

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตวัสดุบรรจุภัณฑ์จากน้ำทิ้งโรงงานเด้าหมู



นางสาวจุฑารัตน์ อนิวัตพงษ์

นางสาวมาลัย พูลธิเวทย์

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มท. ปีการศึกษา ๒๕๓๙

๗๖๓/๑

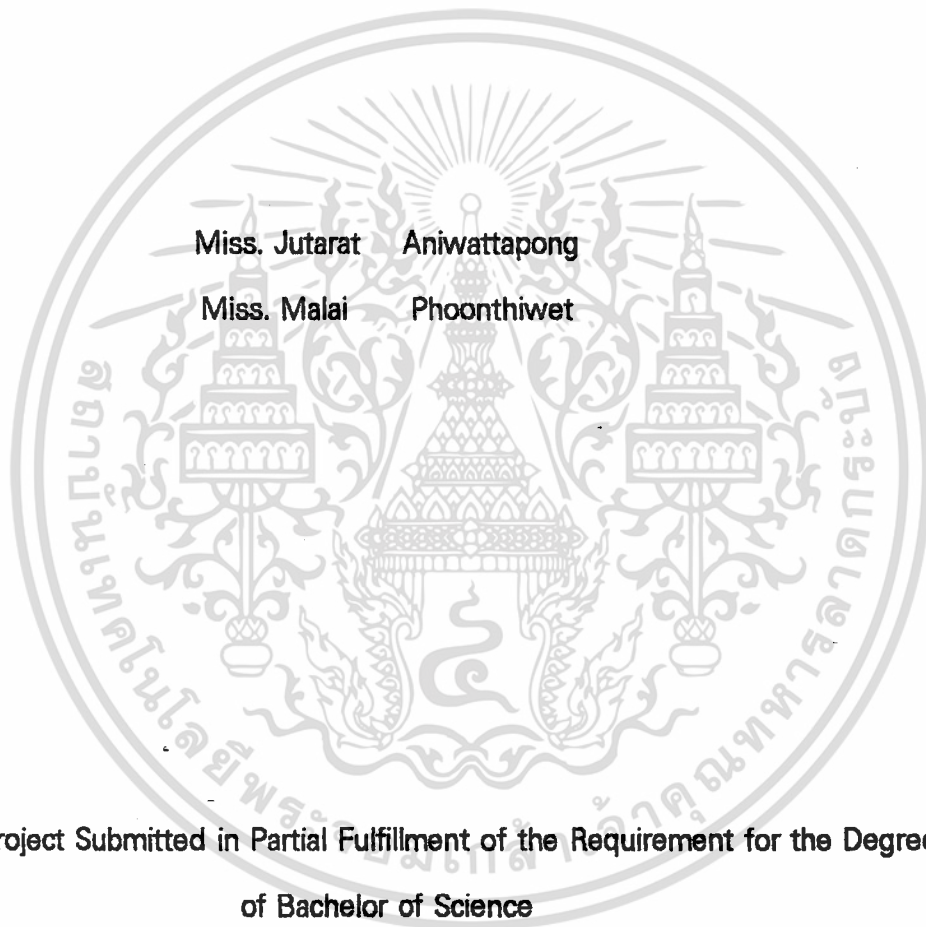
เลขหมู่..... 2639

เลขทะเบียน..... 28142

วัน, เดือน, ปี 17 ก.ค. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study on The Optimum Conditions for NATA Production from Soybean Curd Waste



**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree
of Bachelor of Science**

Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

1996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|--------------------|--|-------------|
| หัวข้อโครงการพิเศษ | การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำทิ้งโรงงานเต้าหู้ | |
| นักศึกษ | นางสาวจุฑารัตน์ | อนิวรรณพงษ์ |
| | นางสาวมาลัย | พูลธิเวทย์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์วันชัย | สุทธินุ่น |
| ภาควิชา | ชีววิทยาประยุกต์ | |
| ปีการศึกษา | 2539 | |

บทคัดย่อ

น้ำทิ้งจากการอัดให้เป็นก้อนของการผลิตเต้าหู้ จะมีสารอาหารซึ่งจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ได้ปริมาณมาก ถ้าปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ จะก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ การนำไปใช้ประโยชน์โดยผลิตเป็นวุ้นสวรรค์ ด้วยเชื้อ *Acetobacter xylinum* พบว่าปัจจัยที่เหมาะสมที่ทำให้ได้ความหนาของวุ้นสูงสุดมีดังนี้ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5 , ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 8 , แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.7, เอทานอล ร้อยละ 5 และปริมาณเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 เมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตโดยใช้น้ำมะพร้าวเป็นวัตถุดิบในสภาวะที่เหมาะสมพบว่า ความหนาของวุ้นสวรรค์ที่ได้ไม่แตกต่างกัน และจากการทดสอบเนื้อสัมผัสของวุ้นสวรรค์ที่ผลิตจากน้ำทิ้งโรงงานเต้าหู้และน้ำมะพร้าว ผู้บริโภคให้การยอมรับอยู่ในระดับขอบปานกลาง แต่ให้คะแนนความชอบรวมของวุ้นที่ได้จากน้ำมะพร้าวมากกว่าเล็กน้อย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการพิเศษฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ซึ่งจะไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้ หากไม่ได้รับการช่วยเหลือด้านต่างๆ จากบุคคลดังต่อไปนี้

อาจารย์ วันชัย สุทธิบุญ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและกรุณาให้คำแนะนำ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำโครงการพิเศษตลอดจนแนะแนวทางแก้ไขปัญหาต่างๆ หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ และคณะกรรมการทุกๆ ท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ป้าเตียงเจ้าของร้านขายเต้าหู้ นายอนุรักษ์ อมรเศรษฐชัย และเพื่อนๆ ทุกท่านที่ได้สละเวลาช่วยเหลือทุกๆ ด้าน

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2540

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| กิตติกรรมประกาศ | ค |
| สารบัญตาราง | ง |
| สารบัญภาพ | จ |
| บทที่ 1 : บทนำ | 1 |
| บทที่ 2 : ตรวจเอกสาร | 3 |
| บทที่ 3 : อุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินการ | 11 |
| บทที่ 4 : ผลการทดลองและวิจารณ์ | 16 |
| บทที่ 5 : สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 29 |
| เอกสารอ้างอิง | 30 |
| ภาคผนวก ก. องค์ประกอบของสารอาหารในน้ำทิ้งโรงงานเต้าหู้ | 31 |
| ภาคผนวก ข. ส่วนประกอบของวุ้นสวรรค์ | 32 |
| ภาคผนวก ค. การเตรียมสารเคมี | 33 |
| ภาคผนวก ง. สูตรคำนวณหาปริมาณกรด | 34 |
| ภาคผนวก จ. ส่วนประกอบของน้ำมะพร้าวแก่ | 35 |
| ภาคผนวก ฉ. แบบรายงานการทดสอบโดยประสาทสัมผัส | 36 |
| ภาคผนวก ช. กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส | 37 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 1 : ผลของความเป็นกรด-ด่างต่อความหนา และน้ำหนัก ของวุ้นสวรรค์ภายหลังการหมักเป็นเวลา 14 วัน | 17 |
| 2 : ผลของปริมาณน้ำตาลต่อความหนาและน้ำหนักของวุ้นสวรรค์ | 19 |
| 3 : ผลของปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตต่อความหนาและน้ำหนัก ของวุ้นสวรรค์ | 21 |
| 4 : ผลของปริมาณเอทานอลต่อความหนาและน้ำหนักของวุ้นสวรรค์ | 23 |
| 5 : ผลของปริมาณเชื้อเริ่มต้น <i>A. xylinum</i> ต่อความหนาและน้ำหนัก ของวุ้นสวรรค์ | 25 |
| 6 : เปรียบเทียบความหนาของแผ่นวุ้นที่ได้จากน้ำมะพร้าว และน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ | 27 |
| 7 : ผลการทดสอบเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของวุ้นสวรรค์ ที่ได้จากน้ำมะพร้าวและน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ | 28 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 1 : ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้ | 10 |
| 2 : ความหนาและน้ำหนักของชั้นวุ้นที่ความเป็นกรด-ด่างค่าต่างๆ | 18 |
| 3 : ความหนาของชั้นวุ้นที่ปริมาณน้ำตาลค่าต่างๆ | 20 |
| 4 : ความหนาของชั้นวุ้นที่ปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตค่าต่างๆ | 22 |
| 5 : ความหนาของชั้นวุ้นที่ปริมาณเอทานอลค่าต่างๆ | 24 |
| 6 : ความหนาของชั้นวุ้นที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นค่าต่างๆ | 26 |

บทที่ 1

บทนำ

ถั่วเหลืองเป็นพืชไร่ที่ปลูกมากในประเทศไทย สามารถนำส่วนของเมล็ดแก่มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้มากมาย เช่น น้ำมันพืช นมถั่วเหลือง เต้าหู้ ซอสปรุงรส หรือซีอิ๊ว สำหรับในกรณีของการทำเต้าหู้นั้นพบว่ามีความสามารถในการผลิตสูงขึ้นทุกปี ดังนั้นผลที่ตามมาคือ น้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ ซึ่งยังคงมีสารอินทรีย์อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีค่า บีโอดี สูง ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียกับสิ่งแวดล้อมได้ แนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าววิธีหนึ่งคือ นำน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้กลับมาใช้ประโยชน์ โดยอาจจะใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ หรือใช้ทดแทนวัตถุดิบบางตัวในผลิตภัณฑ์ชนิดเดิม ซึ่งจากการพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ในน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ พบว่า ยังมีปริมาณสารอาหารอยู่มาก ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงทดลองใช้น้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้มาทดแทนน้ำมะพร้าวแก่ ในการทำวุ้นสวรรค์โดยใช้เชื้อ *Acetobacter aceti* subspecies *xylinum* วุ้นสวรรค์สามารถนำไปประกอบอาหารและแปรรูปได้ทั้งของหวานและของคาว แต่นิยมรับประทานกันเป็นของหวานมากกว่าในรูปวุ้นสวรรค์ในน้ำเชื่อม ซึ่งให้รสชาติอร่อย เนื้อสัมผัสนุ่ม นุ่มรับประทาน และสามารถผลิตได้ง่าย ทั้งในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรม ถ้าสามารถนำน้ำทิ้งมาผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพจะเป็นการเพิ่มพูนรายได้อีกส่วนหนึ่งให้กับเกษตรกร เนื่องจาก ต้นทุนการผลิตวุ้นสวรรค์ต่ำ วัตถุดิบหาง่าย

วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำทิ้งโรงงานเต้าหู้

ขอบเขตของโครงการพิเศษ

- 1.ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการผลิต ซึ่งได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ,ปริมาณน้ำตาล, เอทานอล,แอมโมเนียมซัลเฟต และปริมาณเชื้อเริ่มต้น
- 2.เปรียบเทียบผลผลิตที่ได้จากน้ำทิ้งโรงงานเด้าหัว และใช้น้ำมะพร้าว
- 3.ทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัสรวมถึงความชอบรวมของวุ้นสวรรค์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.เป็นการนำน้ำทิ้งจากการผลิตเด้าหัวมาใช้ให้เกิดประโยชน์
- 2.ลดปัญหาการเกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม
- 3.เป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตวุ้นสวรรค์ทำให้คุ้มต่อการลงทุนทางเศรษฐกิจยิ่ง

ขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

วุ้นสวรรค์มีชื่อเรียกหลายอย่างเช่น วุ้นมะพร้าว, วุ้นน้ำส้ม, ลูกพร้าว หรือเห็ดรัสเซีย หากผลิตจากน้ำมะพร้าว ภาษาฟิลิปปินส์เรียกว่า “Nata de coco” (สมคิด,2531) แต่หากผลิตจากสับปะรด เรียกว่า “Nata de pina” และถ้าเป็นน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ เรียกว่า “ Nata de soya” โดยคำว่า Nata เป็นคำในภาษาสเปน ที่ถ่ายทอดมาจากคำในภาษาละตินคือ Natare ซึ่งหมายถึง ลักษณะที่ลอยได้ (จักรวาล,2536) ส่วนใน Encyclopedia Universal Illustrada ได้ให้ความหมายของ nata ว่า เป็นวัตถุหนาจากบางส่วนของของเหลวโดยจะลอยอยู่เหนือของเหลวนั้น ดังนั้นจึงนำคำว่า nata มาใช้เรียกแผ่นของกลุ่มวุ้นที่เกาะอยู่บริเวณผิวหน้าของสารละลายที่มีน้ำตาล โดยเฉพาะน้ำตาลทรายหรือน้ำตาลอ้อย (จักรวาล,2536) ต่อมาได้มีการให้ความหมายของ nata ในอีกแง่หนึ่งคือ เป็นเนื้อเยื่อของตัวเซลล์และสายของโมเลกุลน้ำตาล ลักษณะเป็นแผ่นหนามีสีขาวหรือครีมไม่ละลายน้ำเป็นแผ่นวุ้นที่เซลล์ *Acetobacter xylinum* สร้างขึ้นที่ผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ประกอบด้วยกรด น้ำตาล เอทิลแอลกอฮอล์และสารอาหารอื่นๆ ลักษณะของวุ้นสวรรค์คล้ายวุ้นที่ใช้ทำขนมแต่เหนียวกว่ามีลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน โดยวุ้นธรรมชาติประกอบด้วยน้ำตาลกาแล็กโตส และ 3,6-anhydrogalactose ต่อกันด้วยพันธะ $\beta(1-4)$ หลอมเหลวที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส และแข็งตัวที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (ทิพรัตน์,2535) แต่วุ้นสวรรค์มีองค์ประกอบเป็นพวกเซลลูโลส (cellulose) ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสเป็นส่วนใหญ่ ต่อกันด้วยพันธะ $\beta(1-4)$ มีคุณสมบัติทางเคมีอื่นๆ เหมือนเซลลูโลสที่ได้จากฝ้าย เช่นเมื่อต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ก็ไม่สามารถละลายน้ำได้

2.1 ลักษณะทางเคมีและคุณสมบัติของวุ้นสวรรค์

ในปี 1880 Brown ได้อธิบายถึงแบคทีเรียชนิดหนึ่งซึ่งสร้างเยื่อที่มีความแข็งแรงเมื่อเลี้ยงให้เจริญในอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตอยู่มาก เขาพบว่าเยื่อเหนียวสามารถละลายได้ใน ammonium copper hydroxide และให้น้ำตาลรีดิทซ์ เนื่องจากเขาพบว่าในฝ้ายก็สามารถเกิดสารเหล่านี้เช่นกัน เขาจึงเรียกจุลินทรีย์นี้ว่า *A. xylinum*

เมื่อมองผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่าเซลลูโลสที่สร้างจาก *A. xylinum* เป็นเส้นใยที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับเส้นใยเซลลูโลสที่มาจากผนังเซลล์พืชชนิดอื่นๆ สำหรับ *A. xylinum* สายพันธุ์นี้จะทำการสังเคราะห์เส้นใยอยู่นอกเซลล์ ซึ่งการสังเคราะห์เซลลูโลสนี้จะทำได้โดยมองผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเท่านั้น

ในการสังเคราะห์เซลลูโลส แบคทีเรียจะเริ่มจากการปล่อยสารเมือกที่มีโครงสร้างเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นอีกไม่นานจะก่อตัวกันขึ้นเป็นเส้นใยเซลลูโลส สารที่ปล่อยออกมาจากเซลล์เหล่านี้ จะเป็นตัวเริ่มต้นของเซลลูโลสโดยจะมีการต่อกันเป็นโซ่ยาวต่อไปภายนอกเซลล์โดยมีการสันนิษฐานว่ามีเอนไซม์เข้ามาช่วย ภายในชั้นวุ้นที่เห็นทั้งหมดจะประกอบด้วยเซลลูโลสทั้งสิ้น

จากการศึกษาการเจริญของวุ้นในน้ำมะพร้าวและในน้ำผลไม้พบว่าเซลลูโลสสามารถดูดซับน้ำได้ประมาณร้อยละ 90 จากลักษณะทางกายภาพของชั้นวุ้นสดและจากรายงานที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ที่ผลิตวุ้นสวรรค์ นำไปสู่การศึกษาเซลลูโลสทางด้านเคมี เช่น ความสามารถในการละลายและการทดสอบทางด้าน X-ray spectrometer และ Infrared spectrometer ซึ่งผลการทดสอบทั้งหมดนี้สามารถยืนยันได้ว่าส่วนที่เป็นของแข็งของวุ้นนี้คือเซลลูโลส (อัจฉรา, 2536)

การทดสอบทางเคมีโดยทั่วไปและทางกายภาพในเชิงคุณภาพ พบว่า วุ้นสวรรค์นี้คือเซลลูโลสตามธรรมชาตินั่นเอง ทั้งนี้เพราะเซลลูโลสสามารถทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟูริกและสารละลายไอโอดีนได้ สามารถละลายได้ในตัวทำละลายเซลลูโลส กรดและเอนไซม์สามารถย่อยสลาย ได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นน้ำตาลกลูโคส (อัจฉรา, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะที่ดีของวุ้นสววรรค์จะต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้ คือ

1. วุ้นจะต้องมีสีขาว หรือสีครีม
2. แผ่นเนื้อหนา เหนียว และนุ่ม ไม่มีเส้นใย หรือมีเพียงเล็กน้อย

การที่จะได้มาซึ่งวุ้นที่มีประสิทธิภาพที่ดีดังกล่าว จะต้องมีการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดนี้

2.2 จุลินทรีย์ที่ผลิตวุ้นสววรรค์

จุลินทรีย์ที่สามารถผลิตวุ้นสววรรค์ได้จะเป็นเชื้อจุลินทรีย์ใน กลุ่ม *Acetobacter* ซึ่งมีด้วยกันหลายสปีชีส์ ได้แก่ *A. aceti* , *A. rancens* , *A. pasteurianum* , *A. kuetszigianum* แต่ที่นิยมใช้กัน คือเชื้อ *A. xylinum* หรือมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *A. aceti* subspecies *xylinum* อยู่ในกลุ่มของแบคทีเรียที่ผลิตน้ำส้มสายชู ซึ่งสามารถสร้างขึ้นวุ้นที่มีองค์ประกอบเป็นเซลลูโลส แบคทีเรียนี้พบทั่วไปในธรรมชาติโดยเฉพาะในผัก และผลไม้ที่เน่าเสีย หรือในน้ำผลไม้ชนิดต่างๆ ที่ตั้งทิ้งไว้แล้วเกิดการหมัก

ลักษณะและคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *A. xylinum* มีดังนี้คือ เซลล์มีรูปร่างเป็นแท่ง ยาวประมาณ 2 ไมโครเมตร ไม่มีแฟลกเจลลา ที่ผนังเซลล์ปกคลุมด้วยชั้นของเมือกสั้น อาจอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวหรือเป็นเส้นสาย ไม่เคลื่อนที่ ติดสีแกรมลบ ต้องการอากาศในการเจริญ สามารถเจริญได้ในน้ำหมักที่เป็นกรด สามารถสร้างกรดกลูโคส เอธิลและไพโรฟิลแอลกอฮอล์ได้ สามารถออกซิไดซ์เอทานอลเป็นกรดอะซิติก และออกซิไดซ์กรดอะซิติกไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่รีดิวซ์ไนเตรต ให้ผลการทดสอบ catalase เป็นบวก ไม่มีการเปลี่ยนสี ลิตมัสมิลค์ สามารถสร้าง 5-ketogluconate, 2-ketogluconate และ gluconate ได้ ไม่มีการสร้างอัลโดส, α -pyrone และไม่สร้างสีน้ำตาล คุณสมบัติสำคัญที่ทำให้แยกจุลินทรีย์ตัวนี้ได้คือ ความสามารถในการสร้างเยื่อเหนียวที่สามารถยึดเซลล์ให้รวมกันและให้ผลบวกเมื่อทำการทดสอบเซลลูโลส

2.3 ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ

การผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพที่ดีได้นั้นจำเป็นต้องควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะหากเชื้อเจริญเติบโตได้ดีก็ย่อมให้ผลผลิตที่ดีด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อมีดังนี้

2.3.1 วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตวุ้นสวรรค์ ควรเป็นสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของแบคทีเรียกลุ่ม *A. xylinum* เช่น มีแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจนในปริมาณที่เหมาะสมและควรเป็นวัตถุดิบที่สะอาด มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด เช่น น้ำมะพร้าวแก่ , น้ำสับปะรด , น้ำอ้อย , นํ้านมสด , น้ำกะทิ และน้ำชา เป็นต้น (ทิพรัตน์,2535)

2.3.2 แหล่งคาร์บอน

การที่แบคทีเรีย *A. xylinum* จะสามารถเจริญเติบโต และสร้างชั้นวุ้นได้จำเป็นต้องมีแหล่งคาร์บอนจากน้ำตาล ($C H O$) เพื่อใช้สร้างพลังงาน โดยแบคทีเรียจะใช้แหล่งคาร์บอนได้จากน้ำตาลหลายชนิด เช่น เดรีคโตส ซูโครส มอลโตส แล็คโตส กาแล็คโตส เป็นต้น แต่พบว่า เดรีคโตสเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุด ซึ่งจะก่อให้เกิดการสร้างวุ้นหนาที่สุด (สมคิด,2531) ในทางการค้านั้นเราจะใช้น้ำตาลทราย เพราะมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย ปริมาณของน้ำตาลที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างชั้นวุ้นของเชื้อคือร้อยละ 10 (ทิพรัตน์,2535) ถ้าปริมาณน้ำตาลมีค่าสูงหรือต่ำกว่านี้ การสร้างชั้นวุ้นจะได้อผลผลิตลดลงเพราะที่ค่าความเข้มข้นของน้ำตาลสูงๆ จะมีผลยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ส่วนที่ค่าความเข้มข้นของน้ำตาลต่ำๆ จะทำให้แหล่งคาร์บอนที่ใช้ในการเจริญไม่เพียงพอ

2.3.3 แหล่งไนโตรเจน

ไนโตรเจนถือว่ามีมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตสำหรับแบคทีเรียชนิดนี้ เพราะอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีไนโตรเจนอยู่เลยแบคทีเรียชนิดนี้จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ แม้ว่าน้ำทิ้งจากโรงงานคั่วหู้ที่นำมาใช้ผลิตจะมีโปรตีนในรูปที่แบคทีเรียสามารถนำไปใช้ได้ แต่การย่อยสลายโปรตีนโดยจุลินทรีย์นั้นจะเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้ต้องใช้เวลานานในการเพาะเลี้ยงดังนั้นก็มีการคิดค้นแหล่งของสารไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย ทั้งนี้เพื่อเป็นการช่วยเร่งการเจริญเติบโต และเพื่อช่วยในการสร้างวุ้นของแบคทีเรียให้เร็วยิ่งขึ้น แอมโมเนียที่นิยมใช้เพื่อเร่งการสร้างวุ้น และเพิ่มวุ้นนั้นได้มีการทดลอง และการใช้อยู่หลายชนิดแต่ที่นิยมใช้กันในกระบวนการผลิตวุ้นสวรรค์นั้น ได้แก่แอมโมเนียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) และแอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) ซึ่งการใช้นี้ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณ และสัดส่วนของแต่ละสูตร (ทิพรัตน์, 2535)

2.3.4 ปริมาณเชื้อเริ่มต้น

การคัดเลือกเชื้อที่บริสุทธิ์ และสายพันธุ์ที่เหมาะสมเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้อวุ้นสวรรค์ที่ผลิตออกมามีคุณภาพที่ดี แต่การใช้นั้นจะมีการใช้ในปริมาณที่เหมาะสมคือ จะต้องมีความพอ เพื่อที่เชื้อจะได้เจริญเติบโต และสร้างวุ้นได้ทันที พบว่าการใช้เชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10-20 ของอาหารเลี้ยงเชื้อจะทำให้ได้ผลผลิตของวุ้นสวรรค์ที่ดีที่สุด (ทิพรัตน์, 2531) การใช้เชื้อเริ่มต้นมากเกินไปก็ไม่ได้ทำให้ผลผลิตมากขึ้นแต่ในทางตรงกันข้ามถ้าหากใช้เชื้อเริ่มต้นในปริมาณที่ต่ำ กลับทำให้ได้ผลผลิตต่ำลง

2.3.5 เอทานอลและกรดอะซิติก

แบคทีเรียในกลุ่มของ *Acetobacter* สามารถออกซิไดส์เอทานอลเป็นกรดอะซิติก แต่การสร้างวุ้นจะไม่เกิดขึ้นถ้าหากไม่มีกลูโคสในอาหารที่มีเอทานอล และถ้าหากไม่มีการเติมกรดอะซิติกหรือกลูโคสลงไป ทั้งเอทานอลและกรดอะซิติกเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงาน ทำให้ผลผลิตวุ้นสูงขึ้นในระยะเวลาสั้น และเอทานอลยังมีผลไปยัง

จุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ซึ่งมีการปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากผลิตภัณฑ์ต่างๆ และกระบวนการผลิตด้วย

2.3.6 ความเป็นกรด-ด่าง

A. xylinum สามารถเจริญได้ในอาหารที่มี ความเป็นกรด-ด่าง 3.5 - 7.5 (ทิพรัตน์,2535) แต่ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการสร้างวุ้นที่มีความหนา และคุณภาพที่ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อ คือ 4.5 - 6 และในส่วนของน้ำมะพร้าวแก่ ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการสร้างวุ้นคือ 5 - 5.5 (อัจฉรา, 2536)

2.3.7 อุณหภูมิ

A. xylinum จะสร้างวุ้นได้ดีที่อุณหภูมิ 28- 31 องศาเซลเซียส (ทิพรัตน์,2535) หลังจากการบ่มเป็นเวลา 3 วัน ดังนั้นอุณหภูมิห้องจึงเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสร้างวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าวของเชื้อ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าที่อุณหภูมิ 10 , 15 , 35 , 40 องศาเซลเซียส การสร้างวุ้นจะไม่มีประสิทธิภาพ (ทิพรัตน์,2535)

2.3.8 ออกซิเจน

แบคทีเรียชนิดนี้ต้องใช้ ออกซิเจนในการเจริญเติบโต ดังนั้นในการผลิตวุ้นสวรรค์ ภาชนะที่ใช้ในการผลิตควรมีขนาดของปากกว้าง หรือผิวหน้าที่กว้าง เพราะเชื้อจะสร้างขึ้นวุ้นที่ผิวหน้าของอาหาร และระหว่างการหมักจะต้องใช้ความระมัดระวังมิให้มีการกระทบกระเทือนภาชนะหมักเนื่องจากขึ้นวุ้นจะจม เชื้อจะสร้างขึ้นวุ้นใหม่บนผิวหน้าของอาหาร ทำให้ขึ้นวุ้นที่ได้มีความหนาน้อย นอกจากนี้ควรระบายอากาศโดยใช้วัสดุปิดปากภาชนะเช่น ผ้าขาวบาง แต่จะต้องไม่ใช่วัสดุที่หนาจนเกินไป เพราะจะทำให้เชื้อไม่ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอในการเจริญเติบโต

จากปัจจัยต่างๆที่กล่าวมาข้างต้นนี้ นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการที่จะช่วยให้วุ้นสวรรค์มีคุณภาพดี คือลักษณะของเนื้อเยื่อที่หนาเหนียวเพราะแบคทีเรียเจริญเต็มที่ จากสารอาหารต่างๆ เช่นแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน การศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น นับว่าเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อเป็นแนวทางนำไปสู่กระบวนการผลิตวุ้นสวรรค์อย่างมี

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพต่อไป

2.4 กระบวนการผลิตเต้าหู้

การผลิตเต้าหู้ในประเทศไทยมีปริมาณสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากคนไทยนิยมบริโภคเต้าหู้กันมาก ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มคนมีรายได้ต่ำหรือมีรายได้สูง ทั้งนี้เพราะเต้าหู้เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ ราคาถูก และสามารถนำไปประกอบอาหารได้หลายรูปแบบ ปัจจุบันได้มีโรงงานผลิตเต้าหู้มากมายในบ้านเรา แต่ยังคงเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้จะคล้ายการผลิตนํานมถั่วเหลือง ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้ คือ คัดเลือกถั่วเหลืองที่มีคุณภาพ โดยเลือกถั่วที่ใหม่ มาแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้องเล็กน้อยประมาณ 20-22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง หรือค้างหนึ่งคืน จะส่งผลให้ถั่วเหลืองมีลักษณะนิ่มตัวดีและน้ำหนักจะเพิ่มขึ้น จากนั้นนำมาบด โดยผสมกับน้ำในอัตราที่เหมาะสม กล่าวคือ ถ้าใส่น้ำมาก ทำให้ได้โปรตีนในช่วงสกัดน้อยลง และเป็นผลให้เต้าหู้มีเนื้อหยาบ อัตราส่วนของถั่วต่อน้ำที่พอเหมาะ คือ น้ำต่อถั่วเท่ากับ 10 : 1 หรือ น้ำ 1 ลิตรต่อถั่วเหลือง 1 ซีด (ถั่วเมล็ดแห้ง) นำมากรองเอากากถั่วเหลืองออก จะได้น้ำเต้าหู้ออกมา จากนั้นใส่สารตกตะกอน เช่น Calcium Sulfate ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) , Magnesium Sulfate (MgSO_4) , Glucono Delta Lactone (GDL) เป็นต้น ซึ่งในกระบวนการผลิตช่วงนี้จะมีน้ำเหลือทิ้งจากการอัดให้เป็นก้อน น้ำที่ได้จากขั้นนี้จะนำไปใช้ในการศึกษาการผลิตวุ้นสวรรค์ ส่วนโปรตีนจะตกตะกอนเป็นก้อนเต้าหู้ นำไปบรรจุหีบห่อและปิดผนึก หลังจากได้บรรจุเต้าหู้ใส่หีบห่อแล้ว จะนำเต้าหู้ที่ได้ไปต้มในน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 - 60 นาที และทำให้เย็น ส่งขายตามท้องตลาด กรรมวิธีการผลิตเต้าหู้แสดงไว้ในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้

ที่มา : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2527)

บทที่ 3

อุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินการ

จุลินทรีย์

A. xylinum TISTR 107 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมี:

1. แอมโมเนียมซัลเฟต
2. glacial acetic acid
3. เอทานอลร้อยละ 95
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มอล (ภาคผนวก ค)

อุปกรณ์:

1. เครื่องชั่ง
2. หม้อนิ่งความดันไอน้ำ
3. ภาชนะปากกว้าง
4. พีเอชมิเตอร์
5. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
6. เครื่องแก้วต่างๆ

วิธีการทดลอง

3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นบางประการของน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้

ก. การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง

นำน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้เทใส่บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้พีเอชมิเตอร์ บันทึกผลที่อ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

ขั้นที่ 1: ทำกราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 และ 160 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

นำสารละลายน้ำตาล 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองเติมสารโซโมจายีรีเอเจนต์ (Somogyi reagent) (ภาคผนวก ค) เขย่าสารละลายผสมนี้และตั้งทิ้งไว้ 15 นาที เติมน้ำกลั่น 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง(OD) ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร

ขั้นที่ 2: หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากตัวอย่างโดยใช้สารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ทำเช่นเดียวกับขั้นแรก นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวก ข)

ค. การวิเคราะห์หาปริมาณกรด (% acidity)

ดูดน้ำทิ้งจากการโรงงานเข้าหุ้มา 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้น เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ไตรเตรทด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 นอร์มอล โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ บันทึกปริมาณต่างที่ใช้ในการไตรเตรท คำนวณหาปริมาณแอสิดตี้นีในรูปร้อยละของกรดแลคติก (ภาคผนวก ง)

3.2 การเตรียมเชื้อเริ่มต้น *A. xylinum*

นำน้ำมะพร้าวแก่มา 500 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร เติมน้ำตาลทราย 25 กรัม , แอมโมเนียมซัลเฟต 2.5 กรัม ปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้ได้ประมาณ 5.5 แบ่งใส่พลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร พลาสติกละ 100 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกสำลีปิดทับด้วยกระดาษอีกชั้นหนึ่ง นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที รอจนอาหารเย็น เติม *A. xylinum* จากหลอดไลโอไฟไลซ์ นำไปปรมที่อุณหภูมิห้อง จนเกิดแผ่นวุ้นบางๆ ก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำทิ้งโรงงานเต้าหู้

3.3.1 การศึกษาหาความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสม

นำน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ที่ผ่านการกรองแล้วมาเติมน้ำตาลร้อยละ 6 แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.9 นำไปปรับความเป็นกรด-ด่างให้มีค่าแตกต่างกันคือ 3.5, 4.0, 4.5, 5.0 และ 5.5 ตามลำดับโดยใช้ glacial acetic acid แล้วนำไปต้มให้เดือดเป็นเวลา 5 นาทีบรรจุลงในโหลแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการนึ่งที่ 121 องศาเซลเซียส 15 นาที รอให้เย็น เติมหอทานอลและเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 5 ลงในแต่ละโหล ปิดด้วยผ้าขาวบาง บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน นำขึ้นวุ้นมาวัดความหนา และชั่งน้ำหนัก บันทึกผลการทดลอง (ทำสองซ้ำทุกๆ ค่าความเป็นกรด-ด่าง)

3.3.2 การศึกษาปริมาณของน้ำตาลที่เหมาะสม

นำน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้มาเติมน้ำตาล ร้อยละ 6, 7, 8, 9 และ 10 ตามลำดับ เติมแอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.9 นำไปปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ตามค่าที่เหมาะสม ซึ่งได้จากการทดลองที่ 3.3.1 นำไปต้มฆ่าเชื้อเป็นเวลา 5 นาที บรรจุลงในโหลแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รอให้เย็น เติมหอทานอลและเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 5 ลงในแต่ละโหล ปิดด้วยผ้าขาวบาง บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน บันทึกผลการทดลอง

3.3.3 การศึกษาปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตที่เหมาะสม

นำน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้มาเติมน้ำตาลในปริมาณที่เหมาะสมซึ่งได้จากการทดลองที่ 3.3.2 เติมแอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 และ 1.1 ตามลำดับ ปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ตามค่าที่เหมาะสมซึ่งได้จากการทดลองที่ 3.3.1 นำไปต้มฆ่าเชื้อเป็นเวลา 5 นาที บรรจุลงในโหลแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รอให้เย็น เติมหอทานอลและเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 5 ปิดด้วยผ้าขาวบาง บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การศึกษาปริมาณเอทานอลที่เหมาะสม

นำน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้มาเติมน้ำตาลและแอมโมเนียมซัลเฟต นำไปปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ตามผลที่ได้จากการทดลองที่ผ่านมา นำไปต้มฆ่าเชื้อเป็นเวลา 5 นาที บรรจุลงในโหลแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รอให้เย็น เติมเอทานอลร้อยละ 0, 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ เติมเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 5 ปิดด้วยผ้าขาวบาง บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน บันทึกผลการทดลอง

3.3.5 การศึกษาปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่เหมาะสม

เตรียมน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ให้มีปริมาณน้ำตาล , แอมโมเนียมซัลเฟต , เอทานอล และนำไปปรับความเป็นกรด-ด่างให้ได้ตามผล ที่ได้จากการทดลองที่ผ่านมา ต้มฆ่าเชื้อเป็นเวลา 5 นาที บรรจุลงในโหลแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รอให้เย็น เติมเชื้อเริ่มต้น ร้อยละ 5 , 10 , 15 และ 20 ตามลำดับ ปิดด้วยผ้าขาวบาง บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน บันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ : อุณหภูมิในการบ่มเป็นอุณหภูมิห้องซึ่งในขณะทำการทดลอง จะอยู่ในช่วง 28-32 องศาเซลเซียส

3.4 การเปรียบเทียบผลผลิตวันสวรรคตได้จากน้ำมะพร้าวและน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้

ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อ *A. xylinum* ในอาหารน้ำมะพร้าวแก่ โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมดังนี้คือ ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.5 , ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 5 , แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.5 , เอทานอลร้อยละ 5 ปริมาณเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 (สมคิด, 2531) บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน บันทึกผลการทดลองเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงเชื้อในน้ำทิ้งโรงงานเต้าหู้โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองข้างต้น

3.5 การทดสอบเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของวุ้นสวรรค์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าวและน้ำทิงจากโรงงานเต้าหู้โดยการแปรรูปเป็นวุ้นสวรรค์ในน้ำเชื่อม

นำวุ้นสวรรค์ที่ได้จากการผลิตโดยใช้สภาวะที่เหมาะสมกับวัตถุดิบทั้งสองชนิดมาหั่นเป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ นำไปต้มโดยการเปลี่ยนน้ำหลายๆ ครั้งเพื่อฆ่าเชื้อและเป็นการไล่กรดออกจากแผ่นวุ้นจนหมดกลิ่น นำขึ้นจากน้ำเติมน้ำตาลทรายปริมาณ 1:1 ทิ้งไว้ 1 คืน หลังจากนั้น นำมาต้มโดยเติมน้ำลงไปในปริมาณที่ทำให้ความหวานเหมาะสมหลังการเติมน้ำแข็ง จากนั้นให้ผู้ทดสอบทำการชิมเพื่อทดสอบเนื้อสัมผัสและความชอบรวมว่าอยู่ในระดับใด

หมายเหตุ : ทำการทดสอบด้วยวิธีการ Nine point Hedonic-Scale (ภาคผนวกจ) โดยผู้ทดสอบ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ ทั้งหมด 11 คน

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 คุณสมบัติเบื้องต้นบางประการของน้ำทิ้งจากโรงงานเด้าหมู

ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 4.6-5.0 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่อนข้างเป็นกรด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในระหว่างขั้นตอนการผลิตเด้าหมูจะเกิดกระบวนการย่อยสลายสารที่มีอยู่ในน้ำแช่ตัวเหลืองโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติได้ผลิตกรดที่คือกรด ซึ่งมีผลทำให้น้ำทิ้งจากการทำเด้าหมูมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีค่าเท่ากับ 0.298 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยจึงทำให้ต้องเติมน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน

ปริมาณกรดมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.378 ในรูปของกรดแลคติก

4.2 ผลการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นสวรรค์

4.2.1 ผลของความเป็นกรด-ด่าง

จากผลการศึกษาพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นสวรรค์เท่ากับ 5 ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมคิดธรรมรัตน์ (2531) ซึ่งพบว่าผลผลิตวุ้นสวรรค์ในน้ำมะพร้าวมาค่าสูงสุดเมื่อความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4-5 ซึ่งถ้าความเป็นกรด-ด่างสูงหรือต่ำกว่านี้จะยับยั้งการสร้างวุ้นของเชื้อ

ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.5 พบว่าไม่มีการสร้างวุ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีการปนเปื้อนในระหว่างการทดลองหรืออาจต้องใช้เวลาานกว่านี้ในการสร้างวุ้น

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

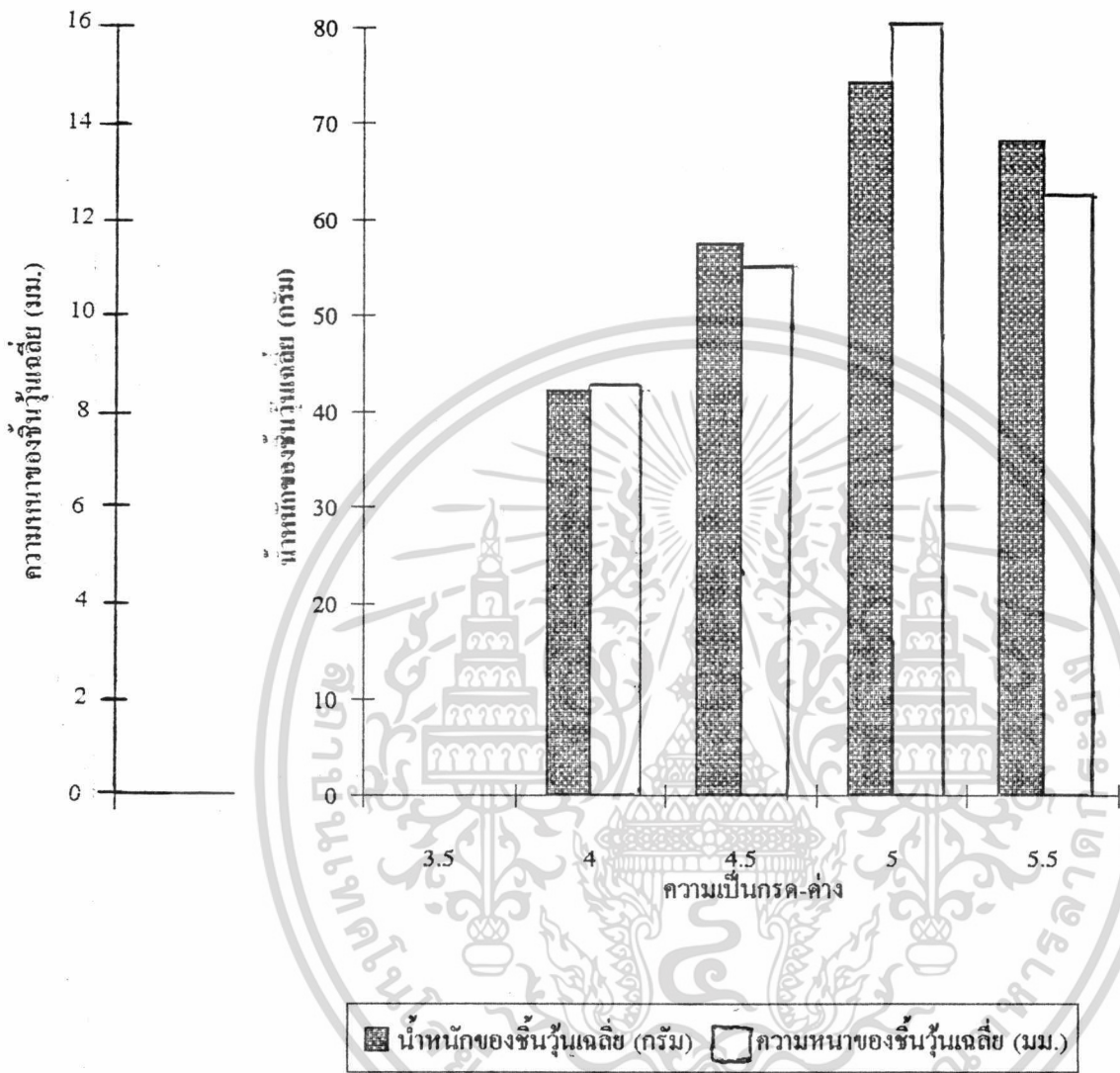
17

ตารางที่ 1 ผลของความเป็นกรด-ด่างต่อความหนา และน้ำหนักของขี้วัวสดรีด
ภายหลังการหมักเป็นเวลา 14 วัน

| ค่าความเป็นกรด-ด่าง | ความหนาของขี้วัวสดรีด (มม.) | น้ำหนักของขี้วัวสดรีด (กรัม) |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 3.5 | 0 | 0 |
| 4.0 | 8.5 | 42.24 |
| 4.5 | 11.0 | 57.53 |
| 5.0 | 16.0 | 74.35 |
| 5.5 | 12.5 | 68.21 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28142



ภาพที่ 1 ความหนาและน้ำหนักของขี้เถ้าที่ความเป็นกรด-ด่างค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

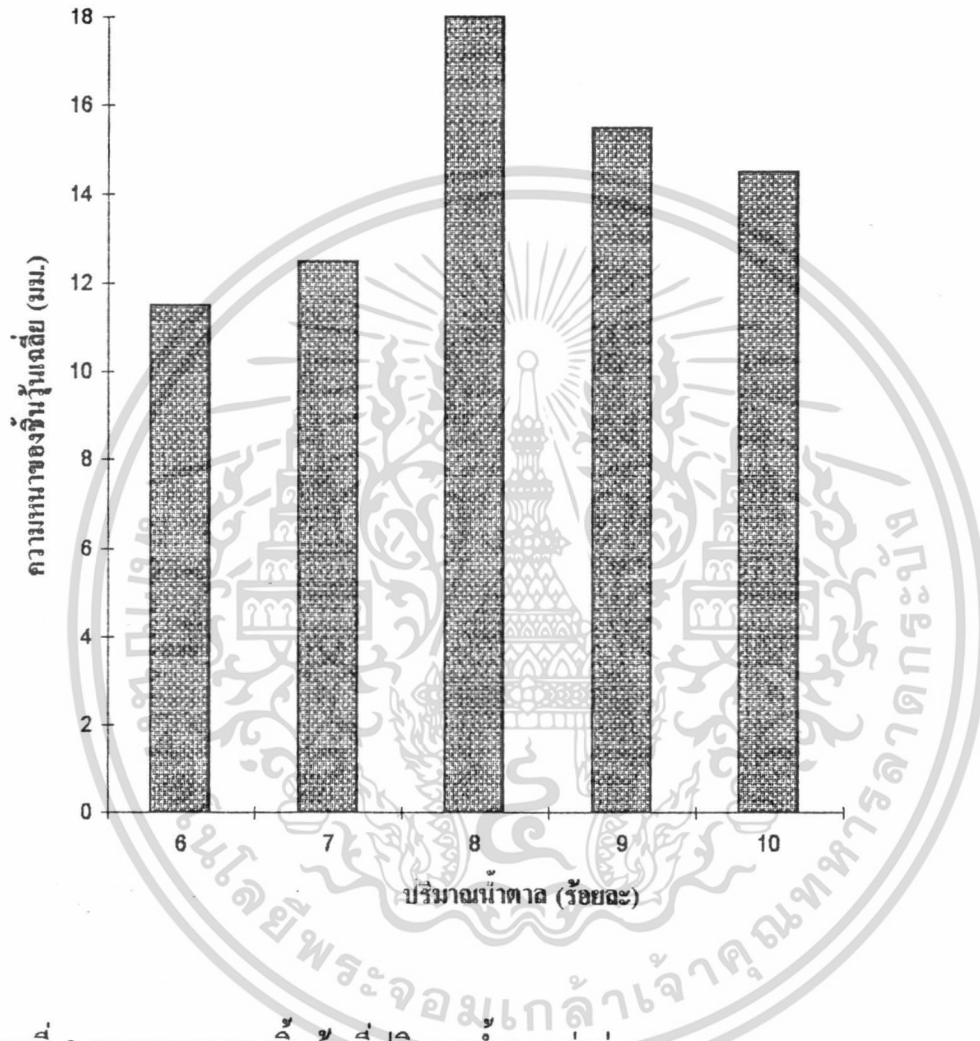
4.2.2 ผลของปริมาณน้ำตาล

จากผลการศึกษพบว่าน้ำตาลร้อยละ 8 เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการผลิต วุ้นสวรรค์ ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วราวุฒิ ครูส่งและคณะ (2530) ซึ่งพบว่าวุ้นสวรรค์ จากน้ำมะพร้าวจะให้ผลผลิตสูงสุด เมื่อปริมาณน้ำตาลอยู่ในช่วงร้อยละ 6-10 ถ้าปริมาณน้ำตาลต่ำมากกว่านี้จะทำให้แหล่งคาร์บอนมีไม่เพียงพอสำหรับการเจริญของเชื้อ และถ้าปริมาณสูงมากเกินไป อาจมีผลยับยั้งการเจริญเติบโต

ตารางที่ 2 ผลของปริมาณน้ำตาลต่อความหนาและน้ำหนักของวุ้นสวรรค์

| ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ) | ความหนาของชิ้นวุ้นเฉลี่ย (มม.) | น้ำหนักของชิ้นวุ้นเฉลี่ย (กรัม) |
|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 6 | 11.5 | 69.61 |
| 7 | 12.5 | 70.90 |
| 8 | 18.0 | 77.99 |
| 9 | 15.5 | 73.59 |
| 10 | 14.5 | 73.01 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ความหนาของชั้นน้ำที่ปริมาณน้ำตาดค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

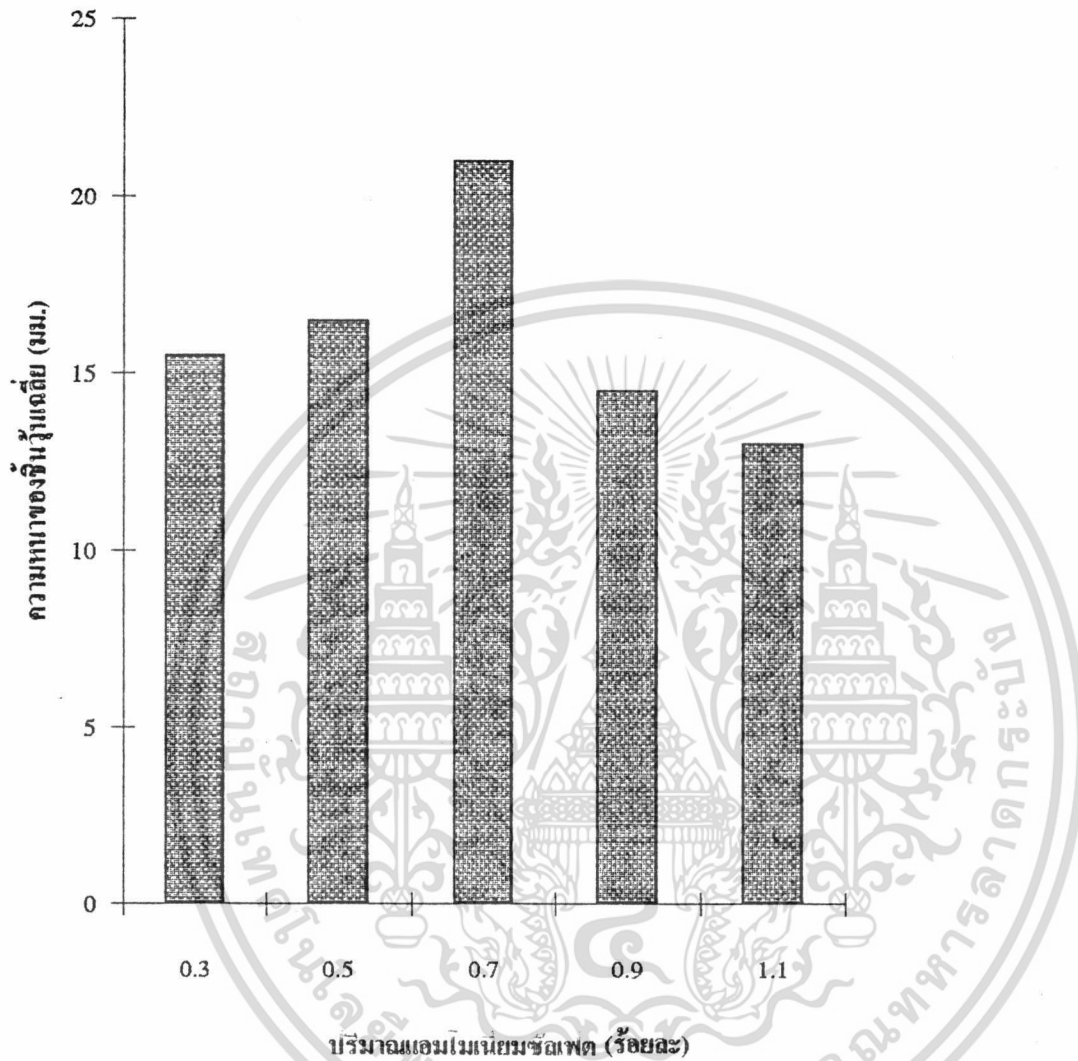
4.2.3 ผลของปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟต

จากผลการศึกษาพบว่า แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.7 เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นสวรรค์ดังแสดงในตารางที่ 3 และภาพที่ 3 ซึ่งการเติมแอมโมเนียมซัลเฟตเติมลงไปเพื่อเป็นแหล่งไนโตรเจนให้กับเชื้อแบคทีเรียเพื่อให้มีสารอาหารเพียงพอต่อการเจริญ และการสร้างขี้วุ้น ถ้ามีปริมาณมากหรือน้อยเกินไปจะมีผลกระทบต่อ การสร้างขี้วุ้น ได้ส่วนสมศรี ลีปัทมนวิทย์ (2531) ได้ทดลองผลิตวุ้นสวรรค์จากน้ำมะพร้าว พบว่าแอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.6 เป็นปริมาณที่ให้วุ้นหนาที่สุด

ตารางที่ 3 ผลของปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตต่อความหนาและน้ำหนักของวุ้นสวรรค์

| ปริมาณ แอมโมเนียมซัลเฟต (ร้อยละ) | ความหนาของขี้วุ้นเฉลี่ย (มม.) | น้ำหนักของขี้วุ้นเฉลี่ย (กรัม) |
|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0.3 | 15.5 | 75.95 |
| 0.5 | 16.5 | 79.33 |
| 0.7 | 21.0 | 84.20 |
| 0.9 | 14.5 | 75.09 |
| 1.1 | 13.0 | 70.31 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ความหนาของชั้นวุ้นที่ปริมาณแอมโมเนียมซัลเฟตค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

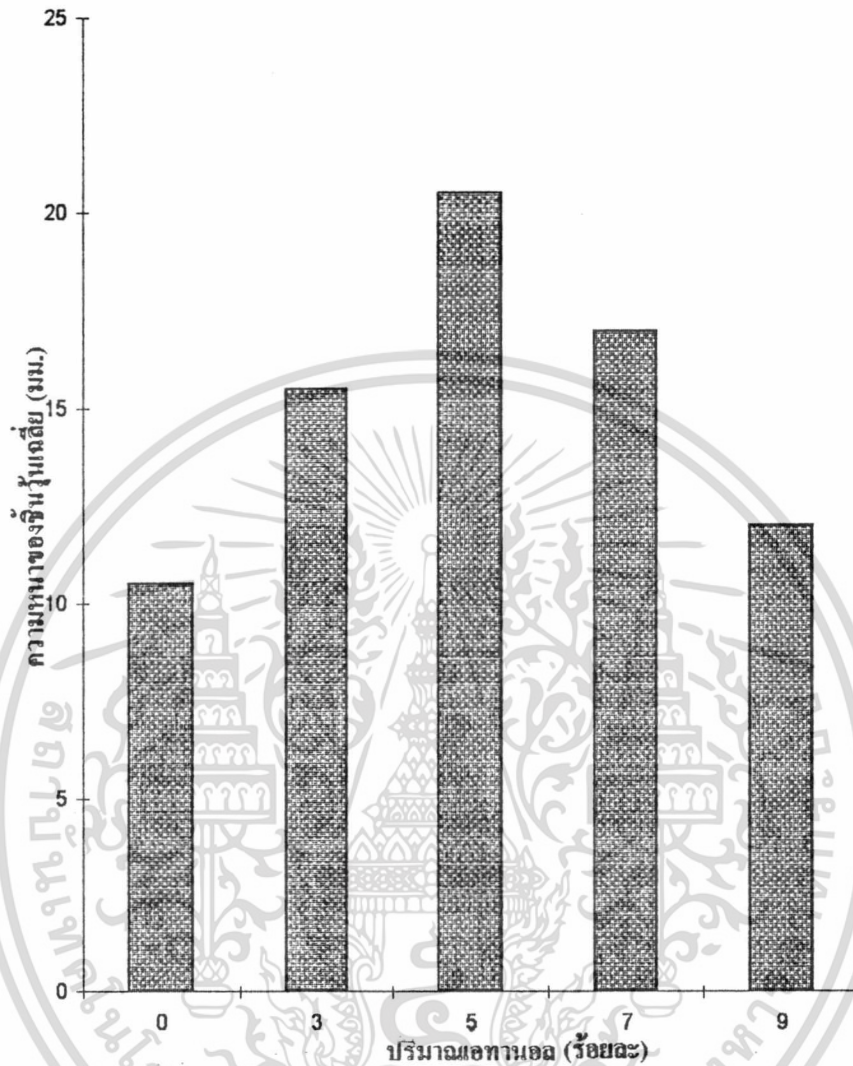
4.2.4 ผลของปริมาณเอทานอล

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณเอทานอลที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นสวรรค์ คือ ร้อยละ 5 ดังแสดงในตารางที่ 4 และภาพที่ 4 ซึ่งเอทานอลมีส่วนช่วยในการสร้างวุ้นให้เร็วขึ้นและยังช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนได้

ตารางที่ 4 ผลของปริมาณเอทานอลต่อความหนาและน้ำหนักของวุ้นสวรรค์

| ปริมาณเอทานอล (ร้อยละ) | ความหนาของชั้นวุ้นเฉลี่ย (มม.) | น้ำหนักของชั้นวุ้นเฉลี่ย (กรัม) |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 0 | 10.5 | 68.74 |
| 3 | 15.5 | 76.50 |
| 5 | 20.5 | 81.84 |
| 7 | 17.0 | 77.34 |
| 9 | 12.0 | 71.69 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ความหนาของชั้นวุ้นที่ปริมาณเอทานอลค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

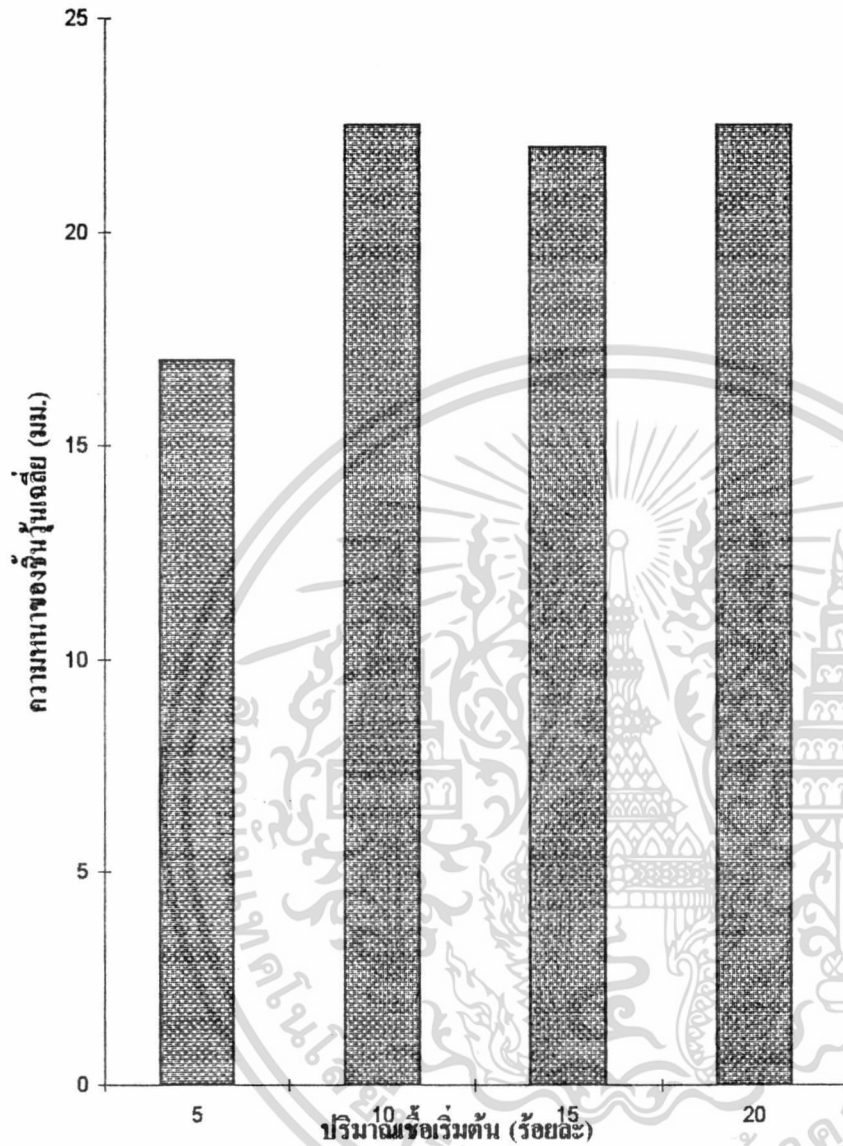
4.2.5 ผลความปริมาณเชื้อเริ่มต้น

จากการศึกษา ที่สภาวะปริมาณน้ำตาลร้อยละ 5 , แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.7 , เอทานอลร้อยละ 5 และความเป็นกรดต่างเท่ากับ 5 ตามลำดับ พบว่า ปริมาณเชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 , 15 และ 20 ให้ความหนาและน้ำหนักของชิ้นวุ้นใกล้เคียงกัน ดังแสดงใน ตารางที่ 5 และภาพที่ 5 แต่ที่ร้อยละ 10 เป็นปริมาณที่เหมาะสมเพื่อความประหยัด และไม่ต้องเติมเชื้อเริ่มต้นให้มากเกินไปจนเกินไป ก็สามารถผลิตวุ้นสวรรค์ที่มีผลผลิตสูงได้

ตารางที่ 5 ผลของปริมาณเชื้อเริ่มต้น *A. xylinum* ต่อความหนาและน้ำหนักของวุ้นสวรรค์

| ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (ร้อยละ) | ความหนาของชิ้นวุ้นเฉลี่ย (มม.) | น้ำหนักของชิ้นวุ้นเฉลี่ย (กรัม) |
|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 5 | 17.0 | 76.77 |
| 10 | 22.5 | 84.19 |
| 15 | 22.0 | 83.18 |
| 20 | 22.5 | 84.05 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ความหนาแน่นของเชื้อที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้นค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลผลิตวันสวรรคต์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าวและน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้

จากผลการทดลอง หลังจากบ่มไว้ 10 วัน พบว่า ความหนาของชั้นวุ้นจะใกล้เคียงกันมากทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก โน้มน้ำมะพร้าว และน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้มี สารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเชื้ออยู่ในปริมาณสูงพอๆ กัน (ภาคผนวก ก และ จ)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความหนาของชั้นวุ้นที่ผลิตจากน้ำมะพร้าว และน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้

| ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ | ความหนาของชั้นวุ้นเฉลี่ย(มม.) |
|--------------------------|-------------------------------|
| น้ำมะพร้าวแก่ | 11.0 |
| น้ำทิ้งจาก โรงงานเต้าหู้ | 12.5 |

4.4 ผลการทดสอบเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของวุ้นสวรรคต์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าวแก่และน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้

จากการทดลองทดสอบความชอบทางด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของ วุ้นสวรรคต์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าวแก่ และน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ โดยวิธีการ Nine point Hedonic-Scale พบว่าคะแนนเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของวุ้นสวรรคต์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าว และน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้อยู่ในระดับความชอบปานกลาง แต่วุ้นสวรรคต์ที่ผลิตจากน้ำมะพร้าวแก่มีค่าคะแนนเนื้อสัมผัสน้อย ส่วนความชอบรวมมากกว่าวุ้นสวรรคต์ที่ผลิตจากน้ำทิ้งโรงงานเต้าหู้เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 การทดสอบเนื้อสัมผัสและความชอบรวมของวุ้นสวรรค์ที่ผลิตจาก
น้ำมะพร้าวและน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้

| ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ | คะแนนเนื้อสัมผัส | คะแนนความชอบรวม |
|-------------------------|------------------|-----------------|
| น้ำมะพร้าวแก่ | 7.1 | 7.17 |
| น้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ | 7.3 | 7.0 |

- หมายเหตุ :
- 9 = ชอบมากที่สุด
 - 8 = ชอบมาก
 - 7 = ชอบปานกลาง
 - 6 = ชอบเล็กน้อย
 - 5 = เฉยๆ
 - 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
 - 3 = ไม่ชอบปานกลาง
 - 2 = ไม่ชอบมาก
 - 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความเหมาะสมของปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อการผลิตวุ้นสววรรค์ โดยใช้เชื้อ *A. xylinum* พบว่า ที่ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 8, แอมโมเนียมซัลเฟตร้อยละ 0.7 , เหนืทานอลร้อยละ 5, เชื้อเริ่มต้นร้อยละ 10 และค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตวุ้นสววรรค์จากน้ำมะพร้าวและน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ที่สภาวะที่เหมาะสม พบว่าความหนาของชั้นวุ้นหลังจากบ่มเป็นเวลา 10 วัน จะใกล้เคียงกันมาก

ผลจากการทดสอบเนื้อสัมผัส และความชอบรวมหลังจากการแปรรูปเป็นวุ้นสววรรค์ในน้ำเชื่อม ทั้งจากน้ำมะพร้าวและน้ำทิ้งจากโรงงานเต้าหู้ได้รับคะแนนความยอมรับในระดับชอบปานกลาง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการผลิตในช่วงที่แคบลงกว่านี้ ซึ่งอาจจะทำให้ใช้เวลาในการผลิตสั้นลง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. “โปรตีนจากถั่วเหลือง”, รายงานการอบรมและเผยแพร่อาหารเสริมโปรตีนโดยใช้ถั่วเหลืองและถั่วเมล็ดแห้ง, 2526.

กลุ่มงานเคหกิจ กองพัฒนาการบริหารงานเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. “อาหารกุ้งมะพร้าว”, เอกสารงานมหกรรมส่งเสริมการเกษตร หน้า 2-10. ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, 2537.

ทิพรัตน์ หงษ์ทศศิริ. “ปัจจัยสำคัญในการผลิตกุ้งสวรรค์”, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, คณะทรัพยากรธรรมชาติ, ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร : 2535

วราวุฒิ ครูสง. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์กุ้งสวรรค์ในน้ำลิ้นจี่”, อุตสาหกรรมเกษตร. 4, 2(กรกฎาคม-กันยายน 2531) : 5-9.

วราวุฒิ ครูสง. “การผลิตกุ้งสวรรค์จากน้ำมะพร้าวแก่”, อุตสาหกรรมเกษตร. 5, 2(ตุลาคม-ธันวาคม 2531): 49-61.

สมคิด ธรรมรัตน์. “การผลิตกุ้งน้ำมะพร้าวและการแปรรูป”,วารสารอาหาร. 18, 4(ตุลาคม-ธันวาคม 2531): 250-262.

สมศรี ลีพัฒน์วิทย์. “การหาสูตรอาหารที่เหมาะสมสำหรับทำกุ้งสวรรค์จากน้ำมะพร้าวแก่”,วารสารอาหาร. 18, 4(ตุลาคม-ธันวาคม 2531) : 239-249.

สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย. “ถั่วเหลือง”, รายงานการประชุมทางวิชาการเรื่องถั่วเหลือง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2520.

อัจฉราและคณะ. “การผลิตเห็ดขี้ผึ้งน้ำมะพร้าวในเชิงพาณิชย์”, โครงการพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

Africa, T.K. “ The production of nata from coconut water”. *Unitas* 22.(1949) : 61-105.

Brown, R.M. “Microbial cellulose production and application to materials-*Acetobacter xylinum* fermentation”. U.S. Pat 4 ,14 Dec.89, 9001.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
องค์ประกอบของสารอาหารในน้ำทิ้งจากโรงงานเด้าหมู

| องค์ประกอบ | ปริมาณที่พบ |
|------------------------------------|-------------|
| ความชื้น (ร้อยละ) | 86.67 |
| พลังงาน (แคลอรี ต่อ 100 มิลลิลิตร) | 68 |
| โปรตีน (ร้อยละ) | 7.8 |
| คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) | 1.6 |
| แคลเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม) | 124 |
| ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/100 กรัม) | 0.8 |
| วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม/100 กรัม) | 0.06 |
| วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม/100 กรัม) | 0.04 |
| ไนอะซิน (มิลลิกรัม/100 กรัม) | 0.02 |

ที่มา: สมคิด ธรรมรัตน์ (2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ส่วนประกอบของวันสวรรคต

| สารอาหาร | Araceli | วิทยาศาสตร์ บริการ(1) | กองเกษตร เคมี |
|--------------------------------|---------|--------------------------|------------------|
| น้ำ (ร้อยละ) | 67.7 | 94.4 | 94.6 |
| ไขมัน (ร้อยละ) | 0.2 | 0.05 | 0.06 |
| ไฟเบอร์ (ร้อยละ) | - | 1.10 | 1.15 |
| โปรตีน (ร้อยละ) | nil | 0.68 | 0.84 |
| ถั่ว (ร้อยละ) | - | 0.77 | 0.10 |
| คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) | - | 3.00 | 3.20 |
| แคลเซียม (มิลลิกรัม/100กรัม) | 12 | 3.45 | 5.20 |
| เหล็ก (มิลลิกรัม/100กรัม) | 5 | 0.02 | - |
| ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/100กรัม) | 2 | 22.0 | 5.70 |
| วิตามินบี1 (มิลลิกรัม/100กรัม) | Trace | 0.01 | - |
| วิตามินบี2 (มิลลิกรัม/100กรัม) | 0.01 | 0.02 | - |
| ไนอาซีน (มิลลิกรัม/100กรัม) | - | 0.22 | 0.22 |

ที่มา : สมคิด ธรรมรัตน์ (2531) : 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การเตรียมสารเคมี

1. โซเดียมไฮดรอกไซด์(NaOH) 1 นอร์มอล

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นเล็กน้อยคนให้ละลายจนหมด เทลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 1 ลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร

2. Somogyi Reagent

2.1 คอปเปอร์ รีเอเจนท์ เอ

ละลายโซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต 25 กรัม(Rochelle sale), NaHCO_3 จำนวน 20 กรัม และ Na_2SO_4 (anhydrous) จำนวน 200 กรัมในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร

2.2 คอปเปอร์ รีเอเจนท์ บี

ละลายคอปเปอร์ซัลเฟต($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 15 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยขวดวัดปริมาตร นำ สารละลายรีเอเจนท์ เอผสมกับสารละลายรีเอเจนท์ บีในอัตราส่วนเท่ากับ 25 : 1 ให้เพียงพอต่อความต้องการที่จะใช้เท่านั้น (ไม่ควรเตรียมสารละลายมากเกินไปเกินความต้องการ)

3. การเตรียม Nelson's Reagent

ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต 50 กรัมในน้ำกลั่น 900 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 42 มิลลิลิตรเข้าไปให้เข้ากัน เติมน้ำโซเดียมอาร์ซีเนต($\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 6 กรัม ที่ละลายในน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เข้าไปให้เข้ากันปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สารละลายนี้ต้องเก็บในขวดสีชา

ภาคผนวก ง
สูตรคำนวณหาปริมาณกรด (% acidity)

$$\text{ปริมาณกรดแลคติก(ร้อยละ)} = \frac{V * N * 0.09 * 100}{10 \text{ มิลลิลิตร}}$$

โดย V = ปริมาตรด่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

N = นอร์มอลลิตี ของด่างที่ใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ๑
ส่วนประกอบของน้ำมะพร้าวแก่

| ส่วนประกอบ | ปริมาณ |
|--|--------|
| ส่วนที่บริโภคได้ (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) | 100 |
| พลังงาน (แคลอรี ต่อ 100 มิลลิลิตร) | 12 |
| น้ำ (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) | 94.6 |
| โปรตีน (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) | 1.0 |
| คาร์โบไฮเดรต (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) | 2.1 |
| เถ้า (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) | 0.5 |
| แคลเซียม (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) | 20.7 |
| ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) | 25.4 |
| เหล็ก (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) | 0.4 |
| วิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) | 1.4 |

ที่มา: ทิพรัตน์ หงษ์ทศศิริ (2535)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบรายงานการทดสอบโดยประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์.....

เพศ.....

ชื่อผู้ทดสอบ.....

เวลา.....

จากตัวอย่างต่อไปนี้โปรดชิมและให้คะแนนความนิยมของแต่ละคุณลักษณะตามความรู้สึกของท่านโดยให้คะแนนดังนี้

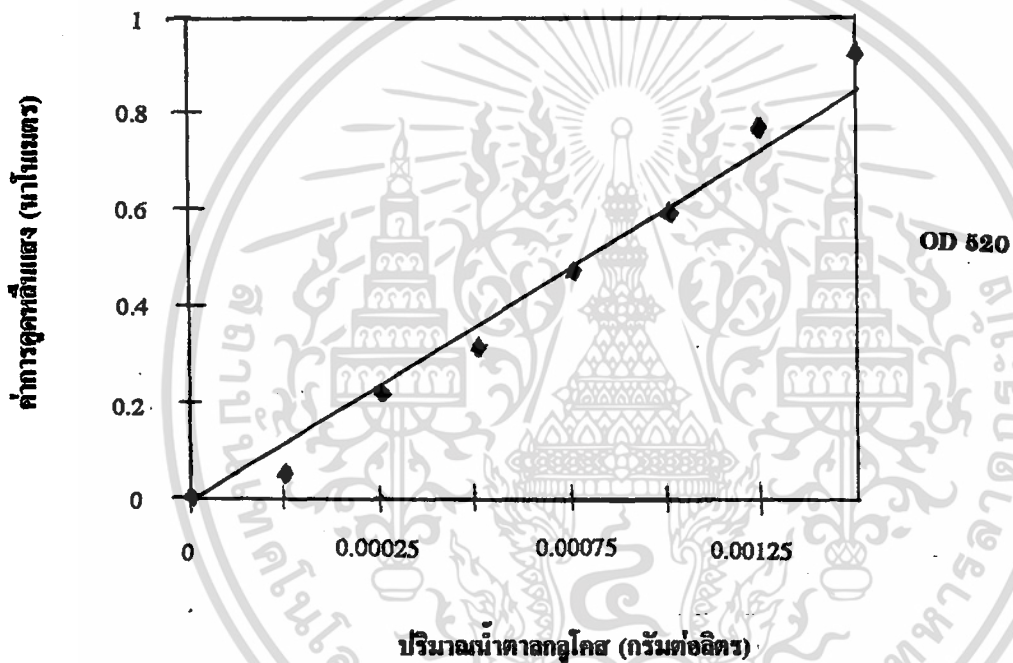
| | | |
|-----------------|---|-------|
| ชอบมากที่สุด | 9 | คะแนน |
| ชอบมาก | 8 | คะแนน |
| ชอบปานกลาง | 7 | คะแนน |
| ชอบเล็กน้อย | 6 | คะแนน |
| เฉยๆ | 5 | คะแนน |
| ไม่ชอบเล็กน้อย | 4 | คะแนน |
| ไม่ชอบปานกลาง | 3 | คะแนน |
| ไม่ชอบมาก | 2 | คะแนน |
| ไม่ชอบมากที่สุด | 1 | คะแนน |

| รหัสตัวอย่าง | เนื้อสัมผัส | การยอมรับรวม |
|--------------|-------------|--------------|
| | | |
| | | |

ข้อเสนอแนะ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้