



วิทยานิพนธ์

ผลของระยะเวลาการพ่นเอทีฟอนต่อคุณภาพผลลึบประดพันธุ์ปัตตาเวีย
และกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส

EFFECT OF APPLICATION TIME OF ETHEPHON ON
PINEAPPLE (*Ananas comosus* (L.) Merr. cv. pattavia) FRUIT
QUALITY AND SUCROSE PHOSPHATE SYNTHASE
ACTIVITY

นายสุพจน์ เชื้อกุลา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

ปริญญา

พฤกษศาสตร์

พฤกษศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของระยะเวลาการพ่นเอทีฟอนต่อคุณภาพผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและกิจกรรมของ
เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส

Effect of Application Time of Ethephon on Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr. cv.
pattavia) Fruit Quality and Sucrose Phosphate Synthase Activity

นายผู้วิจัย นายสุพจน์ เชื้อกุลา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์นรินทร์ จันทวงศ์, Dr. nat. tech.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์มาลี ณ นคร, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมศักดิ์ อภิสิทธิ์วานิช, Dr. Agr. Sci.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สุรียา ตันติวิวัฒน์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉกหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของระยะเวลาการพ่นเอทีฟอนต่อคุณภาพผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและกิจกรรมของเอนไซม์
ซูโครสฟอสเฟตซินเทส

Effect of Application Time of Ethephon on Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr. cv. pattavia)
Fruit Quality and Sucrose Phosphate Synthase Activity

โดย

นายสุพจน์ เชื้อกุลา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤษศาสตร์)

พ.ศ. 2550

สุพจน์ เชื้อกุลลา 2550: ผลของระยะเวลาการพ่นเอทีฟอนต่อคุณภาพผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและ
กิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส วิทยาลัยวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) สาขา
พฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ ประชานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์นรินทร์ จันทวงศ์,
Dr. nat. tech. 128 หน้า

เอทีลีนเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่ใช้ในการเร่งการสุกแก่ของผลสับปะรด บทบาทของเอ
ทีลีนที่มีต่อการสุกแก่ของผลสับปะรดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาพัฒนาการของผล การใช้สารเอที
ฟอนซึ่งสามารถปลดปล่อยเอทีลีนเมื่อเข้าสู่ต้นสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นสูงจะทำให้มีน้ำหนักผล เส้นผ่าน
ศูนย์กลางแกนผล ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางผลและปริมาณ TSS ลดลง ขณะที่ปริมาณ TA เพิ่มขึ้น ส่วนความ
เข้มข้นต่ำจะทำให้ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างในปริมาณ TA และสัดส่วนของ TSS/TA ส่วน
ระยะพัฒนาการของผลที่ควรใช้สารเอทีฟอนยังไม่มีรายงานการศึกษา ดังนั้นในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ
ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการพ่นสารเอทีฟอนเพื่อเร่งให้ผลสับปะรดสุกแก่พร้อมกันและไม่ทำให้คุณภาพ
ผลลดลง ตลอดจนการศึกษาอิทธิพลของเอทีฟอนต่อกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสและการ
เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลในผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งวางแผนการทดลองแบบ split plot design in
randomized complete block ประกอบด้วยปัจจัยหลักได้แก่ ความเข้มข้นของสารเอทีฟอน (48% w/v) ที่ 0 และ
250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14, 16, 18 และ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ในปัจจัย
หลักได้แบ่งออกไปเป็น 4 ส่วนย่อยเพื่อศึกษาผลของปัจจัยรองคือ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลทุก ๆ สองสัปดาห์
หลังจากพ่นสารหลังพ่นสาร จากการศึกษาพบว่าการใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่น
ให้แก่ผลสับปะรดจะทำให้มีปริมาณ TSS สัดส่วนของ TSS/TA ปริมาณน้ำตาลซูโครส กิจกรรมของเอนไซม์
ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวมและสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีน
รวมเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS สัดส่วนของ TSS/TA และปริมาณน้ำตาลซูโครสเกิดขึ้นในผล
ระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก การพ่นสาร
เอทีฟอนความเข้มข้นดังกล่าวไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักผล ความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลาง
ผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ปริมาณ TA ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อผล ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส
การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลซูโครสมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS และสัดส่วนของ
TSS/TA แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส การใช้เอทีฟอนในระยะ 18
สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะเก็บเกี่ยวผลเร็วขึ้นประมาณ 7 วัน

Suphot Chuakula 2007: Effect of Application Time of Ethephon on Pineapple

(*Ananas comosus* (L.) Merr. cv. pattavia) Fruit Quality and Sucrose Phosphate Synthase Activity.

Master of Science (Botany), Major Field: Botany, Department of Botany. Thesis Advisor:

Associate Professor Nirun Juntawong, Dr. nat. tech. 128 pages.

Ethylene, a naturally plant growth regulator, was used to accelerate pineapple fruit ripening. It has been cited that the concentration and application time of ethephon (ethylene releasing agents) affected fruit ripening. Using high concentration of ethephon decreased fruit weight, fruit core, fruit length, fruit width and TSS content, while TA content increased. At lower concentration, ethylene increased TSS content but it had no effect on TA content and TSS/TA ratio. For the ethephon application, the suitable time was not reported. The experiment was conducted to find out an appropriate time for ethephon application to hasten fruit ripening without the reduction of fruit quality and yield, and to monitor effects of ethephon on sucrose phosphate synthase activity and sugar contents in fruits. The field experiment was conducted using split plot in randomized complete block design. In the main plot, the plants were sprayed with ethephon (48% w/v) of 2 concentration levels, 0 and 250 mg/l respectively. Each plot was further divided into 4 subplots, for applying ethephon at different times after fruit induction; 14, 16, 18 and 20 weeks-after-forcing (WAF). The fruits were harvested every two weeks after applying ethephon, until the fruits reached their age of 22 WAF. Spraying ethephon at concentration of 250 mg/l increased TSS content, TSS/TA, sucrose content, sucrose phosphate synthase activity, total protein content and sucrose phosphate synthase/total protein content, while it had no effect on fruit weight, fruit length, fruit width, fruit core, TA content, pH, glucose content and fructose content. The application of ethephon at 16 and 18 WAF increased TSS, TSS/TA and sucrose content. The increase of sucrose content was positively correlated to the increase of TSS content and TSS/TA ratio, while sucrose phosphate synthase activity had negative correlation to the increase of sucrose. Using ethephon 250 mg/l at 18 WAF could shorten the fruit harvesting time about 7 days.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. นิรันดร์ จันทวงศ์ ประธานกรรมการที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ สนับสนุนเงินทุนวิจัยในการจัดหาสารเคมีและเครื่องมือสำหรับการวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี รองศาสตราจารย์ ดร. มาลี ณ นคร กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอกและรองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ อภิสิทธิ์วานิช กรรมการที่ปรึกษาวิชารองที่ให้คำแนะนำ แก้ไขและให้ข้อคิดในการเขียนวิทยานิพนธ์ จนทำให้การวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ทุกคนที่ช่วยให้กำลังใจและการสนับสนุน ส่งเสริมการศึกษาแก่ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณ คุณมนัสและคุณงามนิจ ชื่นบุญงาม คุณศศิธร พุทธรักษ์ ที่ให้ความช่วยเหลือการทำวิจัยและให้คำแนะนำ ข้อคิดต่าง ๆ ในการเขียนวิทยานิพนธ์ ครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณสุภาพร ชุมพงษ์ นักวิชาการสถานีทดลองวิจัยพืชสวน จังหวัดเพชรบุรี ที่ให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสับปะรดตลอดจนการจัดหาสถานที่ทดลองวิจัย

ขอขอบคุณ คุณกาญจน์ คุ่มทรัพย์ คุณพัชรินทร์และพี่ ๆ น้อง ๆ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา ตลอดจนเพื่อนที่อยู่ภาควิชาพันธุศาสตร์ ซึ่งให้ความช่วยเหลือในการวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุพจน์ เชื้อกุล

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(13)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	28
ผล	28
วิจารณ์	59
สรุปและข้อเสนอแนะ	64
สรุป	64
ข้อเสนอแนะ	65
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	66
ภาคผนวก	75

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตของผลสับปะรด 8 ระยะ	12
2	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางผล	30
3	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางผล	31
4	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางผล	32
5	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางผล	33
6	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA และ pH ของน้ำคั้น	37
7	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA และ pH ของน้ำคั้น	38

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
8	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA และ pH ของน้ำคั้น	39
9	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA และ pH ของน้ำคั้น	40
10	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และ ซูโครส	45
11	การใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรดใน ระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์ หลังการบังคับดอก ที่มีต่อสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA และ ซูโครส/TA	46
12	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และ ซูโครส	47
13	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อสัดส่วนของปริมาณน้ำตาลกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA และซูโครส/TA	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และ ชูโครส	49
15	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อสัดส่วนของปริมาณน้ำตาลกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA และชูโครส/TA	50
16	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และ ชูโครส	51
17	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อสัดส่วนของปริมาณน้ำตาลกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA และชูโครส/TA	52
18	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอกที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวม และเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อโปรตีนรวม	55
19	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอกที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวม และเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อโปรตีนรวม	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอกที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวม และเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อโปรตีนรวม	57
21	ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรด ในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอกที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวม และเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อโปรตีนรวม	58
 ตารางผนวกที่		
1	การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอน ในระยะเวลาแตกต่างกัน	87
2	การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	87
3	การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	88
4	การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	88
5	การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลสับปะรด เมื่อได้รับการ พ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	89
6	การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอที ฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลา แตกต่างกัน	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
7 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	90
8 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	90
9 การวิเคราะห์ทางสถิติของความยาวผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	91
10 การวิเคราะห์ทางสถิติของความยาวผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	91
11 การวิเคราะห์ทางสถิติของความยาวผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	92
12 การวิเคราะห์ทางสถิติของความยาวผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	92
13 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	93
14 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	93
15 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	94
16 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	94

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
17 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TSS ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	95
18 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TSS ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	95
19 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TSS ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	96
20 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TSS ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	96
21 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	97
22 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	97
23 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	98
24 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	98
25 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วน TSS/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
26 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วน TSS/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	100
27 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วน TSS/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	101
28 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วน TSS/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	102
29 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	102
30 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	103
31 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	104
32 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	105
33 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคสภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	105
34 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
35 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	106
36 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	107
37 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตสภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	107
38 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	108
39 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	108
40 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	109
41 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครสภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	109
42 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	110
43 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	110

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
44 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	111
45 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	111
46 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	112
47 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	113
48 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	113
49 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	114
50 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	115
51 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	116
52 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
53 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	117
54 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	118
55 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	119
56 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครส/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	120
57 การวิเคราะห์ทางสถิติของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	121
58 การวิเคราะห์ทางสถิติของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	121
59 การวิเคราะห์ทางสถิติของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	122
60 การวิเคราะห์ทางสถิติของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	122
61 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนรวมภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	123

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
62 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนรวมภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	123
63 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนรวมภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	124
64 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนรวมภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	124
65 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วนเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน	125
66 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วนเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	125
67 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วนเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	126
68 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วนเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน	127

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กลไกการทำงานของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส	20
ภาพผนวกที่	
1 กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณสารละลายกลูโคสมาตรฐานและพื้นที่ใต้กราฟ เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้คอลัมน์ Alltima Amino Column 100A 5u ที่มี acetonitrile ค่อน้ำกลั่น deionize ในอัตราส่วน 77 ต่อ 23 เป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที	78
2 กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณสารละลายฟรุคโตสมาตรฐานและพื้นที่ใต้กราฟ เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้คอลัมน์ Alltima Amino Column 100A, 5u ที่มี acetonitrile ค่อน้ำกลั่น deionize ในอัตราส่วน 77 ต่อ 23 เป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที	79
3 กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณสารละลายซูโครสมาตรฐานและพื้นที่ใต้กราฟ เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้คอลัมน์ Alltima Amino Column 100A 5u ที่มี acetonitrile ค่อน้ำกลั่น deionize ในอัตราส่วน 77 ต่อ 23 เป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที	80
4 ความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนแสงและสารละลายซูโครสมาตรฐาน	84
5 ความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนแสงและสารละลายโปรตีนมาตรฐานของ bovine serum albumin (BSA)	86
6 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ (ก) ปริมาณน้ำฝน (ข) และความชื้นสัมพัทธ์ (ค) ทุก 1 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จนถึงการเก็บเกี่ยวผล ณ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืช และปัจจัยการผลิตเพชรบุรี ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี	128

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A	=	application
a.i.	=	active intergradient
BSA	=	bovine serum albumin
CWI	=	cell wall invertase
DMRT	=	Duncant's multiple range tests
DTT	=	DL-dithiothreitol
E0	=	ethephon 0 milligramme per litre
E250	=	ethephon 250 milligramme per litre
E-64	=	trans-expoxysuccinyl-L-leucylamido-(4-guanidino) butane
EDTA	=	ethylene diamine tetraacetic acid
ELSD	=	evaporative light-scattering detector
e	=	ethephon
<i>et al.</i>	=	et. Alli (Latin), others
F/TA	=	fructose per titratable acid
FW	=	fresh weight
F-6-P	=	fructose-6-phosphate
G/TA	=	glucose per titratable acid
G-6-P	=	glucose-6-phosphate
g	=	gram
H	=	harvest
HPLC	=	high performance liquid chromatography
h	=	hour
KOH	=	potassium hydroxide
l	=	litre
mg	=	milligram
mM	=	millimolar
MOPS	=	3-[N-morpholino] propanesilfonic acid
Na-K	=	sodium-potassium tartrate

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

NaOH	=	sodium hydroxide
PMSF	=	phenylmethylsulfonyl fluoride
PP2A	=	protein phosphatase type 2A
PVPP	=	polyvinylpolypyrrolidone
R	=	repplication
S/TA	=	sucrose per titratable acid
SPP	=	sucrose phosphate phosphatase
SPS	=	sucrose phosphate synthase
TA	=	titratable acid
TSS	=	total soluble solids
UDP	=	uridine diphosphate
UDPG	=	uridine 5' -diphosphoglucose
w/v	=	weight by volume

**ผลของระยะเวลาการพ่นเอทีฟอนต่อคุณภาพผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและกิจกรรม
ของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส**

**Effect of Application Time of Ethephon on Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.
cv. pattavia) Fruit Quality and Sucrose Phosphate Synthase Activity**

คำนำ

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทยที่มีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ประเทศไทยมีการส่งออกสับปะรดทั้งในรูปของผลสดและผลิตภัณฑ์แปรรูปเป็นอันดับหนึ่งของโลก ซึ่งสร้างรายได้ให้กับประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท สับปะรดมีการเพาะปลูกอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ปัจจุบันภาคตะวันตกมีการเพาะปลูกสับปะรดมากที่สุด ซึ่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์และเพชรบุรีมีพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดมากกว่า 50% ของพื้นที่เพาะปลูกพืชทั้งหมด รองลงมาเป็นภาคตะวันออกที่มีพื้นที่เพาะปลูกอยู่ในแถบจังหวัดชลบุรีและระยอง สับปะรดที่เพาะปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 5 พันธุ์ คือ ปัตตาเวีย นางแล อินทรีชิด ขาว และภูเก็ต โดยสับปะรดที่เกษตรกรไทยนิยมเพาะปลูกกันมากที่สุด คือ พันธุ์ปัตตาเวีย เนื่องจากมีคุณลักษณะของผลที่ดีกว่าพันธุ์อื่น ๆ อีกทั้งยังมีความเหมาะสมต่อการบริโภคผลสดและการส่งโรงงานสับปะรดกระป๋อง (สถาพร, 2539; ประธาน, 2544)

การผลิตสับปะรดสำหรับส่งโรงงานสับปะรดกระป๋องจะต้องใช้พื้นที่และการเพาะปลูกมากกว่าการบริโภคผลสด ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง เนื่องจากสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียเป็นสายพันธุ์ที่มีความแปรปรวนสูง ต้นสับปะรดมีการเกิดดอกและสุกแก่ได้ไม่พร้อมเพรียงกัน เกษตรกรจึงต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตจำนวนหลาย ๆ ครั้งจนกว่าจะหมดทั่วทั้งแปลงเพาะปลูก ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายแรงงานและขนส่งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตสับปะรดในแต่ละครั้งสูงขึ้นด้วย ต่อมาเกษตรกรได้หันมาใช้สารเคมีในการบังคับดอกและบังคับผลเพื่อทำให้ต้นสับปะรดเกิดดอกพร้อมกันและผลสุกแก่เร็วขึ้น สารเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้กันมากที่สุด คือ เอทีฟอน ซึ่งเป็นสารละลายที่มีการปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมาได้ อิทธิพลของก๊าซเอทิลีนสามารถทำให้ผลไม้สุกแก่และเสื่อมสภาพ การใช้สารเอทีฟอนพ่นให้แก่ผลสับปะรดสามารถทำให้ผลสุกแก่ได้ โดยผลสับปะรดที่ได้รับการพ่นสารเอทีฟอนจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและผลเกิดการสุกแก่ ถึงแม้การใช้สารเอทีฟอนพ่นให้แก่ผลสับปะรดที่โตเต็มที่ก็จะทำให้ผลสุกแก่เร็วขึ้นและมีจำนวนครั้งของการเก็บ

เกี่ยวผลลดลง อีกทั้งเกษตรกรสามารถนำผลสับปะรดส่งโรงงานสับปะรดกระป๋องเร็วขึ้น แต่การใช้เอทีฟอนพ่นให้แก่ผลสับปะรดที่ยังสุกแก่ไม่เต็มที่จะทำให้มีคุณภาพผลลดลงได้ โดยสับปะรดจะมีความหวานลดลงและปริมาณกรดเพิ่มขึ้น (จินดารัฐ, 2544) ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของโรงงานสับปะรดกระป๋อง

ความหวานเป็นปัจจัยสำคัญในการบ่งชี้ถึงคุณภาพผล ผลไม้ที่มีคุณภาพดีจะต้องเป็นผลที่สุกแก่เต็มที่และมีความหวานสูง ความหวานของผลไม้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณ TSS โดยผลสับปะรดในระยะผลสุกแก่จะมีปริมาณ TSS สูงกว่าระยะผลอ่อน ปริมาณ TSS จะประกอบด้วยปริมาณน้ำตาลและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ปะปนอยู่ร่วมกัน น้ำตาลที่พบในผลสับปะรด ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส โดยผลสับปะรดในระยะสุกแก่จะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงกว่าน้ำตาลฟรุคโตสและกลูโคส ตามลำดับ กระบวนการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสของพืชจะเกี่ยวข้องกับการเอนไซม์ 3 ชนิด คือ ซูโครสซินเทส ซูโครสฟอสเฟตซินเทสและอินเวอร์เทส โดยเอนไซม์ซูโครสซินเทสและอินเวอร์เทสจะทำหน้าที่ในการสลายน้ำตาลซูโครสไปเป็นกลูโคสและฟรุคโตส ส่วนเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสทำหน้าที่รวมน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสให้เป็นน้ำตาลซูโครส แต่กระบวนการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสในผลไม้จะมีเพียงกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสซินเทสและซูโครสฟอสเฟตซินเทสเท่านั้น ในการทดลองครั้งนี้เลือกที่จะทำการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสมากกว่าซูโครสซินเทสเพราะเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสโดยตรง เนื่องจากการใช้สารเอทีฟอนพ่นให้แก่ผลสับปะรดสามารถทำให้ผลสุกแก่เร็วขึ้นและมีคุณภาพผลลดลงโดยเฉพาะความหวาน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้อาจจะไปมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสในการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครส ในการทดลองครั้งนี้ได้ตั้งสมมติฐานว่า การใช้สารเอทีฟอนสามารถทำให้ผลสับปะรดสุกแก่เร็วขึ้นโดยไม่ทำให้คุณภาพผลลดลงได้ ซึ่งจะเป็นแนวทางที่สำคัญสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการบังคับผลสับปะรดให้ผลสุกแก่เร็วขึ้นและมีคุณภาพผลเป็นที่ต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการฟนสารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการเร่งการสุกแก่และการเก็บเกี่ยวผลลัับประดพันธุ์ปดตาเวียได้พร้อมกันโดยไม่ทำให้คุณภาพผลลดลง
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำตาลชูโครสและกิจกรรมเอนไซม์ชูโครสฟอสเฟตซินเทสในผลลัับประดพันธุ์ปดตาเวียที่ได้รับการฟนสารเอทีฟอน

การตรวจเอกสาร

สับปะรด

สับปะรดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus* (L.) Merr. จัดอยู่ในวงศ์ Bromeliaceae เป็นพืชที่พบได้ในเขตร้อนของอเมริกา ตอนใต้ของบราซิล ปารากวัยและตอนเหนือของอาร์เจนตินา (Laison-Cabot, 1992; Paull, 1997) สับปะรดจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีอายุหลายปีอวบน้ำและสามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่แห้งแล้ง (Bartholomew and Malezieux, 1994) ใบมีลักษณะเรียวยาวเป็นร่องโค้งและเรียงตัวรอบแกนกลางของลำต้น ผิวใบด้านล่างมีขนปกคลุมซึ่งจะอยู่บนร่องปากใบ จำนวนของปากใบมีน้อยและรูเปิดมีขนาดเล็ก (Paull, 1997) ดอกของสับปะรดเป็นแบบ spike-like inflorescence มีดอกย่อยและแบร็กต์เชื่อมติดกันเกือบสมบูรณ์และอยู่รวมกันบนแกนของช่อดอก ช่อดอกแต่ละช่อจะประกอบด้วยดอกย่อยจำนวน 100-200 ดอก โดยดอกย่อยจะมีความสมบูรณ์เพศ ซึ่งประกอบด้วยใบประดับจำนวน 1 ใบ กลีบเลี้ยงจำนวน 3 กลีบ กลีบดอกจำนวน 3 กลีบ เกสรเพศผู้จำนวน 6 อัน มีการเรียงเป็น 2 วง แต่ละวงมี 3 อัน เกสรเพศเมียจำนวน 1 อัน มีปลายยอดแยกเป็น 3 แฉกและรังไข่มี 3 ช่อง ภายในดอกย่อยจะมีต่อมน้ำหวาน 3 ต่อม อยู่ในบริเวณผนังกันช่องของรังไข่ เรียกว่า septum gland ภายหลังจากดอกบานแล้วส่วนของกลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียจะแห้งติดคงทนอยู่กับส่วนของดอก เมื่อมีการเจริญเติบโตมากขึ้น ส่วนของผนังรังไข่ดอกย่อยจะขยายตัวมาเรียงชิดติดกันบนแกนช่อดอกแล้วพัฒนาเป็นผล ผลของสับปะรดจัดเป็นผลรวม (multiple fruit) ที่ไม่ผสมตัวเอง (self-incompatibility) เนื่องจากหลอดเรณู (pollen tube) ไม่สามารถแทงผ่านก้านเกสรเพศเมียเข้าไปในรังไข่ได้ ผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียจะไม่ติดเมล็ด แต่ถ้าผสมข้ามสายพันธุ์จะติดเมล็ดได้ เมล็ดมีขนาด 3-5 มิลลิเมตร มีความกว้างประมาณ 1-2 มิลลิเมตร เปลือกของเมล็ดหนาแข็งและมีสีน้ำตาล ภายในของเมล็ดมีเอนโดสเปิร์มและเอมบริโอ (จินดารัฐ, 2541)

ชนิดของสับปะรด

สับปะรดในสกุล *Ananas* สามารถจัดจำแนกเป็น 5 ชนิด (จารุพันธ์, 2526; Collin, 1968)

1. *Ananas comosus* (L.) Merr. เป็นสับปะรดที่นิยมเพาะปลูกกันมาก มีความสำคัญทางเศรษฐกิจสำหรับใช้ในการบริโภคทั้งในรูปของผลสดและใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรม สับปะรดกระป๋อง ซึ่งแยกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้ 5 กลุ่ม คือ Spanish, Queen, Abacaxi, Cayenne และ Maipure

2. *Ananas bracteatus* (Lindl.) Schultes เป็นสับปะรดที่มีทรงพุ่มค่อนข้างใหญ่ ใบมีสีเขียว สม่ำเสมอ ขอบใบมีหนามตั้งขึ้น ผลขนาดใหญ่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตรและมีรูปร่างค่อนข้างยาว ในระยะที่ผลสุกแก่ ใบที่ก้านผลและใบประดับของผลย่อยจะมีสีชมพูอมแดง ผลติดเมล็ดเล็กน้อย มีความต้านทานต่อโรครากและโคนเน่า แต่มีข้อเสีย คือ ผลจะมีสีเหลืองขาว มีเชื้อไยมาก ก้านผลยาวและมีจุกจำนวนมาก บางชนิดใบมีลายเป็นแถบสีครีมตามแนวยาว นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ

3. *Ananas erectifolius* (L. B. Smith) หรือ *A. lucidus* (Miller) Mez. สับปะรดชนิดนี้มีผลขนาดเล็กความยาวไม่เกิน 15 เซนติเมตร เนื้อผลมีน้อยและติดเมล็ดเล็กน้อย รสชาติของผลไม่ดี ใบมีลักษณะแข็งตั้งตรง ขอบใบเรียบ ยกเว้น ปลายใบที่มีหนามแหลมยาว ปลายยอดมีจุกย่อยอยู่รวมกันเป็นกระจุกและมีตะเกียง เป็นจำนวนมาก ก้านผลยาวและความแข็งแรง ต้านทานต่อโรครากและโคนเน่าได้ หน่อจำนวนมากบริเวณโคนต้น

4. *Ananas ananassoides* (Baker) L. B. Smith. ต้นสับปะรดจะมีขนาดเล็ก ใบมีความกว้างไม่เกิน 3 เซนติเมตร จุกมีความยาวเท่ากับความยาวของผลหรืออาจจะยาวมากกว่า ขอบใบของจุกมีหนามแหลมแข็ง ผลมีขนาดเล็ก ก้านผลยาว ตาย่อยฐานมีเมล็ดติดอยู่เป็นจำนวนมาก เนื้อผลมีสีขาวและมีเชื้อไยมาก ผลมีปริมาณน้ำตาลและกรดสูง กลิ่นและรสชาติดี มีความต้านทานต่อโรครากและโคนเน่าได้ดี สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีความแห้งแล้ง

5. *Ananas nanas* (L. B. Smith) เป็นสับปะรดแคระ ผลขนาดเล็กมีความยาว 1-2 นิ้ว ในระยะที่ผลสุกแก่เปลือกมีสีขาวครีม ใบมีลักษณะสีเขียวอ่อน โคนงอ ขอบใบมีหนาม ใบมีจุกแข็งและมีหนามมาก นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ

สับปะรดพันธุ์ปลูกในประเทศไทย

สับปะรดพันธุ์ปลูกในประเทศไทยมีทั้งหมด 5 พันธุ์ ดังนี้ (เดช, 2535; สถาพร, 2539; ประธาน, 2544)

1. พันธุ์ปัตตาเวีย

สับปะรดพันธุ์นี้จะมีทรงพุ่มสูง 93-120 เซนติเมตร ส่วนของลำต้นที่มีความสูง 20-25 เซนติเมตร ใบมีจำนวน 60-80 ใบ แต่ละใบมีความกว้าง 6.5 เซนติเมตรและความยาว 81-97 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเป็นร่องอยู่ตรงกลาง ผิวใบด้านบนเป็นเงา ใต้ใบมีสีออกเทาเงิน ขอบใบเรียบ

กลางใบมีสีแดงอมน้ำตาล ปลายใบมีหนามเล็กน้อยหรืออาจจะมีตรงขอบใบ ผลมีน้ำหนัก 2.3-3.6 กิโลกรัม เป็นรูปทรงกระบอก ในระยะที่ผลสุกแก่เปลือกจะมีสีเขียวปนดำ ตาหรือผลย่อยจะตั้งแบนกว่าพันธุ์อื่น ๆ ผลย่อยมีขนาด 2-2.5 เซนติเมตรและส่วนด้านในที่ติดกับแกนจะมีขนาดใหญ่ ผลย่อยจะมีกลีบคอกกรองหุ้มอยู่ กลีบเลี้ยงจะอยู่รวมกับกลีบรองดอกทำให้นูนขึ้นเล็กน้อย เนื้อผลมีสีเหลืองซีดหรือเหลืองอ่อน แต่จะมีสีเข้มขึ้นในฤดูร้อน ผลไม่ติดเมล็ด น้ำคั้นของผลสับประดามีความเป็นกรด 0.4-0.7 กรัมต่อน้ำสับประด 100 มิลลิลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 4.0 และอยู่ในช่วง 3.9-4.1 มีความหวานประมาณ 12-16 องศาบริกซ์ จุกมีเพียงจุกเดียว ตะเกียงจะมีตั้งแต่ 0-10 หน่อ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของต้นแม่ หน่อข้างจะเกิดอยู่ที่ซอกใบมีประมาณ 0-3 หน่อและมีความยาว 35-40 เซนติเมตร ผลสับประดที่เหมาะสมแก่การบรรจุกระป๋องควรมีขนาดความกว้าง 4.5-5.0 นิ้ว มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ควรมีน้ำหนักผลอยู่ในช่วง 1.25-1.40 กิโลกรัม

2. พันธุ์นางเลหรือพันธุ์น้ำผึ้ง

จัดเป็นพันธุ์ย่อยของพันธุ์ปัตตาเวีย มีลักษณะของลำต้น ใบ ดอก คล้ายกับพันธุ์ปัตตาเวีย มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ขอบใบไม่มีหนามหรือมีที่ปลายใบเล็กน้อย ผลจะแตกต่างจากพันธุ์ปัตตาเวีย โดยสับประดพันธุ์นางเลจะมีผลรูปร่างเป็นทรงกลม ตาหรือผลย่อยมีจำนวนน้อย แต่ละตามีขนาดใหญ่และนูนกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย ตาไม่ฝงลึก เปลือกบาง เนื้อผลมีรสชาติหวานแหลม มีเยื่อใยต่ำ เนื้อผลมีสีเหลืองเข้ม ผลมีขนาดเล็ก จึงเหมาะสำหรับรับประทานสดเท่านั้น

3. พันธุ์อินทรชิตหรืออินทรชิตแดง

เป็นสับประดพันธุ์ที่มีทรงพุ่มใหญ่มีความแข็งแรงมาก โดยลำต้นเมื่อเจริญเต็มที่就会有ความสูง 90-120 เซนติเมตร ขอบใบมีหนามสีน้ำตาลอมแดงปลายแหลมโค้งงอตลอดขอบใบ ผิวใบด้านบนขนตามทางยาว แต่ผิวใบไม่มันเด่นชัดเท่าพันธุ์ปัตตาเวีย ใบแก่จะมีสีเขียวหรือสีเขียวคล้ำ และมักมีแถบสีม่วงแดงพาดผ่านเป็นแถบตามขอบใบทั้งสองด้าน ใบแก่จะมีปมบนสีน้ำตาลอ่อนกระจายทั่วไป ใบมีจำนวน 35-75 ใบต่อต้น แผ่นใบมีความกว้าง 5 เซนติเมตรและความยาวประมาณ 100-200 เซนติเมตร ตรงกลางใบด้านบนมีสีเขียวคล้ำหรือเขียวอมน้ำตาล ขณะที่ใต้ใบจะมีสีเขียวออกสีขาว ผลของสับประดจะติดอยู่บนก้านผลที่มีความกว้างประมาณ 2 เซนติเมตรและความยาวประมาณ 20-25 เซนติเมตร ใบที่ติดอยู่บนก้านผลมีสีแดง ผลมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก เปลือกผลที่ดิบจะมีสีเขียวอมแดงและเปลี่ยนเป็นสีส้มเมื่อผลสุกแก่จัด ผลมีขนาดเล็ก 0.9-1.8 กิโลกรัมหรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 กิโลกรัม เนื้อผลมีสีเหลืองสด มีเยื่อใยมากและน้ำทั่วทั้งผลรสชาติหวานอ่อน มีความหวาน 10-11 องศาบริกซ์ ปริมาณกรด 0.41-0.42 เปอร์เซ็นต์ ผลมี

ลักษณะเป็นโพล่งที่เกิดจากช่องตาลึก จุกมีความยาว 30-40 เซนติเมตรและมีเพียงจุกเดียวเท่านั้น ตะเกียงติดอยู่ข้างผลมี 3-10 หน่อ หน่อข้างและหน่อดินมีตั้งแต่ 1-3 หน่อ สับปะรดพันธุ์อินทรชิตจะปลูกกระจายอยู่ทั่วไปของประเทศ โดยเฉพาะอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

4. พันธุ์ขาว

สับปะรดพันธุ์นี้จะมีใบคล้ายกับพันธุ์อินทรชิต แต่ใบมีสีเขียวอมเหลืองหรือสีเขียวใบไม้ ซึ่งบางต้นอาจจะมีสีม่วงพาดตามยาว ขอบใบมีหนามสีเขียวอ่อน ผลมีขนาดปานกลาง มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.85 กิโลกรัม รูปทรงกระบอก ก้านผลยาว 20-25 เซนติเมตร ใบประดับที่ก้านผลมีสีเหลืองอมเขียวเหมือนกับกลีบเลี้ยง เนื้อผลมีสีเหลืองทองแต่มีสีอ่อนกว่าพันธุ์อินทรชิต มีความหวาน 12.5-12.8 องศาบริกซ์ ตาลึกทำให้ผลฟาม จุกมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์อินทรชิต ตะเกียงมีตั้งแต่ 0-3 หน่อและหน่อข้างมีตั้งแต่ 0-2 หน่อ สับปะรดพันธุ์ขาวจะมีรสชาติเปรี้ยวกว่าพันธุ์อินทรชิต

5. พันธุ์ภูเก็ตหรือพันธุ์วี

สับปะรดพันธุ์นี้จะมีทรงพุ่มเล็กกว่าพันธุ์อินทรชิต มีความสูงจากพื้นดินจนถึงยอดจุกประมาณ 66 เซนติเมตร ใบมีความยาวเฉลี่ย 53 เซนติเมตร โคนใบมีสีเขียวตองอ่อนมีแถบสีแดงตรงกลางและปลายใบ ใบจะเล็กกว่าพันธุ์อินทรชิตและพันธุ์ขาว ขอบใบมีหนามเรียงตัวไม่เป็นระเบียบและมีสีชมพูอมแดง ก้านผลมีสีแดงอมชมพูและสั้น 7-12 เซนติเมตร ผลย่อยนูนเด่นชัด กลีบเลี้ยงที่อยู่ด้านบนจะมีสีแดงปนชมพู ผลมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผลมีความยาวและมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ตาลึกเฉลี่ย 1.37 เซนติเมตรและเป็นตาลึกที่สุดในจำนวน 5 พันธุ์ เนื้อผลมีสีเหลืองสม่ำเสมอทั่วทั้งผล มีปริมาณเส้นใยในเนื้อผลต่ำมาก เนื้อผลกรอบ มีความหวาน 16.2-18.2 องศาบริกซ์และมีปริมาณกรด (กรดซิตริก) 0.54-0.68 เปอร์เซ็นต์ แกนผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่และเนื้อผลมีโพรงมาก

คุณภาพสับปะรดสด

มนตรี (2535) กล่าวว่า ตลาดสับปะรดจะมีความต้องการผลผลิตที่แตกต่างกัน สับปะรดที่มีคุณภาพดีและเป็นที่ต้องการของตลาดจะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ คือ ขนาดของผล รูปทรง สีเปลือก ความสุกแก่ รสชาติและการบรรจุหีบห่อ โดยในตลาดแถบยุโรปจะแบ่งขนาดและน้ำหนักของสับปะรดออกเป็น 5 เกรด คือ A_1 มีน้ำหนัก 1,800-2,300 กรัม A_2 มีน้ำหนัก 1,500-1,800 กรัม A_3 มีน้ำหนัก 1,100-1,500 กรัม A_4 มีน้ำหนัก 1,100-1,500 กรัมและ A_5 มีน้ำหนัก 900-1,100 กรัม ส่วนการแบ่งจากสีเปลือกสับปะรดจะแบ่งออกเป็น 3 เบอร์ คือ M_1 ผิวเปลือกมีสีเขียวอมเหลือง M_2 ผิว

เปลือกมีสีเหลืองอมเขียวและ M_3 ผิวเปลือกมีสีเหลืองทั่วทั้งผล ผลสับปะรดจะต้องมีความหวาน 14-16 องศาบริกซ์ ปราศจากโรคและแมลง ตลาคเอเชียต้องการสับปะรดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผล 12.5-14 เซนติเมตร ความยาวผล 16-20 เซนติเมตร ความยาวจุก 2-5 เซนติเมตร (บางประเทศต้องการ 10-15 เซนติเมตร) น้ำหนักผลมีขนาด 1.6-2.5 กิโลกรัม มีความหวาน 16-17 องศาบริกซ์ ก้านผลยาว 2 เซนติเมตร มีการบรรจุหีบห่อในกล่องกระดาษที่ได้มาตรฐาน โดยจะบรรจุสับปะรดได้ไม่เกิน 10 กิโลกรัมต่อกล่องหรือประมาณ 4-8 ผล

ลักษณะพันธุ์ของสับปะรดส่งโรงงานสับปะรดกระป๋องในประเทศไทย

เจริญศักดิ์และคณะ (2535) กล่าวว่า พันธุ์สับปะรดที่โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดในประเทศไทยต้องการจะต้องมีลักษณะพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง มีความต้านทานต่อโรค root rot และ heart rot ได้ ใบมีหนามน้อย อุณหภูมิและช่วงความยาวของวันมีอิทธิพลต่อการออกดอกน้อย ผลเป็นรูปทรงกระบอก เนื้อผลปราศจากโรค มีคุณภาพของผลดี ปริมาณกรดสูง (ประมาณ 0.4-0.6%) ความหวานน้อย (12-14 องศาบริกซ์) อัตราส่วนระหว่างความหวานต่อปริมาณกรดเท่ากับ 20-25 มีโพรง (porosity) ในเนื้อผลน้อย ให้น้ำหนักผลดีหลังจากการปอกเปลือกและเนื้อผลมีสีเหลืองทอง

การบังคับดอกและการเจริญของผลสับปะรด

ในสภาพธรรมชาติผลผลิตของสับปะรดออกสู่ตลาด 2 ครั้งต่อปี คือ ประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายนและเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม (สมศักดิ์, 2535) ซึ่งจำนวนผลผลิตจะอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น จำนวนต้นสับปะรด ปริมาณของแสงแดด อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดวิกฤติการออกดอกหรืออิทธิพลจากความแห้งแล้งหลังฤดูฝน จึงทำให้การออกดอกของต้นสับปะรดมีความผันแปรได้ การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชในการบังคับให้เกิดดอกจะทำให้ต้นสับปะรดออกดอกได้พร้อมกัน โดยต้นสับปะรดที่จะบังคับให้ออกดอกได้ต้องมีอายุ 7-12 เดือนขึ้นไป ลำต้นมีขนาดที่เหมาะสม (ลำต้นหนัก 1.5 กิโลกรัม) การบังคับดอกที่นิยมทำกัน เช่น การหยอดแคลเซียมคาร์ไบด์ (ถ่านแก๊ส) หรืออาจฉีดพ่นด้วยเอทีฟอน ซึ่งภายหลังการบังคับดอกจะทำให้ต้นสับปะรดออกดอกได้พร้อมกันและเก็บผลผลิตได้ภายใน 150 วัน (ประธาน, 2544)

ลักษณะต้นสับปะรดที่เหมาะสมในการบังคับดอก

การบังคับดอกสับปะรดเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีขนาดและคุณภาพเหมาะสมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจลักษณะต้นสับปะรดที่เหมาะสมกับการบังคับดอก เพราะว่าเปอร์เซ็นต์การออกดอก ปริมาณผลผลิตและคุณภาพผลจะมีความสัมพันธ์กับสภาพของต้นก่อนการบังคับดอก ดังนั้นก่อนการบังคับดอกควรมีขนาดต้นดังนี้ (สมศักดิ์, 2535; บริษัท โคลไทยแลนด์ จำกัด., ม.ป.ป.)

1. มีน้ำหนักต้นและใบ (ไม่รวมราก) ประมาณ 25 กิโลกรัม
2. โคนต้นมีลักษณะอวบใหญ่ ใบกว้าง หนา มีสีเขียวมรกต
3. ต้นมีอายุประมาณ 7-9 เดือน (ปลูกด้วยหน่อ) หรือ 10-12 เดือน (ปลูกด้วยจุก)
4. มีระยะห่างจากการให้ปุ๋ยครั้งสุดท้ายนาน 2 เดือนและไม่มีปุ๋ยตกค้างอยู่ในกาบใบ
5. ไม่มีวัชพืชและมีระยะห่างจากการฉีดยากำจัดวัชพืชนาน 1 เดือน

สารเคมีที่ใช้ในการบังคับดอกของสับปะรด

สารเคมีที่บังคับให้สับปะรดออกดอกได้มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด แต่ละชนิดมีความสะดวกในการใช้งานและให้ประสิทธิภาพในการชักนำให้เกิดดอกได้แตกต่างกัน โดยสารเคมีที่ให้ประสิทธิภาพสูงในการชักนำต้นสับปะรดเกิดดอกและผู้ปลูกนิยมใช้กันมาก ได้แก่

1. แคลเซียมคาร์ไบด์หรือถ่านแก๊ส

สารเคมีชนิดนี้ใช้ในรูปของแข็งโดยนำไปหยอดลงตรงกลางยอดต้นสับปะรดที่มีน้ำค้างอยู่หรือใช้ในรูปของสารละลายแคลเซียมคาร์ไบด์ โดยแคลเซียมคาร์ไบด์เมื่ออยู่ในสภาพของสารละลายจะเกิดกระบวนการไฮโดรไลซิสได้แก๊สอะเซทิลีน (C_2H_2) ซึ่งจะชักนำให้ต้นสับปะรดออกดอกได้ ผู้ปลูกนิยมใช้กันมากเพราะหาซื้อได้ง่ายและมีราคาถูก อัตราการใช้สารจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งผู้ปลูกจะมีอัตราการใช้ตั้งแต่ 150 มิลลิกรัมจนถึง 3 กรัมต่อต้น โดยการใช้สารแคลเซียมคาร์ไบด์เวลากลางคืนจะให้ประสิทธิภาพในการบังคับดอกสูงกว่าเวลากลางวัน เพราะว่าเวลาการคืนต้นสับปะรดจะเปิดปากใบและมีการเคลื่อนย้ายสารอินทรีย์ต่าง ๆ ภายในต้น ประเทศในแถบแอฟริกาตะวันตกจะชักนำให้ต้นสับปะรดออกดอกด้วยการใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ 200 กรัม ละลายในน้ำ 200 ลิตร หยอดปลายยอดต้นสับปะรดปริมาตร 80 มิลลิลิตรต่อต้น ส่วนการใช้ในรูปของแข็งจะต้องทุบให้เป็นก้อนเล็ก ๆ ก่อนนำไปหยอดลงบนปลายยอดต้นสับปะรด ซึ่งในแต่ละพื้นที่จะมีอัตราการใช้ที่แตกต่างกัน ในแอฟริกาใต้จะใช้ก้อนแคลเซียมคาร์ไบด์ขนาด 7

มิลลิเมตร ได้วันใช้ 0.7 กรัมต่อต้น คิวบาใช้ 2.0 กรัมต่อต้น ในขณะที่ประเทศไทยมีการใช้แคลเซียมคาร์ไบด์ตั้งแต่ 0.7-3 กรัมต่อต้น ในกรณีที่ต้นสับปะรดไม่มีน้ำขังบนปลายยอดจะต้องทำการหยอดน้ำตามปริมาตร 50-75 มิลลิตรต่อต้น (จินดารัฐ, 2541)

2. กรดแนพทาไลน์อะซีติก

กรดแนพทาไลน์อะซีติกเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มของออกซิน โดยสารในกลุ่มนี้จะมีบทบาทสำคัญต่อพืชหลายอย่าง เช่น การแบ่งเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ การตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของโลก การควบคุมการแตกกิ่งก้าน การหลุดร่วงของใบ การเกิดและการพัฒนาดอก การติดผล การเกิดรากและการงอกของเมล็ด (จริงแท้, 2541) กรดแนพทาไลน์อะซีติกสามารถชักนำให้ต้นสับปะรดเกิดดอกได้ เกษตรกรนิยมใช้สารชนิดนี้เพราะมีราคาถูกและง่ายต่อการใช้ แต่ประสิทธิภาพในการบังคับดอกจะต่ำกว่าการใช้สารบังคับดอกชนิดอื่น ๆ การใช้กรดแนพทาไลน์อะซีติกในการบังคับดอกของต้นสับปะรดจะมีอัตราความเข้มข้นตั้งแต่ 5-20 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 30-50 มิลลิตรต่อต้น ซึ่งการหยอดสารละลายลงที่ปลายยอดและการฉีดพ่นสารผ่านทางใบจะให้ประสิทธิภาพในการบังคับดอกได้เหมือนกัน การใช้กรดแนพทาไลน์อะซีติกในเวลากลางวันไม่ได้ทำให้เปอร์เซ็นต์ของการเกิดดอกลดลงได้อย่างชัดเจน ในสภาวะที่อากาศร้อนชื้นและฝนตกชุกควรใช้สาร NAA จำนวน 2 ครั้ง โดยใช้สารในครั้งที่ 2 ห่างจากครั้งแรกนาน 14-21 วัน (จินดารัฐ, 2541)

3. เอทิลีน (Ethylene)

เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชเพียงชนิดเดียวที่อยู่ในรูปของแก๊ส จึงแพร่กระจายได้ดีในเซลล์ ซึ่งสารชนิดนี้มีบทบาทในการควบคุมกระบวนการทางสรีรวิทยาและชีวเคมีต่าง ๆ ภายในพืช เช่น ทำให้ยอดของต้นกล้าที่งอกในที่มืดโค้งงอคล้ายตะขอ (apical hook) กระตุ้นการเกิดรากอ่อนและรากพิเศษ กระตุ้นการเจริญทางด้านข้างเซลล์ต้นกล้าที่เพาะในที่มืด กระตุ้นการสร้างดอก เร่งการสุกแก่ของผลไม้ เร่งการหลุดร่วงของใบ ดอกและผล ทำลายการพักตัวของพืช ช่วยเร่งการเกิดน้ำยางในต้นยางพาราที่มีอายุสูง ช่วยในการสร้างหัวใต้ดินและยับยั้งการเคลื่อนย้ายออกซินในต้นพืช (จริงแท้, 2541) เอทิลีนจัดเป็นสารควบคุมการเติบโตพืชที่มีโมเลกุลขนาดเล็กละลายน้ำได้และละลายได้ดีในไขมัน จึงทำให้มีการเคลื่อนย้ายสารในพืชได้ (สมบุญ, 2544) การใช้เอทิลีนในการบังคับดอกของสับปะรดจะแตกต่างกัน โดยอัตราการใช้จะมีตั้งแต่ 80-352 กรัมต่อน้ำ 800-1,280 ลิตรต่อไร่ ส่วนในแอฟริกาตะวันตกแนะนำให้ใช้ในอัตรา 128 กรัมผสมกับน้ำ 7,000 ลิตรต่อไร่ ซึ่งการใช้สารครั้งที่ 2 จะห่างจากครั้งแรกนาน 1-5 วัน ในสภาพอากาศร้อนชื้นการใช้เอทิลีนจะมี

ประสิทธิภาพในการบังคับดอกสูงกว่าการใช้สารบังคับดอกชนิดอื่น ๆ แต่ข้อเสียของการใช้เอทิลีนคือ มีวิธีการใช้ที่ค่อนข้างยุ่งยาก เนื่องจากอยู่ในรูปของแก๊ส ซึ่งจะต้องละลายน้ำก่อนแล้วจึงนำไปใช้ได้และต้องใช้ในปริมาณมากจึงจะชักนำให้เกิดดอกได้ (จินดารัฐ, 2541)

4. เอทีฟอน (Ethephon)

เอทีฟอนมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า 2-Chloro-ethane phosphonic acid เป็นสารประกอบที่คงตัวเมื่ออยู่ในสภาพที่มี pH 4.0 หรือต่ำกว่า ถ้า pH สูงขึ้นจะทำให้สารเกิดการแตกตัวและปลดปล่อยแก๊ซเอทิลีนออกมาได้ (สัมฤทธิ์, 2537) เอทีฟอนเป็นสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการบังคับดอกของสับปะรด เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการชักนำการเกิดดอกและง่ายต่อการใช้งาน แต่มีราคาค่อนข้างแพงกว่าสารเคมีชนิดอื่น ๆ โดยอัตราของการใช้เอทีฟอนในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกัน ในแอฟริกาใต้และฮาวายใช้สารเอทีฟอนตั้งแต่ 0.5-1.0 กิโลกรัม ร่วมกับยูเรีย 80 กิโลกรัม ละลายในน้ำ 480 ลิตรต่อไร่ ประเทศออสเตรเลียใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้นตั้งแต่ 120-180 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับยูเรีย 1.5% ในอัตรา 320 ลิตรต่อไร่ จำนวน 2 ครั้ง โดยการใช้สารครั้งที่ 2 จะห่างจากครั้งแรก 14-21 วัน สำหรับประเทศไทยมีการใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้นตั้งแต่ 175-200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับยูเรีย 1.5% พ่นในปริมาตร 75 มิลลิลิตรต่อต้น จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งการใช้สารครั้งที่ 2 จะห่างจากครั้งแรก 3-5 วัน (จินดารัฐ, 2541)

การเจริญเติบโตของผลสับปะรด

ต้นสับปะรดที่เจริญเติบโตจนมีอายุประมาณ 7-12 เดือนและมีขนาดของลำต้นที่เหมาะสมแล้วสามารถบังคับให้เกิดดอกได้ โดยการใช้สารบังคับดอก เช่น แคลเซียมคาร์ไบด์หรือสารเอทีฟอน จากนั้นต้นสับปะรดจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีต่าง ๆ ภายในต้น ทำให้หยุดการเจริญเติบโตทางด้านพัฒนาการและเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ โดยการสร้างตาดอกเกิดขึ้นในส่วนปลายยอด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นภายใน 25 วันหลังจากการบังคับดอก หลังจากนั้นตาดอกจะเจริญเติบโตเป็นช่อดอก จากนั้นช่อดอกจะพัฒนาไปเป็นผลในที่สุด ซึ่งมีลำดับการเปลี่ยนแปลงเหมือนในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของผลสัปปะรด 8 ระยะ

ระยะ	อายุ (หลังการบังคับดอก)	ลักษณะจุดเด่น
1. ดอกแดง	25-30 วัน	ระยะแรกสังเกตได้โดยการมองที่ปลายจุกสีแดงในยอดสัปปะรด มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ซม. (ขนาดปลายนิ้วมือ)
2. ดอกตูม	40-45 วัน	มองเห็นเป็นผลสัปปะรด ฐานดอกสีแดงหุ้มดอกตูม ก้านผลยาวมากขึ้น
3. ดอกบาน	50-60 วัน	ก้านผลหยุดการยืด กลีบดอกสีม่วงเริ่มบานจากล่างขึ้นบน
4. ดอกโรย	70-75 วัน	กลีบดอกโรยหมดทั้งผล จำนวนใบและขนาดของจุกเพิ่มขึ้นมากเป็น 2 เท่า
5. ตาขาว	85-90 วัน	ผลย่อย (ตา) ขยายตัว กลีบรองดอกหุ้มปิดเข้ากัน มีไขสีขาว
6. ตาดำ	115-120 วัน	ไขสีขาวเหลือบริเวณกลางตาดำเล็กน้อย ขอบตาเป็นสีม่วงดำผลย่อย (ตา) ขยายตัวมากขึ้น
7. ตาขยาย	130-135 วัน	ขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้น ตาขยายและแบนราบ เนื้อแน่น
8. ตาเปิด	145-150 วัน	ขอบตาใส ผิวนอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองจาง โดยเริ่มที่โคนผลไปหาปลายผล เนื้อในผลเริ่มสุก

ที่มา : ประธาน (2544)

การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ผลสับปะรดสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตลอดทั้งปี แต่ผลผลิตจะออกสู่ตลาดมากอยู่ 2 ช่วงในรอบปี คือ ช่วงที่มีผลผลิตออกมามากที่สุดอยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน เรียกสับปะรดในช่วงนี้ว่า สับปะรดปี (large peak) และช่วงที่มีผลผลิตน้อย (small peak) จะอยู่ระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม เรียกสับปะรดในช่วงนี้ว่า สับปะรดทะวาย (มนตรี, 2535) ในปัจจุบันเกษตรกรมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีผลผลิตของสับปะรดออกสู่ตลาดได้ตลอดทั้งปี สับปะรดคุณภาพดีจะเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง ซึ่งหลักปฏิบัติในการเก็บเกี่ยวผลผลิตของสับปะรดควรพิจารณาดังนี้

1. การนับอายุ

สับปะรดที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นั้น จะต้องเป็นสับปะรดที่มีการสุกแก่เต็มที่ ซึ่งมีอายุประมาณ 150-160 วันหลังจากการบังคับดอก

2. การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของผล

ผลสับปะรดที่สุกแก่เต็มที่ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ทั้งภายนอกและภายในของผล โดยลักษณะภายนอกของผลจะพิจารณาจากลักษณะสีของเปลือกผล ซึ่งเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเขียวอมเหลืองหรือเหลืองอมส้ม ค่าย่อยจะนูนเด่นชัด เรียกว่า ตาเต็ม มีตาเต่งตึงเต็มที่ ค่าย่อยแห้งเหี่ยว กลีบเลี้ยงใต้ผลจะเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีส้มหรือน้ำตาลอมชมพู ก้านของผลจะเหี่ยวและเกิดเป็นร่องยาว สีของค่าย่อยมีสีเหลืองตั้งแต่ 2-3 ตา จากบริเวณโคนผลไปจนถึงครึ่งผลหรือทั่วทั้งผล หากใช้นิ้วกดหรือไม้เคาะผล ถ้ามีเสียงทึบหรือแปะและมีกลิ่นหอมแสดงว่าผลสุกแก่เต็มที่ แต่ถ้ามีเสียงโปร่งแสดงว่าผลยังไม่สุกแก่

3. การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายในของผล

ผลสับปะรดในระยะสุกแก่เต็มที่ จะพิจารณาได้จากลักษณะสีของเนื้อผล โดยเนื้อผลจะมีสีเหลือง เมื่อดมจะมีกลิ่นหอมแรงและมีรสหวานจัด

สับปะรดทั่วไปจะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 3 ครั้งต่อรุ่น โดยในครั้งแรกจะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาณ 20-25% ของผลผลิตทั้งหมดและการเก็บเกี่ยวผลผลิตในครั้งที่ 2 จะห่างจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตในครั้งแรกประมาณ 5 วัน ซึ่งจะได้ผลผลิตประมาณ 40-60% ของ

ผลผลิตทั้งหมดและครั้งสุดท้ายจะเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เหลืออยู่ทั้งหมด ซึ่งระยะห่างจากการเก็บเกี่ยวผลในครั้งที่ 2 ประมาณ 5-7 วัน

การสุกแก่ของผลไม้

การสุกแก่เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลไม้ก่อนจะเข้าสู่ระยะเสื่อมสภาพ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ไม่สามารถย้อนกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ ในระหว่างที่ผลเกิดการสุกแก่คุณภาพของผลจะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้คือ มีการสะสมปริมาณคาร์โบไฮเดรตลง โดยจะมีการเปลี่ยนแป้งไปเป็นน้ำตาลมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณการสะสมน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้นด้วย ส่วนปริมาณกรดภายในผลจะลดลงและเกิดอาการนิ่มของผล (softening) เนื่องมาจากการย่อยเพกทินของผนังเซลล์โดยเอนไซม์เพกทิเนส การสุกแก่ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุต่าง ๆ โดยมีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ภายในผลและมีการสะสมสารพวกคาร์โรทีนอยด์เพิ่มขึ้น สีของเปลือกผลจะมีการเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองหรือแดงและมีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและรสชาติ โดยการเกิดกลิ่นของผลจะมาจากการสร้างสารหลายชนิด ได้แก่ สารพวกเอสเทอร์ แอลดีไฮด์และพวกคีโตน นอกจากนี้ยังยังมีสารประกอบคาร์บอนที่อึดตัวและไม่อึดตัว ส่วนรสชาติ เช่น รสฝาดของละมุดและพลับบางพันธุ์จะเกิดจากสารพวกฟีนอลิก ในขณะที่ผลสุกแก่พบว่าสารนี้จะมีปริมาณลดลงจึงทำให้รสฝาดน้อยลง (สุรนนต์, 2526; ดนัย, 2531; สมบุญ, 2544)

กระบวนการหายใจและการสุกของผล

ผลไม้ที่สุกแก่จะเกิดการหายใจได้เป็น 2 แบบ คือ

1. ผลไม้ที่มีการหายใจแบบไคลแมคเทอริก (climacteric fruit) คือ ในระยะที่ผลไม้เกิดสุกแก่จะมีอัตราการหายใจลดลง เมื่อผลเริ่มสุกจะมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงระดับสูงสุด (climacteric peak) หลังจากนั้นอัตราการหายใจจะเริ่มลดลงและเข้าสู่ระยะสุกงอม ซึ่งผลไม้ที่มีการหายใจแบบนี้จะมีอัตราการหายใจที่เกิดต่อเนื่องกันถึงแม้จะหล่นจากต้นแล้วก็ตาม ตัวอย่างพืชที่มีการหายใจแบบนี้ได้แก่ กัลย มะเขือเทศ แอปเปิล แพร สาเล่ อะโวคาโด เป็นต้น (สุรนนต์, 2526; สมบุญ, 2544)

2. ผลไม้ที่มีการหายใจไม่แบบเป็นไคลแมคเทอริก (non-climacteric fruit) คือ ในระยะที่ผลไม้สุกแก่จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงเหมือนผลไคลแมคเทอริก โดยมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นน้อยมากในระยะที่ผลสุกและอัตราการหายใจของผลที่เก็บมาจากต้นแม้อายุจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ

ตัวอย่างพืชที่มีการหายใจแบบนี้ได้แก่ ส้ม มะนาว พริก ลิ้นจี่ ฝรั่ง และสับปะรด ผลไม้เมื่อเก็บเกี่ยวผลมาแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในผลน้อยมากและมีรสชาติคงที่ ดังนั้นการเก็บเกี่ยวผลผลิตควรเก็บในระยะเวลาที่ผลสุกแก่จัด ซึ่งจะทำให้ความเปรี้ยวลดลงได้ (สุรนนต์, 2526; สมบุญ, 2544)

การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตเร่งการสุกแก่ของผลสับปะรด

สับปะรดที่อยู่ในสภาพธรรมชาติจะมีการสุกแก่ไม่พร้อมกัน ทำให้มีการเก็บเกี่ยวผลผลิตตั้งแต่ผลชุดแรกจนกระทั่งถึงผลชุดสุดท้ายจำนวนหลายครั้งและใช้ระยะเวลานาน ซึ่งต้องเสียค่าจ้างแรงงานและค่าขนส่งเพิ่มขึ้น การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการบังคับผลนั้น จะทำให้ผลผลิตมีการสุกแก่พร้อมกัน ทำให้จะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ซึ่งจะลดค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวผลผลิตลง สารควบคุมการเจริญเติบโตที่นิยมใช้กันมากคือ เอทีฟอน โดยสารชนิดนี้จะมีวิธีการใช้ทั้งแบบการพ่นทั่วทั้งผลหรือหยอดลงบนลูก สำหรับการพ่นสารเอทีฟอนจะทำได้ภายหลังการบังคับดอกสับปะรดประมาณ 16 สัปดาห์ ซึ่งทำให้เก็บเกี่ยวผลผลิตเร็วขึ้นกว่าเดิมถึง 19 วัน ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะขึ้นอยู่กับอัตราการใช้สารเอทีฟอน การใช้สารเอทีฟอนพ่นทั่วทั้งผลจะให้ประสิทธิภาพดีกว่าการหยอดลงบนลูก (ธงชัย, 2530) ในโอวอรีโคสต์จะใช้สารเอทีฟอนในอัตรา 1.5 กิโลกรัมผสมกับน้ำ 1,000 ลิตร พ่นรอบผลโดยตรงหรือผสมน้ำ 2,000 ลิตร พ่นทั่วต้น (จินดารัฐ, 2541)

การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพภายในผลสับปะรด

การเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของผลสับปะรดในระหว่างการเจริญเติบโตจะเป็นการเปลี่ยนแปลงที่นำไปสู่สภาพที่เหมาะสมสำหรับการบริโภค โดยผลสับปะรดจะมีน้ำหนักผล ความหวานและปริมาณกรดในระดับสูงสุดในระยะที่ผลสุกแก่ 50 เปอร์เซ็นต์ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ และเพิ่มขึ้นมากที่สุดในระยะ 3-7 สัปดาห์ก่อนที่ผลจะสุกแก่ การสุกแก่ของผลสับปะรดไม่เป็นแบบโคลแมคเทอร์ริก (Dull *et al.*, 1967) ซึ่งอิทธิพลของเอทิลีนมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้อย่างชัดเจน คือ สีของเปลือกผลจะมีการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ปริมาณคลอโรฟิลล์ของเปลือกจะลดลงมากในระยะ 10-15 วันก่อนผลสุกแก่ เนื้อผลจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นในระยะ 10 วันก่อนผลสุกแก่ ปริมาณกรดภายในผลเพิ่มขึ้นในระยะที่ผลใกล้สุกแก่ เนื้อผลที่อยู่ใกล้กับแกนผลจะมีปริมาณกรดน้อยกว่าบริเวณที่อยู่ใกล้เปลือกผล กรดส่วนใหญ่ที่พบในสับปะรดจะเป็นกรดซิตริกและมาลิก โดยกรดซิตริกจะมีปริมาณสูงสุดก่อนที่ผลสุกแก่เต็มที่ ขณะที่กรดมาลิกและซักซินิกจะมีอยู่เพียงเล็กน้อย ส่วนกรดแอสคอร์บิกจะมี

ปริมาณน้อยและไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงการเจริญเติบโตของผล ผลสับปะรดไม่มีการสะสมแป้งในระหว่างที่เกิดการสุกแก่ แต่มีการสะสมน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตสและน้ำตาลซูโครส โดยน้ำตาลซูโครสจะมีปริมาณสูงสุดในระยะที่ผลสุกแก่เต็มที่ (จินดารัฐ, 2541)

น้ำตาลในผลสับปะรด

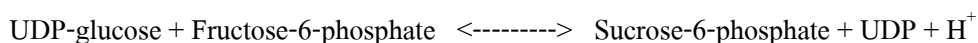
ความหวานเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการบ่งชี้ถึงคุณภาพผลในด้านรสชาติและการสุกแก่ของผล (Py *et al.*, 1987) ผลไม้ที่มีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคจะต้องมีความหวานที่เหมาะสม ความหวานของผลไม้ตรวจวัดได้จากปริมาณ TSS โดยผลสับปะรดที่มีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของโรงงานสับปะรดกระป๋องจะมีค่าปริมาณ TSS ไม่ต่ำกว่า 12 องศาบริกซ์ (สมศักดิ์, 2535) ขณะที่ผลสับปะรดสำหรับใช้สำหรับบริโภคสดจะมีค่าปริมาณ TSS ไม่ต่ำกว่า 16 องศาบริกซ์ (ประ찬, 2544) ส่วนคุณภาพรสชาติของผลวัดได้จากค่าสัดส่วนของ TSS/TA โดยสัดส่วนของ TSS/TA เป็นค่าที่ใช้บอกถึงคุณภาพรสชาติ ผลสับปะรดที่มีสัดส่วนของ TSS/TA อยู่ระหว่าง 22-23 ถือว่าผลมีรสชาติหวาน ถ้ามีสัดส่วนของ TSS/TA เท่ากับ 19 แสดงว่าผลมีรสชาติหวานอมเปรี้ยว ส่วนผลสับปะรดมีสัดส่วนของ TSS/TA ต่ำกว่า 19 แสดงว่าผลสับปะรดมีรสชาติเปรี้ยว ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับบริโภคสด ซึ่งผลสับปะรดที่มีรสหวานจะมีค่าสัดส่วนของ TSS/TA อยู่ระหว่าง 20-40 (Soler, 1992) ปริมาณ TSS ในผลสับปะรดจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาล (Paull, 1993) โดยปริมาณ TSS จะมีน้ำตาลปะปนรวมอยู่กับสารอินทรีย์ต่าง ๆ (จริงแท้, 2544; Holcroft and Kader, 1999) ผลสับปะรดจะมีน้ำตาลอยู่ 3 ชนิด คือ กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส (จินดารัฐ, 2541; Genard and Souty, 1996; Bartholomew *et al.*, 2003) ในระหว่างที่ผลกำลังเจริญเติบโตจะมีปริมาณ TSS ต่ำ ซึ่งน้ำตาลส่วนใหญ่ที่พบเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส ขณะที่น้ำตาลซูโครสมีปริมาณต่ำ (Singleton and Gortner, 1965) โดยในระยะเริ่มต้นการเจริญเติบโตของผลน้ำตาลกลูโคสจะมีปริมาณสูงกว่าน้ำตาลฟรุคโตสเล็กน้อย (Bartholomew *et al.*, 2003) เมื่อผลโตเต็มที่จะมีปริมาณ TSS สูงขึ้นเช่นเดียวกับน้ำตาลซูโครส โดยน้ำตาลซูโครสจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ 6 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวผล (จินดารัฐ, 2541; Paull, 1997; Bartholomew *et al.*, 2003) ผลสับปะรดจะสะสมน้ำตาลซูโครสไว้ในเนื้อเยื่อของตาย่อย (fruitlet) มากกว่าเนื้อเยื่อระหว่างตาย่อย (interfruitlet) จนกระทั่งในระยะ 2 สัปดาห์สุดท้ายก่อนการเก็บเกี่ยวผลจึงเปลี่ยนมาสะสมน้ำตาลซูโครสไว้ในเนื้อเยื่อระหว่างตาย่อยมากกว่าในตาย่อย (Bartholomew *et al.*, 2003) ภายหลังการเก็บเกี่ยวผล ปริมาณ TSS จะค่อย ๆ ลดลง (Smith, 1991) ส่วนปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Singleton and Gortner, 1965) การสะสมน้ำตาลในผลสับปะรดจะเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ 3 ชนิด คือ ซูโครสซินเทส ซูโครสฟอสเฟตซินเทส และอินเวอร์เทส โดยเอนไซม์ซูโครส

ซินเทสและอินเวอร์เทสจะมีกิจกรรมสูงในระหว่างที่ผลกำลังเจริญเติบโต แล้วกิจกรรมจะค่อย ๆ ลดลงในระยะ 6 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวผล ขณะที่เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสจะมีกิจกรรมต่ำและคงที่ตลอดอายุผล (Bartholomew *et al.*, 2003)

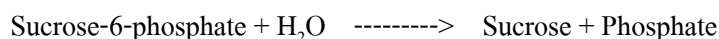
เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส

น้ำตาลซูโครสเป็นสารประกอบคาร์บอนที่มีการลำเลียงภายในพืช โดยพืชจะนำน้ำตาลซูโครสไปใช้ในกระบวนการหายใจและการเจริญเติบโตหรือสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ เช่น ลำต้น ลำต้นใต้ดินและส่วนของผล น้ำตาลซูโครสสังเคราะห์โดยเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส (sucrose phosphate synthase) และซูโครสฟอสฟาเทส (sucrose phosphatase) โดยเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสทำหน้าที่ในการกระตุ้น UDP-glucose (UDPG) กับ fructose-6-phosphate (F-6-P) ให้เป็น UDP และ sucrose-6-phosphate จากนั้นเอนไซม์ซูโครสฟอสฟาเทสจะเกิดปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสให้ sucrose-6-phosphate ไปเป็นน้ำตาลซูโครส ซึ่งมีปฏิกิริยาดังนี้ (ศรีสม, 2545; Huber and Huber, 1996)

SPS



SPP



ถึงแม้ปฏิกิริยาของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสจะสามารถเกิดย้อนกลับได้ แต่เนื่องจาก sucrose-6-phosphate เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสโดยมีเอนไซม์ซูโครสฟอสฟาเทสเป็นตัวทำปฏิกิริยา ซึ่งมีปฏิกิริยาแบบไม่ย้อนกลับ ดังนั้นจึงทำให้การสังเคราะห์น้ำตาลโดยเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสมีปฏิกิริยาแบบไม่ย้อนกลับ

เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสพบว่ามีกิจกรรมสูงทั้งในเนื้อเยื่อที่มีการสังเคราะห์แสง (photosynthetic tissue) และเนื้อเยื่อที่ไม่มีการสังเคราะห์แสง (non-photosynthetic tissue) โดยเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสในเนื้อเยื่อที่มีการสังเคราะห์แสงจะพบในใบพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ผักกม ข้าวโพด ข้าวสาลี ถั่วลิสง แอปเปิ้ลและ sugar beet (Seneweera *et al.*, 1995; Pavlinova *et al.*, 2002; Zhou *et al.*, 2002; Trevanion *et al.*, 2004) ส่วนเนื้อเยื่อที่ไม่มีการสังเคราะห์แสงจะพบได้จาก

ส่วนต่าง ๆ ของพืชได้แก่ ต้นอ่อนข้าว ข้าวสาลีและquinoa (Schrader and Sauter, 2002; Rosa *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2005) ลำต้นสะสมอาหาร ได้แก่ ต้นอ้อยและหัวมันฝรั่ง (Botha and Black, 2000; Chen *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2003) และผลไม้ได้แก่ ผลส้ม มะเขือเทศ สับปะรด องุ่น แตงเมลอน และกล้วย (Hubbard *et al.*, 1990; Miron and Schaffer, 1991; Dali *et al.*, 1992; Stommel, 1992; Nasimento *et al.*, 1997; Komatsu *et al.*, 1999; Chen and Paull, 2000; Fung *et al.*, 2003)

คุณสมบัติของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส

เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสมี Enzyme Classification number (EC) คือ 2.3.1.14 มีชื่อตามระบบว่า UDP-glucose: D-fructose-6-phosphate-2-glucosyltransferase (Doehliert and Huber, 1983; Huber and Huber, 1992) เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสพบภายในไซโตพลาสซึมของเซลล์พืช (Quick and Schaffer, 1996) มีโมเลกุลเป็นแบบ dimer และ tetramer (Klein *et al.*, 1993) โมเลกุลแบบ dimer มีขนาดของซับยูนิตอยู่ในช่วง 120-138 กิโลดาลตัน (Huber and Huber, 1996) และโมเลกุลแบบ tetramer มีขนาดของซับยูนิตอยู่ในช่วง 116-145 กิโลดาลตัน (Reimholz *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 2005) เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสของพืชแต่ละชนิดจะมีขนาดโมเลกุลแตกต่างกัน โดยเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสของข้าวมีมวลโมเลกุลรวมอยู่ในช่วง 420-520 กิโลดาลตันและมีซับยูนิตขนาด 116-120 กิโลดาลตัน (Lee *et al.*, 2005) มันฝรั่งหวานมีมวลโมเลกุลรวม 540 กิโลดาลตันและมีซับยูนิตขนาด 130-140 กิโลดาลตัน (Chen *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2003) ผักโขมและถั่วมีซับยูนิตขนาด 117 กิโลดาลตัน (Lunn and Rees, 1990; Klein *et al.*, 1993; Sonnewald *et al.*, 1993) ข้าวโพดมีซับยูนิตขนาด 135 กิโลดาลตัน (Worrel *et al.*, 1991) และต้น *Robinia pseudoacacia* มีซับยูนิตขนาด 130 ดาลตัน (Hauch and Magel, 1998)

เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสมีกิจกรรมสูงอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 35-40 องศาเซลเซียส (Lee *et al.*, 2005) และเอนไซม์จะมีกิจกรรมสูงสุดที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกินกว่า 40 องศาเซลเซียส เอนไซม์จะทำให้กิจกรรมลดลงและไม่มีกิจกรรมที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (Lee *et al.*, 2003) ส่วนอุณหภูมิต่ำจะทำให้เอนไซม์จะมีความคงตัว โดยพบว่าอุณหภูมิในช่วง 0-4 องศาเซลเซียส เอนไซม์จะมีความคงตัวเมื่อเก็บไว้ใน F-6-P ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ หรือกลีเซอรอลความเข้มข้น 20% ถ้าเก็บเอนไซม์ไว้ในอุณหภูมิ -10 องศาเซลเซียส นาน 2 เดือน หรืออุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 สัปดาห์ พบว่าจะทำให้กิจกรรมลดลง 10% จากปกติ เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 1 เดือน กิจกรรมของเอนไซม์ไม่เปลี่ยนแปลง หากเกิน 1 ปี เอนไซม์จะมีกิจกรรมลดลงประมาณ 50-60% จากปกติ ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศา

เซลล์พืช นาน 4 สัปดาห์เอนไซม์จะมีกิจกรรมลดลง 50% จากปกติและเอนไซม์จะมีความคงตัวเมื่อเก็บไว้ในไนโตรเจนเหลวเป็นเวลาไม่เกิน 11 เดือน (Schomburg and Stephen, 1996)

ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินจะอยู่ในช่วง 5.5-9.0 (Lee *et al.*, 2003) โดยเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบจะมีกิจกรรมสูงสุดที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.5 (Copeland, 1990; Chen *et al.*, 2001) และมี isoelectric point คือ 5.29 (Chen *et al.*, 2001) กิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบจะถูกกระตุ้นโดยไอออน Mn^{2+} , Mg^{2+} และ Ca^{2+} ส่วนไอออน Hg^{2+} จะให้ผลในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์เช่นเดียวกับนิวคลีโอไทด์บางชนิด ได้แก่ AMP ADP ATP UMP UDP GDP และ UTP นอกจากนี้ น้ำตาลและน้ำตาลฟอสเฟต ได้แก่ กลูโคส กาแลคโตส กลูโคซามีน มอลโตสและแลคโตสจะกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบให้สูงขึ้นได้ (Chen *et al.*, 2001)

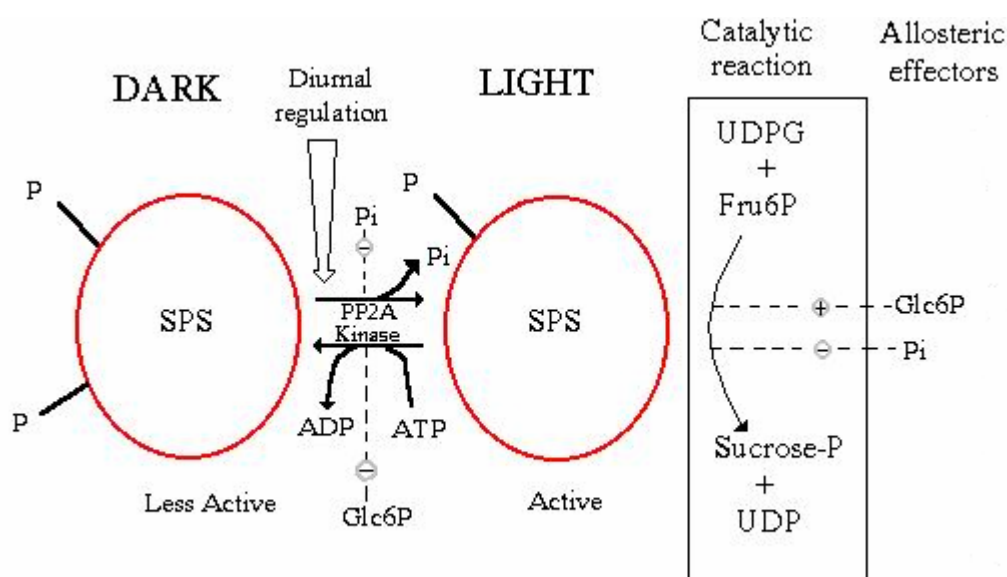
บทบาทของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบในการสังเคราะห์น้ำตาล

ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบเป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครส (Huber and Huber, 1996; Stitt, 1997) โดยเอนไซม์จะสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้ทั้งในเนื้อเยื่อที่มีการสังเคราะห์แสงและเนื้อเยื่อที่ไม่มีการสังเคราะห์แสง รวมทั้งเนื้อเยื่อที่อยู่ภายใต้สภาวะเครียดที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น การขาดน้ำ สภาพอุณหภูมิต่ำ (Guy, 1990; Zrenner and stitt, 1991) ปริมาณน้ำตาลซูโครสที่พบในพืชแต่ละชนิดจะมีความแตกต่าง ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบ โดยกระบวนการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสโดยเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบจะมีกลไกต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน คือ (Foyer *et al.*, 2000)

1. การแสดงออกของยีนและระดับปริมาณโปรตีน
2. การควบคุมอัลโลสแตอริก
3. protein phosphorylation

การแสดงออกของยีนและระดับโปรตีนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพเติบโตของพืช โดยใบที่ยังเติบโตไม่เต็มที่ที่มีการสังเคราะห์แสงน้อย เพราะมีการแสดงออกของยีนและปริมาณโปรตีนในระดับที่ต่ำ ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบต่ำลงด้วย จึงมีผลให้การสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสได้น้อยกว่าใบที่โตเต็มที่ (Pavlinova *et al.*, 2002) ทั้งนี้เนื่องจากแสงไปมีผลต่ออัลโลสแตอริกและ protein phosphorylation ซึ่งเป็นกลไกควบคุมกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินทดสอบ (Huber and Huber, 1996) การควบคุม

อัลโลสเตอริกของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสจะเกี่ยวข้องกับ G-6-P และ Pi โดยในสภาพที่มีแสงเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสจะเร่งปฏิกิริยารวมน้ำตาล UDPG และ F-6-P ให้ไปเป็นน้ำตาลซูโครส โดยมี G-6-P เป็นตัวกระตุ้นให้ปฏิกิริยาการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครสเร็วขึ้น ขณะที่ Pi จะให้ผลที่ตรงข้ามกับ G-6-P โดยเป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยาการสังเคราะห์น้ำตาลซูโครส (Foyer *et al.*, 2000) ส่วนการเกิด protein phosphorylation จะอยู่ภายใต้การเปลี่ยนแปลงระหว่างแสงและความมืด โดยสภาพที่มีแสงจะกระตุ้นให้โปรตีนฟอสฟาเทส (SPS-phosphatase) หรือ PP2A เกิดการ dephosphorylate ทำให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสได้ (McMichael *et al.*, 1995) โปรตีนฟอสฟาเทสจะถูกยับยั้งโดย Pi ขณะที่สภาพความมืดจะกระตุ้นให้โปรตีนไคเนส (SPS-kinase) เกิดการ phosphorylate ทำให้ไม่มีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส โปรตีนไคเนสจะถูกยับยั้งโดย G-6-P เมื่อโปรตีนไคเนสถูกยับยั้งจะทำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสได้อีกครั้งเหมือนกับการเกิดอัลโลสเตอริก (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 กลไกการทำงานของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส

ที่มา : Huber and Huber (1992)

การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสในผลไม้

เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสามารถพบกิจกรรมได้ทั้งเนื้อเยื่อที่มีการสังเคราะห์แสง ได้แก่ ใบพืช (Pavlinova *et al.*, 2002; Zhou *et al.*, 2002; Trevanion *et al.*, 2004) และเนื้อเยื่อที่ไม่มี

การสังเคราะห์แสง ได้แก่ ต้นอ่อนของพืชต่าง ๆ ลำต้นสะสมอาหารและผลไม้ (Hubbard *et al.*, 1990; Fung *et al.*, 2003; Rosa *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2005) ใบพืชที่ยังโตไม่เต็มที่จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่ำ เมื่อใบโตเต็มที่จะมีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุด ส่วนผลไม้จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสแตกต่างไปจากใบพืช เช่นในรายงานของ Hubbard *et al.* (1991) ที่ได้ศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสในผลไม้หลายชนิด โดยใช้ลูกแพร์และสตอเบอรี่จะตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ในผลระยะต่าง ๆ ตลอดอายุผล ส่วนผลกีวี จะตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ในระยะ 1, 7 และ 10 วันหลังการเก็บเกี่ยวผล มะละกอดำตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ในระยะ 1 และ 6 วันหลังการเก็บเกี่ยวผล สับปะรดและมะม่วงตรวจสอบกิจกรรมของเอนไซม์ในระยะ 1, 6 และ 10 วันหลังการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ลูกแพร์ ผลกีวี และมะม่วงมีกิจกรรมของซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงตลอดอายุผลและมีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุดในระยะสุดท้ายของการเก็บเกี่ยวผล ผลสตอเบอรี่จะมีกิจกรรมของซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงตั้งแต่วัยที่ 1-3 หลังจากนั้นจะมีกิจกรรมของเอนไซม์จะลดลง (ระยะที่ 4-6) ส่วนผลมะละกอมีกิจกรรมของซูโครสฟอสเฟตซินเทสลดลงและผลสับปะรดจะมีกิจกรรมของซูโครสฟอสเฟตซินเทสคงที่ตลอดอายุผล ผลไม้ทั้งหมดมีการสะสมน้ำตาลซูโครสไม่สัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส เช่นเดียวกับการศึกษาของ Chen and Paull (2000) พบว่า ผลสับปะรดที่เกิด translucency จะทำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่ำและคงที่ตลอดอายุผล แต่การสะสมน้ำตาลซูโครสสูงในระยะ 6 สัปดาห์ ก่อนการเก็บเกี่ยวผล การศึกษาของ Komatsu *et al.* (1999) พบว่า ผลส้มจะมีกิจกรรมของซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่ำจนถึง 187 วันหลังดอกบาน เมื่อผลโตเต็มที่จะมีกิจกรรมของเอนไซม์เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุดในระยะเก็บเกี่ยวผล ซึ่งการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลซูโครส เช่นเดียวกับในการศึกษาของ Miron and Schaffer (1991) พบว่า มะเขือเทศ (*Lycopersicon hirsutum*) ในระยะผลอ่อนจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่ำ (5 ไมโครโมลซูโครสต่อกรัม น้ำหนักสด) เมื่อผลเจริญเติบโตมากขึ้นจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงสุดในระยะผลสุกแก่ คือ 40 ไมโครโมลซูโครสต่อกรัม น้ำหนัก ซึ่งการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสจะมีความสัมพันธ์กับการสะสมน้ำตาลซูโครส เช่นเดียวกับในรายงานการศึกษามะเขือเทศพันธุ์ *L. chmielewskii* และ *L. esculentum* (Dali *et al.*, 1992) แต่แตกต่างจากในรายงานการศึกษาของ Stommel (1992) พบว่า มะเขือเทศ (*L. peruvianum*) มีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงตั้งแต่วันแรกจนถึงระยะ 30 วันหลังดอกบาน จากนั้นกิจกรรมของเอนไซม์จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงระยะผลสุกแก่ (70 วันหลังดอกบาน) และมีการ

สะสมน้ำตาลซูโครสไม่สัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสซินเทส ส่วนการศึกษาของ Hubbard *et al.* (1989) พบว่าผลแดงเมลอน (muskmelon) จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่ำในระยะผลยังอ่อน (7 ไมโครโมลต่อชั่วโมงต่อกรัมน้ำหนักสด) แต่เมื่อผลสุกแก่จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงสุดคือ 32 ไมโครโมลต่อชั่วโมงต่อกรัมน้ำหนักสด และการสะสมน้ำตาลซูโครสจะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ขณะที่การศึกษาของ Hubbard *et al.* (1990) พบว่า ผลกล้วยสุกแก่จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่าง 4 วันหลังจากบ่มก๊าซเอทิลีน ซึ่งจะสัมพันธ์กับการสะสมน้ำตาลซูโครสและการสลายตัวของแป้งภายในผล แตกต่างจากการศึกษาของ Nasimento *et al.* (1997) พบว่า ผลกล้วยในระหว่างสุกแก่จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส mRNA และระดับโปรตีนเพิ่มสูงขึ้น การสะสมน้ำตาลซูโครสจะสัมพันธ์กับการสลายแป้ง ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากมี mRNA และกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงสุด 4 วัน

ระยะเวลาการฟนสารเอทีฟอน

เอทีฟอนเป็นสารเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้ในการบังคับดอกสับปะรด เพื่อให้ผลสับปะรดออกดอกและสุกแก่พร้อมกัน เนื่องจากสารเอทีฟอนเป็นสารที่ปล่อยเอทิลีนออกมาได้จึงมีการนำมาประยุกต์ใช้เร่งการสุกแก่ของผล โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนจะสุกแก่เร็วและสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตเร็วขึ้นกว่าปกติประมาณ 6-11 วัน (สุภาพรและคณะ, 2542) การสุกแก่ของผลสับปะรดจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารเอทีฟอนที่ใช้ ผลสับปะรดที่ใช้สารเอทีฟอนในระดับความเข้มข้นสูงจะทำให้ผลสุกแก่เร็วขึ้นและมีจำนวนครั้งของการเก็บเกี่ยวผลเร็วกว่าการใช้เอทีฟอนในระดับความเข้มข้นต่ำ (ปิยะ, 2522) นอกจากนี้ระยะเวลาการใช้สารเอทีฟอนก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน ผลสับปะรดที่ยังไม่สุกแก่เต็มที่เมื่อใช้สารเอทีฟอนทำการบังคับผลจะทำให้ผลผลิตและคุณภาพผลด้อยลง ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคผลสดและโรงงานสับปะรดกระป๋อง ทั้งนี้เป็นเพราะผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนจะมีคุณภาพผลใกล้เคียงกับผลสับปะรดก่อนที่จะพ่นสารเอทีฟอน (จินดารัฐ, 2541) การศึกษาถึงระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนค่อนข้างน้อยมาก ดังเช่นในรายงานของ สุภาพรและคณะ (2542) ที่ใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตรพ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 21 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีน้ำหนักผล ความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ปริมาณ TA และสัดส่วนของ TSS/TA ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ขณะที่ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้น ส่วนการศึกษาของ งามนิจ (2549) ที่ใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 500 มิลลิกรัม

ต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 13, 15, 17 และ 19 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะ 15, 17 และ 19 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้มีน้ำหนักผล ความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ขณะที่ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 15 และ 19 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้มีปริมาณ TSS และปริมาณ TA เพิ่มขึ้น ส่วนการใช้สารเอทีฟอนในระดับความเข้มข้นที่สูงกว่านี้มีอยู่ในการศึกษาของ ปิยะ (2522) ที่ใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0, 1500, 3000, 4500 และ 6000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 12, 14, 16, 18 และ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 6,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะ 16-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้มีน้ำหนักผล ความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล และปริมาณ TSS ลดลง ขณะที่ปริมาณ TA เพิ่มขึ้น จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าระยะเวลาการใช้สารเอทีฟอนต่างก็มีความสำคัญต่อผลผลิตและคุณภาพผล ดังนั้นการผลิตผลสับปะรดเพื่อให้มีคุณภาพดีและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคผลสดและโรงงานสับปะรดกระป๋อง จึงต้องมีการศึกษาถึงปัจจัยดังกล่าวและเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ต้นสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย
2. สารบั้งคัปดอกและผล คือ เอทีฟอน (2-chloro-ethyl phosphonic acid; บริษัทเทนสยาม จำกัด a.i. 48% w/v)
3. ปุ๋ยและสารเคมีในการกำจัดวัชพืช
4. เครื่องฉีดพ่นแบบสูบโยกสะพายหลัง
5. เครื่องคั้นน้ำสับปะรดและผ้ากรอง
6. เครื่องชั่งอย่างหยาบและเครื่องชั่งอย่างละเอียด
7. ไม้บรรทัดและสายวัด
8. เวอร์เนีย คาลิเปอร์ (vernier calipers)
9. เครื่องมือไทเทรตหาปริมาณ titratable acidity ได้แก่ ปิเปต บีกเกอร์ ขวดแก้วรูปชมพู่ กระจกตวง กรวยกรอง ขวดแก้ววัดปริมาตร
10. เครื่องวัดปริมาณ total soluble solids (hand refractometer)
11. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
12. เครื่องมือในการวิเคราะห์น้ำตาล (ภาคผนวก ก)
13. เครื่องมือในการสกัดเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส (ภาคผนวก ข)
14. เครื่องมือในการวิเคราะห์เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส (ภาคผนวก ข)
15. เครื่องมือในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ภาคผนวก ข)

วิธีการ

1. การเตรียมต้นสับปะรด

เตรียมหน่อสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียมาปลูกแบบแถวคู่ โดยมีระยะปลูก 100x50x30 เซนติเมตร แล้วดูแลใส่ปุ๋ยและกำจัดวัชพืชตามความเหมาะสม เมื่อสับปะรดมีอายุประมาณ 12 เดือน (18 พฤศจิกายน 2545) ทำการบังคับดอกโดยใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับยูเรีย 3% ปริมาตร 50 มิลลิกรัมต่อต้น หยอดลงปลายยอดต้นสับปะรด จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งการหยอดครั้งที่ 2 ห่างจากครั้งแรก 5 วัน ต้นสับปะรดจะมีช่อดอกโผล่ออกมาให้เห็นประมาณ 15-30 วันหลังบังคับดอก จากนั้นช่อดอกจะเจริญเติบโตและพัฒนาไปเป็นผลประมาณ 70-75 วันหลังการบังคับดอก เมื่อผลสับปะรดมีอายุ 12 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะคัดเลือกต้นสับปะรดที่มีผลขนาดใกล้เคียงกันมาวางแผนการทดลอง เริ่มต้นทำการบังคับผลโดยใช้สารเอทีฟอน (a.i. 48% w/v) ความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14, 16, 18 และ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จำนวน 50 มิลลิกรัมต่อต้น แล้วเก็บเกี่ยวผลทุก ๆ 2 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ ในระยะ 16, 18, 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16, 18, 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เก็บเกี่ยวผลในระยะ 18, 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และสุดท้ายผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในผลระยะ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วจึงนำผลสับปะรดมาศึกษาผลผลิตและคุณภาพในห้องปฏิบัติการ

2. การศึกษาผลผลิตของสับปะรด

ชั่งน้ำหนักผล วัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นผ่านศูนย์กลางแกนของผลสับปะรด

3. การศึกษาคุณภาพผลของสับปะรด

3.1 การหาปริมาณ total soluble solids (TSS) นำน้ำคั้นจากเนื้อผลสับปะรดมาหยดลงบน hand refractometer แล้วอ่านค่า total soluble solids เป็นองศาบริกซ์

3.2 การหาปริมาณกรด (titratable acidity, TA) จะใช้วิธีการไทเทรต โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อของผลสับประดมาประมาณ 10 มิลลิลิตร เติม phenolphthalein 1 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 1-2 หยด เป็น indicator แล้วไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน (NaOH) ความเข้มข้น 2 นอร์มอล จนกระทั่งถึง endpoint นำค่าปริมาณสารละลายต่างที่ใช้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดซิตริก

$$\% \text{ กรดซิตริก} = \frac{\text{N base} \times \text{base (ml)} \times \text{meq. wt. of citric acid} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำคั้นที่ใช้}}$$

N. base = Normality ของสารละลายต่างที่ใช้

base (ml) = ปริมาณสารละลายที่ใช้ในการไทเทรตเป็นมิลลิลิตร

meq. wt. of citric acid = 0.064

3.3 การหาสัดส่วนของ TSS/TA โดยนำปริมาณ TSS ที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนกับปริมาณกรดซิตริกที่คำนวณได้

3.4 การหาค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อผลสับประดมาวัดด้วยเครื่องตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

3.5 การวิเคราะห์น้ำตาล 3 ชนิดคือ กลูโคส ฟรุคโตสและซูโครสภายในผลสับประดดัดแปลงมาจากวิธีของ Bartolomè *et al.* (1995) โดยใช้เอธานอลในการสกัดน้ำตาลและใช้เครื่อง evaporative light-scattering detector (ELSD) ที่ต่อเชื่อมเข้ากับเครื่อง high performance liquid chromatography (HPLC pump) ในการวิเคราะห์น้ำตาล ดังแสดงในภาคผนวก ก

3.6 การสกัดและวิเคราะห์เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสดัดแปลงมาจากวิธีของ Chen and Paull (2000) โดยใช้ hitap desalting ในการสกัดเอนไซม์และวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ในการวิเคราะห์เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ดังแสดงในภาคผนวก ข

3.7 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนรวม ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Lowry *et al.* (1951) โดยวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตรและใช้ bovine serum albumin (BSA) เป็นโปรตีนมาตรฐาน ดังแสดงในภาคผนวก ข

3.8 การหาค่าสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสกับปริมาณโปรตีนรวม โดยนำค่ากิจกรรมของเอนไซม์มาเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้

4. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split-plot design in randomized complete block ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยหลักได้แก่ ความเข้มข้นของสารเอทีฟอน (48% w/v) ที่ 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่พ่นให้แก่ผลในระยะ 14, 16, 18 และ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ปัจจัยรองได้แก่ ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้แก่ 16, 18, 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ซ้ำ (replications) ซ้ำละ 10 ระยะเก็บเกี่ยวผล แต่ละระยะผลจะเก็บเกี่ยวผลจำนวน 8 ผล รวมทั้งหมดต้องใช้สับปะรดจำนวน 480 ผล

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) โดยใช้โปรแกรม IRRISTAT version 92-1 และตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วย Duncan's multiple range tests (DMRT) ที่ระดับ .05 และ .01

6. สถานที่ทำการทดลอง

6.1 ไร่สับปะรดของนายสด นกขุนทอง เกษตรกรบ้านช้างแท่งกระเจาด ตำบลสามพระยา อำเภอสว่าง อำเภอสว่าง จังหวัดเพชรบุรี

6.2 ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ (อาคาร 25 ปี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน กรุงเทพฯ

7. ระยะเวลาการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เริ่มตั้งแต่วันที่ 18 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2545 และสิ้นสุดการทดลองวันที่ 18 เมษายน พ.ศ. 2547 รวมระยะเวลาในการทดลอง 18 เดือน

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลอง

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียในระยะ 14, 16, 18, และ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลทุก ๆ 2 สัปดาห์ คือ ผลสับปะรดในระยะ 16, 18, 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อนำมาวิเคราะห์จะปรากฏผลการทดลองดังนี้

1. ผลผลิตของสับปะรด

1.1 น้ำหนักผล

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดมีน้ำหนักผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 2) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดทุกระยะเวลาพ่นสารเอทีฟอนเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีน้ำหนักผลสูง โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14, 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีน้ำหนักผลสูงสุด คือ 956.67, 1,030.42 และ 1,041.46 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3-5)

1.2 ความยาวผล

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดมีความยาวไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 2) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดทุกระยะเวลาพ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะทำให้มีความยาวผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3-5)

1.3 เส้นผ่านศูนย์กลางผล

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดมีเส้นผ่านศูนย์กลางผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 2) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะทำให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางผลแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้เมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางผลกว้างขึ้น ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนมีเส้นผ่านศูนย์กลางผลกว้างที่สุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 10.87 และ 11.25 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3-5)

1.4 เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดมีเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 2) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะทำให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้เมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลกว้างขึ้น ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนมีเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลกว้างมากที่สุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 2.26 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลกว้างน้อยที่สุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 1.82 เซนติเมตร (ตารางที่ 3-5)

ตารางที่ 2 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางผล

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	น้ำหนักผล (g)			ความยาวผล (cm)			เส้นผ่านศูนย์กลางผล (cm)			เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล (cm)		
	E ₀	E ₂₅₀	A- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A- เฉลี่ย
14	1033.8	879.6	956.7	14.43	13.43	13.93	11.47	11.03	11.25	2.26	2.26	2.26
16	894.2	1166.7	1030.4	13.60	15.43	14.52	11.03	11.83	11.43	2.07	2.36	2.22
18	1021.7	1061.3	1041.5	14.17	14.40	14.28	11.40	11.57	11.48	2.28	2.27	2.27
20	1085.0	1005.8	1045.4	14.57	13.93	14.25	11.67	11.43	11.55	2.39	2.24	2.32
E-เฉลี่ย	1008.7	1028.3	1018.5	14.19	14.30	14.25	11.39	11.47	11.43	2.25	2.28	2.27
F-Test (ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน)	ns			ns			ns			ns		
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			ns			ns		
F-Test (AxE)	ns			ns			ns			ns		
cv (%)	21.3			10.2			6.5			8.1		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปดาห์ละ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลา 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางผล

ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	น้ำหนักผล (g)			เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล (cm)			ความยาวผล (cm)			เส้นผ่านศูนย์กลางผล (cm)		
	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย
16	601.7	555.6	578.7 C	1.76	1.87	1.82 C	13.17	12.87	13.02	10.00	10.20	10.10 B
18	717.5	671.7	694.6 BC	1.97	2.14	2.05 B	13.30	12.87	13.08	10.87	10.33	10.60 AB
20	803.3	799.2	801.3 AB	2.21	2.18	2.19 AB	13.20	13.30	13.25	10.87	10.87	10.87 A
22	1033.8	879.2	956.7 A	2.26	2.26	2.26 A	14.43	13.43	13.93	11.47	11.03	11.25 A
E-เฉลี่ย	789.1	726.5	757.8	2.05	2.11	2.08	13.53	13.12	13.32	10.80	10.61	10.70
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			ns			ns		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	*			**			ns			*		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns			ns		
cv (%)	18.5			5.9			6.9			5.9		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปดาห์ละ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลา 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางผล

ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	น้ำหนักผล (g)			เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล (cm)			ความยาวผล (cm)			เส้นผ่านศูนย์กลางผล (cm)		
	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย
18	738.9	688.3	713.7 B	2.08	2.09	2.09	13.57	13.23	13.40	10.60	10.57	10.58
20	998.3	933.3	965.8 A	2.23	2.24	2.23	15.00	14.23	14.62	11.38	11.30	11.33
22	894.2	1166.7	1030.4 A	2.07	2.36	2.22	13.60	15.43	14.52	11.03	11.83	11.43
E-เฉลี่ย	877.2	929.4	903.3	2.13	2.23	2.18	14.06	14.30	14.18	11.00	11.23	11.12
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			ns			ns		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	*			ns			ns			ns		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns			ns		
cv (%)	18.5			6.8			7.5			6.2		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 5 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปดาห์ละ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อน้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลางผล

ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	น้ำหนักผล (g)			เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล (cm)			ความยาวผล (cm)			เส้นผ่านศูนย์กลางผล (cm)		
	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย
20	883.8	842.9	863.3 B	2.29	2.32	2.31	13.80	13.70	13.75	11.13	11.00	11.07
22	1021.7	1061.3	1061.3 A	2.28	2.27	2.70	14.17	14.40	14.28	11.40	11.57	11.48
E-เฉลี่ย	952.7	952.1	952.4	2.28	2.30	2.29	13.98	14.05	14.05	11.27	11.28	11.28
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			ns			ns		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	*			ns			ns			ns		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns			ns		
cv (%)	9.8			6.5			3.3			2.8		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2. คุณภาพผลสับปะรด

2.1 Total soluble solid (TSS)

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้มีปริมาณ TSS สูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (12.96 และ 11.86 องศาบริกซ์ ตามลำดับ) แต่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับ จะทำให้มีปริมาณ TSS สูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (ตารางที่ 6) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลพบว่า ผลสับปะรดทุกระยะเวลาพ่นสารเอทีฟอนเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีปริมาณ TSS สูง โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14, 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีปริมาณ TSS สูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 12.04, 12.35 และ 12.79 องศาบริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7-9)

2.2 Titratable acid (TA)

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดมีปริมาณ TA ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 6) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะมีปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 และ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้เมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีปริมาณ TA สูง ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีปริมาณ TA สูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 0.63 %citric acid และผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับ

ดอก จะมีปริมาณ TA สูงสุดเท่ากันเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 0.64 %citric acid (ตารางที่ 7-9)

2.3 สัดส่วนของ TSS/TA

การใช้สารเอธิฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอธิฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้มีสัดส่วนของ TSS/TA สูงกว่าการไม่พ่นสารเอธิฟอน (21.06 และ 18.34 ตามลำดับ) แต่ระยะเวลาการพ่นสารเอธิฟอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอธิฟอนและความเข้มข้นของเอธิฟอนมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอธิฟอนในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้มีสัดส่วนของ TSS/TA สูงกว่าการไม่พ่นสารเอธิฟอน (ตารางที่ 6) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอธิฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะมีสัดส่วนของ TSS/TA แตกต่างกัน โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอธิฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีสัดส่วนของ TSS/TA สูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 25.06 ขณะที่ผลสับปะรดที่พ่นสารเอธิฟอนในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีสัดส่วนของ TSS/TA สูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 19.75 และ 20.88 ตามลำดับ (ตารางที่ 7-9)

2.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดมีค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอน มีปฏิกริยาสัมพันธ์ร่วม โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำคั้นเนื้อผลสูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (ตารางที่ 6) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำคั้นเนื้อผลแตกต่างกัน โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14, 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำคั้นเนื้อผลต่ำสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 3.42, 3.42 และ 3.41 ตามลำดับ (ตารางที่ 7-9)

ตารางที่ 6 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA และ pH ของน้ำคั้น

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	TSS (°Brix)			TA (%citric acid)			TSS/TA			pH		
	E ₀	E ₂₅₀	A- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A- เฉลี่ย
14	12.4 bcd	11.7 cd	12.1	0.62	0.63	0.63	19.9 bc	18.6 c	19.2	3.65 bcd	3.58 d	3.62
16	11.3 d	13.4 b	12.4	0.67	0.61	0.64	17.3 c	22.2 ab	19.8	3.71 b	3.63 bcd	3.67
18	11.7 cd	13.9 ab	12.8	0.66	0.58	0.62	18.0 c	23.8 a	20.9	3.61 cd	3.66 bc	3.64
20	12.0 bcd	12.9 bc	12.5	0.66	0.66	0.66	18.2 c	19.7 bc	18.9	3.61 cd	3.73 ab	3.67
E-เฉลี่ย	11.9 Y	13.0 X	12.5	0.65	0.62	0.64	18.4 Y	21.1 X	19.7	6.65	3.65	3.65
F-Test (ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน)	ns			ns			ns			ns		
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	**			ns			**			ns		
F-Test (AxE)	*			ns			*			*		
cv (%)	6.0			9.0			9.5			1.2		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (a, b, c, d; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปรดในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA และ pH ของน้ำคั้น

ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	TSS (°Brix)			TA (%citric acid)			TSS/TA			pH		
	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย
16	6.5 d	7.1 cd	6.8 C	0.26	0.29	0.27 D	25.4	24.7	25.1 A	4.13	4.14	4.14 A
18	6.7 d	7.1 cd	6.9 C	0.37	0.39	0.38 C	18.1	18.1	18.1 B	4.03	3.98	4.01 B
20	9.5 b	8.0 c	8.8 B	0.59	0.57	0.58 B	16.2	14.1	15.1 C	3.40	3.43	3.42 C
22	12.4 a	11.7 a	12.1 A	0.62	0.63	0.63 A	19.9	18.6	19.2 B	3.66	3.58	3.62 C
E-เฉลี่ย	8.8	8.5	8.7	0.46	0.47	0.47	19.9	18.9	19.4	3.80	3.79	3.79
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			ns			ns		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	**			**			*			**		
F-Test (ExH)	**			ns			ns			ns		
cv (%)	4.3			5.9			6.9			1.0		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B, C; a, b, c, d) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 8 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปรดในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA และ pH ของน้ำคั้น

ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	TSS (°Brix)			TA (%citric acid)			TSS/TA			pH		
	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย
18	6.9	7.8	7.3 C	0.38	0.46	0.42 B	18.2	17.07	17.62 A	4.01	4.01	4.01 A
20	8.3	10.1	9.2 B	0.60	0.68	0.64 A	13.9	14.98	14.45 B	3.43	3.40	3.42 C
22	11.3	13.4	12.4 A	0.67	0.61	0.64 A	17.3	22.17	19.75 A	3.71	3.63	3.67 B
E-เฉลี่ย	8.8	10.4	9.6	0.55	0.58	0.57	16.46 Y	18.07 X	17.27	3.72 X	3.68 Y	3.70
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			*			*		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	**			**			*			**		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns			ns		
cv (%)	8.2			9.9			13.4			1.7		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B, C; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปรดในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA และ pH ของน้ำคั้น

ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	TSS (°Brix)			TA (%citric acid)			TSS/TA			pH		
	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย
20	8.8	10.4	9.6 B	0.62	0.67	0.65	14.4 c	15.5 c	15.0 B	3.38	3.44	3.41 B
22	11.7	13.9	12.8 A	0.66	0.58	0.62	17.9 b	23.8 a	20.9 A	3.61	3.66	3.64 A
E-เฉลี่ย	10.3 X	12.1 Y	11.2	0.64	0.63	0.63	16.2 Y	19.7 X	17.9	3.50	3.55	3.52
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	**			ns			**			ns		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	**			ns			**			*		
F-Test (ExH)	ns			ns			**			ns		
cv (%)	6.2			4.4			6.7			2.0		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B; a, b, c; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2.5 การวิเคราะห์น้ำตาล

2.5.1 น้ำตาลกลูโคส

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผล สับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลัง การบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาการ พ่นสารเอทีฟอนแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงสุด คือ 25.96 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 10) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยว ผลจะมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์ หลังการบังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้เมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวนาน ขึ้นจะทำให้มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำลง ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนมีปริมาณน้ำตาลกลูโคส สูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 24.47 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด และมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสต่ำสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 11.56 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 12, 14 และ 16)

2.5.2 น้ำตาลฟรุคโตส

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผล สับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลัง การบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดมีปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลา การพ่นสารเอทีฟอนแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนใน ระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสสูงสุด คือ 23.13 กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักสด ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิกิริยา สัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 10) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอน เมื่อเก็บเกี่ยวผลทำให้มีปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนใน ระยะ 14 และ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลัง

การบังคับดอก คือ 23.13 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด และผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีปริมาณน้ำตาลฟรุคโตสสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 18.43 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด (ตารางที่ 12, 14 และ 16)

2.5.3 น้ำตาลซูโครส

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (66.26 และ 52.07 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ) เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน โดยผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูง คือ 61.48 และ 65.31 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนมีปฏิริยาสัมพันธ์ร่วม โดยผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (ตารางที่ 10) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผลสับปะรดที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูง ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนในระยะ 14, 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 52.40, 61.48 และ 62.49 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 12, 14 และ 16)

2.5.4 สัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนมีสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA สูงสุด คือ 41.16 ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 11) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยว

ผลจะมีสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA แตกต่างกันทางสถิติเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 และ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้เมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA ลดต่ำลง โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 และ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA สูงสุด เมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 90.97 และ 60.36 ตามลำดับ (ตารางที่ 13, 15 และ 17)

2.5.5 สัดส่วนของน้ำตาลฟรุคโตส/TA

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดมีสัดส่วนของน้ำตาลฟรุคโตส/TA ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีสัดส่วนของน้ำตาลฟรุคโตส/TA สูงสุด คือ 36.74 ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 11) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลทำให้มีสัดส่วนของน้ำตาลฟรุคโตส/TA แตกต่างกันทางสถิติเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 และ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีสัดส่วนของน้ำตาลฟรุคโตส/TA สูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 55.61 และผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีสัดส่วนของน้ำตาลฟรุคโตส/TA สูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 45.15 (ตารางที่ 13, 15 และ 17)

2.5.6 สัดส่วนของน้ำตาลซูโครส/TA

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟ่นให้แก่ผล สับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลัง การบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้มี สัดส่วนของน้ำตาลซูโครส/TA สูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (108.15 และ 80.30 ตามลำดับ) ส่วน ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและ ความเข้มข้นของเอทีฟอนมีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้มีสัดส่วนของน้ำตาล ซูโครส/TA สูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (ตารางที่ 11) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะมีสัดส่วนของน้ำตาลซูโครส/TA แตกต่างกัน โดย ผลสับปะรดที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้สัดส่วนของน้ำตาลซูโครส/TA สูง ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14, 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีสัดส่วนของ น้ำตาลซูโครส/TA สูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 83.60, 98.65 และ 103.39 (ตารางที่ 13, 15 และ 17)

ตารางที่ 10 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปดาห์ละ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระย
22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	กลูโคส (g/kgfw)			ฟรุคโตส (g/kgfw)			ซูโครส (g/kgfw)		
	E ₀	E ₂₅₀	A-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A-เฉลี่ย
14	24.78	27.13	25.96 A	23.07	23.19	23.13 A	54.70 cd	50.10 d	52.40 C
16	14.05	11.76	12.90 B	9.25	5.36	7.31 B	48.80 d	74.16 ab	61.48 AB
18	9.06	8.72	8.89 B	7.97	8.73	8.35 B	52.24 cd	78.39 a	65.31 A
20	9.02	7.70	8.36 B	8.78	8.89	8.84 B	52.53 cd	62.41 bc	57.47 BC
E-เฉลี่ย	14.23	13.83	14.03	12.27	11.54	11.91	52.07 Y	66.26 X	59.17
F-Test (ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน)	**			**			**		
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			*		
F-Test (AxE)	ns			ns			**		
cv (%)	46.3			39.2			18.1		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ
ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B, C; a, b, c, d; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 11 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA และซูโครส/TA

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	กลูโคส/TA			ฟรุคโตส/TA			ซูโครส/TA		
	E ₀	E ₂₅₀	A-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A-เฉลี่ย
14	39.56	42.77	41.16 A	23.07	36.63	36.74 A	87.73 bc	79.48 bc	83.60
16	21.22	19.38	20.30 B	9.25	8.88	11.63 B	74.56 c	122.73 a	98.65
18	13.51	15.05	14.28 C	7.97	15.08	13.55 B	79.75 bc	134.93 a	107.34
20	13.57	11.79	12.68 C	8.78	13.58	13.40 B	79.15 bc	95.46 b	87.31
E-เฉลี่ย	21.96	22.25	22.11	12.27	18.54	18.83	80.30 Y	108.15 X	94.23
F-Test (ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน)	**			**			ns		
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			**		
F-Test (AxE)	ns			ns			**		
cv (%)	14.8			16.4			15.4		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B, C; a, b, c; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 12 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปดาห์ละ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลา 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	กลูโคส (g/kgfw)			ฟรุคโตส (g/kgfw)			ซูโครส (g/kgfw)		
	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย
16	24.63	23.89	24.26	16.06	13.35	14.70 B	15.95	16.70	16.33 C
18	21.82	33.95	27.88	14.74	19.49	17.12 B	16.00	28.22	22.11 C
20	19.90	26.52	23.21	14.31	18.59	16.45 B	44.62	38.60	41.61 B
22	24.78	27.13	25.96	23.07	23.19	23.13 A	54.70	50.10	52.40 A
E-เฉลี่ย	22.08 Y	27.87 X	25.33	17.05	18.65	17.85	32.82	33.41	33.11
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	*			ns			ns		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	ns			*			**		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns		
cv (%)	25.1			24.3			17.8		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน* และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B, C; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 13 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปดาห์ละ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลา 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA และซูโครส/TA

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	กลูโคส/TA			ฟรุคโตส/TA			ซูโครส/TA		
	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย
16	98.38	83.55	90.97 A	64.39	46.82	55.61 A	63.30	58.27	60.79 B
18	58.91	85.61	72.26 A	39.89	49.27	44.58 AB	42.48	70.96	56.72 B
20	33.62	46.82	40.22 B	24.20	32.81	28.51 C	75.49	68.11	71.80 AB
22	39.56	42.77	41.16 B	36.85	36.63	36.74 BC	87.72	79.48	83.60 A
E-เฉลี่ย	57.62	64.69	61.15	41.33	41.38	41.36	67.25	69.21	68.23
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			ns		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	**			**			*		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns		
cv (%)	27.5			27.9			21.1		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 14 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปดาห์ละ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลา 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	กลูโคส (g/kgfw)			ฟรุคโตส (g/kgfw)			ซูโครส (g/kgfw)		
	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย
18	25.12	23.82	24.47 A	17.51	19.34	18.43 A	19.76	34.50	27.13 C
20	13.88	17.32	15.60 B	9.16	8.55	8.85 B	31.85	43.66	37.75 B
22	11.88	11.23	11.56 B	9.25	5.36	7.31 B	48.80	74.16	61.48 A
E-เฉลี่ย	16.96	17.46	17.21	11.97	11.08	11.53	33.47 Y	50.77 X	42.12
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			**		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	*			**			**		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns		
cv (%)	37.0			31.1			17.5		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B, C; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 15 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปรดในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA และซูโครส/TA

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	กลูโคส/TA			ฟรุคโตส/TA			ซูโครส/TA		
	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย
18	67.86	52.85	60.36 A	47.90	42.40	45.15 A	53.15	75.08	64.12 B
20	23.10	25.19	24.15 B	15.51	12.57	14.04 B	53.71	64.18	58.95 B
22	18.40	18.88	18.64 B	14.38	8.88	11.63 B	74.56	122.73	98.65 A
E-เฉลี่ย	36.45	32.31	34.38	25.93	11.08	23.61	60.47	87.33	73.90
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			ns		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	**			**			**		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns		
cv (%)	38.2			43.5			17.6		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 16 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปดาห์ละ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลา 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	กลูโคส (g/kgfw)			ฟรุคโตส (g/kgfw)			ซูโครส (g/kgfw)		
	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย
20	9.95	10.68	10.32	8.15	9.18	8.67	33.16	38.61	39.88 B
22	9.06	8.72	8.89	7.97	8.73	8.35	52.24	78.39	65.31 A
E-เฉลี่ย	9.51	9.70	9.61	8.06	8.96	8.51	42.70 Y	62.49 X	52.60
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			*		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	ns			ns			**		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns		
cv (%)	28.7			20.4			8.7		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 17 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปรดในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ที่มีต่อสัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA และซูโครส/TA

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	กลูโคส/TA			ฟรุคโตส/TA			ซูโครส/TA		
	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H-เฉลี่ย
20	16.63	15.98	16.31	13.55	13.74	13.64	55.19 bc	77.54 b	66.37 B
22	13.51	15.05	14.28	12.01	15.08	13.55	71.84 b	134.93 a	103.39 A
E-เฉลี่ย	15.07	15.52	15.29	12.78	14.41	13.59	63.52 Y	106.24 X	84.88
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			**		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	ns			ns			**		
F-Test (ExH)	ns			ns			*		
cv (%)	31.9			23.1			12.5		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B; a, b, c; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

2.6 กิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส (SPS)

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (358.05 และ 220.72 นาโนโมลต่อชั่วโมงต่อน้ำหนักสด ตามลำดับ) แต่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน พบว่า ผลสับปะรดทุกระยะเวลาพ่นสารเอทีฟอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนที่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 14) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสแตกต่างกันเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 และ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้เมื่อใช้ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูง ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 223.79 นาโนโมลต่อชั่วโมงต่อน้ำหนักสด และผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 317.47 และ 328.14 นาโนโมลต่อชั่วโมงต่อน้ำหนักสด ตามลำดับ (ตารางที่ 15-17)

2.7 ปริมาณโปรตีนรวม

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้มีปริมาณโปรตีนรวมสูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (2.21 และ 2.08 มิลลิกรัม ตามลำดับ) เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน โดยผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16, 18 และ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอกจะมีปริมาณโปรตีนรวมสูง คือ 2.25, 2.17 และ 2.24 มิลลิกรัม ตามลำดับ ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 14) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะมีปริมาณโปรตีนรวมแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการ

บังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดระยะดังกล่าวนี้เมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะมีปริมาณโปรตีนรวมลดลง ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีปริมาณโปรตีนรวมสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 2.32 มิลลิกรัม (ตารางที่ 15-17)

2.8 สัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวม

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก เมื่อทำการเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก พบว่า ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้มีสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมสูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน (161.83 และ 104.86 นาโนโมลต่อชั่วโมงต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ) แต่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นของเอทีฟอนที่ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม (ตารางที่ 14) ส่วนระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล พบว่า ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนเมื่อเก็บเกี่ยวผลจะมีสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมแตกต่างกันเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 และ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอกเท่านั้น โดยผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้เมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวนานขึ้นจะทำให้มีสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมสูง ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 127.43 นาโนโมลต่อชั่วโมงต่อมิลลิกรัมโปรตีน และผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก มีสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก คือ 125.45 และ 146.05 นาโนโมลต่อชั่วโมงต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ (ตารางที่ 15-17)

ตารางที่ 18 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสัปดาห์ละ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระย 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอกที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวม และเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวม

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	SPS (nmol/hr/gfw)			Total protein (mg protein)			SPS/total protein (nmol/hr/mg protein)		
	E ₀	E ₂₅₀	A-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A-เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	A-เฉลี่ย
14	142.63	304.96	223.79	1.86	1.98	1.92 B	76.94	153.88	115.41
16	312.01	344.26	328.14	2.24	2.26	2.25 A	139.54	152.57	146.05
18	178.51	399.99	289.25	2.07	2.26	2.17 A	85.82	177.02	131.42
20	249.73	382.97	316.35	2.14	2.34	2.24 A	117.17	163.87	140.52
E-เฉลี่ย	220.72 Y	358.05 X	289.38	2.08 Y	2.21 X	2.14	104.86 Y	161.83 X	133.35
F-Test (ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน)	ns			**			ns		
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	**			**			**		
F-Test (AxE)	ns			ns			ns		
cv (%)	24.7			2.7			27.1		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน ** แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 19 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรดในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 16-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอกที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวม และเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวม

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	SPS (nmol/hr/gfw)			Total protein (mg protein)			SPS/total protein (nmol/hr/mg protein)		
	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย
16	64.86	87.79	76.33 C	2.23	2.06	2.15	28.94	42.42	35.68 B
18	98.04	116.55	107.30 BC	2.86	2.42	2.64	36.67	49.23	42.95 B
20	167.32	209.91	188.62 AB	2.23	2.70	2.47	55.81	76.00	65.90 B
22	142.63	304.96	223.79 A	1.86	1.98	1.92	100.99	153.88	127.43 A
E-เฉลี่ย	118.21	179.80	149.01	2.30	2.29	2.29	55.60 Y	80.38 X	67.99
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			*		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	*			ns			**		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns		
cv (%)	54.5			19.3			57.7		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B, C; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 20 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรดในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 18-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอกที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวม และเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวม

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	SPS (nmol/hr/gfw)			Total protein (mg protein)			SPS/total protein (nmol/hr/mg protein)		
	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย
18	133.33	215.47	174.40 B	2.48	2.77	2.63	55.92	83.70	69.81 B
20	320.65	314.29	317.47 A	2.24	3.03	2.63	141.68	109.23	125.45 A
22	312.01	344.26	328.14 A	2.24	2.26	2.25	139.54	152.57	146.05 A
E-เฉลี่ย	255.33	291.34	273.34	2.32	2.69	2.50	112.38	115.17	113.77
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	ns			ns			ns		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	**			ns			*		
F-Test (ExH)	ns			ns			ns		
cv (%)	23.8			17.9			25.3		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 21 ผลการใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 0 และ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นผลสับปะรดในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก และเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20-22 สัปดาห์หลังการบังคับดอกที่มีต่อกิจกรรมเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวม และเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวม

ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอน (สัปดาห์หลังการบังคับดอก)	SPS (nmol/hr/gfw)			Total protein (mg protein)			SPS /total protein (nmol/hr/mg protein)		
	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย	E ₀	E ₂₅₀	H- เฉลี่ย
20	277.38 bc	311.99 ab	294.69	2.23	2.41	2.32 A	123.89 b	129.29 ab	126.59
22	178.51 c	399.99 a	289.25	2.07	2.26	2.17 B	85.82 b	177.02 a	131.42
E-เฉลี่ย	227.94 Y	355.99 X	291.97	2.15	2.34	2.24	104.85 Y	153.16 X	129.01
F-Test (ความเข้มข้นเอทีฟอน)	**			ns			*		
F-Test (ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผล)	ns			*			ns		
F-Test (ExH)	**			ns			*		
cv (%)	17.6			3.8			15.7		

หมายเหตุ เครื่องหมาย ns แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วน * และ ** แสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ตามลำดับตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในลำดับเดียวกัน (A, B; a, b, c; X, Y) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

วิจารณ์ผล

การใช้สารเอทีฟอนพ่นให้แก่ผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียเพื่อเร่งการสุกแก่และการเก็บเกี่ยวผลเร็วขึ้นโดยไม่ทำให้คุณภาพผลลดลง เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการพ่นสารเอทีฟอนต่อคุณภาพและผลผลิตพบว่า การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้มีคุณภาพผลสูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน โดยเฉพาะการพ่นสารเอทีฟอนให้แก่ผลในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีปริมาณ TSS และ สัดส่วนของ TSS/TA สูงสุด (ตารางที่ 6) แต่การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้นดังกล่าวนี้ไม่มีผลต่อผลผลิตของสับปะรด (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับในรายงานของ สุภาพรและคณะ (2542) พบว่า การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 21 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้มีปริมาณ TSS สูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน ขณะที่ผลผลิตของสับปะรด ได้แก่ น้ำหนักผล ความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ งามนิจ (2549) พบว่า การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 15 และ 19 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้มีปริมาณ TSS และปริมาณ TA สูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน ขณะที่ผลผลิตของสับปะรดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการใช้สารเอทีฟอนในระดับความเข้มข้นสูงกว่านี้จะให้ผลที่แตกต่างกัน ดังเช่นในการศึกษาของ ปิยะ (2522) พบว่า การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 6,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 16, 18 และ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้มีคุณภาพผลและผลผลิตลดลง โดยผลสับปะรดจะมีน้ำหนักผล ความยาวผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล และปริมาณ TSS ลดลงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน ซึ่งจากผลดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการพ่นสารเอทีฟอนมีความสำคัญต่อคุณภาพผลและผลผลิตของสับปะรด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเนื้อเยื่อของผลสับปะรดในระยะต่าง ๆ จะมีการตอบสนองต่อสารเอทีฟอนได้แตกต่างกัน ผลสับปะรดที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่อาจทำให้มีเนื้อเยื่อเกิดการตอบสนองต่อสารเอทีฟอนได้ต่ำ (จริงแท้, 2544; Saltveit, 1999) และเนื่องจากสารเอทีฟอนจัดเป็นสารที่มีการปลดปล่อยก๊าซเอทิลีน โดยสารเอทีฟอนจะมีสภาพคงตัวเมื่ออยู่ในสภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 3.5 และจะเกิดการแตกตัวปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมาเมื่ออยู่ภายใต้สภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น (दनय, 2531; สัมฤทธิ์, 2537; สมบุญ, 2544) ซึ่งผลสับปะรดจากผลการทดลองในครั้งนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วงระหว่าง 3.38-4.14 (ตารางที่ 6-9) จึงทำให้เกิดผลดังกล่าวได้ เอทิลีนเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่มีบทบาทสำคัญในการเร่งการสุกแก่และการเสื่อมสภาพของผลไม้ โดยผลไม้ที่มีการหายใจแบบไคลมาเทอริกเมื่อเกิดการสุกแก่จะมีปริมาณเอที

ลีนภายในผลเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าผลสับปะรดจะมีการหายใจแบบไม่เป็นไคลมาเทอริกและมีอัตราการหายใจต่ำตลอดอายุผล (Lelievre *et al.*, 1997) แต่การได้รับเอทิลีนจากภายนอกก็ทำให้ผลสับปะรดมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและเกิดการสุกแก่ได้ (Dull *et al.*, 1967) อิทธิพลของเอทิลีนยังไปทำให้ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์อ่อนตัวลง โดยเอทิลีนจะไปกระตุ้นเอนไซม์ cellulase และ polygalacturonase ทำหน้าที่ย่อยผนังเซลล์เพิ่มขึ้น (Taiz and Zeiger, 1998) เช่นเดียวกับเอนไซม์ lipase และ lipoxygenase ทำหน้าที่สลายเยื่อหุ้มเซลล์ (Hong *et al.*, 2000; Yu *et al.*, 2003) มีผลทำให้น้ำตาลและสารอินทรีย์ต่าง ๆ สามารถผ่านเข้ามาสะสมภายในเซลล์ได้มากขึ้น จึงทำให้ผลสับปะรดที่ได้รับการพ่นสารเอทิลีนมีปริมาณ TSS และสัดส่วนของ TSS/TA สูงขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการพ่นสารเอทิลีนต่อปริมาณน้ำตาลของผลสับปะรดพบว่า การใช้สารเอทิลีนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงขึ้น (ตารางที่ 10) เนื่องจากผลสับปะรดในระยะนี้ยังมีการเจริญเติบโตไม่เต็มที่ที่จะทำให้มีเนื้อเยื่อเกิดการตอบสนองต่อสารเอทิลีนได้ต่ำ (จริงแท้, 2544; Saltveit, 1999) ทั้งนี้ผลสับปะรดจะมีการสะสมน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสสูงกว่าการสะสมน้ำตาลซูโครส (Dull *et al.*, 1967) เพราะเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตของผล ส่วนการใช้สารเอทิลีนพ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอกสามารถทำให้ผลสับปะรดมีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูง (ตารางที่ 10) โดยเฉพาะการพ่นสารเอทิลีนให้แก่ผลในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงสุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจึงทำให้เนื้อเยื่อเกิดการตอบสนองต่อสารเอทิลีนได้ดี (จริงแท้, 2544; Saltveit, 1999) ผลสับปะรดที่ได้รับการพ่นสารเอทิลีนจะเกิดการสุกแก่เร็วขึ้น จึงทำให้มีการสะสมน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นได้ ขณะที่การใช้สารเอทิลีนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของฟรุคโตส (ตารางที่ 10) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำตาลฟรุคโตสเป็นน้ำตาลที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตของผลเหมือนกับน้ำตาลกลูโคส การสะสมน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวไว้ในเซลล์มาก ๆ อาจทำให้เซลล์ได้รับอันตราย โดยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอาจไปทำให้เกิดแรงดันออสโมติก ผลสับปะรดจึงเลือกที่จะสะสมซูโครสไว้ในเซลล์มากกว่าน้ำตาลชนิดอื่น ๆ เพราะเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ที่ไม่ทำให้เกิดผลดังกล่าว เมื่อนำน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส และซูโครสไปเปรียบเทียบกับปริมาณ TSS แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลซูโครสจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS ขณะที่ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสไม่พบความสัมพันธ์ (ตารางที่ 6 และ 10) สอดคล้องกับการนำเอาสัดส่วนของกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA และซูโครส/TA ไปเปรียบเทียบกับสัดส่วนของ TSS/TA ที่แสดงให้เห็นว่า สัดส่วนของ

ปริมาณน้ำตาลซูโครส/TA มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของ TSS/TA (ตารางที่ 6 และ 11) ดังนั้นการใช้สารเอทีฟอนพ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้ผลสับปะรดมีความหวานมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลซูโครสภายในผลสับปะรด

การพิจารณาถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการพ่นสารเอทีฟอนต่อกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวม และสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวม พบว่า การใช้เอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตรพ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 16-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้มีปริมาณโปรตีนรวมสูงขึ้น แต่ไม่มีผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสและสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวม (ตารางที่ 14) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของสารเอทีฟอนที่ไปทำให้ผลสับปะรดมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและเร่งให้ผลเกิดการสุกแก่เร็วขึ้น ขณะที่ผลสับปะรดเกิดการสุกแก่จะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสรีรวิทยาและชีวเคมีต่าง ๆ เช่น ผลน้มนวล การสะสมน้ำตาลมากขึ้น การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เกิดการสะสมคาร์โบไดรด์น้อยมาก มีการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและรสชาติ (จริงแท้, 2546) มีผลทำให้ผลสับปะรดมีการสังเคราะห์โปรตีนต่าง ๆ ขึ้นมาเป็นจำนวนมากเพื่อมาทำกิจกรรมดังกล่าวนี้ จึงส่งผลให้ผลสับปะรดมีปริมาณโปรตีนรวมเพิ่มขึ้น เมื่อนำกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสไปเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาลซูโครส แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลซูโครส ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าการสะสมน้ำตาลซูโครสของผลสับปะรดไม่ได้มาจากกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสภายในผล แต่อาจจะมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสในแหล่งผลิต (source) เช่น ใบและจุก แล้วจึงลำเลียงมาสะสมไว้ในผลโดยเอนไซม์ cell wall invertase ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สอดคล้องกับการศึกษาของ Chen and Paull (2000) พบว่า ผลสับปะรดที่เกิด translucency จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่ำและคงที่ตลอดอายุผล ส่วนเอนไซม์ cell wall invertase จะมีกิจกรรมสูงในระยะ 4 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวผล (หรือผลสับปะรดในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก) ดังนั้นการใช้สารเอทีฟอนพ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จึงทำให้มีปริมาณ TSS สัดส่วนของ TSS/TA ปริมาณน้ำตาลซูโครส และสัดส่วนของปริมาณน้ำตาลซูโครส/TA สูงขึ้นได้

การพิจารณาถึงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลต่อผลผลิตของสับปะรด พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นทำให้มีผลผลิต ได้แก่ น้ำหนักผล เส้น

ผ่านศูนย์กลางผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลสูงขึ้น (ตารางที่ 3-5) ทั้งนี้เป็นผลที่เกิดต่อเนื่องมาจากอิทธิพลของสารเอทีฟอนไม่ได้มีผลต่อผลผลิตของสับปะรด จึงทำให้ผลสับปะรดยังสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ตามปกติ การสะสมสารต่าง ๆ ยังเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง สารอินทรีย์และน้ำตาลจากแหล่งผลิตจะถูกลำเลียงผ่านทางโฟลเอ็มเข้ามาสะสมในผลมากขึ้น เพื่อรองรับกิจกรรมดังกล่าวนี้ ผลสับปะรดจะต้องมีการเพิ่มจำนวนเซลล์บริเวณท่อลำเลียงและขยายใหญ่ขึ้น ซึ่งมีผลทำให้เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลและเส้นผ่านศูนย์กลางผลเพิ่มขึ้น ขณะที่การสะสมสารอินทรีย์ต่าง ๆ เป็นจำนวนมากจะทำให้น้ำหนักผลเพิ่มขึ้นได้ ส่วนในด้านคุณภาพของผลสับปะรด พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA เพิ่มขึ้น ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลง (ตารางที่ 7-9) เนื่องจากอิทธิพลของสารเอทีฟอนสามารถทำให้ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการใช้เอทีฟอนพ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก (ตารางที่ 6) ผลสับปะรดที่ได้รับการพ่นสารเอทีฟอนจะทำให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและผลสุกแก่เร็ว (Dull *et al.*, 1976) ซึ่งในระหว่างที่ผลสับปะรดเกิดการสุกแก่จะทำให้ผนังเซลล์เกิดการอ่อนตัวลง สารอินทรีย์ต่าง ๆ และน้ำตาลสามารถผ่านเข้ามาสะสมในเซลล์ง่ายขึ้น (จริงแท้, 2544) จึงทำให้ปริมาณ TSS สูง ขณะที่การเพิ่มขึ้นของปริมาณ TA จะมีผลมาจากสะสมกรดของผลสับปะรด โดยในระยะที่ผลอ่อนจะมีการสะสมกรดมาริกมากกว่ากรดซิตริก แต่เมื่อผลเจริญเติบโตเต็มที่ผลจะมีปริมาณกรดซิตริกมากกว่ามาริก (Paull, 1997; Bartholomew *et al.*, 2003) ปริมาณ TA ในผลสับปะรดจะเป็นกรดซิตริก การใช้สารเอทีฟอนทำให้ผลสับปะรดสุกแก่เร็ว จึงทำให้มีปริมาณกรดซิตริกสูง ซึ่งมีผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำคั้นเนื้อผลสับปะรดลดต่ำลง (มีความเป็นกรดมากขึ้น) เมื่อผลสับปะรดมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจะทำให้ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์อ่อนตัวลง จึงทำให้ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นได้ดังกล่าว ซึ่งผลสับปะรดมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด เมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ขณะที่ปริมาณ TSS สูงสุด เมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก (ตารางที่ 7-9)

การพิจารณาถึงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลต่อปริมาณน้ำตาลของสับปะรด พบว่า ผลสับปะรดที่พ่นสารเอทีฟอนเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นทำให้มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสลดลง ส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครสจะเพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 12-17) ทั้งนี้เนื่องมาจากน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งผลสับปะรดที่ยังโตไม่เต็มที่จะมีการสะสมน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดนี้ในปริมาณสูง ขณะที่น้ำตาลซูโครสจะมีการสะสมในปริมาณต่ำ แต่เมื่อผลเติบโตเต็มที่ที่มีการสะสมน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสน้อยลง การสะสมน้ำตาลซูโครสจะเพิ่มสูงขึ้นในระยะ 6 สัปดาห์สุดท้ายก่อนการเก็บเกี่ยว

(Chen and Paull, 2000) เช่นเดียวกับการทดลอง ผลสับปะรดที่พันธุ์สารเอทีฟอนจะมีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 และ 22 สัปดาห์หลังการบังคับดอก นอกจากนี้การสะสมน้ำตาลซูโครสของผลสับปะรดยังไปสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณ TSS

การพิจารณาถึงระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลต่อกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสและโปรตีนรวม พบว่า ผลสับปะรดที่ได้รับการพันธุ์สารเอทีฟอนเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นจะทำให้มีปริมาณโปรตีนรวมสูง แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอิทธิพลของเอทีฟอนไปเร่งให้ผลสับปะรดมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นและผลสุกแก่เร็ว ซึ่งทำให้ผลสับปะรดเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางชีวเคมีและสรีรวิทยา ผลสับปะรดจึงต้องมีการสังเคราะห์โปรตีนขึ้นมาเพื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ นี้ จึงทำให้ผลสับปะรดมีปริมาณโปรตีนรวมสูง การใช้สารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอกเมื่อเก็บเกี่ยวผลในระยะ 20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะมีปริมาณโปรตีนรวมสูงสุด อาจเป็นเพราะผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ทำให้เนื้อเยื่อตอบสนองต่อสารเอทีฟอนได้ดี นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนรวมในระยะดังกล่าวนี้อาจจะไปเกี่ยวข้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำคั้นเนื้อผล ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างก็เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการทำงานของโปรตีน

การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะช่วยเร่งให้ผลสุกแก่และสามารถเก็บเกี่ยวผลเร็วขึ้นประมาณ 7 วัน (ตารางที่ 9) ผลสับปะรดที่ได้ถือว่ามีคุณภาพดีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานส่งโรงงานสับปะรดกระป๋อง โดยผลสับปะรดที่จัดส่งโรงงานสับปะรดกระป๋องจะมีปริมาณ TSS ไม่ต่ำกว่า 12 องศาบริกซ์ (Hepton, 2003) ส่วนในด้านรสชาติของสับปะรดถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมีคุณภาพพอเหมาะสำหรับการบริโภคผลสด โดยผลสับปะรดมีค่าสัดส่วนของ TSS/TA อยู่ในช่วง 19-20 ซึ่งถือว่ามีรสชาติหวานอมเปรี้ยว (ตารางที่ 9) การใช้สารเอทีฟอนเร่งการสุกแก่ของผลสับปะรดจะทำให้ผลสุกแก่พร้อมเพรียงกันและยังทำให้เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตส่งโรงงานสับปะรดกระป๋องเร็วขึ้น ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตทั้งค่าจ้างแรงงานและการขนส่ง

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้มีผลผลิต ได้แก่ น้ำหนัก ความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางและเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ทำให้คุณภาพผล ได้แก่ ปริมาณ TSS และสัดส่วนของ TSS/TA เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณ TA และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำคั้นเนื้อผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ

2. การใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครส สัดส่วนของน้ำตาลซูโครส/TA กิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวมและสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมสูง ส่วนปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตสไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3. การพ่นสารเอทีฟอนให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้มีปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส สัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA และฟรุคโตส/TA สูง ส่วนการพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16-20 สัปดาห์หลังการบังคับดอก ทำให้ปริมาณน้ำตาลซูโครส และปริมาณโปรตีนรวมสูงขึ้น ขณะที่ระยะเวลาการพ่นสารเอทีฟอนและความเข้มข้นสารเอทีฟอนที่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วม โดยการใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้ปริมาณ TSS สัดส่วนของ TSS/TA ปริมาณน้ำตาลซูโครส และสัดส่วนของน้ำตาลซูโครส/TA สูงกว่าการไม่พ่นสารเอทีฟอน

4. ผลสับปะรดที่พ่นเอทีฟอนเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวผลนานขึ้นทำให้น้ำหนักผล เส้นผ่านศูนย์กลางผล เส้นผ่านศูนย์กลางแกนผล ปริมาณ TSS ปริมาณ TA สัดส่วนของ TSS/TA ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส สัดส่วนของน้ำตาลกลูโคส/TA ฟรุคโตส/TA ซูโครส/TA กิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส ปริมาณโปรตีนรวมและสัดส่วนของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสต่อปริมาณโปรตีนรวมสูง

ข้อเสนอแนะ

การใช้สารเอทีฟอนเร่งการสุกแก่และการเก็บเกี่ยวผลสับปะรดเร็วขึ้นโดยไม่ทำให้คุณภาพผลลดลง จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารเอทีฟอนความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พ่นให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 16 และ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะทำให้มีคุณภาพผลสูงขึ้นและยังเก็บเกี่ยวผลส่งโรงงานสับปะรดกระป๋องได้เร็วขึ้นประมาณ 7 วัน ซึ่งจะทำให้เกษตรกรลดต้นทุนการผลิต แต่การพ่นสารเอทีฟอนให้แก่ผลสับปะรดในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก จะให้คุณภาพผลดีที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะผลสับปะรดในระยะดังกล่าวนี้มีการเจริญเติบโตเต็มที่และการสะสมสารอินทรีย์ต่าง ๆ สูง จึงทำให้ผลสุกแก่เร็วและมีคุณภาพผลดี สำหรับการศึกษาปริมาณน้ำตาลและกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์น้ำตาลในผลสับปะรดนั้น ควรจะมุ่งเน้นไปที่การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ cell wall invertase (CWI) มากกว่าเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส เนื่องจากเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสในผลสับปะรดนั้นมีกิจกรรมต่ำและค่อนข้างคงที่ตลอดอายุผล ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการสะสมน้ำตาลซูโครสจะมาจากกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสในแหล่งผลิต (source) เช่น ใบและจุก แล้วจึงลำเลียงผ่านทางโฟลเอ็มไปยังส่วนต่าง ๆ ของต้น จากนั้นเอนไซม์ CWI จะนำน้ำตาลซูโครสเข้าไปเก็บสะสมไว้ช่องว่างต่าง ๆ ของเซลล์ผลสับปะรด โดยเอนไซม์ CWI จะมีกิจกรรมสูงในช่วงที่ผลสับปะรดเกิดการสุกแก่หรือในระยะ 4 สัปดาห์สุดท้ายก่อนการเก็บเกี่ยวผล

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

งามนิจ ชื่นบุญงาม. 2549. ผลของ Ethephon ต่อคุณภาพและกิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสซินเทส ในผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จินดารัฐ วีรวุฒิ. 2541. สับปะรดและสรีรวิทยาการเจริญเติบโตของสับปะรด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์, วิจารย์ วิชชุกิจ, เอ็จ สโรบล และ จิระเดช แจ่มสว่าง. 2535. การพัฒนาพันธุ์และเพิ่มผลผลิตสับปะรด, น. 70-75. ใน รายงานความก้าวหน้าโครงการ พัฒนาพันธุ์และเพิ่มผลผลิตสับปะรด ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จารุพันธ์ ทองแถม. 2526. สับปะรดและอุตสาหกรรมสับปะรดในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คนัย บุญเกียรติ. 2531. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เดช อยู่ชา. 2535. พันธุ์สับปะรดและการดูแลรักษา, น. 9-38. ใน จิตร ภูภัทรพงษ์, จิตศักดิ์ ไชยพาน และ เดช อยู่ชา, บรรณาธิการ. หนังสือความรู้เนื่องในโอกาสนิทรรศการ สับปะรดไทย ครั้งที่ 6. บริษัทสับปะรดไทยจำกัด, ประจวบคีรีขันธ์.

ธงชัย เนมขุนทด. 2530. การปลูกสับปะรด. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน, กรุงเทพฯ.

บริษัท โดลไทยแลนด์ จำกัด. ม.ป.ป. คู่มือการปลูกสับปะรด. หนังสือพิมพ์หัวหินสาร, ประจวบคีรีขันธ์.

ประธาน โพธิสวัสดิ์. 2544. การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของ
 สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2522. ผลของ Ethephon ที่มีต่อการแก่และลักษณะบางประการของผลสับปะรด.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนตรี กล้าขาย. 2535. สับปะรด. สำนักงานส่งเสริมเกษตรภาคตะวันออกเฉียง.

สถาพร เมธาวัฒนสกุล. 2535. การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะภายนอกและองค์ประกอบภายใน
 ของสับปะรดพันธุ์ต่าง ๆ และลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์. 2537. สรีรวิทยาไม้ผล. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สมบุญ เดชะภินฉาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุภาพร ชุมพงษ์, สมเกียรติ นวลละออง, ศศิธร วสุนันต์ และ อานุภาพ ชีรกุล. 2542. อิทธิพลของ
 การใช้ปุ๋ยร่วมกับเอทธิฟอนในการบังคับดอกและการใช้เอทธิฟอนเร่งการสุกของผลที่
 มีต่ออาการผลแก่และคุณภาพของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย, ใน รายงานการสัมมนา
 ฮอรัโมนพืชเพื่อการผลิตไม้ผลนอกฤดูกาล . สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,
 กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ เสรีวัฒนาชัย. 2535. ประโยชน์ของสับปะรด, น. 57-58. ใน จิตร ภูมิทรัพย์, จิตศักดิ์
 ไชยพาน และ เดช อยู่ชา, บรรณาธิการ. หนังสือความรู้ "การปลูกสับปะรด" เนื่องใน
 โอกาสนิทรรศการสับปะรดไทย ครั้งที่ 6. บริษัทสับปะรดไทยจำกัด, ประจวบคีรีขันธ์.

สุรนนต์ สุภัทรพันธุ์. 2526. สรีรวิทยาของการเจริญเติบโตของพืชสวน.
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- Bartholomew, D.P. and E.P. Maleszieux. 1994. Pineapple, pp. 371-388. *In* S.P. Monselise, ed. **CRC Handbook of Fruit Set and Development**. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Bartolome, A.P., P. Ruperez and C. Fuster. 1995. Pineapple Fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne cultivars. **Food Chem.** 53: 75-79.
- Bartholomew, D.P., R.E. Paull and K.G. Rohrbach. 2003. **The Pineapple: Botany, Production and Uses**. CABI Publishing, UK.
- Botha, F.C. and K.G. Black. 2000. Sucrose phosphate synthase and sucrose synthase activity during maturation of internodal tissue in sugarcane. **Austr. J. Plant Physiol.** 27: 81-85.
- Chen, C.C. and R.E. Paull. 2000. Sugar metabolism and pineapple flesh translucency. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 125 (5): 558-562.
- Chen, W.L., D.J. Huang, P.H. Liu, H.L. Wang, J.C. Su and P.D. Lee. 2001. Purification of sucrose phosphate synthase from sweet potato tuberous roots. **Bot. Bull. Acad. Sin.** 42: 123-129.
- Collins, J.L. 1968. **The Pineapple**. Leonard Hill, London.
- Copeland, L. 1990. Enzyme of sucrose metabolism, pp. 73-85. *In* P.M. Dey and J.B. Harborne, eds. **Enzyme of Primary Metabolism**. Academic press Limited, London.
- Dali, N., D. Michaud and S. Yelle. 1992. Evidence for the involvement of sucrose phosphate synthase in pathway of sugar accumulation in sucrose-accumulating tomato fruits. **Plant Physiol.** 99: 434-438.

- Doehlert, D.C. and S.C. Huber. 1983. Spinash leaf sucrose phosphate synthase activator by glucose-6-phosphate and interaction with inorganic phosphate. **FEBS LETTERS** 153 (2): 293-297.
- Dull, G.G., R.E. Young and J.B. Biale. 1967. Respiration patterns in fruit of pineapple, *Ananas comosus* detached at different stages of development. **Physiol. Plant.** 20: 1059-1065.
- Fung, R.W.M., G. Langenkamper, R.C. Gardner and E. Macrae. 1998. Differential expression within an SPS gene family. **Plant Sci.** 164: 459-470.
- Foyer, C.H., S.F. Mery and S.C. Huber. 2000. Regulation of carbon fluxes in cytosol: coordination of sucrose synthesis, nitrate reduction and organic acid and amino acid biosynthesis, pp. 177-190. *In* R.C. Leegood, T.D. Sharkey and S.V. Caemmerer, eds. **Photosynthesis: Physiology and Metabolism.** Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Genard, M. and M. Souty. 1996. Modeling the peach sugar contents in relation to fruit growth. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 121: 1122-1131.
- Guy, C.L. 1990. Cold acclimation and freezing stree tolerance: role of protein metabolism. **Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.** 41: 187-223.
- Hauch, S. and E. Magel. 1998. Extractable activities and protein content of sucrose phosphate synthase, sucrose synthase and neutral invertase in trunk tissues of *Robinia pseudoacacia* L. are related to cambial wood production and heartwood formation. **Planta** 207: 266-274.
- Hepton, A. 2003. Cultural System, pp. 109-142. *In* D.P. Bartholomew, R.E. Paull and K.G. Rohrbach, eds. **The Pineapple: Botany, Production and Uses.** CABI Publishing, CAB international, Wallingford, Oxon.

- Holcroft, D.M. and A.A. Kader. 1999. Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. **Mol. Gen. Genet.** 261: 514-522.
- Hong, Y., T.W. Wang, K.A. Hudak, F. Schade, C.D. Froese and J.E. Thompson. 2000. An ethylene-induced cDNA encoding a lipase expressed at the onset of senescence. **PNAS** 97: 8717-8722.
- Hubbard, N.L., D.M. Pharr and S.C. Huber. 1990. Role of sucrose phosphate synthase in sucrose biosynthesis in ripening bananas and its relationship to the respiratory climacteric. **Plant Physiol.** 94: 201-208.
- Hubbard, N.L., D.M. Pharr and S.C. Huber. 1991. Sucrose phosphate synthase and other sucrose metabolizing enzymes in fruits of various species. **Physiol. Plant.** 82: 191-196.
- Hubbard, N.L., S.C. Huber and D.M. Pharr. 1989. Sucrose phosphate synthase and acid invertase as determinants of sucrose concentration in developing muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruits. **Plant Physiol.** 91: 1527-1534.
- Huber, S.C. and J.L.A. Huber. 1992. Role of sucrose phosphate synthase in sucrose metabolism in leaves. **Plant Physiol.** 99: 1275-1278.
- Huber, S.C. and J.L. Huber. 1996. Role and regulation of sucrose phosphate synthase in higher plant. **Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.** 47: 431-444.
- Klein, R.R., S.J.C. Brander and M.E. Salvucci. 1993. Cloning and developmental expression of sucrose phosphate synthase gene from spinach. **Planta** 190: 498-510.

- Komatsu, A., Y. Takanokura, M. Omura and T. Akihamh. 1996. Cloning and molecular analysis of cDNA encoding three sucrose phosphate synthase isoforms from a citrus fruit (*Citrus unshiu* Marc.). **Plant Sci.** 140: 169-178.
- Laison-Cabot, C. 1992. Origin, phylogeny and evolution of pineapple species. **Fruits** 47: 287-291.
- Lee, M.H., C.C. Yang, H.L. Wang and P.D. Lee. 2003. Regulation of sucrose phosphate synthase of the sweet potato callus is related to illumination and osmotic stress. **Bot. Bull. Acad. Sin.** 44: 257-265.
- Lee, M.H., C.C. Yang, H.L. Wang and P.D. Lee. 2005. Biochemical characterization of rice sucrose phosphate synthase under illumination and osmotic stress. **Bot. Bull. Acad. Sin.** 46: 43-52.
- Lelievre, J.M., A. Latche, B. Jones, M. Bouzayen and J.C. Jean. 1997. Ethylene and fruit ripening. **Physiol. Plant.** 101: 727-739.
- Lowry, O.H., N.J. Rosenbrough, A.L. Farr and R.J. Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.** 193: 265-275.
- Lunn, J.E. and T.A. Rees. 1990. Purification and properties of sucrose phosphate synthase from seeds of *Pisum sativum*. **Phytochem.** 29: 1057-1063.
- McMichael, R.W.Jr, M. Bachmann and S.C. Huber. 1995. Spinash leaf sucrose phosphate synthase and nitrate reductase are phosphorylated/inactivated by multiple protein kinase *in vitro*. **Plant Physiol.** 108: 1077-1082.

- Miron, D. and A.A. Schaffer. 1991. Sucrose phosphate synthase, sucrose synthase and invertase activities in developing fruit of *Lycopersicon esculentum* Mill. and sucrose accumulating *Lycopersicon hirsutum* Humb. and Bonpl. **Plant Physiol.** 95: 623-627.
- Nascimento, J.R.O., B.R. Cordenunsi, F.M. Lajolo and M.J.C. Alcocer. 1997. Banana sucrose phosphate synthase gene expression during fruit ripening. **Planta** 95: 283-288.
- Paull, R.E. 1993. Pineapple and Papaya, pp. 291-323. In G.T. Seymour and G. Tacker, eds. **Biochemistry of Fruit Ripening**. Chapman & Hall, London.
- Paull, R.E. 1997. Pineapple, pp. 123-143. In S.k. Mitra, ed. **Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits**. CAB international, Wallingford, UK.
- Pavlinova, O.A., E.N. Balakhontsev, M.F. Prasolova and M.V. Turkina. 2002. Sucrose phosphate synthase, sucrose synthase and invertase in sugar beet leaves. **Russ. J. Plant Physiol.** 49 (1): 78-84.
- Py, C., J.J. Lacoeville and C. Teinsion. 1987. **The Pineapple, Cultivation and Uses**. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris.
- Quick, W.P. and A.A. Schaffer. 1996. Sucrose Metabolism in Source and Sinks, pp. 115-156. In E. Zamski and A.A. Schaffer, eds. **Photoassimilate Distribution in Plants and Crops: Source-Sink Relationship**. Marcel Dekker Inc., New York.
- Reimholz, R., M. Geiger, V. Haake, U. Deiting, K.P. Krause, U. Sonnewald and M. Stitt. 1997. Potato plants contain multiple forms of sucrose phosphate synthase, which differ in their tissue distribution, thire levels during development, and their responses to low temperature. **Plant Cell Enver.** 20: 291-305.

- Rosa, M., M. Hilal, J.A. Gonzalez and F.E. Prado. 2004. Change in soluble carbohydrates and related enzymes induced by low temperature during early developmental stages of Quinoa (*Chenopodium quinoa*) seedlings. **Plant Physiol.** 161: 683-689.
- Saltveit, M.E. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biol. Technol.** 15: 279-292.
- Schomberg, D. and D. Stephen. 1996. **Enzyme Handbook 12: Class 2.3.2-2.4 Transferase.** Springer Verlag, Berlin.
- Schrader, S. and J. Sauter. 2002. Seasonal changes of sucrose phosphate synthase and sucrose synthase activities in poplar wood (poplar x canadensis Moench <robusta>) and their possible role in carbohydrate metabolism. **Plant Physiol.** 159: 833-841.
- Seneweera, S.P., A.S. Basra, E.W. Barlow and J.P. Conroy. 1995. Diurnal regulation of blade elongation in rice by CO₂. **Plant Physiol.** 108: 1471-1477.
- Singleton, V.L. and W.A. Gortner. 1965. Chemical and physical development of the pineapple fruit II, carbohydrate and acid constituents. **J. Food Sci.** 30: 19-23.
- Smith, L.G. 1991. Effect of ethephon on ripening and quality of freshmarket pineapples. **Aust. J. Exp. Agri.** 31: 123-127.
- Soler, A. 1992. **Pineapple.** CIRAD-IRFA, Paris.
- Sonewald, U., W.p. Quick, E. MacRae, K.P. Krause and M. Stitt. 1993. Purification, cloning and expression of spinach leaf sucrose phosphate synthase in *Escherichia coli*. **Planta** 189: 174-181.

- Stitt, M. 1997. Metabolic regulation of photosynthesis, pp. 195-198. *In* N. Baker, ed. **Advances in Photosynthesis, Vol. 3, Photosynthesis and stress.** Academic Press, London.
- Stommel, J.R. 2000. Enzymic components of sucrose accumulation in the wild tomato species *Lycopersicon peruvianum*. **Plant Physiol.** 99: 324-328.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 1998. **Plant Physiology.** 2 ed. Sinauer Associates, Inc., USA.
- Trevanion, S.J., C.K. Castledon, C.H. Foyer, R.T. Furbank, W.P. Quick, and J.E. Lunn. 2004. Regulation of sucrose phosphate synthase in wheat (*Triticum aestivum*) leaves. **Funct. Plant Biol.** 31: 685-695.
- Worrell, A.C., J. Bruneau, K. Summerfelt, M. Boersig and T.A. Voelker. 1991. Expression of a maize sucrose phosphate synthase in tomato alters leaf carbohydrate partitioning. **Plant Cell** 3: 1121-1130.
- Yu, Z., C.K. Song, C.Q. Jun, Z.S. Long and R.Y. Ping. 2003. Effect of acetylsalicylic acid (ASA) and ethylene treatments on ripening and softening of postharvest kiwifruit. **Acta Bot. Sinica.** 45: 1447-1452.
- Zhou, R., R.C. Sicher and B. Quebedeaux. 2002. Apple leaf sucrose phosphate synthase is inhibited by sorbitol-6-phosphate. **Funct. Plant Biol.** 29: 569-574.
- Zrenner, R. and M. Stitt. 1991. comparison of rapidly and gradually developing water stress on carbohydrate metabolism in spinach leaves. **Plant Cell Envir.** 14: 939-946.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์น้ำตาลในผลสับปะรด (ดัดแปลงจากวิธีของ Bartolomé *et al.*, 1995)

1. เครื่องมือ

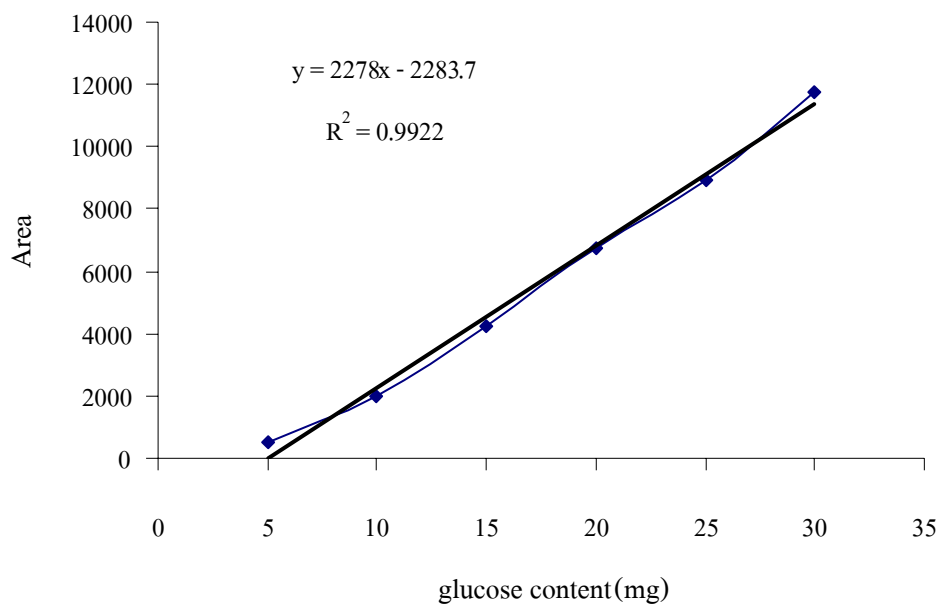
- 1.1 โกร่งบด
- 1.2 กระดาษกรอง (whatman เบอร์ 1)
- 1.3 หลอดทดลอง
- 1.4 กรวยแก้ว
- 1.5 ปิเปตและไมโครปิเปต
- 1.6 กระบอกฉีดยา (syringe) ขนาด 100 ไมโครลิตร
- 1.7 soxhlet apparatus
- 1.8 filter ขนาด 0.45 ไมครอน
- 1.9 เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง (Mettler PM 400)
- 1.10 เครื่อง water bath
- 1.11 เครื่องเซนตริฟิวจ์ (IECB-22M, high speed refrigerated centrifuge)
- 1.12 เครื่อง Bunchi Evaporator
- 1.13 เครื่อง high performance liquid chromatography (Alltech 426 HPLC pump) ที่เชื่อมต่อเข้ากับเครื่อง evaporative light-scattering detector (Alltech 500 ELSD) และใช้คอลัมน์ Alltima Amino Column, 100A, 5u ขนาด 250x4.6 มิลลิเมตร

2. สารเคมี

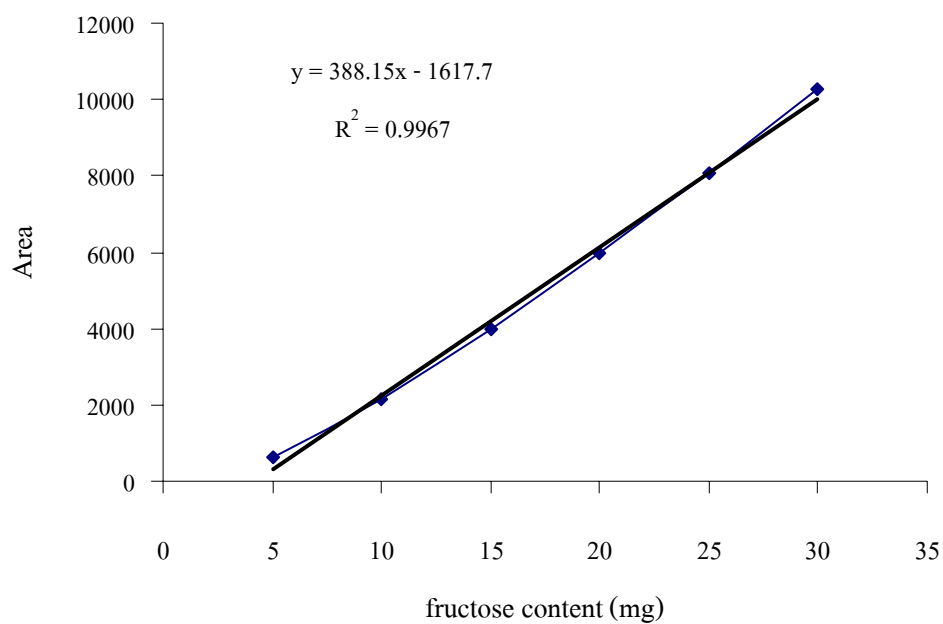
- 2.1 เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์
- 2.2 น้ำกลั่น
- 2.3 ไนโตรเจนเหลว
- 2.4 น้ำตาลกลูโคส
- 2.5 น้ำตาลฟรุคโตส
- 2.6 น้ำตาลซูโครส

3. วิธีการวิเคราะห์น้ำตาล

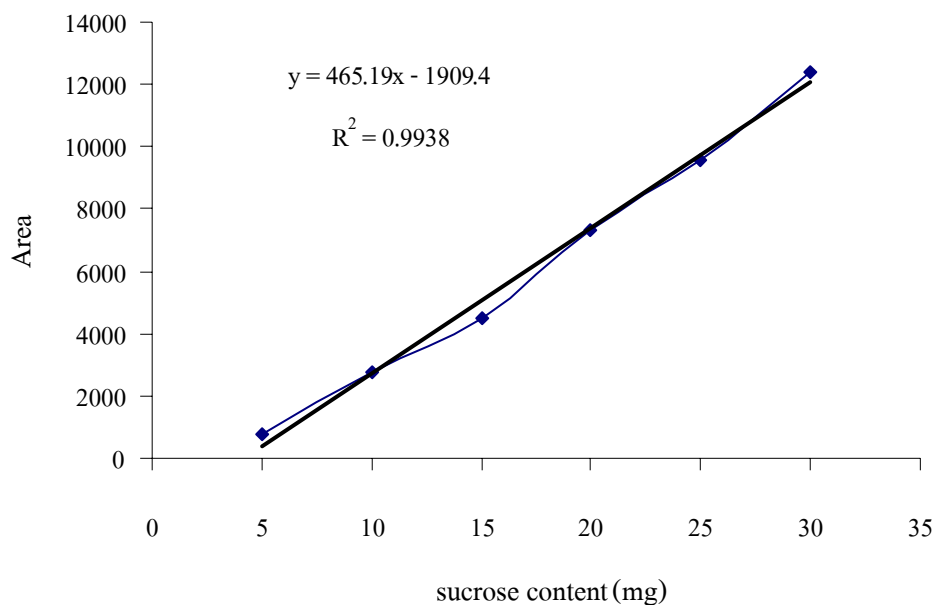
เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคส ฟรุคโตสและซูโครสที่ความเข้มข้น 5 10 15 20 25 และ 30 มิลลิกรัม นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง high performance liquid chromatography (Alltech 426 HPLC pump) ที่เชื่อมกับเครื่อง evaporative light-scattering detector (Alltech 500 ELSD) ใช้คอลัมน์คือ Alltima Amino Column, 100A, 5u ขนาด 250x4.6 มิลลิเมตร เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ใช้เป็น acetonitrile ต่อน้ำกลั่น deionize อัตราส่วน 77 ต่อ 23 อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตร/นาที่ โดยฉีดสารมาตรฐานปริมาตร 20 ไมโครลิตร แล้วนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน (ภาพผนวกที่ 1-3) การวิเคราะห์น้ำตาลของผลสับประรดจะดัดแปลงจากวิธีการของ Bartolomé *et al.* (1995) โดยนำเนื้อผลสับประรดแช่เย็น (-80°C) จำนวน 2 กรัม มาบดในโกร่งที่มีไนโตรเจนเหลวจนละเอียด จากนั้นย้ายลงหลอดทดลองที่มีเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 8 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 นำน้ำใสมาระเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง Bunchi evaporator ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วละลายตะกอนด้วยน้ำกลั่น deionize จำนวน 5 มิลลิลิตร นำสารละลายไปกรองด้วย filter ขนาด 0.45 ไมครอน จากนั้นฉีดสารละลายจำนวน 20 ไมโครลิตรเข้าเครื่อง HPLC pump เชื่อมกับเครื่อง ELSD โดยใช้คอลัมน์และเฟสเคลื่อนที่เหมือนกับการวิเคราะห์สารละลายน้ำตาลมาตรฐาน ในการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลจะนำจุดสูงสุด (peak) ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา (retention time) ของสารละลายตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส ฟรุคโตสและซูโครสตามลำดับ



ภาพผนวกที่ 1 กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณสารละลายกลูโคสมาตรฐานและพื้นที่ใต้กราฟ เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้คอลัมน์ Alltima Amino Column 100A 5u ที่มี acetonitrile ค่อน้ำกลั่น deionize ในอัตราส่วน 77 ต่อ 23 เป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที



ภาพผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณสารละลายฟรุกโตสมาตรฐานและพื้นที่ใต้กราฟ เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้คอลัมน์ Alltima Amino Column 100A, 5u ที่มี acetonitrile ต่อน้ำกลั่น deionize ในอัตราส่วน 77 ต่อ 23 เป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที



ภาพผนวกที่ 3 กราฟมาตรฐานแสดงปริมาณสารละลายซูโครสมาตรฐานและพื้นที่ใต้กราฟ เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้คอลัมน์ Alltima Amino Column 100A 5u ที่มี acetonitrile ต่อน้ำกลั่น deionize ในอัตราส่วน 77 ต่อ 23 เป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหล 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส

1. การสกัดเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส (ดัดแปลงจากวิธีการของ Chen and Paull, 2000)

1.1 เครื่องมือ

- 1.1.1 โกร่งบด
- 1.1.2 เครื่องเซนตริฟิวจ์ (IECB-22M, high speed refrigerated centrifuge)
- 1.1.3 desalting column (Hitrap desalting column)
- 1.1.4 กระจกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร
- 1.1.5 กระจกฉีด (syringe) ขนาด 1.5 และ 10 มิลลิลิตร
- 1.1.6 ผ้าขาวบาง
- 1.1.7 ไมโครปิเปต
- 1.1.8 Eppendorf tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร

1.2 สารเคมี

- 1.2.1 เอทานอล 20 เปอร์เซ็นต์
- 1.2.2 polyvinyl polypyrrolidone (PVPP)
- 1.2.3 3-[N-morpholino] propanesulfonic acid (MOPS) ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ pH 7.5
- 1.2.4 magnesium chloride ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์
- 1.2.5 DL-dithiothreitol (DTT) ความเข้มข้น 2.5 มิลลิโมลาร์
- 1.2.6 ascorbic acid ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์
- 1.2.7 phenylmethylsulfonyl fluoride (PMSF) ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์
- 1.2.8 trans-epoxysuccinyl-L-leucylamido-(4-guanido) butane (E-64) ความเข้มข้น 20 ไมโครโมลาร์
- 1.2.9 bovine serum albumin (BSA)

1.3 วิธีการสกัดเอนไซม์ฟอสเฟตซินเทส

นำเนื้อผลสับปะรดที่แช่แข็ง (-80°C) จำนวน 1 กรัม มาบดในโถรงแช่เย็นที่มีไนโตรเจนเหลวจนละเอียด แล้วเติม PVPP จำนวน 10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ลงในโถรง บดให้เข้ากันกับตัวอย่างเนื้อผลสับปะรด จากนั้นเติม extraction buffer ที่ประกอบด้วย 100 mM 3-[N-morpholino] propanesulfonic acid (pH 7.5), 5mM magnesium chloride, 2.5 mM DL-dithiothreitol, 10 mM ascorbic acid, 1 mM phenylmethylsulfonyl fluoride, 20 μM trans-epoxysuccinyl-L-leucylamido-(4-guanido) butane (E-64) และ 1 $\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}$ bovine serum albumin จำนวน 2 มิลลิลิตร ลงในโถรงแล้วบดคลุกเคล้าให้เข้ากัน ปล่อยให้ไว้นานประมาณ 5 นาที แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางจำนวน 8 ชั้น นำไปปั่นเหวี่ยง 20,000 g เป็นเวลานาน 20 นาที ดูดน้ำใส (supernatant) จำนวน 500 ไมโครลิตร แล้วนำไปฉีดผ่าน desalting column (Hitrap desalting column) และฉีดชะล้างคอลัมน์ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ที่ประกอบด้วย 100 mM 3-[N-morpholino] propanesulfonic acid (pH 7.5), 5 mM magnesium chloride, 2.5 mM DL-dithiothreitol ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เก็บสารละลายตัวอย่างเป็น fraction จำนวน 4 fraction โดยแต่ละ fraction จะเก็บสารละลายตัวอย่างจำนวน 5 หยด (ปริมาตร 350 ไมโครลิตร) แล้วนำสารละลายจาก fraction ที่ 2-4 ไปวิเคราะห์หาคิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสและโปรตีน

2. การวิเคราะห์เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส (ดัดแปลงจากวิธีการของ Chen and Paull, 2000)

2.1 เครื่องมือ

- 2.1.1 Eppendorf tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร
- 2.1.2 ปีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- 2.1.3 ไมโครปิเปต
- 2.1.4 กระบอกตวง
- 2.1.5 ปากคีบ
- 2.1.6 หลอดทดลอง
- 2.1.7 เครื่อง water bath
- 2.1.8 เครื่อง hotplate
- 2.1.9 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)

2.1.10 น้ำตาลซูโครส

2.2 สารเคมี

2.2.1 3-[N-morpholino] propanesulfonic acid (MOPS) ความเข้มข้น 100 มิลลิโมลาร์ pH 7.5

2.2.2 Magnesium chloride ความเข้มข้น 15 มิลลิโมลาร์

2.2.3 fructose-6-phosphate ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์

2.2.4 glucose-6-phosphate ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์

2.2.5 uridine 5'-diphosphoglucose (UDPG) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์

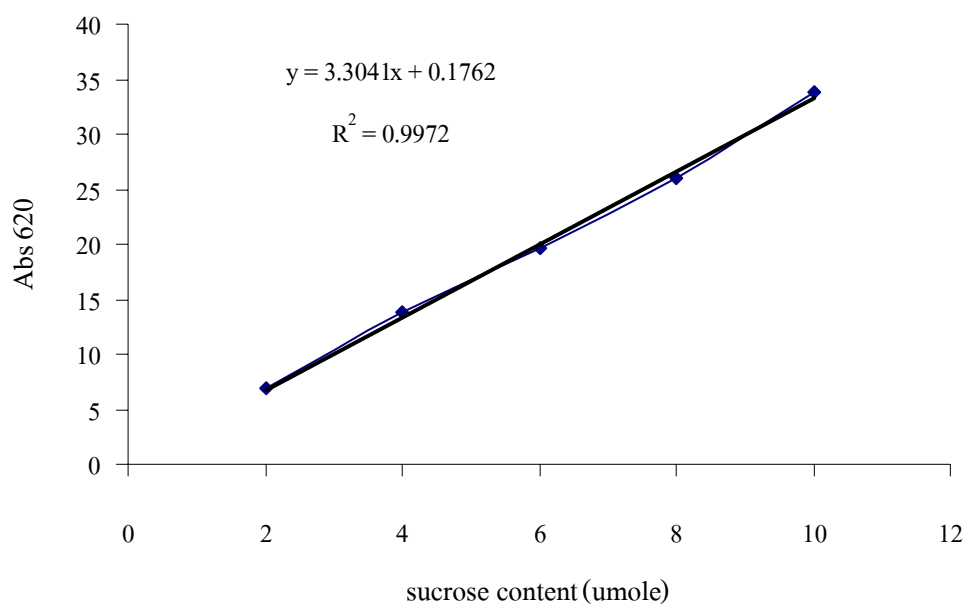
2.2.6 potassium oxide ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์

2.2.7 anthrone ความเข้มข้น 0.15 เปอร์เซ็นต์

2.2.8 sulfuric acid ความเข้มข้น 13.8 โมลาร์

2.3 วิธีการวิเคราะห์เอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส

เตรียมสารละลายมาตรฐานน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 2 4 6 8 และ 10 ไมโครโมลาร์ เติมสารละลาย anthrone ความเข้มข้น 0.15% (w/v) ที่ทำการละลายในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 13.8 โมลาร์ จำนวน 2 มิลลิลิตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน (ภาพผนวกที่ 4) ในการวิเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส จะดัดแปลงจากวิธีการของ Chen และ Paull (2000) โดยเตรียมสารละลายยับยั้งปริมาตร 100 ไมโครลิตรที่ประกอบด้วย 100 mM MOPS (pH 7.5), 15 mM Magnesium chloride, 10 mM fructose-6-phosphate, 10 mM glucose-6-phosphate, 10 mM uridine 5'-diphosphoglucose แล้วเติมน้ำตาลจาก fraction ที่ 2-4 ปริมาตร 50 ไมโครลิตร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 และ 30 นาที เติม KOH ความเข้มข้น 30% (w/v) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร นำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลานาน 10 นาที ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเปิดสารละลายลงหลอดทดลองที่มีสารละลาย anthrone ความเข้มข้น 0.15% (w/v) ที่ทำการละลายในกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 13.8 โมลาร์ จำนวน 2 มิลลิลิตร บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายน้ำตาลซูโครส



ภาพผนวกที่ 4 ความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนแสงและสารละลายซูโครสมาตรฐาน

3. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงจากวิธีการของ Lowry *et al.*, 1951)

3.1 สารเคมี

3.1.1 สารละลาย A: เตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซ็นต์ โดยละลายโซเดียมคาร์บอเนต 8 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร

3.1.2 สารละลาย B: เตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.4 นอร์มอล โดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จำนวน 16 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร

3.1.3 สารละลาย C: เตรียมสารละลายคอปเปอร์ ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ความเข้มข้น 0.04 เปอร์เซ็นต์ โดยละลายคอปเปอร์ 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร

3.1.4 สารละลาย D: เตรียมสารละลายโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต (Na-K tartrate) ความเข้มข้น 0.08 เปอร์เซ็นต์ โดยละลายโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรตจำนวน 0.8 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาตร 1 ลิตร

3.1.5 สารละลาย E: เตรียม Folin reagent ความเข้มข้น 1 นอร์มอล โดยเจือจางสารละลายโฟลินความเข้มข้น 2 นอร์มอลกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1/1 โดยปริมาตร (สารละลายนี้ต้องเตรียมก่อนใช้เท่านั้น)

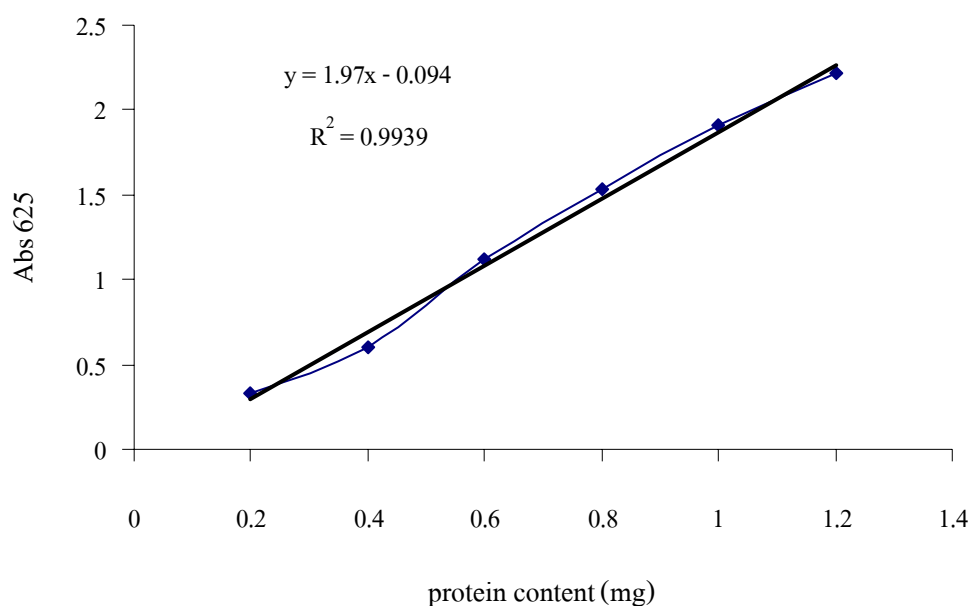
3.1.6 สารละลาย F: working solution นำสารละลาย A กับ B และ C กับ D มาผสมกันในอัตราส่วนที่เท่ากัน แล้วจึงนำสารละลายทั้งหมดมาผสมรวมกันอีกครั้ง (สารละลายนี้ต้องเตรียมก่อนใช้เท่านั้น)

3.1.7 สารละลายโปรตีนมาตรฐาน: เตรียมสารละลายโปรตีนของ bovine serum albumin (BSA) ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เจือจางให้มีความเข้มข้นโปรตีนเท่ากับ 0.2-1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

3.2 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

เตรียมสารละลายโปรตีนมาตรฐาน (BSA) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร เพื่อไปสร้างกราฟมาตรฐาน (ภาพผนวกที่ 5) นำสารละลายสารละลาย fraction ที่ 2-4 ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรมาผสมรวมกับสารละลาย F ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ทำซ้ำ 3 ครั้ง กรณียของโปรตีนมาตรฐานให้ทำเช่นเดียวกันกับสารละลาย fraction ที่ 2-4 ปล่อยให้ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 20 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลาย E ปริมาตร 250 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วปล่อยให้ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 45 นาที (ในช่วงนี้สารละลายจะเปลี่ยนไปเป็นสีม่วงเข้ม) วัดค่า

การดูดกลืนแสงของสารละลายที่ผ่าน desalting column และสารละลายโปรตีนมาตรฐานที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐาน (ภาพผนวกที่ 5)



ภาพผนวกที่ 5 ความสัมพันธ์ของค่าการดูดกลืนแสงและสารละลายโปรตีนมาตรฐานของ bovine serum albumin (BSA)

ภาคผนวก ค ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	5384.51	2692.25	< 1
Aplication (A)	3	31301.76	10433.92	< 1
Error (a)	6	327320.70	54553.45	
Ethephon (E)	1	2325.59	2325.59	< 1
AxE	3	156461.13	52153.71	1.11 ns
Error (e)	8	375703.13	46962.89	
Total	23	898496.81		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	7736.32	3868.16	< 1
Ethephon (E)	1	23476.27	23476.27	1.47 ns
Error (e)	2	32038.64	16019.318	
Harvest (H)	3	465168.70	155056.23	8.67 **
ExH	3	18531.38	6177.13	< 1
Error (h)	12	214652.26	17887.69	
Total	23	761603.56		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	141731.12	70865.56	< 1
Ethephon (E)	1	12304.62	12304.62	< 1
Error (e)	2	420690.49	210345.24	
Harvest (H)	2	336224.71	168112.36	6.05 *
ExH	2	109261.84	54630.92	1.97 ns
Error (h)	8	222399.04	27799.88	
Total	17	1242611.82		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนักผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	77150.26	38575.13	10.58 ns
Ethephon (E)	1	1.17	1.17	< 1
Error (e)	2	7289.84	3644.92	
Harvest (H)	1	95185.55	95185.55	10.97 *
ExH	1	4850.13	4850.13	< 1
Error (h)	4	34696.35	8674.09	
Total	11	219173.31		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0700	0.0350	1.71 ns
Aplication (A)	3	0.0313	0.0104	< 1
Error (a)	6	0.1225	0.0204	
Ethephon (E)	1	0.0057	0.0057	< 1
AxE	3	0.1501	0.0500	1.50 ns
Error (e)	8	0.2669	0.0334	
Total	23	0.6466		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0613	0.0307	2.95 ns
Ethephon (E)	1	0.0254	0.0254	2.44 ns
Error (e)	2	0.0208	0.0104	
Harvest (H)	3	0.6960	0.2320	15.21 **
ExH	3	0.0384	0.0128	< 1
Error (h)	12	0.1831	0.0153	
Total	23	1.0248		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.1101	0.0550	< 1
Ethephon (E)	1	0.0470	0.0470	< 1
Error (e)	2	0.3579	0.1789	
Harvest (H)	2	0.0755	0.0378	1.70 ns
ExH	2	0.0738	0.0369	1.66 ns
Error (h)	8	0.1774	0.0222	
Total	17	0.8417		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางแกนผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0103	0.0052	< 1
Ethephon (E)	1	0.0005	0.0005	< 1
Error (e)	2	0.0268	0.0134	
Harvest (H)	1	0.0033	0.0033	< 1
ExH	1	0.0016	0.0016	< 1
Error (h)	4	0.0875	0.0219	
Total	11	0.1302		

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ทางสถิติของความยาวผลสัปดาห์เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.1108	0.0554	< 1
Aplication (A)	3	1.0346	0.3449	< 1
Error (a)	6	11.529	1.9215	
Ethephon (E)	1	0.0704	0.0704	< 1
AxE	3	7.1546	2.3848	1.14 ns
Error (e)	8	16.800	2.1000	
Total	23	36.699		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ทางสถิติของความยาวผลสัปดาห์เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.1658	0.0829	< 1
Ethephon (E)	1	1.0004	1.0004	< 1
Error (e)	2	4.2108	2.1054	
Harvest (H)	3	3.1745	1.0582	1.25 ns
ExH	3	0.9313	0.3104	< 1
Error (h)	12	10.137	0.8447	
Total	23	19.620		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ทางสถิติของความยาวผลสัปดาห์เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	5.5211	2.7606	< 1
Ethephon (E)	1	0.2689	0.2689	< 1
Error (e)	2	20.541	10.271	
Harvest (H)	2	5.4744	2.7372	2.43 ns
ExH	2	5.8211	2.9106	2.58 ns
Error (h)	8	9.0244	1.1281	
Total	17	46.651		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ทางสถิติของความยาวผลสัปดาห์เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.9817	0.4908	2.79 ns
Ethephon (E)	1	0.0133	0.0133	< 1
Error (e)	2	0.3517	0.1758	
Harvest (H)	1	0.8533	0.8533	3.91 ns
ExH	1	0.0833	0.0833	< 1
Error (h)	4	0.8733	0.2183	
Total	11	3.1567		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0858	0.0429	< 1
Aplication (A)	2	0.2979	0.0993	< 1
Error (a)	4	3.2808	0.5468	
Ethephon (E)	1	0.0338	0.0338	< 1
AxE	2	1.3313	0.4438	< 1
Error (e)	6	4.3313	0.5475	
Total	17	9.4096		

ตารางผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.4433	0.2217	< 1
Ethephon (E)	1	0.2204	0.2204	< 1
Error (e)	2	0.6633	0.3317	
Harvest (H)	3	4.2013	1.4004	5.61 *
ExH	3	0.5479	0.1826	< 1
Error (h)	12	2.9933	0.2494	
Total	23	9.0696		

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนใน
ระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	2.3433	1.1717	< 1
Ethephon (E)	1	0.2450	0.2450	< 1
Error (e)	2	4.3900	2.1950	
Harvest (H)	2	2.5900	1.2950	2.76 ns
ExH	2	0.7233	0.3617	< 1
Error (h)	8	3.7533	0.4692	
Total	17	14.045		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ทางสถิติของเส้นผ่านศูนย์กลางผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนใน
ระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.7400	0.3700	6.94 ns
Ethephon (E)	1	0.0008	0.0008	< 1
Error (e)	2	0.1067	0.0533	
Harvest (H)	1	0.5208	0.5208	5.39 ns
ExH	1	0.0675	0.0675	< 1
Error (h)	4	0.3867	0.0967	
Total	11	1.8225		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 17 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TSS ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.6470	0.3235	< 1
Aplication (A)	3	1.7344	0.5781	< 1
Error (a)	6	4.1147	0.6858	
Ethephon (E)	1	7.2051	7.2051	12.97 **
AxE	3	7.7837	2.5946	4.67 *
Error (e)	8	4.4426	0.5553	
Total	23	25.927		

* = แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 18 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TSS ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	2.0906	1.0453	2.29 ns
Ethephon (E)	1	0.5828	0.5828	1.28 ns
Error (e)	2	0.9127	0.4564	
Harvest (H)	3	108.01	36.003	264.07 **
ExH	3	4.5926	1.5309	11.23 **
Error (h)	12	1.6361	0.1363	
Total	23	117.82		

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 19 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TSS ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	3.8940	1.9470	3.07 ns
Ethephon (E)	1	11.632	11.632	18.32 ns
Error (e)	2	1.2697	0.6348	
Harvest (H)	2	76.694	38.347	61.66 **
ExH	2	0.9361	0.4681	< 1
Error (h)	8	4.9750	0.6219	
Total	17	99.401		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 20 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TSS ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.1694	0.0847	< 1
Ethephon (E)	1	10.566	10.566	15.73 ns
Error (e)	2	1.3433	0.6716	
Harvest (H)	1	30.147	30.147	62.24 **
ExH	1	0.1925	0.1925	< 1
Error (h)	4	1.9375	0.4844	
Total	11	44.355		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 21 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0106	0.0053	1.18 ns
Aplication (A)	3	0.0056	0.0019	< 1
Error (a)	6	0.0269	0.0045	
Ethephon (E)	1	0.0074	0.0074	2.23 ns
AxE	3	0.0075	0.0025	< 1
Error (e)	8	0.0263	0.0033	
Total	23	0.0843		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 22 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0029	0.0014	4.67 ns
Ethephon (E)	1	0.0005	0.0005	1.67 ns
Error (e)	2	0.0007	0.0003	
Harvest (H)	3	0.4998	0.1666	221.73 **
ExH	3	0.0025	0.0008	1.13 ns
Error (h)	12	0.0090	0.0008	
Total	23	0.5154		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 23 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0268	0.0134	1.58 ns
Ethephon (E)	1	0.0041	0.0041	< 1
Error (e)	2	0.0169	0.0085	
Harvest (H)	2	0.1965	0.0983	31.42 **
ExH	2	0.0211	0.0106	3.37 ns
Error (h)	8	0.0250	0.0031	
Total	17	0.2904		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 24 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0202	0.0101	5.61 ns
Ethephon (E)	1	0.0002	0.0002	< 1
Error (e)	2	0.0036	0.0018	
Harvest (H)	1	0.0019	0.0019	2.38 ns
ExH	1	0.0127	0.0127	15.88 *
Error (h)	4	0.0031	0.0008	
Total	11	0.0416		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 25 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วน TSS/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	19.236	9.6181	1.98 ns
Aplication (A)	3	13.026	4.3421	< 1
Error (a)	6	29.130	4.855	
Ethephon (E)	1	44.173	44.173	12.65 **
AxE	3	18.042	16.014	4.58 *
Error (e)	8	27.945	3.4931	
Total	23	181.55		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 26 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วน TSS/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	1.7122	0.8561	1.25 ns
Ethephon (E)	1	6.2832	6.2833	9.17 ns
Error (e)	2	1.3706	0.6853	
Harvest (H)	3	312.74	104.25	58.84 **
ExH	3	2.7831	1.2610	< 1
Error (h)	12	21.258	1.7715	
Total	23	347.14		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 27 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วน TSS/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	8.2256	4.1128	1.32 ns
Ethephon (E)	1	11.648	11.648	3.74 ns
Error (e)	2	6.2242	3.1121	
Harvest (H)	2	85.359	42.679	7.97 *
ExH	2	27.070	13.535	2.53 ns
Error (h)	8	42.856	5.3570	
Total	17	181.38		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 28 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วน TSS/TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพันธุ์สารเอที ฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	19.327	9.6636	64.60 *
Ethephon (E)	1	36.192	36.192	241.93 **
Error (e)	2	0.2992	0.1496	
Harvest (H)	1	104.31	104.31	72.32 **
ExH	1	16.474	16.474	11.42 *
Error (h)	4	5.7691	1.4423	
Total	11	182.37		

* = แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 29 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างภายในเนื้อผลสับปะรด เมื่อได้รับการพันธุ์สารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0040	0.0020	< 1
Application (A)	3	0.0127	0.0042	1.42 ns
Error (a)	6	0.0179	0.0030	
Ethephon (E)	1	0.0001	0.0001	< 1
AxE	3	0.0422	0.0141	7.85 **
Error (e)	8	0.0143	0.0018	
Total	23	0.0913		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 30 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างภายในเนื้อผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0014	0.0007	< 1
Ethephon (E)	1	0.0017	0.0017	< 1
Error (e)	2	0.0058	0.0029	
Harvest (H)	3	2.0118	0.6706	447.07 **
ExH	3	0.0124	0.0041	2.76 ns
Error (h)	8	0.0180	0.0015	
Total	23	2.0511		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 31 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างภายในเนื้อผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0547	0.0273	273.00 **
Ethephon (E)	1	0.0061	0.0061	61.00 *
Error (e)	2	0.0002	0.0001	
Harvest (H)	2	1.0755	0.5378	129.76 **
ExH	2	0.0044	0.0022	< 1
Error (h)	8	0.0332	0.0041	
Total	17	1.1741		

* = แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 32 การวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างภายในเนื้อผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0459	0.0229	5.59 ns
Ethephon (E)	1	0.0085	0.0085	2.07 ns
Error (e)	2	0.0083	0.0041	
Harvest (H)	1	0.1541	0.1541	30.70 **
ExH	1	0.0000	0.0000	< 1
Error (h)	4	0.0199	0.00502	
Total	11	0.2367		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 33 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคสภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	9.1895	4.5948	1.86 ns
Application (A)	3	1212.0	404.01	163.21 **
Error (a)	6	14.852	2.4754	
Ethephon (E)	1	0.9480	0.9480	< 1
AxE	3	18.023	6.0076	< 1
Error (e)	8	337.07	42.134	
Total	23	1592.13		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 34 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	190.00	95.001	23.67 *
Ethephon (E)	1	155.55	155.55	38.75 **
Error (e)	2	8.0279	4.0140	
Harvest (H)	3	75.297	25.099	
ExH	3	139.99	46.663	< 1
Error (h)	12	485.01	40.418	1.15 ns
Total	23	1053.88		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 35 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	1.8599	0.9299	< 1
Ethephon (E)	1	1.1101	1.1101	< 1
Error (e)	2	16.994	8.4971	
Harvest (H)	2	523.96	261.98	6.48 *
ExH	2	19.727	9.8637	< 1
Error (h)	8	323.67	40.459	
Total	17	887.33		

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 36 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	1.3087	0.6543	< 1
Ethephon (E)	1	0.1160	0.1160	< 1
Error (e)	2	13.709	6.8544	
Harvest (H)	1	6.1061	6.1061	0.80 ns
ExH	1	0.8533	0.8533	< 1
Error (h)	4	30.379	7.5948	
Total	11	52.472		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 37 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตสภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่น สารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	9.7218	4.8609	1.71 ns
Aplication (A)	3	1015.0	338.34	118.82 **
Error (a)	6	17.085	2.8475	
Ethephon (E)	1	3.1683	3.1683	< 1
AxE	3	20.474	6.8247	< 1
Error (e)	8	174.31	21.789	
Total	23	1239.8		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 38 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	43.625	21.813	6.61 ns
Ethephon (E)	1	15.537	15.537	4.71 ns
Error (e)	2	6.5969	3.2985	
Harvest (H)	3	241.56	80.520	4.27 *
ExH	3	56.803	18.934	1.00 ns
Error (h)	12	226.53	18.877	
Total	23	590.65		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 39 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	34.104	17.052	< 1
Ethephon (E)	1	3.5823	3.5823	< 1
Error (e)	2	49.036	24.518	
Harvest (H)	2	435.25	217.63	16.97 **
ExH	2	24.742	12.371	< 1
Error (h)	8	102.61	12.826	
Total	17	649.33		

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 40 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	1.3875	0.6938	< 1
Ethephon (E)	1	2.3941	2.3941	< 1
Error (e)	2	7.9207	3.9604	
Harvest (H)	1	0.3008	0.3008	< 1
ExH	1	0.0533	0.0533	< 1
Error (h)	4	12.054	3.0135	
Total	11	24.110		

ตารางผนวกที่ 41 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครสภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	41.189	20.594	< 1
Aplication (A)	3	550.79	183.60	8.54 *
Error (a)	6	128.96	21.493	
Ethephon (E)	1	1208.8	1208.8	30.41 **
AxE	3	959.48	319.83	8.05 **
Error (e)	8	318.00	39.750	
Total	23	3207.27		

* = แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 42 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	228.69	114.35	7.62 ns
Ethephon (E)	1	2.1301	2.1301	< 1
Error (e)	2	30.032	15.016	
Harvest (H)	3	5080.4	1693.5	48.79 **
ExH	3	309.85	103.28	2.98 ns
Error (h)	12	416.49	34.708	
Total	23	6067.59		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 43 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	6.0145	3.0072	< 1
Ethephon (E)	1	1347.3	1347.3	195.43 *
Error (e)	2	13.768	6.8840	
Harvest (H)	2	3712.1	1856.1	34.07 **
ExH	2	152.53	76.265	1.40 ns
Error (h)	8	435.82	54.478	
Total	17	5667.59		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 44 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครสภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอน ในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	71.055	35.528	2.77 ns
Ethephon (E)	1	1940.2	1940.2	151.47 *
Error (e)	2	25.617	12.809	
Harvest (H)	1	1175.2	1175.2	56.63 **
ExH	1	121.19	121.19	5.84 ns
Error (h)	4	83.013	20.753	
Total	11	3416.3		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 45 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	18.815	9.4077	< 1
Aplication (A)	3	3099.1	1033.0	96.08 **
Error (a)	6	64.511	10.752	
Ethephon (E)	1	0.4845	0.4845	< 1
AxE	3	28.357	9.4524	< 1
Error (e)	8	636.56	79.569	
Total	23	3847.84		

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 46 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	1234.82	617.41	32.68 *
Ethephon (E)	1	299.768	299.77	15.87 ns
Error (e)	2	37.7796	18.890	
Harvest (H)	3	11098.5	3699.5	
ExH	3	1376.57	458.86	13.08 **
Error (h)	12	3392.77	282.73	1.62 ns
Total	23	17440.2		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 47 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	284.15	142.07	1.57 ns
Ethephon (E)	1	77.294	77.294	< 1
Error (e)	2	181.28	90.640	
Harvest (H)	2	6163.5	3081.8	17.88 **
ExH	2	267.39	133.70	< 1
Error (h)	8	1378.6	172.33	
Total	17	8352.27		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 48 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลกลูโคส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	24.403	12.202	1.23 ns
Ethephon (E)	1	0.5896	0.5896	< 1
Error (e)	2	19.770	9.8852	
Harvest (H)	1	12.282	12.282	< 1
ExH	1	3.6300	3.6300	< 1
Error (h)	4	95.057	23.764	
Total	11	155.73		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 49 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	32.055	16.028	1.68 ns
Aplication (A)	3	2580.4	860.12	89.98 **
Error (a)	6	57.357	9.5595	
Ethephon (E)	1	1.9665	1.9665	< 1
AxE	3	57.876	19.292	< 1
Error (e)	8	342.66	42.833	
Total	23	3072.3		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 50 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	296.58	148.29	5.32 ns
Ethephon (E)	1	0.0155	0.0155	< 1
Error (e)	2	55.792	27.896	
Harvest (H)	3	2399.0	799.68	6.02 **
ExH	3	706.91	235.64	1.77 ns
Error (h)	12	1594.7	132.89	
Total	23	5053.0		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 51 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	465.58	232.79	2.25 ns
Ethephon (E)	1	97.348	97.348	< 1
Error (e)	2	207.37	103.68	
Harvest (H)	2	4194.5	2097.2	19.88 **
ExH	2	6.5366	3.2683	< 1
Error (h)	8	844.07	105.51	
Total	17	5815.4		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 52 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลฟรุคโตส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังกับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	26.923	13.462	2.49 ns
Ethephon (E)	1	7.9381	7.9381	1.47 ns
Error (e)	2	10.806	5.4029	
Harvest (H)	1	0.0280	0.0280	< 1
ExH	1	6.1920	6.1920	< 1
Error (h)	4	39.558	9.8896	
Total	11	91.445		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 53 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	275.61	137.80	< 1
Aplication (A)	3	2113.3	704.43	3.36 ns
Error (a)	6	1257.3	209.55	
Ethephon (E)	1	4655.7	4655.7	52.77 **
AxE	3	3894.7	1298.2	14.72 **
Error (e)	8	705.75	88.218	
Total	23	12902.3		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางผนวกที่ 54 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	1081.37	540.68	2.28 ns
Ethephon (E)	1	22.9517	22.952	< 1
Error (e)	2	474.816	237.41	
Harvest (H)	3	2621.72	873.91	4.21 *
ExH	3	1414.97	471.66	2.27 ns
Error (h)	12	2490.43	207.54	
Total	23	8106.25		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 55 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	255.20	127.60	< 1
Ethephon (E)	1	3245.2	3245.2	11.07 ns
Error (e)	2	586.41	293.23	
Harvest (H)	2	5590.5	2795.2	16.49 **
ExH	2	1121.1	560.53	3.31 ns
Error (h)	8	1356.1	169.51	
Total	17	12154.5		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 56 การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำตาลซูโครส/ TA ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	956.88	478.44	10.94 ns
Ethephon (E)	1	5475.0	5475.0	125.15 **
Error (e)	2	87.492	43.746	
Harvest (H)	1	4111.4	4111.4	36.42 **
ExH	1	1244.8	1244.8	11.03 *
Error (h)	4	451.56	112.89	
Total	11	12327.2		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 57 การวิเคราะห์ทางสถิติของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสภายในผลสับปะรดเมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	7862.1	3931.03	< 1
Aplication (A)	3	39188.4	13062.79	2.04 ns
Error (a)	6	38405.2	6400.86	
Ethephon (E)	1	113148.9	113148.93	22.19 **
AxE	3	28149.9	9383.3	1.84 ns
Error (e)	8	40789.5	5098.3	
Total	23	267540.96		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 58 การวิเคราะห์ทางสถิติของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสภายในผลสับปะรดเมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	9142.7	4571.3	< 1
Ethephon (E)	1	22760.6	22760.6	12.90 ns
Error (e)	2	3528.1	1764.0	
Harvest (H)	3	85103.1	28367.7	4.30 *
ExH	3	20789.8	6929.9	1.05 ns
Error (h)	12	79179.8	6598.3	
Total	23	220504.06		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 59 การวิเคราะห์ทางสถิติของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสภายในผลสับปะรดเมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	17393.1	8696.6	2.20 ns
Ethephon (E)	1	5834.5	5834.5	1.48 ns
Error (e)	2	7895.8	3947.9	
Harvest (H)	2	88437.5	44218.8	10.43 **
ExH	2	5907.3	2953.7	< 1
Error (h)	8	33901.6	4237.7	
Total	17	159369.9		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 60 การวิเคราะห์ทางสถิติของเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทสภายในผลสับปะรดเมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	1151.3	575.66	< 1
Ethephon (E)	1	49190.4	49190.4	64.57 *
Error (e)	2	1523.7	761.83	
Harvest (H)	1	88.672	88.672	< 1
ExH	1	26191.2	26191.2	9.91 *
Error (h)	4	10567.9	2642.0	
Total	11	88713.2		

* = แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 61 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทีฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0463	0.0231	5.01 ns
Aplication (A)	3	0.4289	0.1430	30.96 **
Error (a)	6	0.0277	0.0046	
Ethephon (E)	1	0.1080	0.1080	31.42 **
AxE	3	0.0314	0.0105	3.05 ns
Error (e)	8	0.0275	0.0034	
Total	23	0.6699		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 62 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.4536	0.2268	< 1
Ethephon (E)	1	0.0001	0.0001	< 1
Error (e)	2	0.6736	0.3368	
Harvest (H)	3	1.8678	0.6226	3.19 ns
ExH	3	0.6697	0.2232	1.14 ns
Error (h)	12	2.3444	0.1954	
Total	23	6.0093		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 63 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	1.8301	0.9151	9.01 ns
Ethephon (E)	1	0.6050	0.6050	5.95 ns
Error (e)	2	0.2032	0.1016	
Harvest (H)	2	0.5776	0.2888	1.44 ns
ExH	2	0.4579	0.2290	1.44 ns
Error (h)	8	1.6035	0.2004	
Total	17	5.2774		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 64 การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณโปรตีนภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	0.0508	0.0254	2.89 ns
Ethephon (E)	1	0.1064	0.1064	12.09 ns
Error (e)	2	0.0176	0.0088	
Harvest (H)	1	0.0752	0.0752	104.44 **
ExH	1	0.0002	0.0002	< 1
Error (h)	4	0.0286	0.0072	
Total	11	0.2789		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 65 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วนเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส/โปรตีนรวม
ภายในผลสับปะรด เมื่อได้รับการพ่นสารเอทิฟอนในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	2384.3	1192.2	< 1
Aplication (A)	3	3230.3	1076.8	< 1
Error (a)	6	8692.7	1448.8	
Ethephon (E)	1	19472.3	19472.3	14.87 **
AxE	3	5410.4	1803.5	1.38 ns
Error (e)	8	10478.6	1309.8	
Total	23	49668.7		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 66 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วนเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส/โปรตีน
ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทิฟอนในระยะ 14 สัปดาห์หลังการบังคับดอก
แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	2674.7	1337.3	1.83 ns
Ethephon (E)	1	3684.3	3684.3	5.03 ns
Error (e)	2	1463.9	731.9	
Harvest (H)	3	31253.2	10417.7	6.76 **
ExH	3	1632.0	544.00	< 1
Error (h)	12	18488.2	1540.7	
Total	23	59196.3		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** = แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางผนวกที่ 67 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วนเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส/โปรตีน
ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 16 สัปดาห์หลังการบังคับดอก
แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	3185.5	1592.7	0.88 ns
Ethephon (E)	1	34.945	34.945	< 1
Error (e)	2	3630.3	1815.2	
Harvest (H)	2	18665.6	9332.8	11.28 *
ExH	2	2957.4	1478.7	1.79 ns
Error (h)	8	6621.7	827.7	
Total	17	35095.6		

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

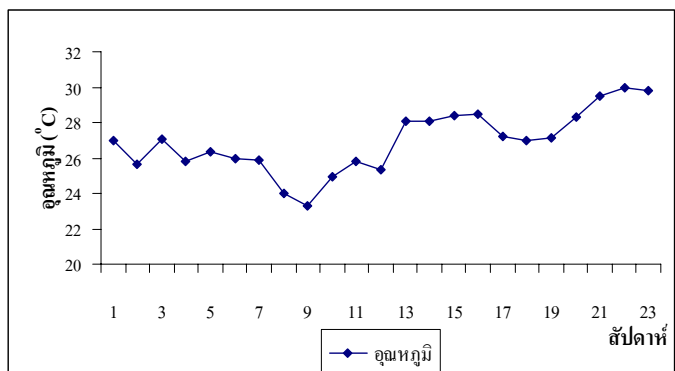
ตารางผนวกที่ 68 การวิเคราะห์ทางสถิติของสัดส่วนเอนไซม์ซูโครสฟอสเฟตซินเทส/โปรตีน
ภายในผลสับปะรด เมื่อพ่นสารเอทีฟอนในระยะ 18 สัปดาห์หลังการบังคับดอก
แล้วเก็บเกี่ยวผลในระยะเวลาแตกต่างกัน

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Replication (R)	2	180.96	90.479	< 1
Ethephon (E)	1	6999.6	6999.6	23.12 *
Error (e)	2	605.47	302.74	
Harvest (H)	1	69.890	69.890	< 1
ExH	1	5521.2	5521.2	13.40 *
Error (h)	4	1648.6	412.14	
Total	11	15025.7		

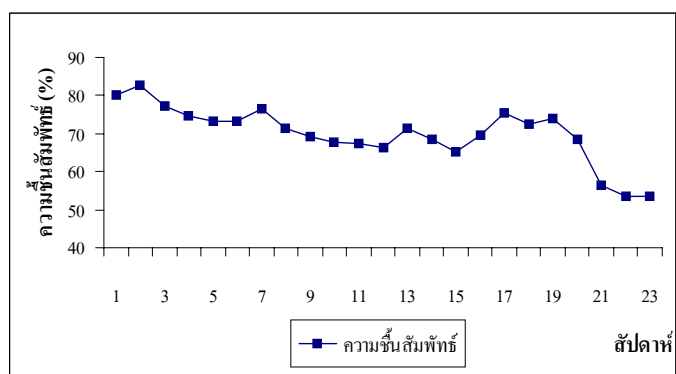
ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

* = แตกต่างกันทางสถิติ

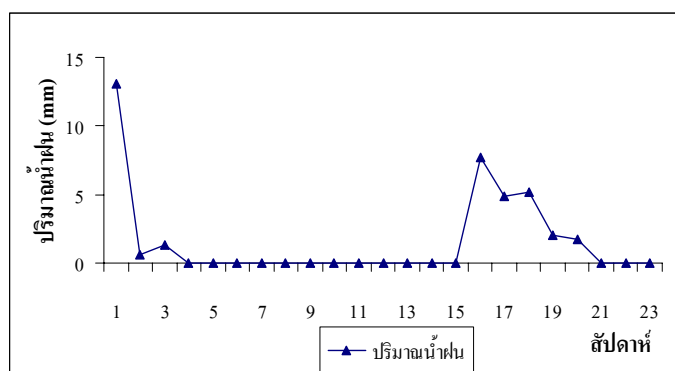
ก)



ข)



ค)



ภาพผนวกที่ 6 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ (ก) ปริมาณน้ำฝน (ข) และความชื้นสัมพัทธ์ (ค) ทุก 1 สัปดาห์ ภายหลังเร่งดอก ถึงเก็บเกี่ยวเสร็จ ณ ศูนย์บริการวิชาการด้านพืชและปัจจัยการผลิต เพชรบุรี ตำบลสามพระยา อำเภอสทิงพระ จังหวัดเพชรบุรี