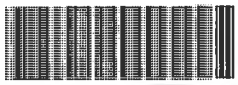
15456

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลิตเครื่องดื่มใยอาหารเพื่อสุขภาพโดยใช้เซลลูเลสและเพคติเนส

(Utilization of Vegetable Residues on Dietary Fiber Containing Beverage Production by Cellulase and Pectinase)



T096655

ชูโชค หวันทา
ดวงเดือน ไตรสรณกุลชัย
สมศรี จันสุกสี

ปพ.
ด175ก
2540
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96655
วัน,เดือน,ปี - 4 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1763

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลิตเป็นเครื่องดื่มใยอาหารโดยใช้เซลลูเลสและเพคติเนส

(Utilization of Vegetable Residues on Dietary Fiber Containing Beverage Production by Cellulase and Pectinase)

โดย

นางสาวดวงเดือน ไตรสรณกุลชัย

นางสาวสมศรี จันสุกสี

นายชูโชค หวันทา

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 31/8/41 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

( )

..../...../..... **อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปัญหาพิเศษ**

( )

..../...../..... **อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมปัญหาพิเศษ**

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

15456

-7 ก.ค. 2541

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ปฟพ.

ด 1751 ก

2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชูโชค หวันทา , ดวงเดือน ไตรสรณกุลชัย และ สมศรี จันสุกสี : 2541 ; การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลิตเครื่องดื่มใยอาหารเพื่อสุขภาพโดยใช้เซลลูเลสและเพคติเนส (Utilization of Vegetable Residues on Dietary Fiber Contaning Beverage Production by Cellulase and Pectinase) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษาดร. บุญเทียม พันธุ์เพ็ง

สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำผักจากเศษผักโดยใช้เอนไซม์คือ เศษผักกาดขาวใช้เพคติเนส ร้อยละ 0.1 เวลา 4 ชั่วโมง เศษผักกะหล่ำปลีใช้เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ร้อยละ 0.2 เวลา 2 ชั่วโมงเศษผักคะน้าใช้ เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ร้อยละ 0.1 เวลา 3 ชั่วโมง เศษผักบุ้งใช้ เพคติเนสร่วมกับเซลลูเลส ร้อยละ 0.1 เวลา 4 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพในการสกัดสูงกว่าการสกัดด้วยการบดร้อยละ 8.72 12.55 22.62 และ 28.75 และน้ำผักที่ได้จากการสกัดโดยใช้เอนไซม์มีความเข้มข้นของใยอาหารชนิดละลายน้ำได้ร้อยละ 1.78 2.41 3.14 และ 1.80 ตามลำดับ ซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่าน้ำผักที่ได้จากการสกัดโดยการบด เมื่อนำน้ำผักทั้ง 4 ชนิดมาผลิตเป็นเครื่องดื่มใยอาหารเพื่อสุขภาพแล้วทดสอบความชอบของผู้ชิม พบว่าผู้ชิมยอมรับในระดับปานกลาง

ดวงเดือน ไตรสรณกุลชัย
สมศรี จันสุกสี
ชูโชค หวันทา

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาตร์บัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปี 2541 โดยมี ดร. บุญเทียม พันธุ์เพ็ง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

โครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษาและข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณสำหรับความกรุณาของอาจารย์ เพื่อน ๆ และบุคลากรทุกท่าน สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือมาโดยตลอด

ดวงเดือน ไตรสรณกุลชัย

ชูโชค หวันทา

สมศรี จันสุกสี

30 มี.ค. 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูป	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 ผัก	2
2.2 เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตน้ำผลไม้	5
2.3 กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ในอุตสาหกรรม	12
2.4 เส้นใย	18
3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	22
3.1 วัตถุดิบ	22
3.2 อุปกรณ์	22
3.3 สารเคมีและเอนไซม์	22
3.4 วิธีการทดลอง	22
4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	25
4.1 การหาชนิดและปริมาณของเอนไซม์ที่เหมาะสมในการสกัดของผักแต่ละชนิด	25
4.2 การหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดของผักแต่ละชนิด	29
4.3 ประสิทธิภาพการสกัดของผักแต่ละชนิด	30
4.4 การวิเคราะห์เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ	30
4.5การทดสอบทางประสาทสัมผัส	31
5 สรุปผลการทดลอง	32
5.1 สรุปผลการทดลอง	32
5.2ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	34
ประวัติผู้ทำรายงาน	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ส่วนประกอบของผักต่าง ๆ ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม	3
2 โพลีแซคาไรด์ของผนังเซลพืชชั้นสูง	6
3 ประสิทธิภาพการสกัดของผักชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ชนิดของเอนไซม์ปริมาณของเอนไซม์และเวลาที่เหมาะสม	30
4 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ	30
5 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักแต่ละชนิด จากความเป็นกรด – ด่าง ที่แตกต่างกัน	31
6 ปริมาณน้ำผักกาดขาวที่สกัดได้จากการใช้เอนไซม์แต่ละชนิด และความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิด	37
7 ปริมาณน้ำผักกะหล่ำปลีที่สกัดได้จากการใช้เอนไซม์แต่ละชนิด และความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิด	38
8 ปริมาณน้ำผักคะน้าที่สกัดได้จากการใช้เอนไซม์แต่ละชนิด และความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิด	39
9 ปริมาณน้ำผักบุ้งที่สกัดได้จากการใช้เอนไซม์แต่ละชนิด และความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิด	40
10 ปริมาณน้ำผักแต่ละชนิดที่สกัดได้จากชนิดของเอนไซม์และความเข้มข้นที่เหมาะสมในเวลาต่าง ๆ	41
11 ปริมาณน้ำผักแต่ละชนิดที่สกัดได้จากชนิดของเอนไซม์ ความเข้มข้นของเอนไซม์และเวลาที่เหมาะสม	41
12 ปริมาณน้ำผักแต่ละชนิดที่สกัดได้โดยไม่ใช้เอนไซม์	42
13 ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดในน้ำผักแต่ละชนิดที่ใช้เอนไซม์ ความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสม	42
14 ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดในน้ำผักแต่ละชนิดที่ไม่ใช้เอนไซม์	42
15 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ จากตัวอย่างแห้งที่ได้จากการใช้เอนไซม์	43
16 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ จากตัวอย่างแห้งที่ได้จากการไม่ใช้เอนไซม์	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

17 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักกาดขาว ประเภท Acid และ Low acid 44

18 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักกะหล่ำ ประเภท Acid และ Low acid 45

19 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักคะน้า ประเภท Acid และ Low acid 46

20 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักบุ้ง ประเภท Acid และ Low acid 47

21 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านลักษณะปรากฏเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผัก ประเภท Acid 48

22 การวิเคราห์ทางสถิติด้านลักษณะปรากฏเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผัก ประเภท Low acid 48

23 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Acid 48

24 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Low acid 49

25 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Acid 49

26 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Low acid 49

27 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Acid 50

28 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Low acid 50

29 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผัก ประเภท Acid 50

30 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผัก ประเภท Low acid 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่		หน้า
1	สมการแสดงการทำงานของเอนไซม์ Pectinesterase	7
2	กลไกการสลายพันธะไกลโคซิดิกของ Depolymerising enzyme	8
3	สมการแสดงการทำงานของเอนไซม์ Polygalacturonases	8
4	สมการแสดงการทำงานของเอนไซม์ Pectate lyases	9
5	การย่อยสลายเซลลูโลสตามสมมติฐานของ Cowling	11
6	การย่อยสลายเซลลูโลสตามสมมติฐานของ Reese และคณะ	12
7	แผนภาพกระบวนการผลิตน้ำผลไม้	17
8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำผักกาดขาวกับปริมาณของเอนไซม์	25
9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำผักกะหล่ำปลีกับปริมาณของเอนไซม์	26
10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำผักคะน้ากับปริมาณของเอนไซม์	27
11	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำผักบุ้งกับปริมาณของเอนไซม์	28
12	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณน้ำผัก	29
13	ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มใยอาหาร (ผักกาดขาว)	56
14	ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มใยอาหาร (ผักกะหล่ำปลี)	56
15	ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มใยอาหาร (ผักคะน้า)	57
16	ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มใยอาหาร (ผักบุ้ง)	57
17	เครื่องขูดมะพร้าว	58
18	เครื่องคั้นไฮโดรลิก	59
19	วัตถุดิบของผักกาดขาว	60
20	วัตถุดิบของผักกะหล่ำปลี	60
21	วัตถุดิบของผักคะน้า	61
22	วัตถุดิบของผักบุ้ง	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ผักเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เพราะเป็นหมู่หนึ่งของอาหารของคนไทย นอกจากนี้ ยังอุดมไปด้วยใยอาหารซึ่งไม่มีคุณค่าทางอาหารไม่สามารถให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่มีบทบาทที่สำคัญต่อร่างกาย และการทำหน้าที่ประสานงานกับระบบต่าง ๆ อย่างมาก อันเนื่องมาจากคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ที่มีอยู่ในตัวเอง เช่นการควบคุมการทำงานของระบบทางเดินอาหาร ระบบย่อย และดูดซึมของร่างกาย ควบคุมระดับ และปริมาณคอลเลสเตอรอลในกระแสเลือด รวมทั้งระดับน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือด และหน้าที่ต่าง ๆ อีกมากมาย แต่ในปัจจุบันสภาวะแวดล้อม และการที่มีภาระกิจประจำวันรัดตัว ทำให้หลายคนต้องกันมาเลือกซื้ออาหารประเภทจานด่วนมากขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการคิดเครื่องดื่มที่มีเส้นใยอาหารโดยมีการใช้วัตถุดิบจากผักขึ้นมาเพื่อตอบสนองผู้ที่ต้องการเส้นใยอาหาร แต่ไม่มีเวลารับประทานในรูปผักโดยตรง เมื่อมีการเก็บเกี่ยวผักจากแหล่งเพาะปลูก เกษตรกรจะเก็บเกี่ยวโดยให้มีใบแก่ หรือก้านผัก ส่วนที่อยู่ด้านในของผักบางส่วน ติดมากับผลผลิต เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการช้ำ หรือฉีกขาด หรือไม่ให้ผักเหี่ยวง่าย ในระหว่างการขนส่งสู่ตลาด เมื่อผักไปถึงตลาดแล้ว ผู้ขายจะตัดแต่งผักให้ดูสวยงามน่ารับประทาน โดยจะตัดใบแก่ และส่วนที่ช้ำฉีกขาดทิ้ง ซึ่งจะมีเศษผักที่ได้จากการตัดแต่งนี้ร้อยละ 10 ถึง 20 ของน้ำหนักผัก ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของผัก เนื่องจากเนื้อเยื่อของผักอ่อนนุ่ม สามารถูกย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลส และเพคติเนสได้ง่าย ดังนั้นการนำเศษผักมาสกัดเอาเส้นใยอาหารเพื่อนำมาผลิตเป็นเครื่องดื่มใยอาหารเพื่อสุขภาพ จึงเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากเศษผักซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เอนไซม์เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำผักชนิดต่างๆ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเอนไซม์เซลลูเลสและเพคติเนสในการสกัดน้ำผักชนิดต่างๆ
3. เพื่อนำเศษผักซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยผลิตเป็นเครื่องดื่มใยอาหารเพื่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ผัก

พืชที่คนไทยนำมารับประทานเป็นพืชผักมีมากมายหลายชนิด มีทั้งพวกที่เรียกชื่อนำหน้าว่าผัก เช่น ผักกาดขาว ผักกาดเขียว ผักคะน้า ผักกาดหอม ผักกะหล่ำ ผักชี ผักบุ้ง พืชผักในกลุ่มนี้ทางสากลเป็นที่ทราบอยู่ว่าจัดเป็นพืชผัก และยังรวมถึงพืชผักอื่น ๆ ที่มิได้มีคำนำหน้าว่าผัก เช่น
มันฝรั่ง มะเขือเทศ แตงต่าง ๆ มะเขือต่าง ๆ ถั่วต่าง ๆ ส่วนอีกพวกหนึ่งคือ พืชที่มิได้จัดว่าเป็นพืชผัก แต่เรานำมาบริโภคเป็นพืชผัก เช่น การนำเอาใบอ่อนของพืชต่าง ๆ มาจิ้มน้ำพริก ยำหรือแกงส้ม การนำเอาผลไม้ป่า ได้แก่ ลูกเนียง สะตอ มาเป็นผักสดจิ้มน้ำพริกหรือผัดรับประทาน การนำเอาวัชพืชที่ขึ้นเกะกะทั่วไปได้แก่ กระถิน ตำลึง ผักบุ้ง ผักกะเฉด บัวบก บัวสาย มาต้ม แกง ผัด หรือรับประทานสดเป็นผักอย่างดี

ผักกาดขาว (CHINESE CABBAGE) ชื่อทางวิทยาศาสตร์ บราสสิกา แคมเพสทริส วาร์.เพคิเนนซิส ตระกูล ครูซิเฟอร์ (Brassica campertris var. pekinensis) เป็นผักที่ปลูกบริโภคส่วนของใบ

ผักบุ้ง (WATER CONVOLVULUS) ชื่อทางวิทยาศาสตร์ อิพโพเมีย อะคัวทิคา วาร์. เรพแทนส์ ตระกูล คอนโวลวูลาซีอี้ (Ipomoea aquatica var. reptans Convolvulaceae) เป็นผักที่ปลูกเพื่อบริโภคส่วนของต้นและใบ

คะน้า (CHINESE KALE) ชื่อทางวิทยาศาสตร์ บราสสิกา โอเลอราซี วาร์. อัลโบกลาบรา ตระกูล ครูซิเฟอร์ (Brassica oleracea var.alboglabra Cruciferae เป็นผักที่ปลูกเพื่อบริโภคส่วนของใบและลำต้น

กะหล่ำปลี (CABBAGE) ชื่อทางวิทยาศาสตร์ บราสสิกา โอเลอราซี วาร์. แคพพิทาทา ตระกูล ครูซิเฟอร์ (Brassica oleracea var. capitata Cruciferae เป็นผักที่เราบริโภคส่วนของใบที่ห่อตัวเป็นหัวปลีแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 1 ส่วนประกอบของผักต่างๆในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

ผักต่างๆ	Mois ture (gm.)	Cal (unit)	Fat (gm.)	CHO (gm.)	Fiber (gm.)	Protein		Ca (gm.)	P (gm.)	Fe (gm.)	Vitamin				
						A (gm.)	V (gm.)				A I.U.	B1 (mg.)	B2 (mg.)	Niacin (mg.)	C (mg.)
กะหล่ำปลี	92.4	24	0.2	5.4	0.8	-	1.3	49	29	0.4	130	0.05	0.05	0.5	47
ผักกาดขาว	93.1	21	0.3	3.9	0.7	-	1.8	147	33	4.4	3,600	0.07	0.13	1.0	74
ผักคะน้า	86.9	40	0.7	7.2	0.9	-	3.6	206	63	1.0	6,500	0.20	0.31	1.7	92
ผักบุ้ง	90.0	29	0.5	4.2	1.1	-	3.9	60	66	5.6	4,475	0.09	0.25	1.2	59
ถั่วเหลือง	71.0	130	5.7	10.8	1.6	-	11.0	73	179	2.7	30	0.21	0.09	0.6	0
คื่นฉ่าย	90.9	27.0	0.6	4.6	1.4	-	2.2	326	51	15.3	2.68	0.08	0.12	0.6	49
ผักชะอม	79.7	57	0.6	3.5	5.7	-	9.5	58	80	4.1	10,066	0.35	0.24	8.5	58

ที่มา: อดีตคณะอนุกรรมการสาขาโภชนศาสตร์ 2517

2.1.1 น้ำผัก

น้ำผักเป็นเครื่องดื่มที่ผู้บริโภคมุ่งเน้นคุณค่าทางโภชนาการ โดยทั่วไปน้ำผักจะถูกเตรียมขึ้นเมื่อต้องการดื่ม การผลิตน้ำผักในเชิงอุตสาหกรรมยังมีน้อยเมื่อเทียบกับการผลิตน้ำผลไม้ เหตุผลที่ทำให้ผู้บริโภคไม่ค่อยนิยมน้ำผักสำเร็จรูปเป็นเพราะ หลังจากผ่านกระบวนการเพื่อเก็บรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส คือ สี และกลิ่นรสของน้ำผักจะเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ด้อยกว่าน้ำผักซึ่งเตรียมใหม่ ๆ สารแขวนลอยที่มีในน้ำผักจะตกตะกอนเมื่อถูกให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 71.1 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าไม่มีการยับยั้งเอนไซม์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในผักในช่วงต้นของกระบวนการผลิต

<u>กระบวนการผลิต</u>

น้ำผักส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายน้ำผลไม้ชนิดข้นหรือข้นเล็กน้อยจึงมีกระบวนการผลิตคล้ายกัน กระบวนการผลิตจะเริ่มจากการนำผักทำความสะอาด นำมาบดและกรองแยกกากหยาบออก ในการบดยิ่งบดได้ละเอียดมากขึ้นจะยิ่งสกัดน้ำผักออกมาได้มากขึ้น และส่วนของแข็งที่ไม่ละลายในน้ำผักจะคงสภาพคอลลอยด์ได้ดีขึ้น น้ำผักที่สกัดได้จะถูกให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 นาทีทันทีหลังจากสกัด เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ซึ่งจะถูกสกัดออกมาพร้อมกับน้ำผัก การยับยั้งเอนไซม์นี้จะช่วยลดการเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส และทำให้สารแขวนลอยในน้ำผักไม่ตกตะกอน

น้ำผักที่ผ่านการให้ความร้อนเพื่อยับยั้งเอนไซม์แล้ว หรือน้ำผักที่ได้จากผักที่ผ่านการลวดแล้วจะถูกนำมาปรับปริมาณของแข็งที่ละลาย น้ำผักบางชนิดจะมีการเติมเกลือด้วยเพื่อให้รสชาติดีขึ้น จากนั้นจึงนำมาผ่านเครื่องโฮโมจีไนซ์เพื่อป้องกันการตกตะกอนของสารแขวนลอย หลังจากให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อบางครั้งอาจมีการเติมสารที่ช่วยให้คงตัว เช่น คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส ลงไปด้วยเพื่อลดการเกิดตะกอนในภายหลัง

น้ำผักจะถูกบรรจุในภาชนะที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส การบรรจุในขณะร้อนจะช่วยไล่อากาศออกจากช่องว่างภายในภาชนะบรรจุเพื่อลดการเปลี่ยนแปลงของน้ำผักในระหว่างเก็บ

น้ำผักส่วนมากจะมีค่าความเป็นกรดด่างงในช่วงเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย นอกจากนี้การใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้สารแขวนลอยเกิดการตกตะกอนได้มากขึ้นด้วย

เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิสูงในการฆ่าเชื้อ ซึ่งจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่นรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และลักษณะปรากฏของน้ำผัก จึงมีการเพิ่มความเป็นกรดของน้ำผักจนมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 4.2 การเพิ่มความเป็นกรดทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งคือ การนำผักไปดองให้เกิดกรดซึ่งนิยมใช้กับกะหล่ำปลี โดยการนำกะหล่ำปลีไปหมักกับเกลือในปริมาณ 2.25 % เก็บที่อุณหภูมิ15.5 - 32.8 องศาเซลเซียส ภายใน 3 - 4 สัปดาห์จะมีปริมาณกรดสูงถึง 1.5 % อีกวิธีหนึ่งคือ อาจทำโดยการผสมน้ำผักที่มีความเป็นกรดต่ำกับน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดสูง จนมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 4.2 น้ำผลไม้ที่นิยมใช้เพิ่มความเป็นกรดของน้ำผัก คือ น้ำส้ม น้ำมะเขือเทศ น้ำมะนาว เป็นต้น หรืออาจเป็นการเติมกรดลงไปโดยตรงเพื่อลดค่าความเป็นกรดด่างให้ต่ำกว่า 4.2 การใช้กรดอนินทรีย์เช่น กรดไฮโดรคลอริค และกรดฟอสฟอริค ส่วนกรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก กรดมาลิก กรดแลคติก หลังจากการปรับความเป็นกรดด่างแล้วน้ำผักจะถูกฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่ำ คือ 82 -100 องศาเซลเซียส

น้ำผักที่มีความเป็นกรดสูงตามธรรมชาติ เช่น น้ำมะเขือเทศ สามารถนำไปบรรจุและฆ่าเชื้อได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการปรับความเป็นกรด
หลังจากการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อตามเวลาที่กำหนด ผลิตภัณฑ์จะถูกทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะสามารถเก็บได้เป็นเวลานานที่อุณหภูมิห้อง

จากกระบวนการจะเห็นว่าอาจแบ่งน้ำผักได้เป็น 5 กลุ่มตามกระบวนการผลิต คือ

1. น้ำผักที่มีความเป็นกรดต่ำ
2. น้ำผักดอง
3. น้ำผักผสมน้ำผักผลไม้ หรือน้ำผักดองที่มีความเป็นกรดสูง
4. น้ำผักที่ปรับความเป็นกรดด้วยกรดอนินทรีย์หรือกรดอินทรีย์
5. น้ำผักที่มีความเป็นกรดสูงตามธรรมชาติ

2.2 เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตน้ำผลไม้

พืชชั้นสูงมีโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharide) เป็นองค์ประกอบอยู่หลายชนิดได้แก่ แป้ง (starch) เซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เพคติกสับสแตนซ์ (pectic substances) และโพลีแซคคาไรด์อื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีไกลโคโปรตีน (glycoprotein) ที่มีโครงสร้างประกอบด้วย แมนโนส (mannose) ไซโลส (xylose) ฟูโคส (fucose) และ N-acetyglucosamine ดังแสดงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 โพลีแซคคาไรด์ของผนังเซลพืชชั้นสูง

General category	Structural classification
Cellulose	β-D- Glucan (4 - linked)
Pectic substances	Galacturonans and rhamnogalacturonans
	Arabinans
	Galactans and arabinogalactans I
Hemicelluloses	Xylans [including arabinoxylans and (4-O-methyl) glucoronoxylans]
	Gaiactomannans and glucomannns
	β-D-glucans (3- and 4-linked)
	β-D-glucan-callose (3-linked)
	xyloglucans (4-linked β-D-glucans with attached side chains)
Other polysaccharides	Arabinogalactans II
	Glucuronomannans

ที่มา : whitaker (1984)

เพคติสับสแตนซ์ (Pectic substances)

เพคติกสับสแตนซ์แบ่งออกได้หลายประเภท ดังนี้

1. กาแลคทูโรแนน (galacturonans) ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ของกรดการแลคทูโรนิค
2. แรมโนการแลคทูโรแนน (rhamnogalacturonans) เป็นโพลีเมอร์ผสมระหว่างแรมโนส และกรดกาแลคทูโรนิก

2.2.1 **เพคติกเอนไซม์** (pectic enzyme)

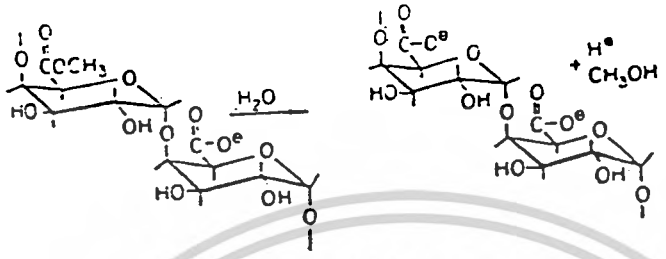
เพคติกเอนไซม์ เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาที่มีสับสเตรทเป็นเพคติกสับสแตนซ์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

2.2.1.1. Saponifying enzyme คือเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ Deesterify หมู่เมธิลเอสเทอร์ออกจากโมเลกุลของเพคติน ที่พบมีชนิดเดียวคือ Pestinesterase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pectinesterase (PE,EC 3.1.1.11)

PE มีชื่อเรียกได้หลายชื่อ เช่น pectatse , pectolipase เป็นต้น เป็นเอนไซม์ที่พบในพืชชั้นสูง รา และแบคทีเรีย เร่งปฏิกิริยาดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สมการแสดงการทำงานของเอนไซม์ Pectinesterase

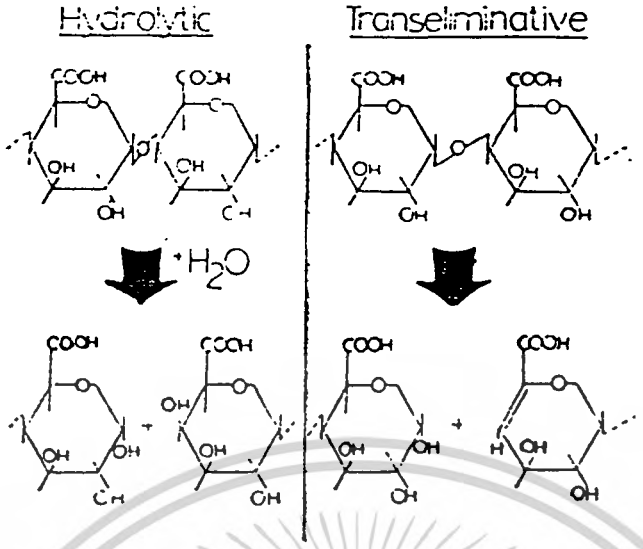
ที่มา : Whitaker (1987)

PE ที่ได้จากรามีอุณหภูมิที่เหมาะสม (optimun pH) 4.5 แต่ PE ที่ได้จากแบคทีเรียมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงที่เป็นกลาง สารที่มีสมบัติในการเร่งการทำงานของ PE คือ แคทไอออน ส่วนสารที่ยับยั้งการทำงานคือ สารประกอบฟีนอล ดีเทอร์เจนต์ (detergents) และภาวะที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง การวัดแอคติวิตี (activity) ของ PE นี้ทำได้โดยวัดอัตราการเกิดเมธานอลหรือติดตามการลดลงของพีเอช

2.2.1.2 Depolymerising enzyme คือเอนไซม์ที่ทำหน้าที่สลายพันธะไกลโคซิดิก (glycosidic linkage) ของโมเลกุลเพคติกสับสแตนซ์ โดยแบ่งตามลักษณะปฏิกิริยาสลายพันธะได้เป็น 2 ชนิดคือ

1) hydrolases เป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่สลายพันธะไกลโคซิดิกโดยการไฮโดรไลซ์ ได้แก่ polygalacturonase
2) lyases เป็นเอนไซม์ที่มีหน้าที่สลายพันธะไกลโคซิดิกโดยวิธี transelimination ได้แก่ pectate lyases และ pectin lyases

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



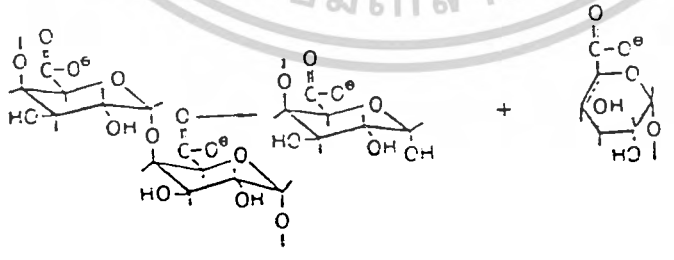
รูปที่ 2 กลไกการสลายพันธะไกลโคซิดิกของ depolymerising enzyme

ที่มา : อรุนี (2534)

กลไกการสลายพันธะของเอนไซม์แต่ละชนิดแบ่งได้ 2 แบบคือ endo-mechanism เป็นการสลายพันธะภายในสายของโพลีเมอร์ และ exo-mechanism เป็นการสลายพันธะจากปลายของสายโพลีเมอร์ด้านที่เป็นนอนรีดิวซิ่งเข้ามา

polygalacturonases (PG)

PG สามารถไฮโดรไลซ์พันธะไกลโคซิดิกที่อยู่ถัดจากหมู่คาร์บอกซิลอิสระได้ ดังนั้นเอนไซม์นี้จะทำปฏิกริยากับ low methoxyl pectin และ pectate ได้ดีกว่า high methoxyl pectin



รูปที่ 3 สมการแสดงการทำงานของเอนไซม์ polygalacturonases

ที่มา : Whitaker (1984).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

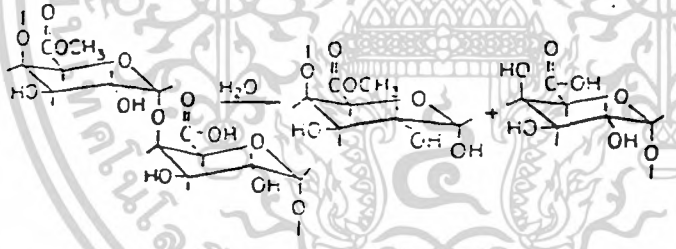
Endo-PG (EC 3.2.1.13) สามารถลดความหนืดของสารตั้งต้นได้มากกว่า exo-PG (EC 3.2.1.67) เนื่องจาก endo-PG จะเข้าปฏิกริยาที่ตำแหน่งใดก็ได้ภายในโมเลกุลเพคติน ทำให้ผลิตภัณฑ์ในช่วงแรกของปฏิกริยามีโมเลกุลเล็กกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากช่วงแรกของปฏิกริยาของ exo-PG

พีเอชที่เหมาะสมต่อการทำงานของ PG คือ 4.0-5.5 สารที่มีสมบัติในการเร่งการทำงานของ PG คือ โซเดียมคลอไรด์ โดยจะช่วยป้องกันการถูกยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ การวัดแอคติวิตีของ PG ทำได้โดยวัดความหนืดที่ลดลงของสารละลายเพคติน หรือ วัดอัตราการเกิดหมู่รีดิวซิ่ง

การวัดแอคติวิตีของ PG อาจผิดพลาดได้ ถ้ามีการปะปนของเอนไซม์ pectate lyase เพราะ pcetate lyase สามารถลดความหนืดของสารละลายเพคตินได้เช่นกัน

pectate lyases (PAL, EC 4.2.2.2)

PAL เป็นเอนไซม์ที่พบในแบคทีเรียและรา สามารถสลายพันธะไกลโคซิดิกที่อยู่ถัดจากหมู่คาร์บอกซิลด้วยวิธี β-elimination ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีพันธะคู่อยู่ระหว่างคาร์บอนตัวที่ 4 และตัวที่ 5 ของโมเลกุล ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 สมการแสดงการทำงานของเอนไซม์ pectate lyases
ที่มา : Whitaker (1984)

พีเอชที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของ PAL คือ 8-9.5 สารที่มีสมบัติเร่งการทำงานของ PAL คือไอออนของ Ca Mn และ Mg ซึ่งสามารถวัดแอคติวิตีของ PALได้เช่นเดียวกับ PG

pectin lylases (PL , EC 4.2.2.10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PL เป็นเอนไซม์ที่พบในรา ไม่พบในแบคทีเรียและพืชชั้นสูง สามารถสลายพันธะไกลโคซิดิกที่อยู่ถัดจากหมู่เมธิลเอสเทอร์ด้วยวิธี Trans-elimination สารตั้งต้นที่ดีที่สุดของ PL คือ high methoxyl pectin

พีเอชที่เหมาะสมในการทำงานของ PL คือ 5.0-6.0 บางครั้งการเติมแคลเซียมไอออนจะทำให้พีเอชที่เหมาะสมเป็น 8.0 และค่าพีเอชที่เหมาะสมจะน้อยกว่านี้เมื่อมี high methoxyl pectin อยู่น้อย

2.2.2เซลลูเลส (cellulases)

เซลลูเลสเป็นกลุ่มของเอนไซม์ผสมซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ จากการใช้เทคนิคโครมาโตกราฟีคและอิเลคโทรฟอรีซิส (chromatographic and electrophosis) พบว่ามีเอนไซม์อย่างน้อย 3 ชนิดได้แก่

1) C_1 component เชื่อกันว่า C_1ช่วยกระตุ้นหรือแยกสายเซลลูโลสเพื่อเตรียมสภาพให้เหมาะสมสำหรับการทำงานของเอมไซม์อื่น ๆ ต่อไป

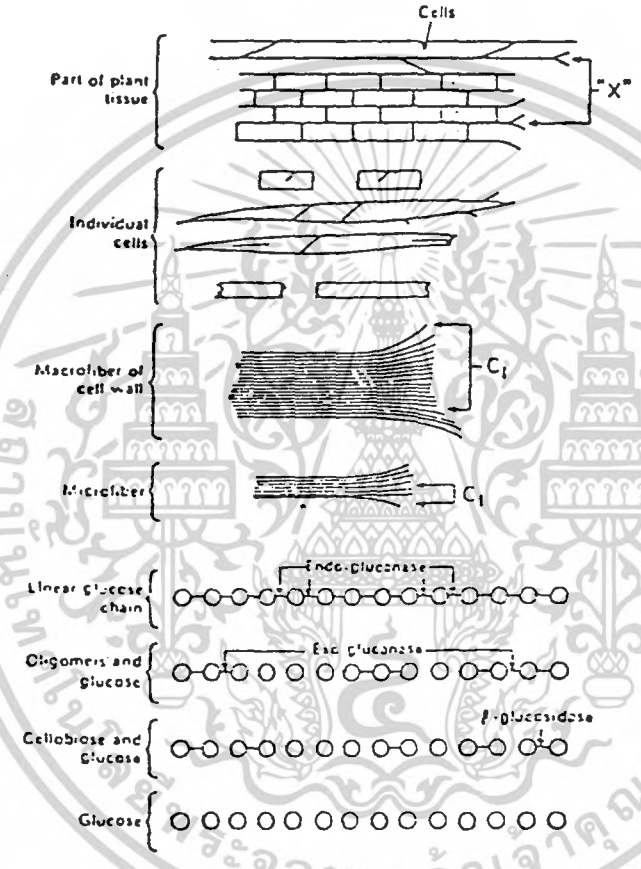
2) β-(1-4) glucanases หรือ C_x สามารถย่อยสลายอนุพันธ์ของเซลลูโลสไม่มีที่สามารถละลายได้ แต่ไม่สามารถย่อยสลายสับสเตรทที่ซับซ้อนมาก ๆ ได้ การตรวจสอบแอคติวิตีของเอนไซม์อาจวัดจากค่าความหนืดที่ลดลงหรือปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งที่ถูกปล่อยออกมา โดยปกติ β-(1-4) glucanases มีเอนไซม์องค์ประกอยย่อย ๆ คือ

- endo - β-(1-4) glucanasesทำหน้าที่ตัดสลายเซลลูโลสอย่างอิสระ ออกเป็น oligomers และน้ำตาลกลูโคสบางส่วน
- exo - β-(1-4) glucanases จะตัดสลาย oligomers ทำให้ได้เซลโลบิโอส (cellobiose) และ น้ำตาลกลูโลส

3) β-Glucosidases ทำหน้าที่ย่อยสลายเซลโลบิโอสและเซลโลโอลิโกแซคคาไรด์สายสั้น ๆ ได้น้ำตาลกลูโคส

มีสมมติฐานหลายรูปแบบเกี่ยวกับการทำงานของเอนไซม์เซลลูเลส เช่น สมมติฐานของ Cowling กล่าวว่าทีเอนไซม์ " x " ซึ่งมักพบอยู่รวมกับเซลลูเลสเข้าทำงานในตำแหน่ง middle lamella ทำให้เซลพืชถูกแยกออกจากลิกนินเป็นเซลเดี่ยว ๆ มีการแตกของผนังเซลและบางเซลเกิดการแตกหักขึ้น ดังรูปที่ 5 แล้วเอนไซม์องค์ประกอบของเซลลูเลสจะเข้าทำงานตามลำดับ (ปราณี , 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

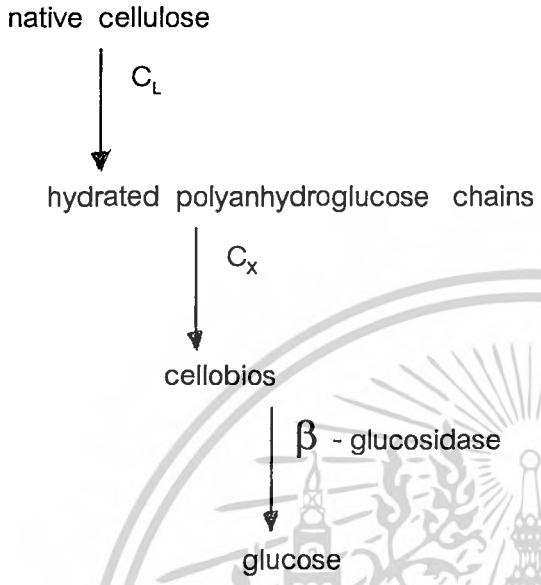


รูปที่ 5 การย่อยสลายเซลลูโลสตามสมมติฐานของ Cowling

ที่มา : ปราณี (2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reese และคณะ ได้ตั้งสมมติฐานการทำงานของเซลลูเลสที่คล้ายกับสมมติฐานของ Cowling ดังนี้



รูปที่ 6 การย่อยสลายเซลลูโลสตามสมมติฐานของ Reese และคณะ
ที่มา : ปราณี (2534)

2.3 กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ในอุตสาหกรรม

การผลิตผลไม้มีขั้นตอนหรือกระบวนการผลิตตามภาพที่ 7 ดังนี้

1.<u>การคัดเลือกและทำความสะอาดน้ำผลไม้</u>

การคัดเลือกผลไม้ที่จะนำมาผลิตน้ำผลไม้นั้นมีความจำเป็นมาก ทั้งนี้เนื่องจากความแก่อ่อนของผลไม้มีผลต่อคุณภาพของน้ำผลไม้ในด้าน กลิ่น รส และสีของน้ำผลไม้ ในการคัดเลือกผลไม้จะพิจารณาผลไม้ที่มีระยะการสุกเท่ากันมากกว่ามีขนาดเท่ากัน

หลังจากได้ผลไม้ที่เหมาะสมต่อการนำมาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้แล้ว ต้องนำผลไม้นั้นมาล้างทำความสะอาด เพื่อกำจัดสิ่งสกปรก สารเคมี (ยาฆ่าแมลง) รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ติดมากับผลไม้ การล้างที่ใช้ในกระบวนการผลิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีด้วยกัน คือ การล้างด้วยมือ การแช่น้ำ และการฉีดล้างด้วยน้ำที่มีแรงดันสูง น้ำที่ใช้ล้างนี้อาจผสมคลอรีนในปริมาณ 20-25 ppm เพื่อให้การกำจัดจุลินทรีย์เป็นไปได้มากกว่าการใช้น้ำเปล่าธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การเตรียมและการสกัดน้ำผลไม้

ผลไม้บางชนิดต้องมีการกำจัดเปลือกก่อนการตีป่น เช่น สับปะรด จะต้องปอกเปลือกและกำจัดตาสับปะรดออก เพื่อป้องกันการปะปนของตาลงในน้ำผลไม้ นอกจากนี้ผลไม้ที่มีสีเข้มที่ต้องการรักษาสีให้คงไว้ในน้ำผลไม้ตามธรรมชาติ เช่น องุ่นดำ มะเขือเทศ อาจต้องนำไปลวกด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 65-68 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที ก่อนนำไปสกัดน้ำผลไม้ที่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ง่าย จะต้องป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยปอกเปลือกผลไม้หรือไม่ก็นำไปลวกก่อนใน blancher ที่อุณหภูมิ 93 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที เพื่อป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้าน สี กลิ่นรส ของผลไม้

การสกัดน้ำผลไม้มักมี 2 ขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน คือ การตีป่นให้เนื้อผลไม้มีขนาดเล็กลง และคั้นน้ำออกจากเนื้อผลไม้ ผลไม้ส่วนใหญ่จะผ่านทั้งสองขั้นตอน แต่มีผลไม้บางชนิด เช่น องุ่น ส้ม จะคั้นน้ำเลย โดยไม่มีการตีป่น เพราะจะทำให้น้ำผลไม้ที่ได้มีรสฝาด หรือ ขม เนื่องจากเมล็ดและเปลือกเกิดการแตกหัก หรือ จากน้ำมันผิวส้ม ส่วนผลไม้ที่มีเนื้อมาก เช่น สับปะรด มะม่วง แอปเปิล ต้องผ่านการตีป่นก่อน การตีป่นเพื่อลดขนาดของผลไม้นั้นทำได้หลายวิธี เช่น การใช้เครื่องสับละเอียด หรือ การใช้มีดสับ เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้สามารถสกัดน้ำผลไม้ได้มาก โดยไม่ต้องใช้พลังงานมาก ผลไม้ที่ได้จะอยู่ในสภาพที่มีของแข็งและของเหลวผสมกัน สารที่ละลายน้ำได้ ในเซลผลไม้จะละลายออกมาอยู่ในส่วนที่เป็นของเหลว ซึ่งอาจทำปฏิกิริยากับออกซิเจน หรือสารประกอบอื่นในผลไม้ได้ โดยมีเอนไซม์ในน้ำผลไม้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้นในระหว่างการตีป่น จึงควรระวังไม่ให้อากาศสัมผัสกับผลไม้ตีป่นมากนักเพราะจะเกิดปฏิกริยาออกซิเดชั่น ทำให้เกิดสารประกอบที่มีผลต่อ สี และ กลิ่นรสของน้ำผลไม้ขึ้นมา

ในขั้นตอนการสกัดน้ำหรือคั้นน้ำผลไม้ออกมานั้น ทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่ง่ายที่สุดคือการใช้ผ้าขาวบางห่อแล้วใช้ไม้วางทับหรือมือบีบคั้น ผ้าขาวบางที่ใช้ควรเป็นพวกไนลอน เนื่องจากมีความทนทาน บางเบา แข็งแรง สะดวกต่อการทำความสะอาด ป้องกันราและการปนเปื้อนสีจากผลไม้ได้

ในโรงงานขนาดเล็กมักคั้นน้ำด้วยเครื่องอัดแบบ basket press ซึ่งนิยมใช้กับผลไม้ที่มีน้ำมาก เช่น องุ่น ส่วนในโรงงานขนาดใหญ่มักใช้เครื่องอัดแบบ hydrolic press ซึ่งมีประสิทธิภาพในการสกัดสูงและสกัดได้ในปริมาณครั้งละมาก ๆ แต่ถ้าผลไม้สุกเกินไปจะทำให้มีกากเหลือติดที่ผ้าไนลอนยากต่อการกำจัด ดังนั้นจึงควรใช้สารช่วยในการกรอง (filter aid) พวก diatomaceous earth โรยให้ทั่วทั้งผ้าก่อนคั้น ซึ่งทำให้ได้น้ำผลไม้ที่ใสและมีปริมาณมากขึ้นกากไม่ติดเนื้อผ้าไนลอน

ปกติการสกัดน้ำผลไม้มักทำที่อุณหภูมิห้อง แต่ในบางครั้งผลไม้ที่มีเนื้อไม่ซุ่มน้ำเช่น มะม่วง ท้อ แอพพริคอท ก่อนการสกัดต้องให้ความร้อนก่อนเพื่อให้เนื้อผลไม้นิ่มลง การบีบน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่ายขึ้น นอกจากนี้ในผลไม้ที่มีเนื้อนิ่มและมีปริมาณเพคตินสูง เช่นเบอร์รี่ ก่อนการคั้นน้ำจะมีการใช้เอนไซม์พวก pectinesterase หรือ polygalacturonase ไปย่อยสลายเพคติน แล้วทำให้มีอุณหภูมิสูงในระดับที่เหมาะสม ประมาณ 40-50 องศาเซลเซียสทิ้งไว้ประมาณ 4-6 ชั่วโมง แล้วจึงสกัดน้ำ เอนไซม์จะไปตัดสายโมเลกุลของเพคตินให้สั้นลง ไม่สามารถสร้างเจลได้ ความหนืดจึงลดลง การสกัดน้ำง่ายขึ้น และได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น สีของน้ำผลไม้เข้มขึ้น

3. <u>การทำให้น้ำผลไม้ใส หรือ การทำให้น้ำผลไม้คงตัว</u>

น้ำผลไม้บางชนิดนิยมในลักษณะที่ใส ไม่มีตะกอน หรือความขุ่น เช่น น้ำแอปเปิล บางชนิดนิยมในลักษณะขุ่น เช่น น้ำส้ม น้ำมะม่วง ซึ่งน้ำผลไม้ที่ใสและขุ่นจะมีการผลิตโดยส่วนใหญ่เหมือนกัน จะต่างกันที่น้ำผลไม้ชนิดใส (clear juice) จะผ่านกระบวนการทำให้น้ำผลไม้ใส (clarification) ส่วนน้ำผลไม้ชนิดขุ่น (cloud-stable juice) จะผ่านกระบวนการทำให้องค์ประกอบในน้ำผลไม้คงตัวแทน

3.1การทำให้น้ำผลไม้ใส ทำได้หลายวิธี เช่น การตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน การกรอง การใช้ความร้อน การใช้สารเคมีช่วยในการตกตะกอน ที่เรียกว่า Fining agent หรือการใช้เอนไซม์

วิธี Fining จะเป็นการใช้สาร fining agent ที่มีประจุตรงข้ามกับประจุของอนุภาคแขวนลอยในน้ำผลไม้ หรือ สารที่ทำปฏิกิริยากับอนุภาคแขวนลอย เพื่อทำให้อนุภาคแขวนลอยรวมตัวกันมีขนาดใหญ่ทำให้ตกตะกอนลงมา แล้วจึงนำไปกรอง

เอนไซม์ที่ใช้ในการทำให้น้ำผลไม้ใส คือ pectic enzyme ผลิตจากเชื้อรา ใช้ในการกำจัดเพคตินในเนื้อผลไม้ ทำให้การสกัดน้ำผลไม้ง่ายขึ้น และได้น้ำผลไม้ที่ใส เอนไซม์นี้ประกอบด้วย pectinesterase polygalacturonase และ pectintrane- eliminase enzyme ซึ่งใช้ในวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน สัดส่วนของเอนไซม์เหล่านี้ก็ต่างกันเอนไซม์เหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้น้ำผลไม้ที่มีปริมาณเพคตินอยู่น้อย มีลักษณะใส pectinesterase ที่มีอยู่ในเนื้อผลไม้โดยธรรมชาติจะช่วยเสริมทำงานของเอนไซม์ที่เติมลงไป แต่อาจจะรบกวนการทำงานของเอนไซม์ได้ โดยไปทำให้เพคตินไม่ละลายน้ำ เกิดเป็น pectate gel ซึ่งเจลนี้จับกับเอนไซม์ได้ นอกจากนั้นสารฟีนอลในน้ำผลไม้ยังสามารถลงไปยับยั้ง การทำงานของเอนไซม์ โดยเกิดปฏิกริยาระหว่างฟีนอลที่ถูกออกซิไดส์ กับโปรตีนของเอนไซม์ ส่วน Leucoanthocyanin จะยับยั้งการทำงานของ pectinesterase ในแอปเปิล และ polygalacturonase จากยีสต์ได้

น้ำผลไม้ที่นิยมบริโภคในลักษณะขุ่นนั้นจะนำน้ำผลไม้ที่ผ่านการสกัดแล้วมาให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส ทันทีเพื่อทำลาย pectic enzyme เพราะว่าเอนไซม์นี้จะไปตัดโมเลกุลของเพคติน ทำให้น้ำผลไม้เกิดการตกตะกอนซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการ หรืออาจแก้ไขโดยการเติม stabilizer ได้แก่ เพคติน CMC (carboxymethylcellulose) เพื่อให้การแขวนลอยของเพคตินและสารแขวนลอยอื่น ๆ ดีขึ้นไม่เกิดการตกตะกอน

4.การไล่อากาศ

ในกระบวนการตีป่น สกัดน้ำ และการกรอง จะทำให้มีอากาศละลายเข้าไปในน้ำผลไม้ ซึ่งถ้าไม่กำจัดออก อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในน้ำผลไม้ ดังนั้นจึงต้องมีการไล่อากาศ โดยผ่านน้ำผลไม้เข้าไปใน chamber หรือภาชนะที่เป็นสูญญากาศ แล้วดูดอากาศออกไป

5.การถนอมรักษาน้ำผลไม้

การถนอมรักษาน้ำผลไม้ทำให้หลายวิธี คือ

5.1 การใช้ความร้อน ได้แก่

1.การใช้ไฟฟ้า (Electricity) วิธีนี้น้ำผลไม้จะผ่านไปมาระหว่างขั้วไฟฟ้า ทำให้น้ำผลไม้ร้อนขึ้น วิธีนี้สามารถควบคุมความร้อนได้แน่นอน และป้องกันมิให้น้ำผลไม้ไหม้ได้ด้วย

2.การสเตอร์ริไลซ์ (Sterilization) เป็นการให้ความร้อนจนสามารถทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดในน้ำผลไม้

3.การพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurization) น้ำผลไม้จะได้รับความร้อนระดับหนึ่ง ซึ่งทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในน้ำผลไม้และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

-Holding pasteurization จะทำหลังจากบรรจุน้ำผลไม้ลงในภาชนะบรรจุและปิดภาชนะแล้ว สปอร์ของยีสต์จะถูกทำลายที่ 65.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แบคทีเรียที่ทำให้น้ำผลไม้ขุ่นจะถูกทำลายที่ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที หรือ 80 องศาเซลเซียส 15 นาที ส่วนสปอร์ของราที่ทนความร้อน ซึ่งมักพบในน้ำผลไม้ จะถูกทำลายที่ 79.5 องศาเซลเซียส 20 นาที จากนั้นจะทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว

-Flash Pasteurization เป็นการให้ความร้อนที่ระดับต่ำกว่าจุดเดือดของ ผลไม้ อุณหภูมิที่ใช้ คือ 70.5 - 88 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25-30 นาที ปกติน้ำผลไม้อยู่ในสภาพที่อุณหภูมิสูง ๆ ได้ไม่เกิน 3 นาที วิธีนี้จึงให้ความร้อนอย่างรวดเร็ว โดยใช้ไอน้ำหรือน้ำร้อนน้ำผลไม้อยู่ในภาชนะที่ปิดสนิท ซึ่งเป็นวิธีที่ได้กลิ่นและรสชาติของน้ำผลไม้ที่ดีที่สุด

5.2 การลดอุณหภูมิ

เนื่องจากที่อุณหภูมิต่ำ ๆ น้ำในอาหารจะเกิดการแข็งตัว ทำให้การเสื่อมเสียที่ต้องอาศัยน้ำเป็นตัวกลางลดลง ปฏิกิริยาทางเคมี ชีวเคมี และจุลินทรีย์ลดลงด้วย

5.3 การทำให้เข้มข้น

วิธีนี้สะดวกในการขนส่งระหว่างประเทศ การทำให้เข้มข้นถึงระดับที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่เกิน 65 องศาบริกซ์ ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงการเน่าเสีย เนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากจุลินทรีย์ได้ วิธีที่นิยมในการทำให้น้ำผลไม้เข้มข้น คือ การกลั่นสูญญากาศ (vacuum distillation) การแช่เยือกแข็ง ทำโดยการแยกน้ำแข็งออกจากน้ำผลไม้ เป็นวิธีที่นิยมน้อยกว่าการกลั่นสูญญากาศ

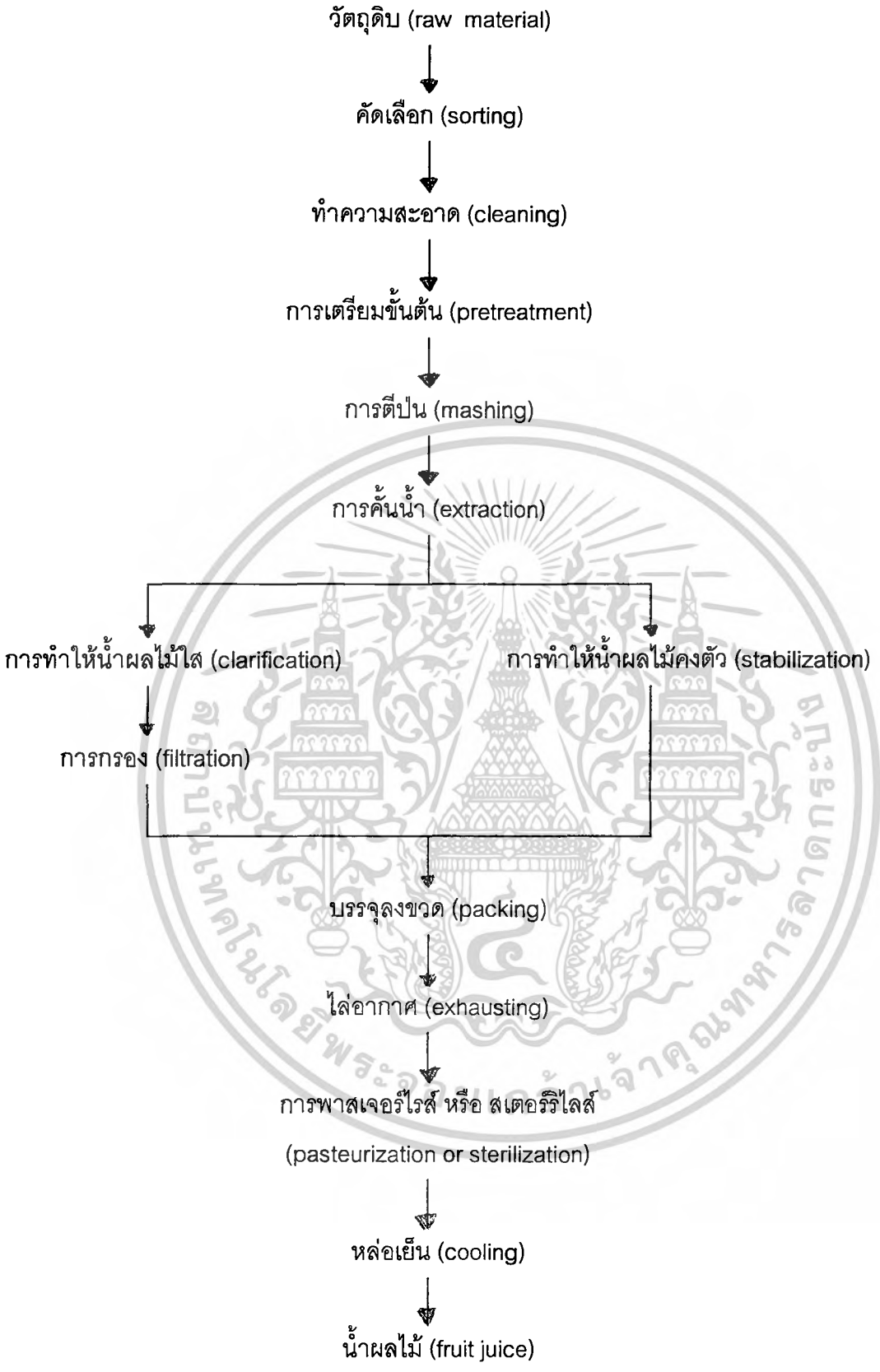
5.4 การใช้น้ำตาล

น้ำตาลจัดเป็นสารเคมีที่สามารถระงับ และป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้เช่นกัน ถ้าใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลในระดับสูง ๆ อีกทั้งยังให้รสหวานอีกด้วย

5.5 การใช้สารเคมี

การถนอมน้ำผลไม้โดยวิธีนี้ไม่ดีนัก แต่ก็ให้ผลดีกับน้ำผลไม้บางชนิด นิยมใช้กันมากในผลิตภัณฑ์ที่เป็นเครื่องดื่มผสมบรรจุขวด สารที่ใช้กันมาก ได้แก่ เกลือเบนโซเอท สารประกอบของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ กรดซอร์บิค และกรดแอสคอร์บิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แผนภาพกระบวนการผลิตน้ำผลไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96655

2.4 เส้นใยอาหาร (Dietary fiber)

มีผู้เห็นความสำคัญของไฟเบอร์ตั้งแต่ 400 ปีก่อนคริสตกาล โดยฮิปโปเครตัส พบว่า รำข้าวมีคุณสมบัติเป็นยาระบาย จึงมีการเติมรำข้าวลงในอาหาร และเมื่อประมาณ ค.ศ.1930 - 1940 คลีฟ และคณะได้สังเกตเห็นว่า อาหารประเภทธัญญาพืชที่มีปริมาณไฟเบอร์สูง มีผลดีต่อระบบการย่อยอาหาร จนเมื่อประมาณปี ค.ศ.1970 เบอร์กิต และโทรเวล ได้ตั้งสมมุติฐานที่เรียกว่า ไดเอทารีไฟเบอร์ไฮโปทีซีส (Dietary Fiber Hypothesis) โดยใช้ข้อมูลทางระบาดวิทยาแสดงความสัมพันธ์ของโรคที่เกิดในปัจจุบัน กับการเปลี่ยนแปลงจากการที่เคยบริโภคอาหารที่มีไดเอทารีไฟเบอร์สูงไปสู่การบริโภคอาหารทีมีไดเอทารีไฟเบอร์ต่ำ เมื่อบริโภคอาหารที่มีไดเอทารีไฟเบอร์ต่ำ จะเกิดภาวะทุพโภชนาการที่เรียกว่า โอเวอร์นิวทรีชั่น ซึ่งจะมีโรคอ้วนเกิดขึ้น

<u>ความแตกต่างของครูดไฟเบอร์ (crude fiber และไดเอทารีไฟเบอร์)</u>

ครูดไฟเบอร์ ซึ่งมักเรียกทั่วไปว่า กาก ซึ่งแตกต่างจากไดเอทารีไฟเบอร์ เนื่องจากครูดไฟเบอร์ คือ ส่วนของพืชที่ไม่ถูกย่อยด้วย สารละลายของกรดและด่าง ส่วนนี้จะประกอบด้วยส่วนของเซลลูโลส, เฮมิเฮลลูโลส และลิกนิน ส่วนไดเอทารีไฟเบอร์ คือ ส่วนของพืชที่ไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบย่อยจะประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมมิเซลลูโลส เพคติน กับ กรดยูโรนิก และ โพลีแซคคาไรด์บางชนิด

<u>ส่วนประกอบและคุณสมบัติของไดเอทารีไฟเบอร์</u>

ไดเอทารีไฟเบอร์เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่ และมีโครงสร้างซับซ้อน จากการศึกษาโครงสร้างผนังเซลพืช ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของไดเอทารีไฟเบอร์พบว่าประกอบด้วยเซลลูโลสไฟบริล (Cellulose fibril) ไซโลกลูแคน (xyloglucan) อะราบิโนกาแลคแตน (Arabinogalacturonan) ซึ่งเกาะเกี่ยวกันด้วยพันธะเคมีที่เรียกว่า พันธไฮโดรเจน (Hydrogen bond) และพันธโควาเลนท์ (Covalent bond) ซึ่งเมื่อทำการย่อยด้วยน้ำยาเคมี จะมีผลต่อพันธะเคมีเหล่านี้ด้วย ทำให้ยากต่อการศึกษาโครงสร้างที่แท้จริง และคุณสมบัติของไดเอทารีไฟเบอร์ จากองค์ประกอบจะเห็นว่าไดเอทรีไฟเบอร์ ประกอบด้วย โพลีแซคคาไรด์ เป็นส่วนมาก ยกเว้น เซลลูโลสเท่านั้น ทำให้ไดเอทารีไฟเบอร์มีคุณสมบัติเหมือนโพลีแซคคาไรด์ คือ สามารถรวมกับน้ำในปริมาณมาก ทำให้เกิดการกระจายตัวของโครงสร้างที่อัดแน่น และสามารถแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าได้ เรียกว่าเป็น (Cation exchange system) คือ สามารถจับอิออนของโลหะบางตัว หรือโมเลกุลที่มีประจุไฟฟ้าได้ ทำให้สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดระดับคลอเลสเตอรอล และขจัดพิษโลหะบางชนิดได้ มีการทดลองที่แสดงถึงผลของการบริโภคอาหารที่มีปริมาณไดเอทารีไฟเบอร์สูง สามารถลดระดับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาลในเลือดของคนไข้ที่เป็นโรคเบาหวานได้ วิชัย ตันไพจิตร และคณะแสดงผลการทดลองของ เอ เอส ทรัสเวล เรื่องชนิดของพืช และอาหารที่ทำให้ระดับคลอเลสเตอรอลในเลือดลดลง

การศึกษาต่อมาของเส้นใยอาหารที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์และแพทย์หลายสาขาให้ความสนใจนั่นคือ การศึกษาด้านคุณสมบัติทางฟิสิกส์ และทางเคมีฟิสิกส์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาคุณภาพของเส้นใยอาหารที่มีต่อระบบร่างกาย ได้แก่

1. <u>การศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ภายในโครงสร้าง</u> (Water Holding Capacity) คือ ความสามารถของเส้นใยอาหารที่จะตรึงน้ำไว้ภายในโครงสร้างของมันในสภาวะใดสภาวะหนึ่ง สามารถหาค่าเป็นตัวเลขได้โดยคิดจากปริมาณน้ำที่ถูกตรึงไว้ภายในโครงสร้างของมัน คิดเป็นมิลลิลิตรต่อหนึ่งหน่วยของน้ำหนักแห้ง จากการศึกษาพบว่า เส้นใยอาหารที่มีเพคตินและฮีมิเซลลูโลส เป็นองค์ประกอบจะสามารถดูดซึมน้ำเข้าสู่เซลล์ได้มาก จนเกิดลักษณะเป็นวุ้น ในขณะที่เส้นใยอาหารที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบจะไม่สามารถเกิดลักษณะเช่นนี้ จึงทำให้มีการประยุกต์ไปใช้ในอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการจะลดน้ำหนัก เพื่อให้อาหารที่รับประทานไปขยายตัวเพิ่มปริมาตร (Bulking Volume) ในกระเพาะอาหาร ทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มนานกว่าปกติ ซึ่งเป็นการลดทั้งปริมาณอาหารที่รับประทานและพลังงานที่ร่างกายจะได้รับ นอกจากนี้การอุ้มน้ำได้ดีของเส้นใยอาหารจะช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหาร อันจะไปกระตุ้นการเคลื่อนไหวของลำไส้ (Transit Time) ทำให้กากอาหารนุ่ม ละลายน้ำไม่ได้ เช่น รำข้าวสาลีหยาบ, รำข้าวหยาบ เป็นต้น สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหารนี้ ได้แก่ องค์ประกอบทางเคมี ขนาดเส้นใยอาหาร ปริมาณอิเล็กโทรไลต์ และค่าความเป็นกรด - เบสของสารละลายนั้น ๆ

2. <u>การศึกษาความสามารถในการดูดซึมสารอินทรีย์</u>

สารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น กรดน้ำดี (Bile Acid) คลอเลสเทอรอล ยา สารก่อมะเร็ง และสารพิษต่าง ๆ จากโครงสร้างของเส้นใยอาหารที่เป็นที่ยึดเกาะของสารอินทรีย์เหล่านี้ ก่อให้เกิดผลดีต่อร่างกายโดยเมื่อภายหลังจากที่เส้นใยอาหารถูกขับออกจากระบบลำไส้ใหญ่ สารอินทรีย์ที่เกาะกับเส้นใยอาหารก็จะถูกขับออกจากร่างกายด้วยพร้อม ๆ กัน ทำให้ปริมาณและความเข้มข้นของสารอินทรีย์ดังกล่าวลดลง เช่น ลดระดับของซีรั่ม และคลอเลสเทอรอล ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อ จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบทางเคมีจะมีผลต่อการยึดเกาะของสารเหล่านี้ เช่น ลิกนิน เพกทิน และพอลีแซกคาไรด์ที่มีความเป็นกรดจะสามารถดูดซึมกรดน้ำได้ดี (Bile Acid) ส่วนเซลลูโลสสามารถยึดเกาะสารเคมี 1, 2 ไดเมทิลไฮดราซีนที่เป็นสารก่อมะเร็งได้ดีกว่าเพกทิน จากผลการดูดซับและแลกเปลี่ยนประจุกับสารอื่น ๆ ที่มากับอาหาร ทำให้เส้นใยอาหารสามารถดึงเอาสารพิษเหล่านี้ออกจากอาหาร รวมทั้งการที่เส้นใยอาหาร สามารถลดความหมักหมมของกากอาหารในลำไส้ด้วย จึงทำให้ลดโอกาสที่สารก่อมะเร็งเหล่านี้จะสัมผัสกับผนังลำไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

เส้นใยอาหารประเภทพอลีแซกคาไรด์ ที่มีหมู่คาร์บอนอิสระ ทำให้โมเลกุลมีความเป็นกรด เช่น เพกทิน ลิกนิน จะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกกับเกลือแร่ และอิเล็กโทรไลต์ต่าง ๆ ดังนั้น เมื่อเส้นใยอาหารถูกขับออกจากร่างกายจึงทำให้เกลือแร่ และอิเล็กโทรไลต์ที่เกาะกับโครงสร้างเส้นใยอาหารถูกขับออกจากร่างกายด้วย ซึ่งอาจมีโทษต่อร่างกายได้เหมือนกัน โดยการบริโภคเส้นใยอาหารมากเกินไป มันก็อาจจะไปจับกับเกลือแร่ที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ซึ่งมีผลต่อการเจริญของกระดูก เหล็กและสังกะสี ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายได้เหมือนกัน แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการยืนยันที่แน่นอนหรือมีข้อมูลจากการวิจัยที่สนับสนุนในเรื่องของผลเสียที่มีต่อร่างกาย หากมีการบริโภคเส้นใยอาหารในปริมาณที่มากเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผลเสียที่มีต่อการดูดซึม และนำไปใช้ของเกลือแร่ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งอาจจะทำให้เป็นการลดการนำเกลือแร่ และอิเล็กโตรไลต์ไปใช้ ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถนี้ ได้แก่ สารประกอบไนโตรเจน สารประกอบฟีนอล วิธีการเตรียมเส้นใยอาหาร เป็นต้น

4. การศึกษาความสามารถในการถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์

คุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของสารเส้นใยอาหาร คือ ความสามารถในการเป็นสารตั้งต้น หรือเป็นอาหารสำหรับจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ การย่อยสลายนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพอลีแซกคาไรด์ โดยที่ความสามารถในการอุ้มน้ำ และโครงสร้างของพอลีแซกคาไรด์มีผลต่ออัตราการย่อยสลาย เช่น แบคทีเรียสามารถย่อยสลาย เช่น แบคทีเรียสามารถย่อยสลาย เพกทิน มิวซิเลส และกัมได้ดี ในขณะที่แบคทีเรียสามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ผลที่ได้จากการย่อยสลาย คือ กรดไขมันที่มีจำนวนโมเลกุลต่อกันเล็กน้อย (Short Chain Fatty Acid) ซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตและการย่อยสลายนี้ จะทำให้สภาพความเป็นกรด - เบสในลำไส้ใหญ่เปลี่ยนไป โดยจะมีความเป็นกรดมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการทำงานของเอนไซม์จากจุลินทรีย์ การทำงานของระบบลำไส้ที่ปกติก็เนื่องมาจากการทำงานของจุลินทรีย์นั่นเอง ดังนั้น ในอาหารที่รับประทาน จึงควรพิจารณาถึงชนิดและองค์ประกอบที่มีอยู่ในเส้นใยอาหารนั้น ๆ เช่น จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายผักกาดขาว และกะหล่ำปลีได้ถึง 90% ในขณะที่จุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยรำข้าวสาลีและองค์ประกอบที่เป็นฮีมิเซลลูโลส มีแนวโน้มที่จุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้มากกว่าเซลลูโลส

5. ขนาดเส้นใยอาหาร

เส้นใยอาหารจากแหล่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่ม ตามขนาดและความหนาแน่น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15456

- ขนาดใหญ่ เช่น AACC BRAN
- ขนาดกลาง เช่น กากมะพร้าว เปลือกถั่วอัลมอนต์ และรำข้าวชนิดต่าง ๆ
- ขนาดเล็ก เช่น รำข้าวที่สกัดไขมันออกแล้ว (PROTEX 20, 40) NUTRISOY FIBER,AVICEL, ALPHACE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 3
อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ผักกาดขาว

3.1.2 ผักกะหล่ำปลี

3.1.3 ผักคะน้า

3.1.4 ผักบุ้ง

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 เครื่องขูดมะพร้าว

3.2.2 เครื่องปั่น (Blender)

3.2.3 เครื่องคั้นไฮโดรลิก

3.2.4 ถุงไนล่อน

3.2.5 ผ้าขาวบาง

3.2.6 ขวดแก้ว

3.3 สารเคมี และเอนไซม์

3.3.1 กรดซิตริก

3.3.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.3.3 เอนไซม์เซลลูเลส (Celluclast-1.5L ของบริษัท NOVO)

3.3.4 เอนไซม์เพคติเนส (Pectine Ultra SP-L ของบริษัท NOVO)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมผักเพื่อการวิเคราะห์

3.4.1.1 นำเศษผักมาคัดเลือก ตัดแต่งส่วนที่หนาให้มีขนาดสม่ำเสมอ โดยไม่ให้ชิ้นผักมีความหนาเกิน 0.5 เซนติเมตร

3.4.1.2 ล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง

3.4.1.3 ลวกด้วยน้ำร้อน 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที แล้วแช่ในน้ำเย็นทันที จากนั้นทำให้สะเด็ดน้ำ

3.4.1.4 นำมาลดขนาดด้วยเครื่องขูดมะพร้าวจนผักละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การหาชนิด และปริมาณของเอนไซม์ที่เหมาะสมในการสกัดของผักแต่ละชนิด

3.4.2.1 นำผักที่เตรียมแล้วจากข้อ 3.4.1 แต่ละชนิดมา อย่างละ 100 กรัม ปรับความเป็นกรดด่างให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับชนิดของเอนไซม์ คือ ช่วง 5-5.5 , 4.5-4 และ 4-4.5 สำหรับเอนไซม์เซลลูเลส เพคติเนส และเซลลูเลสร่วมกับเพคติเนส ตามลำดับ

3.4.2.2 เติมเอนไซม์เซลลูเลส, เพคติเนส และเซลลูเลส ร่วมกับเพคติเนสที่ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีการเติมเอนไซม์ในผักทั้ง 4 ชนิด จากนั้นตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง

3.4.2.3 วางในอ่างน้ำร้อน 85 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที

3.4.2.4 กรองผ่านตระแกรงโดยไม่ใช้แรงอัด ให้เขย่าเบา ๆ แล้วนำน้ำที่กรองได้มาชั่งน้ำหนัก

3.4.2.5 นำค่าน้ำหนักน้ำที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ กับความเข้มข้นทั้ง 6 ระดับ ของผัก และเอนไซม์แต่ละชนิด

3.4.2.6 เลือกชนิดเอนไซม์ และปริมาณที่เหมาะสมจากกราฟ

3.4.3 การหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดของผักแต่ละชนิด

3.4.3.1 นำผักที่เตรียมแล้วจากข้อ 3.4.1 แต่ละชนิดมาปรับความเป็นกรด-ด่างตามข้อ 3.4.2.6

3.4.3.2 เติมชนิด และปริมาณของเอนไซม์ที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3.4.2.6

3.4.3.3 ตั้งทิ้งไว้ที่ระดับเวลาต่าง ๆ กัน คือ 0, 1, 2, 3 ,4 และ 5 ชั่วโมง

3.4.3.4 เมื่อครบกำหนดแต่ละช่วงเวลาให้นำมาปฏิบัติตามข้อ 3.4.2.3

3.4.3.5 นำค่าน้ำหนักที่ชั่งได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์กับเวลาทั้ง 6 ช่วงของผักแต่ละชนิด

3.4.3.6 เลือกเวลาที่เหมาะสมที่สุดของผักแต่ละชนิดจากกราฟ

3.4.4 การสกัดโดยใช้ชนิดของเอนไซม์ ปริมาณเอนไซม์ และเวลาที่เหมาะสมในการสกัดของผักแต่ละชนิด

3.4.4.1 นำผักที่เตรียมแล้วจากข้อ 3.4.1 แต่ละชนิด มาปรับความเป็นกรดด่างตามข้อ 3.4.2.1

3.4.4.2 เติมชนิด และปริมาณของเอนไซม์ที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3.4.2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.3 ตั้งทิ้งไว้ในเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3.4.3.6

3.4.4.4 บรรจุใส่ถุงไนล่อน แล้วคั้นด้วยเครื่องไฮโดรลิค

3.4.4.5 นำน้ำผักที่คั้นได้มาต้มทันทีที่ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

3.4.4.6 กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 โดยสูญญากาศ

3.4.4.7 คำนวณหาประสิทธิภาพการสกัด

3.4.4.8 นำน้ำผักมาวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ

3.4.5 การปรุงแต่งกลิ่นรส

3.4.5.1 เครื่องดื่มเส้นใยอาหารประเภทแอซิด (acid) จะปรับความเป็นกรดด่างด้วยกรดซิตริค เติมน้ำตาลร้อยละ 10 กรดแอสคอร์บิคร้อยละ 0.01 และกลิ่นใบเตยร้อยละ 0.1

3.4.5.2 เครื่องดื่มเส้นใยอาหารประเภทโลวแอซิด (low acid) โดยปรับความเป็นกรดด่างด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

3.4.6 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

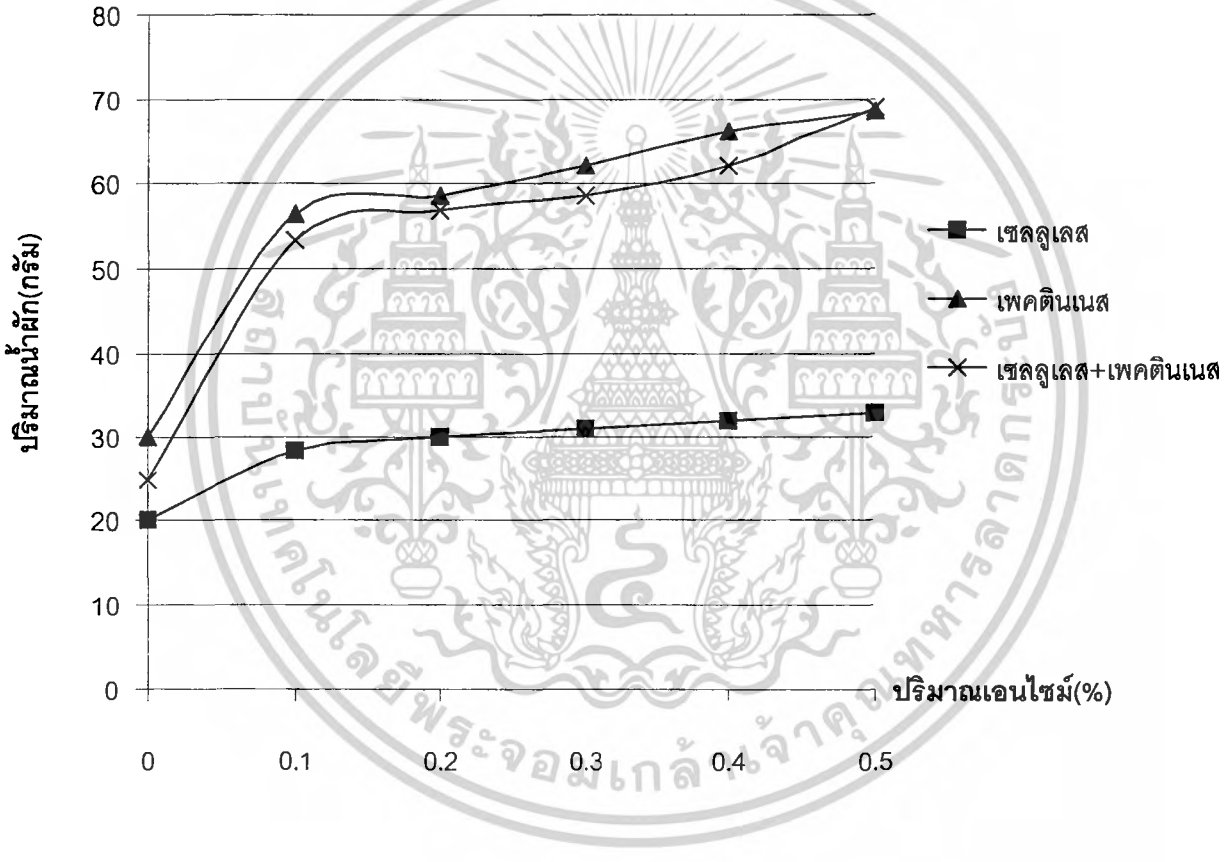
นำผลิตภัณฑ์จากข้อ 3.4.5 มาทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบกลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และการยอมรับ นำข้อมูลที่ได้มาประเมินผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การหาชนิด และปริมาณของเอนไซม์ที่เหมาะสมในการสกัดของผักแต่ละชนิด

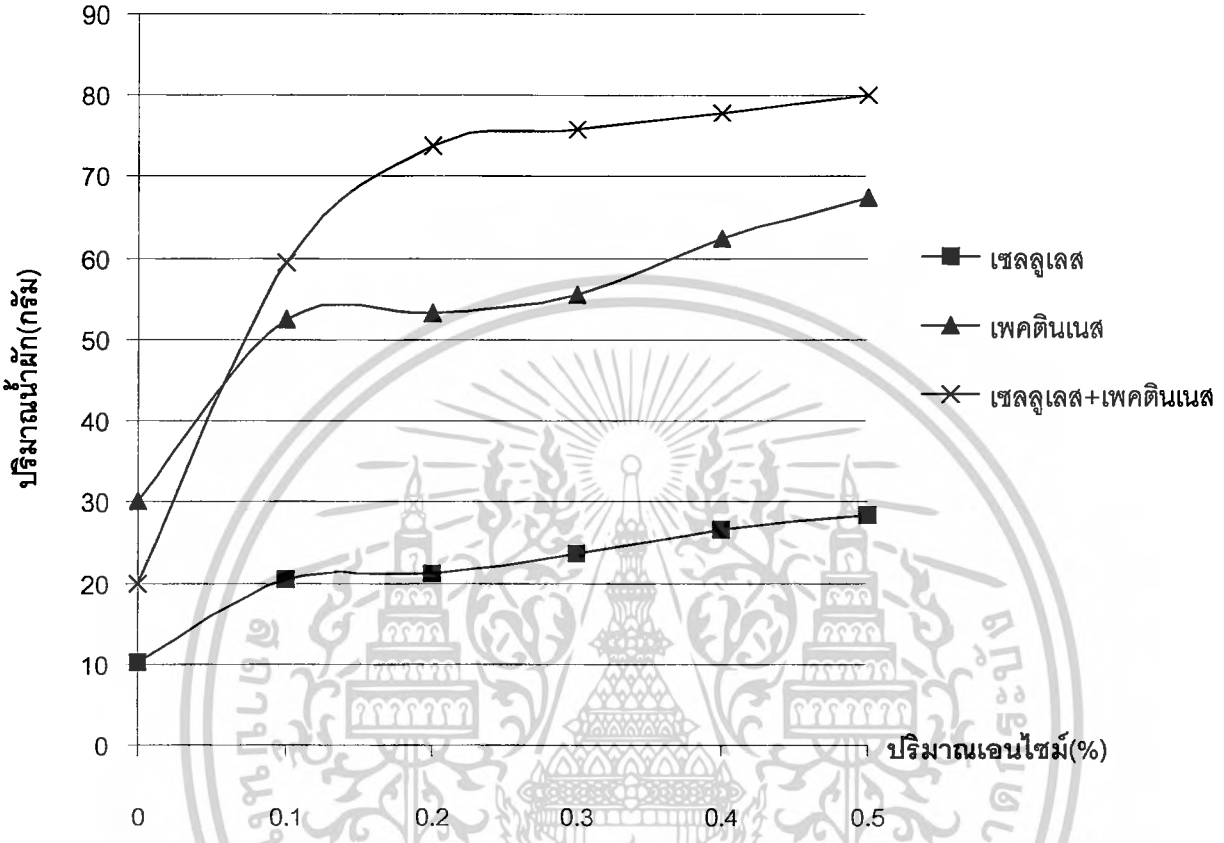
เอนไซม์ทุกชนิดที่ศึกษา จะสามารถสกัดน้ำผักออกมาได้มากขึ้น เมื่อปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์มากขึ้น แสดงดังภาพที่ 8 ภาพที่ 9 ภาพที่ 10 และภาพที่ 11



ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำผักกาดขาวกับปริมาณเอนไซม์ (จากข้อ 3.4.2)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ผักกาดขาวเมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนส จะสามารถสกัดน้ำผักออกมาได้มากกว่าการใช้เอนไซม์เซลลูเลส และเอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคติเนส ส่วนความเข้มข้นของเอนไซม์เพคตินเนสที่สกัดน้ำผักได้ในช่วงสูงที่สุดคือ 0 ถึง 0.1 เปอร์เซ็นต์

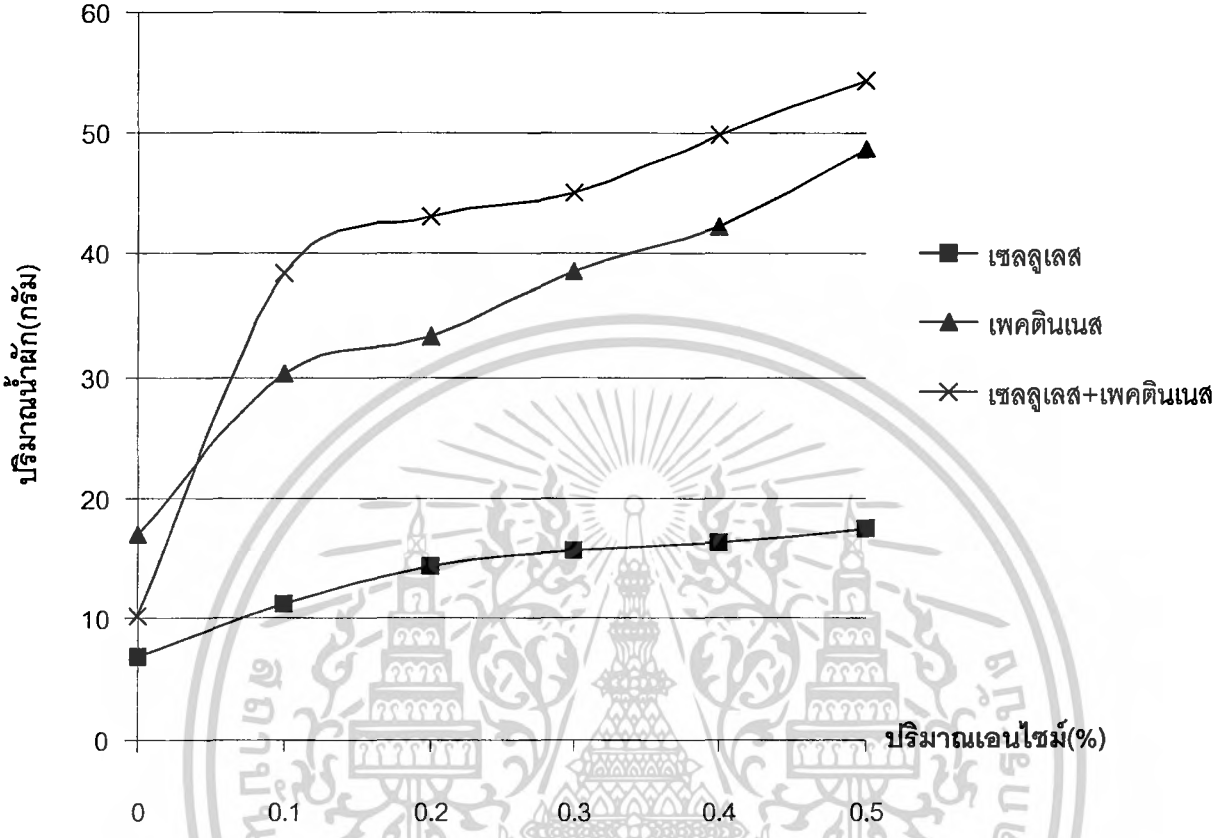
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำผักกะหล่ำปลีกับปริมาณเอนไซม์(จากข้อ 3.4.2)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ผักกะหล่ำปลีเมื่อใช้เอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคติเนส จะสามารถสกัดน้ำผักออกมาได้มากกว่าการใช้เอนไซม์เซลลูเลส และเพคติเนส ส่วนความเข้มข้นของเอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคตินเนสที่สกัดน้ำผักได้ในช่วงสูงที่สุดคือ 0 ถึง 0.2 เปอร์เซ็นต์

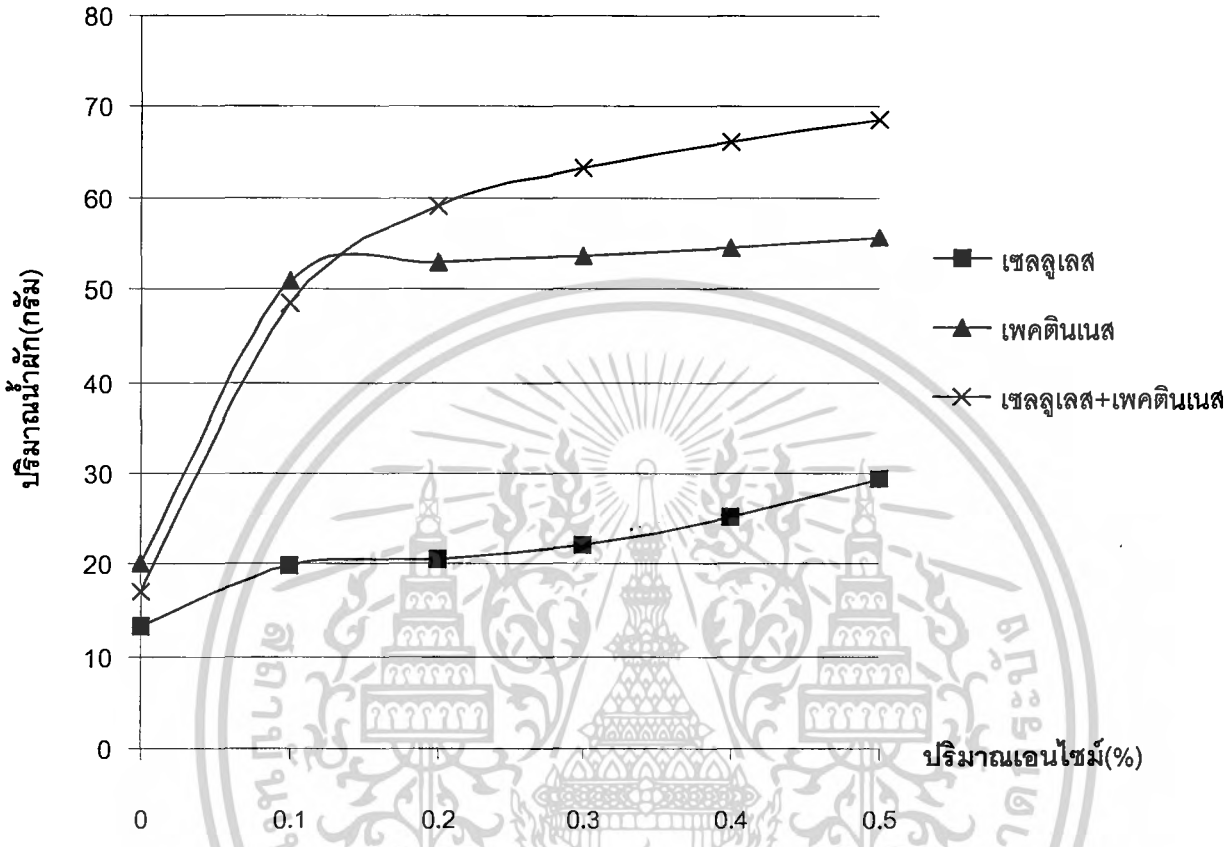
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำผักคะน้ากับปริมาณเอนไซม์(จากข้อ 3.4.2)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ผักกะหล่ำปลีเมื่อใช้เอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคติเนส จะสามารถสกัดน้ำผักออกมาได้มากกว่าการใช้เอนไซม์เซลลูเลส และเพคติเนส ส่วนความเข้มข้นของเอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคตินเนสที่สกัดน้ำผักได้ในช่วงสูงที่สุดคือ 0 ถึง 0.1 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



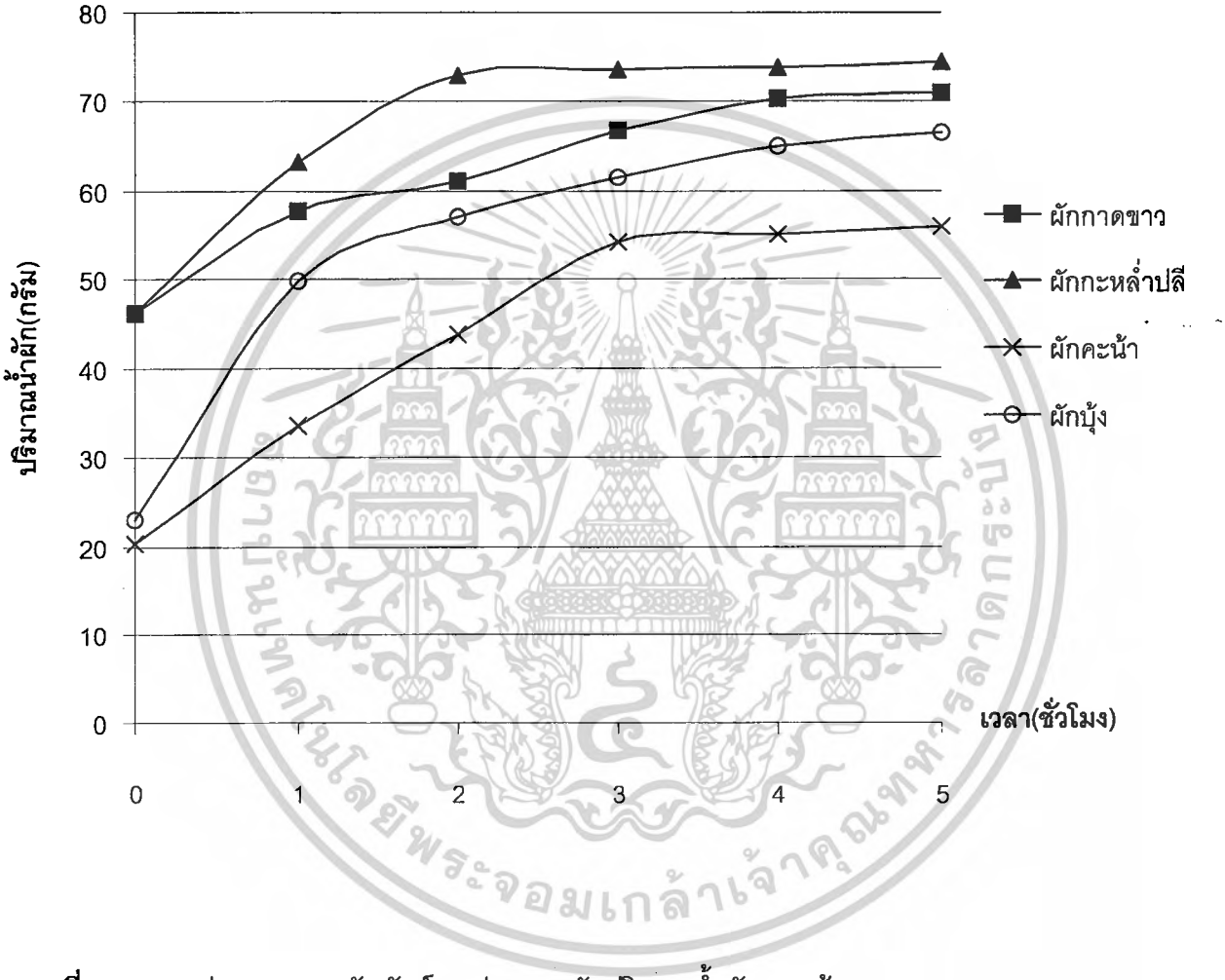
ภาพที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำผักบุ้งกับปริมาณเอนไซม์(จากข้อ 3.4.2)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า ผักกะหล่ำปลีเมื่อใช้เอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคติเนส จะสามารถสกัดน้ำผักออกมาได้มากกว่าการใช้เอนไซม์เซลลูเลส และเพคติเนส ส่วนความเข้มข้นของเอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคตินเนสที่สกัดน้ำผักได้ในช่วงสูงที่สุดคือ 0 ถึง 0.2 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดของผักแต่ละชนิด

การวิเคราะห์หาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดของผักแต่ละชนิด โดยชนิด และปริมาณเอนไซม์ที่เหมาะสม พบว่าการใช้ชนิดเอนไซม์ และปริมาณเอนไซม์ที่เหมาะสมในผักแต่ละชนิด เมื่อเวลานานขึ้น ปริมาณน้ำที่สกัดได้จะมากขึ้น แสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับปริมาณน้ำผัก(จากข้อ 3.4.3)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า เมื่อเวลาผ่านไป ปริมาณน้ำที่ได้จะเพิ่มขึ้น และจะเริ่มคงที่ซึ่งจุดที่เริ่มคงที่ จะเป็นจุดเวลาที่เหมาะสมที่สุด สำหรับใช้เป็นเวลาในการสกัดของผักแต่ละชนิด ดังนี้

ผักกาดขาว ผักกะหล่ำปลี ผักคะน้า และผักบุ้ง จะมีปริมาณน้ำผักเริ่มคงที่ที่เวลา 4, 2, 3 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ประสิทธิภาพการสกัดของผักแต่ละชนิด

เมื่อใช้ชนิดของเอนไซม์ ปริมาณของเอนไซม์ และเวลาในการสกัดที่เหมาะสมของผักแต่ละชนิดแล้ว พบว่าประสิทธิภาพในการสกัดเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการสกัดของผักชนิดต่าง ๆ เมื่อใช้ชนิดของเอนไซม์ ปริมาณของเอนไซม์ และเวลาที่เหมาะสม

ชนิดผัก	ประสิทธิภาพการสกัด (กรัมต่อ100ml)		ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น (กรัมต่อ100ml)	ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)
	ไม่ใช้เอนไซม์	ใช้เอนไซม์		
ผักกาดขาว	84.31	93.03	8.72	10.34
ผักกะหล่ำปลี	80.78	93.33	12.55	15.54
ผักคะน้า	70.66	93.28	22.62	32.01
ผักบุ้ง	61.52	90.00	28.75	46.94

จะเห็นได้ว่า การใช้เอนไซม์กับผักบุ้งจะเพิ่มประสิทธิภาพได้สูงสุด รองลงมาคือผักคะน้า ผักกะหล่ำปลี และผักกาดขาวตามลำดับ เนื่องจากประสิทธิภาพที่ไม่ใช้เอนไซม์ ในการย่อยนั้น ผักบุ้งจะต่ำที่สุด สูงขึ้นไปคือผักคะน้า ผักกะหล่ำปลี และผักกาดขาว ตามลำดับ เมื่อใช้เอนไซม์ช่วยในการสกัดจึงทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นแตกต่างกันดังตารางที่ 3

4.4 การวิเคราะห์หาเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ

การใช้เอนไซม์สกัดน้ำผักนั้นจะทำให้ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้นดังตารางที่4

ตารางที่ 4 **ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ**

ชนิดน้ำผัก	ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ		ปริมาณที่เพิ่มขึ้น (%)	ประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น(เปอร์เซ็นต์)
	ไม่ใช้เอนไซม์	ใช้เอนไซม์		
ผักกาดขาว	1.0928	1.7894	0.6966	63.74
ผักกะหล่ำปลี	1.2180	2.4106	1.1926	97.91
ผักคะน้า	1.9360	3.1420	1.2061	62.30
ผักบุ้ง	0.8503	1.8014	0.9511	111.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า ความสามารถของเอนไซม์ในการย่อยเส้นใยอาหารให้ละลายน้ำเพิ่มขึ้นของผักแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เนื่องจากผักแต่ละชนิดมีองค์ประกอบของเส้นใยอาหารที่แตกต่างกัน

4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

น้ำผักทั้ง 2 ประเภทเมื่อนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส เครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักแต่ละชนิด จากความเป็นกรด-ด่างที่แตกต่างกัน

ชนิดผัก	ประเภท	รสชาติ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ลักษณะปรากฏ	ความยอมรับรวม
คะน้า	Low acid	3.4^{c}	3.6^{c}	3.4^{b}	3.1^{b}	4^{b}
	Acid	5.7^{a}	5.6^{b}	5.4^{a}	5.3^{a}	5.7^{a}
กะหล่ำปลี	Low acid	4.3^{b}	3.9^{c}	4^{b}	4^{b}	4.2^{b}
	Acid	5.5^{a}	6.3^{a}	5.7^{a}	5.7^{a}	5.8^{a}
ผักบุ้ง	Low acid	3.6^{c}	3.4^{c}	3.4^{b}	3.7^{b}	3.9^{b}
	Acid	5.4^{a}	5.6^{b}	5.7^{a}	6^{a}	5.7^{a}
ผักกาดขาว	Low acid	3.7^{c}	3.4^{c}	3.5^{b}	3.4^{b}	3.5^{b}
	Acid	5.5^{a}	5.6^{b}	5.3^{a}	5.7^{a}	5.8^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันตามแนวตั้ง (column) หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCB และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

จะเห็นได้ว่า เครื่องดื่มประเภท Acid จะได้รับการยอมรับมากกว่าเครื่องดื่มประเภท Low acid และการยอมรับอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากประเทศไทยเป็นเขตร้อนจึงทำให้เครื่องดื่มที่มีรสเปรี้ยว เมื่อดื่มแล้วจึงรู้สึกสดชื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้เอนไซม์เพคติเนส และเซลลูเลสในการสกัดน้ำผักจากเศษผักทั้ง 4 ชนิด พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด และเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งชนิดของเอนไซม์ ปริมาณ ความเข้มข้นของเอนไซม์ และเวลาที่เหมาะสมของผักแต่ละชนิดคือ

5.1.1 ผักกาดขาว ใช้เอนไซม์เพคติเนส ร้อยละ 0.1 เวลา 4 ชั่วโมง

5.1.2 ผักกะหล่ำปลี ใช้เอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคติเนส ร้อยละ 0.2 เวลา 2 ชั่วโมง

5.1.3 ผักคะน้า ใช้เอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคติเนส ร้อยละ 0.1 เวลา 3 ชั่วโมง

5.1.4 ผักบุ้ง ใช้เอนไซม์เซลลูเลสร่วมกับเพคติเนส ร้อยละ 0.2 เวลา 4 ชั่วโมง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การที่จะเลือกใช้เอนไซม์ แต่ละชนิดจะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่นราคาของเอนไซม์แต่ละชนิด แหล่งที่ผลิต หรือจำหน่ายเอนไซม์เป็นต้น

5.2.2 ผักแต่ละท้องที่อาจมีความแก่อ่อนต่างกัน บางท้องที่อาจจะเด็ดผักทิ้งน้อยเกินไป ทำให้ปริมาณผักแก่มาก ซึ่งอาจมีผลต่อประสิทธิภาพของเอนไซม์ได้

5.2.3 การกรองน้ำผักที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ จะกรองได้ยากเนื่องจากเศษผักที่ถูกย่อย มีความละเอียดมาก อาจใช้การเหวี่ยงช่วยก่อนการกรองได้

5.2.4 เครื่องดื่มใยอาหารอาจมีการตกตะกอนได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำลายเอนไซม์ทันทีเมื่อผ่านการคั้น

5.2.5 การทดสอบประสาทสัมผัส จะใช้ผู้ชิมซึ่งเป็นนักศึกษาของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง 11 คน ซึ่งอาจจะยังเป็นตัวแทนที่ไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนทั้งหมดของผู้บริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. ผักและผลไม้. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 311 หน้า

เกรียงศักดิ์ ไชยโรจน์. 2526. เอนไซม์ จุลินทรีย์และเอนไซม์จากจุลินทรีย์ในอาหาร กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เมืองทอง ทวนทวี และ สุรีรัตน์ ปัญญโตนะ 2532. ผักบ้านเรา. กรุงเทพมหานคร: คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บัญญัติ บรรเริงเสนะ และ ผ่องพรรณ เลาหะพลวัฒนา. 2531. การประยุกต์ใช้เอนไซม์ในการสกัดน้ำผลไม้. โครงการนิสิตวิทยาศาสตร์. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประไพศรี ศิริจักรวาล และ เกศศิณี ตระกูลทิวากร. 2539. อาหารและโภชนาการกับชีวิตประจำวัน.อาหาร 25 (4) : 30 - 32

ปาหนัน บุญ - หลง. 2523. โภชนาการ. กรุงเทพมหานคร : มาร์เก็ทติ้งมีเดีย

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2535. เอนไซม์ทางอาหาร ตอนที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.304 หน้า

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2534. เอนไซม์ทางอาหาร ตอนที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมภพ ฐิตะวสันต์. 2537. หลักการผลิตผัก. กรุงเทพมหานคร : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

AOAC. 1995 Association of official Analytical chemists. 16 th ed. Arlington, Virginia: Association of official Chemist, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์.....

ชื่อผู้ชิม.....

วันที่.....เวลา.....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ และให้คะแนนตามลำดับคะแนนตามความชอบต่อตัวอย่างที่เสนอให้ กรุณาบ้วนปากระหว่างเปลี่ยนตัวอย่าง

กำหนดให้

ระดับคะแนน	ระดับคะแนน
7 ชอบมาก	3 ไม่ชอบเล็กน้อย
6 ชอบปานกลาง	2 ไม่ชอบปานกลาง
5 ชอบเล็กน้อย	1 ไม่ชอบมาก
4 เฉย ๆ	

รหัสตัวอย่าง / ลักษณะ				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
กลิ่น				
ลักษณะปรากฏ				
ความยอมรับรวม				

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดระดับต่าง ๆ ของการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

รสชาติ

หวาน
7 หวานมากที่สุด
6 หวานมากปานกลาง
5 หวานปานกลาง
4 หวานน้อยปานกลาง
3 หวานน้อย
2 หวานน้อยมาก
1 ไม่หวาน

เปรี้ยว
7 เปรี้ยวมากที่สุด
6 เปรี้ยวมากปานกลาง
5 เปรี้ยวปานกลาง
4 เปรี้ยวน้อยปานกลาง
3 เปรี้ยวน้อย
2 เปรี้ยวน้อยมาก
1 ไม่เปรี้ยว

กลิ่น
7 ไม่เหม็นเขียว
6 เหม็นเขียวน้อยที่สุด
5 เหม็นเขียวน้อยมาก
4 เหม็นเขียวน้อยปานกลาง
3 เหม็นเขียวปานกลาง
2 เหม็นเขียวมาก
1 เหม็นเขียวมากที่สุด

ลักษณะปรากฏ
7 สีเหลืองใสมาก
6 สีเหลืองใสมากปานกลาง
5 สีเหลืองใสปานกลาง
4 สีเหลืองใสน้อยปานกลาง
3 สีเหลืองใสน้อย
2 สีเหลืองใสมาก
1 สีเหลืองเข้ม

เนื้อสัมผัส
7 เข้มข้นมากที่สุด
6 เข้มข้นมาก
5 เข้มข้นปานกลาง
4 เข้มข้นน้อยปานกลาง
3 เข้มข้นน้อย
2 เข้มข้นน้อยมาก
1 ไม่เข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำผักกาดขาวที่สกัดได้ จากการใช้เอนไซม์ แต่ละชนิด และความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิด

เอนไซม์	ความเข้มข้นของเอนไซม์ (%)	ปริมาณน้ำผักที่สกัดได้ (กรัม)(นำหนักเปียก)
เซลลูเลส	0	20.1
	0.1	28.4
	0.2	30.2
	0.3	31.1
	0.4	32.0
	0.5	32.9
เพคติเนส	0	30.1
	0.1	56.4
	0.2	58.4
	0.3	62.1
	0.4	66.2
	0.5	68.8
เซลลูเลส + เพคติเนส	0	24.9
	0.1	53.2
	0.2	56.8
	0.3	58.4
	0.4	62.1
	0.5	69.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 ปริมาณน้ำผักกะหล่ำปลีที่สกัดได้ จากการใช้เอนไซม์ แต่ละชนิด และความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิด

เอนไซม์	ความเข้มข้นของเอนไซม์ (%)	ปริมาณน้ำผักที่สกัดได้ (กรัม)(นำหนักเปียก)
เซลลูเลส	0	10.1
	0.1	20.5
	0.2	21.1
	0.3	23.5
	0.4	26.6
	0.5	28.4
เพคติเนส	0	30
	0.1	52.4
	0.2	53.1
	0.3	55.4
	0.4	62.3
	0.5	67.4
เซลลูเลส + เพคติเนส	0	19.9
	0.1	59.4
	0.2	73.9
	0.3	75.8
	0.4	77.8
	0.5	80.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำผักคะน้าที่สกัดได้ จากการใช้เอนไซม์ แต่ละชนิด และความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิด

เอนไซม์	ความเข้มข้นของเอนไซม์ (%)	ปริมาณน้ำผักที่สกัดได้ (กรัม)(น้ำหนักเปียก)
เซลลูเลส	0	6.8
	0.1	11.1
	0.2	14.3
	0.3	15.6
	0.4	16.3
	0.5	17.4
เพคติเนส	0	16.9
	0.1	30.3
	0.2	33.3
	0.3	38.6
	0.4	42.2
	0.5	48.7
เซลลูเลส + เพคติเนส	0	10.1
	0.1	38.4
	0.2	43.0
	0.3	45.1
	0.4	49.8
	0.5	54.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ปริมาณน้ำผักบุ้งที่สกัดได้ จากการใช้เอนไซม์ แต่ละชนิด และความเข้มข้นของเอนไซม์แต่ละชนิด

เอนไซม์	ความเข้มข้นของเอนไซม์ (%)	ปริมาณน้ำผักที่สกัดได้ (กรัม)(นำหนักเปียก)
เซลลูเลส	0	13.2
	0.1	19.9
	0.2	20.4
	0.3	22.0
	0.4	25.1
	0.5	29.4
เพคติเนส	0	20.1
	0.1	51.0
	0.2	52.8
	0.3	53.5
	0.4	54.4
	0.5	55.5
เซลลูเลส + เพคติเนส	0	16.9
	0.1	48.5
	0.2	59.1
	0.3	63.3
	0.4	66.1
	0.5	68.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ปริมาณน้ำผักแต่ละชนิดที่สกัดได้จากชนิดของเอนไซม์ และความเข้มข้นที่เหมาะสมในเวลาต่าง ๆ

เวลาที่ใช้ในการสกัด(ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำผัก(กรัม) (น้ำหนักเปียก)			
	ผักกาดขาว	ผักกะหล่ำปลี	ผักคะน้า	ผักบุ้ง
0	46.1	46.2	20.4	23
1	57.7	63.1	33.5	49.8
2	60.9	73	43.8	57
3	66.7	73.5	54.2	61.5
4	70.2	73.9	55.1	65
5	71	74.5	56	66.5

ตารางที่ 11 ปริมาณน้ำผักแต่ละชนิดที่สกัดได้จากชนิดของเอนไซม์ ความเข้มข้นของเอนไซม์ และเวลาที่เหมาะสม

ชนิดผัก	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักน้ำผักที่สกัดได้ (กรัม)
ผักกาดขาว	2,150	2,000
ผักกะหล่ำปลี	3,000	2,700
ผักคะน้า	2,680	1,500
ผักบุ้ง	3,000	2,600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ปริมาณน้ำผักแต่ละชนิดที่สกัดได้โดยไม่ใช้เอนไซม์

ชนิดผัก	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักน้ำผักที่สกัดได้ (กรัม)
ผักกาดขาว	3,000	2,530
ผักกะหล่ำปลี	3,000	2,420
ผักคะน้า	3,000	2,120
ผักบุ้ง	3,000	2,845

ตารางที่ 13 ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดในน้ำผักแต่ละชนิด ที่ใช้เอนไซม์ความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสม

ชนิดผัก	ปริมาตรน้ำผัก (มิลลิลิตร)	ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด (กรัม)
ผักกาดขาว	300	7.9820
ผักกะหล่ำปลี	300	15.2615
ผักคะน้า	300	14.7434
ผักบุ้ง	300	11.5070

ตารางที่ 14 ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดในน้ำผักแต่ละชนิด ที่ไม่ใช้เอนไซม์

ชนิดผัก	ปริมาตรน้ำผัก (มิลลิลิตร)	ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด (กรัม)
ผักกาดขาว	300	10.4130
ผักกะหล่ำปลี	300	14.4732
ผักคะน้า	300	10.1784
ผักบุ้ง	300	8.9185

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ จากตัวอย่างแห้งที่ได้จากการใช้เอนไซม์ ความเข้มข้น และเวลาที่เหมาะสม

ชนิดน้ำผัก	ปริมาณน้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)	ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (กรัม)
ผักกาดขาว	1.0145	0.6727
ผักกะหล่ำปลี	1.0169	0.4739
ผักคะน้า	1.0304	0.6394
ผักบุ้ง	1.0665	0.4696

ตารางที่ 16 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ จากตัวอย่างแห้งที่ได้จากการไม่ใช้เอนไซม์

ชนิดน้ำผัก	ปริมาณน้ำหนักตัวอย่างแห้ง (กรัม)	ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (กรัม)
ผักกาดขาว	1.0180	0.3148
ผักกะหล่ำปลี	1.0270	0.2525
ผักคะน้า	1.0072	0.5702
ผักบุ้ง	1.1205	0.2860

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 คะแนนเฉลี่ย การทดสอบประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักกาดขาว ประเภท Acid และ Low acid

ลำดับที่ของผู้ชิม	Acid					Low acid				
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6	6	6	6	6	4	3	4	4	3
2	6	6	5	6	6	4	4	3	4	4
3	6	6	5	6	5	4	3	4	4	4
4	5	6	6	6	6	3	4	4	5	3
5	6	6	5	5	6	3	4	4	4	3
6	5	5	6	6	6	4	3	3	4	4
7	6	6	6	6	6	3	3	3	3	4
8	6	6	6	4	6	4	4	3	3	3
9	5	4	4	6	6	3	3	4	4	3
10	6	6	6	6	6	3	4	4	3	4
11	6	5	4	4	5	4	3	3	3	4
ผลรวม	63	62	59	61	64	38	38	39	41	39
เฉลี่ย	5.7	5.6	5.3	5.5	5.8	3.4	3.4	3.5	3.7	3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 คะแนนเฉลี่ย การทดสอบประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักกะหล่ำปลี ประเภท Acid และ Low acid

ลำดับที่ของผู้ชิม	Acid					Low acid				
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6	5	6	6	6	5	5	4	5	5
2	5	6	4	5	6	4	4	5	4	4
3	6	6	6	5	6	4	3	4	5	4
4	6	6	6	6	6	4	3	3	4	5
5	6	6	6	6	5	4	4	4	4	4
6	6	6	6	5	5	3	5	4	4	4
7	6	6	6	6	6	5	4	3	4	4
8	5	6	5	6	6	4	4	5	5	5
9	6	5	6	5	6	5	4	5	5	4
10	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4
11	5	6	6	5	6	4	3	4	4	4
ผลรวม	63	70	63	61	64	46	43	45	48	47
เฉลี่ย	5.7	6.3	5.7	5.5	5.8	4.0	3.9	4.0	4.3	4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 คะแนนเฉลี่ย การทดสอบประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักคะน้า ประเภท Acid และ Low acid

ลำดับที่ของผู้ชิม	Acid					Low acid				
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6	6	6	6	6	4	4	3	4	4
2	4	6	5	6	6	3	3	4	3	4
3	6	6	5	6	5	3	4	4	4	4
4	6	6	6	6	6	3	3	3	3	3
5	6	6	5	5	6	4	4	3	4	4
6	6	5	6	6	6	3	4	3	3	4
7	4	6	6	6	6	3	4	4	3	3
8	6	6	6	4	6	3	4	4	4	3
9	4	4	4	6	6	4	4	3	3	4
10	5	6	6	6	6	3	3	3	4	4
11	6	5	4	4	5	2	3	4	3	4
ผลรวม	59	62	59	61	64	35	40	38	38	44
เฉลี่ย	5.3	5.6	5.4	5.7	5.7	3.1	3.6	3.4	3.4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 20 คะแนนเฉลี่ย การทดสอบประสาทสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักบุ้ง ประเภท Acid และ Low acid

ลำดับที่ของผู้ชิม	Acid					Low acid				
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6	6	6	6	6	4	4	4	5	4
2	6	6	6	5	6	4	3	4	4	3
3	6	5	5	6	6	4	3	4	4	3
4	6	5	6	5	5	4	4	4	4	4
5	7	6	5	6	6	4	4	4	3	4
6	6	6	6	5	6	3	3	3	5	4
7	6	6	6	5	6	3	3	3	4	4
8	6	6	5	5	5	3	4	4	4	4
9	5	5	6	6	6	4	4	4	3	4
10	6	5	6	5	6	4	3	4	3	5
11	6	6	6	6	5	4	3	3	4	4
ผลรวม	66	62	63	60	63	41	38	38	40	43
เฉลี่ย	6	5.6	5.7	5.4	5.7	3.7	3.4	3.4	3.6	3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านลักษณะปรากฏเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Acid

SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	3.09	1.03	3.12^{**}
BLOCK	10	3.91	0.39	1.18^{NS}
ERROR	30	10.19	0.33	
TOTAL	43	17.19		

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านลักษณะปรากฏเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Low acid

SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	2.44	0.81	0.17^{NS}
BLOCK	10	5.19	0.519	0.11^{NS}
ERROR	30	139.56	4.652	
TOTAL	43	147.19		

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Acid

SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	0.39	0.13	0.39^{NS}
BLOCK	10	14.4	1.44	4.36^{**}
ERROR	30	10.1	0.33	
TOTAL	43	24.89		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านกลิ่นเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Low acid

SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	1.53	0.51	1.75^{NS}
BLOCK	10	4.19	0.419	1.44^{NS}
ERROR	30	8.72	0.29	
TOTAL	43	14.44		

ตารางที่ 25 **การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผัก ประเภท** Acid

SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	1.16	0.38	0.25^{NS}
BLOCK	10	-17.95	-1.793	1.436^{NS}
ERROR	30	37.69	1.25	
TOTAL	43	56.8		

ตารางที่ 26 **การวิเคราะห์ทางสถิติด้านเนื้อสัมผัสเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผัก ประเภท** Low acid

SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	3.09	1.03	2.96*
BLOCK	10	32.69	3.269	9.42**
ERROR	30	10.41	0.347	
TOTAL	43	46.19		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 27 **การวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท** Acid

SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	0.43	0.14	0.09^{NS}
BLOCK	10	-30.7	-3.07	2.07^{NS}
ERROR	30	44.37	1.479	
TOTAL	43	14.8		

ตารางที่ 28 **การวิเคราะห์ทางสถิติด้านรสชาติเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท** Low acid

SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	0.43	0.14	0.09^{NS}
BLOCK	10	-30.7	-3.07	2.07^{NS}
ERROR	30	44.37	1.479	
TOTAL	43	14.8		

ตารางที่ 29 **การวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผัก ประเภท** Acid

SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	0.09	0.03	0.11^{NS}
BLOCK	10	1.73	0.173	0.66^{NS}
ERROR	30	9.91	0.26	
TOTAL	43	9.73		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 การวิเคราะห์ทางสถิติด้านการยอมรับรวมเครื่องดื่มเส้นใยอาหารของน้ำผักประเภท Low acid

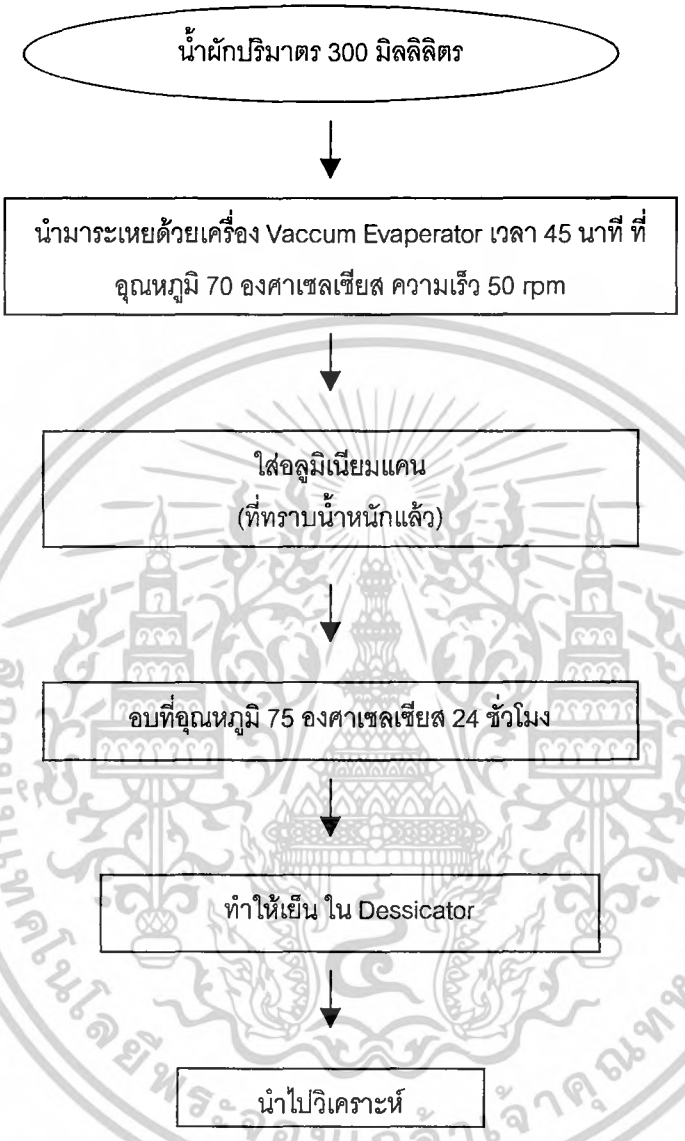
SOURCE	DF	SS	MS	F
TREATMENT	3	3.2	1.06	3.65*
BLOCK	10	1.2	0.12	0.41^{NS}
ERROR	30	8.8	0.29	
TOTAL	43	13.2		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

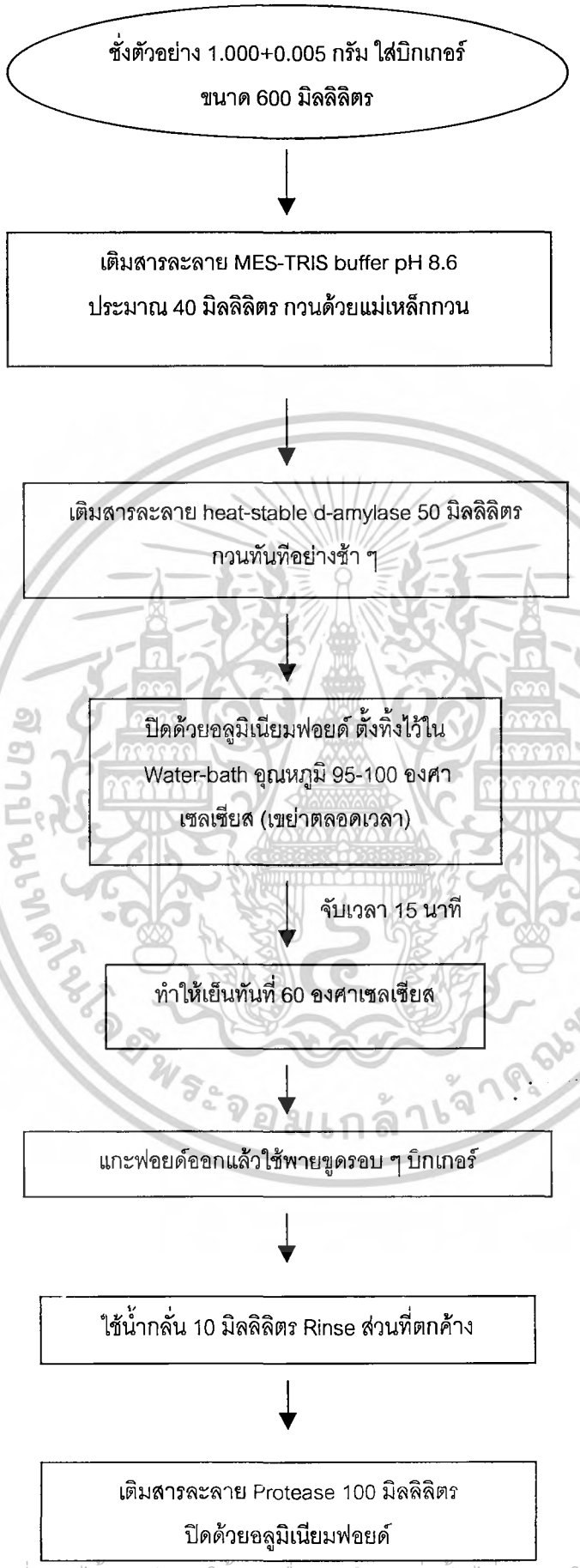
วิธีวิเคราะห์หาเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ

1.การเตรียมตัวอย่าง

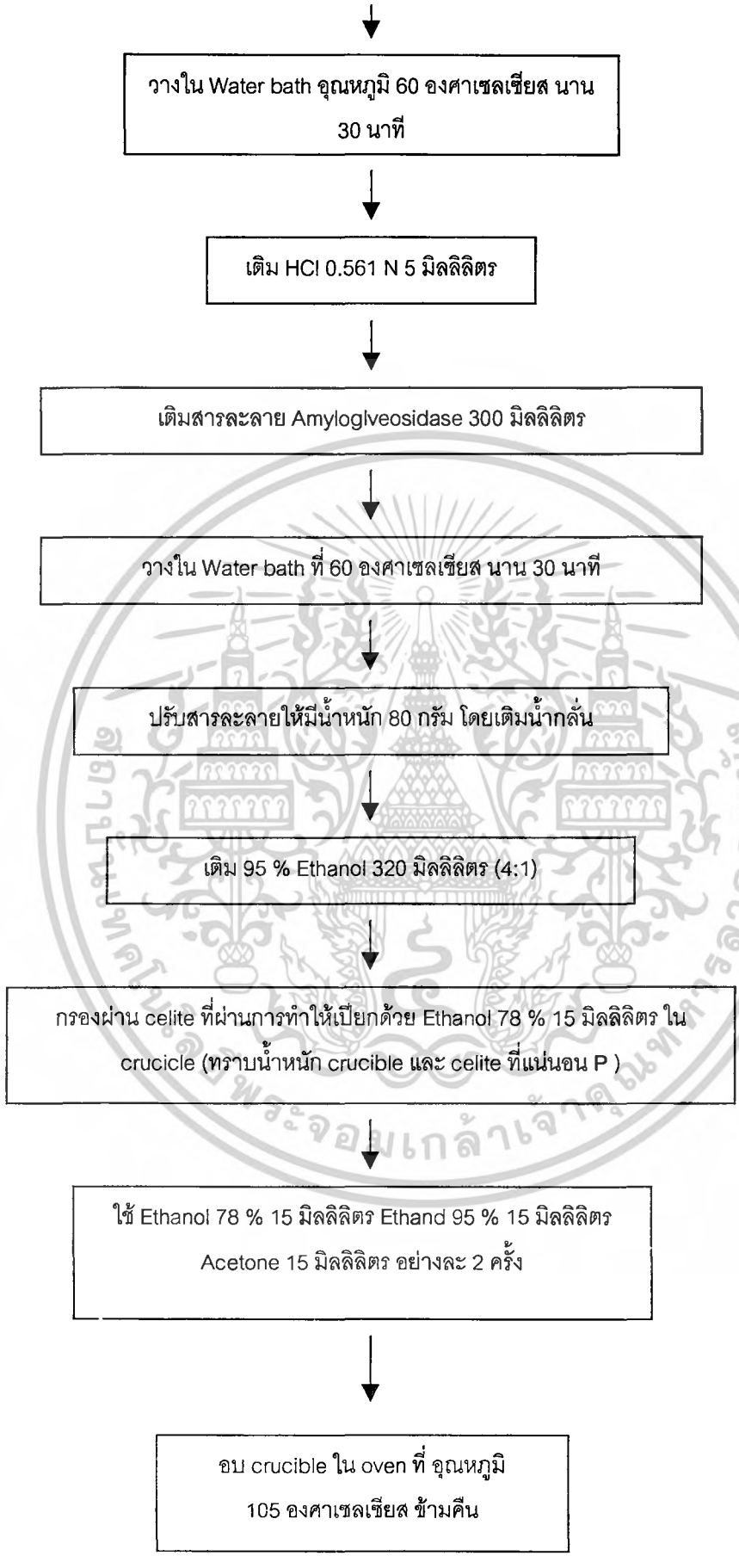


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

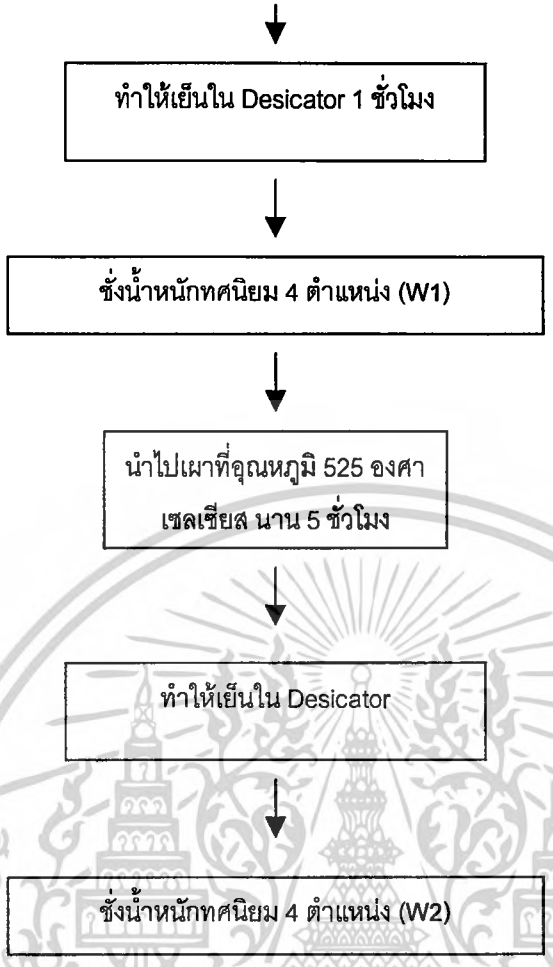
2.การวิเคราะห์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3.การคำนวณ

เถ้า = W2 – P

Soluble Dietary Fiber = W1 – P – เถ้า

หรือ = (W1 – P) – (W2 – P)

หรือ = W1 – W2

ที่มา : AOAC OFFICAL METHODS OF ANALYSIS 32.1.17(1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ภาพที่ 13 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเส้นใยอาหาร (น้ำผักกาดขาว)

Controlไม่ปรุงแต่กลิ่นรส Low acid ปรับ pHด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ Aicd เติมน้ำตาลปรับ pH ด้วยกรดซิตริก

ภาพที่ 14 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเส้นใยอาหาร (น้ำผักกะหล่ำปลี)

Control ไม่ปรุงแต่งกลิ่นรส Low acid ปรับpH ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ Acid เติมน้ำตาล ปรับ pH ด้วยกรดซิตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

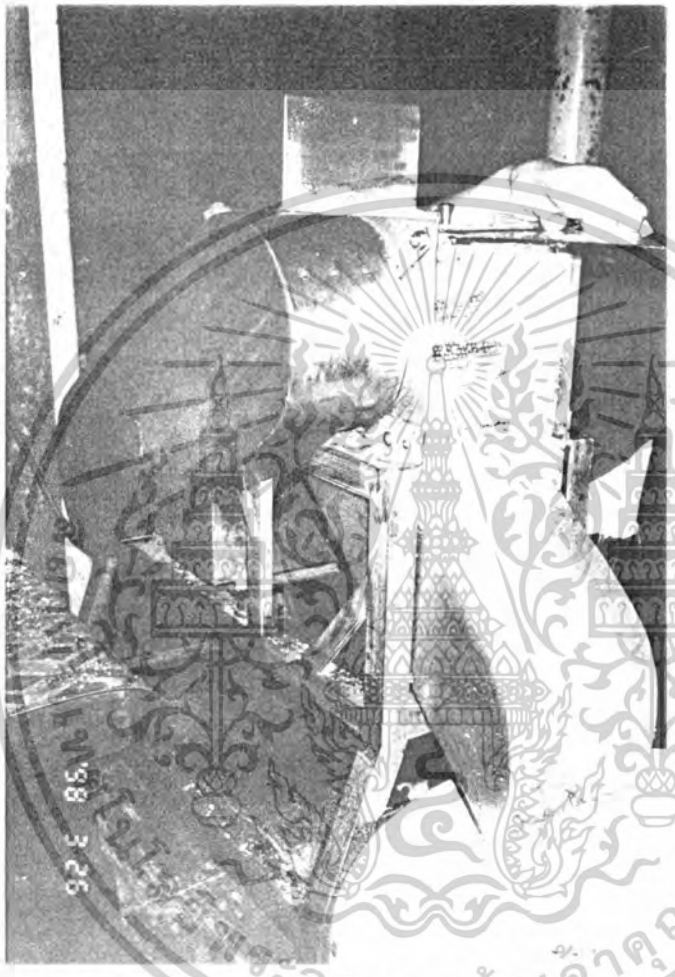
ภาพที่ 15 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเส้นใยอาหาร (น้ำผักคะน้า)

Control ไม่ปรุงแต่งกลิ่นรส Low acid ปรับpH ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ Acidเติมน้ำตาลปรับpH ด้วยกรดซิตริก

ภาพที่ 16 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเส้นใยอาหาร (น้ำผักบุ้ง)

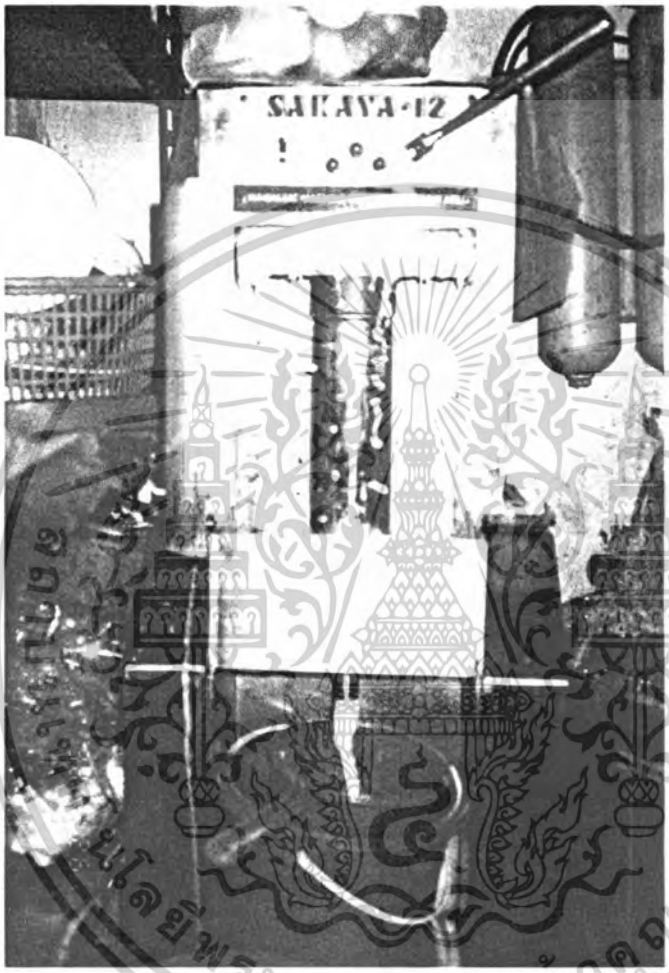
Controlไม่ปรุงแต่งกลิ่นรส Low acidปรับ pHด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ Acid เติมน้ำตาลปรับpH ด้วยกรดซิตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



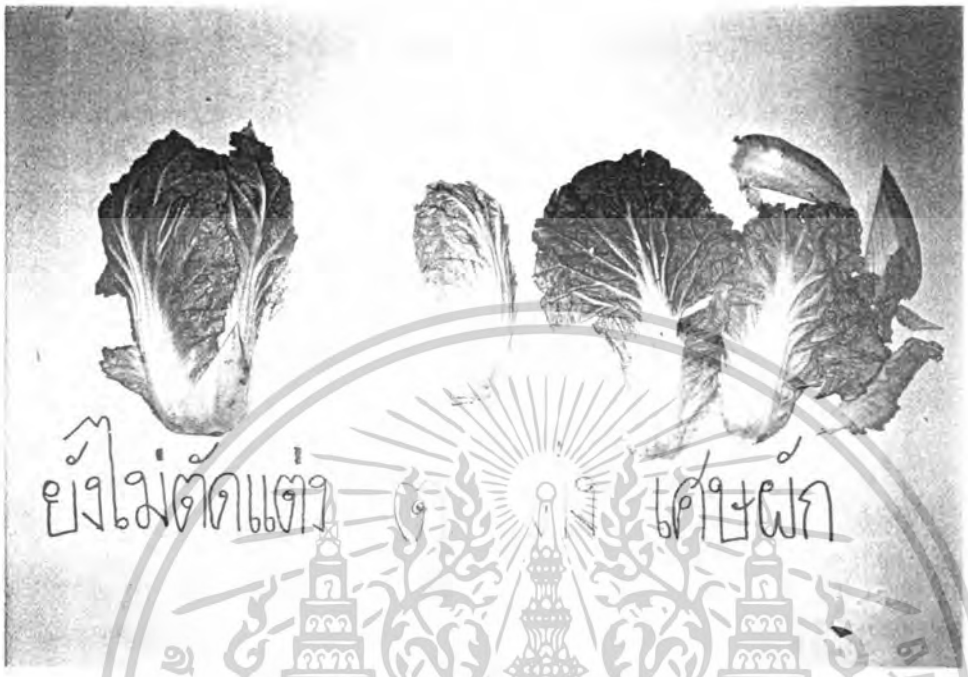
ภาพที่ 17 แสดงชุดตะเกียง(เตียงลดขนาด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 เครื่องคั้นไฮโดรลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 วัตถุดิบของผักกาดขาว

ภาพที่ 20 วัตถุดิบของกะหล่ำปลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21 วัตถุดิบของผักคะน้า

ภาพที่ 22 วัตถุดิบของผักบุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายชูโชค หวันทา เกิดวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2518 จบการศึกษาระดับมัธยมต้นและมัธยมปลายจากโรงเรียน สุรศักดิ์มนตรี กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาจากสถาบันราชภัฏธนบุรี กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

นางสาวดวงเดือน ไตรสรณกุลชัย เกิดวันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ. 2518 จบการศึกษาระดับมัธยมต้นและมัธยมปลายจากโรงเรียนวัดอินทาราม กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับอนุปริญญาจากสถาบันราชภัฏธนบุรี กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

นางสาวสมศรี จันสุกสี เกิดวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2504 จบการศึกษาระดับมัธยมต้นจากโรงเรียนพนางตุง พัทลุง จบการศึกษาระดับประโยควิชาชีพ จากวิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จบการศึกษาประโยควิชาชีพชั้นสูงจากวิทยาเขตเทคนิคภาคใต้สงขลา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้