21688

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

~~ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง~~

ปัญหาพิเศษ

T096519

ว/ม.
ส/1327
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96519
วัน,เดือน,ปี 3 JUN 2009

b 11777862
i.....

เรื่อง

การผลิตวุ้นสวรรค์จากแตงโม

จัดทำโดย

นายธนกร กัวตระกูล รหัสนักศึกษา 46040201

นายศุภฤกษ์ นุชอุดม รหัสนักศึกษา 46040254

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

Faculty of Agricultural Industry

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ 10520

King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang
Bangkok 10520 Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายธนกร กัวตระกูล , นายศุภฤกษ์ นุชอุดม : การผลิตวุ้นสวรรค์จากแตงโม
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงภารคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ

วุ้นสวรรค์ที่ผลิตจำหน่ายโดยทั่วไป นิยมเรียกว่า วุ้นมะพร้าว เนื่องจากใช้น้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบ การทำวุ้นสวรรค์จากผลไม้และเปลือกผลไม้ชนิดต่างๆจึงน่าสนใจ การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาการผลิตวุ้นสวรรค์จากแตงโม เนื่องจากในแตงโมมีทั้งน้ำตาล และกรดผสมอยู่ และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพราะมีน้ำอยู่ถึงร้อยละ 92 ที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์จึงน่าจะสามารถนำมาผลิตวุ้นสวรรค์ได้ พบว่าเมื่อใช้น้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโมที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 6 , 8 และ 10 Brix สามารถผลิตวุ้นสวรรค์ที่มีความหนาได้ใกล้เคียงกับวุ้นสวรรค์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าว โดยพบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมกับการผลิต คือ 8 Brix ทำให้ได้แผ่นวุ้นที่หนาที่สุด 6 Brix และ10 Brix จะทำให้ได้แผ่นวุ้นหนารองลงมา ตามลำดับ แล้วได้ทำการศึกษาการเกิดสีของวุ้นสวรรค์ชนิดต่างๆโดยใช้เครื่องวัดสี พบว่า วุ้นสวรรค์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าว,น้ำแตงโม และน้ำเปลือกแตงโมนั้นมีสีใกล้เคียงกัน โดยสีของวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวจะมีสีขาวที่สุด รองลงมาคือวุ้นสวรรค์จากน้ำแตงโมและวุ้นสวรรค์จากน้ำเปลือกแตงโม ตามลำดับ ศึกษาเนื้อสัมผัสความแข็งแรงของเจลของวุ้นทั้ง 3 ชนิดโดยใช้เครื่อง Texture Analyzer หัว Probe P/2N วัดแรงเจาะทะลุ พบว่า วุ้นสวรรค์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าว,น้ำแตงโม และน้ำเปลือกแตงโม นั้นมีความแข็งแรงของเจลใกล้เคียงกัน โดยความแข็งแรงของเจลของ วุ้นสวรรค์จากแตงโมจะมีความแข็งมากที่สุด รองลงมาคือ วุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวและน้ำเปลือกแตงโม ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองทั้งหมดพบว่าทั้งความหนา, สี และความแข็ง มีความแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น

.....	.....	.....
.....	(รศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ)	(วัน/เดือน/ปี)
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การผลิตวุ้นสวรรค์จากแตงโม ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาให้คำปรึกษา คอยแนะนำ ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการจัดทำ รวมทั้งกรุณาตรวจสอบแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

และขอขอบคุณอาจารย์ในคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและให้ความรอบรู้แนะนำในเรื่องต่างๆ และ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาตลอด

นายธนกร กัวตระกูล
นายศุภฤกษ์ นุชอุดม
16 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ข

สารบัญ ค

สารบัญตาราง จ

สารบัญภาพ ฉ

สารบัญภาคผนวก ช

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์

2.1 ความสำคัญของการผลิตวุ้นสวรรค์ 2

2.2 เซลลูโลส (Cellulose) จากวุ้นสวรรค์ 4

2.3 ลักษณะทางเคมีและคุณสมบัติของวุ้นสวรรค์ 6

2.4 ลักษณะของเชื้อที่ใช้ในการหมักวุ้นสวรรค์ 7

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและการสร้างวุ้นสวรรค์จากเชื้อ *A. xylinum* 8

2.6 การผลิตวุ้นวุ้นสวรรค์ 14

2.7 การเสื่อมเสียของวุ้นวุ้นสวรรค์ 15

2.8 การใช้ประโยชน์จากเซลลูโลสที่ได้จากแบคทีเรีย *A. xylinum* 16

2.9 แตงโม 16

บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง 20

3.2 วัตถุดิบ 21

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 21

3.4 การวัดเนื้อสัมผัส 23

3.5 การวัดสี 23

3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ 23

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์การทดลอง

4.1 การหา % yield ของน้ำที่สกัดจากเนื้อแตงโมและเปลือกแตงโม 24

4.2 ศึกษาผลผลิตของวุ้น เมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้น(% Brix) ต่างๆกัน 25

4.3 ศึกษาผลผลิตของวุ้น เมื่อใช้ปริมาณเชื้อต่างๆกัน 27

4.4 ศึกษาสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อหมักวุ้นเสร็จใหม่ๆ โดยเครื่องวัดสี 29

4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน โดยเครื่องวัดสี 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความแข็งของวุ้นชนิดต่างๆ เมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน โดยเครื่อง Texture analyzer 32

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 34

เอกสารอ้างอิง 36

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 37

ภาคผนวก ข 41

ภาคผนวก ค 42

ภาคผนวก ง 43

ภาคผนวก จ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของวุ้นมะพร้าว 3
ตารางที่ 2.2 ผลผลิตวุ้นน้ำมะพร้าว เมื่อใช้ปริมาณเชื้อต่างๆกัน หลังจากหมักไว้ 2 สัปดาห์ 9
ตารางที่ 2.3 ผลผลิตของวุ้นน้ำมะพร้าว เมื่อใช้น้ำมะพร้าวที่มีความเข้มข้นต่างๆกัน หลังจากหมักไว้ 2 สัปดาห์ 10
ตารางที่ 2.4 ผลผลิตของวุ้นน้ำมะพร้าว เมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้นต่างๆกัน ภายหลังการหมักไว้ 2 สัปดาห์ 12
ตารางที่ 2.5 ผลผลิตของวุ้นน้ำมะพร้าว ที่ใส่สารประกอบไนโตรเจนต่างๆกัน เมื่อหมักไว้ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 28 – 31 ^{0}C 13
ตารางที่ 2.6 ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกันต่อความหนาแน่นของแผ่นวุ้นมะพร้าว 14
ตารางที่ 2.7 โดยวิเคราะห์จากส่วนที่นำมารับประทานได้ หรือจากเนื้อแตงโม จำนวน 100 กรัม 18
ตารางที่ 4.1 แสดงค่า %yield ของน้ำที่สกัดจากเนื้อแตงโมและเปลือกแตงโม 24
ตารางที่ 4.2 แสดงค่า ผลผลิตของวุ้นชนิดต่างๆ เมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้นต่างๆ(% Brix) กัน ภายหลังการหมัก 7 วัน 25
ตารางที่ 4.3 แสดงค่า ผลผลิตของวุ้น เมื่อใช้ปริมาณเชื้อต่างๆกัน ภายหลังการหมัก 7 วัน 27
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อหมักวุ้นเสร็จใหม่ๆโดยเครื่องวัดสี 29
ตารางที่ 4.5 แสดงลักษณะสีที่ปรากฏของวุ้นแต่ละชนิดหลังจากหมักเสร็จใหม่ 29
ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วันโดยเครื่องวัดสี 30
ตารางที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีที่ปรากฏของวุ้นแต่ละชนิดเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน 30
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงความแข็งของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน โดยเครื่อง Texture analyzer 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 ส่วนของโมเลกุลของเซลลูโลส 5
ภาพที่ 2.2 บริเวณที่เป็นผลึกซึ่งเป็นระเบียบในเส้นใยเซลลูโลส 5
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างตาข่ายที่ล้อมรอบหุ้มตัวเซลล์ของ *Acetobacter Xylinum* ไว้ข้างใน 6
ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำตาล (% Brix)ต่างๆกัน กับความหนาเฉลี่ยของการเกิดแผ่นวุ้นชนิดต่างๆ 26
ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อหมัก(%)ต่างๆกัน กับความหนาเฉลี่ยของการเกิดแผ่นวุ้นชนิดต่างๆ 28
ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นหลังจากแช่น้ำไว้ 3 วัน 31
ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของน้ำตาลต่างๆกัน กับความแข็งแผ่นวุ้นชนิดต่างๆ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวก ก กระบวนการผลิตวุ้นแตงโมและวุ้นเปลือกแตงโม 37
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ความหนาของวุ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆ 41
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ความหนาของวุ้นเมื่อระดับปริมาณเชื้อต่างๆ 42
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์สีของวุ้นด้วยเครื่องวัดสี 43
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส(ความแข็ง)ของวุ้นด้วยเครื่อง Texture Analyzer 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการปลูกผลไม้ ให้กินกันตลอดทุกฤดูกาล ส่งผลให้ปีๆหนึ่งมีเปลือกผลไม้เหล่านี้ถูกทิ้งมากมาย แม้จะมีการเก็บนำมาใช้ประโยชน์บ้างแต่ก็ไม่มากนัก จนกลายเป็นมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการนำสิ่งเหล่านี้กลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และก็พบว่าเปลือกและไส้ผลไม้บางชนิดสามารถนำมาผลิตเป็นวุ้นมะพร้าวได้ โดยแต่เดิมการทำวุ้นมะพร้าวจะใช้น้ำมะพร้าวอ่อนบ้างแก่บ้างมาผลิตเป็นวุ้น แต่นอกจากการใช้น้ำมะพร้าวแล้วสามารถใช้เปลือกผลไม้ต่างๆ มาแทนน้ำมะพร้าวได้ เช่น เปลือกแตงโม เปลือกสับปะรด ชังขนุน ไส้ฝรั่ง ฯลฯ ก็สามารถนำมาผลิตวุ้นมะพร้าวได้ เพราะในเปลือกผลไม้เหล่านี้มีทั้งน้ำตาลและกรดต่างๆ ผสมอยู่

แตงโม ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตแทนน้ำมะพร้าวได้ เพราะในแตงโมมีทั้งน้ำตาลและกรดผสมอยู่และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพราะมีน้ำอยู่ถึงร้อยละ 92 ที่อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ มีปริมาณ Glutathione และแคโรทีนอยด์ มหาศาล ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย มี Lycopene มาก และ สามารถป้องกันโรคมะเร็งที่เกิดจากอนุมูลอิสระได้ ผลแตงโม มีแคลเซียม มีวิตามินเอ และซี มี น้ำตาลหลายชนิด และอื่น ๆ เมล็ดแตงโม มีไขมัน มีโปรตีน แป้ง วิตามินบี2 เอ็นไซม์ และอื่น ๆในแตงโมยังอุดมไปด้วยโปแตสเซียม ซึ่งมีสรรพคุณช่วยขับปัสสาวะ ลดความดันเลือด และอาการตัวบวมนอกจากนี้ ยังมีสรรพคุณช่วยลดความร้อนภายในร่างกาย ช่วยป้องกันและรักษาอาการของโรคไข้หวัด หรือเจ็บคอ ช่วยลดความดันโลหิต และยังช่วยในการขับน้ำปัสสาวะได้ดีเนื้อของแตงโม นอกจากจะมีรสหวานแล้ว ยังมีสรรพคุณในการเป็นยาบำรุงร่างกาย ช่วยในการย่อย

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณภาพทางเคมีของน้ำแตงโมและเปลือกแตงโม
2. ศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์จากแตงโมและเปลือกแตงโม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทัศน์

2.1 ความสำคัญของการผลิตวุ้นสวรรค์

ประเทศไทย เป็นประเทศที่ส่งผลผลิตทางการเกษตรออกไปขายยังต่างประเทศมากมาย เนื้อมะพร้าวอบแห้ง และ กะทิสำเร็จรูปก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไทยส่งไปขายนำเงินเข้าประเทศมานานแล้ว แต่ก่อนนั้นน้ำมะพร้าวจะถูกทิ้งเสียเปล่าถึงปีละมากกว่า 3 พันล้านลิตร ทำให้เกิดสภาวะสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ต่อมาได้มีผู้นำน้ำมะพร้าวแก่มาผลิตน้ำส้มสายชูหมักหรือใช้ดองผัก ในบางประเทศ เช่น อินเดีย ได้ผลิตน้ำมะพร้าวแก่บรรจุขวดออกจำหน่ายเป็นอุตสาหกรรมและในประเทศฟิลิปปินส์ ได้มีรายงานว่าใช้น้ำมะพร้าวเป็นส่วนผสมของเครื่องดื่มเพื่อช่วยบำบัดอาการท้องร่วง เช่นเดียวกับการใช้น้ำเกลือ ใช้อาบน้ำคนไข้ที่เป็นหัด อีสุกอีใส หรือผีดาษ เพื่อบรรเทาอาการคัน ใช้น้ำมะพร้าวแก่เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อใช้งานด้านวิทยาศาสตร์ การแพทย์และการเกษตร เนื่องจากในน้ำมะพร้าวมีส่วนผสมของสารต่างๆ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต โพแตสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซีย และแร่ธาตุอื่นๆซึ่งช่วยในการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืช และจุลินทรีย์ได้ดี

วุ้นสวรรค์เป็นชื่อผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นอาหารหวานทำจากน้ำมะพร้าวแก่ ที่ชาวฟิลิปปินส์คิดค้นขึ้นมานานแล้ว แต่ยังเป็นของใหม่สำหรับประเทศไทยมีลักษณะเป็นก้อนหรือแผ่นหนาคล้ายวุ้นมีผิวเรียบเป็นเงาเนื้อแน่นเหนียวคล้ายลูกตาล นำมาประกอบอาหารคาวหวานได้หลายชนิด ได้แก่ วุ้นลอยแก้ว เยลลี่ วุ้นกรอบ ชำ แกง และผัด นอกจากน้ำมะพร้าวแก่ที่เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการผลิตวุ้นมะพร้าวแล้วยังจะต้องใช้หัวเชื้อแบคทีเรีย ชื่อ *Acetobacter Xylinum* เติมลงไปในน้ำมะพร้าวเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการจับตัวเป็นวุ้นอีกด้วย (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร,2542 : 11)

วุ้นสวรรค์ เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตรอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจเพราะสามารถผลิตได้ง่ายทั้งในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรม ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตต่ำ เพราะใช้น้ำมะพร้าวแก่ที่เหลือทิ้งในครัวเรือนหรือในอุตสาหกรรมมะพร้าวตากแห้ง โรงงานอุตสาหกรรมกะทินำมาเป็นวัตถุดิบหมักด้วยวิธีง่ายๆกับเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดอะซิติก เมื่อได้แผ่นวุ้นแล้วสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารคาวและอาหารหวาน สำหรับอาหารคาวจะปรุงโดยการใช้วุ้นมะพร้าวแทนเนื้อปลาหมึกและแงกระพรุน สามารถใช้เป็นอาหารมังสวิรัติได้ เช่น ต้มยำ ยำต่างๆ แกงเผ็ด แกงจืด ผัดเผ็ด เป็นต้น ส่วนอาหารหวานได้แก่ วุ้นในน้ำเชื่อม วุ้นลอยแก้ว รวมมิตร วุ้นกรอบ ฟรุตสลัด รับประทานกับไอศครีม เป็นต้น และยังได้น้ำส้มสายชูหมักเป็นผลพลอยได้อีกอย่างหนึ่งด้วย (สมคิด ธรรมรัตน์, 2531 : 25)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การผลิตวุ้นน้ำมะพร้าว</u> พบว่าน้ำมะพร้าวที่ใช้เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นจะต้องเป็นน้ำมะพร้าวแก่ที่สดและใหม่ มีไขมันน้อยในปริมาณร้อยละ 10-20 (โดยปริมาตร) ปรับสภาวะให้มีค่าความเป็นกรด 4-5 โดยใช้กรดอะซิติก และมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอ มีการเติมน้ำตาล และสารประกอบไนโตรเจน โดยน้ำตาลได้แก่ กาแลคโตส เด็กซ์โตส และมอลโทส ใส่ในปริมาณร้อยละ 5-8 น้ำหนักต่อปริมาตร เพื่อเป็นแหล่งของคาร์บอนให้เชื้อใช้ในการเจริญเติบโตส่วนสารประกอบไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต แอมโมเนียมซัลเฟต ใส่ในปริมาณร้อยละ 0.5-0.6 น้ำหนักต่อปริมาตร เพื่อเร่งให้เชื้อผลิตแผ่นวุ้นเซลลูโลสได้หนาในระยะเวลาอันสั้นถ้าใส่ในปริมาณมากจะทำให้ผลผลิตลดลง

ปริมาณเซลลูโลสในวุ้นน้ำมะพร้าวเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการหมักเพิ่มขึ้น แต่จะเริ่มคงที่เมื่อเวลาในการหมัก 10 วันโดยมีปริมาณเซลลูโลสในแผ่นวุ้นเซลลูโลสเป็นร้อยละ 0.7 โดยน้ำหนัก และความหนาของแผ่นวุ้นเซลลูโลสเป็น 10 มิลลิเมตร

ส่วนประกอบของวุ้นน้ำมะพร้าว จากการศึกษาถึงส่วนประกอบของวุ้นน้ำมะพร้าวจากเชื้อ *A. xylinum* (ตารางที่ 1) พบว่าสารประกอบส่วนใหญ่เป็นพวกคาร์โบไฮเดรต และเมื่อนำมาวิเคราะห์ถึงชนิดของคาร์โบไฮเดรตพบว่าเป็นเซลลูโลส คิดเป็นองค์ประกอบร้อยละ 95-97 ของของแข็งทั้งหมด เซลลูโลสในวุ้นน้ำมะพร้าวมีโครงสร้างแบบเดียวกับเซลลูโลสในพืชแต่เส้นใยจะมีขนาดเล็กละเอียด (Microfibril) ไม่มีลิกนิน เฮมิเซลลูโลส และเพคตินปะปนทำให้สามารถแยกเซลลูโลสบริสุทธิ์ออกจากวุ้นน้ำมะพร้าวได้ง่าย

<u>ตารางที่ 2.1</u> ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของวุ้นมะพร้าว

	ผลการวิเคราะห์โดย			
	Araceli	วิทยาศาสตร์บริการ	กองเกษตรเคมี	
น้ำ	67.7	94.4	94.6	เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.2	0.05	0.06	เปอร์เซ็นต์
ไฟเบอร์	-	1.10	1.15	เปอร์เซ็นต์
โปรตีน	nil	0.68	0.84	เปอร์เซ็นต์
เถ้า	-	0.77	0.10	เปอร์เซ็นต์
คาร์โบไฮเดรต	-	3.00	3.20	เปอร์เซ็นต์
แคลเซียม	12	3.45	520	มิลลิกรัม/100กรัม
เหล็ก	5	0.02	-	มิลลิกรัม/100กรัม
ฟอสฟอรัส	2	22.0	5.70	มิลลิกรัม/100กรัม
วิตามินบี1	Trace	0.01	-	มิลลิกรัม/100กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ผลการวิเคราะห์โดย			
	Araceli	วิทยาศาสตร์บริการ	กองเกษตรเคมี	
วิตามินบี2	0.01	0.02	-	มิลลิกรัม/100กรัม
ไนอาซีน	-	0.22	0.22	มิลลิกรัม/100กรัม

ที่มา : สมคิด ธรรมรัตน์,2529 : 250

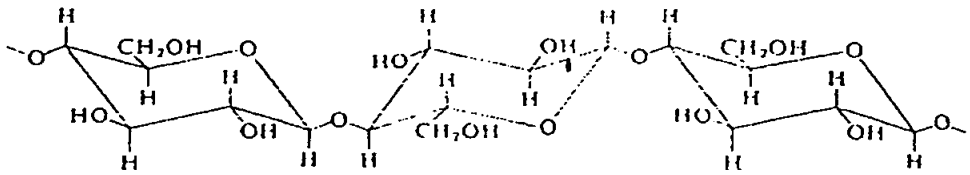
คุณค่าทางโภชนาการของวุ้นน้ำมะพร้าวจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อทำการยืดอายุด้วยวิตามิน และเกลือแร่บางชนิด : (มิลลิกรัม / 100 กรัม) ไนอะซิน 7.522 ไรโบฟลาวิน 0.3682 ไทอะมีน 0.6443 กรดแอสคอร์บิก 27.67 แคลเซียม 62.86 ฟอสฟอรัส 9.14 สารอาหารที่ช่วยยืดอายุนี้จะทำให้สามารถเก็บวุ้นนี้ได้ที่อุณหภูมิห้องหรืออุณหภูมิตู้เย็น (เชิดชัย ตั้งอมรสุขสันต์, นฤมล ชูวัฒนะเดช และ อินทิราปรุงเลิศ บัวทอง, 2535 : 16)

2.2 เซลลูโลส (Cellulose) จากวุ้นสวรรค์

เซลลูโลสได้จากผนังสัตว์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่นพืชที่ได้จากไม้เนื้ออ่อน (Softwood) หรือไม้ใยยาว เช่น สน 2 ใบ สน 3 ใบ ไม้เนื้อแข็ง (Hardwood) หรือไม้ใยสั้น เช่น ยูคาลิปตัสและพืชที่ไม่ใช่ไม้ (Nonwood) เช่น ฝ้าย ปอ ชานอ้อย เป็นต้น นอกจากนี้ อะมีบา ราเมือก สาหร่ายทะเลและเชื้อ Acetobacter ก็สามารถผลิตเซลลูโลสจำนวนมากได้เช่นกัน แหล่งเซลลูโลสที่ใช้ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ได้จากพืช แต่ปัจจุบันพบว่าได้มีการนำเซลลูโลสจากเชื้อมาใช้ประโยชน์กันมากขึ้นไมโครไฟบริลของเซลลูโลสที่พบจากแหล่งต่างๆ มีขนาดที่แตกต่างกันไมโครไฟบริลของเซลลูโลสที่ได้จากพืช หรือจากเชื้อมีขนาดประมาณ 10 นาโนเมตร ส่วนเซลลูโลสที่พบจากสาหร่ายทะเลมีขนาด 25-30 นาโนเมตร

เซลลูโลสเป็นสารโพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharide) หรือน้ำตาลหลายชั้น ประกอบด้วยหน่วยโมโนเมอร์ (Monomer Units) คือกลูโคส มีสูตรโมเลกุลเป็น ($C_6H_{10}O_5$) มีชื่อทางเคมีว่า 1,4 β-D-Polyanhydroglucopyranose โครงสร้างของเซลลูโลสจะประกอบด้วยกลูโคสตั้งแต่ 15 ถึง 40,000 หน่วยต่อกันเป็นสายด้วยพันธะ β -(1,4) glycosidic และมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาซึ่งประมาณ 1,500,000 ดาลตันโดยเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

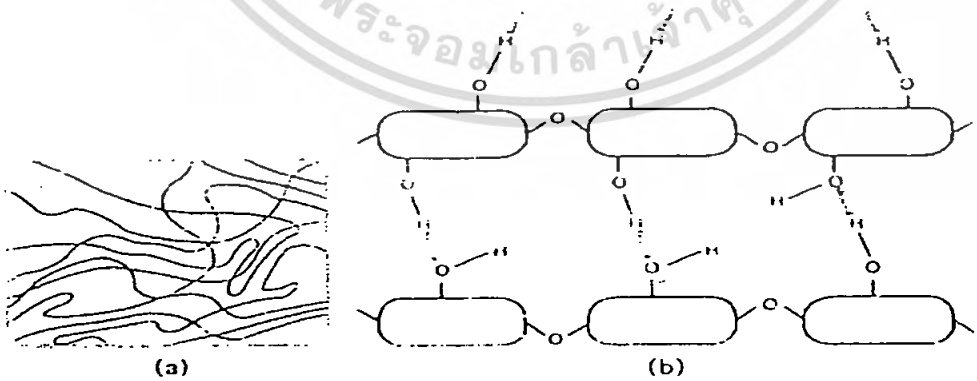


ภาพที่ 2.1 ส่วนของโมเลกุลของเซลลูโลส

ที่มา : รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2536 : 184

จากการศึกษาโดยเอ็กซเรย์ดิฟแฟรกชัน พบว่าเส้นใยของเซลลูโลสประกอบด้วยบริเวณที่เป็นผนึกซึ่งเป็นระเบียบ และบริเวณที่ไม่เป็นระเบียบ สำหรับบริเวณที่เป็นผลึกในเส้นใยของเซลลูโลสโมเลกุลจะจัดตัวขนานซึ่งกันและกัน และยึดติดกันอย่างมีระเบียบโดยพันธะไฮโดรเจน (ภาพที่ 2.2) แต่สำหรับบริเวณที่ไม่เป็นระเบียบมีจำนวนของหมู่ OH อิสระอยู่มากกว่าส่วนที่เป็นระเบียบดังนี้ บริเวณที่ไม่เป็นระเบียบจึงดูดน้ำได้มากกว่า โดยน้ำจะก่อพันธะไฮโดรเจนกับหมู่ OH อิสระเหล่านี้ เชื่อกันว่าบริเวณที่เป็นผลึก หรือเป็นระเบียบเป็นบริเวณที่ให้ความแข็งแรง และบริเวณที่ไม่เป็นระเบียบเป็นบริเวณที่ให้ความยืดหยุ่น (รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2536 : 184)

พันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลทำให้เซลลูโลสในธรรมชาติสามารถคงรูปอยู่ได้ และทำให้สายโซ่โมเลกุลมีการจัดเรียงตัวในลักษณะขนาน (parallel) จนกลายเป็นผลึก การจัดเรียงตัวทำให้เกิดโครงสร้างของเส้นใยเซลลูโลสในระดับ SupermolecularStructure โดยส่วนที่เป็น Crystalline Micelles มีการจัดเรียงโมเลกุลของเซลลูโลสอย่างเป็นระเบียบล้อมรอบอยู่ในตาข่ายของส่วนที่เป็นอสัญฐานซึ่งมีการจัดเรียงโมเลกุลไม่เป็นระเบียบ

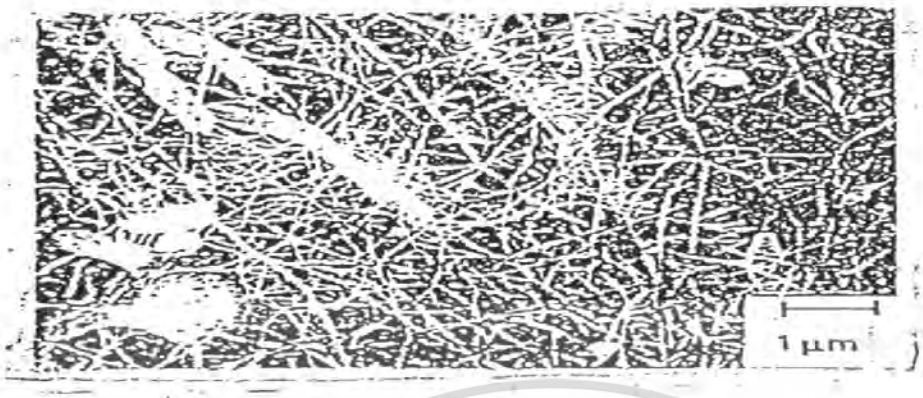


ภาพที่ 2.2 (a) บริเวณที่เป็นผลึกซึ่งเป็นระเบียบในเส้นใยเซลลูโลส

(b) พันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสเพื่อให้เกิดบริเวณที่เป็นระเบียบขึ้น

ที่มา : รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2536 : 184

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างตาข่ายที่ล้อมรอบหุ้มตัวเซลล์ของ *Acetobacter Xylinum* ไว้ข้างใน

ที่มา : Yamanaka and Watanabe

สำหรับเซลลูโลสที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยเชื้อ *A. xylinum* พบการสร้างเซลลูโลสของเชื้อมี 2 ขั้นตอน คือขั้นตอนแรกกลูโคสในรูปของโมเลกุลอิสระจะเข้าไปภายในเซลล์ และรวมตัวกันเป็นสารตั้งต้น คือ โพลีกลูโคแซน สารนี้ถูกส่งผ่านออกมาภายนอกเซลล์ ขั้นที่สองโพลีเมอร์เหล่านี้รวมตัวกันเป็นเส้นใยเซลลูโลสขนาดเล็ก (Microfibril) ซึ่งมีความแข็งมากขึ้นเซลลูโลสที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นเมือกและเป็นแผ่นฝ้าที่ผิวหน้าของอาหารเหลว

2.3 ลักษณะทางเคมีและคุณสมบัติของวุ้นสวรรค์

ในปี 1886 Brown ได้อธิบายถึงแบคทีเรียชนิดหนึ่งซึ่งสร้างเยื่อที่มีความแข็งเมื่อเลี้ยงให้เจริญในอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตอยู่มาก เขาพบว่าเยื่อเหนียวสามารถละลายได้ใน Ammoniacal Copper Hydroxide และให้น้ำตาลรีดิวซ์เมื่อถูกย่อยด้วยกรดซัลฟูริก และเนื่องจากเขามาพบว่าในฝ้ายก็สามารถเกิดสารเหล่านี้เช่นกัน เขาจึงเรียกจุลินทรีย์นี่ว่า *Acetobacter xylinum*

เมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนพบว่าเซลลูโลสที่สร้างจาก *A. xylinum* จะสร้างมาจากเส้นใยไฟเบอร์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเหมือนกับเส้นใยเซลลูโลสที่มาจากผนังเซลล์พืชชนิดอื่นๆ สำหรับ *A.xylinum* สายพันธุ์นี้จะทำการสังเคราะห์อยู่นอกเซลล์ ซึ่งการสังเกตเซลล์เหล่านี้จะกระทำได้โดยการมองผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนเท่านั้น

ในการสังเคราะห์เซลลูโลส แบคทีเรียจะเริ่มจากการปล่อยสารเมือกที่มีโครงสร้างเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นอีกไม่นานก็จะก่อกันขึ้นเป็นเส้นใยเซลลูโลส โดยจะมีการต่อกันเป็นโซ่ยาวต่อไปภายนอกเซลล์ โดยมีการสันนิษฐานว่ามีเอนไซม์เข้ามาช่วยภายในชั้นวุ้นที่เห็นทั้งหมดจะประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

เซลลูโลสทั้งชิ้น เส้นใยเซลลูโลสที่ได้จากสารเริ่มต้นที่ *A. xylinum* สร้างนั้นจะถูกนำมารวมกันกายนอกเซลล์ โดยจะไม่เกิดการขยายตัว (Extensive) การเจริญของเส้นใยสามารถเจริญได้ที่ปลายด้านใดด้านหนึ่ง หรือทั้งสองปลาย ในอัตรา 0.1 ไมโครเมตรต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 °C ทั้งนี้การสร้างจะเกิดอย่างต่อเนื่องในระหว่างการบ่ม (เชิดชัย ตั้งอมรสุขสันต์, นฤมล ชูวัฒนะเดช และอินทิรา ปรุงเลิศบัวทอง, 2535 : 3)

เซลลูโลสจากวุ้นสวรรค์ มีลักษณะดังนี้ คือ

1) ไม่มีเฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพคตินเจือปนทำให้ง่ายต่อการทำให้เซลลูโลสบริสุทธิ์

2) มีความเป็น Hydrophilic สูงเนื่องจากการมีพื้นที่ผิวในโครงสร้างมาก จึงสามารถอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity) สูงถึง 60-70 เท่าของน้ำหนักแห้ง

3) ทนต่อแรงดึง และสูงกว่าไฟเบอร์สังเคราะห์ต่างๆ โดยมี Young s modulus ประมาณ 30,000 เมกกะปาสคาล ซึ่งสูงกว่า Organic Fiber ถึง 4 เท่า และค่าความต้านแรงดึงซึ่งมีค่าสูงกว่าฟิล์มโพลีเอทธิลีน (Polyethelene) หรือ ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) ถึง 5 เท่า

4) ในการสังเคราะห์เส้นใยเซลลูโลสสามารถเลือก Substrate ซึ่งมีราคาถูก และหาได้ง่ายในท้องถิ่น ทำให้ต้นทุนของการผลิตวุ้นเซลลูโลสมีราคาต่ำ

5) การสร้างเซลลูโลสของวุ้นสวรรค์ ในช่วงไมโครไฟบริลเริ่มเกาะกันเป็นสาย จนเป็น Amorphous Cellulose สามารถควบคุมให้มีสมบัติทางกายภาพตามที่ต้องการ โดยจัดการเกี่ยวกับความหนาแน่นของเซลล์ สภาวะในการหมัก ลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการหมัก และองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งทำให้ควบคุมสมบัติเกี่ยวข้องกับความขาว สว่าง ความแข็งแรง และความยืดหยุ่นของเซลลูโลสจากเชื้อได้

2.4 ลักษณะของเชื้อที่ใช้ในการหมักวุ้นสวรรค์

เชื้อที่ใช้ในการหมักวุ้นน้ำมะพร้าวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Acetobacter aceti subspecies xylinum* หรือ *A. xylinum* มีลักษณะเป็นท่อนสั้น ขนาด 2 X 0.6 ถึง 0.8 ไมครอน มี G – C content ของ DNA 55-64 mole% การจัดเรียงตัวต่อกันเป็นสายสั้นๆ ไม่เคลื่อนที่ สร้างแคปซูลได้ เมื่อเซลล์ยังอ่อนจะย้อมติดสีแกรมลบ และเมื่อเซลล์มีอายุมากขึ้น พบว่าสามารถย้อมติดสีได้ทั้งแกรมบวก และลบ การเจริญบนอาหารแข็งจะมีโคโลนีที่มีลักษณะเป็นทรงกลมนูน ผิวเรียบแยกโคโลนีเดี่ยวๆ ชัดเจน ขุ่นเหนียว มีสีน้ำตาลอ่อน เมื่ออายุมากขึ้นความเหนียวจะเพิ่มขึ้น มีผิวขรุขระ และยึดเซลล์ของเชื้อเข้าด้วยกันทำให้แต่ละโคโลนีจับรวมตัวกัน เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนจะเห็นว่ามีชั้นเมือกห่อหุ้มผนังเซลล์ของเชื้อไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อ *A. xylinum* เป็นเชื้อที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต สามารถสร้างเอนไซม์ catalase สามารถเจริญในอาหารที่เอทานอลเป็นส่วนประกอบอยู่ร้อยละ 3 ได้ เชื้อจะไม่สร้างสี แต่จะสร้างวุ้นเซลลูโลส เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็นองค์ประกอบ เชื้อไม่สามารถรีดิวซ์ไนเตรท หรือย่อยเจลาตินได้ นอกจากนั้นไม่สร้างอินโดล และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไม่สามารถย่อยแป้งเพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนได้อีกด้วยการสร้างวุ้นเซลลูโลสจะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน เช่น กลูโคส กาแลคโตส มอลโตส แลคโตส และซูโครส เป็นต้น เชื้อสามารถ ใช้อะซิเตท และแลคเตทเป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อการเจริญได้อีกด้วยโดยจะสามารถออกซิไดซ์กรดทั้งสองเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

เชื้อ *Acetobacter* ที่สามารถสร้างวุ้นเซลลูโลสนี้เป็นเชื้อที่มีความใกล้เคียงกับ Gluconobacter ซึ่งอยู่ในตระกูล (family) Pseudomonadaceae คือมีความสามารถในการสร้างกรดอะซิติก จากแอลกอฮอล์ได้ *Acetobacter* เป็นเชื้อที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ยกเว้นบางชนิดก็สามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้ระยาง (flagella) และบางชนิดนอกจากสร้างกรดได้แล้ว ยังสามารถเปลี่ยนกรดกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ได้อีกด้วย เชื้อ *A. xylinum* อยู่ในพวกที่สามารถสร้างกรดได้ และสามารถสร้างวุ้นเซลลูโลส ในปัจจุบันนิยมใช้ *A. xylinum* เป็นจุลินทรีย์ สำหรับผลิตวุ้นเซลลูโลส เพราะสามารถเจริญได้ง่าย สร้างวุ้นได้รวดเร็วกว่าเชื้อตัวอื่น โดยผลิตได้ในปริมาณมาก และใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่าย

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและการสร้างวุ้นสวรรค์จากเชื้อ *A. xylinum*

การที่จะผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพดี คือมีเนื้อวุ้นที่เนียนนุ่มเหนียวพอเหมาะ ไม่เป็นเส้นใยนั้น มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ (สมคิด ธรรมรัตน์, 2531 : 250)

1) เชื้อที่ใช้ในการหมัก

เชื้อที่ใช้ในการหมักวุ้นสวรรค์ เป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบในการหมักน้ำส้มสายชูตามธรรมชาติทั่วไป แต่ถ้าหากต้องการจะผลิตวุ้นให้ได้ผล และมีประสิทธิภาพดี ควรใช้เชื้อบริสุทธิ์ที่แยกและคัดเลือกแล้วว่าเหมาะสมสำหรับการผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวโดยเฉพาะ เชื้อนี้เมื่อเลี้ยงบนอาหารวุ้นโคโลนีกลม นูนทึบแสง สีน้ำตาลอ่อน ผิวเรียบมันขนาด 1-2 mm. จะสามารถสร้างวุ้นได้ดีที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ต่ำ หรือสูงกว่าอุณหภูมิห้องมากๆ จะทำให้เชื้อไม่สามารถเจริญได้ โดยเฉพาะอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส การสร้างวุ้นก็จะไม่เกิดขึ้นในอาหารที่มีความเป็น กรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 4-5 ปริมาณของเชื้อที่ใช้ในการผลิตวุ้นน้ำมะพร้าว (inoculum) จะต้องใช้ในปริมาณที่มากพอ เพื่อให้สร้างวุ้นในช่วงแรกได้ทันกับเชื้อที่อาจติดมากับน้ำมะพร้าว หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อที่ปนเปื้อนลงไปในระหว่างการหมัก เมื่อเชื้อเจริญ และมีปริมาณมากพอถึงระดับหนึ่งจะมีการสร้างวุ้นขึ้น โดยจะสร้างสายเซลลูโลส (Cellulose Microfibril) และเมื่อมีมากขึ้นจะสานและรวมตัวกันเห็นเป็นเส้นขุ่นขาวอยู่ในอาหารเหลวโดยจะค่อยลอยตัวขึ้นที่ผิวหน้าอาหารและเมื่ออยู่ที่ผิวหน้าของอาหารจะเริ่มสานตัวกันแน่นจนเป็นแผ่นวุ้น เพื่อสามารถรับออกซิเจนให้ได้มากที่สุดความหนาของแผ่นวุ้นจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของหัวเชื้อมากกว่าความหวานของน้ำหมัก โดยพบว่าปริมาณ inoculums ที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ในช่วง 10 – 20 % จะทำให้ได้ผลผลิตวุ้นมากที่สุด ถ้าใช้ปริมาณ inoculums มากขึ้นกลับปรากฏว่าได้ผลผลิตที่ต่ำลง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2.2 ผลผลิตวุ้นน้ำมะพร้าว เมื่อใช้ปริมาณเชื้อ(inoculums)ต่างๆกัน หลังจากหมักไว้ 2 สัปดาห์

ปริมาณเชื้อหมัก	ความหนาเฉลี่ย(cm.)	น้ำหนัก (gm.)
5	1.9	111.0
10	2.2	134.6
15	2.2	137.2
20	2.4	146.5
25	2.1	122.6
30	2.1	125.7
35	1.9	113.7
40	1.8	105.0
45	1.8	90.1
50	1.7	92.6

ที่มา : สมคิด ธรรมรัตน์ , 2531 : 259

2) น้ำมะพร้าว

น้ำมะพร้าวที่ใช้ควรเป็นน้ำมะพร้าวแก่เพราะเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และอุตสาหกรรมที่หาได้ง่าย และมีคุณค่าทางอาหารเหมาะสมกับการเจริญของเชื้อวุ้นอยู่แล้ว ไม่ควรใช้น้ำมะพร้าวที่เริ่มงอก น้ำมะพร้าวที่จะนำมาใช้ควรจะเป็นน้ำมะพร้าวที่สดและใหม่ มีไขมันน้อย ไม่มีการปนเปื้อนของน้ำมะพร้าวที่เน่าเสียมาก่อน จากนั้นนำมาต้มให้ไขมันละลาย และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปะปนมากับน้ำมะพร้าว การใช้น้ำมะพร้าวที่เจือจางมาผลิตวุ้นจะทำให้ผลผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวลดลง (ตารางที่ 3)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ผลผลิตของวุ้นน้ำมะพร้าว เมื่อใช้น้ำมะพร้าวที่มีความเข้มข้นต่างๆกัน หลังจากหมักไว้ 2 สัปดาห์

ความเข้มข้นน้ำมะพร้าว (%)	ความหนาเฉลี่ย (cm.)	น้ำหนัก(gm.)
0	-	-
1	0.20	2.2
5	0.50	10.0
10	0.70	16.2
15	1.00	22.0
20	1.20	27.0
25	1.36	30.0
30	1.36	30.3
35	1.53	36.5
40	1.56	38.6
45	1.70	39.3
50	1.80	48.0
75	2.03	54.5
100	2.16	57.0

ที่มา : สมคิด ธรรมรัตน์ , 2531 : 259

3) ออกซิเจน (O_2)

เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียที่สร้างวุ้นน้ำมะพร้าวต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต ดังนั้นในการผลิตวุ้นน้ำมะพร้าว ควรเลือกภาชนะในการหมักที่มีพื้นผิวหน้ากว้าง เพราะเชื้อจะสร้างแผ่นวุ้นเฉพาะส่วนบนของน้ำมะพร้าวเท่านั้น ตามปกติแล้วแบคทีเรีย *A. xylinum* สามารถสร้างเซลลูโลสในสภาพการหมักที่ผิวแบบนิ่ง (Static and Surface Fermentation) โดยระหว่างการหมักต้องระวังไม่ให้มีการกระทบกระเทือน เพราะเมื่อแผ่นวุ้นจม เชื้อจะสร้างแผ่นวุ้น เชื้อจะเจริญใหม่บนผิวหน้าของน้ำมะพร้าว เกิดแผ่นวุ้นแผ่นใหม่ ทำให้แผ่นวุ้นบาง วัสดุที่ใช้ในการปิดโหลหมักควรจะระบายอากาศได้ เช่น ผ้าขาวบาง ไม่ควรใช้แผ่นพลาสติก หรือผ้าที่หนาจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ(Dissolved Oxygen) ในระดับที่สูงจะส่งผลกระทบทำให้การสร้างเซลลูโลสของเชื้อแบคทีเรีย *A. xylinum* ลดลง ถ้าน้ำหมักมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ได้แผ่นวุ้นที่มีลักษณะโครงสร้างเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous Texture) ซึ่งเป็นแผ่นวุ้นที่มีคุณภาพดี(High Quality Pellicle) เนื่องจากมีองค์ประกอบที่เป็นของแข็งในปริมาณสูง (High Solid Content) และมีค่า Syneresis ต่ำ

4) ความเป็นกรด-ด่าง

ถ้าต้องการผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวให้ได้ผลผลิตสูงในเวลาอันสั้นควรเติมกรดน้ำส้ม จากการทดลองของกลุ่มงานวิจัยวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร และอุตสาหกรรมกองเกษตรเคมี พบว่าถ้าต้องการเก็บวุ้นเร็วภายใน 10 วัน โดยต้องการความหนาของวุ้นประมาณ 1-1.5 cm. ควรเติมกรดน้ำส้ม 1-2 % แต่ถ้าต้องการวุ้นหนาประมาณ 1.5-2.5 cm. โดยปล่อยให้การหมักนานเกิน 10 วัน จะต้องเติมกรดน้ำส้มในปริมาณ 2-2.5 % จึงจะเหมาะสมที่สุด จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของกรดน้ำส้ม 3 % จะให้ผลผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวสูงสุด เมื่อหมักวุ้นได้นาน 2 สัปดาห์

กรดอะซิติก จะเป็นตัวยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ เพื่อให้เชื้อ *A. xylinum* สามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็ว เนื่องจากเชื้อในกลุ่ม Acetobacter สามารถออกซิไดซ์เอทานอลไปเป็นกรดอะซิติกได้ แต่การสร้างวุ้นจะไม่เกิดขึ้นถ้าหากไม่มีกลูโลสในอาหาร และนอกจากนี้ยังไม่สามารถเจริญในอาหารที่มีเอทานอลถ้าหากไม่มีการเติมกรดอะซิติก เกลืออะซิเตท หรือกลูโคสด้วย โดยที่ทั้งเอทานอลและกรดอะซิติกเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานทำให้ได้วุ้นสูงขึ้นในระยะเวลาสั้น นอกจากนี้เอทานอลยังมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่น ซึ่งอาจปนเปื้อนมากับอาหารและกรรมวิธีในการผลิต ความเข้มข้นของเอทานอลร้อยละ 6 โดยปริมาตร สามารถสร้างวุ้นได้มากที่สุด และเติมกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1.5 จะได้วุ้นมากที่สุด

5) ปริมาณน้ำตาล

น้ำตาลเป็นแหล่งของคาร์บอนให้เชื้อเจริญเติบโตและสร้างแผ่นวุ้น ในการหมักวุ้นน้ำมะพร้าวเชื้อสามารถใช้น้ำตาลหลายชนิด เช่น Galactose, Dextrose, Sucrose, Lactose, Maltose ทั้งนี้พบว่า น้ำตาล Dextrose จะให้ความหนาของวุ้นสูงสุด รองลงมาได้แก่ Sucrose ส่วนน้ำตาลชนิดอื่นๆ จะให้วุ้นบางและนิ่ม ดังนั้นน้ำตาลที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตวุ้นน้ำมะพร้าว คือ น้ำตาล Sucrose หรือน้ำตาลทราย โดยใช้ปริมาณ 5-8 %(ตารางที่ 6) ถ้าใช้ปริมาณน้ำตาลน้อยกว่า 5 % จะทำให้เนื้อวุ้นน้ำมะพร้าวที่ได้นิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ผลผลิตของวุ้นน้ำมะพร้าว เมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้นต่างๆกัน ภายหลังการหมักไว้ 2 สัปดาห์

ความเข้มข้นน้ำตาล (%)	ความหนาเฉี่ย (cm.)	น้ำหนัก (cm.)
0	1.75	102.95
1	1.90	111.45
2	2.00	111.75
3	2.10	133.95
4	2.20	164.00
5	2.45	127.50
6	2.45	128.85
7	2.50	135.85
8	2.55	121.75
9	2.10	115.25
10	1.55	81.00

ที่มา : สมคิด ธรรมรัตน์ , 2531 : 261

6) สารประกอบไนโตรเจน

การเติมสารประกอบไนโตรเจนในการหมักวุ้นน้ำมะพร้าว จะช่วยเร่งให้การผลิตแผ่นวุ้นได้หนาในเวลาอันสั้น สารที่ใช้ได้ดี คือ แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต($NH_4H_2PO_4$) แอมโมเนียมซัลเฟต [$(NH_4)_2SO_4$] โดยใช้ในปริมาณ 0.5-0.6 % และถ้าใส่ในปริมาณมากกว่านี้จะทำให้ผลผลิตลดลง

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีไนโตรเจนอยู่เลยจะทำให้แบคทีเรีย *A. xylinum* ไม่สามารถเจริญและ สร้างวุ้นได้ การเติมสารที่เป็นแหล่งไนโตรเจน โดยเฉพาะสารที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียมจะช่วยเร่งการเจริญเติบโต และการสร้างวุ้นให้เร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ผลผลิตของวุ้นน้ำมะพร้าว ที่ใส่สารประกอบไนโตรเจนต่างๆกัน เมื่อหมักไว้ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 28 – 31 ^{0}C

ความเข้มข้นไนโตรเจน(%)	ผลิตผลเฉลี่ย (cm^3)				
	KNO_3	$NaNO_3$	$(NH_4)_2SO_4$	$NH_4H_2PO_4$	Bactopeptone
0.00	4.00	4.30	4.20	4.16	4.33
0.10	3.53	3.50	4.00	4.00	3.00
0.20	3.16	3.26	1.20	4.50	3.50
0.30	2.50	3.10	4.90	5.00	3.63
0.40	2.00	2.50	6.50	6.60	4.33
0.50	1.50	2.00	6.00	3.16	5.00
0.60	1.20	1.50	6.60	7.00	4.50
0.70	0.90	0.95	5.50	5.33	3.66
0.80	0.50	0.70	4.16	4.50	3.50

ที่มา : สมคิด ธรรมรัตน์ , 2531 : 261

การใช้สารประกอบไนโตรเจนจาก KNO_3และ $NANO_3$ ไม่พบการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและการสร้างวุ้นเลย เนื่องจากสารประกอบไนเตรทเป็นพิษต่อแบคทีเรียชนิดนี้ การเติมสารประกอบไนโตรเจนในการหมักช่วยการผลิตวุ้นได้หนาในเวลาสั้น สารประกอบไนโตรเจนที่ให้วุ้นดีที่สุดคือ [$(NH_4)_2SO_4$] ส่วนไนเตรทในรูปโซเดียมไนเตรท และโปตัสเซียมไนเตรท เชื้อจะไม่สามารถนำมาใช้ได้ เชื้อ *A. xylinum* ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่ได้จากธรรมชาติ จะต้องเติมสารที่ช่วยในการเจริญเติบโต เช่น ยีสต์สกัด(Yeast Extract) ด้วยเนื่องจากยีสต์สกัด ประกอบวิตามินและกรดอะมิโนหลายชนิดที่ใช้ในการเจริญเติบโตของเชื้อ *A. xylinum*

7) อุณหภูมิ

เชื้อจุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* สร้างวุ้นมะพร้าวได้ดีที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้เชื้อสามารถเจริญได้คืออยู่ในระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส เนื่องจากการสร้างวุ้นมะพร้าวเกี่ยวข้องกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อย่างมาก เมื่อเชื้อเจริญได้ดีการสร้างวุ้นน้ำมะพร้าวก็จะเกิดได้เร็วด้วย อุณหภูมิที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าอุณหภูมิห้องมากๆอาจทำให้เชื้อไม่เจริญ โดยเฉพาะอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสการสร้างวุ้นก็จะไม่เกิดด้วย จึงแสดงการใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมได้ดัง ตารางที่ 6

ตารางที่ 2.6 ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกันต่อความหนาแน่นของแผ่นวุ้นมะพร้าว

อุณหภูมิ (เซลเซียส) / ความเป็นกรดด่าง	28	32	36
3.5	1.30	1.20	1.22
4.0	1.32	1.01	1.11
4.5	1.23	1.23	1.24
5.0	1.23	1.23	1.20

ที่มา : วิเชียร กิจปรีชาวนิช , 2521 : 43

การผลิตวุ้นด้วยเชื้อ *A. xylinum* นี้อาจใช้วัตถุดิบทางการเกษตรอื่นๆได้อีกด้วย เช่น น้ำสัมปะรด น้ำอ้อย น้ำตาลปี๊บ และน้ำนมสด เนื้อวุ้นที่ได้จะมีลักษณะคล้ายกัน อาจจะมีกลิ่นของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตติดมาบ้าง ทั้งนี้ปัจจัยการผลิตย่อมแตกต่างกันออกไปบ้าง เช่น ความเข้มข้นของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำตาล สารไนโตรเจน และสายพันธุ์ของเชื้อที่ใช้

2.6 การผลิตวุ้นสวรรค์

การผลิตแบ่งได้ 3 ขั้นตอนคือ

1) การเตรียมเชื้อหมัก(Starter)

ใช้น้ำมะพร้าวสดและใหม่ 300 มิลลิลิตรเติมน้ำตาลทราย 15 กรัม (5%) นำไปนึ่งฆ่าเชื้อหรือต้มให้เดือด บรรจุในขวดแก้วที่สะอาด ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมเชื้อบริสุทธิ์ *A. xylinum* No. Agr.60 (เป็นเชื้อที่ผลิตวุ้นที่ได้ปริมาณสูงในเวลาอันสั้น วุ้นที่ได้มีคุณภาพดี มีเนื้อเนียน มีความนุ่น และหนึบพอเหมาะ) ปิดภาชนะด้วยสำลีหรือผ้าขาวบาง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1-2 วัน จนเกิดเป็นชั้นของวุ้นบางๆ บนผิวหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การหมักวุ้น

เตรียมน้ำมะพร้าว เติมน้ำตาลทราย 10 % นำไปต้มให้เดือด บรรจุในกาชนะทนกรด และปากกว้างเพื่อให้เชื้อได้รับออกซิเจนและสะดวกในการเก็บผลผลิต เช่น โหลแก้ว ถาดสแตนเลส หรืออ่างเคลือบ ทิ้งให้เย็น เติมกรดน้ำส้มเข้มข้น 1 % ของน้ำแตงโม เติมเชื้อหมักที่เตรียมไว้ 10 %ของน้ำแตงโม อาจเติมแอมโมเนียไดไฮโดรเจนฟอสเฟต หรือแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5% ของน้ำมะพร้าว เพื่อให้เกิดแผ่นวุ้นหนาและเร็วขึ้น ปิดด้วยผ้าขาวบาง 3-4 ชั้น ตั้งทิ้งไว้โดยระมัดระวังไม่ให้กระเทือน เพราะแผ่นวุ้นจะจม หากแผ่นวุ้นจมจะได้แผ่นวุ้นไม่หนาและเชื้อจะสร้างแผ่นวุ้นใหม่ขึ้นที่ผิวหน้าแทนแผ่นวุ้นแผ่นเดิม เมื่อครบ 10-15 วันจะได้แผ่นวุ้นหนา 1.0-2.5 cm. จึงเก็บแผ่นวุ้นขึ้นโดยระวังเรื่องความสะอาดของวัสดุที่ใช้เก็บเพื่อป้องกันการปะปนของเชื้อราเพราะ น้ำที่เหลือเมื่อตั้งทิ้งไว้จะได้แผ่นวุ้นเกิดขึ้นใหม่ และเก็บต่อไปได้อีกจนกว่าน้ำแห้งหรือแบ่งน้ำที่เหลือจากการหมักนี้ไปทำเชื้อหมักในการหมักครั้งต่อไป หรือจะนำไปกรองให้ใส แล้วต้มพอเดือดก็จะได้น้ำส้มสายชูหมักไว้เป็นผลพลอยได้อีกอย่างหนึ่งด้วย

3) การแปรรูป

แผ่นวุ้นมะพร้าวที่ผลิตได้สามารถเก็บไว้ได้นานหลายเดือน เมื่อเก็บขึ้นแล้วนำมาล้าง จะเก็บโดยแช่ในน้ำสะอาดไว้ในตู้เย็นได้ 1-2 เดือน แต่ถ้านำมาต้มให้สุกจะเก็บได้ไม่นานเท่าวุ้นที่ยังไม่ได้ต้ม แผ่นวุ้นมะพร้าวที่เก็บใหม่ๆ จะมีรสเปรี้ยวและมีกลิ่นกรดน้ำส้มปะปนอยู่ ก่อนนำมาประกอบอาหารจะต้องล้างให้สะอาด ถ้าต้องการให้มีสีขาวใสจะนำไปแช่ในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 1-2% ประมาณ 6-12 ชั่วโมง หรือแช่ค้างคืนแล้วจึงนำ มาต้มแล้วแช่น้ำไว้ เปลี่ยนน้ำ 2-3 ครั้ง จนหายเปรี้ยวและหมดกลิ่นกรด เมื่อล้างเอากรดออกหมดวุ้นก็จะจืดสนิทไม่เปรี้ยว วุ้นที่จืดสนิทม่เปรี้ยวนี้หากแช่น้ำค้างคืนจะเสียและเหม็นเน่าได้ง่าย ควรรีบนำมาแปรรูปหรือเชื่อมโดยเร็ว จึงนำมาประกอบอาหารคาวหวานได้หลายชนิด

2.7 การเสื่อมเสียของวุ้นสวรรค์

ในกระบวนการหมักวุ้นมะพร้าวมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ 2 กลุ่ม คือ

ยีสต์ ได้แก่ Candida, Saccharomyces, Klochera

แบคทีเรีย ได้แก่ Entreobacteriaceae และ Micrococcaceae

ลักษณะการเสื่อมเสียของวุ้นมะพร้าวที่เกิดการปนเปื้อนของยีสต์และแบคทีเรีย คือ วุ้นเละ ไม่เกิดแผ่นวุ้น เนื้อวุ้นเป็นรู น้ำขุ่น วุ้นเน่า วุ้นหนาไม่สสม่ำเสมอ มีเมือก วุ้นเกิดแผ่นแก๊สดันจนแผ่นวุ้นไม่เรียบ เกิดจุดสีขาวบนเนื้อวุ้นและวุ้นเป็นฝ้า หากในกระบวนการหมักมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าว จะส่งผลให้ปริมาณวุ้นมะพร้าวที่ได้ลดต่ำลง ดังนั้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการการหมักวุ้นมะพร้าวจะต้องรักษาความสะอาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ดังกล่าว

2.8 การใช้ประโยชน์จากเซลลูโลสที่ได้จากแบคทีเรีย *A. xylinum*

เซลลูโลสที่ได้จากแบคทีเรีย *A. xylinum* ได้มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อาทิเช่น ใช้เป็นสารให้ความคงตัว และเป็นสารให้ความหนืดในอุตสาหกรรมอาหาร กาว ผงซักฟอก สิ่งทอ หรือในอุตสาหกรรมยา ใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ(Healthy Food) เพิ่มใย และกากอาหาร นอกจากนี้ยังพบว่ายังเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษคุณภาพสูง เช่น กระดาษลำโพง กระดาษคาร์บอน เป็นต้น

Collado (1987) พบว่าสามารถนำเซลลูโลสจาก *A. xylinum* เป็นวัตถุดิบหรือส่วนประกอบทางด้านอิเล็กทรอนิก อีกทั้งใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้กับอาหาร ลัยังใช้เป็นตัวอิมัลซิไฟเออร์ ในขณะที่ Benzon et al. (1990) พบว่าเซลลูโลสที่ได้จากเชื้อดังกล่าวมีคุณสมบัติคล้ายยาง แต่ไม่เหนียว สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร อาทิเช่น ไอศครีม ฟลุตคอดเทล และผลิตภัณฑ์ลูกกวาด

Asian Business (1994 : 76) ได้รายงานว่าสามารภนำวุ้นเซลลูโลสมาเป็นสารเพิ่มความคงตัวในผลิตภัณฑ์นม น้ำผลไม้ และ ยังสามารถนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง รวมทั้งยังสามารถนำมากับอุปกรณ์เครื่องดนตรีได้อีกด้วย

นอกจากนี้สามารถนำเซลลูโลสจาก *A. xylinum* มาทำปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อให้ได้อนุพันธ์ของเซลลูโลส (Cellulose Derivatives) เช่น ไฮดรอกซีเมทิลเซลลูโลส (Hydroxymethylcelllose) คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethylcelllose) หรือ เซลลูโลสอะซิเตท (Cellulose Acetate) จะทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากเซลลูโลสได้กว้างขวางยิ่งขึ้น (วราวุฒิ ครูส่ง และกรวิกา สุขศรีวงษ์, 2539)

2.9 แตงโม

แตงโมมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซิทรัลลัส วูลการีส (Citrullus Vulgaris) เป็นพืชที่อยู่ในตระกูลแตง (Family :cucurbitaceae) พืชในตระกูลนี้ นอกจากแตงโมแล้วก็มี แตงกวา ฟักแฟง แตงหอม แตงแคนตาลูป เป็นต้น แตงโม จัดเป็นพืชเมืองร้อน มีถิ่นกำเนิดในแอฟริกาตอนเหนือและตะวันออกกลาง ต่อมาได้แพร่ขยายออกไปในอเมริกา เอเชีย และยุโรป สมัยเมื่อฝรั่งเข้าไปตั้งรกรากในอเมริกาก็พบว่ามีชาวอินเดียแดงปลูกแตงโมกันแล้ว

พฤกาศาสตร์ แตงโมจัดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ส่วนทางด้านของขอบใบ จะแตกออกเป็นหยักๆเห็นได้ชัดเจน ปกติในแต่ละใบจะมีประมาณ 3-4 หยัก ลำต้นเป็นเถาเลื้อยไปดิน ปกติเมื่อโตเต็มที่จะมีความยาวประมาณ 2-3 เมตร ลักษณะของต้น จะเป็นเหลี่ยมๆ มีกิ่งแขนงที่เจริญออกจากลำต้นมากมาย ส่วน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รากแตงโมจะมีส่วนตัวผู้และตัวเมียอยู่คนละดอกกันที่เรียกว่า โมโนอีเซียส (Monoecious) แต่ดอกทั้งสองชนิดจะอยู่ในต้นเดียวกัน ดอกจะเกิดบริเวณโคนของก้านใบ ปกติจะพบว่าแตงโม จะมีดอกตัวผู้มากกว่าดอกตัวเมียถึง 7 เท่า และพบว่าดอกตัวเมียมักเกิดขึ้นในข้อที่ 3, 4, 9 และ 10 จากนั้นดอกที่เกิดต่อๆไปจะห่างไปทุกๆ 5 ข้อ ความแตกต่างของดอกตัวผู้และดอกตัวเมียที่สังเกตได้ง่าย คือที่โคนกลีบดอกของตัวเมีย จะมีรังไข่ซึ่งมีลักษณะคล้ายผลแตงโมขนาดเล็ก ส่วนขิงดอกตัวผู้จะไม่มี ผลแตงโมมีน้ำหนักตั้งแต่ 1-15 กิโลกรัมขึ้นอยู่กับพันธ์และการบำรุงรักษา รูปร่างของแตงโมมีตั้งแต่ กลม รูปไข่ กลมยาว จนถึงทรงกระบอก สีของเปลือกก็แตกต่างกันไปตั้งแต่เขียวอ่อน จนถึงเขียวเข้ม เนื้อของผล ถ้ายังไม่แก่จะมีสีขาว ถ้าแก่จัดจะมีสีแดง ส่วนเมล็ดมีลักษณะคล้ายรูปไข่ ในผลหนึ่งๆ จะมีเมล็ดประมาณ 400-600 เมล็ด ซึ่งเมล็ดจะงอกได้ดีที่อุณหภูมิ 32-35 องศาเซลเซียส แต่ปัจจุบันนี้ได้มีการผสมพันธุ์ เพื่อไม่ให้แตงโมไม่มีเมล็ดได้สำเร็จแล้ว

พันธุ์แตงโม

แตงโมที่ปลูกกันในปัจจุบันมีอยู่หลายพันธุ์ด้วยกัน ทั้งเป็นพันธุ์ในประเทศ และของต่างประเทศ ซึ่งโดยทั่วไปจะจัดแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ โดยถือเอาลักษณะของผลและเมล็ดเป็นเกณฑ์กำหนดได้ดังนี้ คือ พันธุ์ธรรมดา พันธุ์ไม่มีเมล็ด และพันธุ์เมล็ด

พันธุ์ชูก้าเบบี้ จัดอยู่ในกลุ่มของพันธุ์ธรรมดา มีลักษณะของผลค่อนข้างกลมปานกลางไม่ใหญ่มากนัก ผลแก่จะมีน้ำหนักประมาณ 4 กิโลกรัม ผิวนอกของผลสีเขียวแก่ จนดูเกือบจะดำ ริ้วสีเขียวปนดำขึ้นบนผิวเปลือก ซึ่งเปลือกจะมีลักษณะแข็งและเหนียว มีคุณสมบัติเหมาะในการขนส่งไปในระยะทางไกลๆ โดยไม่บอบช้ำง่าย สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ลักษณะของเนื้อภายในผลจะมีเนื้อละเอียดเป็นทรายแดง รสหวานจัด ขนาดของเมล็ดเล็ก เป็นพันธุ์เบา อายุนับตั้งแต่เริ่มงอกจนถึงเก็บเกี่ยวผลได้ประมาณ 68 วัน หรือนับตั้งแต่ต่อดอกจนถึงผลแก่เก็บได้ ประมาณ 35-45 วันให้ผลผลิตสูงปัจจุบันเป็นที่นิยมปลูกกันมาก ในเนื้อที่ปลูก 1 ไร่ จะสามารถให้ผลิตผลเฉลี่ยประมาณ 7,000-8,000 กิโลกรัม

พันธุ์ชาเลสตัน เกรย์ จัดอยู่ในกลุ่มของพันธุ์ธรรมดา เป็นพันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่ น้ำหนักต่อผลเฉลี่ยประมาณ 9 กิโลกรัม ลักษณะผลยาวรี ผิวผลสีเขียวปนขาวหรือเขียวอ่อน มีริ้วเป็นชั้นร่างแหสีเขียวเข้ม เปลือกแข็งทนต่อการขนส่ง เนื้อในสีชมพู ไส้ไม่ล้มง่าย รสหวาน คุณสมบัติพิเศษของแตงโมพันธุ์นี้มีความทนทานต่อโรคเหี่ยวที่เกิดจากรา (Fusarium Wilt) โรคแอนแทรคโนสและทนทานต่อการตายนึ่งอันเกิดจากถูกแดดเผาได้ดีมาก เป็นพันธุ์หนัก อายุนับตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลได้ ประมาณ 85 วัน

พันธุ์เซสโร่ เบบี้ ไฮบริด จัดอยู่ในพันธุ์ธรรมดาเช่นเดียวกัน มีลักษณะผลกลมสีเขียวอ่อน มีลายสีเขียวเข้มพาด ลักษณะภายในมีเนื้อสีเหลือง ผิวบางแต่เหนียว อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 70 วัน

พันธุ์เฟงซาน เบอร์ 1ไฮบริด เป็นพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มพันธุ์ที่ไม่มีเมล็ด ลักษณะผลกลมสีเขียวเข้ม มีลายสีเขียวเข้มกว่าพาด ขนาดผล 20-21เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 7 กิโลกรัม มีเนื้อแน่นสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

03519

แดง รสหวาน มีคุณสมบัติขนส่งได้ไกลๆ และเก็บรักษาได้ดี เป็นพันธุ์ที่สำคัญของไต้หวันที่ส่งจำหน่ายแก่ตลาดฮ่องกง

พันธุ์เรดโคท ไฮบริด เป็นพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มพันธุ์เมล็ด มีลักษณะผลกลมเนื้อสีขาวหมดส่วนเมล็ดจะเป็นสีแดง

พันธุ์วานลี เอฟ 2 ไฮบริด จัดอยู่ในกลุ่มพันธุ์เมล็ด มีลักษณะกลม เนื้อสีขาว เมล็ดมีสีดำ น้ำหนักต่อผลเฉลี่ย ประมาณ 3 กิโลกรัม ในหนึ่งผลจะมีเมล็ดประมาณ 400 เมล็ด

นอกจากพันธุ์ดังกล่าวนี้แล้ว เกษตรกรในบ้านเรายังนิยมปลูกแตงโมในพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งมีทั้งผลกลม ผลกลมรี และผลยาว สีของเปลือกมีตั้งแต่สีเขียวแก่ มีลายตามความยาวของผล เนื้อสีแดงเข้ม แดงอ่อน และสีเหลือง มีเมล็ดขนาดใหญ่และมีปริมาณมาก รสไม่ค่อยหวาน ไส้มักล้มง่าย แต่ทนต่อความแห้งแล้งได้ดี พันธุ์ดังกล่าวนี้มักจะไม่ค่อยแน่นอนในเรื่องความปริสุทธิ์ของสายพันธุ์ เพราะเกิดการผสมปนกันมาหลายชั่วอายุ ชื่อพันธุ์ก็มักจะนิยมเรียกกันอยู่ตามแหล่งปลูก ซึ่งพันธุ์เหล่านี้ เข้าใจว่าพันธุ์ดั้งเดิมนั้น จะมาจากไต้หวัน โดยชาวสวนได้เก็บมาปลูกไว้เอง และเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์สืบต่อๆ กันมา พันธุ์ดังกล่าวนี้ ได้แก่ พันธุ์บางช้าง พันธุ์บางเบิด เป็นต้น

คุณค่าทางอาหารของแตงโม

ตารางที่ 2.7 โดยวิเคราะห์จากส่วนที่นำมารับประทานได้ หรือจากเนื้อแตงโม จำนวน 100 กรัม

	ผลการวิเคราะห์	
น้ำ	92.3	เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	0.2	กรัม
โปรตีน	0.1	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	7.2	กรัม
แคลเซียม	0.8	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	7.0	มิลลิกรัม
โปแตสเซียม	82.0	มิลลิกรัม
วิตามินซี	6.0	มิลลิกรัม
ไทอามิน	0.02	มิลลิกรัม
ไนอาซิน	0.02	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาบิน	0.03	มิลลิกรัม

ที่มา : วารสารเคหะการเกษตรฉบับพิเศษ การปลูกแตงโมเป็นการค้า เรียบเรียงโดยฝ่ายข้อมูลวารสารเคหะการเกษตร 19/27 ถนนงามวงศ์วาน บางเขน ก.ท.ม.

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์จากแตงโม

ส่วนผลของแตงโมใช้รับประทานสด จะช่วยแก้กระหายน้ำ และแก้ร้อนได้หรือรับประทานกับปลาแห้ง ส่วนของผลอ่อน นำมาต้ม และรับประทานเป็นผักจิ้มน้ำพริก เปลือกของแตงโมแก่ นำมาทำแกงเลียง และเมล็ดก็ใช้คั่วรับประทานเป็นของว่างได้ เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำมาดัดแปลงเพื่อทำเป็นอาหารต่างๆ ได้หลายชนิดดังนี้ เช่น แตงโมอ่อนดองสามรส แตงโมทรงเครื่อง เปลือกแตงโมเชื่อมแห้ง เปลือกแตงโมดองเค็ม แช่อิ่มเปลือกแตงโม แยมแตงโม น้ำแตงโมเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. เครื่องชั่งตวง
2. เครื่องปั่นเปียก
3. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่างๆ
4. กะละมังพลาสติก
5. หม้อสแตนเลส
6. ถาดหมัก
7. ผ้ากรอง
8. กระดาษฟอยด์
9. มีด
10. เขียง
11. เตาแก๊ส
12. กระดาษวัด PH
13. กระชอน
14. ทัพพี
15. ถ้วยอลูมิเนียม
16. ช้อนตักสาร
17. เชือก
18. Refractometer
19. เครื่องวัดสี
20. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส texture analyzer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วัตถุดิบ

1. น้ำมะพร้าวแก่
2. เนื้อแตงโมพันธุ์จินตหรา
3. เปลือกแตงโมพันธุ์จินตหรา
4. น้ำตาลทราย
5. แอมโมเนียมซัลเฟต
6. Acetic acid
7. เชื้อจุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum*

3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. <u>การหมักวุ้นมะพร้าว</u>

กรองน้ำมะพร้าวผ่านผ้าขาวบาง

↓

เติมน้ำตาลทราย 10 % นำไปต้มให้เดือด

↓

รอจนอุ่นหรือเย็น

↓

เติมกรดอะซิตริก 1 % , แอมโมเนียมซัลเฟต 0.5% และ
เติมเชื้อหมักที่เตรียมไว้ 10 % ของน้ำมะพร้าว

↓

เทน้ำมะพร้าวใส่ถาดพลาสติกหรือถาดสแตนเลส

↓

ปิดทับด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์และรัดด้วยเชือกฟาง

↓

ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 7 วัน จะได้แผ่นวุ้น

↓

แช่ในน้ำสะอาดไว้ประมาณ 2 วัน เปลี่ยนน้ำวันละประมาณ 3 – 4 ครั้ง

↓

นำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การหมักวุ้นแตงโม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวัดเนื้อสัมผัส

ทำการวัดค่าความแข็งของวุ้นสวรรค์ที่ทำจากน้ำมะพร้าว น้ำแตงโม และน้ำเปลือกแตงโม เมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน โดยใช้เครื่อง Texture analyzer TA-TX 2 ซึ่งติดตั้งหัววัดเข็มแรงเจาะทะลุ ขนาด P2/N

3.5 การวัดสี

ทำการวัดค่าสีของวุ้นสวรรค์ที่ทำจากน้ำมะพร้าว น้ำแตงโม และน้ำเปลือกแตงโม โดยใช้เครื่องวัดสี ทำการวัดสีของวุ้น เมื่อหมักเสร็จใหม่ๆกับวัดสีของวุ้นเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน

3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบค่าความหนา สี และเนื้อสัมผัส จะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนก 2 ทาง โดยใช้ในรูปการมีอิทธิพลร่วมทั้ง 2 ปัจจัย และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan 's Multiple

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์การทดลอง

4.1 การหา % yield ของน้ำที่สกัดจากเนื้อแตงโมและเปลือกแตงโม

ค่า % yield ของน้ำที่สกัดได้จากเนื้อแตงโมและเปลือกแตงโม ทำโดยนำเนื้อแตงโมมาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นเปียก กรองเอากากที่เป็นของแข็งออกหลายๆครั้งนำน้ำที่กรองได้ไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาคำนวณค่าหา % yield ส่วนเปลือกแตงโมก็ทำเช่นเดียวกัน เพื่อดูว่ามีการสูญเสียไปมากน้อยเท่าไร และได้น้ำที่สกัดออกมาเท่าไรในแต่ละลูก

ตาราง 4.1 แสดงค่า %yield ของน้ำที่สกัดจากเนื้อแตงโมและเปลือกแตงโม

น้ำหนักแตงโมทั้งลูก (kg.)	น้ำหนักเนื้อแตงโม (kg.)	น้ำหนักเปลือกแตงโม (kg.)	น้ำหนักน้ำจากเนื้อแตงโม (kg.)	น้ำหนักน้ำจากเปลือกแตงโม (kg.)	%yield ของน้ำจากเนื้อแตงโม	%yield ของน้ำจากเปลือกแตงโม
2.261	1.116	1.097	0.956	0.857	85.66	78.12
2.356	1.295	1.121	1.063	0.862	82.08	76.90
2.346	1.205	1.124	0.906	0.824	75.19	73.31
2.749	1.417	1.224	1.221	0.952	83.00	77.78
2.760	1.547	1.176	1.344	0.920	86.88	78.23
2.862	1.635	1.184	1.446	1.005	88.44	84.88
2.883	1.647	1.192	1.510	1.062	91.68	89.09
2.904	1.564	1.289	1.320	1.074	84.40	83.32
3.087	1.647	1.388	1.378	1.134	83.67	81.70
3.142	1.660	1.445	1.382	1.190	83.25	82.35
3.181	1.653	1.460	1.376	1.153	83.24	78.97
3.235	1.861	1.336	1.633	1.081	87.75	80.91
3.412	2.101	1.269	1.883	1.038	89.62	8180
3.495	2.132	1.320	1.907	1.075	89.45	81.44
3.626	2.228	1.352	1.951	1.107	87.57	81.88
3.677	2.165	1.473	1.866	1.196	86.88	81.19
3.718	2.349	1.329	2.014	1.036	85.74	77.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาผลผลิตของวุ้น เมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้น(% Brix) ต่างๆกัน

ในการผลิตวุ้น ใช้น้ำตาลเป็นอาหารของจุลินทรีย์และเป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อให้จุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* สามารถใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างแผ่นวุ้น จากการทดลองเปรียบเทียบความหนาของแผ่นวุ้น ซึ่งได้ทำการปรับความเข้มข้นของน้ำตาล (% Brix) ต่างๆกัน คือ 6 , 8 , 10 Brix ผลการทดลองแสดง ดังตาราง 4.2 และ ภาพที่ 4.1

ตาราง 4.2 แสดงค่า ผลผลิตของวุ้นชนิดต่างๆ เมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้นต่างๆ(% Brix) กัน ภายหลังการหมัก 7 วัน

ความเข้มข้นน้ำตาล (%)	ความหนาเฉลี่ยของวุ้น(cm.)		
	น้ำมะพร้าว	น้ำแตงโม	น้ำเปลือกแตงโม
6	$_{A}1.22^{b}$	$_{A}1.24^{b}$	$_{A}1.18^{b}$
8	$_{A}1.28^{a}$	$_{A}1.26^{a}$	$_{A}1.21^{a}$
10	$_{B}1.04^{c}$	$_{B}1.12^{c}$	$_{B}1.10^{c}$

หมายเหตุ :ตัวอักษรในมุมบนขวาแนวนอนที่เหมือนกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

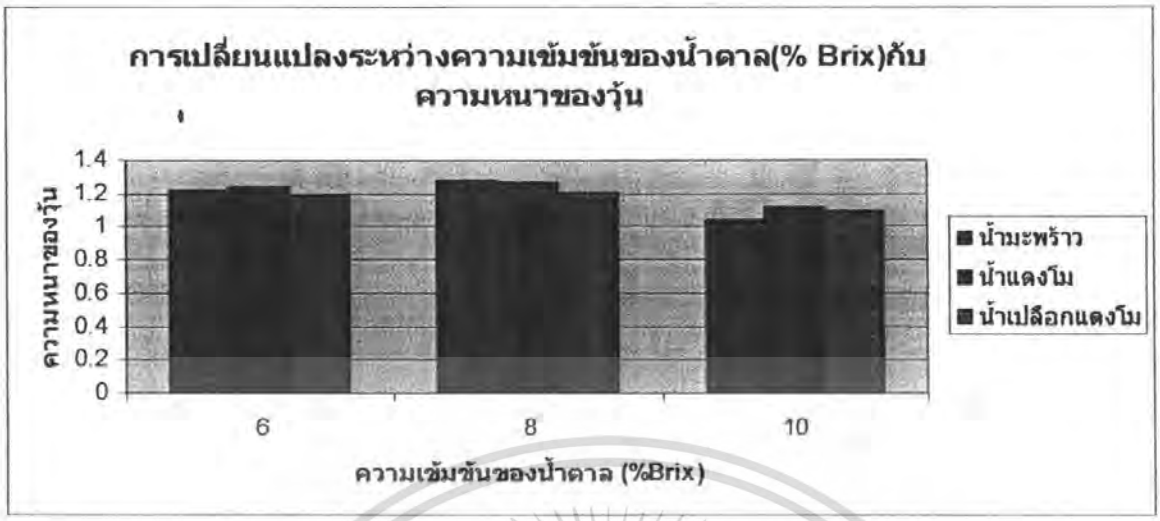
ตัวอักษรในมุมล่างซ้ายแนวตั้งที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลของการใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ระดับต่างๆในการผลิตวุ้นสวรรค์

ผลของการใช้วัตถุดิบในการผลิตวุ้นสวรรค์ชนิดต่างๆเมื่อเปลี่ยนแปลงก็มิได้มีผลต่อความหนาของวุ้นสวรรค์ให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือ ค่า sig. > 0.05 จากการวิเคราะห์แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ผลของการใช้ความเข้มข้นของน้ำตาล(% Brix)ที่ระดับต่างๆ ในการผลิตวุ้นสวรรค์ เมื่อเปลี่ยนแปลงไปมีผลต่อความหนาของวุ้นสวรรค์ คือ ค่า sig. < 0.05 จากการวิเคราะห์แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำตาล (% Brix) ต่างๆกัน กับความหนาเฉลี่ยของการเกิดแผ่นวุ้นชนิดต่างๆ

จากตาราง4.2 และภาพที่ 4.1 จะเห็นว่าความเข้มข้นของน้ำตาลที่แตกต่างกัน มีผลต่อการเกิดแผ่นวุ้นของเชื้อ *Acetobacter xylinum* ในน้ำมะพร้าว , น้ำแดงโม และ น้ำเปลือกแตงโม แตกต่างกัน โดยที่ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 6 Brix เชื้อ *A.xylinum* สามารถสร้างแผ่นวุ้นจากน้ำแตงโมได้หนาที่สุด ประมาณ 1.24 เซนติเมตร รองลงมาคือน้ำมะพร้าว ประมาณ 1.22 เซนติเมตร และจากน้ำเปลือกแตงโมได้น้อยที่สุด คือ 1.18 เซนติเมตร ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 8 Brix เชื้อสามารถสร้างแผ่นวุ้นจากน้ำมะพร้าวได้หนาที่สุด ประมาณ 1.28 เซนติเมตร รองลงมาคือน้ำแตงโม ประมาณ 1.26 เซนติเมตร และจากน้ำเปลือกแตงโมได้น้อยที่สุด คือ 1.21 เซนติเมตร ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 10 Brix เชื้อสามารถสร้างแผ่นวุ้นจากน้ำแตงโมได้หนาที่สุด ประมาณ 1.12 เซนติเมตร รองลงมาคือน้ำเปลือกแตงโม ประมาณ 1.10 เซนติเมตร และจากน้ำมะพร้าวได้น้อยที่สุด คือ 1.04 เซนติเมตร จะเห็นว่าความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 6 – 8 Brix เชื้อสร้างแผ่นวุ้นได้หนาใกล้เคียงกันมาก ประมาณ 1.23 เซนติเมตร จึงเป็นความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมกับการผลิตวุ้นสวรรค์ เนื่องจากสามารถผลิตวุ้นได้หนา ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 10 Brix เชื้อจะสามารถสร้างวุ้นได้ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ศึกษาผลผลิตของวุ้น เมื่อใช้ปริมาณเชื้อต่างๆกัน

ในการผลิตวุ้นเชื้อที่ใช้ในการหมักวุ้นน้ำมะพร้าว เป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบในการหมักน้ำส้มสายชูตามธรรมชาติทั่วไป แต่ถ้าหากต้องการจะผลิตวุ้นให้ได้ผล และมีประสิทธิภาพดี ควรใช้เชื้อบริสุทธิ์ที่แยกและคัดเลือกแล้วว่าเหมาะสมสำหรับการผลิตวุ้นน้ำมะพร้าวโดยเฉพาะ จากการทดลองเปรียบเทียบความหนาของแผ่นวุ้น ซึ่งได้ทำการปรับปริมาณหัวเชื้อที่ใช้ต่างๆกัน คือ 10, 20, 30 เปอร์เซนต์ ผลการทดลองแสดง ดังตาราง 4.3 และ ภาพที่ 4.2

ตาราง 4.3 แสดงค่า ผลผลิตของวุ้น เมื่อใช้ปริมาณเชื้อต่างๆกัน ภายหลังการหมัก 7 วัน

ปริมาณเชื้อหมัก (%)	ความหนาเฉลี่ยของวุ้น(cm.)		
	น้ำมะพร้าว	น้ำแตงโม	น้ำเปลือกแตงโม
10	$_{A}1.18^{a}$	$_{A}1.12^{a}$	$_{A}1.14^{a}$
20	$_{A}1.21^{b}$	$_{A}1.18^{b}$	$_{A}1.16^{b}$
30	$_{B}0.95^{c}$	$_{B}0.95^{c}$	$_{B}0.93^{c}$

หมายเหตุ :ตัวอักษรในมุมบนขวาแนวนอนที่เหมือนกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

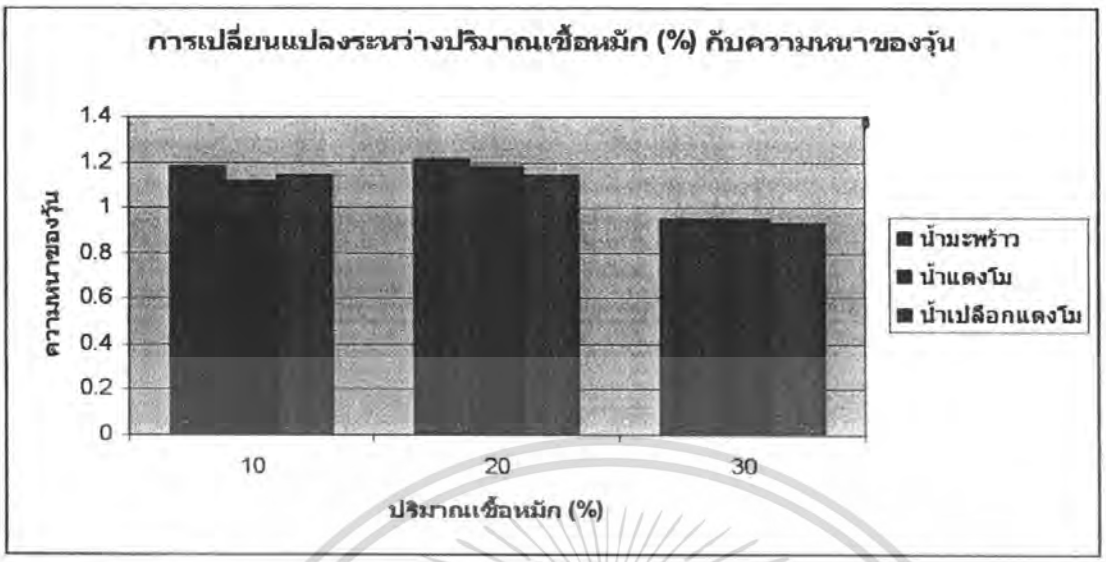
ตัวอักษรในมุมล่างซ้ายแนวตั้งที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลของการใช้ปริมาณเชื้อที่ระดับต่างๆในการผลิตวุ้นสวรรค์

ผลของการใช้วัตถุดิบในการผลิตวุ้นสวรรค์ชนิดต่างๆเมื่อเปลี่ยนแปลงก็มิได้มีผลต่อความหนาของวุ้นสวรรค์ให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือ ค่า sig. > 0.05 จากการวิเคราะห์แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ผลของการใช้ปริมาณเชื้อที่ระดับต่างๆ ในการผลิตวุ้นสวรรค์ เมื่อเปลี่ยนแปลงไปมีผลต่อความหนาของวุ้นสวรรค์ คือ ค่า sig. < 0.05 จากการวิเคราะห์แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อหมัก(%)ต่างๆกัน กับความหนาเฉลี่ยของการเกิดแผ่นวุ้นชนิดต่างๆ

จากตารางและกราฟจะเห็นว่าปริมาณเชื้อหมักที่แตกต่างกัน มีผลต่อการเกิดแผ่นวุ้นของเชื้อ *Acetobacter xylinum* ในน้ำมะพร้าว , น้ำแดงโม และ น้ำเปลือกแดงโม แตกต่างกัน โดยที่ปริมาณเชื้อหมักที่ 10 % เชื้อ *A.xylinum* สามารถสร้างแผ่นวุ้นจากน้ำมะพร้าวได้หนาที่สุด ประมาณ 1.18 เซนติเมตร รองลงมาคือน้ำเปลือกแดงโมและแดงโม ประมาณ 1.14 และ 1.12 เซนติเมตร ปริมาณเชื้อหมักที่ 20 % เชื้อสามารถสร้างแผ่นวุ้นจากน้ำมะพร้าวได้หนาที่สุด ประมาณ 1.21 เซนติเมตร รองลงมาคือน้ำแดงโม ประมาณ 1.18 เซนติเมตร และจากน้ำเปลือกแดงโมได้น้อยที่สุด คือ 1.16 เซนติเมตร ปริมาณเชื้อหมักที่ 30 % เชื้อสามารถสร้างแผ่นวุ้นจากน้ำมะพร้าวและน้ำแดงโมได้หนา ประมาณ 0.95 เซนติเมตร รองลงมาคือน้ำเปลือกแดงโม ประมาณ 0.93 เซนติเมตร จะเห็นว่าปริมาณเชื้อหมักที่ 10 – 20 % เชื้อสร้างแผ่นวุ้นได้หนาใกล้เคียงกันมาก ประมาณ 1.15 เซนติเมตร จึงเป็นปริมาณเชื้อหมักที่เหมาะสมกับการผลิตวุ้นสวรรค์ เนื่องจากสามารถผลิตวุ้นได้หนา ปริมาณเชื้อหมักที่มากขึ้น เชื้อจะสามารถสร้างวุ้นได้ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ศึกษาสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อหมักวุ้นเสร็จใหม่ๆโดยเครื่องวัดสี

จากการทดสอบเปรียบเทียบสีของวุ้นที่หมักจากน้ำมะพร้าว , น้ำแตงโม และ น้ำเปลือกแตงโม ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆกัน คือ 6 8, 10, Brix ผลการทดลองแสดงดัง ตารางที่ 4.4และ ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อหมักวุ้นเสร็จใหม่ๆโดยเครื่องวัดสี

วุ้น	การวิเคราะห์ค่าสี		
	L	a	b
มะพร้าว	59.51	+0.87	-0.73
แตงโม	53.82	+2.74	-2.32
เปลือกแตงโม	52.19	+1.24	-3.05

หมายเหตุ : ค่า L = ความสว่าง (Lightness) สเกล 0 – 100 (0 = ดำ 100 = ขาว)
a+ = ความเป็นสีแดง a- = ความเป็นสีเขียว
b+ = ความเป็นสีเหลือง b- = ความเป็นสีน้ำเงิน

ตารางที่ 4.5 แสดงลักษณะสีที่ปรากฏของวุ้นแต่ละชนิดหลังจากหมักเสร็จใหม่

วุ้น	ลักษณะสีที่ปรากฏ
น้ำมะพร้าว	มีสีขาวขุ่นๆ
น้ำแตงโม	มีสีขาวออกสีแดงเล็กน้อย
น้ำเปลือกแตงโม	มีสีขาวออกสีเขียวแกมน้ำเงินเล็กน้อย

จากการตรวจสอบสีของวุ้นแต่ละชนิด คือ น้ำมะพร้าว , น้ำแตงโม และ น้ำเปลือกแตงโม หลังจากที่หมักเสร็จใหม่ๆ จะพบว่ามีลักษณะสีของวุ้นแตกต่างกัน โดยวุ้นจากน้ำมะพร้าว จะมีลักษณะสีเป็นสีขาวครีมขุ่นๆ ในขณะที่ วุ้นจากน้ำแตงโม จะมีลักษณะเป็นสีขาวออกแดงเล็กน้อย และวุ้นจากน้ำเปลือกแตงโม จะมีลักษณะเป็นสีขาวออกสีเขียวแกมน้ำเงินเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วันโดยเครื่องวัดสี

จากการทดสอบเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นที่หมักจากน้ำมะพร้าว , น้ำแตงโม และน้ำเปลือกแตงโม ที่แช่น้ำไว้ 3 วัน ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆกัน คือ 6 8, 10, Brix ผลการทดลองแสดงดัง ตารางที่ 4.6 และ ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วันโดยเครื่องวัดสี

วุ้น	การวิเคราะห์ค่าสี		
	L	a	b
มะพร้าว	$_{A}63.61^{a}$	$_{A}+0.18^{a}$	$_{A}-0.34^{a}$
แตงโม	$_{A}62.97^{a}$	$_{A}+0.43^{a}$	$_{A}-0.51^{a}$
เปลือกแตงโม	$_{A}62.76^{a}$	$_{A}+0.22^{a}$	$_{A}-1.09^{a}$

หมายเหตุ : ตัวอักษรในมุมล่างซ้ายแนวตั้งและมุมบนขวาแนวนอนที่เหมือนกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน

ผลของการเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน เมื่อใช้วัตถุดิบในการผลิตวุ้นสวรรค์ชนิดต่างๆเมื่อเปลี่ยนแปลงก็มิได้มีผลต่อสีของวุ้นสวรรค์ให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือ ค่า sig. > 0.05 จากการวิเคราะห์แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีที่ปรากฏของวุ้นแต่ละชนิดเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน

วุ้น	ลักษณะสีที่ปรากฏ
น้ำมะพร้าว	มีสีขาวใสขึ้น
น้ำแตงโม	มีสีขาวขึ้น สีแดงในตอนแรกจางหายไป
น้ำเปลือกแตงโม	มีสีขาวขึ้น สีเขียวแกมน้ำเงินเล็กน้อยในตอนแรกจางหายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการตรวจสอบสีของวุ้นแต่ละชนิด คือ น้ำมะพร้าว , น้ำแตงโม และ น้ำเปลือกแตงโม หลังจากที่แช่น้ำไว้ 3 วัน จะพบว่ามีลักษณะสีของวุ้นมีการเปลี่ยนแปลง โดยวุ้นจากน้ำมะพร้าว จะมีลักษณะสีเป็นสีขาวใสขึ้น ในขณะที่ วุ้นจากน้ำแตงโม จะมีลักษณะเป็นสีขาวขึ้น สีแดงในตอนแรกจางหายไป และวุ้นจากน้ำเปลือกแตงโม จะมีลักษณะเป็นสีขาวขึ้น สีเขียวแกมน้ำเงินเล็กน้อยในตอนแรกจางหายไป วุ้นทั้ง 3 ชนิด หลังจากแช่น้ำไว้ 3 วัน จะมีลักษณะคล้ายกัน คือมีสีขาวใสขุ่นเล็กน้อย

<u>การเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (ค่า L) ของวุ้นชนิดต่างๆ เมื่อแช่น้ำไว้ 3 วัน</u>

หลังจากการหมักวุ้นเสร็จใหม่แล้วนำวุ้นไปแช่น้ำไว้ 3 วัน สีของวุ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิม คือมีลักษณะสีขาวขึ้นจากเดิมเล็กน้อย แสดงดังภาพที่ 4.3

<u>ภาพที่ 4.3</u> แผนภูมิแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงสีของวุ้นหลังจากแช่น้ำไว้ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของเจล (gel strength)ของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วันโดยเครื่อง Texture analyzer

จากการทดสอบเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของวุ้นที่หมักจากน้ำมะพร้าว , น้ำแตงโม และ น้ำเปลือกแตงโม ที่แช่น้ำไว้ 3 วัน ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆกัน คือ 6 8, 10, Brix ผลการทดลองแสดงดัง ตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของเจล (gel strength)ของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วันโดยเครื่อง Texture analyzer

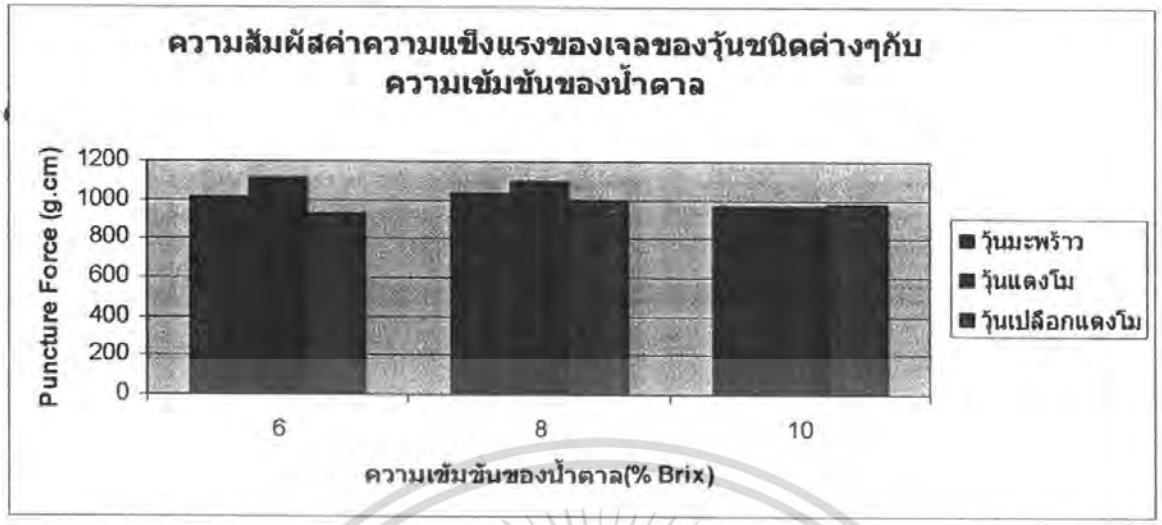
ความเข้มข้นน้ำตาล (%)	ค่าความแข็งเฉลี่ยของวุ้น(g.cm)		
	น้ำมะพร้าว	น้ำแตงโม	น้ำเปลือกแตงโม
6	$_{A}1013^{a}$	$_{A}1114^{a}$	$_{A}928^{a}$
8	$_{A}1038^{a}$	$_{A}1090^{a}$	$_{A}994^{a}$
10	$_{A}965^{a}$	$_{A}971^{a}$	$_{A}982^{a}$

หมายเหตุ : ตัวอักษรในมุมล่างซ้ายแนวตั้งและมุมบนขวาแนวนอนที่เหมือนกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของเจล (gel strength)ของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน

ผลของการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของเจล (gel strength)ของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วันเมื่อใช้วัตถุดิบในการผลิตวุ้นสวรรค์ชนิดต่างๆ เมื่อเปลี่ยนแปลงก็มิได้มีผลต่อความแข็งแรงของเจลของวุ้นสวรรค์ให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ คือ ค่า sig. > 0.05 จากการวิเคราะห์แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของน้ำตาลต่างๆกัน กับความแข็งแรงของเจล (gel strength)ของแผ่นวุ้นชนิดต่างๆ

จากตาราง 4.13 และกราฟจะเห็นว่าความเข้มข้นของน้ำตาลที่แตกต่างกัน มีผลต่อความแข็ง แข็งแรงของเจล (gel strength) ของแผ่นวุ้น โดยที่ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 6 Brix ความแข็งแข็งแรงของเจล ของแผ่นวุ้นจากน้ำแตงโมได้แข็งที่สุด ประมาณ 1114 กรัม.ซม. รองลงมาคือน้ำมะพร้าว ประมาณ 1013 กรัม.ซม.และจากน้ำเปลือกแตงโมได้น้อยที่สุด คือ 928 กรัม.ซม. ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 8 Brix ความแข็งแรงของเจลของแผ่นวุ้นจากน้ำแตงโมได้แข็งที่สุด ประมาณ 1090 กรัม.ซม. รองลงมาคือน้ำมะพร้าว ประมาณ 1038 กรัม.ซม.และจากน้ำเปลือกแตงโมได้น้อยที่สุด คือ 994 กรัม. ซม. ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 10 Brix ความแข็งแรงของเจลของแผ่นวุ้นจากน้ำเปลือกแตงโมได้แข็งที่สุด ประมาณ 982 กรัม.ซม. รองลงมาคือน้ำแตงโม ประมาณ 971 กรัม.ซม. และจากน้ำมะพร้าวได้น้อยที่สุด คือ965 กรัม.ซม.จะเห็นว่าความแข็งแรงของเจลของวุ้นชนิดต่างๆที่ระดับเข้มข้นของน้ำตาลที่แตกต่างกัน มีค่าใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองผลิตวุ้นสวรรค์จากแตงโม โดยทำการเปรียบเทียบความหนา,สี และเนื้อสัมผัสของวุ้นสวรรค์ ที่ผลิตจาก น้ำมะพร้าว ซึ่งเป็นตัวควบคุม กับน้ำแตงโม และน้ำเปลือกแตงโม ซึ่งคาดว่าน่าจะนำมาใช้ในการผลิตวุ้นสวรรค์แทนน้ำมะพร้าวได้ และระดับความเข้มข้นของน้ำตาล กับปริมาณของหัวเชื้อ ซึ่งน่าจะมีส่วนช่วยในการผลิตวุ้นสวรรค์ได้ดีขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า

1. เมื่อใช้น้ำแตงโม และน้ำเปลือกแตงโมในการผลิตวุ้นสวรรค์แทนน้ำมะพร้าว ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆคือ 6,8,10 Brix พบว่าความหนาของวุ้นสวรรค์ที่ได้จากน้ำแตงโม และน้ำเปลือกแตงโม มีค่าใกล้เคียงกันกับวุ้นสวรรค์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าว

2. ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 6 และ 8 Brix น้ำแตงโม กับน้ำเปลือกแตงโม จะผลิตวุ้นได้หนาที่สุด และมีความหนาใกล้เคียงกัน ส่วนที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่ 10 Brix จะผลิตวุ้นได้ลดลง

3. เมื่อใช้น้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโม ในการผลิตวุ้นสวรรค์แทนน้ำมะพร้าว ที่ระดับปริมาณเชื้อหมักต่างๆกัน คือ 10,20,30 % พบว่า ความหนาของวุ้นสวรรค์ที่ได้จากน้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโม มีค่าใกล้เคียงกันกับวุ้นสวรรค์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าว

4.ที่ระดับปริมาณเชื้อหมัก ที่ 10-20 % น้ำแตงโมกับน้ำเปลือกแตงโมจะผลิตวุ้นได้หนาใกล้เคียงกันและระดับปริมาณเชื้อหมักที่ 30 % จะผลิตวุ้นได้ลดลง

5. ในการเปรียบเทียบสีของวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าว ,น้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโม เมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน พบว่า สีของวุ้นจากน้ำแตงโมจากเดิมเมื่อหมักเสร็จ จะมีสีขาวอมแดงเล็กน้อยและสีของวุ้นจากน้ำเปลือกแตงโมจากเดิมมีสีขาวขุ่นออกเขียวแกมน้ำเงินเล็กน้อย เมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน สีของวุ้นจากน้ำแตงโมและเปลือกแตงโมจะมีสีขาวขึ้น ซึ่งมีสีไม่แตกต่างกับสีของวุ้นจากน้ำมะพร้าว

6. ในการเปรียบเทียบเนื้อสัมผัสของวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าว ,น้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโม พบว่า เนื้อสัมผัสของวุ้นสวรรค์ทั้ง 3 ชนิด มีลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกัน

ในการผลิตวุ้นสวรรค์จากแตงโม โดยใช้น้ำแตงโมกับน้ำเปลือกแตงโมนั้นสามารถใช้ทดแทนน้ำมะพร้าวได้ เนื่องจากวุ้นสวรรค์ที่ได้จากน้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโม มีลักษณะใกล้เคียงกับวุ้นสวรรค์ที่ได้จากน้ำมะพร้าว แทบจะไม่แตกต่างกันเลย เนื่องจากในน้ำแตงโมและเปลือกแตงโมมีปริมาณน้ำตาลและกรดต่างๆผสมอยู่ใกล้เคียงกับน้ำมะพร้าว เชื้อ *A. xylinum* จึงสามารถใช้ในการเจริญเติบโตได้เหมือนน้ำมะพร้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตงโม 1 ลูก นั้นมีค่า % yield ของน้ำสูงกว่าของมะพร้าว 1 ลูก โดยแตงโมมี % yieldของน้ำปริมาณ 85-90 % ในขณะที่มะพร้าว 1 ลูกมี น้ำมะพร้าวปริมาณ 250 มิลลิลิตร โดยถ้าต้องการได้น้ำมะพร้าวเท่ากับน้ำจากเนื้อแตงโม 1 ลูก ก็ต้องใช้มะพร้าวประมาณ 4-5 ลูก ด้วยกันซึ่งจะต้องใช้ต้นทุนสูงกว่า การซื้อแตงโม1 ลูก แล้วแตงโม 1 ลูก ก็ยังสามารถใช้น้ำจากเนื้อแตงโมและน้ำจากเปลือกแตงโมในการผลิตวุ้นสวรรค์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เชิดชัย ตั้งอมรสุขสันต์ "ผลิตภัณฑ์วุ้นสวรรค์ผสมน้ำลิ้นจี่" อาหาร .ปีที่ 2. เล่มที่ 2 (เมษายน-มิถุนายน 2536) .น.108 – 113

ทิพรัตน์ หงภัทรคีรี. 2536. วุ้นสวรรค์และปัจจัยในการผลิตวุ้นสวรรค์. สงขลา : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์. 80 น.

นัยทัศน์ ภู่ศรันย์. 2537. รายงานการวิจัยการใช้มะพร้าวและผลผลอยได้ทางอุตสาหกรรมเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพของภาคใต้. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 70 น.

ปรารถนา เกิดบัว และ วีระ อวิคุณประเสริฐ. 2535. การศึกษาการผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวผสมน้ำสับปะรด.สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 122 น.

วราวุฒิ ครุส่ง. "การผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าว" เกษตรพระจอมเกล้า. ปีที่ 10 เล่ม 4 (ตุลาคม-ธันวาคม 2535) . น. 46 – 60

วิเชียร กิจปรีชาวนิช. 2521. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญและผลิตเชื้อ Bacillus megaterium ATCC 13639 ในน้ำมะพร้าวแก่. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 250 น.

สมคิด ธรรมรัตน์. 2531 "เอกสารเผยแพร่วุ้นมะพร้าว" กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (พิมพ์)

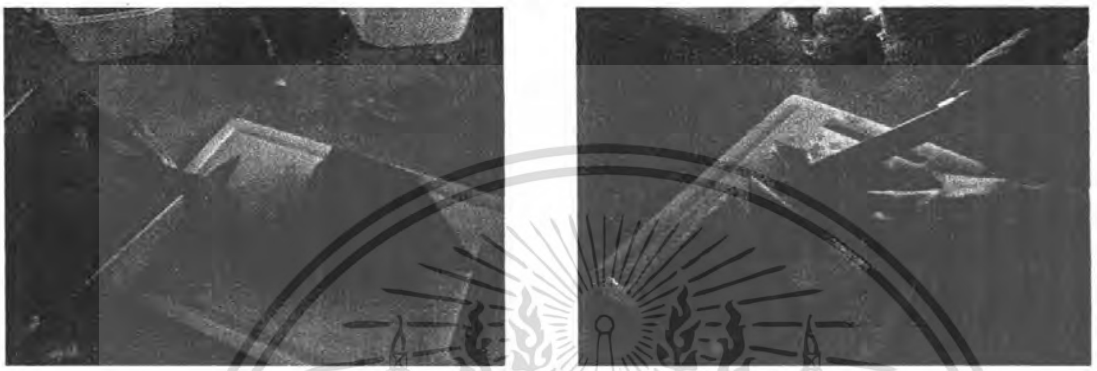
สมศรี ลีปิพัฒนวิทย์. "การหาสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับทำวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวแก่" อาหาร. ปีที่ 18 เล่ม 4 (เมษายน -มิถุนายน 2531). น. 239 - 249

อมรศรี ตุ้ยระพิงค์. "น้ำมะพร้าวแก่ของเหลือใช้แปรรูปให้เป็นวุ้น" เทคโนโลยีชาวบ้าน. ปีที่ 4 เล่ม 18 (ตุลาคม- ธันวาคม 2542). 101-103 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

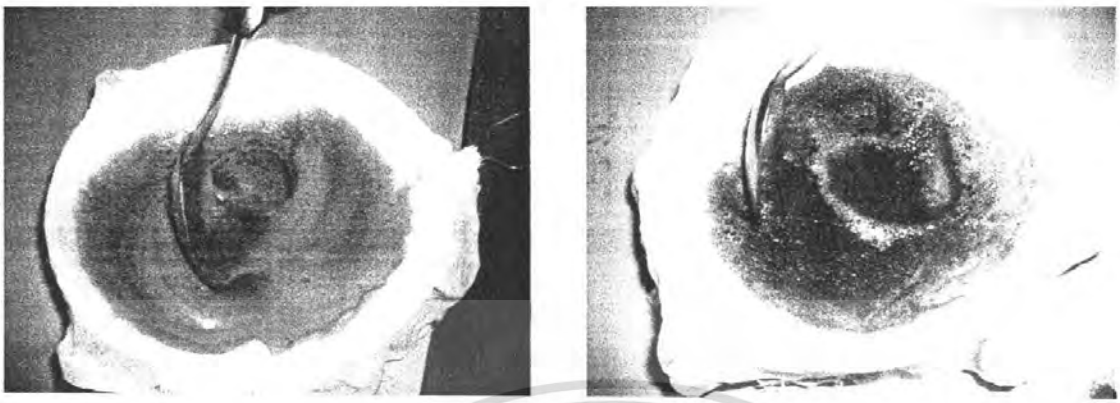
กระบวนการผลิตวุ้นแตงโมและวุ้นเปลือกแตงโม



ภาพที่ 1ก : ขั้นตอนการหั่นแตงโมและเปลือกแตงโม

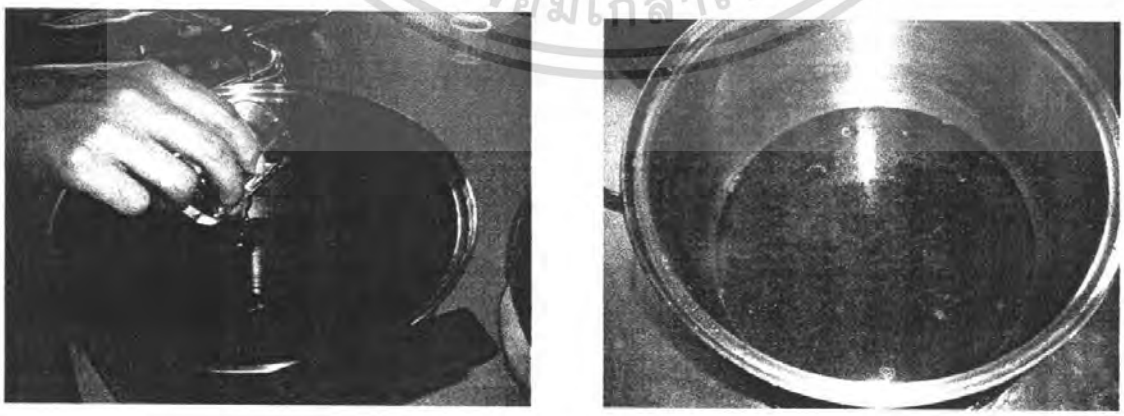
ภาพที่ 2 ก : ขั้นตอนการปั่นเนื้อแตงโมและเปลือกแตงโม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



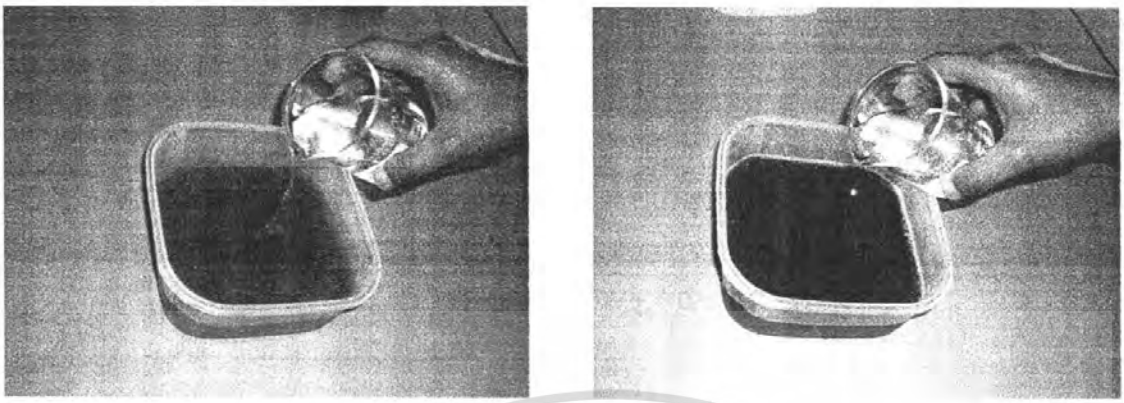
ภาพที่ 3 ก : ขั้นตอนการกรองน้ำแตงโมและเปลือกแตงโม

ภาพที่ 4 ก : น้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโมที่ได้



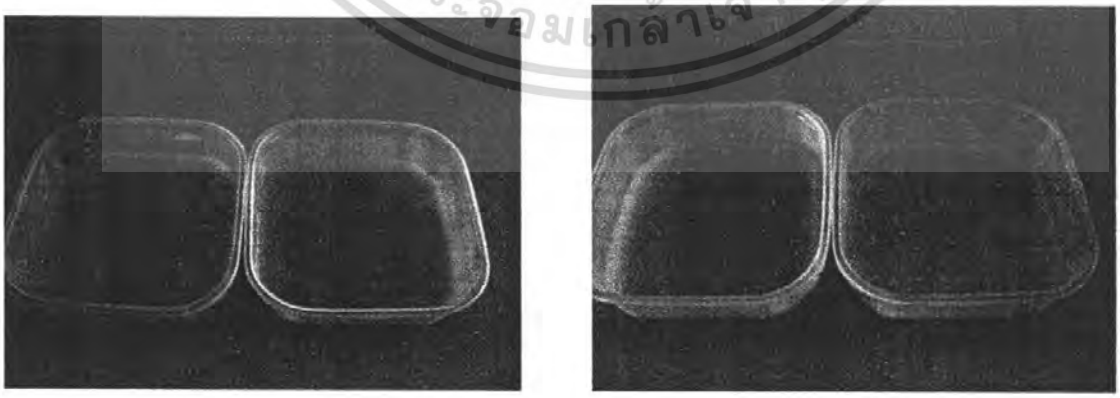
ภาพที่ 5 ก : ขั้นตอนการต้มและการเติมกรดในน้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



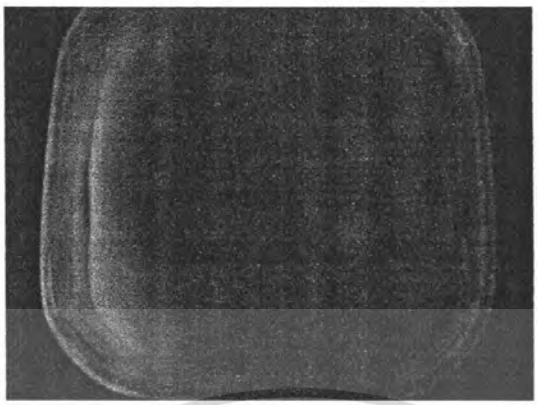
ภาพที่ 5 ก : ขั้นตอนการเติมเชื้อในน้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโม

ภาพที่ 6 ก : ขั้นตอนการหมักเชื้อในน้ำแตงโมและน้ำเปลือกแตงโม

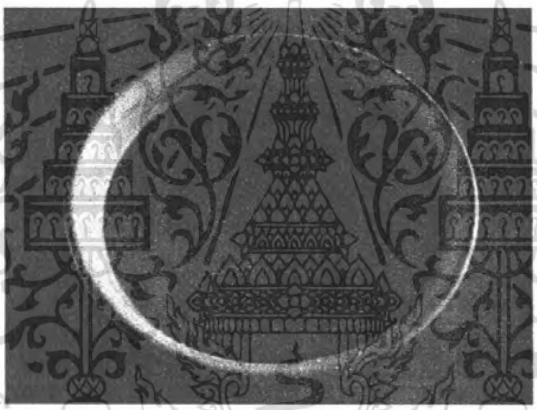


ภาพที่ 7 ก : วุ้นแตงโมและเปลือกแตงโมที่หมักเสร็จแล้ว

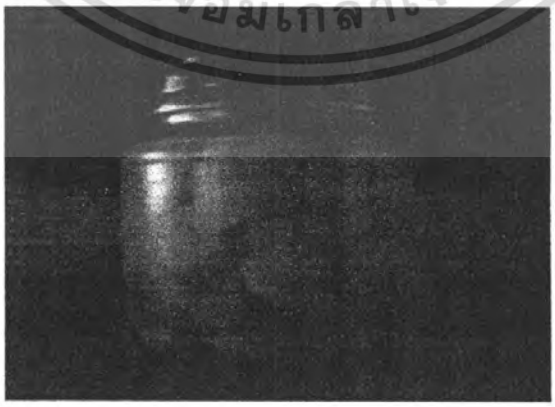
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ก : วุ้นที่เสียมีการปนเปื้อน



ภาพที่ 9 ก : การแช่วุ้นในน้ำเพื่อล้างกรดออก



ภาพที่ 10 ก : วุ้นที่แช่น้ำแล้วนำมาหั่นเพื่อบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ความหนาของวุ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆ

ตาราง 1 ข : แสดงค่า ผลผลิตของวุ้นชนิดต่างๆ เมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้นต่างๆ(% Brix) กัน ภายหลังการหมัก 7 วัน

ความเข้มข้นน้ำตาล (%)	ความหนาเฉลี่ยของวุ้น(cm.)		
	น้ำมะพร้าว	น้ำแตงโม	น้ำเปลือกแตงโม
6	1.22	1.24	1.18
8	1.28	1.26	1.21
10	1.04	1.12	1.10

ตาราง 2 ข : การประเมินความหนาของวุ้น ที่มีการใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลในระดับต่างๆกันของวุ้นแต่ละชนิด

Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: THICK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.693E-02	4	1.173E-02	9.263	.027
Intercept	12.602	1	12.602	9949.342	.000
BRIX	4.407E-02	2	2.203E-02	17.395	.011
GELATINE	2.867E-03	2	1.433E-03	1.132	.408
Error	5.067E-03	4	1.267E-03		
Total	12.655	9			
Corrected Total	5.200E-02	8			

Homogeneous Subsets

THICK

		N	Subset	
	BRIX		1	2
Duncan	3.00	3	1.0867	
	1.00	3		1.2133
	2.00	3		1.2500
	Sig.		1.000	.276

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ความหนาของวุ้นเมื่อระดับปริมาณเชื้อต่างๆ

ตาราง 1 ค : แสดงค่า ผลผลิตของวุ้น เมื่อใช้ปริมาณเชื้อต่างๆกัน ภายหลังการหมัก 7 วัน

ปริมาณเชื้อหมัก (%)	ความหนาเฉลี่ยของวุ้น(cm.)		
	น้ำมะพร้าว	น้ำแตงโม	น้ำแปลือกแตงโม
10	1.18	1.12	1.14
20	1.21	1.18	1.16
30	0.95	0.95	0.93

ตาราง 2 ค : การประเมินความหนาของวุ้น ที่มีการใช้ปริมาณเชื้อที่ระดับต่างๆกันของวุ้นแต่ละชนิด

Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: THICK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.103	4	2.564E-02	92.320	.000
Intercept	10.715	1	10.715	38572.960	.000
VOLUME	.100	2	5.014E-02	180.520	.000
GELATINE	2.289E-03	2	1.144E-03	4.120	.107
Error	1.111E-03	4	2.778E-04		
Total	10.818	9			
Corrected Total	.104	8			

Homogeneous Subsets

THICK

		N	Subset	
	VOLUME		1	2
Duncan	3.00	3	.9433	
	1.00	3		1.1467
	2.00	3		1.1833
	Sig.		1.000	.054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์สีของวุ้นด้วยเครื่องวัดสี

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องวัดสี Minolia CR – 300

2. วิธีการทดลอง

2.1 นำวุ้นที่ได้จากการผลิตที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆ

2.2 นำมาหั่นให้มีขนาด 3 x 3 เซนติเมตร

2.3 ทำการปรับมาตราฐานเครื่องวัดสี

2.4 วัดค่าสีของวุ้นแต่ละชนิด

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลที่ได้จากการวัดจะเป็นค่าสีแบบ L a b

ตารางที่ 1 ง : แสดงค่าความสว่างของวุ้น (ค่าL) ของวุ้นฯที่เปลี่ยนแปลงหลังจากแช่วุ้นไว้ 3 วัน

	ค่าความสว่าง(ค่าL)ของวุ้น		
	วุ้นมะพร้าว	วุ้นแตงโม	วุ้นเปลือกแตงโม
ก่อนแช่น้ำ	58.51	53.82	58.19
หลังแช่น้ำ	65.02	63.48	63.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ง : แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสีของวุ้น ที่มีการใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ระดับต่างๆกัน ของวุ้นแต่ละชนิด

Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLOUR

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.379	4	.345	.740	.611
Intercept	35850.898	1	35850.898	76992.002	.000
BRIX	.210	2	.105	.225	.808
GELATINE	1.169	2	.585	1.255	.377
Error	1.863	4	.466		
Total	35854.139	9			
Corrected Total	3.241	8			

Homogeneous Subsets

COLOUR

		N	Subset
	BRIX		1
Duncan	2.00	3	62.9967
	3.00	3	63.0167
	1.00	3	63.3300
	Sig.		.586

Homogeneous Subsets

COLOUR

		N	Subset
	GELATINE		1
Duncan	3.00	3	62.7633
	2.00	3	62.9700
	1.00	3	63.6100
	Sig.		.209

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส(ความแข็งแรงของเจล)ของวุ้นด้วยเครื่อง Texture Analyzer

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่อง Texture Analyzer

1.2 ตุ้มน้ำหนัก 5 กิโลกรัม

1.3 หัวProbe P/2N

2. วิธีการทดลอง

2.1 นำวุ้นที่ได้จากการผลิตที่ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆ

2.2 นำมาหั่นให้มีขนาด 3 x 3 เซนติเมตร

2.3 ประกอบเครื่องมือ Texture Analyzer

2.4 ทำการปรับมาตราฐานเครื่องด้วยตุ้มน้ำหนัก

2.5 วัดค่าความแข็งของวุ้น

3. ผลการทดลอง

3.1 ผลที่ได้จากการวัดจะเป็นค่า Punchture Force (g.cm)

ตารางที่ 1 จ : แสดงค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของเจลของวุ้นชนิดต่างๆเมื่อแช่วุ้นไว้ 3 วัน โดยเครื่อง Texture analyzer

ความเข้นข้นน้ำตาล (%)	ค่าความแข็งแรงของเจลเฉลี่ยของวุ้น		
	น้ำมะพร้าว	น้ำแตงโม	น้ำเปลือกแตงโม
6	1013	1114	928
8	1038	1090	994
10	965	971	982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 จ : การประเมินความแข็งแรงของเจลของวุ้น ที่มีการใช้ความเข้มข้นของน้ำตาลที่ระดับต่างๆกันของวุ้นแต่ละชนิด

Univariate Analysis of Variance

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PUNCTURE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	19571.111	4	4892.778	2.008	.258
Intercept	9191002.778	1	9191002.778	3772.559	.000
BRIX	7208.222	2	3604.111	1.479	.330
GELATINE	12362.889	2	6181.444	2.537	.194
Error	9745.111	4	2436.278		
Total	9220319.000	9			
Corrected Total	29316.222	8			

Homogeneous Subsets

PUNCTURE

		N	Subset
	BRIX		1
Duncan	3.00	3	972.6667
	1.00	3	1018.3333
	2.00	3	1040.6667
	Sig.		.173

Homogeneous Subsets

PUNCTURE

		N	Subset
	GELATIN		1
Duncan	3.00	3	968.0000
	1.00	3	1005.3333
	2.00	3	1058.3333
	Sig.		.093

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายศุภฤกษ์ นุชอุดม เกิดเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2526 ที่ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเทศศิรินทร์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2545 และสำเร็จปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะ อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2550

นายธนกร กัวตระกูล เกิดเมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2527 ที่ อำเภอเมืองแพร่ จังหวัด แพร่ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพิริยาลัย จังหวัดแพร่ ในปี พ.ศ. 2545 และสำเร็จปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) โครงการคณะ อุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้