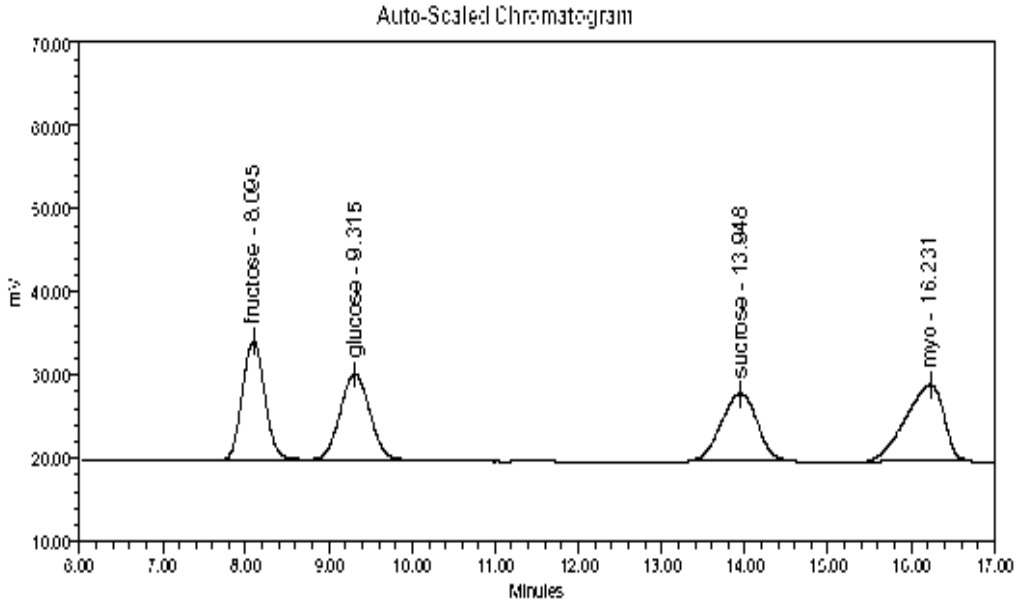
ภาพผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส D-(+)-glucose ความเข้มข้น 0, 0.31, 0.63, 1.25, 2.50 และ 5.0 (g/L)



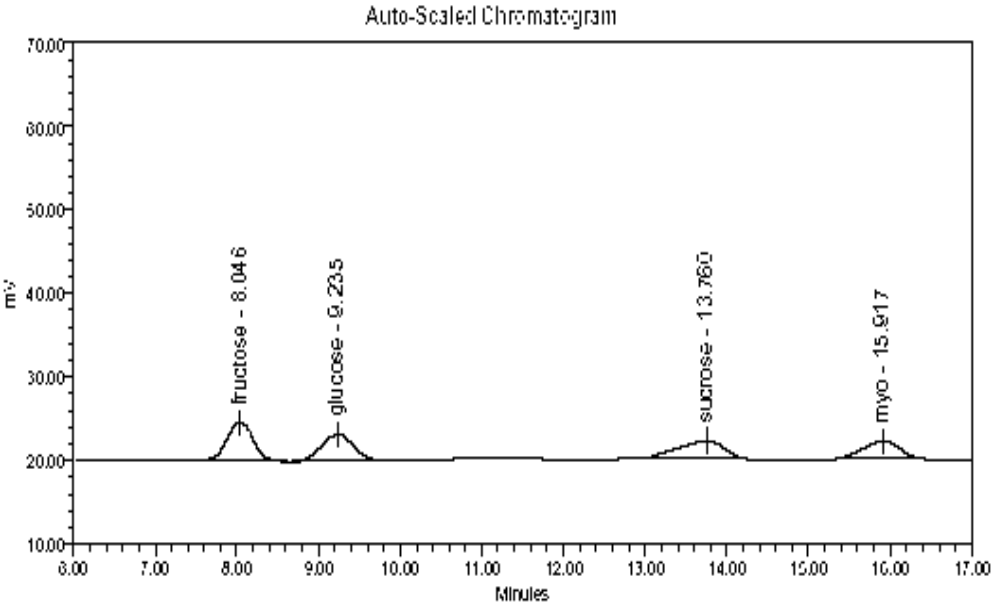
ภาพผนวกที่ 3 กราฟมาตรฐานของน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 0, 0.31 , 0.63 , 1.25, 2.50 และ 5.0 (g/L)



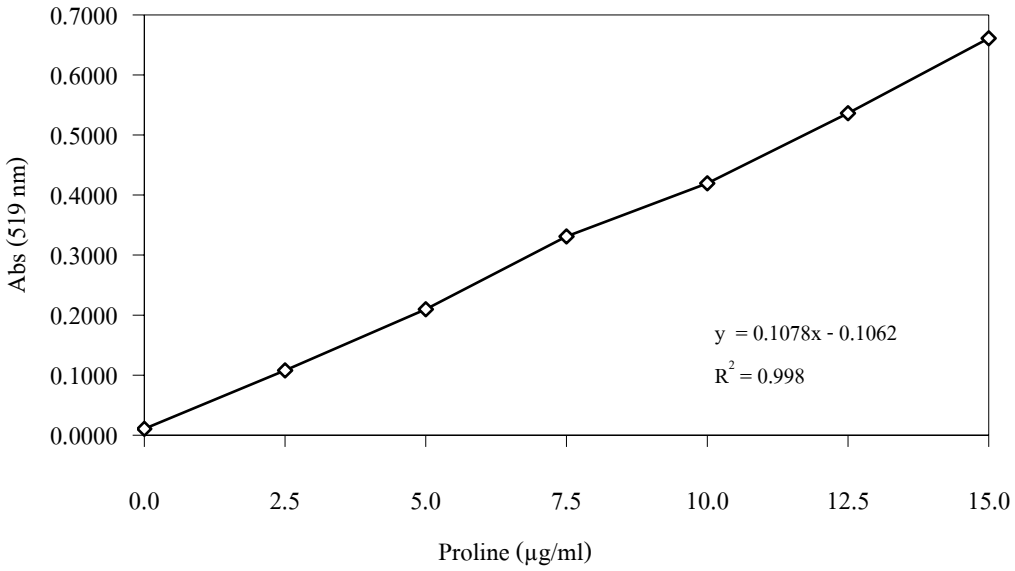
ภาพผนวกที่ 4 กราฟมาตรฐานของน้ำตาลไมโอ-อินโนซิทอล (*myo*-inositol) ความเข้มข้น 0, 0.31 , 0.63 , 1.25, 2.50 และ 5.0 (g/L)



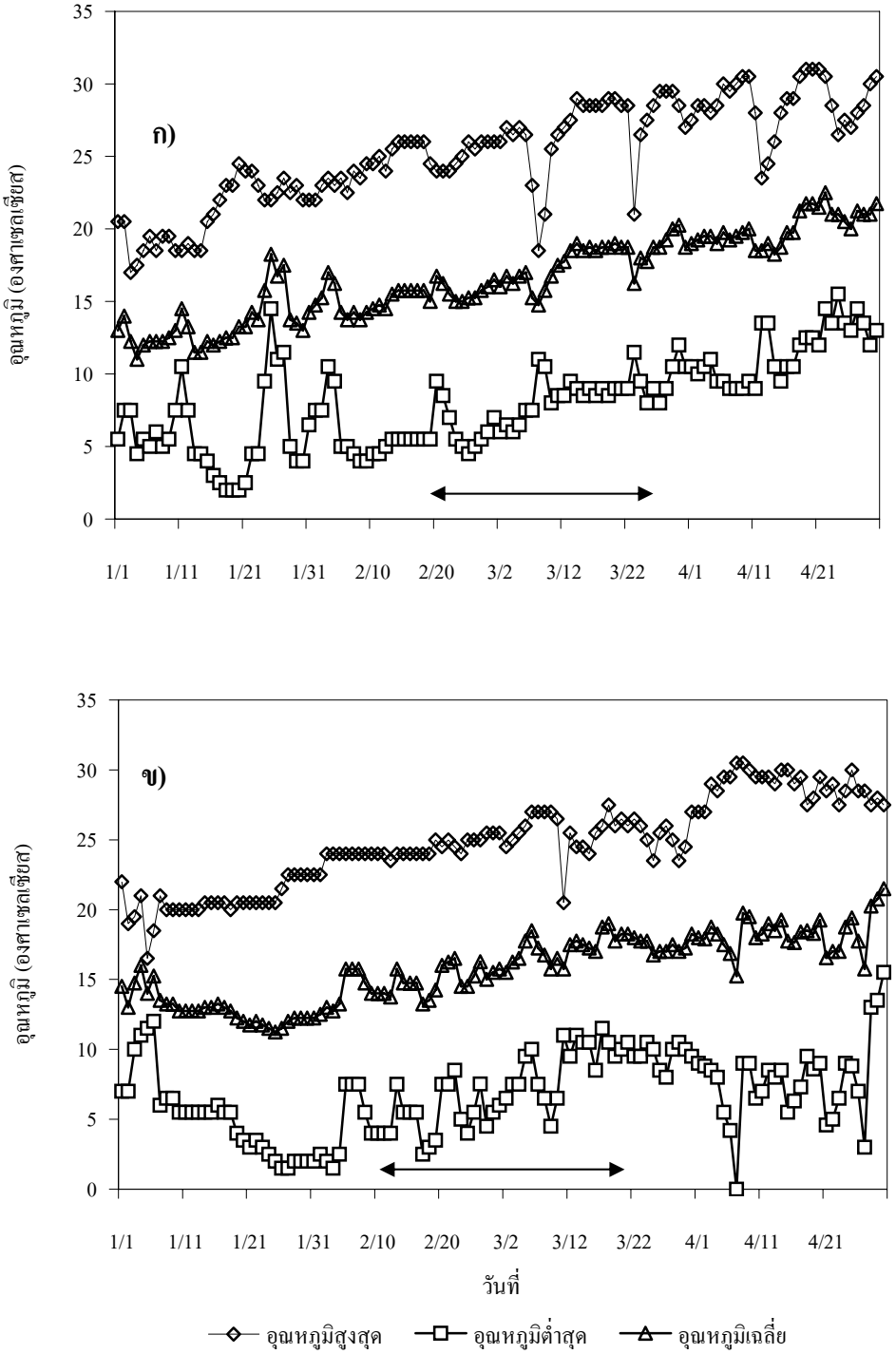
ภาพผนวกที่ 5 โครมาโตแกรมของสารละลายน้ำตาลมาตรฐานที่ได้จากการฉีดเข้าคอลัมน์ APS-2 Hypersil ด้วยเครื่อง HPLC



ภาพผนวกที่ 6 โครมาโตแกรมที่ได้จากสารละลายที่สกัดให้บริสุทธิ์แล้วของน้ำตาลภายในตากีวีฟรุตที่ให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % โดยการฉีดเข้าคอลัมน์ APS-2 Hypersil ด้วยเครื่อง HPLC

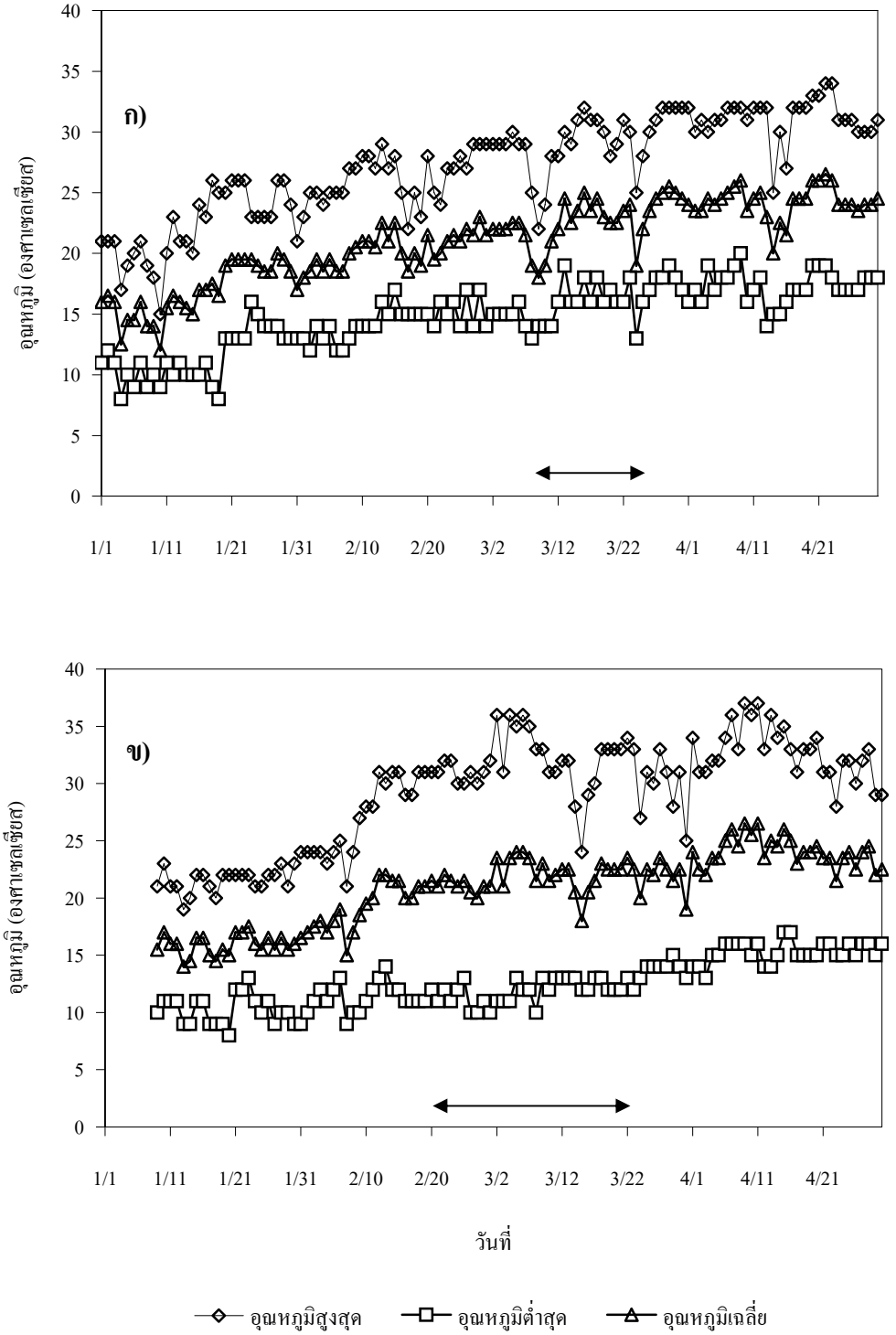


ภาพผนวกที่ 7 กราฟมาตรฐานของโพรลีนที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณโพรลีนในตัวอย่างตากีวีฟรุต



<u>ภาพผนวกที่ 8</u> อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของแต่ละวัน ในเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2545 (ก) และ 2546 (ข) ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง

◄► ระยะเวลาที่เกิดการแตกตา

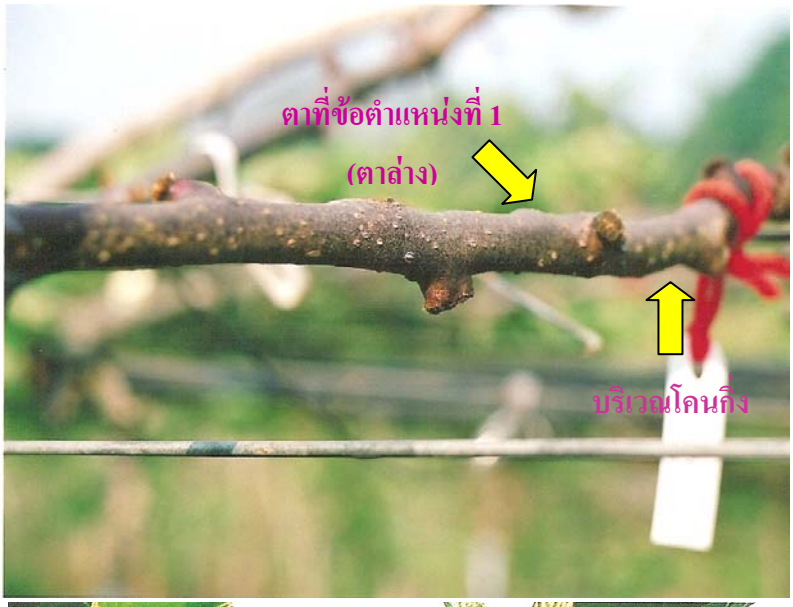


<u>ภาพผนวกที่ 9</u> อุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของแต่ละวัน ในเดือนมกราคม-เมษายน พ.ศ. 2545 (ก) และ 2546 (ข) ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์

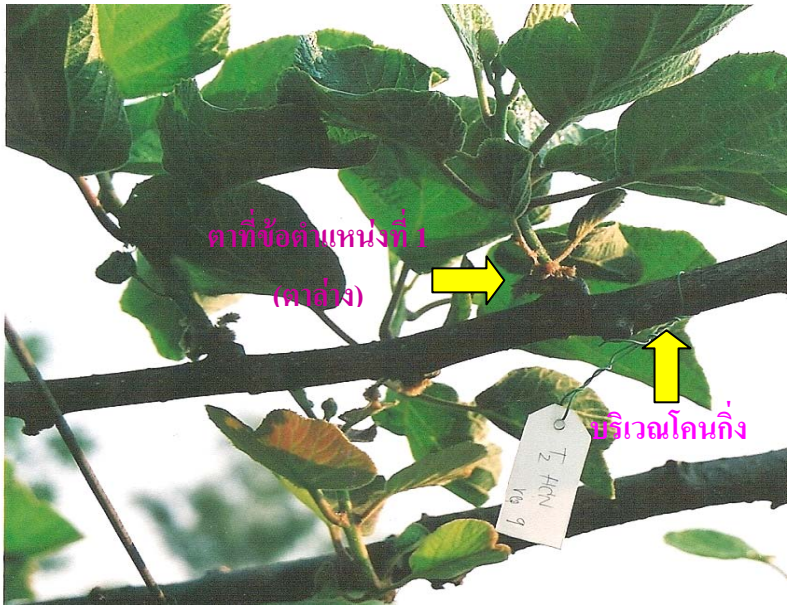
⟷ ระยะเวลาที่เกิดการแตกตา

<u>ภาพผนวกที่ 10</u> ต้นกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่เลือกทำการศึกษา โดยจะเลือกกิ่งอายุ 1 ปีที่มีขนาดประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร และทำการตัดแต่งกิ่งก่อนป้ายสาร H_2CN_2

ก)



ข)



ภาพผนวกที่ 11 การแตกตาของกีวีฟรุตเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เปรียบเทียบระหว่างตากีวีฟรุตที่ไม่ได้รับสาร (ก) และได้รับสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% (ข)

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณการแตกตารวมหลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้นต่าง ๆ กับกีวีฟรุต พันธุ์บรูโนที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2545 (ให้สารเมื่อวันที่ 28 ม.ค. 2545)

ทรีตเมนต์	ปริมาณการแตกตา (%)							
	จำนวนวันหลังให้สาร							
	27	30	33	36	39	42	45	48
ไม่ให้สาร	0 b [1/]	0 b	3.3 b	11.7 b	18.3 b	23.3 b	23.3 b	23.3 b
2.5% H_2CN_2	33.3 a	36.7 a	43.3 a	43.3 a	45.0 a	45.0 ab	46.7 a	46.7 a
5% H_2CN_2	36.7 a	40.0 a	45.0 a	45.0 a	45.0 a	46.7 a	46.7 a	46.7 a
P-value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.05	0.05	0.05
F-test	**	**	**	**	*	*	*	*

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณการแตกตาหลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้นที่แตกต่างกันบนตำแหน่งต่างๆ ของกิ่งกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2545 (ให้สารเมื่อวันที่ 28 ม.ค. 2545)

	ปริมาณการแตกตา (%)							
	จำนวนวันหลังให้สาร							
	27	30	33	36	39	42	45	48
ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสาร								
ไม่ให้สาร	0.0 b[1/]	0.0 b	1.1 b	3.9 b	6.1 b	7.8 b	7.8 b	7.8 b
2.5% H_2CN_2	11.1 a	12.2 a	15.0 a	15.0 a	15.0 a	15.6 a	15.6 a	15.6 a
5% H_2CN_2	12.2 a	13.3 a	14.4 a	14.4 a	15.0 a	15.0 a	15.6 a	15.6 a
F-test	**	**	**	**	**	*	*	*
ปัจจัย B : ตำแหน่งตา								
ตาบน	8.3	8.9	11.7	12.2	13.9	16.1	16.7	16.7
ตากลาง	7.8	8.9	10.6	11.7	12.2	12.2	12.2	12.2
ตาล่าง	7.2	7.8	8.3	9.4	10.0	10.0	10.0	10.0
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัย AxB								
ไม่ให้สาร x ตาบน	0.0 b	0.0 b	1.7 bc	5.0 bc	6.6	11.7	11.7	11.7
ไม่ให้สาร x ตากลาง	0.0 b	0.0 b	1.7 bc	3.3 c	6.6	6.6	6.6	6.6
ไม่ให้สาร x ตาล่าง	0.0 b	0.0 b	0.0 c	3.3 c	5.0	5.0	5.0	5.0
2.5% H_2CN_2 x ตาบน	13.3 a	15 a	18.3 a	18.3 a	18.3	20.0	20.0	20.0
2.5% H_2CN_2 x ตากลาง	10 ab	10 ab	13.3 a	13.3 abc	13.3	13.3	13.3	13.3
2.5% H_2CN_2 x ตาล่าง	10 ab	11.7 ab	13.3 a	13.3 abc	13.3	13.3	13.3	13.3
5% H_2CN_2 x ตาบน	11.7 ab	11.7 ab	15 a	15.0 abc	16.7	16.7	18.3	18.3
5% H_2CN_2 x ตากลาง	13.3 a	16.7 a	16.7 a	16.7 ab	16.7	16.7	16.7	16.7
5% H_2CN_2 x ตาล่าง	11.7 ab	11.7 ab	11.7 ab	11.7 abc	11.7	11.7	11.7	11.7
F-test	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	107.7	96.7	80.4	75.8	75.8	72.1	70.0	70.0

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ในแต่ละปัจจัย A, B และ AxB ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในแต่ละปัจจัย A, B และ AxB

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

<u>ตารางผนวกที่ 3</u> ปริมาณการแตกตารวมหลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้นต่าง ๆ กับกีวีฟรุต พันธุ์บรูโนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ในปี พ.ศ. 2545 (ให้สารเมื่อวันที่ 18 ก.พ. 2545)

ทรีตเมนต์	ปริมาณการแตกตา (%)									
	จำนวนวันหลังให้สาร									
	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
ไม่ให้สาร	0 b[1/]	1 b	3 b	3 b	4.2 b	5.2 b	5.2 b	5.2 b	5.2 b	10.4 b
2.5% H_2CN_2	6.3 a	17.7 a	42.7 a	48.9 a	47.9 a	47.9 a	47.9 a	47.9 a	52.1 a	52.1 a
5% H_2CN_2	1.1 b	23 a	48 a	54.2 a	55.2 a	55.2 a	55.2 a	55.2 a	55.2 a	55.2 a
P-value	0.03	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
F-test	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณการแตกตาหลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้นที่แตกต่างกันบนตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ในปี พ.ศ. 2545 (ให้สารเมื่อวันที่ 18 ก.พ. 2545)

	ปริมาณการแตกตา (%)									
	จำนวนวันหลังให้สาร									
	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสาร										
ไม่ให้สาร	0 b[1/]	0.4 b	0.7 b	1.0 b	1.4 b	1.7 b	1.7 b	1.7 b	1.7 b	3.5 b
2.5% H_2CN_2	2.1 a	5.9 a	14.2 a	16.3 a	16.7 a	16.7 a	17.0 a	17.0 a	17.0 a	17.0 a
5% H_2CN_2	0.4 a	7.6 a	16.0 a	18.1 a	18.4 a	18.4 a	18.4 a	18.4 a	18.4 a	18.4 a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
ปัจจัย B : ตำแหน่งตา										
ตาบน	2.4 a	7.3 a	11.5	12.2	12.5	12.8	12.8	13.2	13.2	14.9
ตากลาง	0 b	4.2 ab	10.1	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
ตาล่าง	0 b	2.4 b	9.4	12.5	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
F-test	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัย AxB										
ไม่ให้สาร x ตาบน	0 b	1.0 c	2.1 b	2.1 b	3.1 b	4.2 b	4.2 b	4.2 b	4.2 b	9.4 b
ไม่ให้สาร x ตากลาง	0 b	0 c	0 b	1.0 b	1.0 b	1.0 b	1.0 b	1.0 b	1.0 b	1.0 c
ไม่ให้สาร x ตาล่าง	0 b	0 c	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 b	0 c
2.5% H_2CN_2 x ตาบน	6.3 a	12.5 a	17.7 a	17.7 a	17.7 a	17.7 a	18.7 a	18.7 a	18.7 a	18.7 a
2.5% H_2CN_2 x ตากลาง	0 b	4.2 bc	12.5 a	13.5 a	13.5 a	13.5 a	13.5 a	13.5 a	13.5 a	13.5 a
2.5% H_2CN_2 x ตาล่าง	0 b	1.0 c	12.5 a	17.7 a	18.7 a	18.7 a	18.7 a	18.7 a	18.7 a	18.7 a
5% H_2CN_2 x ตาบน	1.0 b	8.3 ab	14.6 a	16.7 a	16.7 a	16.7 a	16.7 a	16.7 a	16.7 a	16.7 a
5% H_2CN_2 x ตากลาง	0 b	8.3 ab	17.7 a	17.7 a	17.7 a	17.7 a	17.7 a	17.7 a	17.7 a	17.7 a
5% H_2CN_2 x ตาล่าง	0 b	6.3 abc	15.6 a	19.8 a	20.8 a	20.8 a	20.8 a	20.8 a	20.8 a	20.8 a
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	157.2	130.7	77.3	68.1	65.7	65.1	62.6	62.6	62.6	59.2

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ในแต่ละปัจจัย A, B และ AxB ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในแต่ละปัจจัย A, B และ AxB

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณการแตกตารวมที่เกิดจากการให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2546 (ให้สารเมื่อวันที่ 24 ม.ค. 2546)

ทรีตเมนต์	ปริมาณการแตกตา (%)										
	จำนวนวันหลังให้สาร										
	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
ไม่ให้สาร	0	0	0	0	0	1.7	1.7	1.7	1.7	3.3	3.3
ให้สาร	1.7	3.3	16.7	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3	20	20
P-value	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
T-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณการแตกตาหลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% บนตาตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขางในปี พ.ศ. 2546 (ให้สารเมื่อวันที่ 24 ม.ค. 2546)

	ปริมาณการแตกตา (%)										
	จำนวนวันหลังให้สาร										
	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสาร H_2CN_2											
ไม่ให้สาร	0.0	0.0	0.0	0.0 b[1/]	0.0 b	0.6 b	0.6 b	0.6 b	0.6 b	1.1 b	1.1 b
2.5% H_2CN_2	0.6	1.1	1.1	5.6 a	6.1 a	6.1 a	6.1 a	6.1 a	6.1 a	6.7 a	6.7 a
F-test	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	*	*
ปัจจัย B : ตำแหน่งตา											
ตาบน	0.8	1.7	1.7	4.2	4.2	5.0	5.0	5.0	5.0	5.8	5.8
ตากลาง	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.3	3.3
ตาล่าง	0.0	0.0	0.0	1.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ปัจจัย AxB											
ไม่ให้สาร x ตาบน	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7	1.7	1.7	3.3	3.3
ไม่ให้สาร x ตากลาง	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ไม่ให้สาร x ตาล่าง	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.5% H_2CN_2 x ตาบน	1.7	3.3	3.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
2.5% H_2CN_2 x ตากลาง	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.7	6.7
2.5% H_2CN_2 x ตาล่าง	0.0	0.0	0.0	3.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	154.7	133.5	133.5	117.7	106.1	104.8	104.8	104.8	104.8	102.3	102.3

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ในแต่ละปัจจัย A, B และ AxB ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในแต่ละปัจจัย A, B และ AxB

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณการแตกตารวมที่เกิดจากการให้และไม่ให้สาร H_2CN_2 กับกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ในปี พ.ศ. 2546 (ให้สารเมื่อวันที่ 9 ก.พ. 2546)

ทรีตเมนต์	ปริมาณการแตกตา (%)										
	จำนวนวันหลังให้สาร										
	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
ไม่ให้สาร	0	0.8	1.7	2.5	2.5	2.5	4.2	4.2	5	5	5
ให้สาร	17.5	19.2	21.7	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3
P-value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
T-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณการแตกตาหลังจากให้สาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% บนตาตำแหน่งต่าง ๆ ของกิ่งกีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ในปี พ.ศ. 2546 (ให้สารเมื่อวันที่ 9 ก.พ. 2546)

	ปริมาณการแตกตา (%)										
	จำนวนวันหลังให้สาร										
	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
ปัจจัย A : ความเข้มข้นของสาร H_2CN_2											
ไม่ให้สาร	0.0 b	0.3 b	0.6 b	0.8 b	0.8 b	0.8 b	1.4 b	1.4 b	1.6 b	1.6 b	1.6 b
2.5% H_2CN_2	5.8 a	6.4 a	7.2 a	7.8 a	7.8 a	7.8 a	7.8 a	7.8 a	7.8 a	7.8 a	7.8 a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
ปัจจัย B : ตำแหน่งตา											
ตาบน	5.0 a	5.8 a	6.7 a	7.5 a	7.5 a	7.5 a	8.3 a	8.3 a	8.7 a	8.7 a	8.7 a
ตากลาง	2.5 b	2.9 b	3.3 b	3.3 b	3.3 b	3.3 b	3.3 b	3.3 b	3.3 b	3.3 b	3.3 b
ตาล่าง	1.3 b	1.3 b	1.7 b	2.1 b	2.1 b	2.1 b	2.1 b	2.1 b	2.1 b	2.1 b	2.1 b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
ปัจจัย AxB											
ไม่ให้สาร x ตาบน	0.0 c	0.8 c	1.7 c	2.5 bc	2.5 bc	2.5 bc	4.2 bc	4.2 bc	4.2 bc	4.2 bc	4.2 bc
ไม่ให้สาร x ตากลาง	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c
ไม่ให้สาร x ตาล่าง	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c	0.0 c
2.5% H_2CN_2 x ตาบน	10.0 a	10.8 a	11.7 a	12.5 a	12.5 a	12.5 a	12.5 a	12.5 a	12.5 a	12.5 a	12.5 a
2.5% H_2CN_2 x ตากลาง	5.0 b	5.8 b	6.7 b	6.7 b	6.7 b	6.7 b	6.7 b	6.7 b	6.7 b	6.7 b	6.7 b
2.5% H_2CN_2 x ตาล่าง	2.5 bc	2.5 bc	3.3 bc	4.2 bc	4.2 bc	4.2 bc	4.2 bc	4.2 bc	5.0 bc	5.0 bc	5.0 bc
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	110.6	123.6	109.1	107.6	107.6	107.6	102.3	102.3	99.0	99.0	99.0

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ในแต่ละปัจจัย A, B และ AxB ไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

ns : ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในแต่ละปัจจัย A, B และ AxB

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ภายในตากีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ได้รับและไม่ได้รับสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในปี พ.ศ. 2546

ทรีตเมนต์	ปริมาณกลูโคส (mg/g fw)										F-test
	จำนวนวันหลังให้สาร										
	0	3	6	9	12	15	21	24	27	30	
ไม่ให้สาร	5.71 b [1/]	4.91 ± 0.52 [SE] b	3.16 ± 1.24 b	8.28 ± 1.85 b	4.61 ± 0.85 b	5.67 ± 0.99 b	18.58 ± 3.55 a	5.16 ± 0.52 b	3.33 ± 1.01 b	18.03 ± 0.66 a	*
ให้สาร	5.71 b	5.39 ± 0.99 b	3.51 ± 1.66 b	5.97 ± 0.61 b	4.92 ± 0.74 b	1.88 ± 0.56 b	6.54 ± 3.50 b	3.97 ± 2.04 b	4.47 ± 0.66 b	12.98 ± 0.85 a	*
P-value	-	0.69	0.88	0.3	0.8	0.03	0.07	0.6	0.4	0.01	
T-test	-	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	

ทรีตเมนต์	ปริมาณฟรุกโทส (mg/g fw)										F-test
	จำนวนวันหลังให้สาร										
	0	3	6	9	12	15	21	24	27	30	
ไม่ให้สาร	5.56 cd	4.32 ± 0.37 cd	3.64 ± 0.48 d	9.85 ± 0.97 b	4.26 ± 0.04 cd	7.18 ± 2.00 bc	16.35 ± 0.68 a	5.24 ± 0.54 cd	7.07 ± 1.17 bc	16.19 ± 0.44 a	*
ให้สาร	5.56 cd	5.31 ± 0.38 cd	3.54 ± 0.84 d	7.81 ± 0.18 bc	4.36 ± 0.41 d	3.98 ± 0.36 d	8.55 ± 1.22 b	6.14 ± 0.34 cd	4.75 ± 1.35 d	12.61 ± 0.50 a	*
P-value	-	0.13	0.92	0.12	0.86	0.19	<0.01	0.23	0.26	<0.01	
T-test	-	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

SE : standard error ns : ไม่แตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

ทรีตเมนต์	ปริมาณซูโครส (mg/g fw)										F-test
	จำนวนวันหลังให้สาร										
	0	3	6	9	12	15	21	24	27	30	
ไม่ให้สาร	0.64 b [1/]	0.43 ± 0.24 [SE] b	0.45 ± 0.15 b	0.25 ± 0.09 b	0.50 ± 0.04 b	0.22 ± 0.04 b	0.61 ± 0.21 b	1.19 ± 0.27 a	0.15 ± 0.03 b	0.56 ± 0.12 b	*
ให้สาร	0.64 a	0.49 ± 0.11 a	0.19 ± 0.03 b	0.16 ± 0.02 b	0.30 ± 0.06 ab	0.13 ± 0.01 b	0.26 ± 0.04 b	0.18 ± 0.03 b	0.16 ± 0.06 b	0.48 ± 0.12 a	*
P-value	-	0.84	0.17	0.39	0.09	0.09	0.18	0.06	0.92	0.66	
T-test	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

ทรีตเมนต์	ปริมาณไมโอ-อินโนซิทอล(mg/g fw)										F-test
	จำนวนวันหลังให้สาร										
	0	3	6	9	12	15	21	24	27	30	
ไม่ให้สาร	0 b	0 b	0.36 ± 0.19 ab	0.63 ± 0.05 a	0.51 ± 0.03 ab	0.33 ± 0.25 ab	0.68 ± 0.14 a	0.42 ± 0.09 ab	0 b	0.67 ± 0.33 a	*
ให้สาร	0 d	0 d	0.47 ± 0.14 c	0.92 ± 0.03 ab	0.82 ± 0.05 b	0.44 ± 0.22 c	1.01 ± 0.04 ab	0.88 ± 0.12 b	0.81 ± 0.10 b	1.20 ± 0.06 a	*
P-value	-	-	0.69	<0.01	0.02	0.76	0.08	0.04	<0.01	0.2	
T-test	-	-	ns	**	*	ns	ns	*	**	ns	

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

SE : standard error

ns : ไม่แตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ได้รับและไม่ได้รับสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ในปี พ.ศ. 2546

ทรีตเมนต์	ปริมาณโพรลีน (μM/g fw) จำนวนวันหลังให้สาร								
	0	3	6	9	12	21	24	30	F-test
ไม่ให้สาร	0.33 bc[1/]	0.56 ± 0.06 [SE] a	0.26 ± 0.03 cd	0.19 ± 0.01 cd	0.09 ± 0.03 d	0.51 ± 0.09 ab	0.37 ± 0.04 abc	0.48 ± 0.08 ab	*
ให้สาร	0.33 c	1.07 ± 0.13 a	1.09 ± 0.18 a	0.51 ± 0.02 bc	0.82 ± 0.15 ab	0.39 ± 0.07 c	0.36 ± 0.08 c	0.84 ± 0.19 ab	*
P-value	-	0.03	<0.01	<0.01	0.03	0.38	0.87	0.17	
T-test	-	*	**	**	*	ns	ns	ns	

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

SE : standard error

ns : ไม่แตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ภายในตากีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ได้รับและไม่ได้รับสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5% ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ในปี พ.ศ. 2546

ทรีตเมนต์	ปริมาณกลูโคส (mg/g fw)								F-test
	จำนวนวันหลังให้สาร								
	0	3	6	9	12	15	18	21	
ไม่ให้สาร	0.60 c [1/]	3.31 ± 0.18 [SE] a	1.59 ± 0.94 bc	2.44 ± 0.21 ab	1.42 ± 0.11 bc	1.62 ± 0.27 bc	1.22 ± 0.09 bc	1.28 ± 0.09 bc	*
ให้สาร	0.60 c	2.13 ± 0.15 ab	1.64 ± 0.09 b	2.29 ± 0.19 a	1.53 ± 0.31 b	1.57 ± 0.12 b	1.61 ± 0.23 b	1.78 ± 0.17 ab	*
P-value	-	<0.01	0.96	0.63	0.75	0.86	0.19	0.07	
T-test	-	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

ทรีตเมนต์	ปริมาณฟรุกโทส (mg/g fw)								F-test
	จำนวนวันหลังให้สาร								
	0	3	6	9	12	15	18	21	
ไม่ให้สาร	0.62 d	3.70 ± 0.40 a	2.87 ± 0.09 b	2.71 ± 0.27 b	1.71 ± 0.04 c	1.69 ± 0.11 c	1.20 ± 0.02 cd	1.69 ± 0.13 c	*
ให้สาร	0.62 d	2.49 ± 0.24 ab	2.26 ± 0.12 ab	2.59 ± 0.17 a	1.61 ± 0.31 c	1.78 ± 0.12 bc	1.69 ± 0.23 c	1.78 ± 0.16 bc	*
P-value	-	0.06	0.01	0.72	0.78	0.61	0.20	0.69	
T-test	-	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

SE : standard error

ns : ไม่แตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ทรีตเมนต์	ปริมาณซูโครส (mg/g fw)								F-test
	จำนวนวันหลังให้สาร								
	0	3	6	9	12	15	18	21	
ไม่ให้สาร	0.62 d [1/]	0.90 ± 0.45[SE] d	6.91 ± 0.97 ab	4.24 ± 0.39 c	8.07 ± 0.59 a	1.70 ± 0.07 d	5.15 ± 0.45 bc	3.83 ± 1.05 c	*
ให้สาร	0.62 ab	0 b	1.96 ± 1.20 ab	0 b	2.54 ± 0.37 a	1.93 ± 0.37 ab	1.76 ± 0.25 ab	1.75 ± 1.06 ab	*
P-value	-	0.12	0.03	<0.01	<0.01	0.57	<0.01	0.24	
T-test	-	ns	*	**	**	ns	**	ns	

ทรีตเมนต์	ปริมาณไมโอ-อินโนซิทอล (mg/g fw)								F-test
	จำนวนวันหลังให้สาร								
	0	3	6	9	12	15	18	21	
ไม่ให้สาร	0.17	0.43 ± 0.21	0.42 ± 0.21	0.47 ± 0.24	0.54 ± 0.04	0.22 ± 0.11	0	0.49 ± 0.27	ns
ให้สาร	0.17 c	0.81 ± 0.02 a	0.72 ± 0.01 ab	0.88 ± 0.09 a	0.98 ± 0.19 a	0.43 ± 0.05 bc	0.95 ± 0.12 a	1.02 ± 0.12 a	*
P-value	-	0.21	0.29	0.17	0.08	0.17	0.02	0.14	
T-test	-	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

SE : standard error

ns : ไม่แตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางผนวกที่ 12 ปริมาณโพรลีนภายในตากีวีฟรุตพันธุ์บรูโนที่ได้รับและไม่ได้รับสาร H_2CN_2 ความเข้มข้น 2.5 % ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอินทนนท์ ในปี พ.ศ. 2546

ทรีตเมนต์	ปริมาณโพรลีน (µM/g fw)								
	จำนวนวันหลังให้สาร								
	0	3	6	9	12	15	18	21	F-test
ไม่ให้สาร	0.48	0.49 ± 0.05[SE]	0.60 ± 0.06	0.52 ± 0.05	0.72 ± 0.14	0.54 ± 0.03	0.48 ± 0.05	0.65 ± 0.15	ns
ให้สาร	0.48 d [1/]	1.80 ± 0.27 bc	2.01 ± 0.26 b	0.76 ± 0.01 c	1.94 ± 0.19 bc	3.66 ± 0.42 a	4.74 ± 0.56 a	1.75 ± 0.64 bc	*
P-value	-	<0.01	<0.01	0.04	0.02	0.08	0.08	0.12	
T-test	-	**	**	*	*	ns	ns	ns	

[1/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

SE : standard error

ns : ไม่แตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** : แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%