

การใช้สารแพคโคลบิวทราโซลและเทคนิคการควั่นและรัดกิ่งต้น
เพื่อควบคุมการผลิตมะนาวนอกฤดู

**Paclobutrazol Application and Cincturing Technique
for Off-Season Cropping Control in Lime**

ธำรง ช่วยเจริญ^{1/} วสันดี พ่องสมบุญ^{1/}
อนรรักษ์ สุขขารมย์^{1/} ไชยวัฒน์ วัฒนไชย^{1/}
Thumrong Chuaycharoen^{1/} Wasan Pongsomboon^{1/}
Anurak Sukkharom^{1/} Chaiwat Wathanachai^{1/}

ABSTRACT

A lack of crop yield in lime occurs every year, especially during the dry season due to naturally low flowering capacity. The effective procedure for an enhancement of off-season flowering in lime is being developed by using the modification of the paclobutrazol technology and tree cincturing technique in Thailand. Three to five-year-old trees of the 'Panrumpai' lime variety propagated by air layering were experimented on the private orchards at Phichit during 1999-2000 and Kamphaeng Phet during 2000-2001. The sandy loam soil condition is classified Phichit experimental site while Kamphaeng Phet is characterized to be the clay soil growing environment. It was evident that in the sandy loam soil condition, all the treatments except the non-treated control were capable for inducing early off-season flowering. There was statistically significant difference in the cumulative flowering percentage among the treatments. The greatest flowering at average 82.6 % was present on the trees treated with the paclobutrazol-soil application at the rate of 1.0 gram/meter- of canopy diameter combined with trunk base cinctured and tightened with rope. Consequently, the off-season yield was also maximum with the average number of 1,135.4 fruits/tree. In contrast, there were lowest off-season flowering at average 17.0% and subsequently, the smallest number of 313.2 fruits/tree observed on the non-treated trees. Similarly, under the clay soil environment, all the treatments except the non-treated control could induce early off-season flowering. Profuse flowering with the greatest percentages at 83.8% and 84.0% developed on the trees treated with the paclobutrazol soil drench at the rate of 0.5 grams/meter- of canopy diameter combined with the trunk base

^{1/} ศูนย์วิจัยพืชสวนพิชิตร ต.โรงช้าง อ.เมือง จ.พิชิตร 66000

^{1/} Phichit Horticultural Research Centre, Tambol Rongchang, Muang district, Phichit province 66000

cinctured and tightened with rope and wire respectively. Consequently, the maximum off-season yield was also harvested from those two treated-tree groups with the average numbers of 1,531.1 and 1,480.9 fruits/tree, respectively. In the mean time, the non-treated control trees developed the minimum flowering at average 16.3% and the subsequent smallest number of average 447.4 fruits/tree.

Key words : off-season, cumulative flowering, trunk-base cincturing, paclobutrazol, soil drench

บทคัดย่อ

ภาวะการขาดแคลนมะนาวในฤดูแล้งยังคงเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี การใช้วิธีการของการให้สารแพคโคลบิวทราโซลร่วมกับเทคนิคของการควั่นและรัดกิ่งต้นสามารถส่งเสริมการออกดอกติดผลของมะนาวได้ จึงได้ศึกษาพัฒนาเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการบังคับการออกดอกนอกฤดูกับมะนาวพันธุ์แป้นรำไพ โดยศึกษาการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในอัตราต่างๆ การควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือกหรือลวด ตลอดจนการผสมผสานทั้งสองวิธี ในสภาพดินร่วนปนทราย ที่สวนเกษตรกรอำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ในปี พ.ศ. 2542-2543 และในสภาพดินเหนียวกร่อนที่สวนเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ในปีพ.ศ. 2543-2544 ผลการทดลองพบว่า ในสภาพดินร่วนปนทราย การให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในปริมาณ 1.0 กรัมต่อทรงพุ่มต้นกว้าง 1

เมตร ร่วมกับวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือก มีเปอร์เซ็นต์การออกดอกเฉลี่ยสูงสุดที่ 82.6% ให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้นอกฤดูเฉลี่ยสูงสุดที่ 1,135.4 ผลต่อต้น แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในปริมาณ 1.0 กรัมต่อทรงพุ่มต้นกว้าง 1 เมตร ร่วมกับวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยลวด ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกเฉลี่ย 76.2% และให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้นอกฤดูเฉลี่ย 1,090.2 ผลต่อต้น แต่ให้ค่าสูงกว่าวิธีการอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่วิธีการไม่มีการบังคับการออกดอกให้เปอร์เซ็นต์การออกดอก และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้นอกฤดูเฉลี่ยต่ำสุด 17.1% และ 313.2 ผลต่อต้นตามลำดับ ในสภาพดินเหนียวกร่อน การให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในปริมาณ 0.5 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตร ร่วมกับการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือก ให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกเฉลี่ย 83.8% ให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้นอกฤดูเฉลี่ยสูงสุด (1531.1 ผลต่อต้น) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในปริมาณ 0.5 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตรร่วมกับวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยลวด ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกเฉลี่ยสูงสุด 84.0% และให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้นอกฤดูเฉลี่ย 1,480.9 ผลต่อต้น แต่ให้ค่าสูงกว่าวิธีการอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่วิธีการไม่มีการบังคับการออกดอกให้เปอร์เซ็นต์การออกดอก และผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้นอกฤดู เฉลี่ยต่ำสุด 16.3% และ 447 ผลต่อต้น ตามลำดับ

คำนำ

มะนาวเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกพืชหนึ่ง เป็นที่ต้องการของตลาดมาก

ตลอดทั้งปี ในฤดูฝนผลผลิตมะนาวจะออกมาสู่ตลาดในปริมาณที่มาก เกินความต้องการทำให้ผลมะนาวมีราคาถูกลง แต่ในฤดูแล้งต้นมะนาวมีการให้ผลผลิตได้น้อยมากจึงเกิดภาวะของการขาดแคลนทำให้ผลมะนาวมีราคาแพงมาก สถานการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี จึงเป็นที่สนใจของเกษตรกรที่จะผลิตมะนาวนอกฤดูออกมาสู่ตลาดดังจะเห็นได้ว่าพื้นที่การปลูกมะนาวในประเทศเพิ่มมากขึ้นทุกปี เกษตรกรโดยทั่วไปยังประสบความสำเร็จน้อยในการผลิตมะนาวนอกฤดูได้อย่างมีประสิทธิภาพ การให้สารเคมีควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่สารแพคโคลบิวทราโซล ซึ่งมีผลต่อการส่งเสริมการออกดอกติดผลก่อนฤดูของไม้ผลได้หลายชนิด (พีรเดช, 2532) ได้มีรายงานการศึกษาและแนะนำการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลในการบังคับมะนาวนอกฤดูเป็นการค้าอย่างแพร่หลายในประเทศไทย (โสฬสและคณะ, 2532 ; สัจจา, 2533 ; อ่างและคณะ, 2539 ; นฤมล, 2540 ; อำนาง, 2541 ; อ่างและวสันต์, 2542) ซึ่งแนะนำการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินปริมาณ 1.5 ถึง 2.0 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตร สำหรับมะนาวที่ปลูกในสภาพดินทรายและปริมาณ 1.0 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตร สำหรับมะนาวที่ปลูกในสภาพดินเหนียว การควั่นและรัดกิ่งต้นก็มีผลต่อการออกดอกติดผลได้ในไม้ผลหลายชนิด มีรายงานการศึกษาพบเทคนิคของการควั่นกิ่ง การควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือกหรือลวดมีผลส่งเสริมการออกดอกของไม้ผลต่างๆ เช่น มะม่วง (Pongsomboon *et al.*,1999.; Blaikie *et al.*,1999) ลิ้นจี่ (Menzel,1983) ลำไย (พาวิณและคณะ, 2543) ส้ม (Goldschmidt *et al.*,1985) และมะนาวแป้น (สัจจา, 2533) เป็นต้น การนำเอา

เทคนิคการให้สารแพคโคลบิวทราโซลมาปรับใช้ผสมผสานร่วมกับการควั่นและรัดกิ่งต้น จะเป็นการพัฒนาเทคนิคการบังคับมะนาวให้ออกดอกติดผลนอกฤดูที่ได้ผลดีมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังลดการตกค้างสะสมของสารแพคโคลบิวทราโซลในดินและในต้นมะนาว ตลอดจนลดปัญหาผลภาวะที่เป็นพิษต่อสภาพแวดล้อมจากการใช้สารเคมีดังกล่าว จึงได้ทำการศึกษาการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลและเทคนิคการควั่นและรัดกิ่งต้นเพื่อควบคุมการผลิตมะนาวนอกฤดู

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 ดำเนินการในสภาพดินร่วนปนทราย

มีการวางแผนการทดลองแบบ RCB มีจำนวน 6 ซ้ำ(1ต้นเป็น 1 ซ้ำ)และประกอบด้วย 7 กรรมวิธีต่างๆ ดังนี้

1. ให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดิน ปริมาณ 2 กรัมต่อทรงพุ่มมะนาวกว้าง 1 เมตร
2. ให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดิน ปริมาณ 1 กรัมต่อทรงพุ่มมะนาวกว้าง 1 เมตร
3. ควั่นต้นและรัดด้วยเชือกป่านมะนิลา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 มม.
4. ควั่นต้นและรัดด้วยลวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 มม.
5. ให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดิน ปริมาณ 1 กรัมต่อทรงพุ่มมะนาว กว้าง 1 เมตร ร่วมกับควั่นต้นและรัดด้วยเชือกมะนิลาขนาดเดียวกันกับวิธีการที่ 3
6. ให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดิน ปริมาณ 1 กรัม ต่อทรงพุ่มมะนาวกว้าง 1 เมตร ร่วมกับควั่นต้นและรัดด้วยลวดขนาดเดียวกันกับวิธีการที่ 4

7. ไม่มีการให้สารแพคโคลบิวทราโซล และไม่มีการควั่นต้นมะนาว หรือไม่มีการบังคับออกดอก (control)

การทดลองที่ 2 ในสภาพดินเหนียว

วางแผนการทดลองแบบ RCB มีจำนวน 6 ซ้ำ (1 ต้นเป็น 1 ซ้ำ) และประกอบด้วย 7 กรรมวิธีเหมือนกันกับในสภาพดินร่วนปนทราย เพียงแต่ลดอัตราแพคโคลบิวทราโซลลงเหลือครึ่งหนึ่งทุกกรรมวิธี

คัดเลือกต้นมะนาวพันธุ์แป้นรำไพอายุ 3-5 ปี ซึ่งสามารถให้ผลผลิตได้และมีสภาพต้นแข็งแรงสมบูรณ์ ในแหล่งการทำสวนมะนาวเป็นการค้า สภาพดินร่วนปนทรายจังหวัดพิจิตร ในปี พ.ศ. 2542-2543 ซึ่งดำเนินการวิธีต่าง ๆ ในวันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2542 และ สภาพดินเหนียวยกร่องจังหวัดกำแพงเพชร ในปีพ.ศ. 2543-2544 โดยดำเนินการตามกรรมวิธีต่าง ๆ ในวันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2543 หลังจากต้นมะนาวให้ผลผลิตตามฤดูกาลในปีที่ผ่านมาในเดือนเมษายน-พฤษภาคม ทำการตัดแต่งกิ่งมะนาว แล้วใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 และ 46-0-0 อัตราชนิดละ 1 กก.ต่อต้นแบ่งใส่ 2 ครั้ง ต่อมาต้นเดือนกรกฎาคม ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 5-25-25 อัตรา 2 กก.ต่อต้น จากนั้นเมื่อมะนาวแตกใบอ่อนชุดที่ 2 จนเข้าสู่ระยะใบเพสลาดระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม จึงดำเนินการตามกรรมวิธีต่างๆโดยกรรมวิธีให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินนั้นเมื่อผสมสารดังกล่าวในบัวรดน้ำแล้วนำไปราดบริเวณรอบโคนต้น ในขณะที่เดียวกันวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นนั้นทำโดยใช้เลื่อยขนาดเล็กชนิดฟันละเอียดและหนาราว 1.5 มม. ควั่นกิ่งต้นบริเวณสูงจากพื้นผิวดินราว 20-30 ซม. โดยควั่นให้ขนาดรอยแผลกว้างเท่าร่องใบ

เลื่อยและมีความลึกถึงเนื้อไม้เป็นวงเกือบรอบกิ่งต้น ซึ่งเว้นเหลือรอยไม่ถูกควั่นยาวประมาณ 5-10 มม. แล้วรัดด้วยเชือกป่านมะนิลาและลวด เมื่อมะนาวมีความพร้อมในการออกดอกประมาณ 2 เดือนภายหลังจากให้สารแพคโคลบิวทราโซล และควั่นกิ่งต้น จะทำการพ่นสารไฮโอยูเรีย ความเข้มข้น 0.3% และปลดลวดและเชือกที่รัดออก ส่วนวิธีการที่ 7 ไม่มีการให้สารแพคโคลบิวทราโซล และไม่มีการควั่นต้นมะนาว เมื่อมะนาวออกดอกติดผลจะให้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 500 กรัมต่อต้น ทุก 2 เดือน จนกว่าจะเก็บเกี่ยว ให้น้ำสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองของสวนเกษตรกร อ.โพทะเล จ.พิจิตร และ อ.เมือง จ.กำแพงเพชร และศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร อ.เมือง จ.พิจิตร ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2541 - เดือนกันยายน พ.ศ. 2544

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาหาเทคนิคในการบังคับการออกดอกก่อนฤดูและความสามารถในการให้ผลผลิตได้ในช่วงฤดูแล้งที่ต้องการกับต้นมะนาวพันธุ์แป้นรำไพที่ปลูกด้วยต้นที่ขยายพันธุ์ด้วยกิ่งตอนที่มีอายุระหว่าง 3-5 ปี ในสภาพดินร่วนปนทราย ที่สวนเกษตรกร อ.โพทะเล จ.พิจิตร ในปี พ.ศ. 2542-2543 และในสภาพดินเหนียวยกร่อง ที่สวนเกษตรกร นิคมทุ่งโพทะเล อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชรในปี พ.ศ. 2543-2544 ผลการทดลองพบว่า

1. สภาพดินที่มีผลต่อการออกดอกและติดผล

1.1 ในสภาพดินร่วนปนทราย พบว่าทุกกรรมวิธีทดลองต่างๆยกเว้นกรรมวิธีที่ไม่มีการ

บังคับการออกดอกด้วยวิธีใดๆ(control) สามารถกระตุ้นให้ต้นมะนาวออกดอกได้ระหว่างกลางเดือนกันยายน ถึงกลางเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2542 และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสะสม (cumulative flowering) แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) โดยต้นที่ได้รับสารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในปริมาณ 1.0 กรัม ต่อทรงพุ่มต้นกว้าง 1 เมตรร่วมกับวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือก และต้นที่ได้รับวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในปริมาณ 1.0 กรัม ต่อทรงพุ่มต้นกว้าง 1 เมตรร่วมกับวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยลวด สามารถออกดอกได้มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 82.6 และ 76.2% ตามลำดับและให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ก่อนฤดูระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2543 โดยเฉลี่ยสูงสุดจำนวน 1,135.4 และ 1,090.2 ผลต่อต้นตามลำดับ รองลงไปได้แก่ต้นที่ได้รับสารแพคโคลบิวทราโซลปริมาณ 2.0 และ 1.0 กรัม ต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตร ออกดอกได้เฉลี่ยเท่ากับ 67.7 และ 57.7% ตามลำดับ และให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ในช่วงเวลาเดียวกันดังกล่าวเฉลี่ยจำนวน 879.4 และ 618.4 ผลต่อต้นตามลำดับ ในขณะที่ต้นมะนาวที่ได้รับวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือก วิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยลวด และต้นมะนาวที่ไม่มีการบังคับการออกดอกด้วยวิธีใดๆ (control) ออกดอกได้น้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 30.0 22.4 และ 17.1%ตามลำดับ และให้ผลผลิตนอกฤดูในเวลาเดียวกันดังกล่าวได้เฉลี่ยจำนวน 622.2 629.2 และ 313.2 ผลต่อต้นตามลำดับ การตอบสนองของต้นมะนาวในการออกดอกและให้ผลผลิตได้ก่อนฤดูกาลดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความสามารถของต้นมะนาวในการให้ผลผลิตได้ในฤดูกาลในระยะเวลายาวต่อมาอย่างมาก ถึงแม้ว่าในปีที่ศึกษานี้ไม่ได้ทำการ

ศึกษาข้อมูลความสามารถออกดอกได้ตามฤดูกาล แต่พบว่าต้นมะนาวที่ได้รับการบังคับการออกดอกด้วยวิธีการต่างๆดังกล่าวข้างต้นมีความสามารถในการให้ผลผลิตในฤดูกาล(ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน)ได้ลดลงเฉลี่ยประมาณ 3-4 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับต้นมะนาวที่ไม่ได้รับการบังคับการออกดอกด้วยวิธีใดๆ(control)ซึ่งให้ผลผลิตในฤดูกาลระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน โดยเฉลี่ยจำนวน 1,446.0 ผลต่อต้น (Table 1)

1.2. ในสภาพดินเหนียวกร่อง พบว่าทุกกรรมวิธียกเว้นกรรมวิธีที่ไม่มีการบังคับการออกดอกด้วยวิธีใดๆ สามารถกระตุ้นให้ต้นมะนาวออกดอกได้ระหว่างต้นเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 และมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกสะสม แตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) โดยต้นที่ได้รับวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินอัตรา 0.5 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตรร่วมกับวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือก และต้นที่ได้รับวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินอัตรา 0.5 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตรร่วมกับวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยลวด สามารถออกดอกได้มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 83.8 และ 84.0% ตามลำดับ และให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ก่อนฤดูกาลระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2544 เฉลี่ยสูงสุดจำนวน 1,531.1 และ 1,480.9 ผลต่อต้นตามลำดับ รองลงไปได้แก่ต้นที่ได้รับวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในปริมาณ 1.0 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตรออกดอกได้เฉลี่ยเท่ากับ 64.7% และให้ผลผลิตได้ในช่วงเวลาเดียวกันดังกล่าวเฉลี่ยจำนวน 1129.3 ผล/ต้น ส่วนวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในปริมาณ 0.5 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตรอย่างเดียว วิธีการควั่นตาม

ด้วยรัดกิ่งต้นด้วยลวดและวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือกมีผลให้ต้นมะนาวออกดอกช่วงนอกฤดูดังกล่าวได้เฉลี่ยเท่ากับ 33.6 30.7 และ 27.0 % ตามลำดับ และให้ผลผลิตได้เฉลี่ยจำนวน 737.8 768.0 และ 701.0 ผลต่อต้นตามลำดับ ในขณะที่ต้นมะนาวที่ไม่มีการบังคับการออกดอกด้วยวิธีใดๆ ออกดอกได้น้อยที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 16.3% และให้ผลผลิตนอกฤดูได้ต่ำที่สุดเฉลี่ยจำนวน 447.4 ผลต่อต้น อย่างไรก็ตามการตอบสนองดังกล่าว ไม่ส่งผลกระทบต่อความสามารถของต้นมะนาวในการออกดอก และการให้ผลผลิตได้ในฤดูกาล ซึ่งพบว่าต้นมะนาวที่ได้รับการบังคับการออกดอกด้วยวิธีการต่างๆดังกล่าวข้างต้นและต้นมะนาวที่ไม่มีการบังคับการออกดอกด้วยวิธีใดๆ มีความสามารถในการออกดอกตามฤดูกาล(ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2544)ได้ใกล้เคียงกันโดยเฉลี่ยระหว่าง 14.4 ถึง 20.3% ให้ผลผลิตในฤดูกาล(ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2544)ลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ยระหว่าง 256.7 ถึง 310.8 ผลต่อต้น (Table 2) สันนิษฐานว่าปัจจัยสภาพแวดล้อมไม่ส่งเสริมให้ต้นมะนาวออกดอกตามฤดูกาลระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2544 ได้หนาแน่นและพร้อมเพรียงกันเหมือนเช่นทุกปีที่ผ่านมา ทำให้ต้นมะนาวออกดอกได้กระปริบกระปรอยเรื่อยไปไม่เป็นรุ่นแน่นอนจนจึงเป็นผลให้ผลผลิตในฤดูกาลของปีไม่มาก เกษตรกรสามารถทยอยเก็บเกี่ยวผลผลิตออกสู่ท้องตลาดได้เกือบตลอดปี นอกจากนี้ยังพบว่ามีการออกดอกได้ค่อนข้างมากในช่วงเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม พ.ศ. 2544

สารแพคโคลบิวทราโซลมีผลชักนำการออกดอกก่อนฤดูกาลได้ เฉลี่ยเท่ากับ 67.7 และ

64.7% (Table1 and 2) เมื่อมีการให้สารดังกล่าวทางดินแก่ต้นมะนาวปริมาณ 2.0 และ 1.0 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตรที่ปลูกในสภาพดินร่วนปนทรายและดินเหนียวตามลำดับ และมีผลให้ต้นมะนาวมีความสามารถออกดอกนอกฤดูดังกล่าวได้ลดลงเมื่อลดปริมาณสารดังกล่าวที่ให้แก่ต้นมะนาวเฉลี่ยเท่ากับ 57.7 และ 33.6%(Table1 and 2) เมื่อมีการให้สารดังกล่าวทางดินแก่ต้นมะนาวปริมาณ 1.0 และ 0.5 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตรที่ปลูกในสภาพดินร่วนปนทราย และดินเหนียวตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับรายงานการศึกษาและแนะนำการใช้เทคโนโลยีการใช้สารแพคโคลบิวทราโซลในการบังคับมะนาวและพืชชนิดอื่น ๆ ให้ออกดอกติดผลนอกฤดูกาล เนื่องจากการยับยั้งการสร้างสารจิบเบอเรลลินของสารเคมีดังกล่าวในส่วนเนื้อเยื่อเจริญ (subapical meristems)ของพืชมีผลลดการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งใบและส่งเสริมการพัฒนาการของตาออกของพืชได้ (พีรเดช, 2532)

วิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือกและวิธีการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยลวดมีผลส่งเสริมการออกดอกก่อนฤดูกาลของมะนาวได้(ออกดอกเฉลี่ยเท่ากับ 29.9 และ 22.4 %ตามลำดับในปีพ.ศ. 2542-2543 และ ออกดอกเฉลี่ยเท่ากับ 27.0 และ 30.0% ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2543-2544) การควั่นกิ่งต้น (bark girdling) ส่งเสริมการชักนำการออกดอกของไม้ผลหลายชนิดได้ เนื่องจากภายหลังจากกิ่งต้นถูกควั่นทำให้ส่วนของเปลือก(bark)ถูกตัดขาดอาหารที่พืชสังเคราะห์ขึ้นไม่สามารถถูกส่งผ่านรอยควั่นไปเลี้ยงส่วนรากมีผลยับยั้งกิจกรรมการดูดรับธาตุอาหารและน้ำของรากจึงมีผลควบคุมให้พืชมีสภาพของการพักตัว สะสมอาหารส่งเสริมชบวน

การสร้างและพัฒนาการของดอกตลอดจนการติดผล (Davenport and Nunez, 1997) ซึ่งจากการศึกษายังพบว่า การควั่นและรัดกิ่งต้นทั้งด้วยเชือกและด้วยลวดมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตมะนาวนอกฤดู โดยมีผลผลิตเฉลี่ยจำนวน 622.2 และ 629.2 ผลต่อต้นตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของต้นมะนาวที่ไม่ได้รับการบังคับการออกดอก ซึ่งเฉลี่ยจำนวน 313.2 ผลต่อต้นในสภาพการปลูกบนดินร่วนปนทรายในจังหวัดพิจิตร ปี พ.ศ. 2542-2543 และ ผลผลิตเฉลี่ยจำนวน 701.0 และ 768.0 ผลต่อต้นตามลำดับ ในขณะที่ผลผลิตที่ได้จากต้นมะนาวที่ไม่ได้รับการบังคับการออกดอกเฉลี่ยจำนวน 447.4 ผลต่อต้นในสภาพการปลูกบนดินเหนียวกร่องในจังหวัดกำแพงเพชร ปี พ.ศ. 2543-2544

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์วิธีการจากการผสมผสานเทคนิคทั้งสองดังกล่าวเข้าด้วยกัน โดยพิจารณาลดปริมาณการให้สารแพคโคลบิวทราโซลลงครึ่งหนึ่งของปริมาณที่มีการแนะนำให้ใช้กันเป็นการค้าในปัจจุบัน ซึ่งพบว่าเทคนิคดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงสุดในการบังคับการออกดอกนอกฤดูของมะนาว โดยต้นมะนาวสามารถออกดอกได้มากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 82.6 และ 76.2 % ในปี 2542-2543 สำหรับต้นมะนาวที่เจริญในสภาพดินร่วนปนทรายซึ่งได้รับการวิธีของการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินปริมาณ 1.0 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตรร่วมกับการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือกและด้วยลวดตามลำดับ (Table 1) และเฉลี่ยเท่ากับ 83.8 และ 84.0 % ในปี 2543-2544 สำหรับต้นมะนาวที่เจริญในสภาพดินเหนียวและให้ได้รับการวิธีวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินปริมาณ 0.5 กรัมต่อทรงพุ่มกว้าง 1 เมตรร่วมกับการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือกและด้วยลวดตาม

ลำดับ (Table 2) ซึ่งแสดงประสิทธิภาพของวิธีการผสมผสานเทคนิคดังกล่าวในการบังคับการออกดอกนอกฤดูของมะนาวได้ดีกว่าวิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินในปริมาณของสารถึง 2 เท่าหรือเทคนิคการควั่นและรัดกิ่งต้นอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ในการศึกษาและพัฒนาเทคนิคของการบังคับการออกดอกก่อนฤดูของมะนาวในครั้งนี่ยังพบข้อดีของการลดการใช้สารเคมีดังกล่าวลงได้ถึง 50% ของอัตราแนะนำการใช้สารแพคโคลบิวทราโซล ซึ่งนอกจากทำให้ต้นทุนจากการใช้สารเคมีดังกล่าวลดลงแล้ว ยังลดปัญหาปริมาณของสารเคมีดังกล่าวที่สะสมในดินและในพืชตลอดจนผลตกค้างของสารดังกล่าวต่อความสามารถในการเจริญเติบโตของมะนาวในฤดูกาลและปีต่อไป นอกจากนี้จากการตรวจและติดตามผลกระทบจากการควั่นกิ่งต้นพบว่ารอยแผลที่ถูกควั่นและรัดด้วยเชือกและลวดเนื้อเยื่อสามารถเจริญเชื่อมกันได้ดีภายในระยะเวลา 3-4 เดือนหลังจากการปลดเชือกและลวดหรือเมื่อมะนาวออกดอกแล้ว

อย่างไรก็ตามยังได้ศึกษาผลกระทบต่อต้นมะนาวที่ได้รับวิธีการต่างๆในการบังคับการออกดอกก่อนฤดูกาลในความสามารถออกดอกและติดผลได้ตามฤดูกาลของปีในระยะเวลาต่อมา ซึ่งพบว่าต้นมะนาวมีความสามารถในการออกดอกและให้ผลผลิตในฤดูกาลได้ลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รับการบังคับการออกดอกนอกฤดูกาล (Table 1 and 2)

นอกจากนี้ยังศึกษาทดลองต่อเนื่องพบว่าเมื่อมีการใช้เทคนิคต่างๆในการบังคับการออกดอกนอกฤดูแก่ต้นทดลองเดิมซ้ำเป็นปีที่สองปรากฏว่าต้นทดลองยังสามารถแสดงการตอบสนองเพื่อการออกดอกและผลนอกฤดูได้ตามปกติเช่นเดียวกับต้น

มะนาวที่ได้รับการบังคับการออกดอกได้ในปีแรก ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าวิจัยต่อไปจึงน่าที่จะมีการศึกษาหาแนวทางควบคุมให้เกิดการกระจายฤดูกาลผลิตมะนาวได้ตลอดปี อีกทั้งยังควรศึกษาพัฒนาเทคนิควิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลที่ดีและเหมาะสมสามารถควบคุมการติดดอกออกผลมะนาวนอกฤดูที่ได้ผลดีมีประสิทธิภาพ เพื่อลดการตกค้างสะสมของสารแพคโคลบิวทราโซลในดิน และในต้นมะนาว ตลอดจนลดปัญหาผลภาวะเป็นพิษต่อสภาพแวดล้อมจากการให้สารดังกล่าว

2. สภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการออกดอกและติดผล

ความสามารถของการออกดอกในฤดูกาลของต้นมะนาวแตกต่างกันบ้างในแต่ละปี ทั้งนี้อาจเนื่องจากปัจจัยภายใน เช่น สภาพสรีระของต้นพร้อมต่อการให้ผลผลิตได้ อายุและขนาดของต้น เป็นต้น และปัจจัยสภาพแวดล้อมของฤดูกาลออกดอกในปีต่างๆได้แก่สภาพอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้ง หรือ สภาพการขาดน้ำ เป็นต้น ที่มีผลชักนำให้เกิดขบวนการพัฒนาของตาดอกของไม้ผลทั่วไปได้แตกต่างกัน (วสันต์, 2536; Schaffer et al., 1985; Southwick and Davenport, 1986, 1987) ซึ่งจากการศึกษาในปี พ.ศ. 2542-2543 ถึงแม้ว่าไม่มีข้อมูลความสามารถในการออกดอกได้ในฤดูกาลของต้นมะนาวทดลอง แต่พบว่าผลผลิตในฤดูกาล(ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน)ที่เก็บเกี่ยวได้จากต้นมะนาวที่ไม่ถูกบังคับให้ออกดอกนอกฤดู เฉลี่ยจำนวน 1,446.0 ผลต่อต้น (Table 1) ในขณะที่ในปี พ.ศ. 2543-2544 จากการศึกษาพบว่าต้นมะนาวที่ไม่ถูกบังคับให้ออกดอกนอกฤดูสามารถออกดอกตามฤดูกาล (ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2544)ได้น้อยเฉลี่ยเท่ากับ 20.3 % และให้ผลผลิต

ได้ในฤดูกาล(ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2544)เฉลี่ยจำนวน 293.7 ผลต่อต้น (Table 2) แสดงถึงความสามารถในการออกดอกและติดผลได้ตามฤดูกาลของต้นมะนาวในปี พ.ศ. 2543 มากกว่าความสามารถออกดอกและติดผลได้ตามฤดูกาลของต้นมะนาวในปี พ.ศ. 2544 อย่างมาก น่าจะเป็นผลมาจากการได้รับอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมของภูมิอากาศในช่วงเวลาก่อนและขณะออกดอกตามฤดูกาลระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนมีนาคม 2544 ที่แตกต่างกัน ซึ่งจากรายงานข้อมูลการตรวจสภาพอากาศของสถานีตรวจอากาศเกษตร ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร จ.พิจิตร ปรากฏว่าในปี พ.ศ. 2542-2543 ในช่วงเวลาดังกล่าว อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยสูงสุดระหว่าง 27.2 - 34.8 °ซ. และเฉลี่ยต่ำสุดระหว่าง 17.3 - 22.3 °ซ. และแห้งแล้งนานโดยมีฝนตกน้อย(ปริมาณน้ำฝนรวมระหว่าง 4 เดือนดังกล่าวเท่ากับ 3.1 มม.) (Table 3) จึงมีผลให้ต้นมะนาวสามารถออกดอกได้หนาแน่นมากตามฤดูกาล ในขณะที่ในช่วงเวลาเดียวกันดังกล่าวในปี พ.ศ. 2543-2544 จากข้อมูลการตรวจสภาพอากาศสถานีอุตุวิทยามหาวิทยาลัย กำแพงเพชร ปรากฏว่าอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยสูงสุดระหว่าง 30.5 - 32.9 °ซ. และเฉลี่ยต่ำสุดระหว่าง 20.3 - 24.1 °ซ. และมีฝนตกกระจายทั้ง 4 เดือนดังกล่าว (ปริมาณน้ำฝนรวม 4 เดือนเท่ากับ 87.9 มม.) (Table 4) ทำให้เกิดสภาพความแห้งแล้งน้อยจึงมีผลกระตุ้นการออกดอกของมะนาวได้น้อย ซึ่งสภาพความแห้งแล้งและเย็นของอากาศ และสภาพของการขาดน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการชักนำการออกดอกของไม้ผลทั่วไปโดยเฉพาะพืชตระกูลส้มและมะนาว (Southwick and Davenport, 1986, 1987)

Table 1. Effects of paclobutrazol soil application and cincturing technique on off-season flowering(%) and crop yield(a number of fruit per tree) for 3-4 year-old lime trees grown in the farmer orchards(loamy-sand-soil condition) at Phichit in 1999-2000.

Treatment	Off-season flowering(%) ^{1/}	A number of fruit/tree for off-season crop ^{2/}	A number of fruit/tree for on-season crop ^{3/}
T1. Paclobutrazol soil application at 1g m ⁻¹ tree diameter	57.7 ± 2.3 b	618.4 ± 31.2 c	554.6 ± 62.1 bc
T2. Paclobutrazol soil application at 2g. m ⁻¹ tree diameter	67.7 ± 6.0 ab	879.4 ± 34.2 b	464.0 ± 43.4 bcd
T3. Trunk cinctured and tightened with rope	29.9 ± 4.1 c	622.2 ± 62.4 c	585.6 ± 87.4 b
T4. Trunk cinctured and tightened with wire	22.4 ± 2.8 c	629.2 ± 59.8 c	368.6 ± 60.3 cd
T5. T1 plus T3	82.6 ± 6.3 a	1135.4 ± 27.2 a	334.4 ± 72.9 d
T6. T1 plus T4	76.2 ± 8.0 a	1090.2 ± 66.8 a	417.8 ± 25.1 bcd
T7. Control(non-treated)	17.1 ± 5.6 c	313.2 ± 43.7 d	1446.0 ± 74.6 a
CV (%)	23.4	13.4	25.1

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

^{1/} Data were calculated by a relative ratio between a cumulative number of flowering terminals and the whole tree terminals and were monitored during mid September to mid November, 1999

^{2/} Data were collected during February to April, 2000

^{3/} Data were collected during June to September, 2000

Table 2. Effects of paclobutrazol soil application and cincturing technique on off-season and subsequent on-season flowerings(%) and crop yield(a number of fruit per tree) for 3-4 year-old lime trees grown in the farmer orchards(clay-soil condition) at Kamphaeng Phet in 2000-2001.

Treatment	Off-season flowering (%) ^{1/}	Subsequent on-season flowering (%) ^{1/}	A number of fruit/tree for off-season crop ^{2/}	A number of fruit/tree for on-season crop ^{3/}
T1. Paclobutrazol soil application at 0.5g m ⁻¹ tree diameter	33.6 ± 3.3 c	18.8 ± 2.5 ^{ns}	737.8 ± 35.2 c	270.7 ± 62.1 ^{NS}
T2. Paclobutrazol soil application at 1.0g. m ⁻¹ tree diameter	64.7 ± 1.9 b	17.5 ± 1.0	1129.3 ± 143.4 b	310.8 ± 43.4
T3. Trunk cinctured and tightened with rope	27.0 ± 2.2 c	14.4 ± 1.5	701.0 ± 101.4 c	298.6 ± 87.4
T4. Trunk cinctured and tightened with wire	30.7 ± 3.0 c	14.8 ± 1.0	768.0 ± 37.4 c	256.7 ± 60.3
T5. T1 plus T3	83.8 ± 1.2 a	15.4 ± 1.5	1531.1 ± 171.2 a	262.3 ± 72.9
T6. T1 plus T4	84.0 ± 1.2 a	14.5 ± 1.7	1480.9 ± 181.6 a	262.9 ± 25.1
T7. Control(non-treated)	16.3 ± 1.5 d	20.3 ± 2.4	447.4 ± 86.3 d	293.7 ± 74.6
CV(%)	10.3	26.9	24.3	37.8

NS = not significant

In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

^{1/} Data were calculated by a relative ratio between a cumulative number of flowering terminals and the whole tree terminals and were monitored during early October to mid December, 2000

^{2/} Data were collected during February to May, 2001

^{3/} Data were collected during June to October, 2001

Table 3. Maximum, minimum and mean temperatures and total rainfall at Phichit Horticultural Research Centre, Muang, Phichit between December, 1999 and April, 2000.

Month	Temperature (°C)			Rainfall (mm.)
	Maximum	Minimum	Mean	
December,1999	27.2	17.3	22.3	0.1
January, 2000	31.6	19.6	25.6	0
February, 2000	31.9	20.3	26.1	2.9
March, 2000	34.8	22.3	28.5	0.1
April, 2000	35.0	25.2	30.1	65.6

Table 4. Maximum, minimum and mean temperatures and total rainfall at Meteorological station, Muang, Kamphaeng Phet between December, 2000 and April, 2001.

Month	Temperature (°C)			Rainfall (mm.)
	Maximum	Minimum	Mean	
December, 2000	30.5	20.3	25.4	0
January, 2001	31.2	20.6	25.9	15.2
February, 2001	32.9	21.0	27.0	26.7
March, 2001	32.9	24.1	28.5	46.0
April, 2001	37.7	26.9	32.3	6.5



Figure 1. The trunk cincturing technique for the induction of off-season flowering and subsequent early cropping in line ; the tree was girdled only in the bark part with either a knife or a small saw and then tightened with rope during late July until late August and the rope was taken off when flowering occurred between October and early December.



Figure 2. The lime tree was cinctured and then tightened with rope by the orchard owner in Kampheng Phet province. The effectiveness for flowering induction would be achieved as the paclobutrazol soil application.



Figure 3. The paclobutrazol application technique as a soil drench on the tree base for inducing off-season flowering and cropping in lime ; the chemical dose has been recommended to be at 1.0 gram and 1.5 to 2.0 grams per a meter of canopy diameter for the clay soil and sandy soil growing conditions, respectively.



Figure 4. Early off-season flowering in lime occurred during October to November, such event is observed on the “Panrumpai” tree treated with the technique combination between the cincturing and the paclobutrazol soil application.

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การใช้สารแพคโคลบิวทราโซลและเทคนิคการควั่นและรัดกิ่งต้นเพื่อชักนำให้เกิดการออกดอกและติดผลนอกฤดูกาลของมะนาวพันธุ์แป้นรำไพ อายุระหว่าง 3-5 ปีในสภาพดินร่วนปนทราย ที่สวนเกษตรกร อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร ในปี พ.ศ. 2542-2543 และในสภาพดินเหนียวกร่อง ณ สวนเกษตรกร อ.เมือง จ.กำแพงเพชร ในปี พ.ศ. 2543-2544 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ในสภาพดินร่วนปนทราย การให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินอัตรา 1.0 กรัมต่อทรงพุ่มต้นกว้าง 1 เมตรร่วมกับการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือกหรือลวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตรในระยะกลางเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 มีผลทำให้ต้นมะนาวสามารถออกดอกได้ในเวลา 1 เดือนครึ่งถึง 2 เดือนภายหลังให้ได้รับกรรมวิธีดังกล่าวคือตั้งแต่ต้นเดือนกันยายนถึงกลางเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2542 และพบว่าเปอร์เซ็นต์การออกดอกสูงสุดเฉลี่ย 82.6 และ 76.2% ตามลำดับ เป็นผลให้เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2543 ในปีถัดมาสูงสุดเฉลี่ย เท่ากับ 362.5 และ 348.1% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ไม่มีการบังคับการออกดอก (control = 313.2 ผลต่อต้น) วิธีการให้สารแพคโคลบิวทราโซลร่วมกับการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือกหรือลวดทั้ง 2 วิธีการดังกล่าวข้างต้น ให้เปอร์เซ็นต์การออกดอกและจำนวนผลผลิตต่อต้นที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

2. ในสภาพดินเหนียว การให้สารแพคโคลบิวทราโซลทางดินอัตรา 0.5 กรัมต่อทรงพุ่มต้นกว้าง 1 เมตรร่วมกับการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วย

เชือกและด้ายลวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 มม. ในระยะกลางเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 มีผลทำให้ต้นมะนาวสามารถออกดอกได้ในเวลา 1 เดือนครึ่งถึง 2 เดือนภายหลังให้ได้รับกรรมวิธีดังกล่าวคือตั้งแต่ต้นเดือนตุลาคมถึงต้นเดือนธันวาคม พ.ศ. 2543 และพบว่าออกดอกได้สูงสุดเฉลี่ย 83.8 และ 84.0%ตามลำดับ เป็นผลให้ได้ผลผลิตเก็บเกี่ยวได้ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2544 ในปีถัดมาสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 342.2 และ 331% ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ไม่มีการบังคับการออกดอก (control 447.4 ผลต่อต้น)

การใช้สารแพคโคลบิวทราโซล ทางดินอัตรา 1.0 กรัม และ 0.5 กรัม/ทรงต้น 1 เมตรในสภาพดินร่วนปนทรายและดินเหนียวตามลำดับร่วมกับการควั่นและรัดกิ่งต้นด้วยเชือกหรือลวดสามารถชักนำให้เกิดการออกดอกและติดผลนอกฤดูของมะนาวที่ได้ผลดีทั้งในสภาพดินร่วนปนทรายและดินเหนียว วิธีการรัดกิ่งต้นด้วยลวดจะทำให้สะดวกและรวดเร็ว เกิดความกระชับแน่นได้ดีกว่าการรัดด้วยเชือก แต่ภายหลังจากรัดกิ่งต้น 1 เดือนครึ่งถึง 2 เดือน เมื่อมะนาวออกดอกจะต้องทำการปลดเชือกหรือลวดออก การปลดเชือกจะทำให้สะดวกและรวดเร็วกว่าการปลดลวด ในกรณีที่บางต้นไม่ได้ทำการปลดลวดหรือเชือก เมื่อใช้วิธีการรัดกิ่งต้นด้วยลวด เวลานานขึ้นจะก่อให้เกิดความเสียหายกับต้นมะนาวได้ โดยจะทำให้การประสานกันของเนื้อไม้บริเวณรอยควั่นจะยาวนานขึ้นอีกทั้งต้นมะนาวจะเกิดการหักลงตรงบริเวณรอยควั่นที่มีลวดรัดอยู่ได้ง่าย ส่วนวิธีการรัดกิ่งต้นด้วยเชือกเชือกสามารถผูกพันและขาดสลายตัวไปเองได้ จะไม่ก่อให้เกิดผลกระทบสร้างความเสียหายต่อต้นมะนาวที่ตามมาในภายหลังอย่างเช่นลวด

เอกสารอ้างอิง

- อึ้งช่วยเจริญ วสันต์ ผ่องสมบูรณ์ ปิตุคมน์ พืชดำรงกุล และชำนาญ ทองกลัด.2539. การศึกษาปริมาณการใช้สารพาคโคลบิวทราโซลทางดิน และช่วงเวลาการให้สาร ไทโอยูเรียต่อการออกดอกและให้ผลผลิต มะนาวนอกฤดูฤดูกาล. หน้า 328-329. ใน รายงานผลการวิจัยประจำปี 2540, ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร, สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.
- อึ้งช่วยเจริญ และวสันต์ ผ่องสมบูรณ์. 2542. คำแนะนำเทคนิคการผลิตมะนาวฤดูแล้ง. เอกสารเผยแพร่วิชาการ, ศูนย์วิจัยพืชสวนพิจิตร, สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร. 2 หน้า.
- นฤมล บัณฑิตทัศนานนท์. 2540. อิทธิพลของสารพาคโคลบิวทราโซลต่อการการออกดอกของมะนาวพันธุ์แป้นในฤดูฝน 1.การให้สาร โดยไม่มีการปลิดผล .ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 29 หน้า.
- พีรเดช ทองอำไพ. 2532. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 179 หน้า.
- พาวิน มะโนชัย วรินทร์ สุทนต์ วินัย วิริยะอลงกรณ์ เสกสนต์ อุสสทนานนท์ และ นภดล จรัสสัมฤทธิ์. 2543. ผลของการควั่นกิ่งต่อการออกดอกของลำไยพันธุ์เพชรสาครทะวาย. *วารสารเกษตร* : 171-123.
- วสันต์ ผ่องสมบูรณ์. 2536. ปัจจัยควบคุมการออกดอกและติดผลของพืชตระกูลส้ม. วิทยาสารสถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร 14 : 61-64.
- สัจจา บรรจงศิริ.2533.ผลของการควั่นกิ่งและการใช้สารพาคโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกของมะนาวแป้น.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 67หน้า.
- โสฬส แซ่ลิ่ม พีรเดช ทองอำไพ และลพ ภาฎตานนท์. 2532. ผลของพาคโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกและติดผลของมะนาว. รายงานผลการวิจัยสาขาพืช. หน้า 409-414. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 27, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. วันที่ 30 มกราคม- 1 กุมภาพันธ์ 2529.
- อำนาจ สิงห์ทมล .2541.อิทธิพลของสารพาคโคลบิวทราโซลต่อการออกดอกและติดผลของมะนาวพันธุ์แป้นเมื่อมีการปลิดผลบนต้นออกก่อนการให้สาร. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวนวิทยาเขตกำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 33 หน้า.
- Blaikie S.J., J. Leonardi W.J. Muller N. Scott Steele and E.K.Chacko. 1999. Effect of cincturing and chemical treatments on growth and yield of mango cv. Kensington Pride. Working Abstract & Programme, the Sixth International Mango Symposium, April 6-9, 1999, Pattaya, Thailand. 96 p.

- Davenport, T.L. and R. Nunez-Elisea 1997. Reproductive Physiology. Pages 69-146. *In* R.E.Litz.(ed.) The Mango, Botany, Production and Uses. CAB international, the University Press, Cambridge, London.
- Goldschmidt E.E., N. Aschkenazi Y. Herzano A.A. Schaffer and S.P. Monselise. 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Scientia Hort.* 26 :159-166.
- Menzel, C.M. 1983. The control of floral initiation in lychee. *A review, Scientia Hort.* 21 : 201-215.
- Pongsomboon W., P. Thayamanonda and P. Anupunt. 1999. Effects of cincturing, Sirocare and paclobutrazol applications on flowering and fruiting of cvs. Khieo Sawoei and Nam Dokmai mangoes. Pages 17-27. *In* Annual Report 1998/99. Flowering Behaviour and Subsequent Productivity of Mango.
- Schaffer, A.A., E.E. Goldchmidt, R. Goren and D.Galili. 1985. Fruit set and carbohydrate status in alternate and nonalternate bearing citrus cultivars. *J. Amer. Soc.Hort. Sci.* 110 : 574-578.
- Southwick, S.M. and T.L. Davenport. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. *Plant Physiol .* 81 : 26-29.
- Southwick, S.M. and T.L. Davenport. 1987. Modification of the water stress-induced floral response in 'Tahiti' lime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 : 231-236.