สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การใช้ Acetylene และ Ehylene เพื่อเร่งการร่วงของผลปาล์มจากทะลาย

Use of acetylene and Ethylene to stimulate fruit drop in oil palm

นายธีระพงศ์ จันทรนิยม
นายประกิจ ทองคำ
นางอรวรรณ จันทนฤกษ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีระ เอกสมทราเมษฐ์

Order Key....5151.....
BIB Key.....70015.....

เลขหมู่ QK495.P19 ร๓ 2537 ฉ 1
1 7 เม.ย. 2538

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุน มอ. เพื่อวิจัยและพัฒนาภาคใต้
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปี 2536

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)		II
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)		III
สารบัญ		IV
สารบัญตาราง		V
สารบัญรูป		VI
สารบัญภาคผนวก		VII
บทที่ 1	บทนำ	1
	ความเป็นมาของปัญหาและเหตุผลของการวิจัย	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
	คณะผู้ดำเนินการวิจัย	8
บทที่ 2	วัสดุและการวิจัย	9
	วัสดุ : วัตถุดิบและสถานที่ทดลอง	9
	: สารเคมี	9
	: อุปกรณ์	9
	วิธีวิจัย	
	ขั้นตอนที่ 1 : การเตรียมแขนงปาล์ม	10
	ขั้นตอนที่ 2 : การเตรียมสารเกิดก๊าซ Ethylene และวิธีการบ่ม	10
	ขั้นตอนที่ 3 : การเตรียมสารเกิดก๊าซ Acetylene และวิธีการบ่ม	11
	ขั้นตอนที่ 4 : การแยกผลปาล์มร่วงออกจากแขนงปาล์มหลังการบ่ม	11
บทที่ 3	ผลการวิจัย	19
บทที่ 4	สรุปและวิจารณ์	28
เอกสารอ้างอิง		29
ภาคผนวก		30

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	จำนวนและกำลังการผลิตของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในภาคใต้ของประเทศไทย	2
ตารางที่ 2	ราคาปาล์มร่วงและปาล์มทะลายของสหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด ประจำปี 2536	3
ตารางที่ 3	ความสามารถของสารที่ใช้ในการบ่ม เมื่อเปรียบเทียบกับ Ethylene	6
ตารางที่ 4	ความเข้มข้นของ Ethylene ที่เหมาะสมสำหรับการบ่มในผลไม้ชนิดต่าง ๆ	6
ตารางที่ 5	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการร่วงของผลปาล์มที่บ่มแบบต่าง ๆ นาน 18 ชั่วโมง	21
ตารางที่ 6	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการร่วงของผลปาล์มที่บ่มแบบต่าง ๆ นาน 36 ชั่วโมง	21
ตารางที่ 7	ค่าเฉลี่ยอัตราการร่วงของผลปาล์มที่บ่มแบบต่าง ๆ นาน 18 และ 36 ชั่วโมง	22
ตารางที่ 8	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเน่าของผลปาล์ม เมื่อบ่มนาน 18 ชั่วโมง	23
ตารางที่ 9	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการเน่าของผลปาล์ม เมื่อบ่มนาน 36 ชั่วโมง	23
ตารางที่ 10	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเน่าของผลปาล์ม เมื่อบ่มนาน 18 และ 36 ชั่วโมง	24
ตารางที่ 11	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของการบ่มแบบต่าง ๆ เมื่อบ่มนาน 18 ชั่วโมง	25
ตารางที่ 12	ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของการบ่มแบบต่าง ๆ เมื่อบ่มนาน 36 ชั่วโมง	25
ตารางที่ 13	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของการบ่มแบบต่าง ๆ เมื่อบ่มนาน 18 และ 36 ชั่วโมง	26

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1	ลักษณะทะลายปาล์มซึ่งใช้ในการศึกษา	13
รูปที่ 2	แขนงปาล์มที่สับเสร็จแล้ว พร้อมที่จะใช้ในการทดลอง	13
รูปที่ 3	ส่วนประกอบของทะลายปาล์ม	13
รูปที่ 4	ลักษณะแขนงปาล์มที่ใช้ในการทดลอง	14
รูปที่ 5	สารเคมีที่ใช้ในการบ่ม	14
รูปที่ 6	การจุ่มแขนงปาล์มในสารละลายที่ให้กำเนิดก๊าซ Ethylene	14
รูปที่ 7	แขนงปาล์มที่บรรจุในภาชนะบ่ม	15
รูปที่ 8	การต่อท่อส่งก๊าซ Acetylene ไปยังถังบ่ม	15
รูปที่ 9	การปลิดลูกปาล์มร่วง หลังจากบ่มเสร็จแล้ว	15
รูปที่ 10	ลูกปาล์มที่หลุดจากแขนงหลังการบ่ม	16
รูปที่ 11	แขนงปาล์มที่บ่มแล้วไม่หลุด	16
รูปที่ 12	ลักษณะผลปาล์มที่เน่าระหว่างการบ่ม	16
รูปที่ 13	เปรียบเทียบผลปาล์มร่วงกับแขนงปาล์ม ที่ลูกร่วงหมด	17
รูปที่ 14	เปรียบเทียบผลปาล์มร่วงกับแขนงปาล์ม ซึ่งลูกร่วงไม่หมด	17
รูปที่ 15	การทอดผลปาล์มก่อนนำไปหีบน้ำมัน	17
รูปที่ 16	ลักษณะของผลปาล์มที่ทอดสุกแล้ว พร้อมที่จะหีบน้ำมัน	18
รูปที่ 17	เครื่องหีบผลปาล์ม	18
รูปที่ 18	น้ำมันปาล์มที่หีบเสร็จแล้ว	18
รูปที่ 19	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใน 36 ชั่วโมง เมื่อบ่มด้วย Calcium carbide โดยตรงในความเข้มข้นต่างๆ กัน	19
รูปที่ 20	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใน 36 ชั่วโมง เมื่อบ่มด้วยก๊าซ Acetylene จาก Calcium carbide ในความเข้มข้นต่างๆ กัน	20
รูปที่ 21	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใน 36 ชั่วโมง เมื่อบ่มด้วยสาร Ethylene ในความเข้มข้นต่างๆ กัน	20

สารบัญภาคผนวก

		หน้า
ภาคผนวกที่ 1	รายชื่อ ที่อยู่ กำลังการผลิตและลักษณะโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในภาคใต้ของประเทศไทย	30
ภาคผนวกที่ 2	วิถีการเกิด Ethylene (C_2H_4) จาก Linolenate, Ethanol, Alanine และ Glucose	36
ภาคผนวกที่ 3	ส่วนประกอบต่างๆ ของทะลายปาล์ม (โดยน้ำหนัก) ที่มีน้ำหนักระหว่าง 18-25 กิโลกรัม	38
ภาคผนวกที่ 4	ระดับความเป็นพิษของสาร โดยอาศัยค่า LD_{50}	39
ภาคผนวกที่ 5	คุณสมบัติทางฟิสิกซ์ของก๊าซ ethylene	40

บทคัดย่อ

การเร่งผลปาล์มน้ำมันให้ร่วงจากทะลายสับที่มีขนาดใกล้เคียงกันโดยใช้ acetylene และ ethylene ในระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการบ่มต่าง ๆกัน โดยก๊าซ acetylene และ ethylene ได้จากการใช้ calcium carbide และ 2 - chloroethyl phosphonic acid (Ethephon) ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าภายหลังจากการบ่มทะลายสับนาน 36 ชั่วโมงในภาชนะที่ปิดสนิท ผลปาล์มได้ร่วงจากทะลายสับทั้งหมดโดยการใช้ calcium carbide โดยตรงที่ระดับความเข้มข้น 1.25 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทะลายสับ หรือโดยการใช้สารละลาย Ethephon ที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 250 ppm. อย่างไรก็ตามที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการบ่มนี้ พบว่า ผลปาล์มที่ได้จากการบ่มด้วย calcium carbide โดยตรงจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระและการเน่าของผลอยู่ในเกณฑ์ที่สูง (ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารละลาย Ethephon (ประมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์)

Abstract

Fruit abscission from the similar size of oil palm cutting bunches was stimulated with various concentrations of acetylene and ethylene and with varoius period of incubation. Acetylene and ethylene gas were liberated by reaction of the calcium carbide and 2-chloroethyl phosphonic acid (Ethephon), respectively. The results showed that after 36 hours of incubation in a closed container, total fruits detached from the cutting bunches were observed when the cutting bunches were treated directly with calcium cabide at 1.25 and 1.50 % of cutting bunches weight or were dipped in the 200 and 250 ppm Ethephon solution. In these conditions, free fatty acid content oil was generally higher when treated with calcium carbide (about 5%) compared when treated with Ethephon solution (about 3.5%). Similar effect was also found in percentage of fruit rot.

Keyword : Fruit abscission., acetylene, ethylene, calciumcarbide, 2 chloroethyl phosphonic acid (Ethephone), period of incubation, free fatty acid

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาของปัญหาและเหตุผลของการวิจัย
การสกัดน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย

ในปัจจุบันภาคใต้ของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันประมาณ 1.3 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 1.5 ล้านตันทะลายสดต่อปี ผลผลิตของปาล์มทั้งหมดจะถูกส่งไปยังโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งในปัจจุบันโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในภาคใต้ จะกระจายอยู่ในจังหวัด ชุมพร, กระบี่, สุราษฎร์ธานี, ตรัง, สตูล และสงขลา มีกำลังการผลิตรวมประมาณ 337,909 ตันน้ำมันปาล์มดิบต่อปี

การสกัดน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย มีกระบวนการสกัด 2 แบบ คือ

(1) กระบวนการสกัดน้ำมันแบบมาตรฐาน (นึ่งทะลายปาล์ม)

กระบวนการสกัดแบบนี้จะทำในโรงงานขนาดใหญ่ ซึ่งใช้เครื่องจักรและเทคโนโลยีนำเข้าจากต่างประเทศ ใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง คือประมาณ 20-50 ล้านบาท ในปัจจุบันภาคใต้มีโรงงานสกัดลักษณะนี้จำนวน 18 โรงงาน มีกำลังการผลิตประมาณ 283,694 ตันน้ำมันปาล์มดิบต่อปี กระบวนการผลิตเริ่มจากนำทะลายปาล์มมานึ่งด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิระหว่าง 120-130 องศาเซลเซียส มีความดันประมาณ 45 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลานาน 45-60 นาที การลนทะลายมีจุดมุ่งหมายที่จะหยุดปฏิกิริยาไลโปไลซีสที่ทำให้กรดไขมันอิสระในผลปาล์ม และทำให้ผลปาล์มอ่อนนุ่มง่ายต่อการหลุดร่วงจากทะลาย ทะลายที่นึ่งแล้วจะถูกนำไปป้อนเข้าเครื่องแยกผลปาล์มออกจากทะลาย ผลปาล์มที่แยกออกมาแล้วจะถูกนำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยผลปาล์มเพื่อแยกเปลือกนอกผลปาล์ม (Pericarp) ออกจากเมล็ด ส่วนของเปลือกนอกนี้จะถูกนำเข้าเครื่องหีบเพื่อแยกน้ำมันออกมา น้ำมันที่ได้จะถูกนำเข้าเครื่องเหวี่ยงเพื่อทำความสะอาด และนำไปไล่ความชื้นต่อไป น้ำมันที่ได้นี้เป็นน้ำมันจากเปลือกนอก (Crude Palmoil-CPO) ส่วนเมล็ดในปาล์มซึ่งถูกแยกเปลือกเมล็ดออกแล้วจะถูกนำมาอบให้แห้งและขัดให้สะอาด จากนั้นจะถูกกระเทาะเปลือกออก ส่วนเนื้อในเมล็ดจะถูกหีบเป็นน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม (Crude Palm Kernel Oil-CPKO)

(2) กระบวนการหีบน้ำมันผสม

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มแบบนี้ใช้ผลปาล์มร่วงเป็นวัตถุดิบ เป็นโรงงานขนาดเล็ก ซึ่งในปัจจุบันในภาคใต้ มีจำนวน 23 โรง มีกำลังการผลิตประมาณ 54.215 ตันน้ำมันปาล์มดิบต่อปี กระบวนการผลิตเริ่มจากการนำผลปาล์มร่วงมาทำให้สุกซึ่งอาจทำได้โดยการย่าง ซึ่งใช้อุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส ในการย่างจะใช้ลมร้อน

จากเตาฟืนเป่าโดยตรงเข้ากะบะย่างเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง หรืออาจทำผลปาล์มให้สุกโดยการทอดผลปาล์มในน้ำมันปาล์มดิบ ซึ่งปัจจุบันทางโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันขนาดเล็กอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้พัฒนาระบบการทดลองผลปาล์มเป็นการทอดผลปาล์มภายใต้สภาพสุญญากาศ ซึ่งทำให้น้ำมันที่สกัดมีคุณภาพดีขึ้น

หลังจากผลปาล์มถูกทำให้สุกแล้ว จะถูกนำเข้าเครื่องหีบ น้ำมันที่ได้จากการหีบจะผ่านเครื่องกรองเพื่อแยกสิ่งสกปรกออก แล้วจึงบรรจุลงถังเก็บต่อไป กระบวนการหีบน้ำมันปาล์มนี้ จะได้น้ำมันปาล์มซึ่งเป็นน้ำมันผสมของน้ำมันเปลือกนอกและน้ำมันเมล็ดใน [CPO รวมกับ CPKO]

ตารางที่ 1 จำนวนและกำลังการผลิตของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในภาคใต้ของประเทศไทย[1]

จังหวัด	ลักษณะโรงงาน				รวม
	นึ่งทะลายปาล์ม		ย่างผลปาล์ม		
	จำนวน (โรงงาน)	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)[2]	จำนวน (โรงงาน)	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)[2]	กำลังการผลิต (ตัน/ปี)[2]
สุราษฎร์ธานี	3	101,800	2	6,600	108,400
กระบี่	4	67,858	6	24,145	92,003
ชุมพร	4	18,986	8	17,220	36,206
ตรัง	3	63,120	2	3,580	66,700
สตูล	2	16,130	-	-	16,130
สงขลา	2	15,800	5	2,670	18,470
รวม	18	283,694	23	54,125	337,909

1 : โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่จดทะเบียนกับกระทรวงอุตสาหกรรม

2 : หน่วยกำลังการผลิต : ตันน้ำมันปาล์มดิบที่สกัดได้ต่อปี

ที่มา: ข้อมูลสำรวจจากอุตสาหกรรมจังหวัดในภาคใต้ (รายละเอียดในภาคผนวก)

เหตุจูงใจในการทำผลปาล์มร่วง

การที่เกษตรกรนิยมทำผลปาล์มร่วงจำหน่ายเนื่องจากสาเหตุหลายประการ คือ

(1) ตลาดและราคา เนื่องจากผลปาล์มร่วงมีตลาดรองรับมากกว่าปาล์มทะลาย เพราะสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มทั้ง 2 แบบ นอกจากนั้น ราคาลูกร่วงจะสูงกว่าทะลาย จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงราคาในช่วงปี 2536 ของสหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด จังหวัดกระบี่ พบว่าราคาปาล์มทะลาย จะอยู่ระหว่าง 1.46 ถึง 2.84 บาทต่อกิโลกรัม โดยราคาเฉลี่ยเท่ากับ 1.82 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ราคาผลปาล์มร่วงมีราคาระหว่าง 2.03 บาทต่อกิโลกรัม ถึง 4.90 บาทต่อกิโลกรัม โดยราคาเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อดูถึงค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง ของราคาผลปาล์มร่วงกับปาล์มทะลายพบว่า ผลปาล์มร่วงจะมีราคาสูงกว่าปาล์มทะลายประมาณกิโลกรัมละ 0.91 บาท

ตารางที่ 2 ราคาปาล์มร่วงและปาล์มทะลาย ของสหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด ประจำปี 2536

เดือน	ราคาปาล์มทะลาย (บาท/กก.)	ราคาปาล์มร่วง (บาท/กก.)	ค่าความแตกต่าง (บาท/กก.)	เปอร์เซนต์เพิ่ม
มกราคม	2.84	4.90	2.06	72.53
กุมภาพันธ์	2.42	4.03	1.61	66.53
มีนาคม	1.89	3.03	1.14	60.32
เมษายน	1.78	2.80	1.02	57.30
พฤษภาคม	1.72	2.69	0.97	56.39
มิถุนายน	1.60	2.10	0.50	31.25
กรกฎาคม	1.60	2.12	0.52	32.50
สิงหาคม	1.60	2.20	0.60	37.5
กันยายน	1.69	2.40	0.71	42.01
ตุลาคม	1.46	2.03	0.57	39.04
พฤศจิกายน	1.59	2.09	0.50	31.45
ธันวาคม	1.63	2.35	0.72	44.17
เฉลี่ย	1.82	2.73	0.91	47.58

(2) ขนาดสวนปาล์มและสภาวะทางเศรษฐกิจของกสิกรปลูกปาล์ม:จากการศึกษาโครงการ การศึกษาชนิดและระดับปัจจัยกำหนดผลผลิตปาล์มน้ำมันปี 2536 พบว่าเกษตรกรซึ่งมีสวนที่มีขนาดเล็กกว่า 50 ไร่ ซึ่งกสิกรกลุ่มนี้มีประมาณ 3,746 สวน มีพื้นที่รวมประมาณ 175,345 ไร่ สภาวะทางเศรษฐกิจไม่ดีนัก ส่วนใหญ่จะไม่มีพาหนะในการบรรทุกทะลายปาล์มสำหรับส่งโรงงาน ดังนั้น การนำผลปาล์มร่วงจะเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าก่อนที่จะมีการจำหน่าย

(3) มาตรฐานการซื้อทะลายปาล์มของโรงงาน : โดยปกติทางโรงงานจะกำหนดขนาดทะลาย คือ น้ำหนักทะลายจะต้องมากกว่า 15 กิโลกรัม กรณีที่ทะลายมีขนาดเล็ก ทางโรงงานจะตัดราคา 5 เปอร์เซ็นต์ของราคาปกติ ดังนั้นในปาล์มที่เพิ่งได้รับผลผลิต (อายุ 3-4 ปี) ซึ่งมีขนาดทะลายเล็ก ไม่ได้มาตรฐานของโรงงาน การนำผลปาล์มร่วงเพื่อจำหน่ายได้ราคาที่ดีกว่า

การทำผลปาล์มร่วงในอดีต

จากเหตุจูงใจโดยสรุปทั้ง 3 ข้อในข้างต้น กสิกรในอดีตได้นำผลปาล์มร่วงจำหน่ายให้กับโรงงานซึ่งทำได้ 2 วิธี

(1) ใช้ทะลายปาล์มมาสุมกองรวมไว้ รดน้ำและคลุมด้วยกระสอบ ทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน จึงย้ายกองทะลายปาล์ม ซึ่งจะมีผลปาล์มบางส่วนหลุดร่วงออกมา จากนั้นจะแยกผลปาล์มร่วงออกมา ส่วนทะลายปาล์มที่ผลร่วงไม่หมดจะนำมาสุมกองใหม่ และย้ายกองอีกครั้งจนกระทั่งผลปาล์มร่วงหมด วิธีนี้จะใช้เวลานาน 6-7 วัน

(2) สับทะลายปาล์มเป็นแขนงย่อย ๆ สุมกองไว้ 2-3 วัน แล้วจึงแยกผลปาล์มที่ร่วงออก ส่วนที่ยังไม่ร่วงอาจใช้แรงงานปลิดออกได้ กรณีที่ลูกไม่ร่วงจากแขนงก็จะสุมไว้ใหม่

อย่างไรก็ตามการทำผลปาล์มร่วงทั้ง 2 วิธี จะใช้เวลานานทำให้ผลปาล์มบางส่วนเน่าเสีย นอกจากนั้นจะทำให้ค่าของกรดไขมันอิสระในผลปาล์มสูงขึ้น ซึ่งทำให้น้ำมันมีคุณภาพต่ำ

การใช้สารเร่งการสุกของผลไม้

การหลุดร่วงของผลปาล์มจากทะลายจะเกิดขึ้นเมื่อผลปาล์มสุกเต็มที่แล้ว ในผลไม้ทั่วไป เมื่อเข้าระยะการสุก จะมีอัตราการหายใจที่แตกต่างกัน จากลักษณะของอัตราการหายใจสามารถจำแนกการสุกของผลไม้ได้ 2 ประเภท คือ

1) ผลไม้ที่มีการหายใจสูง ผลไม้พวกนี้สามารถนำผลแก่เต็มที่แล้ว มาบ่มให้สุกได้รวดเร็วขึ้น เช่น กล้วย ละมุด ทุเรียน มะม่วง เป็นต้น

2) ผลไม้ที่มีการหายใจต่ำ ผลไม้พวกนี้ไม่สามารถนำผลแก่มาบ่มให้สุกได้ เช่น สับปะรด เงาะ

การสุกของผลไม้เกิดขึ้นได้เมื่อผลไม้แก่จัด เมื่อเข้าระยะการสุกจะมีการสร้าง Ethylene ขึ้น ภายในผล และจะตุ้นให้ผลไม้สุก ดังนั้นหากมีการบ่มผลไม้ที่แก่เต็มที่แล้ว จะทำให้สามารถเร่งกระบวนการสุกของผลไม้ได้เร็วกว่าธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการบ่มเพื่อเร่งการสุกของผลไม้จำเป็นต้องมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมดังนี้

1) อุณหภูมิ : ภายในภาชนะบ่มจะต้องมีอุณหภูมิสูงพอ เพื่อให้มีการสร้าง Ethylene ได้ ดังนั้นภาชนะบ่มควรจะห่อหรือคลุม เพื่อรักษาอุณหภูมิและป้องกันการกระจายของ Ethylene จากผลไม้

2) ปริมาณอ๊อกซิเจน : ในการบ่มจำเป็นต้องมีปริมาณอ๊อกซิเจนเพียงพอ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการหายใจของผลไม้ ซึ่งจะได้พลังงาน สำหรับใช้ในกระบวนการสร้างEthylene

3) การใช้สารเคมีที่ให้ก๊าซ Ethylene : ในทางการค้าจะมีชื่อต่างๆ เช่น Ethrel, Folrel, CEPA, CEPHA. ซึ่งสารเหล่านี้จะให้กำเนิดก๊าซ Ethylene ซึ่งจะไปช่วยเร่งการสุกของผลไม้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารดังกล่าว ควรระวังในระดับความเข้มข้นที่ใช้ เพราะถ้าใช้ในความเข้มข้นที่สูงเกินไปจะยับยั้งการสุกของผลไม้ และทำให้เนื้อเยื่อตาย นอกจากนั้น สารดังกล่าวยังจัดเป็นสารที่เป็นพิษเล็กน้อย (Slightly toxic) คือมีค่า LD_{50} เท่ากับ 4,229 มก./กก. (รายละเอียดภาคผนวกที่ 4) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลยืนยันว่าการใช้สารดังกล่าวในการบ่มผลไม้จะเกิดอันตรายต่อผู้บริโภค จากการทดลองกับสัตว์พบว่า ร่างกายของสัตว์จะสามารถขับสารนี้ออกมาเกือบหมด โดยเหลือตกค้างในร่างกายที่ต่ำกว่า 1 เปอร์เซนต์ ค้างภายในเวลา 72 ชั่วโมง

4) การใช้สารอื่นที่มีสมบัติคล้าย Ethylene การใช้สารอื่นที่มีสมบัติคล้าย Ethylene : สารที่นิยมใช้ ได้แก่ Acetylene ซึ่งสามารถกระตุ้นให้มีการสร้าง Ethylene ขึ้นภายในผล การสร้าง Acetylene จะทำได้โดยใช้ Calcium carbide ดั้งอยู่ในรูปของแข็ง เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะเกิดก๊าซ Acetylene ดังสมการ

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 + \text{พลังงาน}$$

5) การใช้สารเคมีอื่นๆ ได้แก่ Propylene, Vinyl chloride, Carbon monoxide และ 1- Butene

ตารางที่ 3 ความสามารถของสารที่ใช้ในการบ่ม เมื่อเปรียบเทียบกับ Ethylene

Compound	Relative activity (moles/unit effectiveness)
Ethylene	1
Propylene	130
Vinyl chloride	2,370
Carbon monoxide	2,900
Acetylene	12,500
1-Butene	140,000

ที่มา : Kader A.A. และคณะ (1985)

การใช้สารเร่งการร่วงของผลปาล์มจากทะลาย

ในอดีตยังไม่มีรายงานการใช้ Ethylene ในการเร่งการสุกของผลปาล์ม ในขณะที่ Acetylene มีการใช้อยู่บ้าง แต่ยังไม่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน แต่อย่างไรก็ตามสารดังกล่าวนี้ ได้ถูกนำมาใช้ในการบ่มผลไม้ต่าง ในอัตราความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของ Ethylene ที่เหมาะสมสำหรับการบ่มในผลไม้ชนิดต่างๆ

Fruit	Concentration (ppm)
Avocado (var. Choquette)	0.1
Banana (var. Gros Michel)	0.1-1
(var. Lacatan)	0.5
(var. Silk fig)	0.2-0.25
Cantaloupe (var. P.M.R. No. 45)	0.1-1.0
Honeydew melon	0.3-1.0
Lemon (var. Fort Meyers)	0.1
Mango (var. Kent)	0.04-0.4
Orange (var. Valencia)	0.1
Tomato (var. VC-243-20)	0.5

ที่มา : Karder A.A. และคณะ 1985

สำหรับปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชที่มีอัตราการหายใจค่อนข้างต่ำในระหว่างการสุก ดังนั้นการนำทะลายปาล์มมาบ่ม จึงจำเป็นต้องเลือกใช้ทะลายที่สุกเต็มที่แล้ว คือ ใช้ทะลายที่มีผลปาล์มร่วง 3-10 ผล ต่อทะลาย ซึ่งทะลายที่มีลักษณะดังกล่าวนี้ผลปาล์มสามารถร่วงได้เองตามธรรมชาติ แต่ต้องใช้เวลานาน 4-5 วัน จึงจะร่วงหมดทะลาย ซึ่งทำให้มีกรดไขมันอิสระเกิดขึ้นสูง ดังนั้นการบ่มทะลายปาล์ม เพื่อให้ได้ผลปาล์มร่วงนี้ จึงเป็นการเร่งการสุกของผลปาล์ม ซึ่งติดอยู่กับแขนงด้านในของทะลายปาล์มให้สุกและร่วงพร้อมกับลูกปาล์ม ซึ่งอยู่บริเวณภายนอกทะลาย

ในการบ่มทะลายปาล์ม โดยใช้ Ethylene และ Acetylene นั้น สารดังกล่าวจะไปกระตุ้นให้มีการสร้าง Ethylene จากภายในผลปาล์มโดยผ่านกระบวนการทางชีวเคมี ซึ่งอาจใช้ Linlenate, Ethanol, Alanine หรือ methionine เป็นสารตั้งต้นในการสร้าง Ethylene (ภาคผนวกที่ 2) แต่อย่างไรก็ตาม ในการบ่ม จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในการบ่มด้วย ซึ่งโดยปกติการใช้ Ethylene บ่มผลไม้ทั่วไป จะใช้อุณหภูมิของการบ่มระหว่าง18-25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซนต์ ความเข้มข้นของ Ethylene ระหว่าง10-100 ppm. โดยใช้เวลาการบ่มระหว่าง 24 ถึง 72 ชั่วโมง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของ Ethylene และ Acetylene ที่มีต่อการร่วงของผลปาล์ม

2. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของ Ethylene และ Acetylene ที่เหมาะสม ซึ่งทำให้ผลปาล์มร่วงมากที่สุด

3. เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันอิสระในผลปาล์ม เมื่อบ่มด้วย Ethylene และ Acetylene ในระดับความเข้มข้นและเวลาที่แตกต่างกัน

4. เพื่อศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เมื่อทำผลปาล์มร่วง โดยใช้ Ethylene และ Acetylene ในความเข้มข้นต่างๆ เปรียบเทียบกับการขายปาล์มในรูปของทะลายปาล์ม

คณะผู้ดำเนินการ

หัวหน้าโครงการ นายธีระพงศ์ จันทรนิยม วท.ม.
(Mr. Teerapong Juntaraniyom)
ฝ่ายวิจัยปาล์มน้ำมัน สำนักวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผู้ร่วมโครงการ

1. นายประกิจ ทองคำ วท.บ.
(Mr. Prakit Tongkum)
ฝ่ายวิจัยปาล์มน้ำมัน สำนักวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2. นางอรวรรณ จันทนฤกษ์ ศบ.
(Ms. Orawan Chuntanalurg)
สำนักวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3. นายธีระ เอกสมทราเมษฐ์ Ph.D.
(Theera Eksomtramage)
คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทที่ 2
วัสดุและการวิจัย

วัสดุ

วัตถุดิบและสถานที่ทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย คือ ทะลายปาล์มซึ่งสุกเต็มที่โดยสังเกตุจากการมีลูกร่วง 3-10 ผล ต่อทะลาย น้ำหนักอยู่ระหว่าง 18-25 กิโลกรัม /ทะลาย โดยได้รับความสนับสนุนจากวิทยาลัยเกษตรกรรมกระบี่ และวิทยาลัยเกษตรกรรมตรัง ดำเนินการวิจัยที่วิทยาลัย-เกษตรกรรมกระบี่และตรัง ระหว่างเดือนตุลาคม 2536 ถึงตุลาคม 2537

สารเคมี

- สารกำเนิดก๊าซ Acetylene : ใช้ Calcium carbide ซึ่งมีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปเป็นตัวให้ก๊าซ Acetylene (รูปที่ 5)
- สารกำเนิดก๊าซ Ethylene : ใช้ 2-Chloroethyl phosphonic acid 10% W/V PA (ชื่อสามัญ ethephon ชื่อการค้า อีเทรล) (รูปที่ 5)
- สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่ากรดไขมันอิสระ ได้แก่
  - Ethyl alcohol 95%
  - Phenolphthalein indicator solution 1% in 95% alcohol
  - Sodium hydroxide solution

อุปกรณ์

- อุปกรณ์สับทะลายปาล์ม ให้ได้แขนงปาล์ม
- ถังขนาด 50 ลิตร พร้อมฝาปิด
- ท่อยางขนาด 0.5 ซม.
- ตะเกียงก๊าซสำหรับใส่ Calcium carbide
- กะทะสำหรับทอดผลปาล์ม
- เครื่องหีบผลปาล์มแบบเกลียวเดี่ยว (ระบบได้หวัน)
- เทอร์โมมิเตอร์
- Flask ขนาด 250 cc.
- Beaker ขนาด 250 cc.
- Buret

วิธีวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย

1. ผลของความเข้มข้นและเวลาในการบ่มแขนงปาล์มโดยใช้ก๊าซ Ethylene
2. ผลของความเข้มข้นและเวลาในการบ่มแขนงปาล์มโดยใช้ก๊าซ Acetylene
3. ปริมาณของกรดไขมันอิสระที่เกิดขึ้นในการบ่มแบบต่าง ๆ
4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการทำปาล์มร่วง

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design. จำนวน 4 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำประกอบด้วย 18 สิ่งทดลอง โดยแบ่งสิ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. ใช้ Calcium carbide บ่มโดยตรง โดยใช้ระดับ 6 ระดับ คือ 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแขนง
2. ใช้ก๊าซ Acetylene จาก Calcium carbide โดยใช้ระดับ 6 ระดับ ตามระดับที่ใช้ในข้อ 1
3. ใช้ Ethephon ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการให้ก๊าซ Ethylene โดยใช้ระดับ 6 ระดับ

การเตรียมแขนงปาล์ม

- เลือกทะลายปาล์มที่มีน้ำหนักประมาณ 15-25 กิโลกรัม มีผลสุกสมบูรณ์ โดยแต่ละทะลาย จะมีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (รูปที่ 1)
- สับแขนงทะลายออกจากแกนทะลาย ในขั้นตอนนี้จะมีลูกปาล์มบางส่วนจากแขนงทะลายหลุดออกมา หลังจากสับแขนงทะลายแล้ว ส่วนของทะลายปาล์มจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ (1) แกนทะลาย (2) แขนงทะลาย (3) ผลปาล์มร่วง (รูปที่ 2,3)
- เลือกแขนงทะลายที่ยังมีลูกติดอยู่อย่างสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป (รูปที่ 4)
- บรรจุแขนงทะลายลงในภาชนะที่ใช้ในการบ่ม (รูปที่ 7)

การเตรียมสารเกิดก๊าซ Ethylene และวิธีการบ่ม

ในการทดลองใช้ 2- Chloroethyl phosphonic acid 10% W/V (ชื่อสามัญ Ethephon) เป็นสารกำเนิดก๊าซ Ethylene ในการทดลองใช้ 2- chloroethyl phosphonic acid 6 ระดับ ความเข้มข้น คือ

ความเข้มข้น 10 ppm เตรียมโดย ใช้ Ethephon 1 cc. ละลายในน้ำ 10 ลิตร

,,	50 ppm	,,	5 cc.	,,	10 ,,
,,	100 ppm	,,	10 cc.	,,	10 ,,
,,	150 ppm	,,	15 cc.	,,	10 ,,
,,	200 ppm	,,	20 cc.	,,	10 ,,
,,	250 ppm	,,	25 cc.	,,	10 ,,

จุ่มแขนงทะลายปาล์มในความเข้มข้นต่าง ๆ ตามแบบของการทดลอง (รูปที่ 6) แล้วใส่ในถังบ่ม ปิดฝาถังให้สนิท

ช่วงเวลาการบ่มศึกษาใน 2 ระดับ คือ 18 และ 36 ชม.

การเตรียมสารเกิดก๊าซ Acetylene และวิธีการบ่ม

ใช้ Calcium carbide เป็นสารให้ Acetylene โดยศึกษา 6 ระดับของน้ำหนักของ Calcium carbide เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับน้ำหนักแขนงปาล์มซึ่งบ่ม ดังนี้

- ใช้ Calcium carbide 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแขนงปาล์ม
- ใช้ Calcium carbide 0.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแขนงปาล์ม
- ใช้ Calcium carbide 0.75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแขนงปาล์ม
- ใช้ Calcium carbide 1.00 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแขนงปาล์ม
- ใช้ Calcium carbide 1.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแขนงปาล์ม
- ใช้ Calcium carbide 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแขนงปาล์ม

ในการใช้ Calcium carbide บ่มทะลายจะทำได้ 2 วิธี คือ

(1) ใช้ Calcium carbide บดละเอียด ตามอัตราที่ทดลอง โรยลงบนแขนงปาล์ม ซึ่งบรรจุในถังบ่มโดยตรง

(2) ใช้ Calcium carbide ใส่ในภาชนะกำเนิดก๊าซ (ในการทดลองใช้ตะเกียงก๊าซ) มีท่อส่งก๊าซไปยังภาชนะบ่ม (รูปที่ 8)

ช่วงเวลาการบ่มศึกษาใน 2 ระดับ คือ 18 และ 36 ชม. เช่นเดียวกับการใช้ Ethylene

การแยกผลปาล์มร่วงออกจากแขนงปาล์มหลังการบ่ม

หลังจากบ่มแขนงปาล์มตามเวลาที่กำหนดแล้ว แกะผลปาล์มจากแขนงโดยใช้มือ สำหรับผลปาล์มที่ร่วงสามารถแกะออกได้โดยง่าย (รูปที่ 9, 10) ส่วนผลปาล์มที่ไม่ร่วงยังคงติดอยู่กับแขนงปาล์ม ซึ่งไม่สามารถแกะออกได้ (รูปที่ 11)

การทอดผลปาล์มและหีบสกัดน้ำมันปาล์ม

หลังจากได้ผลปาล์มร่วงจากแบบการทดลองต่าง ๆ แล้ว นำผลปาล์มทอดในน้ำมันปาล์มดิบ จนลูกปาล์มสุก (รูปที่ 16) นำลูกปาล์มที่ผ่านการทอดแล้วหีบด้วยเครื่องหีบเกลียวเดียว นำน้ำมันปาล์มที่หีบได้ไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำมันต่อไป (รูปที่ 18)

ลักษณะที่ศึกษา

(1) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการบ่ม:เก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในถังบ่มแขนงปาล์มทุก ๆ 6 ชม. เพื่อเปรียบเทียบในทุกระดับความเข้มข้นของสารเร่ง

(2) อัตราการร่วงของผลปาล์มเมื่อผ่านการบ่มแขนงปาล์ม ในเวลาและความเข้มข้นต่าง ๆ

$$\text{อัตราการร่วง} = \frac{\text{น้ำหนักผลปาล์มร่วง}}{\text{น้ำหนักแขนงปาล์ม+น้ำหนักผลปาล์มที่ไม่ร่วง}} \times 100$$

(3) ปริมาณกรดไขมันอิสระในผลปาล์มที่มีการบ่มแขนงปาล์มในวันเวลาและความเข้มต่าง ๆ กัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระ} = \frac{\text{จำนวน (cc.) ของ NaOH x ความเข้มข้น NaOH (N) x 25.6}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างไขมัน (g.)}}$$

(25.6 คือ ค่าคงที่ของกรดไขมันอิสระ สำหรับ Palmitic)

(4) เปอร์เซ็นต์การเน่าของผลปาล์ม เมื่อบ่มแบบต่างๆ ในเวลา 18 และ 36 ชั่วโมง ทำโดยสุ่มตัวอย่างผลปาล์ม 300 ผล แยกผลเสียและผลดีเปรียบเทียบผลปาล์มที่เน่าเสียเป็นเปอร์เซ็นต์

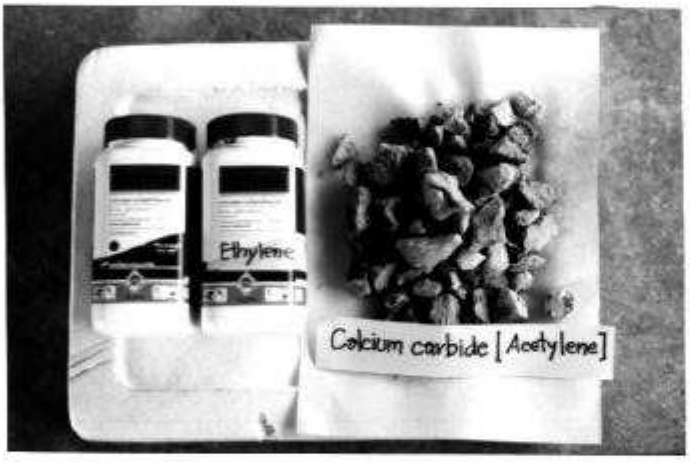
(5) ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการจำหน่ายผลปาล์มในลักษณะทะลายปาล์มเปรียบเทียบกับการทำผลปาล์มร่วง

รูปที่ 1
ลักษณะทะลายปาล์ม
ซึ่งใช้ในการศึกษา

รูปที่ 2
แขนงปาล์มที่สับเสร็จแล้ว
พร้อมที่จะใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3
ส่วนประกอบของทะลายปาล์ม
ได้แก่
- แกนทะลาย
- แขนงทะลาย ซึ่งมีลูกติดอยู่
- ลูกปาล์มร่วงระหว่างการสับ

รูปที่ 4
ลักษณะแขนงปาล์มที่ใช้ในการทดลองซึ่งเป็นแขนงที่มีลูกติดอยู่อย่างสมบูรณ์



รูปที่ 5
สารเคมีที่ใช้ในการบ่มแขนง

รูปที่ 6
การจุ่มแขนงปาล์มในสารละลายที่ให้กำเนิดก๊าซ Ethylene

รูปที่ 7
แขนงปาล์มที่บรรจุในภาชนะบ่ม

รูปที่ 8
การต่อท่อส่งก๊าซ Acetylene จากตะเกียงกำเนิดก๊าซไปยังถังบ่ม

รูปที่ 9
การปลิดลูกปาล์มร่วง หลังจากบ่มเสร็จแล้ว

รูปที่ 10
ลูกปาล์มที่หลุดจากแขนง
โดยง่าย หลังจากการบ่ม

รูปที่ 11
ลักษณะแขนงปาล์มที่ลูกปาล์ม
ไม่หลุด หลังจากการบ่ม

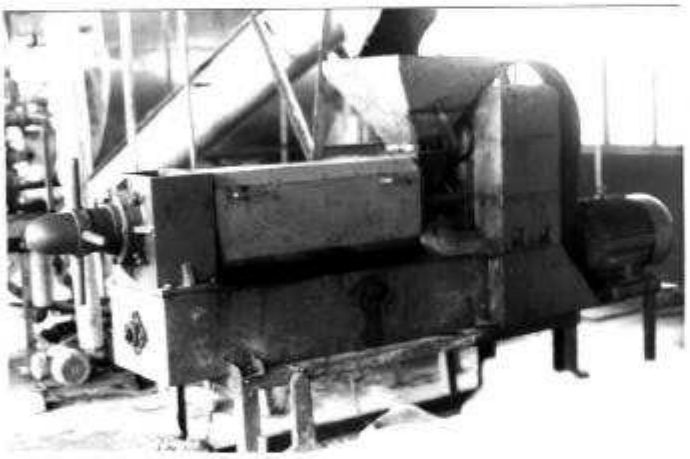
รูปที่ 12
ลักษณะการเน่าของผลปาล์ม
หลังจากบ่มเสร็จแล้ว

รูปที่ 13
เปรียบเทียบผลปาล์มร่วงกับแขนงปาล์มที่มีลูกร่วงหมดหลังจากบ่ม

รูปที่ 14
เปรียบเทียบผลปาล์มร่วงกับแขนงปาล์ม ซึ่งลูกร่วงไม่หมดหลังจากบ่ม

รูปที่ 15
นำผลปาล์มที่ร่วงในแต่ละสิ่งทดลองไปทอดให้สุกในน้ำมันปาล์ม

รูปที่ 16
ลักษณะของผลปาล์มที่ทอดสุกแล้ว พร้อมที่จะหีบน้ำมัน



รูปที่ 17
ลักษณะเครื่องหีบผลปาล์มที่ทอดแล้ว

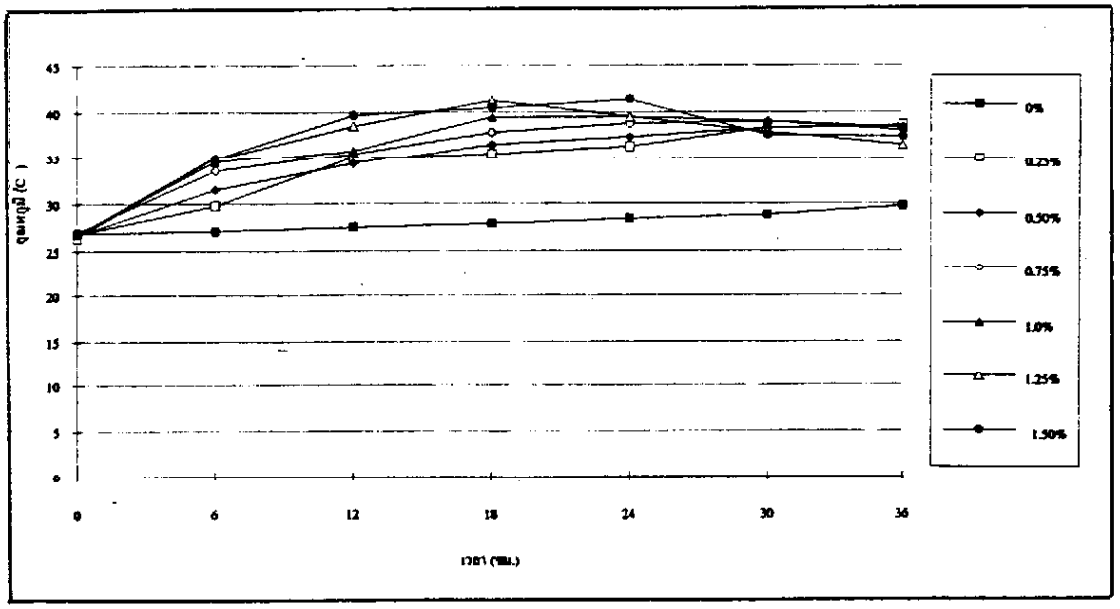
รูปที่ 18
น้ำมันปาล์มที่หีบในทุกสิ่งทดลองซึ่งพร้อมที่จะนำไปวิเคราะห์ทางเคมี

บทที่ 3
ผลการทดลอง

1. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างการบ่ม

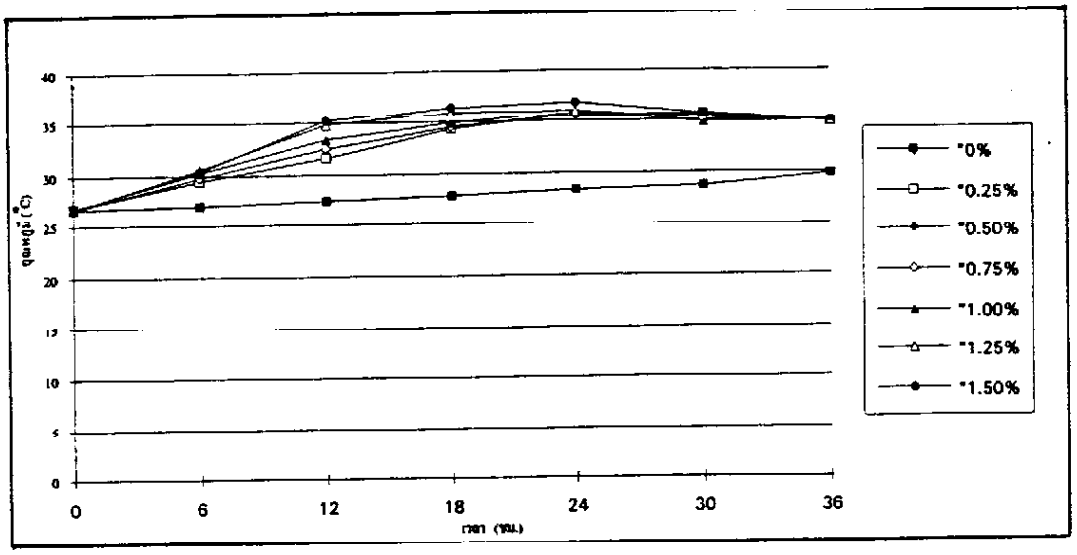
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในถังบ่มของการบ่มแบบต่างๆ ภายใน 36 ชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลอุณหภูมิทุกๆ ชั่วโมง พบว่าการใช้ Calcium carbide โดยตรงจะมีอุณหภูมิสะสมภายในถังบ่มมากกว่าการใช้สารอื่นๆ โดยอุณหภูมิจะเริ่มสูงขึ้นหลังจากบ่มนาน 6 ชั่วโมง เมื่อบ่มนาน 18 ชั่วโมง อุณหภูมิจะสูงถึง 42 °C สำหรับการใช้ Calcium carbide ในอัตรา 1.50 เปอร์เซ็นต์ จากรูปที่ 19 แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการใช้ Calcium carbide มากขึ้นจะทำให้อุณหภูมิในถังบ่มสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามหลังจาก 18 ชั่วโมง อุณหภูมิภายในถังบ่มจะค่อยๆ ลดลง สำหรับการใช้ก๊าซ Acetylene จาก Calcium carbide การสะสมของอุณหภูมิจะช้ากว่าการใช้ Calcium carbide โดยตรง โดยในแต่ละแบบของการบ่มอุณหภูมิจะสูงที่สุดเมื่อบ่มนานประมาณ 30 ชั่วโมง โดยการใช้ Calcium carbide ในอัตราสูงจะมีการเพิ่มของอุณหภูมิได้เร็วกว่าการใช้อัตราต่ำ (รูปที่ 20)

สำหรับการใช้สาร Ethylene บ่มแขนงปาล์ม จะมีการเปลี่ยแปลงของอุณหภูมิน้อยกว่าการใช้ Calcium carbide พบว่า ที่ 36 ชั่วโมงจะมีการสะสมของอุณหภูมิสูงที่สุดประมาณ 32 °C สำหรับการใช้ความเข้มข้น 250 ppm. ส่วนถังบ่มที่ไม่มีการใช้สารบ่มนั้นอุณหภูมิจะค่อนข้างคงที่ โดยอุณหภูมิจะเพิ่มจาก 27 °C เป็น 29 °C ภายใน 36 ชั่วโมง (รูปที่ 21)

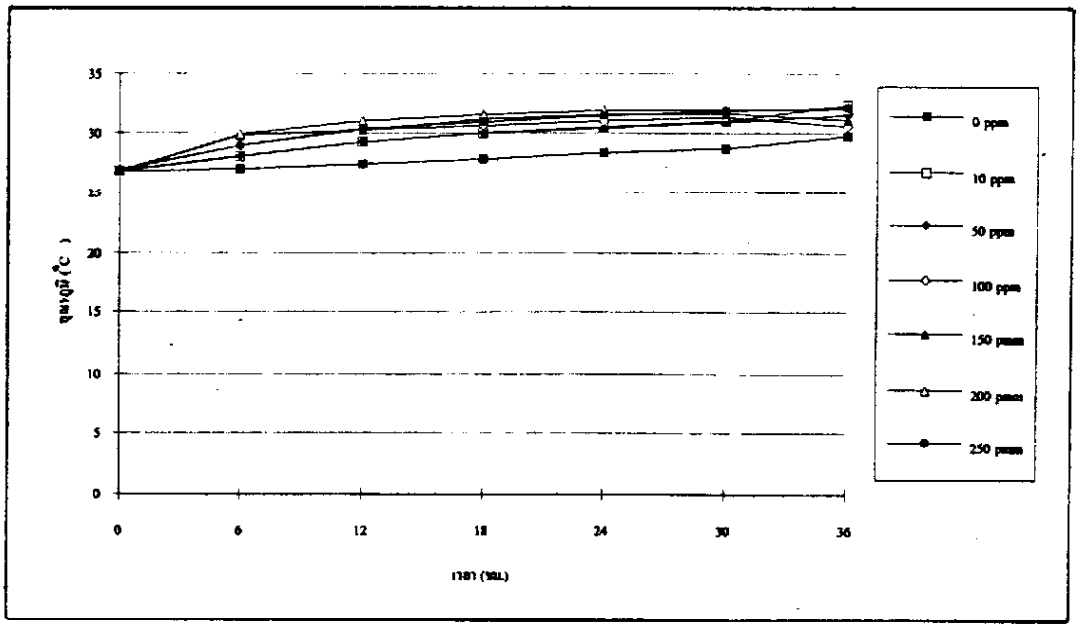


รูปที่ 19 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใน 36 ชั่วโมง เมื่อบ่มด้วย Calcium carbide โดยตรง ในความเข้มข้นต่างๆ กัน

CENTR... RARY
PRINC... A UNIVERSITY



รูปที่ 20 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใน 36 ชั่วโมง เมื่อบ่มด้วยก๊าซ Acetylene จาก Calcium carbide ในความเข้มข้นต่าง ๆ



รูปที่ 21 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายใน 36 ชั่วโมง เมื่อบ่มด้วยสาร Ethephon ในความเข้มข้นต่าง ๆ

Order Key.....3151.....
BIB Key.....70015.....

2. อัตราการร่วงของผลปาล์ม เมื่อบ่มแบบต่าง ๆ

จากการศึกษาสัดส่วนของผลปาล์มกับแขนงปาล์ม ซึ่งสับจากทะลายแล้วพบว่าในแขนงปาล์มที่มีผลปาล์มติดอย่างสมบูรณ์ซึ่งใช้ในการทดลองบ่ม (รูปที่ 4) จะมีสัดส่วนของน้ำหนักผลปาล์มประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ (ภาคผนวกที่ 3) นั่นคือ ถ้าบ่มแขนงปาล์มและมีผลปาล์มร่วง 80 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าผลปาล์มร่วงจากแขนงหมด

จากตารางที่ 5 และ 6 แสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาการบ่มนาน 18 และ 36 ชั่วโมง ในแต่ละแบบของการบ่มนั้น ผลปาล์มจะมีอัตราการร่วงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ตารางที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการร่วงของผลปาล์มที่บ่มแบบต่าง ๆ นาน 18 ชั่วโมง

SV.	df	SS	MS	F
Replication	3	27.13723	9.04574	9.24**
Treatment	18	4871.19947	270.62219	276.38**
Error	54	52.87526	0.97912	
Total	75	4951.21190		

CV = 6.30%

** Significant at 1% level

ตารางที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนอัตราการร่วงของผลปาล์มที่บ่มแบบต่าง ๆ นาน 36 ชั่วโมง

SV.	df	SS	MS	F
Replication	3	52.24157	17.41385	2.77*
Treatment	18	42621.37921	2367.8544	376.21**
Error	54	339.87342	6.29394	
Total	75	43013.49600		

CV = 5.8%

** Significant at 1% level * Significant at 5% level

จากการศึกษาอัตราการร่วงของผลปาล์มหลังจากบ่มนาน 18 ชั่วโมง พบว่า การใช้ Calcium carbide โดยตรงในอัตรา 1.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลปาล์มร่วงมากที่สุด คือ 33 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้ Calcium carbide 0.25, 0.50 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในสภาพที่ใส่โดยตรงและในสภาพของก๊าซ Acetylene และการใช้ Ethephon 10, 50 ppm. จะทำให้ผลปาล์มร่วงในอัตราเดียวกับการไม่ใช้สารบ่ม (ตารางที่ 7)

เมื่อบ่มแขนงปาล์มนาน 36 ชั่วโมง พบว่า การใช้ Calcium carbide 1.25-1.50 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ผลปาล์มร่วงได้ 78.13-78.88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับการใช้ Ethephon เข้มข้น 200-250 ppm. ในขณะที่การไม่ใช้สารบ่มจะมีผลปาล์มหลุดเพียง 12.5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยอัตราการร่วงของผลปาล์มที่บ่มแบบต่างๆ นาน 18 และ 36 ชั่วโมง

แบบของการบ่ม	อัตราการร่วง (%)	
	18 ชม.	36 ชม.
ไม่ใส่สารบ่ม	7.80[a]	12.50[a]
ใช้ Cal. carb. โดยตรง 0.25%	7.72[a]	16.90[b]
ใช้ ,, ——— ,, 0.50%	8.13[a]	18.85[b]
ใช้ ,, ——— ,, 0.75%	11.30[bc]	29.93[c]
ใช้ ,, ——— ,, 1.00%	25.25[g]	46.08[f]
ใช้ ,, ——— ,, 1.25%	30.88[h]	78.13[i]
ใช้ ,, ——— ,, 1.50%	33.00[i]	78.88[i]
ใช้ Acetylene จาก cal. carb 0.25%	8.13[a]	15.20[ab]
ใช้ ,, ——— ,, 0.50%	8.35[a]	17.63[b]
ใช้ ,, ——— ,, 0.75%	11.00[b]	29.10[c]
ใช้ ,, ——— ,, 1.00%	12.60[c]	49.18[fg]
ใช้ ,, ——— ,, 1.25%	18.75[d]	66.25[h]
ใช้ ,, ——— ,, 1.50%	20.63[e]	68.13[h]
ใช้ Ethephon 10 ppm.	8.13[a]	16.00[ab]
,, ——— ,, 50 ppm.	9.25[a]	37.45[d]
,, ——— ,, 100 ppm.	11.93[bc]	41.55[e]
,, ——— ,, 150 ppm.	19.00[d]	50.88[g]
,, ——— ,, 200 ppm.	21.75[e]	80.13[i]
,, ——— ,, 250 ppm.	23.25[f]	79.63[i]

3. เปอร์เซ็นต์การเน่าของผลปาล์ม

จากการศึกษาการเน่าของผลปาล์มซึ่งร่วงในระหว่างการบ่ม พบว่า ในแต่ละสิ่งทดลองจะมีการเน่าของผลปาล์มแตกต่างกัน ทั้งในช่วงการบ่มนาน 18 และ 36 ชั่วโมง (ตารางที่ 8 และ 9) โดยในช่วงเวลา 18 ชั่วโมง หลังการบ่มจะพบผลปาล์มเน่า ซึ่งจะมีลักษณะนิ่มประมาณ 2-3 เปอร์เซ็นต์ของผลปาล์มที่ร่วงทั้งหมด ในสิ่งทดลองที่ใช้ Calcium carbide บ่มโดยตรงที่ความเข้มข้น 1.50 เปอร์เซ็นต์ จะพบว่ามีอัตราเน่าของผลปาล์มสูงที่สุด คือ 2.69 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ในสิ่งทดลองอื่นๆ มีอัตราการเน่าไม่แตกต่างกัน โดยมีอัตราการเน่าอยู่ระหว่าง 2.1 ถึง 2.4 เปอร์เซ็นต์ของผลปาล์มร่วงทั้งหมด

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การเน่าของผลปาล์ม เมื่อบ่มนาน 18 ชั่วโมง

SV.	df	SS	MS	F
Replication	3	0.09939	0.03313	1.30^{ns}
Treatment	18	0.96986	0.05388	2.12**
Error	54	1.37098	0.02538	
Total	75	2.440.23		

CV =6.7%

** Significant at 1% level ns not Significant.

ตารางที่ 9 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์การเน่าของผลปาล์ม เมื่อบ่มนาน 36 ชั่วโมง

SV.	df	SS	MS	F
Replication	3	0.16460	0.05486	3.45*
Treatment	18	38.22947	2.12385	133.69**
Error	54	0.85879	0.01588	
Total	75	39.25197		

CV = 3.3%

** Significant at 1% level * Significant at 5% level

เมื่อบ่มผลปาล์มนาน 36 ชั่วโมง พบว่าอัตราการเน่าของผลปาล์มจะเพิ่มขึ้นจาก 18 ชั่วโมง ในทุกสิ่งทดลอง โดยให้สิ่งทดลองที่ใช้ Calcium carbide โดยตรง อัตรา 1.25 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ จะมีอัตราการเน่าเพิ่มขึ้นเป็น 5.33 และ 5.60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่การใช้ Acetylene จาก Calcium carbide และการใช้สาร Ethephon ในทุกระดับความเข้มข้น จะมีอัตราการเน่าของผลปาล์มอยู่ระหว่าง 3-3.6 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นยังพบว่าการไม่ใช้สารบ่มจะมีอัตราการเน่าของผลปาล์มน้อยที่สุดทั้งในช่วงเวลา 18 และ 36 ชั่วโมง (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การเน่าของผลปาล์ม เมื่อบ่มนาน 18 และ 36 ชั่วโมง

แบบของการบ่ม	อัตราการร่วง (%)	
	18 ชม.	36 ชม.
ไม่ใส่สารบ่ม	2.15^{a}	2.75^{a}
ใช้ Cal. carb. โดยตรง 0.25%	2.33^{abc}	3.13^{b}
ใช้ ,, ,, 0.50%	2.44^{bc}	3.60^{cde}
ใช้ ,, ,, 0.75%	2.37^{abc}	4.38^{f}
ใช้ ,, ,, 1.00%	2.54^{cd}	4.70^{g}
ใช้ ,, ,, 1.25%	2.51^{bcd}	5.33^{h}
ใช้ ,, ,, 1.50%	2.69^{d}	5.60^{i}
ใช้ Acetylene จาก cal. carb 0.25%	2.43^{bc}	3.20^{b}
ใช้ ,, ,, 0.50%	2.43^{bc}	3.42^{c}
ใช้ ,, ,, 0.75%	2.45^{bcd}	3.50^{cd}
ใช้ ,, ,, 1.00%	2.40^{abc}	3.58^{cde}
ใช้ ,, ,, 1.25%	2.43^{bc}	3.58^{cde}
ใช้ ,, ,, 1.50%	2.35^{abc}	3.63^{cde}
ใช้ Ethephon 10 ppm.	2.33^{abc}	3.23^{b}
,, ,, 50 ppm.	2.38^{abc}	3.45^{c}
,, ,, 100 ppm.	2.30^{abc}	3.60^{cd}
,, ,, 150 ppm.	2.30^{abc}	3.63^{cde}
,, ,, 200 ppm.	2.35^{abc}	3.68^{de}
,, ,, 250 ppm.	2.25^{ab}	3.73^{e}

4. ปริมาณกรดไขมันอิสระ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณกรดไขมันอิสระ พบว่า หลังจาก บ่มนาน 18 ชั่วโมงและ 36 ชั่วโมง ในทุกสิ่งทดลอง มีการสร้างกรดไขมันอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11 และ 12) โดยปริมาณกรดไขมันอิสระจะเพิ่มขึ้นจาก 1.55 เปอร์เซ็นต์ (กรดไขมันอิสระจากผลปาล์มร่วงระหว่างการสับ) เป็น 2-3 เปอร์เซ็นต์ โดยสิ่งทดลองที่มีความเข้มข้นของสารบ่มสูง จะมีเปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันอิสระสูงด้วย หลังจากบ่มนาน 36 ชั่วโมง ปริมาณของกรดไขมันอิสระจะสูงขึ้นประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้ Calcium carbide โดยตรง ที่มีความเข้มข้นระหว่าง 0.50 ถึง 1.50 เปอร์เซ็นต์ จะให้ปริมาณกรดไขมันอิสระสูง 4. ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้ก๊าซ Acetylene และ Ethephon จะมีการสร้างกรดไขมันอิสระอยู่ในช่วง 3 ถึง 3.5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของการบ่มแบบต่างๆ เมื่อบ่มนาน 18 ชั่วโมง

SV.	df	SS	MS	F
Replication	3	0.00850	0.00283	$<1^{ns}$
Treatment	19	11.06450	0.58234	15.61^{**}
Error	57	2.12650	0.03731	
Total	79	13.19950		

CV = 7.7%

** Significant at 1% level ns not Significant.

ตารางที่ 12 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของการบ่มแบบต่างๆ เมื่อบ่มนาน 36 ชั่วโมง

SV.	df	SS	MS	F
Replication	3	0.07137	0.02379	$<1^{ns}$
Treatment	19	43.94737	2.31302	63.66^{**}
Error	57	2.07112	0.03633	
Total	79	46.08987		

CV = 5.3%

** Significant at 1% level ns not Significant.

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของการบ่มแบบต่าง ๆ เมื่อบ่มนาน 18 ชั่วโมงและ 36 ชั่วโมง

แบบของการบ่ม	อัตราการร่วง (%)	
	18 ชม.	36 ชม.
ลูกปาล์มสด (ร่วงจากทะลาย)	1.55^{a}	1.55^{a}
ไม่ใส่สารบ่ม	2.13^{bc}	3.18^{b}
ใช้ Cal. carb. โดยตรง 0.25%	2.35^{b-f}	3.75^{e}
ใช้ ,, ,, 0.50%	2.33^{b-f}	4.13^{f}
ใช้ ,, ,, 0.75%	2.60^{efg}	4.33^{f}
ใช้ ,, ,, 1.00%	2.75^{gh}	4.85^{g}
ใช้ ,, ,, 1.25%	2.98^{hi}	4.95^{g}
ใช้ ,, ,, 1.50%	3.18^{i}	4.83^{g}
ใช้ Acetylene จาก cal. carb 0.25%	2.25^{bcd}	3.30^{bcd}
ใช้ ,, ,, 0.50%	2.38^{b-f}	3.13^{b}
ใช้ ,, ,, 0.75%	2.43^{c-f}	3.53^{cde}
ใช้ ,, ,, 1.00%	2.40^{b-f}	3.38^{bcd}
ใช้ ,, ,, 1.25%	2.63^{f-g}	3.58^{de}
ใช้ ,, ,, 1.50%	2.93^{hi}	3.60^{de}
ใช้ Ethephon 10 ppm.	2.10^{b}	3.15^{b}
,, ,, 50 ppm.	2.30^{b-c}	3.23^{bc}
,, ,, 100 ppm.	2.33^{b-f}	3.33^{bcd}
,, ,, 150 ppm.	2.55^{d-g}	3.35^{bcd}
,, ,, 200 ppm.	2.75^{g-h}	3.43^{bcd}
,, ,, 250 ppm.	3.08^{i}	3.5^{cde}

5. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาอัตราของผลปาล์มในทะลายปาล์ม ซึ่งมีน้ำหนัก 18-25 กิโลกรัม พบว่า มีผลปาล์มประมาณ 68.08 เปอร์เซ็นต์ (รายละเอียดภาคผนวกที่ 3) ซึ่งในการใช้แรงงานสับปาล์มทะลายเป็นแขนงปาล์ม เมื่อจ้างแรงงานอัตรา 120 บาท/วัน จะต้องใช้จ่ายประมาณ 250 บาท/ 1 ตันทะลายปาล์ม

ตัวอย่างปาล์มทะลายราคาตันละ 2,500 บาท เมื่อทำเป็นผลปาล์มร่วงจะหนักเพียง 680.8 กิโลกรัม และค่าจ้างสับ 250 บาท

นั่นคือ ผลปาล์ม 680.8 กิโลกรัม จะมีมูลค่า = 2,500 + 250

= 2,750 บาท

ดังนั้นผลปาล์มร่วง 1 ตัน จะมีราคา = $\frac{2,750 \times 1,000}{680.8}$

= 4,039.4 บาท

จะเห็นว่า เมื่อราคาปาล์มทะลายราคาตันละ 2,500 บาท ถ้าจะทำผลปาล์มร่วง ราคาของผลปาล์มร่วงจะต้องเท่ากับตันละ 4,039.4 บาท หรือเท่ากับ 1.616 เท่าของราคาปาล์มทะลายเป็นอย่างน้อย ถึงจะทำให้การทำปาล์มร่วงคุ้มทุน จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ในเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ ปี 2536 เท่านั้นที่การทำผลปาล์มร่วงให้กำไรคุ้มทุน

บทที่ 4
สรุป และวิจารณ์

จากการศึกษาการใช้สารต่างๆ เร่งการร่วงของผลปาล์มจากแขนงสับ เพื่อเป็นผลปาล์มร่วงนั้น จะเห็นว่า การใช้ Calcium carbide โดยตรงในอัตรา 1.25 ถึง 1.50 เปอร์เซ็นต์ของแขนงปาล์มสับและการใช้ Ethephon ความเข้มข้น 200 ถึง 250 ppm. โดยบ่มในภาชนะปิดเป็นเวลานาน 36 ชั่วโมง จะสามารถทำให้ผลปาล์มร่วงจากแขนงได้หมด ในขณะที่การใช้ก๊าซ Acetylene จาก Calcium carbide ในอัตรา 1.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแขนงสับ จะยังไม่เพียงพอให้ผลปาล์มร่วงหมด การใช้ Calcium carbide โดยตรงจะทำให้อุณหภูมิภายในถังบ่มสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้กรดไขมันอิสระในผลปาล์มสูงขึ้น ปกติในผลปาล์มที่สุกจะมีกรดไขมันอิสระประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อผลปาล์มร่วงจากทะลายปริมาณของกรดไขมันอิสระจะสูงขึ้น มีผู้ศึกษาพบว่า สภาพที่อุณหภูมิ 55 °C ผลปาล์มที่เกิดแผลจะมีการสร้างกรดไขมันอิสระสูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 1 ชั่วโมง ดังนั้นการที่อุณหภูมิในถังบ่มสูงขึ้น 42 °C เมื่อบ่มโดย Calcium carbide โดยตรง จึงทำให้มีกรดไขมันอิสระสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นๆ ซึ่งมีการสะสมของอุณหภูมิน้อยกว่า แต่อย่างไรก็ตามการบ่มแบบต่างๆ ก็ไม่ทำให้ค่าของกรดไขมันอิสระสูงเกินมาตรฐานของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งกำหนดให้มีกรดไขมันอิสระต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์

การใช้ Ethephon ในอัตราความเข้มข้น 200-250 ppm. จะเหมาะสมที่สุดในการทำผลปาล์มร่วง แต่กรณีที่ทำได้ยากก็สามารถใช้ Calcium carbide ในอัตรา 1.25-1.50 เปอร์เซ็นต์แทนได้

เมื่อศึกษาถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการทำผลปาล์มร่วง จะพบว่าราคาของปาล์มร่วงยังต่ำ ซึ่งไม่คุ้มทุนในการทำในเชิงธุรกิจ แต่อย่างไรก็ตามการที่กสิกรสวนปาล์มขนาดเล็กยังนิยมทำปาล์มร่วงแทนการขายปาล์มทะลาย เนื่องจากการทำปาล์มร่วงกสิกรสามารถใช้แรงงานภายในครอบครัวเองทำได้ ซึ่งลดต้นทุนในการจ้าง

เอกสารอ้างอิง

1. จินตนา เขมาวุฒต์. สุกก่อนห่ามและห้ามไม่ให้สุก ว.สสวท 16 (2). 2531.
2. ผาสุข กุลละวณิชย์, สัณห์ชัย กลิ่นพิกุล, สุมณฑา กุลละวณิชย์. การแปรรูปผลิตภัณฑ์และพัฒนาด้านการตลาดของโรงหีบน้ำมันปาล์มขนาดเล็กอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. โดยได้รับความสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็ก ตามพระราชดำริ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ 2531.
3. พีรเดช ทองอำไพ. ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์ : แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ ห้างหุ้นส่วนจำกัดไดนามิคการพิมพ์, 2529.
4. มนัส ชัยสวัสดิ์, สมมาตร จุลิกพงศ์, ยุพาวดี โพชนุกูล, เสาวณี แย้มแสง, วิวัฒน์ แซ่หลี, ศาสตรา ขาวหนู, และปริญญา เขาวนาศัย. ตลาดน้ำมันปาล์ม : ศึกษาความต้องการใช้ภายในประเทศ. โดยทุนอุดหนุนวิจัยจากบริษัทไทยออยล์จำกัด สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ 2531.
5. ชมรมเพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม (คู่มือเกษตรกร) 2529.
6. Hartley, C.W.S. 1988. The oil palm. Longman Scientific & Technical, UK.
7. Kader, A.A., R.F. Kasmire, F.G. Mitchell, M.S. Reid, N.F.Sommer and J.F. Thompson. 1985. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California USA.
8. Pantastico, E.B. 1975. Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables. Westport, Connecticut. AVI Pub.
9. Thomas, C.M. 1979. Biochemistry and Physiology of plant hormone. Springer-Verlag. New York Inc.

ภาคผนวกที่ 1

รายชื่อ ที่อยู่ กำลังการผลิตและลักษณะโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในภาคใต้ของประเทศไทย

ชื่อ/ที่อยู่	กำลังการผลิต/ปี (ตันน้ำมันปาล์มดิบ)	ลักษณะโรงงาน
จังหวัดชุมพร		
1. บริษัทอุดมชัยปาล์มออยล์ จำกัด 114/1 หมู่ 5 ถนนเพชรเกษม ตำบลท่าแซะ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร	2,900	ย่างผลปาล์ม
2. บริษัทมิตรเจริญน้ำมันพืช จำกัด 22/1 หมู่ 10 ถนนชุมพร-หลังสวน ตำบลขุนกระทิง อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร	1,000	ย่างผลปาล์ม
3. บริษัทน้ำมันพืชไทยแสงชุมพร 134 หมู่ 1 ถนนชุมพร-ระนอง ตำบลวังไผ่ อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร	820	ย่างผลปาล์ม
4. บริษัทไทยผลิตภัณฑ์ปาล์ม จำกัด 179 หมู่ 4 ถนนเพชรเกษม ตำบลวังตะกอ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร	2,000	ย่างผลปาล์ม
5. ห้างหุ้นส่วนจำกัดวิจักษณานนท์อุตสาหกรรม 27 หมู่ 4 ตำบลวังตะกอ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร	2,600	ย่างผลปาล์ม
6. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ลักษณ์หลังสวน 199 หมู่ 10 ถนนเพชรเกษม ตำบลนาขา อำเภอหลังสวน - จังหวัดชุมพร	2,400	ย่างผลปาล์ม
7. บริษัทรวมผลอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด 196 หมู่ 4 ตำบลวังตะกอ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร	4,000	ย่างผลปาล์ม

ชื่อ/ที่อยู่	กำลังการผลิต/ปี (ตันน้ำมันปาล์มดิบ)	ลักษณะโรงงาน
8. บริษัทไทยเพิรส์โปรดักส์ จำกัด 143 หมู่ 4 ถนนเพชรเกษม ตำบลทุ่งตะไคร้ อำเภอทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร	1,500	ย่างผลปาล์ม
9. บริษัทชุมพรอุตสาหกรรมน้ำมันพืช จำกัด 292 หมู่ 2 ตำบลสลุย อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร	13,490	นึ่งทะลายปาล์ม
10. บริษัทวิจิตรภัณฑ์ปาล์มออยล์ จำกัด 29 หมู่ 3 ถนนเพชรเกษม ตำบลดุริง อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร	2,216	นึ่งทะลายปาล์ม
11. สหกรณ์นิคมหลังสวน จำกัด 146 หมู่ 4 ถนนท่ามะพลา-หาดยาย ตำบลหาดยาย อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร	1,080	นึ่งทะลายปาล์ม
12. บริษัท พี. ไอ. ที. อุตสหกรรม จำกัด 2 หมู่ 7 ตำบลทุ่งตะโก อำเภอทุ่งตะโก จังหวัดชุมพร	2,200	นึ่งทะลายปาล์ม
จังหวัดกระบี่		
1. บริษัทตรังแสงตะวัน จำกัด หมู่ 9 ตำบลเขาพนม อ. เขาพนม จังหวัดกระบี่	4,800	ย่างผลปาล์ม
2. ห้างหุ้นส่วนจำกัดโรงงานอุตสาหกรรม น้ำมันปาล์ม ไอ. พี. โอ. 29/9 ถนนอ่าวลึก-ปลายพระยา ตำบลอ่าวลึก อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่	12,000	ย่างผลปาล์ม

ชื่อ/ที่อยู่	กำลังการผลิต/ปี (ตันน้ำมันปาล์มดิบ)	ลักษณะโรงงาน
3. บริษัทสวนปาล์มสหกาญจน์ จำกัด 39 หมู่ 4 ถนนเพชรเกษม ตำบลเขาใหญ่ อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่	2,500	ย่างผลปาล์ม
4. บริษัทกระบี่น้ำมันพืช จำกัด 249/1 ซอยถ้ำเพชร ถนนเพชรเกษม ตำบลอ่าวลึกเหนือ อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่	3,000	ย่างผลปาล์ม
5. บริษัทรวมมิตรน้ำมันปาล์ม จำกัด 85 หมู่ 2 ตำบลกระบี่น้อย อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่	120	ย่างผลปาล์ม
6. ห้างหุ้นส่วนจำกัดกิจเจริญอุตสาหกรรม น้ำมันพืช 24/34 หมู่ 2 ตำบลอ่าวลึกใต้ อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่	3,000	ย่างผลปาล์ม
7. บริษัทสหอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม จำกัด 98 หมู่ 6 ตำบลห้วยยูง กิ่งอำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่	16,400	นึ่งทะลายปาล์ม
8. บริษัทสยามปาล์มน้ำมันและอุตสาหกรรม จำกัด 258 หมู่ 2 ถนนอ่าวลึก-แหลมสัก ตำบลอ่าวลึกใต้ อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่	13,258	นึ่งทะลายปาล์ม
9. บริษัทเอเชี่ยนน้ำมันปาล์ม จำกัด 99 ถนนโทรเลขเก่า ตำบลอ่าวลึกใต้ อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่	19,200	นึ่งทะลายปาล์ม

ชื่อ/ที่อยู่	กำลังการผลิต/ปี (ตันน้ำมันปาล์มดิบ)	ลักษณะโรงงาน
10. บริษัทไทยอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มและสวนปาล์มจำกัด 76 หมู่ 9 ตำบลปลายพระยา อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่	19,200	นึ่งทะลายปาล์ม
จังหวัดสตูล		
1. บริษัทสตูลอินดัสตรี จำกัด 38 หมู่ 10 ถนนฉลุง-ละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล	1,730	นึ่งทะลายปาล์ม
2. บริษัทปาล์มไทยพัฒนา จำกัด หมู่ 6 ถนนนิคม ตำบลอุไดเจริญ อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล	14,400	นึ่งทะลายปาล์ม
จังหวัดตรัง		
1. บริษัทตรังแสงตะวัน จำกัด 80/14 ถนนรัษฎา ตำบลทับเที่ยง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง	2,880	ย่างผลปาล์ม
2. บริษัทตรังสหปาล์มออยล์ จำกัด 112 หมู่ 1 ถนนตรัง-สิเกา ตำบลนาโต๊ะหมิง อำเภอเมือง จังหวัดตรัง	700	ย่างผลปาล์ม
3. บริษัทเอปิโก้ ไฮลดิ้งส์ จำกัด 99/9 หมู่ 2 ถนนสิเกา-ควนกุน ตำบลกะลาส อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง	28,080	ย่างผลปาล์ม
4. บริษัทตรังน้ำมันปาล์ม จำกัด 168 หมู่ 1 ถนนตรัง-สิเกา ตำบลนาเมืองเพชร อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง	23,040	นึ่งทะลายปาล์ม

ชื่อ/ที่อยู่	กำลังการผลิต/ปี (ตันน้ำมันปาล์มดิบ)	ลักษณะโรงงาน
5. บริษัทโอทาโก้ จำกัด หมู่ 2 ถนนสิเกา-ควนกุน ตำบลกะลาเส อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง	12,000	นึ่งทะลายปาล์ม
จังหวัดสุราษฎร์ธานี		
1. บริษัทสุราษฎร์แสงศิริน้ำมันพืช จำกัด 26/6 ตำบลบางกุ้ง ถนนสุราษฎร์-นครศรีฯ อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี	4,800	ย่างผลปาล์ม
2. บริษัทกาญจนดิษฐ์อินดัสตรี (1989) 35/1 หมู่ 5 ถนนทางหลวงหมายเลข 401 ตำบลท่าโรงช้าง อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	1,800	ย่างผลปาล์ม
3. บริษัททักษิณปาล์ม (2521) จำกัด 331 ถนนธนาธิบดี ตำบลท่าข้าม อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	50,400	นึ่งทะลายปาล์ม
4. บริษัทยูนิปาล์มอินดัสตรี จำกัด 85 หมู่ 2 ตำบลบางสวรรค์ อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี	36,000	นึ่งทะลายปาล์ม
5. บริษัทปาล์มน้ำมันพระแสง จำกัด 11/1 หมู่ 2 ตำบลบางสวรรค์ ถนนปลายพระยา-พระแสง อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี	15,400	นึ่งทะลายปาล์ม

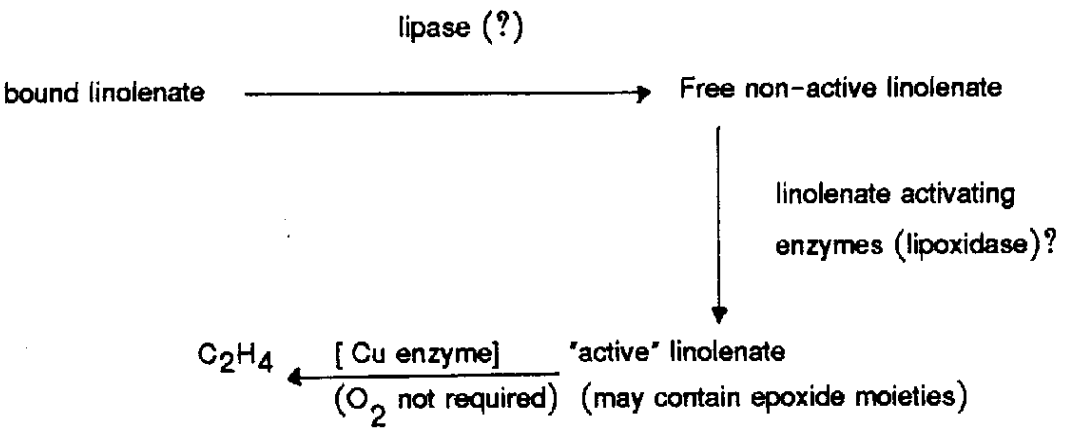
ชื่อ/ที่อยู่	กำลังการผลิต/ปี (ตันน้ำมันปาล์มดิบ)	ลักษณะโรงงาน
จังหวัดสงขลา		
1. โรงงานนำสิน 14/1 หมู่ 8 ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	120	ย่างผลปาล์ม
2. รุ่งเรืองกิจน้ำมันพืช 215/1 ถนนสุขาภิบาล 1 ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	550	ย่างผลปาล์ม
3. ฮั่วเซ้ง 114/2-3 ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	50	ย่างผลปาล์ม
4. โชคดีน้ำมันพืช 76/1 หมู่ 8 ถนนกาญจนวนิช ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	150	ย่างผลปาล์ม
5. โรงงานหยู่เซ่งไถ่ 81/4 ถนนกาญจนวนิช ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	1,800	ย่างผลปาล์ม
6. บริษัทเร็กออยล์ (ไทยแลนด์) จำกัด 82/3 หมู่ 8 ตำบลบ้านพรุ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	11,000	นึ่งทะลายปาล์ม
7. บริษัทที่ซีเคฟู้ดแอนด์ฟรุ๊ต จำกัด 108/4 หมู่ 8 ถนนกาญจนวนิช ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา	4,800	นึ่งทะลายปาล์ม

ที่มา: ข้อมูลสำรวจจากอุตสาหกรรม จังหวัดในภาคใต้ของประเทศไทย (2536-2537)

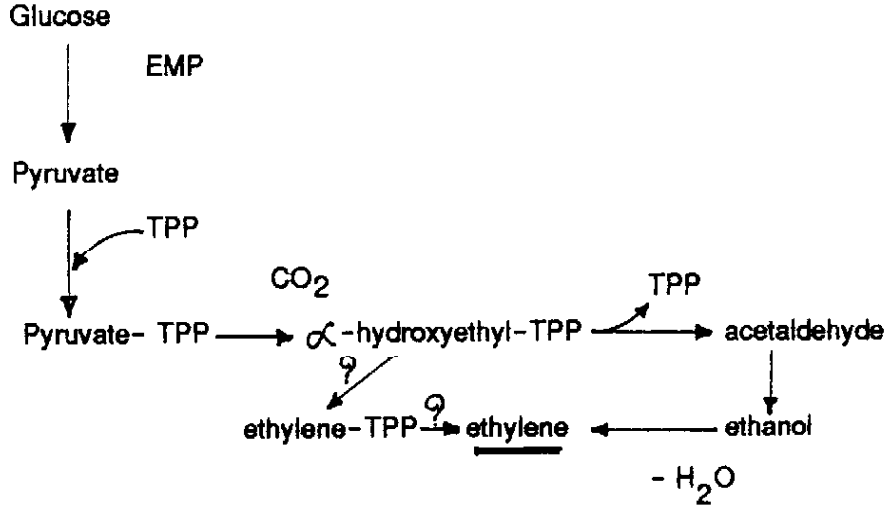
ภาคผนวกที่ 2

วิถีการเกิด Ethylene (C_2H_4) จาก Linolenate, Ethanol, Alanine, และ Glucose

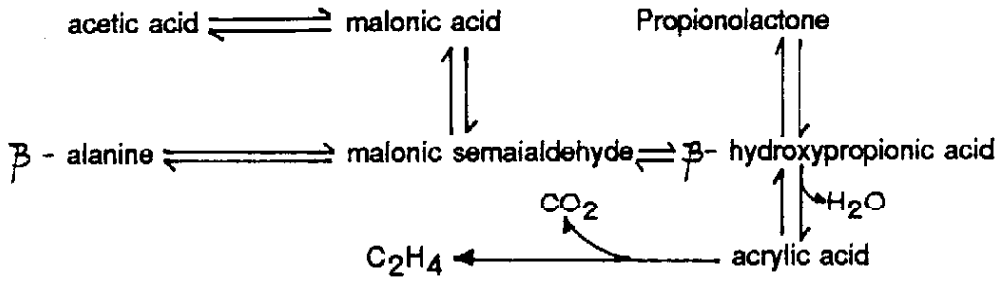
Linolenate Scheme.



Ethanol Pathway.



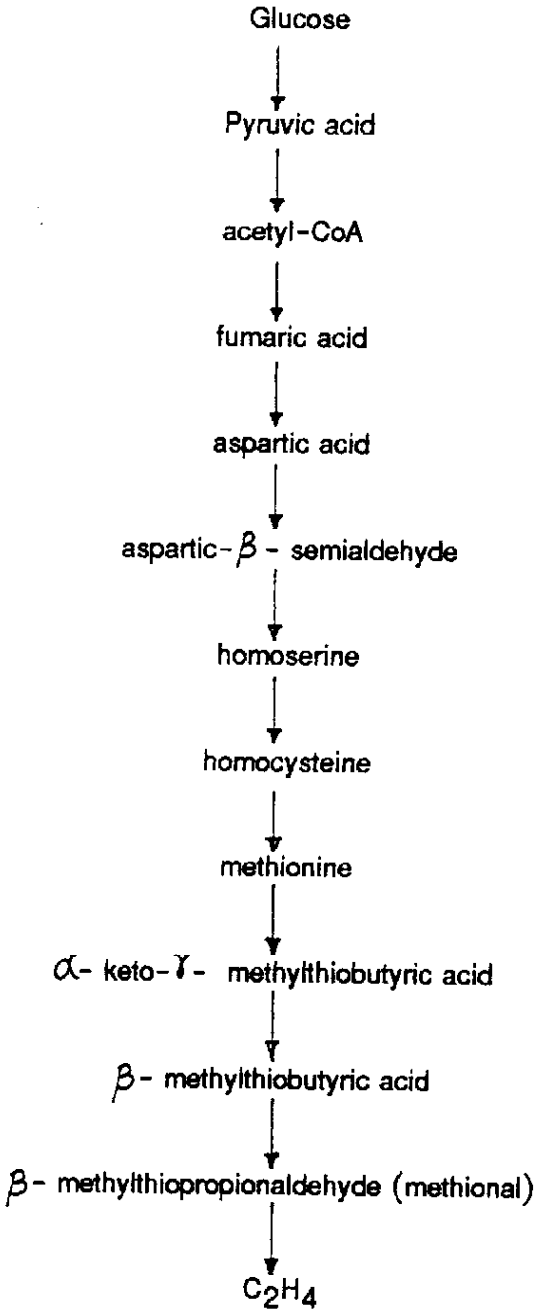
- **Alanine Pathway**



ที่มา: Pantastico E.B.: Postharvest physiology.

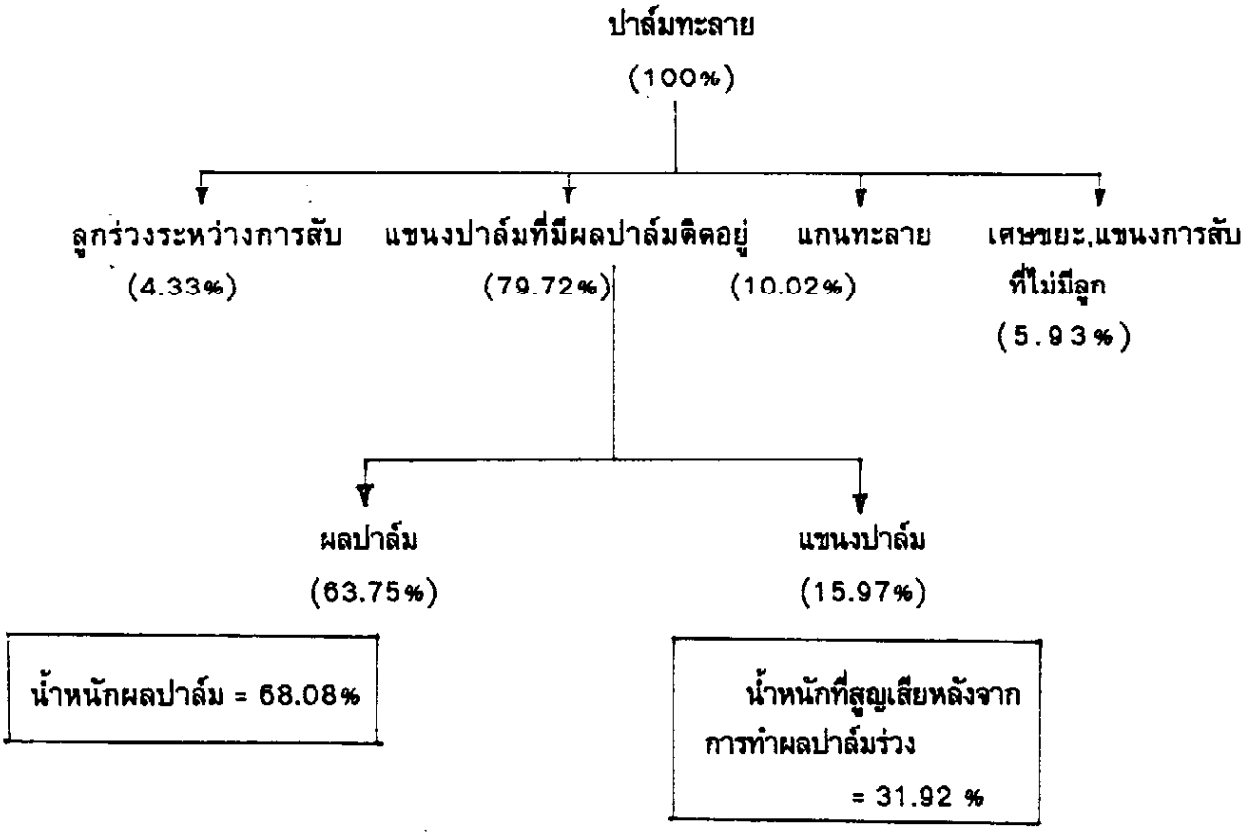
Methional Intermediate

(methionine system)



ภาคผนวกที่ 3

ส่วนประกอบของทะลายปาล์ม (โดยน้ำหนัก) ที่มีน้ำหนักระหว่าง 18-25 กิโลกรัม



ที่มา: ข้อมูลจากการทดลอง

ภาคผนวกที่ 4

ระดับความเป็นพิษของสาร โดยอาศัยค่า LD_{50} (Lethal Dose Fiffty)

ระดับความเป็นพิษ	LD_{50} (มก./กก.)
1. มีพิษสูงมาก (extremely toxic)	1
2. มีพิษสูง (highly toxic)	1 - 50
3. มีพิษปานกลาง (moderately toxic)	50 - 500
4. มีพิษเล็กน้อย (slightly toxic)	500 - 5,000
5. ถือว่าไม่เป็นพิษ (Practically non-toxic)	5,000 - 15,000
6. ปลอดภัย (relatively harmless)	>15,000

ภาคผนวกที่ 5

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของแก๊ส ethylene

Appearance	Colorless, hydrocarbon gas with a faint, sweetish odor that is easily detected in parts per million concentration.
Molecular weight	28.25
Boiling point:	
at 760 mm. Hg.	- 103.7 °C
at 300 mm. Hg.	- 118 °C
at 10 mm. Hg.	- 153 °C
b.p./ p at 750 to 770 mm. Hg.	0.022 °C per mm. Hg
Freezing point at saturation pressure (triple point)	- 169.2 °C
Surface tension (at - 103.7 °C)	16.4 dynes/cm.
Flammable limits in air	
lower	3.1% by vol.
upper	32% by vol.

ที่มา : Kader A.A. และคณะ 1985