สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของ Resistant starch จากกล้วยต่อจุลินทรีย์ในลำไส้

(Effect of Resistant Starch from banana on intestinal microorganism)

จัดทำโดย

นางสาวบุญญวรรณ	ไกรดง	สาขาเทคโนโลยีการหมัก	รหัส 47040810
นางสาวศิริพร	บูรณรัช	สาขาเทคโนโลยีการหมัก	รหัส 47040826

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

(ผศ.ดร.ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหม็ด) อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

สพ.
ว 443ส
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 85370
วัน,เดือน,ปี 11 พ.ย. 2551

b 12010893
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวบุญญวรรณ ไกรคง และ นางสาวศิริพร บูรณรัช : ผลของ Resistant Starch จากกล้วยต่อจุลินทรีย์ในลำไส้ (Effect of Resistant Starch from banana on intestinal microorganisms). สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมัก ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหม็ด

ในการทดลองนี้ได้ศึกษาการเตรียมสตาร์ชที่ต้านทานต่อการย่อย (resistant starch : RS) จากกล้วยที่ปลูกในประเทศไทย ได้แก่ กล้วยหอม กล้วยน้ำว้า และกล้วยหักมุก และนำมาทดสอบคุณสมบัติพรีไบโอติกของสตาร์ชที่เตรียมได้ โดยศึกษาความสามารถในการใช้ RS จากกล้วยเพื่อเป็นแหล่งคาร์บอนของจุลินทรีย์ในลำไส้ ได้แก่ Bifidobacterium , *E.Coli* , Clostridium และ Bacteroides จากผลการทดลองพบว่า RS จากแป้งกล้วยน้ำว้า และกล้วยหักมุก สนับสนุนการเจริญของจุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้ คือ Bifidobacterium โดยเฉพาะอย่างยิ่งพบว่า resistant starch จากกล้วยหักมุก มีแนวโน้มที่จะสามารถใช้เป็นพรีไบโอติกได้ดีกว่า RS จากกล้วยน้ำว้า เนื่องจากมีแนวโน้มสนับสนุนการเจริญของจุลินทรีย์ที่ดีคือ Bifidobacteria แต่ไม่ส่งเสริมการเจริญของเชื้อ *E. coli* และ Clostridium

.....

นางสาวบุญญวรรณ ไกรคง

....

นางสาวศิริพร บูรณรัช ผศ.ดร.ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหม็ด วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่องผลของ Resistant Starch จากกล้วยต่อจุลินทรีย์ในลำไส้ (Effect of Resistant Starch from banana on intestinal microorganisms) สามารถสำเร็จผ่านไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำต้องกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ศศิวิมล ชื่นอิ่ม อาเหม็ด เป็นอย่างสูง ทั้งจากการขอทุนที่ใช้ในการทดลอง และจากการให้คำแนะนำติชมต่างๆ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จลุล่วงได้ดี

ขอบคุณเด็กหญิงธัญพิชชา วิจิตระกะ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างอุจจาระที่ใช้ในการทดลองนี้ เพื่อนๆทุกคนที่ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ และน้ำใจเล็กๆน้อยๆในการให้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้การทดลองผ่านสำเร็จไปได้อย่างรวดเร็วและทันตามกำหนดเวลา ขอบคุณครอบครัวที่คอยถามไถ่เพื่อกระตุ้นให้มีความตั้งใจและทำปัญหาพิเศษผ่านพ้นไปได้ด้วยดี

นางสาวบุญญวรรณ ไกรคง

นางสาวศิริพร บูรณรัช

มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....ก
กิตติกรรมประกาศ.....ข
สารบัญ.....ค
สารบัญตาราง.....จ
สารบัญรูปภาพ.....ช
บทนำ.....1
- ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
- วัตถุประสงค์.....1
วารสารปริทัศน์.....2
- กล้วย.....2
- แป้ง.....5
- Resistant Starch.....6
- โปรไบโอติก (Probiotic).....10
- แบคทีเรียที่พบในลำไส้มนุษย์.....13
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการ.....15
- วัตถุดิบ.....15
- จุลินทรีย์.....15
- สารเคมี.....15
- อาหารเลี้ยงเชื้อ.....15
- อุปกรณ์.....16
- วิธีการทดลอง.....17
ผลการทดลองและวิจารณ์.....19
- ศึกษาการเตรียม Resistant starch จากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยหักมุก.....19
- ศึกษาคุณสมบัติพรีไบโอติกของสตาร์ชจากกล้วย.....20
สรุปผลการทดลอง.....22
ข้อเสนอแนะ.....23
เอกสารอ้างอิง.....24
ภาคผนวก ก.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข.....42
ภาคผนวก ค.....46
ภาคผนวก ง.....49
ประวัติผู้เขียน.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ปริมาณส่วนประกอบคุณค่าอาหารของกล้วยชนิดต่าง ๆ.....4
ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางอาหารของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ต่างๆในผลดิบและผลสุก.....5
ตารางที่ 2.3 ประเภทของแป้งในอาหารเมื่อพิจารณาตามความสามารถในการถูกย่อยสลายได้.....6
ตารางที่ 3.1 ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อและสภาวะในการเจริญของจุลินทรีย์.....18
ตารางที่ 4.1 ค่าผลได้ (% yield) แป้งและสตาร์ชจากกล้วยน้ำว้ากล้วยหอมทองและกล้วยหักมุก.20
ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์จากการใช้ RS กล้วยหอม.....20
ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์จากการใช้ RS กล้วยน้ำว้า.....21
ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์จากการใช้ RS กล้วยหักมุก.....21
ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์จากการใช้ RS ทางการค้า.....21
ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์จากการใช้ กลูโคส (ควบคุม).....21
ตารางที่ ก1.1 ผลได้ (% yield) ของแป้งจากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยหักมุก.....27
ตารางที่ ก1.2 ผลได้ (% yield) สตาร์ชจากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยหักมุก.....27
ตารางที่ ก1.3 ผลได้ (% yield) RSจากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยหักมุก.....27
ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มี RS จากกล้วยน้ำว้า
- ตารางที่ ก2.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar.....28
- ตารางที่ ก2.2 จำนวนเชื้อ Clostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxinB.....29
- ตารางที่ ก2.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar.....29
- ตารางที่ ก2.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl.....30
ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มี RS จากกล้วยหอมทอง
- ตารางที่ ก3.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar.....31
- ตารางที่ ก3.2 จำนวนเชื้อ Clostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxinB.....31
- ตารางที่ ก3.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar.....32
- ตารางที่ ก3.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl.....33
ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มี RS จากกล้วยหักมุก
- ตารางที่ ก4.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar.....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

- ตารางที่ ก4.2 จำนวนเชื้อ Clostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxinB.....34
- ตารางที่ ก4.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar.....35
- ตารางที่ ก4.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl.....35

ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มี RS ทางการค้า

- ตารางที่ ก5.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar.....36
- ตารางที่ ก5.2 จำนวนเชื้อ Clostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxinB.....36
- ตารางที่ ก5.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar.....37
- ตารางที่ ก5.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl.....38

ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มีกลูโคส

- ตารางที่ ก6.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar.....38
- ตารางที่ ก6.2 จำนวนเชื้อ Clostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxinB.....39
- ตารางที่ ก6.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar.....40
- ตารางที่ ก6.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl.....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ชนิดของจุลินทรีย์โพรไบโอติก.....12
ภาพที่ 2.2 *Clostridium perfringens*.....13
ภาพที่ 2.3 *Escherichia coli*.....13
ภาพที่ 2.4 *Bacteroides fragilis*.....14
ภาพที่ จ1 เครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการทดลอง.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่สามารถผลิตกล้วยได้เป็นจำนวนมาก จึงมีการนำกล้วยมาศึกษาวิจัยคุณสมบัติและองค์ประกอบต่างๆ จากงานวิจัยของเกื้อกูลและกล้าณรงค์ (2546) ส่วนหนึ่งพบว่ากล้วยสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็น Resistant Starch (RS) หรือแป้งเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีประโยชน์ต่อระบบขับถ่ายและระบบหมุนเวียนเลือด สลิลลาและศิริพร (2550) ได้ศึกษาเบื้องต้นพบว่า RS ที่ผลิตได้จากแป้งกล้วยหอมและกล้วยน้ำว้าของไทยสามารถใช้เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญของ Lactic Acid Bacteria (LAB) ในลำไส้เด็กทารกได้

ปัจจุบันการใช้พรีไบโอติกได้รับความสนใจมากขึ้นในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากพรีไบโอติกไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารตอนบน แต่มีความจำเพาะเจาะจงต่อการกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ประจำถิ่นในลำไส้ใหญ่ ได้แก่ บิฟีโดแบคทีเรีย (Bifidobacteria) และแลคโตบาซิไล (Lactobacilli) จุลินทรีย์เหล่านี้จะทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค และส่งผลดีต่อการทำงานของระบบทางเดินอาหาร พรีไบโอติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลโอลิโกแซ็กคาไรด์ เช่น ฟรุกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ กาแลกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ และอินนูลิน ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาค่อนข้างสูง

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงสนใจที่จะศึกษาวิธีการเตรียมสตาร์ชที่ต้านทานต่อการย่อย (resistant starch) จากกล้วยสายพันธุ์ของไทย และทดสอบคุณสมบัติพรีไบโอติกของสตาร์ชที่เตรียมได้ โดยเปรียบเทียบความสามารถในการถูกใช้เป็นแหล่งคาร์บอนเพื่อการเจริญของจุลินทรีย์ในลำไส้มนุษย์ ทั้งจุลินทรีย์ที่ดี ได้แก่ Bifidobacteria และจุลินทรีย์ที่ก่อโรค คือ Clostridium , *E. coli* และ Bacteroides เพื่อเป็นแนวทางในการขยายการใช้ประโยชน์จากกล้วยดิบเพื่อเป็นแหล่งผลิตสารพรีไบโอติกที่มีราคาไม่แพงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาการเตรียมสตาร์ชที่ต้านทานต่อการย่อย (RS) และเปรียบเทียบผลได้ของแป้งกล้วย และสตาร์ชที่เตรียมจากจากกล้วยหอม กล้วยน้ำว้า และกล้วยหักมุก

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของ Resistant Starch ที่เตรียมจากแป้งกล้วยหอม กล้วยน้ำว้า และกล้วยหักมุกต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในลำไส้มนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 กล้วย (เบญจมาศ, 2545)

กล้วยเป็นผลไม้ที่รู้จักกันทั่วไป ซึ่งต้นกล้วยเป็นต้นไม้ที่ให้ประโยชน์ทุกส่วน ตั้งแต่ใบตอง กาบกล้วย ผลกล้วยทั้งสุกและดิบ หน่อกล้วยอ่อน ปลีกล้วย ราก และลำต้นใต้ดิน โดยเฉพาะส่วนของผลกล้วย สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายหลาก เช่น กล้วยน้ำว้าที่สุกงอมใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงเด็กอ่อน โดยกล้วยน้ำว้าที่สุกงอมจะมีคุณค่าทางอาหารที่สูงและทั้งยังย่อยได้ง่าย

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีราคาไม่แพง มีปลูกทั่วไปในประเทศไทย อีกทั้งยังมีให้บริโภคตลอดปี ให้คุณค่าทางอาหารสูง สามารถนำมาทำอาหารได้หลายชนิด อาทิเช่น กล้วยบวชชี กล้วยฉาบ กล้วยแขก กล้วยเชื่อม ขนมกล้วย ข้าวต้มไส้กล้วย เป็นต้น

2.1.1. ส่วนประกอบของพันธุ์กล้วย

ผลกล้วยเจริญเติบโตมาจากรังไข่ของดอกตัวเมีย ซึ่งการเจริญมีแบบการผสมพันธุ์และไม่ผสมพันธุ์ โดยแบบผสมพันธุ์จะเป็นกล้วยที่ปลูกกันด้วยเมล็ด ซึ่งดอกตัวเมียจำเป็นที่จะต้องนำมาผสมพันธุ์ก่อนเจริญเติบโตเป็นผลกล้วย ส่วนแบบไม่ต้องผสมพันธุ์นั้นจะเป็นกล้วยที่ปลูกโดยการแตกหน่อ เนื้อกล้วยคือเนื้อเยื่อชั้นนอกระหว่างเกสรตัวเมียกับรังไข่ จุดเล็กๆ สีน้ำตาลที่ไส้กล้วยคือเกสรตัวเมียที่เป็นหมันไม่สามารถผสมพันธุ์ได้

ผลกล้วยทั้งหมดเกิดจากช่อดอก เรียกว่า เครือ (Bunch) ส่วนผลกล้วยจากกลุ่มดอกแต่ละกลุ่มบนช่อดอก เรียกว่า หวี (Hand) กล้วยแต่ละลูก เรียกว่า ผล (Finger) ส่วนปลายผลที่มีจุกสีดำ คือดอกตัวเมียที่หลุดร่วงไป เส้นใยระหว่างเปลือกกล้วยกับเนื้อกล้วย เรียกว่า รก

2.1.2. กล้วยน้ำว้า มีปลูกกันมากทั่วทุกภาคของประเทศไทย เฉพาะเป็นกล้วยที่ทนทานในทุกสภาพดินฟ้าอากาศได้ดีกว่ากล้วยพันธุ์อื่นๆ คนไทยนิยมปลูกในส่วนหลังบ้าน ด้วยความแพร่หลายของกล้วยพันธุ์นี้จึงมีชื่อเรียกต่างกันไปตามท้องถิ่น อย่างเช่น ภาคเหนือจะเรียกว่ากล้วยใต้ คนจันทบุรีเรียกว่า กล้วยมะลิอ่อง คนอุบลเรียก กล้วยตานีอ่อง ลำต้นของกล้วยน้ำว้าจะมีความสูงไม่เกิน 3.5 เมตร ก้านใบมีร่องค่อนข้างแคบ ก้านช่อดอกไม่มีขน เครือหนึ่งมี 8-10 หวี หวีหนึ่งมี 13-16 ผล ผลและเปลือกหนากว่ากล้วยไข่ แต่ความยาวใกล้เคียงกับกล้วยไข่เนื้อกล้วยสีขาว แกนกลางเรียกว่าไส้กลาง มีสีเหลือง ขาว หรือชมพู ซึ่งทำให้กล้วยแบ่งเป็น กล้วยน้ำว้าแดง กล้วยน้ำว้าเหลือง กล้วยน้ำว้าขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้วยน้ำว้ามีประโยชน์มาก ใช้เป็นอาหารของเด็กอ่อน เด็กทารกวัย 3 เดือน ทุกคนต้องผ่านการกินกล้วยน้ำว้าครูดมาแล้วทั้งสิ้น นอกจากเป็นอาหารของทารกแล้วยังนิยมนำมาบริโภคสดและทำขนมอีกด้วย

2.1.3. กล้วยหอมทอง ปัจจุบันนิยมปลูกกันมาก มีการส่งเสริมกันทั่วไป กำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศแต่มีข้อเสียคือไม่ทนทานต่อโรคตายพราย และโรคใบจุด กล้วยหอมจะมีอยู่หลายพันธุ์ ทั้งกล้วยหอมเขียว กล้วยหอมจันทน์ กล้วยหอมเขียวค่อม แต่ที่นิยมมากที่สุดคือ กล้วยหอมทองเพราะว่ามีกลิ่นหอม รสหวาน

กล้วยหอมทองจะมีลำต้นสูงประมาณ 3.5 เมตร เครือหนึ่งจะมี 5-6 หวี หวีหนึ่งมีประมาณ 10-15 ผล ปลายผลจะมีจุกยื่นออกมาให้เห็นได้ชัดเจน เปลือกบาง เมื่อผลกล้วยสุก จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทองแหล่งปลูกส่วนใหญ่จะอยู่แถบภาคกลาง โดยเฉพาะจังหวัดแถบปทุมธานีและรอบๆเขตปริมณฑล (ฝ่ายส่งเสริมการเกษตร สำนักวิจัยและส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2548)

2.1.4. กล้วยหักมุก (กล้วยส้ม) กล้วยหักมุกมีอยู่ 2 ชนิด ชนิดที่มีนวลกับไม่มีนวล มีลำต้นสูง 3-3.5 เมตร กาบลำต้นด้านนอกมีกระดำบ้างเล็กน้อย มีนวลมาก เครือหนึ่งมีประมาณ 7 หวี หวีหนึ่งมี 12-16 ผล ผลใหญ่เวลาสุกแล้วจะมีรสฝาด จึงต้องนำไปเผาหรือฉาบจึงจะอร่อย (ฝ่ายส่งเสริมการเกษตร สำนักวิจัยและส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2548)

2.1.5. คุณค่าทางโภชนาการของผลกล้วย (เบญจมาศ, 2538)

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ มีวิตามิน เกลือแร่ ให้พลังงานสูง (ตารางที่ 2.1) จึงเหมาะสำหรับการบริโภคทุกเพศทุกวัย ในประเทศอูกันดามีประชาชนรับประทานกล้วยโดยเฉลี่ยวันละ 4 - 4.5 กิโลกรัม ใช้แทนเนื้อสัตว์ได้ด้วย กล้วยเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าพอๆกับมันฝรั่ง คณะที่ปรึกษาของการวิจัยด้านการเกษตรนานาชาติ (Consultative Group on International Agricultural Research/CGIAR) ภายใต้การสนับสนุนของโครงการสหประชาชาติ (United Nations Development Programme/UNDP) ได้จัดอันดับความสำคัญของกล้วยและกล้าย (Banana and Plantain) ว่าเป็นอาหารที่ประชากรโลกบริโภคสูงเป็นอันดับ 4 ของโลก ในแง่ปริมาณการผลิตรวม รองจากข้าว ข้าวสาลี และนม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณสารอาหารของกล้วยชนิดต่าง ๆในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

ชนิดของกล้วย ปริมาณสารอาหาร	กล้วยน้ำว้า	กล้วยหอมทอง	กล้วยหักมุก
พลังงานเป็นกิโลแคลอรี่	122	131	112
โปรตีนเป็นกรัม	1.2	1.0	1.2
คาร์โบไฮเดรทเป็นกรัม	26.1	31.4	26.3
ไขมันเป็นกรัม	0.3	0.2	0.2
วิตามินต่าง ๆ			
เอ เป็นหน่วยสากล	37.5	132	116
บีหนึ่ง เป็นมิลลิกรัม	0.03	0.04	0.04
บีสอง เป็นมิลลิกรัม	0.04	0.03	0.8
ซี เป็นมิลลิกรัม	14	7	16
เกลือแร่ เป็นมิลลิกรัม			
แคลเซียม	12	26	18
ฟอสฟอรัส	32	46	22
เหล็ก	0.8	0.6	0.47
น้ำเป็นกรัม	71.6	66.3	71.2

ที่มา : ฝ่ายส่งเสริมการเกษตร สำนักวิจัยและส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2548)

จะเห็นได้ว่ากล้วยแต่ละชนิดต่างก็ให้คุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกัน กล้วยบางชนิดอาจมีสารอาหารบางอย่างไม่เท่ากัน เช่น วิตามินเอ ในกล้วยหอมทองและกล้วยหักมุกมีมากกว่าในกล้วยน้ำว้าถึง 3 เท่า เป็นต้น นอกจากนี้ในกล้วยดิบและกล้วยสุกยังมีปริมาณสารอาหารและองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันด้วย (ตารางที่ 2.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางอาหารของกล้วยน้ำว้าพันธุ์ต่างๆในผลดิบและผลสุก

กล้วยน้ำว้า (ในส่วนที่กินได้ 100 กรัม)	อายุกล้วย (%ของอายุกล้วยสุก)	ส่วนประกอบ					
		ความชื้น	ไขมัน	เยื่อใย	โปรตีน	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
กล้วยน้ำว้าไส้ขาว	75	64.28	0.29	0.38	0.87	0.73	33.45
	90	64.92	0.31	0.41	0.74	0.87	32.75
	กล้วยสุก	69.36	0.38	0.57	0.73	0.95	28.02
กล้วยน้ำว้าไส้เหลือง	75	66.32	0.28	0.38	0.84	0.72	31.45
	90	67.01	0.31	0.43	0.70	0.79	30.76
	กล้วยสุก	69.54	0.38	0.59	0.70	0.91	27.87
กล้วยน้ำว้าไส้แดง	75	65.39	0.26	0.34	0.86	0.73	32.41
	90	66.25	0.35	0.46	0.71	0.85	31.37
	กล้วยสุก	69.52	0.37	0.55	0.70	0.91	27.92
กล้วยน้ำว้าดิบ	กล้วยดิบ	69.00	0.20	0.50	1.40	-	28.70

ที่มา : วิไลลักษณ์ และคณะ (2532)

2.2 แป้ง

"แป้ง"ตามความหมายจากพจนานุกรม หมายถึง สิ่งที่เป็นผงละเอียดได้จากเมล็ดพืช ผลไม้ และรากไม้ ในกระบวนการผลิตแป้งจะมีศัพท์ 2 คำที่นิยมใช้กันคือ "ฟลาว" และ "สตาร์ช" ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้

ฟลาว (Flour) หมายถึง คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ และมีสิ่งเจือปนอยู่มาก เช่น โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ ตัวอย่างเช่น แป้งข้าวโพด (Corn flour) แป้งข้าวเจ้า (Rice flour)

สตาร์ช (Starch) หมายถึง คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ และมีการ กำจัดสิ่งเจือปนอันหมายถึง โปรตีน ไขมัน เกลือแร่อื่นๆ ออกไป จนเหลือแป้งบริสุทธิ์เป็นส่วนใหญ่ ตัวอย่างเช่น สตาร์ชข้าวโพด (corn starch) สตาร์ชแป้งสาลี (wheat starch) สตาร์ชแป้งมันสำปะหลัง (tapioca starch) เป็นต้น (เกื้อกูล และกล้า ณรงค์, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แป้ง (starch) เป็นอาหารหลักและแหล่งของพลังงานที่สำคัญชนิดหนึ่งของมนุษย์ สามารถพบอยู่ทั่วไปตามส่วนต่างๆของพืช เช่น ในผลของกล้วย ในเมล็ดของธัญชาติ ในหัวของมันสำปะหลัง เป็นต้น แป้งเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพสูง โดยในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจากแป้งหลายชนิด เช่น Maltodextrin เพื่อใช้เป็นสารทดแทนไขมัน (Fat substitutes) (Hassel, 1993; Sobczynska and Setser, 1991) และแป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็กของมนุษย์ (Resistant starch) ที่สามารถใช้ทดแทนเส้นใยอาหารได้ เป็นต้น

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง ที่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยเอนไซม์ และได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นกลูโคส ซึ่งสามารถดูดซึมเข้ากระแสเลือด เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานของมนุษย์ เมื่อพิจารณาแป้งตามความสามารถในการถูกย่อยสลาย สามารถแบ่งประเภทของแป้งในอาหารได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ประเภทของแป้งในอาหารเมื่อพิจารณาตามความสามารถในการถูกย่อยสลายได้

ประเภทแป้ง	แหล่งของแป้ง	การย่อยสลายในลำไส้เล็ก
1. แป้งที่สามารถถูกย่อยได้อย่างรวดเร็ว (Rapidly digestible starch; RDS)	อาหารที่มีส่วนประกอบของแป้งเมื่อผ่านการหุงใหม่ๆ	สามารถถูกย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว ไปเป็น น้ำตาลกลูโคสภายในเวลา 20 นาที
2. แป้งที่สามารถถูกย่อยได้อย่างช้าๆ (Slowly digestible starch; SDS)	แป้งจากธัญชาติดิบ ผลิตภัณฑ์เส้นที่ทำสุกแล้ว	สามารถถูกย่อยสลายได้ช้าๆ แต่ก็ยังถูกย่อยไปเป็นน้ำตาลกลูโคสได้อย่างสมบูรณ์ โดยใช้เวลาตั้งแต่ 20-110 นาที
3. แป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ (Enzyme-resistant starch; RS)	เมล็ดธัญพืชที่ถูกบด หรือแป้งที่เกิดการคืนตัว	ทนทานต่อการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก

ที่มา : เกื้อกูล และกล้าณรงค์ (2544)

2.3 Resistant Starch (เกื้อกูล และกล้าณรงค์, 2544)

แป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ (Enzyme-resistant starch หรือ Resistant starch) ตามคำนิยามของ European FLAIR-Concerted Action on Resistant starch หมายถึง แป้งและผลิตภัณฑ์ของแป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยเอนไซม์และไม่ถูกดูดซึมภายในลำไส้เล็กของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มนุษย์ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะและแหล่งที่มาได้เป็น 4 ประเภทคือ

1) RS1 (physically inaccessible starch) คือ แป้งที่มีลักษณะทางกายภาพขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ โดยเม็ดแป้งอาจถูกห่อหุ้มอยู่ภายในร่างแหของโปรตีน หรือถูกตรึงอยู่ภายในเซลล์หุ้มเมล็ดพืชทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยาในเม็ดแป้งได้ ได้แก่ ธัญพืช (cereal) และพืชตระกูลถั่ว ที่โครงสร้างของพืชถูกทำลายไปบางส่วน (ผ่านการขัดสีบางส่วนหรือบดหยาบ) แต่ยังคงสภาพเป็นเมล็ดพืชอยู่ค่อนข้างสมบูรณ์ยังมีเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นนอกหุ้มอยู่

2) RS2 (raw starch granules) คือ เม็ดแป้งดิบที่ทนทานต่อการทำงานของเอนไซม์เป็นสตาร์ชที่มีอนุภาคขนาดเล็กๆกระจายอยู่อย่างอิสระแต่ยังอยู่ในสภาพดิบที่ยังไม่ผ่านความร้อน (native starch granules) หรือ ungelatinized granule ซึ่งจะทนต่อการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส จนกว่าจะถูกเจลลาติไนซ์ (gelatinized) และเป็นพวกที่มีรูปผลึกตามแบบ x-diffraction เป็น B-type ซึ่งได้แก่แป้งมันฝรั่งดิบ กล้วยดิบ แป้งกล้วยที่ยังไม่ผ่านการหุงต้ม แป้งจากเมล็ดถั่ว และแป้งที่มีอะไมโลสในปริมาณมาก

3) RS3 (retrograded starch) คือ แป้งที่คืนตัวหลังจากถูกเจลลาติไนซ์แล้ว ซึ่งจะมีการเกิด resistant starch ชนิดนี้เป็นส่วนใหญ่ RS3 เป็นสตาร์ชที่ไม่มีรูปร่างเป็นเม็ดอนุภาคขนาดเล็ก (nongranular starch) เนื่องจากเม็ดสตาร์ชเปลี่ยนไป เมื่ออาหารผ่านการให้ความร้อนจนแป้งเกิดเจลลาติไนซ์ (gelatinized) แล้วถูกทำให้เย็นตัวลงทำให้ส่วนอะไมโลสในน้ำแป้งที่หลุดออกมาในขณะที่เม็ดแป้งพองตัวเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ได้เป็นผลึกแป้งที่แข็งแรงและทนทานต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (Asp and Bjorcle , 1992 ; Eerlingen *et al.*, 1994) เช่น แป้งมันฝรั่งที่ผ่านการหุงต้มแล้วทิ้งให้เย็นตัว ขนมปัง อาหารเช้าจากธัญพืชพร้อมบริโภค รวมถึงสตาร์ชที่มีสัดส่วนของอะไมโลสสูงด้วย เพราะแป้งที่มีอัตราส่วนของอะไมโลสสูง จะสามารถเกิดรีโทรกราเดชัน ได้มากกว่าแป้งที่มีอะไมโลเพกทินสูงและทำให้สามารถผลิต resistant starch ได้ดีกว่า

4) RS4 (modified starch) คือ แป้งดัดแปร ที่เกิดจากการดัดแปรโครงสร้างด้วยสารเคมีหรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อน หรือเอนไซม์ โดยมีวัตถุประสงค์ในการผลิตเพื่อการค้า

2.3.1 ผลของ resistant starch ต่อสุขภาพ (Mauro, 1996)

เนื่องจากคุณสมบัติที่สำคัญของ resistant starch คือ ไม่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก จึงทำให้ resistant starch มีคุณสมบัติเหมือนกับใยอาหาร ซึ่งมีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย และระบบหมุนเวียนเลือด โดยจะช่วยป้องกันหรือลดภาวะโรคอ้วน และลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคหัวใจ และโรคเบาหวาน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.1. ใยอาหารกับสุขภาพ

แม้ว่าใยอาหารจะไม่ถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหาร แต่ใยอาหารก็มีประโยชน์ทั้งในแง่การป้องกันและการรักษาโรคบางชนิด จากรายงานการศึกษาทางระบาดวิทยาหลายชิ้น แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ระหว่างการบริโภคเส้นใยอาหารในปริมาณที่ต่ำและโรคบางชนิด เช่น โรคลำไส้ส่วนอก (diverticular disease) และโรคเบาหวาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าใยอาหารจากผักมีความสำคัญต่อสุขภาพโดยจะเน้นถึงความสำคัญในการบริโภคใยอาหารจากผักอย่างเหมาะสม ในปี 1985 ข้อกำหนดสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวัน สำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไปของไทย (Thai Recommended Daily Intake, Thai RDI) กำหนดว่าควรบริโภคใยอาหาร 25 กรัมต่อวัน

2.3.2.2. Resistant starch กับสุขภาพ (บุษบา, 2543)

2.3.2.2.1 ด้านสุขภาพในลำไส้ใหญ่

resistant starch ที่ผ่านเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ จะถูกแบ่ง เป็น 2 ส่วนได้แก่

(i) resistant starch ที่ผ่านการหมักหรือเรียกว่า พรีไบโอติก ที่ผ่านเข้าสู่ลำไส้ใหญ่และเกิดการย่อยสลายโดยเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีหลายชนิดด้วยกันแต่ชนิดที่เอื้อประโยชน์ในด้านนี้ คือ *Bifidobacterium sp.* และ *Lactobacillus sp.* ผลจากการหมักได้กรดไขมันสายสั้นๆ ได้แก่ กรดอะซิติก (acetic acid) กรดโพรพิโอนิก (propionic acid) กรดบิวทีริก (butyric acid) และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทนและไฮโดรเจนเกิดร่วมออกมาด้วย โดยกรดไขมันที่ได้จะไปยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ปรับสภาวะความเป็นกรด-ด่าง(pH) ภายในลำไส้ใหญ่ให้ต่ำลง และช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งในลำไส้ได้ กรดไขมันทั้งสามชนิดที่เกิดขึ้นดังกล่าวแล้วนั้นจะมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามชนิดของ resistant starch จากผลการศึกษาในหนูทดลอง พบว่า เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสตาร์ชที่มีปริมาณอะไมโลสสูง จะได้กรด acetic:propionic:butyric เท่ากับ 54:33:13 และจากการเลี้ยงสัตว์ทดลองด้วยสตาร์ชมันฝรั่งดิบ จะได้สัดส่วนเท่ากับ 81:18:1 แต่สำหรับในคน ยังสรุปไม่ได้ว่า resistant starch ชนิดใดจะให้ butyric acid สูงสุดในการหมักที่ลำไส้ใหญ่ จากการศึกษาในสภาวะทดลอง (*in vitro*) พบว่ากรดบิวทีริก (butyric acid) มีผลโดยตรงต่อการระงับหรือป้องกันการเกิดเนื้องอก(Tumor) ส่วนกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) มีบทบาทโดยตรงในขบวนการเมตาโบลิซึมของน้ำตาลกลูโคสและไขมัน

(ii) resistant starch ที่ไม่ผ่านการหมักโดยจุลินทรีย์ในลำไส้จะช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระได้ดี แต่ได้มีบางรายงานให้ความเห็นว่าปริมาณอุจจาระที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณของจำนวนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในลำไส้ใหญ่เอง โดยมีการพบว่า ในคนปกติทั่วไปเมื่อบริโภคสตาร์ชจากมันฝรั่ง และสตาร์ชจากกล้วย รวมถึงสตาร์ชที่ retrograded แล้ว (ของสตาร์ชจากแป้งสาลี และแป้งข้าวโพด) จะช่วยให้มีการขับถ่ายได้ง่าย คือ ช่วยระบายได้ดี และการเพิ่มปริมาณอุจจาระนี้ จะส่งผลในการป้องกันอาการท้องผูก ช่วยลดสารพิษต่างๆในร่างกายที่อาจก่อให้เกิดเซลล์มะเร็ง โรคผนังลำไส้ใหญ่อักเสบ และโรคริดสีดวงทวาร เป็นต้น โรคลำไส้ส่วนอก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Diverticular disease) เป็นโรคที่เกิดขึ้นภายในลำไส้ใหญ่ซึ่งมีผลจากการบริโภคอาหารที่มีเส้นใยน้อย นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากท้องอืดและความดันในลำไส้ โดยปกติแล้วโรคนี้จะอยู่ในภาวะที่ไม่มีอาการแต่ในคนไข้บางรายอาจมีอาการปวดท้องและไม่สบาย โรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Colon Cancer) ใยอาหารมีความเกี่ยวข้องกับการลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ โดยการลดความเข้มข้นของสารก่อมะเร็งและเร่งเวลาในการขับถ่าย ซึ่งจะลดโอกาสการพบกันของเนื้อเยื่อลำไส้ใหญ่กับสารก่อมะเร็งที่มีอยู่ นอกจากนี้ยังสามารถปรับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในลำไส้ใหญ่ผ่านการสร้าง Volatile fatty acid โรคท้องผูกและริดสีดวง (Contipation and hemorrhoids) โรคท้องผูกมีลักษณะเฉพาะคือการขับถ่ายไม่เป็นเวลา (น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์) เวลาหยุดนิ่งในระบบทางเดินอาหาร 5 วัน หรือมากกว่านั้น การเพิ่มการบริโภคใยอาหารจะช่วยลดอาการท้องผูกและอาการข้างเคียงอื่นๆ เช่น โรคริดสีดวง

2.3.2.2.2 ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ และลดระดับคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือด โดย resistant starch จะส่งผลให้เกิดการหลั่งกรดน้ำดีออกมาเพื่อช่วยกำจัดคอเลสเตอรอลออกจากร่างกาย ทำให้ร่างกายมีระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง

2.3.2.2.3 ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน เนื่องจากการบริโภค resistant starch ช่วยชะลอเวลาของการปล่อยน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดนานขึ้น ต่างจากการบริโภคคาร์โบไฮเดรตจากแหล่งอื่นที่กลูโคสจะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็ว จึงเป็นการป้องกันไม่ให้มีการใช้อินซูลินในปริมาณมาก ทำให้สามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเกิด hypoglycemia และจากการศึกษา พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เสริม resistant starch จะมีประโยชน์ต่อผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน โดยมีการแนะนำผลิตภัณฑ์ diabetes snack bars ในแผนการบริโภคอาหารของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ร่วมกับการปรึกษาแพทย์ และตรวจสอบระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด

2.3.2.2.4 ช่วยลดภาวะโรคอ้วน (Obesity) เนื่องจากโรคอ้วนเป็นภาวะผิดปกติทางโภชนาการ ดังนั้นอาหารที่มีปริมาณเส้นใยอาหารสูงจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคอ้วนและช่วยในการลดและควบคุมน้ำหนักได้ โดยการบริโภคผลิตภัณฑ์เสริม resistant starch จะช่วยลดความเข้มข้นของอินซูลินที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความอยากอาหาร และ resistant starch ที่ผ่านการหมักโดยจุลินทรีย์จะได้กรดไขมันสายสั้นๆที่จะถูกดูดซึมไปสร้างพลังงานให้กับร่างกาย ได้แค่ 2 kcal/g ของ resistant starch (2 กิโลแคลอรีต่อกรัมของ resistant starch) ซึ่งปริมาณพลังงานจาก resistant starch นี้ จะเป็นเพียงครึ่งหนึ่งของการบริโภคคาร์โบไฮเดรตทั่วไป รวมถึงกรดไขมัน propionic acid ที่ได้จากการหมักในลำไส้ใหญ่จะมีผลโดยตรงต่อขบวนการเมตาโบลิซึมของร่างกาย ดังนั้นเมื่อนำ resistant starch มาใช้เป็นสารประกอบของอาหารต่างๆจะมีผลช่วยลดพลังงาน ลดปริมาณอาหารที่บริโภคเข้าไป และสามารถช่วยลดและควบคุมน้ำหนักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2.5 ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอื่นๆโดยทางอ้อม เช่น ไส้ติ่งอักเสบ เป็นต้น

ในปัจจุบันมีการผลิต Resistant starch ในเชิงการค้าแล้ว ได้แก่ Novelose (ของบริษัท National Starch and Chemical) ซึ่งมีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (total dietary fiber) 30% มีลักษณะคล้ายผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธัญชาติ แต่มีคุณสมบัติที่ดีกว่า คือมีสีขาวกว่า ไม่มีกลิ่นธัญชาติที่ไม่พึงประสงค์ และมีปริมาณไขมันต่ำ และ CrystaLean (ของบริษัท Opta Food ingredients) ซึ่งเป็น retrograded maltodextrin ที่มีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด 30% ใช้สำหรับเพิ่มระดับเส้นใยในผลิตภัณฑ์ขนมอบ หรือผลิตภัณฑ์จาก Extruder

ปัจจุบันนี้ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้ Resistant starch เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์แทนการใช้เส้นใยจากแห่งอื่นมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก Resistant starch จะมีการอุ้มน้ำไม่มากจึงสามารถใช้เป็นแหล่งเยื่อใยสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำ เช่น คุกกี้ ขนมปังกรอบ ผลิตภัณฑ์ธัญชาติสำเร็จรูป เป็นต้น เมื่อใช้ Resistant starch ในอาหาร พบว่าจะไม่ทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารมีลักษณะหยาบ และไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรสชาติและลักษณะของอาหารเหมือนกับการใช้แหล่งเยื่อใยอื่นๆ จึงเหมาะสมต่อกระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์พวกขนมอบและผลิตภัณฑ์จาก Extruder นอกจากนี้ Resistant starch จะให้ปริมาณ byturate สูงกว่าแหล่งเส้นใยอื่นๆ ประกอบกับความนิยมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และความเป็นไปได้ในเชิงเทคโนโลยีการผลิต ทำให้แนวโน้มการใช้ Resistant starch ในผลิตภัณฑ์อาหารเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดงานวิจัยค้นคว้าที่ต่อเนื่องในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและผลิตภัณฑ์ต่างๆจาก Resistant starch

2.4 โปรไบโอติก (Probiotic) (ธารารัตน์, 2542)

คำว่า โปรไบโอติก (Probiotic) ถูกนำมาใช้เป็นครั้งแรกในรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของ Lilly และ Stillwell ในปี พ.ศ. 2508 เพื่อกล่าวถึงสารที่จุลินทรีย์ชนิดหนึ่งขับออกมา และช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นการทำงานที่ตรงข้ามกับการทำงานของยาปฏิชีวนะ (antibiotic) ที่จะทำลายจุลินทรีย์เกือบทุกชนิด

ในปี พ.ศ. 2517 Parker ได้ให้คำจำกัดความว่า โปรไบโอติก คือสิ่งมีชีวิตและสารเคมีที่มีผลต่อสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ คำจำกัดความล่าสุด ซึ่งเสนอโดย Fuller ในปี พ.ศ. 2532 อธิบายคำว่า โปรไบโอติก คืออาหารเสริมซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิต สามารถก่อประโยชน์ต่อร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มันอาศัยอยู่ โดยการปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบคทีเรียที่ดีมีประโยชน์ต่อร่างกายเรา ได้แก่ แบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกได้ ซึ่งอาจเรียกว่า แลคติกแอซิดแบคทีเรีย แบคทีเรียที่ดีเหล่านี้ คือโปรไบโอติกนั่นเอง ได้แก่ แลคโตบาซิลัส อะซิโดฟิลลัส (*Lactobacillus acidophilus*), เอนเทอโรคอคคัส ฟีคาลิส (*Enterocossus faecalis*), สเตรปโตคอคคัส เทอร์โมฟิลัส (*Streptococcus thermophilus*) และ ไบฟีโดแบคทีเรียม ไบฟีดัม (*Bifidobacterium bifidum*)

แบคทีเรียที่ดี มีประโยชน์ต่อเรานี้ อาศัยอยู่ในลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ของเรา ตั้งแต่เราเกิดเป็นทารก ทำหน้าที่ช่วยย่อยอาหารและผลิตสารอาหารที่ดีมีประโยชน์ให้กับเรา ได้แก่ กรดอะมิโน กรดแลคติก พลังงาน วิตามินเค วิตามินบี และสารปฏิชีวนะธรรมชาติหลายชนิด ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายดังนี้

1. กรดแลคติกที่แบคทีเรียผลิตออกมา จะทำให้สภาวะภายในลำไส้ มีความเป็นกรดมากพอที่จะยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค

2. ทำให้ระบบขับถ่ายดี ไม่เกิดการหมักหมมของของเสียในร่างกาย เป็นการลดอัตราเสี่ยงของการเกิดมะเร็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมะเร็งลำไส้ใหญ่ และมะเร็งตับ

3. วิตามินบีที่ได้ จะทำให้เซลล์ในระบบภูมิต้านทานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และยังทำให้มีการผลิตเม็ดเลือดแดงดีขึ้นด้วย

4. ช่วยยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง และกำจัดสารก่อมะเร็งบางชนิด

5. แลคติกแอซิดแบคทีเรีย ยังช่วยลดระดับน้ำตาลและโคเลสเตอรอลในเลือดด้วย

6. นอกจากนี้ ยังผลิตเอนไซม์แลคเตส ซึ่งช่วยย่อยน้ำตาลในนม ทำให้เราไม่มีอาการท้องอืดจากการดื่มนม และช่วยให้การดูดซึมแคลเซียมดีขึ้น

2.4.1 ชนิดของจุลินทรีย์โพรไบโอติก

2.4.1.1 ลักษณะของเชื้อ Bifidobacteria (www.vcharkarn.com)

Bifidobacteria เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่ต้องการอากาศอย่างแท้จริง มีรูปร่างเป็นแท่งคล้ายตัว Y และไม่ผลิตก๊าซ ถูกค้นพบครั้งแรกโดย Tissier ในปี ค.ศ. 1900 ซึ่งแยกได้จากอุจจาระของเด็กทารก และตั้งชื่อว่า *Bacillus bifidus* และจัดเข้าสู่จีนัส Bifidobacterium ในปี ค.ศ. 1920 (Orla-Jensen, 1924) คุณสมบัติที่สำคัญคือสามารถหมักน้ำตาลเฮกโซสได้เป็นกรดแลคติก โดยผ่านวิถีฟอสโฟคีโตเลท (phosphoketolase pathway) เมื่ออยู่ในสภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเซลล์ให้มีกิ่งก้านมากมาย ในอาหารที่ขาด เบต้า-เมทิล-ดี-กลูโคซามีน (b-methyl-D-glucosamine) เซลล์ที่มีลักษณะเป็นสองส่วนเท่ากันจะเกิดรูปร่างที่แตกแขนงมากขึ้น (Glick *et al*, 1960) และเมื่อมีการเติมกรดอะมิโนเพียงเล็กน้อยในอาหารเลี้ยงเชื้อเซลล์ที่เป็นกิ่งก้านมากมายจะเปลี่ยนเป็นแท่งโค้ง bifidobacteria นี้ พบได้ในลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และช่องคลอด ผลิตวิตามินบี อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 37-41 องศาเซลเซียส พีเอชที่เหมาะสมคือ 5.5-7.0 ผลิตกรดแอซิติก กรดแลคติก ทำให้เพิ่มความเป็นกรดในลำไส้

2.4.1.2 ลักษณะของเชื้อ Lactobacillus (www.vcharkarn.com)

Lactobacilli เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ มีลักษณะเป็นแท่งสั้นๆ เป็นพวก แฟคัลเตตีฟแอนแอโรบ เป็นจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ แยกได้จากทางเดินอาหาร ในลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ยังพบบริเวณช่องคลอดอีกด้วย เจริญได้ในสภาวะกรด Lactobacilli สามารถใช้น้ำตาลซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนและผลิตกรดแลคติกได้มากกว่าร้อยละ 85 ในการหมักแบบโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ หรือได้กรดแลคติกร้อยละ50 คาร์บอนไดออกไซด์ เอทานอล และกรดแอซีติก ในการหมักแบบเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ เจริญได้ที่พีเอช 4.0-4.5 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญคือ 30-40 องศาเซลเซียส

อย่างไรก็ตามไม่ใช่ทั้งหมดของ Lactobacillus ทุกสายพันธุ์ที่จะมีประสิทธิภาพในการต่อต้านจุลินทรีย์ก่อโรคในลำไส้ มีการทดลองใช้อาสาสมัครที่มีสุขภาพแข็งแรง 23 คน รับประทานผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกที่มี *L. acidophilus* และ *L. bulgaricus* แล้วลองให้ได้รับเชื้อ *E. coli* ชนิดที่สร้างเอ็นเทอโรท็อกซิน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทั้งในอัตราการเกิดโรค ระยะฟักตัวและระยะเวลาในการเกิดโรคเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก *Saccharomyces boularddii* ถูกนำมาใช้ในการทดลองเกี่ยวกับการป้องกันและรักษาโรคท้องร่วงที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อ *Clostridium difficile* ใช้ผู้ป่วยจำนวนทั้งหมด 180 คน ในการทดลอง เป็นกลุ่มควบคุม 20 คน พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับโพรไบโอติกร้อยละ 9.5 มีอาการท้องเสีย เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีอาการร้อยละ 22 ดังนั้น การใช้โพรไบโอติกช่วยลดการเกิดอาการท้องร่วงที่สัมพันธ์กับการติดเชื้อ *C. difficile* ถึงแม้ว่า *S. boulardii* จะไม่สามารถป้องกันเชื้อก่อโรคได้ก็ตาม

Bifidobacteria *Lactobacillus acidophilus*

ภาพที่ 2.1 ชนิดของจุลินทรีย์โพรไบโอติก

ที่มา : www.probiotics.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แบคทีเรียที่พบในลำไส้ของมนุษย์

2.5.1 *Clostridium perfringens* (สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร, 2548)

C. perfringens เป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบในลำไส้ของคนและสัตว์ ย้อมติดสีแกรมลบ รูปท่อน สร้างสปอร์ เคลื่อนที่ไม่ได้ ทนต่อความร้อน แต่ไม่ทนต่อความเย็น เจริญได้ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ปล่อยสารพิษในขณะสร้างสปอร์ ถ้าปริมาณปนเปื้อนของเชื้อนี้ในอาหารที่รับประทานมากเพียงพอ เชื้อก็จะสร้างพิษขึ้นทำให้เกิดอาหารเป็นพิษได้ *C. perfringens* นี้จะมีสปอร์ซึ่งทนต่อความร้อน การปรุงอาหารที่ความร้อนไม่เกิน 60 องศาเซลเซียสจะไม่สามารถฆ่าเชื้อนี้ได้แม้จะมีระยะเวลานานก็ตาม อาหารจำพวกเนื้อ เป็ด ไก่ หรือที่มีน้ำขลุกขลิกจะพบมากที่สุด ดังนั้นอาหารที่ปรุงสุกแล้วร้อนๆควรเสิร์ฟทันทีหรือเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 2.2 *Clostridium perfringens*
ที่มา : http://www.techno.msu.ac.th

2.5.2 *Escherichia coli* (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2550)

แบคทีเรีย *Escherichia coli* หรือ อีโคไล (นิยมใช้ชื่อย่อ *E. coli*) แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม เป็นตัวชี้การปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำ มีอยู่ตามธรรมชาติในลำไส้ใหญ่ของสัตว์และมนุษย์ แบคทีเรียชนิดนี้ทำให้เกิดอาการท้องเสียบ่อยที่สุด ทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ ทำให้ถ่ายอุจจาระเหลว หรือเป็นน้ำ แต่อาการมักไม่รุนแรง เพราะทั้งเด็ก และผู้ใหญ่มักมีภูมิต้านทานอยู่บ้างแล้ว เนื่องจาก ได้รับเชื้อนี้เข้าไปทีละน้อยอยู่เรื่อยๆ เชื้อนี้มักปนเปื้อนมากับอาหาร น้ำ หรือ มือของผู้ประกอบอาหาร ปกติเชื้อเหล่านี้อาจพบในอุจจาระได้อยู่แล้วแม้จะไม่มีอาการอะไร

ภาพที่ 2.3 *Escherichia coli*
ที่มา : http://www.steve.gb.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 *Bacteroides fragilis* (สุภาพร ล้ำเสิศธน, 2550)

เชื้อ *Bacteroides fragilis* เป็นแบคทีเรียกลุ่ม strict anaerobes ที่ไม่สร้าง spore ที่สำคัญในทางการแพทย์ อยู่ในวงศ์ Bacteroidaceae รูปร่างท่อน แต่อาจพบหลายแบบ หลายขนาด และความยาวต่างๆกันได้ มีขนาดกว้าง 0.5 ถึง 0.8 μm ยาว 1.5 ถึง 4.5 μm ติดสีแกรมลบแต่มักมีการติดสีย้อมไม่สม่ำเสมอ มี capsule ที่นอกจากจะช่วยหลบหลีก phagocytosis แล้วยังเกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดฝี (abscess) ด้วย แบคทีเรียนี้มี endotoxin ที่ไม่เหมือนปกติ และ มีความเป็นพิษต่ำอาศัยอยู่ตามส่วนต่างๆของร่างกาย เช่น ในลำไส้ ระบบทางเดินปัสสาวะ ปอด เชิงกราน ตรวจพบเชื้อได้จากสิ่งส่งตรวจหลายชนิดจากผู้ป่วย ที่มีการติดเชื้อที่ระบบต่างๆแทบทุกระบบ การติดเชื้อทำให้เกิดแผลเนื้อตาย ฝีในปอด เยื่อบุหัวใจอักเสบ

Bacteroides fragilis มีความสำคัญทางการแพทย์เนื่องจากมีพบการติดเชื้อได้บ่อย และมักดื้อต่อยาปฏิชีวนะ endotoxin อาจมีส่วนของ lipid A น้อย หรือไม่มีเลยจึงมีฤทธิ์ต่ำ ซึ่งจะใกล้เคียงกับฤทธิ์ของแบคทีเรียสปีชีร์อื่นในจีนัสนี้ และของ *Prevotella melaninogenica* เชื้อนี้อาศัยที่ผิวของเยื่อบุต่างๆ การเกิดการติดเชื้อเกิดเมื่อมีการผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อต่างๆ เช่น การผ่าตัด หรือมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น นอกจากจะมีเอนไซม์ต่างๆ หลายชนิด ที่เป็น spreading factors ตามที่กล่าวมาแล้ว ยังมี pili ช่วยในการเกาะติด มีกรดไขมันสายสั้น เช่น succinic acid ช่วยในการต่อต้าน phagocytosis และสร้าง enterotoxin ที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วงได้ และยังทำให้เกิดโรคต่างๆได้อีก เช่น เยื่อหุ้มสมองอักเสบ ฝีในสมอง และ การอักเสบติดเชื้อที่กระดูก เป็นต้น

ภาพที่ 2.4 *Bacteroides fragilis*

ที่มา : http://schaechter.asmblog.org

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 กล้วย

3.1.1.1 กล้วยน้ำว้าดิบ [*Musa* (ABB group) 'Kluai Num Wa'] ที่มีความแก่ 90-100% จากตลาดหัวตะเข้ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

3.1.1.2 กล้วยหอมทอง [*Musa* (AAA group) 'Kluai Hom tong'] ที่มีความแก่ 90-100% จากตลาดหัวตะเข้ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

3.1.1.3 กล้วยหักมุก [*Musa* (ABB group) 'Kluai Hak Mulk'] ที่มีความแก่ 90-100% จากตลาดหัวตะเข้ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

3.2 จุลินทรีย์

3.2.1 แบคทีเรียในลำไส้มนุษย์ซึ่งแยกได้จากอุจจาระเด็กทารกอายุประมาณ 3 เดือน ที่ไม่ได้รับยาปฏิชีวนะใดๆ

3.3 สารเคมี

3.3.1 สารที่ใช้ในการตรียมสตาร์ชจากแป้งกล้วย

3.3.1.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.3.1.2 น้ำกลั่น

3.3.1.3 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)

3.3.2 สารที่ใช้ในการผลิต Resistant starch จากกล้วย

3.3.2.1 Acetate buffer

3.3.2.2 เอนไซม์ pullulanase (Promozyme®D2, Novozymes, Denmark) (บริษัท EAC จำกัด)

3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.4.1 Reinforced Clostridium agar (RCA) + polymyxin B (ภาคผนวก ค)

3.4.2 MacConkey agar (ภาคผนวก ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 K-V laked blood agar (ภาคผนวก ค)

3.4.4 MRS Agar + Cys-HCl (ภาคผนวก ค)

3.4.5 0.1% Peptone solution (ภาคผนวก ค)

3.4.6 Basal culture medium (ภาคผนวก ค)

3.5 อุปกรณ์

3.5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.5.1.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง (Mettle , AJ 100, Japan)

3.5.1.2 เครื่องหมุนเหวี่ยง (Backman Germany)

3.5.1.3 เครื่องปั่นแห้ง (Blender) (Moulinex ,France)

3.5.1.4 ตู้อบลมร้อน (Tray dryer) (Patch ,Thailand)

3.5.1.5 เครื่องวัดค่าพีเอช (pH-meter) (Inolab , Germany)

3.5.1.6 เครื่องร่อนแป้ง ขนาด 80 mesh

3.5.1.7 เครื่องร่อนแป้ง ขนาด 100 mesh

3.5.1.8 เครื่องปั่นผสม (Mixer) (Stirrer DLS, Europe)

3.5.1.9 Freeze dry (Labconco Freezone18, America)

3.5.1.10 Spectrophotometer (Shimadzu, Japan)

3.5.1.11 เครื่องตีป่น (Stomacher) (AES, France)

3.5.1.12 ตู้บ่มเชื้อ (Memmert , Germany)

3.5.1.13 เครื่องผสม (Vortex genie G-560E , USA)

3.5.1.14 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (Hirayama , Japan)

3.5.1.15 อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Memmert , Germany)

3.5.1.16 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Jouan , Korea)

3.5.1.17 ไมโครเวฟ

3.5.1.18 Anaerobic jar

3.5.1.19 Anaerocult A (Merck , Germany)

3.5.1.20 Desiccator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วิธีการทดลอง

3.6.1 การเตรียมแป้งกล้วย (Banana flour) (Nimsung *et al.*, 2005)

นำกล้วยดิบมาล้างทำความสะอาดและปอกเปลือก และหั่นเป็นแผ่นบางๆตามขวางแล้วนำไปอบที่ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dry) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำกล้วยที่ได้มาบดลดขนาดด้วยเครื่องบดแห้ง (Blender) และนำไปผ่านเครื่องร่อนแป้ง (sieve) ที่มีขนาด 80 mesh บรรจุแป้งกล้วยในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) ที่อุณหภูมิห้องและพ้นแสง จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลได้ (% yield) จากน้ำหนักเนื้อกล้วย จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ผลได้ (\% yield)} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งกล้วยที่ได้}}{\text{น้ำหนักเนื้อกล้วย}} \times 100$$

3.6.2 การเตรียมสตาร์ชจากแป้งกล้วย (Starch isolation method) (ดัดแปลงจาก Nimsung *et al.*, 2005)

นำแป้งกล้วย (Banana flour) ที่เตรียมได้จากข้อ 3.6.1 มา 100 กรัมเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.05 นอร์มอล ปริมาตร 500 มิลลิลิตร กวนผสม ที่ความเร็วรอบ 500 rpm เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้น นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000×g เป็นเวลา 20 นาทีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ขูดเอาตะกอนสีดำด้านบนออกแล้วเติมน้ำกลั่น 2 เท่าของตะกอนที่ได้ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน จากนั้นนำตะกอนที่ได้มาผ่านผ้าขาวบาง แล้วล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้ง หรือ จนได้ตะกอนสีขาวแล้วนำไปปรับค่าพีเอชให้อยู่ระหว่าง 6.5-7.0 ด้วยกรดไฮโดรคลอริก แล้วแยกตะกอนโดยหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000×g เป็นเวลา 25 นาทีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้น นำตะกอนที่ได้อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นนำตะกอนที่ได้มาบดให้ละเอียดผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh เก็บตัวอย่างสตาร์ชที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์ผลได้ของสตาร์ช (% yield) จากแป้งกล้วย

3.6.3 การผลิต Resistant starch จากกล้วย (Gonzalez-Soto *et al.*, 2006)

3.6.3.1 การย่อยกิ่งอะไมโลเพกทิน (Debranching)

นำสตาร์ชที่เตรียมได้(จากข้อ 3.6.2) 12.5 กรัม มาละลายในอะซิเตทบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ pH 5.2 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ทำให้สตาร์ชเจลาติไนซ์ (Gelatinized) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปAutoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วเติมอะซิเตทบัฟเฟอร์ปริมาตร 62.5 มิลลิลิตรเพื่อให้สารละลายสตาร์ชมีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จากนั้น ลดอุณหภูมิให้เหลือ 50 องศาเซลเซียส แล้วเติมเอนไซม์ Pullulanase (activity = 1350 NPUN/g) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85370

50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไป Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

3.6.3.2 รีโทรกราเดชัน (Retrogradation)

นำตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 3.6.3.1 เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปทำแห้งโดยวิธีไลโอฟิไลซ์ (Lyophilization) จะได้ RS ซึ่งจะนำไปทดสอบคุณสมบัติพรีไบโอติกต่อไป

3.6.4 การศึกษาคุณสมบัติพรีไบโอติกของแป้งกล้วย (Schmiedl *et al.*, 1999)

นำอุจจาระเด็กทารก 5 กรัม ผสมในโซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 7.0 ปริมาตร 45 มิลลิลิตร นำไปตีป่น (Stomacher) เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นปิเปตมา 10 มิลลิลิตร เติมลงในอาหาร Basal medium ปริมาตร 90 ml ที่มีปริมาณ RS จากกล้วยปริมาณ 1% เป็นแหล่งคาร์บอน บ่มที่สภาวะไร้อากาศใน Anaerobic jar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยทำการเก็บตัวอย่างที่ 0 , 5 และ 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อและสภาวะในการเจริญของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์	อาหารเลี้ยงเชื้อ	สภาวะการเจริญ
Bifidobacteria	MRS Agar + Cys-HCl	37°C Anaerobic , 72 ชั่วโมง
Bacteriodes	K-V laked blood agar	37°C Anaerobic , 72 ชั่วโมง
Clostridium	RCA + polymyxin B	37°C Anaerobic , 48 ชั่วโมง
E. coli	MacConkey agar	37°C Aerobic , 18 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ศึกษาการเตรียม Resistant starch จากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยหักมุก

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลได้ของแป้งกล้วยน้ำว้า แป้งกล้วยหอมทองและแป้งกล้วยหักมุกมีค่าเท่ากับ 29.70 , 23.52 และ 25.99 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อกล้วย ตามลำดับซึ่งจากผลการทดลองของ Seymour (1993) พบว่า กล้วยแก่ที่ยังไม่สุกจะมีแป้งประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อกล้วย เมื่อกล้วยเริ่มสุกแป้งจะถูกย่อยสลายและเกิดเป็นน้ำตาล และจากผลการทดลองของ Nimsung *et al.* (2005) พบว่ากล้วยดิบที่ระดับความแก่ 70 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณผลผลิตแป้งกล้วยน้ำว้าเท่ากับ 31.12 และปริมาณผลผลิตแป้งกล้วยหอมทองเท่ากับ 29.15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณแป้งกล้วยที่ได้ขึ้นอยู่กับระดับความแก่ของกล้วยเนื่องจากแป้งเป็นองค์ประกอบที่พบปริมาณสูงในกล้วยดิบ และยังขึ้นกับชนิดของกล้วยด้วย

เมื่อทำการสกัดสตาร์ชจากแป้งกล้วย พบว่าผลได้ของสตาร์ชกล้วยน้ำว้ามีค่าเท่ากับ 9.15 สตาร์ชกล้วยหอมทองมีค่าเท่ากับ 10.02 และสตาร์ชกล้วยหักมุกมีค่าเท่ากับ 12.90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแป้งกล้วย แสดงให้เห็นว่าผลได้ของสตาร์ชจากกล้วยหักมุกมีค่ามากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากในขั้นตอนการเตรียมสตาร์ชจากแป้งกล้วย โดยวิธีการสกัดด้วยด่างทำให้เกิดตะกอนดำปะปนอยู่มาก ซึ่งต้องทำการแยกออกในขั้นตอนการล้างตะกอน ในขณะที่แป้งกล้วยหักมุกมีตะกอนดำน้อยที่สุด และตะกอนสีดำแยกตัวออกจากแป้งได้ง่าย จึงทำให้เกิดการสูญเสียแป้งในปริมาณน้อยที่สุดในขั้นตอนการล้างตะกอน (แป้งติดไปกับตะกอนดำน้อย) และเมื่อนำสตาร์ชที่ได้มาผลิตเป็น RS พบว่าผลได้ของ RS มีค่า 85.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลได้ (% yield) แป้งและสตาร์ชจากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทองและกล้วยหักมุก

ชนิดของแป้งกล้วย		ค่าผลได้ (%yield)
Flour	กล้วยน้ำว้า	29.70
	กล้วยหอมทอง	23.52
	กล้วยหักมุก	25.99
Starch	กล้วยน้ำว้า	9.15
	กล้วยหอมทอง	10.02
	กล้วยหักมุก	12.90
RS	กล้วยน้ำว้า	80.67
	กล้วยหอมทอง	50.76
	กล้วยหักมุก	85.04

4.2 ศึกษาคุณสมบัติพรีไบโอติกของสตาร์ชจากกล้วย

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติพรีไบโอติกของสตาร์ชจากกล้วย โดยทดสอบการเจริญของจุลินทรีย์จากลำไส้ของมนุษย์ (*in vitro* study) เมื่อใช้ RS จากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยหักมุกเป็นแหล่งคาร์บอนเปรียบเทียบกับ RS ทางการค้า (Hi-maize) และกลูโคสที่เป็นตัวอย่างควบคุม (ตารางที่ 4.2 – 4.6) พบว่า RS กล้วยน้ำว้าสามารถใช้เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตให้กับ Bifidobacteria และClostridium ได้เนื่องจากหลังการบ่ม 24 ชั่วโมง พบว่าปริมาณ Bifidobacteria และClostridium เพิ่มขึ้นประมาณ 2 log cfu/g และ 0.6 log cfu/g ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) และRS กล้วยหักมุกซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตให้กับ Bifidobacteria ได้โดยมีปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นประมาณ 1.3 log cfu/g แต่ไม่ส่งเสริมการเจริญของ *E. coli* , Bacteroides และ Clostridium (ตารางที่ 4.4) ในขณะที่ RS ทางการค้าและกลูโคสมีแนวโน้มสนับสนุนการเจริญของจุลินทรีย์ในลำไส้ถึง 4 ชนิดนี้ (ตารางที่ 4.5 และ 4.6)

ตารางที่ 4.2 การเจริญของจุลินทรีย์เมื่อใช้ RS กล้วยหอมเป็นแหล่งคาร์บอน

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)			
	Bifidobacteria	*E. coli*	Clostridium	Bacteroides
0	9.73	8.41	10.37	7.47
5	9.30	8.39	10.39	7.41
24	9.47	8.33	10.10	7.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การเจริญของจุลินทรีย์เมื่อใช้ RS กล้วยน้ำว้าเป็นแหล่งคาร์บอน

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)			
	Bifidobacteria	*E. coli*	Clostridium	Bacteroides
0	7.48	8.45	>9.48	7.95
5	8.94	8.28	9.77	8.45
24	9.44	8.58	10.09	7.93

ตารางที่ 4.4 การเจริญของจุลินทรีย์เมื่อใช้ RS กล้วยหักมุกเป็นแหล่งคาร์บอน

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)			
	Bifidobacteria	*E. coli*	Clostridium	Bacteroides
0	8.36	9.16	11.03	<6
5	9.01	9.45	10.80	<6
24	10.60	8.76	10.48	<6

ตารางที่ 4.5 การเจริญของจุลินทรีย์เมื่อใช้ RS ทางการค้าเป็นแหล่งคาร์บอน

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)			
	Bifidobacteria	*E. coli*	Clostridium	Bacteroides
0	9.72	7.88	9.25	6.81
5	10.41	8.38	9.35	7.04
24	10.57	8.16	9.08	7.20

ตารางที่ 4.6 การเจริญของจุลินทรีย์เมื่อใช้ กลูโคส (ควบคุม) เป็นแหล่งคาร์บอน

เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)			
	Bifidobacteria	*E. coli*	Clostridium	Bacteroides
0	9.47	<8.00	10.00	8.39
5	9.97	8.88	10.14	8.70
24	10.08	8.19	10.48	9.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการผลการทดลองพบว่าผลได้ของสตาร์ชจากแป้งกล้วยหักมุกมีค่ามากที่สุดคือ 12.90% รองลงมาคือสตาร์ชจากกล้วยหอม และกล้วยน้ำว้า ตามลำดับและเมื่อนำสตาร์ชที่ได้มาผลิตเป็น RS พบว่า Resistant starch จากแป้งกล้วยน้ำว้า และกล้วยหักมุกมีแนวโน้มที่ดีในการเป็นพรีไบโอติกเนื่องจากสามารถกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้ คือ Bifidobacteria ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง resistant starch จากกล้วยหักมุก มีแนวโน้มที่จะสามารถใช้เป็นพรีไบโอติกได้ดีกว่า resistant starch จากกล้วยน้ำว้า เนื่องจากสามารถส่งเสริมการเจริญของ Bifidobacteria แต่ไม่ส่งเสริมการเจริญของเชื้อ *E.coli* Clostridium และ Bacteroides

การผลิต RS จากกล้วยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของแหล่งพรีไบโอติกที่สามารถใช้วัตถุดิบที่มีในประเทศจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับกล้วยสายพันธุ์ไทยได้อีกด้วย โดยเฉพาะกล้วยหักมุก ซึ่งมีราคาค่อนข้างถูก ซึ่งหากมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ก็น่าจะเป็นทางเลือกใหม่ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1) การนำกล้วยดิบมาแปรรูปเป็นแป้งกล้วยควรตรวจสอบระยะความแก่ของกล้วยดิบ เนื่องจากระยะความแก่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ผลได้ของแป้งกล้วย

2) ควรนำ RS ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร และศึกษาถึงผลทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมีด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ และกล้าณรงค์ ศรีรอด.(2544). แป้งไทยดีอย่างไร.ข่าวสารวิชาการในวงแป้ง, สิ่งตีพิมพ์ของศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ และกล้าณรงค์ ศรีรอด.(2546). เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 303 หน้า

คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.(2550). *Clostridium*. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: www.techno.msu.ac.th (7/04/51)

ธารารัตน์ ศุภศิริ.(2542). PROBIOTIC : แบคทีเรียเพื่อสุขภาพ, วารสารวิทยาศาสตร์ 53 (6) 357-360

ชนิดของจุลินทรีย์โพรไบโอติก.(2548). probiotic. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: www.probiotic.com (17/02/51)

บุษบา วิวัฒน์เวคิน.(2543). หลักการของพรีไบโอติก อาหารเพื่อปรับสภาพจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์. วารสารอาหารและยา. ปีที่ 7 ฉบับที่ 1: 19

เบญจมาศ ศิลาย้อย.(2538). กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน.

เบญจมาศ ศิลาย้อย.(2545). กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,357 หน้า

ฝ่ายส่งเสริมการเกษตร สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.(2548). การปลูกกล้วย. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: www.it.mju.ac.th (17/02/51)

ลักษณะของเชื้อ Bifidobacteria และLactobacillus.(2549). probiotic. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: www.vcharkarn.com (17/02/51)

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี.(2550). *E. coli*. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/ (07/04/51)

วิไลลักษณ์ รัตอาภา, ไพลิน ผู้พัฒน์ และจุฬาลักษณ์ จารุนุช.(2532). การศึกษาคุณค่าทางอาหารของกล้วยในกลุ่ม ABB บางชนิด วารสารอาหาร.19(4):247-256.

สลิลลา สร้อยสยัมภู และศิริพร แซ่เอ็ง.(2550). คุณสมบัติพรีไบโอติก (prebiotic) ของ Resistant Starch จากกล้วย.ปัญหาพิเศษปริญญาตรีสาขาอุตสาหกรรมเกษตร,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

สุภาพร ล้ำเลิศธน.(2550). วิชาจุลวิทยาและวิทยาอิมมูน2. ภาควิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยา

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร.(2548). เชื้อโรคในอาหาร. *Clostridium perfringens*. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: www.dmsc.moph.go.th (06/11/50)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

American society for microbiology.(2008). Bacteroides. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: http://schaechter.asmblog.org (07/04/08)

Asp, N. and Bjorck, I.(1992). Resistant starch. Trends in Food Science & Technology. 3:111-114.

Eerlingen, R. C., Van Den Broeck, I., Delcour, J. A., Slade, L., and Levine, H.(1994). Enzyme-Resistant Starch. VI. Influence of Sugars on Resistant Starch Formation. Cereal Chem. 71(5): 472-476.

Glick, M. C., T. Sall, F. Zilliken, and S. Mudd.(1960). Morphological changes of Lactobacillus bifidus var. pennsylvanicus produced by a cell wall precursor. Biochem. Biophys. Acta. 37:361–363.

Gonzalez-Soto, R.A., Mora-Escobedo, R., Hernandez-Sanchez, H., Sanchez-Rivera, M., and Bello-Perez, L.A.(2006). The influence of time and storage temperature on resistant starch formation from autoclaved debranched banana starch. Food Research International.1-7

Hassel, C.A.(1993). Nutritional implications of fat substitutes. Cereal Foods World 38(3):142-144

Mauro, D.J.(1996). An update on starch. Cereal Foods World. 41(10): 776-780.

Nimsung, P., Thongngam, M., and Naivikul, O.(2005). Some Properties of Raw Banana Flour and Starch from Thai Banana cultivars. Proceedings Starch Update 2005:The 3rd Conference on Starch Technology.

Orla-Jensen (S.).(1924). Classification des bactéries lactiques. Lait4, 468-474

Schmiedl, D., Bauerlein, M., Bengs, H. and Jacobasch, G.(1999). Production of heat-stable, butyrogenic resistant starch. *Carbohydrate Polymers*. 43 : 183-193.

Seymor, G. Taylor, J. And Tucker, G.(1993). Biochemistry of Fruits Ripening. London :Chapman-Hall, Inc.

Sobczynska, D. and Setser, C. S.(1991). Replacement of shortening by maltodextrin-emulsifier combinations in chocolate layer cakes. Cereal Foods World. 36 (12): 1017-1026.

Steve Cook.(2008). *E. coli*. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: www.steve.gb.com (7/04/08)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ข้อมูลผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก1. เปอร์เซ็นต์ผลได้ (% yield) (Nimsung *et al.*, 2005)

ตารางที่ ก1.1 ผลได้ (% yield) ของแป้งจากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยหักมุก

ตัวอย่าง	น้ำหนักเนื้อกล้วยดิบ (g)	น้ำหนักแป้ง (g)	ผลได้ (%yield)
กล้วยน้ำว้า	1,001.82	297.58	29.70
กล้วยหอมทอง	1,001.22	235.50	23.52
กล้วยหักมุก	980.51	254.90	25.99

ตารางที่ ก1.2 ผลได้ (% yield) สตาร์ชจากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยหักมุก

ตัวอย่าง	น้ำหนักแป้ง (Flour) (g)	น้ำหนัก starch (g)	ผลได้ (%yield)
แป้งกล้วยน้ำว้า	100.01	9.15	9.15
แป้งกล้วยหอมทอง	100.06	10.03	10.02
แป้งกล้วยหักมุก	100.08	12.91	12.90

ตารางที่ ก1.3 ผลได้ (% yield) RSจากกล้วยน้ำว้า กล้วยหอมทอง และกล้วยหักมุก

ตัวอย่าง	น้ำหนัก starch (g)	น้ำหนัก RS (g)	ผลได้ (%yield)
RSกล้วยน้ำว้า	12.52	10.10	80.67
RSกล้วยหอมทอง	12.53	6.36	50.76
RSกล้วยหักมุก	12.50	10.63	85.04

วิธีการคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ผลได้} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่ได้}}{\text{น้ำหนักเนื้อกล้วย}} \times 100$$

ตัวอย่างการคำนวณ

$$\%\ \text{yield แป้งกล้วยหอม (flour)} = \frac{235.50 \times 100}{1001.22}$$

$$= 23.52$$

$$\%\ \text{yield starch กล้วยหอม} = \frac{10.03 \times 100}{100.06}$$

$$= 10.02$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\% \text{ yield RSกล้วยหอม} = \frac{6.36 \times 100}{12.53}$$

$$= 50.76$$

ก2. ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มี RS จากกล้วยน้ำว้า

ตารางที่ ก2.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี						จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	ระดับความเจือจาง						
	10^{-5}		10^{-6}		10^{-7}		
	1	2	1	2	1	2	
0	28	29	20	16	16	18	2.85×10^{8}
5	21	17	7	10	4	6	1.90×10^{8}
24	37	39	11	10	8	4	3.80×10^{8}

วิธีการคำนวณ

$$\text{จำนวนเชื้อ(CFU/g)} = \frac{\text{จำนวนโคโลนีที่นับได้ x ระดับความเจือจางที่ตรวจนับ}}{0.01^{*}}$$

* ความเข้มข้นของอุจจาระใน Basal medium เท่ากับ 1% (g/ml)

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.85 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= 2.85 \times 10^{8}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{1.90 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= 1.90 \times 10^{8}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{3.80 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= 3.80 \times 10^{8}$ CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก2.2 จำนวนเชื้อClostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxin B

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-5}		10^{-6}		10^{-7}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	1	2	
0	>300	>300	>300	>300	>300	>300	$>3.00x10^9$
5	>300	>300	58	60	6	6	$5.95x10^9$
24	>300	>300	112	97	13	15	$12.22x10^9$

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{> 3.00 \times 10^7}{0.01}$ CFU/g

$= >3.00 \times 10^9$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{5.95 \times 10^7}{0.01}$ CFU/g

$= 5.95 \times 10^9$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{12.22 \times 10^7}{0.01}$ CFU/g

$= 12.22 \times 10^9$ CFU/g

ตารางที่ ก2.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-5}		10^{-6}		10^{-7}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	1	2	
0	10	8	4	7	1	2	$9.00x10^7$
5	35	22	10	13	7	3	$28.50x10^7$
24	6	11	<1	<1	<1	<1	$8.50x10^7$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{9.00 \times 10^5}{0.01}$ CFU/g

$= 9.00 \times 10^7$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{28.50 \times 10^5}{0.01}$ CFU/g

$= 28.50 \times 10^7$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{8.50 \times 10^5}{0.01}$ CFU/g

$= 8.50 \times 10^7$ CFU/g

ตารางที่ ก2.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-5}		10^{-6}		10^{-7}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	1	2	
0	3	3	<1	<1	>300	>300	0.30×10^8
5	168	5	50	53	21	7	8.65×10^8
24	281	264	N/A	135	13	25	27.30×10^8

หมายเหตุ : ไม่สามารถนับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้เนื่องจากวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อแตก

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{0.30 \times 10^6}{0.01}$ CFU/g

$= 0.30 \times 10^8$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{8.65 \times 10^6}{0.01}$ CFU/g

$= 8.65 \times 10^8$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{27.30 \times 10^6}{0.01}$ CFU/g

$= 27.30 \times 10^8$ CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก3. ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มี RS จากกล้วยหอมทอง

ตารางที่ ก3.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-5}		10^{-6}		10^{-7}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	1	2	
0	35	16	20	7	3	6	2.55×10^8
5	27	22	8	6	<1	4	2.45×10^8
24	18	18	3	2	1	2	2.15×10^8

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.55 \times 10^6}{0.01}$ CFU/g

$= 2.55 \times 10^8$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.45 \times 10^6}{0.01}$ CFU/g

$= 2.45 \times 10^8$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.15 \times 10^6}{0.01}$ CFU/g

$= 2.15 \times 10^8$ CFU/g

ตารางที่ ก3.2 จำนวนเชื้อClostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxin B

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-6}		10^{-7}		10^{-8}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	1	2	
0	276	193	112	75	29	35	2.35×10^{10}
5	283	212	91	89	53	43	2.47×10^{10}
24	176	75	32	18	12	7	1.25×10^{10}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.35 \times 10^8}{0.01}$ CFU/g

$= 2.35 \times 10^{10}$ CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ = $\frac{2.47\times10^{8}}{0.01}$ CFU/g

= 2.47×10^{10} CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ = $\frac{1.25\times10^{8}}{0.01}$ CFU/g

= 1.25×10^{10} CFU/g

ตารางที่ ก3.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง						จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	10^{-4}		10^{-5}		10^{-6}		
	1	2	1	2	1	2	
0	31	28	17	16	1	2	2.95×10^{7}
5	27	24	8	8	<1	1	2.55×10^{7}
24	54	12	12	8	3	2	3.30×10^{7}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ = $\frac{2.95\times10^{5}}{0.01}$ CFU/g

= 2.95×10^{7} CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ = $\frac{2.55\times10^{5}}{0.01}$ CFU/g

= 2.55×10^{7} CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ = $\frac{3.30\times10^{5}}{0.01}$ CFU/g

= 3.30×10^{7} CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก3.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี						จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	ระดับความเจือจาง						
	10^{-5}		10^{-6}		10^{-7}		
	1	2	1	2	1	2	
0	394	388	7	129	38	24	$5.36x10^{9}$
5	202	196	52	47	12	18	$1.99x10^{9}$
24	307	286	86	42	31	8	$2.96x10^{9}$

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{5.36 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 5.36 \times 10^{9}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{1.99 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 1.99 \times 10^{9}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.96 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 2.96 \times 10^{9}$ CFU/g

ก4. ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มี RS จากกล้วยหักมุก

ตารางที่ ก4.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี						จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	ระดับความเจือจาง						
	10^{-5}		10^{-6}		10^{-7}		
	1	2	1	2	1	2	
0	128	159	32	30	<1	9	$1.44x10^{9}$
5	228	211	35	33	5	<1	$2.80x10^{9}$
24	52	61	24	41	13	1	$0.57x10^{9}$

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{1.44 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 1.44 \times 10^{9}$ CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ = $\frac{2.80 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

= 2.80×10^{9} CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ = $\frac{0.57 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

= 0.57×10^{9} CFU/g

ตารางที่ ก4.2 จำนวนเชื้อClostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxin B

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง						จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	10^{-6}		10^{-7}		10^{-8}		
	1	2	1	2	1	2	
0	325	298	96	88	16	8	10.6×10^{10}
5	>300	>300	75	51	17	13	6.30×10^{10}
24	212	200	32	45	6	6	3.00×10^{10}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ = $\frac{10.6 \times 10^{8}}{0.01}$ CFU/g

= 10.6×10^{10} CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ = $\frac{6.30 \times 10^{8}}{0.01}$ CFU/g

= 6.30×10^{10} CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ = $\frac{3.00 \times 10^{8}}{0.01}$ CFU/g

= 3.00×10^{10} CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก4.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี						จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	ระดับความเจือจาง						
	10^{-4}		10^{-5}		10^{-6}		
	1	2	1	2	1	2	
0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	$<1.00 \times 10^{6}$
5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	$<1.00 \times 10^{6}$
24	<1	<1	<1	<1	<1	<1	$<1.00 \times 10^{6}$

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{<1.00 \times 10^{4}}{0.01}$ CFU/g

$= <1.00 \times 10^{6}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{<1.00 \times 10^{4}}{0.01}$ CFU/g

$= <1.00 \times 10^{6}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{<1.00 \times 10^{4}}{0.01}$ CFU/g

$= <1.00 \times 10^{6}$ CFU/g

ตารางที่ ก4.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี						จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	ระดับความเจือจาง						
	10^{-5}		10^{-6}		10^{-7}		
	1	2	1	2	1	2	
0	835	568	14	31	<1	<1	0.23×10^{9}
5	98	108	336	404	67	<1	1.03×10^{9}
24	441	437	250	286	49	57	39.90×10^{9}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{0.23 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 0.23 \times 10^{9}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{1.03 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 1.03 \times 10^{9}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{39.90 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 39.90 \times 10^{9}$ CFU/g

ก5. ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มี RS ทางการค้า

ตารางที่ ก5.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-5}		10^{-6}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	
0	5	5	1	1	0.75×10^{8}
5	25	23	9	4	2.40×10^{8}
24	15	14	17	6	1.45×10^{8}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{0.75 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= 0.75 \times 10^{8}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.40 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= 2.40 \times 10^{8}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{1.45 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= 1.45 \times 10^{8}$ CFU/g

ตารางที่ ก5.2 จำนวนเชื้อClostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxin B

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-6}		10^{-7}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	
0	25	16	21	1	1.78×10^{9}
5	22	23	<1	<1	2.25×10^{9}
24	<1	12	<1	<1	1.20×10^{9}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{1.78 \times 10^7}{0.01}$ CFU/g

$= 1.78 \times 10^9$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.25 \times 10^7}{0.01}$ CFU/g

$= 2.25 \times 10^9$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{1.20 \times 10^7}{0.01}$ CFU/g

$= 1.20 \times 10^9$ CFU/g

ตารางที่ ก5.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-4}		10^{-5}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	
0	7	6	1	2	0.65×10^7
5	12	10	3	<1	1.10×10^7
24	17	15	<1	<1	1.60×10^7

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{0.65 \times 10^5}{0.01}$ CFU/g

$= 0.65 \times 10^7$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{1.10 \times 10^5}{0.01}$ CFU/g

$= 1.10 \times 10^7$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{1.60 \times 10^5}{0.01}$ CFU/g

$= 1.60 \times 10^7$ CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก5.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี				จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	ระดับความเจือจาง				
	10^{-4}		10^{-5}		
	1	2	1	2	
0	68	53	7	2	5.28×10^{9}
5	276	203	19	35	25.48×10^{9}
24	346	222	47	45	37.20×10^{9}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{5.28 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 5.28 \times 10^{9}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{25.48 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 25.48 \times 10^{9}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{37.20 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 37.20 \times 10^{9}$ CFU/g

ก6. ผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญในอาหารที่มีกลูโคส

ตารางที่ ก6.1 จำนวนเชื้อ *E. coli* ที่เจริญในอาหาร MacConkey agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี				จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	ระดับความเจือจาง				
	10^{-6}		10^{-7}		
	1	2	1	2	
0	<1	<1	<1	<1	$<1.00 \times 10^{8}$
5	10	5	2	5	7.50×10^{8}
24	11	20	7	3	1.55×10^{8}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{<1.00 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= <1.00 \times 10^{8}$ CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ = $\frac{7.50 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

= 7.50×10^{8} CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ = $\frac{1.55 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

= 1.55×10^{8} CFU/g

ตารางที่ ก6.2 จำนวนเชื้อClostridium ที่เจริญในอาหารReinforced Clostridium agar + polymyxin B

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-6}		10^{-7}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	
0	1	<1	3	2	1.00×10^{10}
5	212	58	5	23	1.38×10^{10}
24	325	128	47	29	3.03×10^{10}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ = $\frac{1.00 \times 10^{8}}{0.01}$ CFU/g

= 1.00×10^{10} CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ = $\frac{1.38 \times 10^{8}}{0.01}$ CFU/g

= 1.38×10^{10} CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ = $\frac{3.03 \times 10^{8}}{0.01}$ CFU/g

= 3.03×10^{10} CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก6.3 จำนวนเชื้อ Bacteroides ที่เจริญในอาหาร K-V laked blood agar

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-5}		10^{-6}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	
0	22	16	2	4	2.45×10^{8}
5	43	57	12	9	5.00×10^{8}
24	98	63	13	13	10.53×10^{8}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.45 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= 2.45 \times 10^{8}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{5.00 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= 5.00 \times 10^{8}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 จำนวนเชื้อ $= \frac{10.53 \times 10^{6}}{0.01}$ CFU/g

$= 10.53 \times 10^{8}$ CFU/g

ตารางที่ ก6.4 จำนวนเชื้อ Bifidobacteria ที่เจริญในอาหาร MRS Agar + Cys-HCl

ชั่วโมงที่	จำนวนโคโลนี ระดับความเจือจาง 10^{-6}		10^{-7}		จำนวนเชื้อ (CFU/g)
	1	2	1	2	
0	39	20	4	2	2.98×10^{9}
5	62	124	29	26	9.30×10^{9}
24	133	108	50	51	12.05×10^{9}

วิธีการคำนวณ

ชั่วโมงที่ 0 จำนวนเชื้อ $= \frac{2.98 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

$= 2.98 \times 10^{9}$ CFU/g

ชั่วโมงที่ 5 จำนวนเชื้อ $= \frac{9.30 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 9.30×10^{9} CFU/g

ชั่วโมงที่ 24 **จำนวนเชื้อ** = $\frac{12.05 \times 10^{7}}{0.01}$ CFU/g

= 12.05×10^{9} CFU/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข1. Deman rogasa and sharp medium-Cysteine Hydrochlorides (MRS agar + Cys-HCl)

1) MRS broth (Merck)	52.2 กรัมต่อลิตร
2) Agar -agar	13.0 กรัมต่อลิตร
3) Cysteine Hydrochloride (10%)	5.0 มิลลิลิตรต่อลิตร

วิธีการทำ

ละลายส่วนผสมในข้อ 1) และ 2) ในน้ำกรอง 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที รอให้เย็นลงประมาณ 50 องศาเซลเซียส จึงเติม Cysteine Hydrochloride ก่อนนำไปใช้

ข2. MacConkey agar

วิธีการทำ

ละลาย MacConkey agar 51 กรัม ในน้ำกรอง 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

ข3. Reinforced Clostridium agar + polymyxin B

1) Reinforced Clostridium agar (RCA)	51	กรัมต่อลิตร
2) polymyxin B (5%)	0.4	มิลลิลิตรต่อลิตร

วิธีการทำ

ละลาย RCA 51กรัม ในน้ำกรอง 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที รอให้เย็นลงประมาณ 50 องศาเซลเซียส จึงเติม polymyxin B ก่อนนำไปใช้

ข4. K-V laked blood agar

1) Tryptic Soy agar	40	กรัมต่อลิตร
2) Agar -agar	5	กรัมต่อลิตร
3) Yeast extract	5	กรัมต่อลิตร
4) Hemin (1%)	0.5	มิลลิลิตรต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Vitamin K1	0.1	มิลลิลิตรต่อลิตร
6) L-Cysteine (10%)	2	มิลลิลิตรต่อลิตร
7) Kanamycin (1%)	10	มิลลิลิตรต่อลิตร
8) Vancomycin (1%)	0.75	มิลลิลิตรต่อลิตร
9) Sheep blood	50	มิลลิลิตรต่อลิตร

วิธีการทำ

ละลาย 1) , 2) และ 3) ในน้ำกรอง 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที รอให้เย็นลงประมาณ 50 องศาเซลเซียส จึงเติม4) – 9) ก่อนนำไปใช้

ข5. Basal culture medium (Rycroft *et al.*, 2001)

1) Peptone water	2.0	กรัมต่อลิตร
2) Yeast extract	2.0	กรัมต่อลิตร
3) NaCl	0.1	กรัมต่อลิตร
4) $K_2HPO_43H_2O$	0.04	กรัมต่อลิตร
5) KH_2PO_4	0.04	กรัมต่อลิตร
6) $MgSO_4.H_2O$	0.01	กรัมต่อลิตร
7) $CaCl_2.H_2O$	0.01	กรัมต่อลิตร
8) $NaHCO_3$	2.0	กรัมต่อลิตร
9) Cysteine Hydrochloride	0.5	กรัมต่อลิตร
10) Bile salts	0.5	กรัมต่อลิตร
11) Tween 80	2.0	มิลลิลิตรต่อลิตร
12) Vitamin K_1	0.01	มิลลิลิตรต่อลิตร
13) Hemin solution	1.0	มิลลิลิตรต่อลิตร

วิธีการทำ

ละลายส่วนผสมที่เป็นผงทั้งหมดในน้ำกรอง 1 ลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เติม Bile salts , Cysteine Hydrochloride , Vitamin K_1 และ Hemin solution นำมาปรับให้มี pH 7.0 ด้วย HCl นำไป Pre-reduced ใน anaerobic jar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส ประมาณ 16-18 ชั่วโมง ก่อนนำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช6. สารละลายเปปโตน 0.1 %

1) peptone 1 กรัม

2) น้ำกรอง 1000 มิลลิลิตร

วิธีการทำ

ชั่ง peptone 1 กรัม ละลายในน้ำกรอง ปีเปตใส่หลอดทดลองหลอดละ 9 มิลลิลิตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การเตรียมสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค1. การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.05 นอร์มอล

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์(Sodium hydroxide) 2 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วย Volumetric flask ขนาด 1000 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกัน

ค2. การเตรียม Acetate buffer pH 5.2

A: สาร acetic acid 0.1 โมลาร์ (5.78 กรัม ใน 1000 มิลลิลิตร)

B: สาร sodium acetate 0.1 โมลาร์ (13.6 กรัม ใน 1000 มิลลิลิตร)

ต้องการเตรียม 1 ลิตร จะได้ 10.5 x 20 = 210 มิลลิลิตร Acetic acid

39.5 x20 = 790 มิลลิลิตร Sodium acetate

ค3. การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 นอร์มอล

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วย Volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกัน

ค4. การเตรียม 0.1M Tris-maleate buffer pH 6.9

ชั่ง Tris-maleate 2.372 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วย Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกัน ปรับค่าพีเอชด้วย $CaCl_2$ โดยการชั่ง $CaCl_2$ 0.4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วย Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกัน

ค5. การเตรียม KOH 2 นอร์มอล

ชั่ง KOH 11.2 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วย Volumetric flask ขนาต 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกัน

ค6. การเตรียม HCl 2 นอร์มอล

ชั่ง HCl 16.47 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วย Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค7. การเตรียม 0.4 โมลาร์ acetate buffer pH 4.75

A: 0.4 โมลาร์ acetic acid 23.1 มิลลิลิตร /1000 มิลลิลิตร

B: 0.4 โมลาร์ sodium acetate ($C_2H_3O_2Na$) 32.8 กรัม / 1000 มิลลิลิตร

ดังนั้นจะได้ 22.75 มิลลิลิตร ของ A + 27.25 มิลลิลิตร ของ B

ค8. การเตรียม Hydrocbloric Acid-Potassium Chloride buffer pH 1.5

A: 0.2 โมลาร์ Solution of KCl (14.91 กรัม / 1000 มิลลิลิตร)

B: 0.2 โมลาร์ HCl

ดังนั้นจะได้ 50 มิลลิลิตร ของ A + 33.3 มิลลิลิตร ของ B

ค9. การเตรียม phosphate buffer pH 7.0

A: 0.1 โมลาร์ solution of monobasic sodium phosphate ($NaH_2PO_4 \cdot H_2O$) 13.80 กรัม/1000

B: 0.1 โมลาร์ solution of dibasic sodium phosphate ($Na_2HPO_4 \cdot 7\ H_2O$) 26.81 กรัม/ 1000

ดังนั้นจะได้ 39 มิลลิลิตร ของ A + 61 มิลลิลิตร ของ B

ค10. การเตรียม HCl 1 โมลาร์

ชั่ง HCl 8.239 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำกลั่นและปรับปริมาตรด้วย Volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร ปิดจุกเขย่าให้สารละลายผสมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Centrifuge **Spectrophotometer** **Water bath shaker** **pH-meter**

Tray dryer **Freeze dryer** **Sieve 80-230 mesh** **Mixer**

Anaerobic jar **Autoclave** **Incubator 37°C** **Stomacher**

ภาพที่ ง1. เครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวบุญญวรรณ ไกรคง เกิดวันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ.2528 ที่จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี จังหวัดพิษณุโลก ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการหมัก โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2550

นางสาวศิริพร บูรณรัช เกิดวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2529 ที่จังหวัดราชบุรี สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา จังหวัดกรุงเทพมหานคร และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการหมัก คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้