

อิทธิพลของเอนไซม์หลังการเก็บเกี่ยวต่อการหลุดจากก้านผล  
ของกล้วยหอมทอง *Musa* (AAA GROUP, GROS MICHEL)

นายประสาร ฉลาดคิด



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ

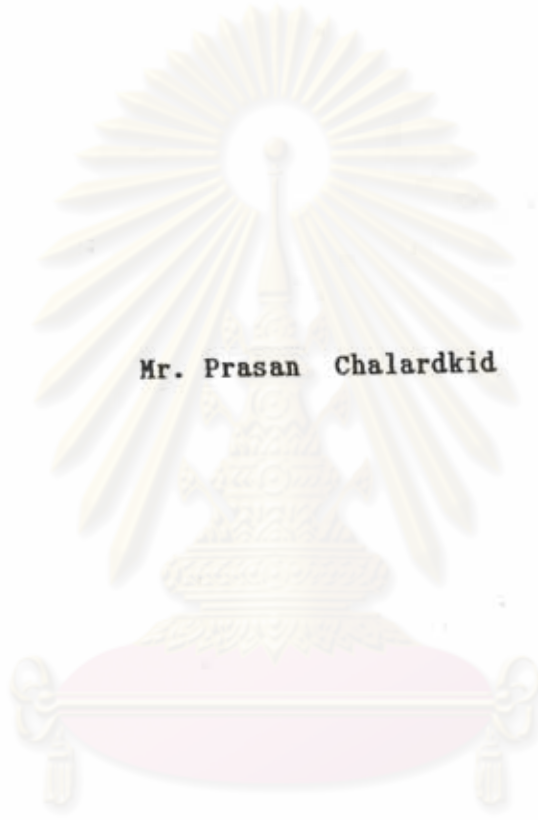
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2536

ISBN 974-583-168-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INFLUENCE OF POSTHARVEST ENZYMES ON FINGER DROP IN KLUIAI  
HOM THONG *Musa* (AAA GROUP, GROS MICHEL)



Mr. Prasan Chalardkid

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Programme of Biotechnology  
Graduate School

Chulalongkorn University

1993


ISBN 974-583-168-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ อธิปไตยของเอนไซม์หลังการเก็บเกี่ยวต่อการหลุดจากก้านของผล  
ของกล้วยหอมทอง *Musa* (AAA GROUP, GROS MICHEL)

โดย นายประสาร ฉลาดคิด  
สาขาวิชา เทคโนโลยีชีวภาพ  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สีนธ์ พณิชยกุล

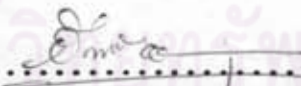


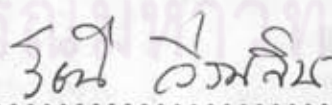
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วิชัยภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เร่งนิพนธ์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สีนธ์ พณิชยกุล)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รัชณี วิวัฒน์)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ประสาร ฉลาดคิด : อิทธิพลของเอนไซม์สังการเก็บเกี่ยวต่อการหลุดจากก้านผลของกล้วยหอมทอง *Musa* (AAA GROUP, GROS MICHEL) (INFLUENCE OF POSTHARVEST ENZYMES ON FINGER DROP IN KLUAI HOM THONG *Musa* (AAA GROUP, GROS MICHEL) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.สันต์ พาณิชกุล, 140 หน้า ISBN 974-583-168-9

ได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของ เอนไซม์ย่อยสลายผนังเซลล์และแป้ง กับการผลิตเอทิลีน และความแน่นเปลือก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดอาการหลุดจากก้านของผลกล้วยหอมทอง *Musa* (AAA, Group, Gros Michel) โดยกระตุ้นผลกล้วยหอมทองด้วยเอทิลีน 10 ppm เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปบ่มที่อุณหภูมิ  $24 \pm 2$  °C. จะพบว่าในขณะที่บ่มผลกล้วยมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น และความแน่นของเปลือกจะลดลงอย่างรวดเร็วกว่าผลกล้วยที่ไม่ถูกกระตุ้นด้วยเอทิลีน สารละลาย  $GA_3$  900 ppm จะมีผลยับยั้งการผลิตเอทิลีน การใช้  $CaCl_2$  (10 - 90%) ทำให้อัตราการผลิตเอทิลีนลดลง และสามารถยับยั้งการลดลงของความแน่นเปลือกได้ แต่ทำให้เกิดลักษณะจุดสีน้ำตาลกระจายอยู่ทั่วผิวเปลือก การใช้เอทิลีนและเมทิลเอทิลีน จะไม่มีผลกระทบต่อการผลิตเอทิลีนและความแน่นเปลือก สำหรับพาราฟินเหลว และ Sta Fresh 7055 สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนและการลดลงของความแน่นเปลือกได้

การใช้  $GA_3$  (900 ppm), AVG (200 และ 500 ppm) พาราฟินเหลว และ Sta Fresh 7055 ทาบริเวณก้านและเปลือกที่อยู่ติดกับก้านผลก่อนกระตุ้นด้วยเอทิลีนสามารถลดการเกิดอาการหลุดจากก้านของผลกล้วยหอมทองได้โดยสารต่าง ๆ นี้จะยับยั้งการผลิตเอทิลีนและการลดลงของความแน่นเปลือก การศึกษาถึงแอสติวติของเอนไซม์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการสุก 3 ชนิด พบว่า แอสติวติของเอนไซม์เซลลูเลสอัลฟา อะมัยเลส จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่างการสุกซึ่งการเพิ่มของเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้ เกิดขึ้นขณะเดียวกับการเพิ่มปริมาณการผลิตเอทิลีนในขณะที่แอสติวติของเอนไซม์เพคตินเมธิลเอสเตอเรสจะมีเพิ่มในอัตราที่ช้ากว่า เอนไซม์เซลลูเลส และอัลฟาอะมัยเลสตลอดช่วงระยะเวลาของการสุก การใช้ AVG, พาราฟินเหลว และ Sta Fresh 7055 จะมีผลต่อเอนไซม์ภายหลังการเก็บเกี่ยวทั้ง 3 ชนิด ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้ในการยับยั้งการหลุดจากก้านของผลกล้วยหอมทองได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... เทคโนโลยีชีวภาพ  
สาขาวิชา ..... เทคโนโลยีชีวภาพ  
ปีการศึกษา ..... 2535

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C326869 : MAJOR BIOTECHNOLOGY

KEY WORD: BANANA (AAA GROUP), FINGER DROP, POSTHARVEST ENZYMES

PRASAN CHALARDKID : INFLUENCE OF POSTHARVEST ENZYMES ON FINGER DROP  
IN KLUAI HOM THONG *Musa* (AAA GROUP, GROS MICHEL) THESIS ADVISOR :  
ASSO. PROF. SANHA PANICHAJAKUL, PH.D., 140 pp. ISBN 974-583-168-9.

Correlation of cell wall and starch hydrolysing enzymes, ethylene production, and firmness have been studied to clarify the mechanism of finger drop in Kluai Hom Thong *Musa* (AAA Group, Gros Michel). Ripening was established by 10 ppm. ethylene induction for the period of 12-hours. After the activation period ethylene production and the firmness loss of fruit were investigated and found occurring more rapidly than the unactivation bananas. GA<sub>3</sub> at 900 ppm. has partially effected on ethylene production. The application of <sup>3</sup>CaCl<sub>2</sub> (10 - 90% w/v) to the whole fruit could diminish the rate of ethylene production together with the decreased in firmness of the peel. Although the brown spots was observed all over the banana's peel. Ethionine had shown no competitive inhibition with methionine in inducing ethylene production together with the peel-firmness reduction. Liquid paraffin and Sta Fresh 7055 applying to the whole fruits exhibited a strong inhibition reaction to the process of ethylene production and firmness.

The application of GA<sub>3</sub>, (900 ppm.), AVG, (200 and 500 ppm.), liquid paraffin, and Sta Fresh 7055 to the certain area between the pedicel and neighbour's peel following by ethylene induction was performed. Results indicated the possibility of finger drop inhibition affiliated with rate of ethylene production and firmness.

Three enzymes involving ripening phenomena were investigated. The activities of cellulose, alpha-amylase were found elevating rapidly while during the ripening period.

The rapidly increased in activities for cellulase and alpha-amylase in parallel to the rate of ethylene production was observed, while pectin methylesterase activity increment was rather slow during the ripening period. AVG, Liquid paraffin and Sta Fresh 7055 can reduce the rate of those 3 postharvestes enzymes synthesis during the growth period when they were directly applied to inhibit the finger drop phenomena.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ

ปีการศึกษา..... 2535

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ท
คำย่อ.....	น
บทที่	
1 บทนำ.....	1
2 วิธีทดลอง.....	20
2.1 ครุภัณฑ์.....	20
2.2 วัสดุและเคมีภัณฑ์.....	23
2.2.1 สารเคมี.....	23
2.2.2 แก๊ส.....	23
2.3 วิธีทดลอง.....	24
2.3.1 ผลกล้วยหอม.....	24
2.3.2 การเตรียมผลกล้วยหอมทองเพื่อบ่ม.....	24
2.3.3 การบ่มกล้วยหอมทอง.....	24
2.3.4 การเก็บตัวอย่างผลกล้วยหอมทองเพื่อวัดปริมาณการผลิต เอทิลีน.....	24
2.3.5 การเก็บตัวอย่างก้านและเปลือกที่อยู่ติดกับก้านผล.....	26


2.3.6 การเก็บตัวอย่างกลิ่นหอมทองบริเวณหัวผลเพื่อวัดความ แน่นเปลือก.....	26
2.3.7 การเก็บตัวอย่างก้าน และเปลือกที่อยู่ติดกับก้านผลเพื่อวัด แอกติวิตีของเอนไซม์เซลลูเลส แอลฟาอะมัยเลส และ เพคตินเมทิลเอสเตอเรส.....	26
2.3.8 การเก็บตัวอย่างเนื้อกล้วยหอมทองบริเวณหัวผล เพื่อวัด ปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำทั้งหมด.....	26
2.4 การใช้สารยับยั้งการสูญเสียความแน่นเปลือก.....	26
2.4.1 ชนิดและความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการทดลอง.....	26
2.4.2 วิธีการใช้.....	28
2.5 การเตรียมสารละลายชนิดต่างๆ.....	28
2.5.1 การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการสกัดและวัด.....	28
2.5.2 การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการสกัดและวัดแอกติวิตีของ เอนไซม์แอลฟาอะมัยเลส.....	30
2.5.3 การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการสกัดและวัดแอกติวิตีของ เอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเตอเรส.....	30
2.5.4 การเตรียมสารละลายที่ใช้ในการหาปริมาณน้ำตาลทั้งหมด	
2.5.5 การเตรียมสารละลาย GA <sub>3</sub> .....	31
2.5.6 การเตรียมสารละลาย เมทไธโอนีน.....	32
2.5.7 การเตรียมสารละลาย เอทไธโอนีน.....	32
2.5.8 การเตรียมสารละลาย อะมิโนเอทอกซีไวนิล โกลซีน...	32
2.6 การสกัดและวัดแอกติวิตีของเอนไซม์.....	32
2.6.1 เอนไซม์เซลลูเลส.....	32
2.6.2 เอนไซม์แอลฟาอะมัยเลส.....	33
2.6.3 เอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเตอเรส.....	35
2.7 การวัดความแน่นเปลือก.....	36

2.8 การวัดเอชดีเอ็น.....	36
2.9 การวัดปริมาณน้ำตาลละลายน้ำทั้งหมด.....	36
3 ผลการทดลอง.....	40
3.1 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของกล้วยหอมทองเมื่อมีการกระตุ้น การสุกด้วยเอชดีเอ็นจากภายนอก.....	40
3.1.1 การเปลี่ยนสี.....	40
3.1.2 การผลิตเอชดีเอ็น.....	40
3.1.3 ความแน่นเปลือก.....	44
3.1.4 ผลกระทบของอุณหภูมิต่อการสุก.....	44
3.2 การศึกษาถึงผลกระทบของสารประกอบบางชนิดต่อลักษณะภายนอก และสรีรวิทยาของกล้วยหอมทอง.....	44
3.2.1 การใช้สาร $GA_3$ .....	48
3.2.1.1 การเปลี่ยนสี.....	48
3.2.1.2 การผลิตเอชดีเอ็น.....	48
3.2.1.3 ความแน่นเปลือก.....	48
3.2.2 การใช้ $CaCl_2$ .....	51
3.2.2.1 การเปลี่ยนสี.....	51
3.2.2.2 การผลิตเอชดีเอ็น.....	51
3.2.2.3 ความแน่นเปลือก.....	54
3.2.3 การใช้สารเอทไซโธนีนและเมทไซโธนีน.....	54
3.2.3.1 การเปลี่ยนสี.....	54
3.2.3.2 การผลิตเอชดีเอ็น.....	54
3.2.3.3 ความแน่นเปลือก.....	58
3.2.4 การใช้สารป้องกันการระเหยน้ำ Sta. Fresh 7055 และพาราฟินเหลว ( Liquid paraffin ).....	58
3.2.4.1 การเปลี่ยนสี.....	58



3.2.4.2 การผลิตเอทิลีน.....	61
3.2.4.3 ความแน่นเปลือก.....	61
3.3 การศึกษาผลกระทบของสารยับยั้งการสุกบางชนิดต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกทางสรีรวิทยาและชีวเคมี.....	64
3.3.1 การใช้สาร 6A <sub>3</sub> .....	64
3.3.1.1 การเปลี่ยนสี.....	64
3.3.1.2 การผลิตเอทิลีน.....	64
3.3.1.3 ความแน่นเปลือก.....	64
3.3.1.4 ปริมาณน้ำตาลละลายน้ำทั้งหมดของเนื้อกล้วยหอมทองบริเวณหัวผล.....	68
3.3.1.5 เอนไซม์เซลลูเลส.....	68
3.3.1.6 เอนไซม์อัลฟาอะมิเลส.....	68
3.3.1.7 เอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเตอเรส.....	72
3.3.2 การใช้สาร Aminoethoxyvinyle Glycine (AVG)	
3.3.2.1 การเปลี่ยนสี.....	72
3.3.2.2 การผลิตเอทิลีน.....	74
3.3.2.3 ความแน่นเปลือก.....	74
3.3.2.4 ปริมาณน้ำตาลละลายน้ำทั้งหมดของเนื้อกล้วยหอมทองบริเวณหัวผล.....	74
3.3.2.5 เอนไซม์เซลลูเลส.....	78
3.3.2.6 เอนไซม์อัลฟาอะมิเลส.....	78
3.3.2.7 เอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเตอเรส.....	78
3.3.3 การใช้สารป้องกันการระเหยน้ำ Sta. Fresh 7055 และพาราฟินเหลว ( Liquid paraffin ).....	82
3.3.3.1 การเปลี่ยนสี.....	82
3.3.3.2 การผลิตเอทิลีน.....	82

	หน้า
3.3.3.3 ความแน่นเปลือก.....	86
3.3.3.4 ปริมาณน้ำตาลละลายน้ำทั้งหมดของเนื้อกล้วย หอมทองบริเวณหัวผล.....	86
3.3.3.5 เอนไซม์เซลลูเลส.....	89
3.3.3.6 เอนไซม์อัลฟาอะมัยเลส.....	89
3.3.3.7 เอนไซม์เพคตินเมทิลเอสเตอเรส.....	89
4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	93
บรรณานุกรม.....	105
ภาคผนวก.....	113
ประวัติผู้เขียน.....	140


  
 ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1. ส่วนประกอบและคุณค่าทางอาหารของเนื้อกล้วยหอมทองสุก 100 กรัม

2



ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สัมพันธ์ พณิชยกุล เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ รวมทั้งการให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าได้ศึกษาอยู่ ณ ที่นี้ กราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เร่งนิพัฒน์ ที่กรุณาเป็นประธาน และ ผศ.รัชณี วิวัฒน์ ที่กรุณาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์นี้

กราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุรพงษ์ โกสิยะจินดา ที่กรุณาให้คำปรึกษาและดูงานในห้องปฏิบัติการวิชาการหลังการเก็บเก็บ

ขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้วัสดุอุปกรณ์

ขอบคุณกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่กรุณาให้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (IRRISTAT) ตลอดจนคำแนะนำและวิธีการใช้เป็นอย่างดี

ขอบคุณ คุณศิริประภา เปรมเจริญ คุณพิศม ควงกระโทก คุณศลยา สุขสะอาด คุณประกาศิต แสงสว่าง คุณวรรณพ วิเศษสงวน คุณทวีศักดิ์ วุฒิเวียงธรรม และ เรือเอกกิตติพงษ์ หาญเจริญ ที่ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ตลอดจนการจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

ขอบคุณที่ ๆ เพื่อน ๆ และ น้อง ๆ ในภาควิชาชีวเคมี และภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างแก่ข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และผู้ที่ทุกคนสำหรับความรัก ความเมตตา กรุณาที่มีแก่ข้าพเจ้าเสมอมา