18375

การศึกษาการผลิตแซนแทนกัมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพด โดย *Xanthomonas campestris* TISTR 1100

(Study of Xanthan gum Production from Corn Residues by *Xanthomonas campestris* TISTR 1100)

T096530

นางสาวเกศินี สุระนาถ

นายสพสวัสดิ์ คำโพนทัน

วพ.
ก๗๓๔ก
2544
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....T96530
วัน.เดือน.ปี.....

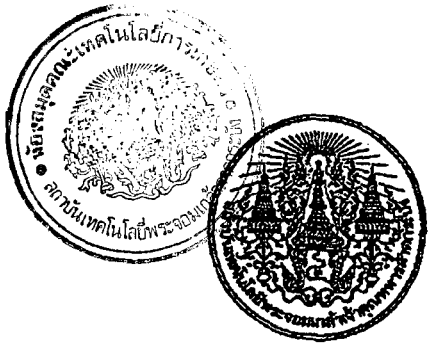
รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการผลิตแซนแทนกัมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพด โดย *Xanthomonas campestris* TISTR 1100

(Study of Xanthan gum Production from Corn Residues by *Xanthomonas campestris* TISTR 1100)

โดย

นางสาวเกศินี สุระนาถ

นายสพสวัสดิ์ คำโพนทัน

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..../...../..... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(.....)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เกศินี สุระนาถ และ สพสวัสดิ์ คำโพนทัน. 2545 การศึกษาการผลิตแซนแทนกัมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพด โดย *Xanthomonas campestris* TISTR 1100. (Study of Xanthan gum Production from Corn Residues by *Xanthomonas campestris* TISTR 1100). ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , กรุงเทพฯ
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. บุญเทียม พันธุ์เพ็ง , 47 หน้า

แซนแทนกัมเป็นโพลีแซคคาร์ไรด์ที่สร้างขึ้นโดยเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* แซนแทนกัมนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และยาอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นกว่าสารให้ความหนืด และสารให้ความคงตัวประเภทอื่น ๆ นอกจากนั้นแซนแทนกัมยังสามารถใช้ในอาหารได้หลายประเภทเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของอาหารให้ดียิ่งขึ้น ในอุตสาหกรรมการผลิตแซนแทนกัมในเชิงการค้าที่พบในปัจจุบันจะใช้น้ำตาลกลูโคส หรือแป้งที่ผ่านการย่อยแล้วมาเป็นสารตั้งต้นของแหล่งคาร์บอนในการผลิต ดังนั้นในการศึกษานี้จึงใช้เศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดมาเป็นแหล่งคาร์บอนในการผลิตแซนแทนกัมแทนน้ำตาล ซึ่งถือได้ว่าเป็นการค้นหาแหล่งคาร์บอนชนิดใหม่ขึ้น และเป็นการจัดการกับเศษเหลือทิ้งที่ได้จากโรงงาน นอกจากนั้นยังเป็นการเพิ่มมูลค่าเศษเหลือทิ้งประเภทข้าวโพด และยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการศึกษาแหล่งของอาหารที่ *Xanthomonas campestris* ต้องการกับเศษเหลือทิ้งประเภทอื่น ๆ จากโรงงานได้

จากการเปรียบเทียบการหมักแซนแทนกัม โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ ดังนี้ เศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 3 ให้ความร้อนที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 50 นาที เศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ผ่านการย่อยด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 8 และ 16 ให้อุณหภูมิในการย่อย 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อย เปรียบเทียบกับอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลไซโลสเป็นส่วนประกอบ พบว่าเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยจะสามารผลิตแซนแทนกัมได้ใกล้เคียงกับอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีกลูโคส จึงเลือกเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยมาศึกษาการผลิตแซนแทนกัม ซึ่งในการทดลองพบว่าเมื่อใช้เวลาในการหมักประมาณ 60 – 66 ชั่วโมง น้ำหมักที่ได้จะมีความหนืดสูงสุด

เกศินี สุระนาถ
สพสวัสดิ์ คำโพนทัน

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง การศึกษาการผลิตแซนแทนกัมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพด โดย *Xanthomonas campestris* TISTR 1100 สำเร็จด้วยดีด้วยการอนุเคราะห์หลายฝ่ายด้วยกัน ซึ่งต้องขอขอบพระคุณไว้ในโอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ดร.บุญเทียม พันธุ์เพ็ง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษสำหรับความเมตตา ความช่วยเหลือ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่ใช้ในการทดลอง ตลอดจนข้อมูลที่สำคัญต่างๆของแซนแทนกัม ทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้ลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อ.นิตยา พิระภัทรรุ่งสุริยา และอ.ปริยาพร เขียวขำ กรรมการปัญหาพิเศษที่กรุณาให้คำแนะนำพร้อมทั้งช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆให้จึงทำให้ปัญหาพิเศษสำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ห้องธุรการทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเอื้อเฟื้อความสะดวกในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกคนที่มีส่วนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จโดยสมบูรณ์

หากปัญหาพิเศษฉบับนี้พอมีประโยชน์สำหรับผู้อ่านอยู่บ้าง ขอยกคุณความดีนี้ให้แก่บิดา มารดา ครูอาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ ให้การศึกษาและความหวังดีตลอดมา

เกศินี สุระนาถ

สพสวัสดิ์ คำโพนทัน

มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญตารางภาคผนวก	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญรูปภาพภาคผนวก	ช
บทที่ 1. บทนำ	1
2. วารสารปริทรรศน์	2
2.1 แซนแทนกัม	2
2.2 คุณสมบัติของแซนแทน	3
2.3 ประโยชน์ของแซนแทนกัม	7
2.4 ข้าวโพด	8
2.5 *Xanthomonas* sp.	10
2.6 การวัดความหนืด	13
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง	14
3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	14
3.3 วิธีการทดลอง	15
4. ผลการทดลอง	22
4.1 ผลการทดลองจากการศึกษาการย่อยด้วยกรดซัลฟูริก	22
4.2 ผลการทดลองจากการศึกษาการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์	26
4.3 ผลการเลี้ยงเชื้อ Xanthomonas campestris TISTR 1100 ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ	30
5. สรุปผลการทดลอง	35
5.1 สรุปผลการทดลอง	35
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	37
5.3 ข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของกัมชนิดต่าง ๆ 3
2. ตารางแสดงคุณสมบัติของแบคทีเรียจีนัส Xanthomonas 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ หน้า

ก1. ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจากการย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเมื่อใช้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส 40

ก2. ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากการย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเมื่อใช้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส 41

ก3. ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลไซโลสจากการย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเมื่อใช้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส 42

ก4. ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจากการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 24 ชั่วโมง 43

ก5. ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 24 ชั่วโมง 44

ก6. ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลไซโลสจากการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 24 ชั่วโมง 45

ก7. ตารางแสดงผลการทดลองเลี้ยง *Xanthomonas campestris* TISTR 1100 ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ 46

ก8. ตารางแสดงจำนวนเซลล์ ปริมาณน้ำตาล pH และความหนืดของอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อทำการเลี้ยงเชื้อ Xanthomonas campestris TISTR 1100 ในอาหารชนิดที่มีเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยเป็นส่วนประกอบ 47

ข.1 ผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อใช้ในการคำนวณหาสมการของกราฟเทียบมาตรฐานของน้ำตาลทั้งหมด 55

ข2. ผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อใช้ในการคำนวณหาสมการของกราฟเทียบมาตรฐานของน้ำตาลทั้งหมด 56

ข3. ผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อใช้ในการคำนวณหาสมการของกราฟเทียบมาตรฐานของน้ำตาลทั้งหมด 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่ หน้า

1. โครงสร้างปฐมภูมิของแซนแทนกัม 2
2. กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายอยู่ในสารละลาย เมื่อให้ความร้อนในระหว่างการย่อยเป็น 121 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ 23
3. กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสที่ละลายอยู่ในสารละลาย เมื่อให้ความร้อนในระหว่างการย่อยเป็น 121 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ 24
4. กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลไซโลสที่ละลายอยู่ในสารละลาย เมื่อให้ความร้อนในระหว่างการย่อยเป็น 121 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ 25
5. กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ได้จากการย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 27
6. กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลไซโลสที่ได้จากการย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 28
7. กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลไซโลสที่ได้จากการย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 29
8. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเลี้ยงเชื้อกับปริมาณเซลล์โดยวัดเป็นค่า OD ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร 30
9. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเลี้ยงเชื้อกับค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อ ณ เวลาต่าง ๆ ที่ทำการเลี้ยงเชื้อ 31
10. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเลี้ยงเชื้อกับปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 32
11. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเลี้ยงเชื้อกับค่าความหนืดในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ โดยเทียบเป็นเวลามีหน่วยเป็นนาที 33
12. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเซลล์ ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในรูปน้ำตาลกลูโคส pH และความหนืดของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยเป็นส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อในช่วงเวลาต่าง ๆ 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพภาคผนวก

รูปภาพภาคผนวกที่	หน้า
ค1. เชื้อ Xanthomonas campestris TISTR 1100	60
ค2. การวิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมดที่ละลายในสารละลายที่ได้จากการย่อย	60
ค3. การวิเคราะห์รีดิวส์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสที่ละลายในสารละลายที่ได้จากการย่อย	61
ค4. การวิเคราะห์รีดิวส์ในรูปของน้ำตาลไซโลสที่ละลายในสารละลายที่ได้จากการย่อย	61
ค5. อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากน้ำตาลกลูโคส	62
ค6. อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากน้ำตาลไซโลส	62
ค7. อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 1.5	63
ค8. อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 3	63
ค9. อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 8	64
ค10. อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 16	64
ค11. อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ได้ย่อย	65
ค12. เครื่องเขย่าในขณะทำการเลี้ยง Xanthomonas campestris TISTR 1100	65
ค13. การวัดค่าการดูดกลืนแสง	66
ค14. การวัดความหนืด	66
ค15. การตกตะกอนแซนแทนกัม	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

แซนแทนกัมเป็นผลิตผลที่ได้มาจากแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* ลักษณะเป็นของเหลวเหนียวสีเหลือง โครงสร้างของแซนแทนกัมจะประกอบด้วย กลูโคสซึ่งจะต่อกันเป็นสายโซ่ตรง ซึ่งเป็นสายโซ่หลักและเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β - 1,4 ส่วนในสายกิ่งจะมีน้ำตาลแมนโนสเป็นตัวแรกซึ่งจะต่อกับน้ำตาลกลูโคสในสายโซ่หลักด้วยพันธะ α - 3,1 และต่อกับกรดกลูโคโรนิคด้วยพันธะ β - 2,1 น้ำตาลตัวถัดมาที่ต่อกับกรดกลูโคโรนิคคือน้ำตาลแมนโนส ซึ่งจะเชื่อมกันด้วยพันธะ β - 4,1 และกรดไพรูวิกเป็นหน่วยย่อยสุดท้ายซึ่งจะต่อกับน้ำตาลแมนโนสด้วยพันธะ α - 4,6 แซนแทนกัมถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร และยา โดยจะมีคุณสมบัติเป็นสารที่ทำให้เกิดความคงตัว และสารทำให้เกิดความข้นหนืดในอาหารซึ่งจะปรับปรุงคุณสมบัติของอาหารให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น

เนื่องจากแซนแทนกัมมีคุณสมบัติพิเศษที่ต่างจากสารที่ทำให้เกิดความคงตัว และสารให้ความข้นหนืดชนิดอื่น ๆ เช่น สามารถละลายได้ทั้งในน้ำร้อน และน้ำเย็น สามารถทำให้เกิดความข้นหนืดได้มากเมื่อใช้แซนแทนกัมในปริมาณเพียงเล็กน้อย เจลที่เกิดจากแซนแทนกัมจะสามารถทนกรดได้จึงใช้ได้ในอาหารที่มี pH ต่ำโดยจะไม่เกิดผลกระทบต่อการเกิดเจล นอกจากในอาหารที่มี pH ต่ำแล้วในอาหารที่มีปริมาณของเกลือสูงก็ยังสามารถใช้แซนแทนกัมเป็นสารเพิ่มความคงตัว หรือสารให้ความข้นหนืดได้ และคุณสมบัติข้อสุดท้ายของแซนแทนกัมคือการเปลี่ยนแปลงความร้อนระหว่าง 0 – 100 องศาเซลเซียส จะไม่มีผลกระทบต่อการเกิดเจลของแซนแทนกัม จึงนิยมนำแซนแทนกัมมาใช้ในกระบวนการผลิตอาหารที่ต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อน เช่นอาหารกระป๋อง หรืออาหารที่ต้องผ่านกระบวนการใช้ความเย็น เช่น ไอศกรีมได้

ปัจจุบันการผลิตแซนแทนกัมจะใช้น้ำตาลกลูโคสเป็นแหล่งผลิต ซึ่งถ้าสามารถหาแหล่งคาร์บอนแหล่งใหม่มาใช้ในการผลิต เช่นนำเศษเหลือทิ้งจากโรงงานที่มีกลูโคสเป็นหน่วยย่อยมาใช้แทนน้ำตาลกลูโคส ก็จะทำให้โรงงานสามารถใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบได้อย่างคุ้มค่าที่สุด

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตแซนแทนกัมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพด
2. เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแซนแทนกัมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดโดยใช้ *Xanthomonas campestris* TISTR1100

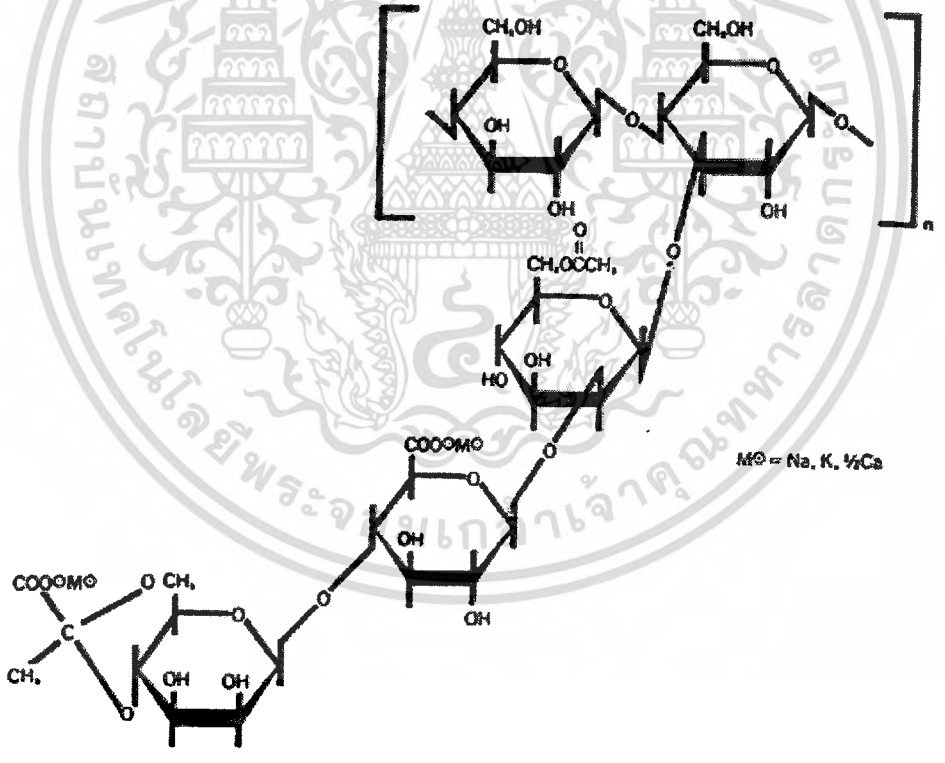
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

2.1 แซนแทนกัม

แซนแทนกัม เป็นโพลีแซคคาไรด์ที่มีหน่วยย่อยซ้ำๆกันหลายหน่วย มีน้ำหนักโมเลกุล 2 x 10^6ได้จากการผลิตทางเทคโนโลยีชีวภาพ โดยใช้เชื้อ *Xanthomonas campestris* โครงสร้างโมเลกุลของ แซนแทนกัม จะมีโครงสร้างหลักคือ 1,4 – linked β - D – glucose เช่นเดียวกับเซลลูโลส ซึ่งในหนึ่งหน่วยย่อยสายข้าง ๆ จะประกอบด้วย mannose 2 โมเลกุล และglucuronic acid 1 โมเลกุล และส่วนประกอบสายตอนปลายของ mannose จะประกอบด้วย pyruvic acid มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 60 ของน้ำหนักโมเลกุลทั้งหมด ซึ่งจะเป็นตัวแสดงคุณลักษณะต่าง ๆ ของแซนแทนกัม



รูปภาพที่ 1 : โครงสร้างปฐมภูมิของแซนแทนกัม

ที่มา : Jansson(1975)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณสมบัติของแซนแทนกัม

1. สามารถทำให้เกิดความข้นหนืดได้เมื่อใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย
2. สามารถละลายได้ทั้งในน้ำร้อน และน้ำเย็น
3. ทนทานต่อสารละลายที่เป็นกรด และสารละลายที่มีเกลือสูงได้
4. มักใช้คู่กับโลคลอสบีนกัมเพื่อทำให้เกิดเจลได้เร็วขึ้น
5. การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายจะไม่มีผลกระทบต่อความหนืดที่เกิดขึ้นโดยแซนแทนกัม

ตารางที่1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของกัมชนิดต่าง ๆ

กัม	แหล่งกำเนิด	ชนิด	การละลายน้ำ	คุณสมบัติ	ชนิดของอาหารที่มักใช้
แซนแทนกัม	การหมัก	Microbial polysaccharide	สูง	1.มีคุณสมบัติเป็น pseudoplastic 2.มีความหนืดสูง 3.อุณหภูมิไม่มีผลต่อความหนืด 4.pH ไม่มีผลต่อความหนืด 5.ละลายได้ในสารละลายที่มีเกลือ	1.เป็นสารคงตัวในสารละลายและอิมัลชั่นต่าง ๆ 2.เป็นสารให้ความหนืด

ที่มา : Owen(1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัม	แหล่งกำเนิด	ชนิด	การละลายน้ำ	คุณสมบัติ	ชนิดของอาหารที่มักใช้
Carboxy methyl cellulose (CMC)	อนุพันธ์ของเซลลูโลส	Modified cellulose	สูง	1.ใส 2.มีความคงตัวสูง	1.ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน 2.เป็นสารให้ความข้นหนืดในซอส 3.เป็นสารให้ความข้นหนืดในเค้ก 4.เป็นสารให้ความข้นหนืดใน ไซรัป
กัวกัม	เมล็ดกัว	Modified cellulose	สูง	1.คงตัวสูง 2.มีความหนืดสูง	ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งในไอศกรีม โดยมักจะใช้คู่กับโลคลอสบีนกัม และ คาราจีแนน
โลคลอสบีนกัม	เมล็ดโลคลอสบีน	Seed galactomannan	ละลายในน้ำร้อนเท่านั้น และจะละลายได้อย่างสมบูรณ์เมื่อน้ำมีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสขึ้นไป	1.มักใช้คู่กับแซนแทนกัม หรือคาราจีแนนเพื่อให้เกิดเจลได้เร็วขึ้น 2.ไม่นิยมนำมาใช้เดี่ยว ๆ	เพิ่มความรู้สึกหนืบๆ ในไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ขนมหวานแช่แข็งต่าง ๆ

ที่มา : Owen(1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัม	แหล่งกำเนิด	ชนิด	การละลายน้ำ	คุณสมบัติ	ชนิดของอาหารที่มักใช้
คาราจีแนน	สาหร่ายแดง	Seaweed extracts Sulfated galactants	ละลายในน้ำที่ค่อนข้างร้อนและมี Na^+ หรือ Ca^{2+} ละลายอยู่ด้วย	เกิดเจลโดยจะสร้างพันธะกับ K^+ หรือ Na^+	1.เป็นสารทำให้เกิดความคงตัวคัวที่ 2 ในไอศกรีม 2.ใช้ผสมในผลิตนมและช็อกโกแลต 3.ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อสัตว์ 4.เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำในผลิตภัณฑ์ประเภทอิมัลชั่นของเนื้อสัตว์ 5.ปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตเนื้อสัตว์ไขมันต่ำ
อัลจิเนต	สาหร่ายสีน้ำตาล	Seaweed extract Poly (uronic acid)	ละลายในน้ำได้ 1. สารละลายโซเดียมอัลจิเนต 2.สารละลายกรดอัลจินิค	1.เกิดเจลโดยสร้างพันธะกับ Ca^{2+} 2.เจลมีความหนืดต่ำ	1.ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทขนมหวาน 2.ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทผลไม้ 3.ผลิตภัณฑ์อาหารธัญชาติ

ที่มา : Owen(1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัม	แหล่งกำเนิด	ชนิด	การละลายน้ำ	คุณสมบัติ	ชนิดของอาหารที่มักใช้
เพคติน	เปลือกผลไม้ เช่น แอปเปิ้ล	Plant extract Poly (uronic acid)	ละลายได้ดี	เกิดเจลในสภาวะที่ต้องมี น้ำตาล กรด และ Ca^{2+}	1.ใช้ในการผลิตแยมผลไม้ 2.ใช้ในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว
กัมอราบิค	ต้น Acacia	Exudate gum	ละลายได้ดีมาก	1.เป็นอิมัลซิไฟเออร์และสารที่ทำให้เกิดความคงตัวในสารละลายอิมัลชั่น 2.ใช้ได้ดีกับสารละลายที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง 3.ความหนืดจะลดลงเมื่อมีปริมาณของกัมอราบิคสูง	1.ป้องกันการเกิดผลึกของน้ำตาลซูโครสในขนมหวาน 2.เป็นอิมัลซิไฟเออร์ในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน

ที่มา : Owen(1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ประโยชน์ของแซนแทนกัม

1. ทำให้เกิดความคงตัวในสารละลายประเภทอิมัลซิไฟเออร์ จะคล้ายกับระบบของสารแขวนลอยโดยที่เม็ดไขมันจะแขวนลอยอยู่ในตัวกลางที่ข้นหนืด ซึ่งทำให้ yield point (จุดที่ความเข้มข้นของสารละลายในขณะอยู่นิ่งมีลักษณะคล้ายของแข็ง) ต่ำลงมากเมื่อมีการใช้แซนแทนกัม ในการปรุงยาจะพบว่าอิมัลชั่นระหว่างน้ำมันกับแร่ธาตุที่มีแซนแทนกัมอยู่ร้อยละ 0.25 จะทำให้ยาเกิดความคงตัวและไม่เกิดการแยกชั้น สามารถเก็บไว้ได้นานกว่า 6 เดือน ส่วนน้ำสลัดที่มีส่วนประกอบของแซนแทนกัมร้อยละ0.4 จะสามารถเก็บไว้ได้นานกว่า 6 เดือนโดยไม่เกิดการแยกชั้น

2. Cottage Cheese Creaming Emulsion แซนแทนกัมผสมโลคลอสบีนกัมบด จะใช้ในกระบวนการผลิต Cottage Cheese Cream โดยผสมลงไปร้อยละ 0.10 – 0.12 จะทำให้เกิดความข้นหนืดที่ดีขึ้น

3. ใช้ในกระบวนการผลิต Cream Cheese พื้นที่ที่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าระบบหลอมเหลวของเจลของแซนแทนกัมจะเป็นประโยชน์ต่อการเกิดความคงตัว ซึ่งจะสามารถเกิดการแผ่ขยาย และสามารถหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ได้ ซึ่งในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์เนยแข็งนั้นจะต้องรักษาสภาพความข้นเหนียวไว้ เพื่อให้เกิดลักษณะที่ดี และสามารถหั่นเป็นแผ่นบาง ๆ ได้หลังจากนำเนยแข็งไปแช่เย็นแล้ว ในกระบวนการผลิตจะใช้แซนแทนกัม หรือโลคลอสบีนกัม ผสมกับกัวกัม ในปริมาณร้อยละ 0.8

4. ใช้ในเครื่องดื่ม แซนแทนกัมจะให้กรดซิตริก และเกิดกลิ่นผลไม้ในน้ำผลไม้ นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกเหมือนมีเนื้อสัมผัสอยู่ภายในปาก (Mouth – feel) โดยทำให้เกิดความรู้สึกเหมือนมีเนื้ออาหารอยู่เต็มปาก (Full – bodied taste) และจะปล่อยกลิ่นรสที่ดีออกมา ความเข้มข้นที่ใช้จะอยู่ในช่วงร้อยละ 0.01 – 0.15 โดยจะเติมลงไปในเครื่องดื่มผลิตเสร็จแล้ว นอกจากนั้นยังสามารถเติมลงในช็อกโกแลตเหลวได้อีกด้วย

5. ใช้ในอาหารกระป๋อง แซนแทนกัมจะนิยมนำมาใช้ในกระบวนการผลิตอาหารกระป๋องที่ประกอบด้วยน้ำซอส และเกรวี่ ซึ่งใช้ความร้อนและความดันสูงในการฆ่าเชื้อ เช่น ปลาทูน่ากระป๋อง , ไก่กระป๋อง , แฮมกระป๋อง , มันฝรั่งกระป๋อง ซึ่งจะผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยรีทอร์ต ในกระบวนการผลิตอาหารกระป๋อง จะนำคุณสมบัติการเกิดเจลของแซนแทนกัมมาประยุกต์ใช้ นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงที่มีลักษณะเป็นก้อนเนื้อได้

6. ใช้ในอาหารแช่แข็ง เช่น พุดดิ้งแช่แข็ง หรือพายแช่แข็งที่เติมแป้งเพื่อให้เกิดความคงตัวจะเกิดปรากฏการณ์รีโทรกราเดชั่นขึ้นภายหลังจากผ่านวัฏจักร แช่แข็ง – ละลาย ประมาณ 2 ครั้ง แต่เมื่อเติมแซนแทนกัมลงไปร้อยละ 0.05 – 0.10 จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ รีโทรกราเดชั่น เมื่อผ่านวัฏจักรแช่แข็ง – ละลาย ไปแล้ว 5 ครั้ง หรือมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ใช้ผสมในเครื่องปรุงรส เช่นในซอสมะเขือเทศ และ ของดอง แซนแทนกัมจะไปลดน้ำที่ระบายออกมา ซึ่งทั้งกรด และเกลือที่มีอยู่จะไม่มีผลในการลดความสามารถในการอุ้มน้ำของแซนแทนกัม และเมื่อเติมแซนแทนกัมในปริมาณร้อยละ 0.1 จะยังสามารถเพิ่มความมันเงา และความเหลื่อมมันของอาหารได้อีกด้วย

8. ใช้ในอาหารจานด่วน แซนแทนกัมจะนำไปใช้ในการทำให้เกิดความคงตัวของขนม แคลอรี่ต่ำ , ขนมที่เกิดจากการฟูด้วยอากาศ , นมผง , เครื่องดื่มประเภทแทนอาหาร , ซุป และซอส

9. ใช้เติมในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเบเกอร์รี่ ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเบเกอร์รี่สามารถคงตัวได้โดยใช้แซนแทนกัมเพียงแค่ร้อยละ 0.2 ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการแผ่ขยายของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น นอกจากนี้คุณภาพของเบเกอร์รี่ยังสามารถทดสอบได้โดยการลดปริมาณแซนแทนกัมลง โดยคุณภาพจะลดลงเมื่อลดปริมาณแซนแทนกัมลง

10. ใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทไอศกรีม แซนแทนกัมจะใช้เป็นสารคงตัวในไอศกรีมเชอร์เบท เนื่องจากจะช่วยให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี , ปรับปรุงในเรื่องของความหนืด , ป้องกันการแยกตัวของน้ำในไอศกรีม และยังสามารถทำให้อุณหภูมิในการแข็งตัวของไอศกรีมเพิ่มขึ้นได้อีกด้วย

2.4 ข้าวโพด

ข้าวโพดมีชื่อสามัญว่าคอร์น (Corn) ส่วนชื่อทางพฤกษศาสตร์ เรียกว่า ซีไมย์ส (Zeamays) ในทวีปอเมริกาชาวพื้นเมือง หรือชนเผ่าอินเดียนแดง เรียกว่า เมส (Maize) ข้าวโพดเป็นพืชตระกูลเดียวกับหญ้า ข้าวโพดต้นหนึ่ง ๆ อาจมีฝักมากกว่า 1 ฝัก (Ear) ส่วนแกนกลางของฝักเรียกว่าซัง (Cob) ซังข้าวโพดประกอบด้วยเซลลูโลส (Cellulose) และสารเพนโตซาน (Pentosans) ซึ่งเป็นสารประกอบของแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ ซังข้าวโพดจัดว่าเป็นเศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากในวงการอุตสาหกรรม ซึ่งพอจะรวบรวมได้ดังนี้คือ

1. สารเฟอร์ฟูรัล (Furfural) ซึ่งสกัดจากซังข้าวโพด เป็นสารที่มีประโยชน์มากในวงการอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป เพราะใช้เป็นสารพื้นฐาน หรือเป็นส่วนผสมในการผลิตสารกำจัดเห็ด – รา ยากำจัดวัชพืช รวมทั้งเป็นสารช่วยในการแยกน้ำมันให้บริสุทธิ์ เป็นต้น
2. ใช้เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมการทำไม้ประเภทไม้อัด (Plywood) เพื่อใช้เป็นวัสดุสำคัญในการก่อสร้าง เช่น ฝ้าเพดาน บอร์ด เป็นต้น โดยนำส่วนประกอบพวกเซลลูโลสที่พบมากในซังข้าวโพด มาเป็นส่วนผสมเพื่อช่วยให้ส่วนผสมอื่น ๆ เกาะตัวกันได้ดี ได้ผลิตภัณฑ์ที่แข็ง แรงและทนทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตคอนกรีต (Light weight concrete) ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างที่มีความสำคัญมาก เพราะแข็งแรงและน้ำหนักเบา สามารถป้องกันความร้อน และเสียงได้ นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้คอนกรีตเบาสามารถทนไฟได้อีกด้วย
4. ใช้ซังข้าวโพดเป็นวัสดุในการเพาะเห็ดเพราะซังข้าวโพดมีเฮมิเซลลูโลสอยู่มาก เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของเห็ดประเภทที่ขึ้นได้ดีในที่ที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง เช่น เห็ดมะม่วง หรือเห็ดหอยนางรม วิธีการใช้คือ บดซังข้าวโพดให้เป็นเนื้อเดียวกัน พรมน้ำให้ชื้น โรยเชื้อเห็ดทับผิวหน้าให้หนาประมาณ 20 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำไปอบไอน้ำให้ได้รับความร้อน และความชื้น
5. ใช้เป็นส่วนผสมในการทำน้ำยาขัดผิวโลหะ ให้มันและเรียบเร็วขึ้น
6. ใช้ทำถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้ในการฟอกสี ดูดกลิ่น ใช้ในขบวนการกำจัดของเสีย เป็นต้น
7. ใช้เป็นตัวขจัดน้ำมัน หรือไขมันต่าง ๆ จากผิวหน้าของน้ำและผิวดิน เพราะซังข้าวโพดสามารถดูดซึม และช่วยให้ผิวหน้าของน้ำมันแตกตัวออกจากกันได้ดี เช่น คราบน้ำมันบริเวณชายหาด หรือน้ำมันที่ผิวทะเล
8. ใช้เป็นสารประกอบในไส้กรอง (Filter) ช่วยกรองไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ เพราะซังข้าวโพดประกอบขึ้นด้วยเซลล์ที่มีลักษณะเป็นโพรง สามารถดูดซึมของเหลว และก๊าซได้ดี จึงสามารถใช้เป็นส่วนประกอบในสารกำจัดกลิ่นได้อีกด้วย
9. ใช้เป็นส่วนประกอบในการทำแป้งฝุ่นโรยตัว เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับผสมแป้งฝุ่นสำหรับเด็ก เพราะสามารถดูดซึมน้ำ ความชื้นแฉะที่ผิวหนังได้ดี และไม่ทำให้เกิดอาการแพ้
10. ใช้เป็นองค์ประกอบในการผลิตยาโดยนำซังข้าวโพดมาบดให้เป็นผงละเอียด ใช้เป็นส่วนผสมของยาที่เกี่ยวกับโรคผิวหนัง เช่น ยากำจัดสิว และยังใช้เป็นส่วนผสมของยาฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (Antibacterial agent) อีกด้วย
11. ใช้ซังข้าวโพดมาหมัก เพื่อนำมาเป็นอาหารของยีสต์
12. ใช้ซังข้าวโพดเป็นส่วนผสมในการผลิตพลาสติก
13. ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ประเภทไขมัน (Oil – wax)
14. ใช้ผสมเป็นอาหารสำหรับสัตว์ประเภทเคี้ยวเอื้อง เช่น โค กระบือ เพราะสัตว์ประเภทนี้สามารถย่อยพวกเซลลูโลสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารไซลินทอล (Xylintol) เนื่องจากซังข้าวโพดเป็นส่วนของพืชที่มีสารประกอบประเภทแป้ง หรือพวกไซแลน (Xylan) มาก เมื่อถูกทำให้ย่อยสลาย จะได้สารซึ่งให้ความหวานที่มีความสำคัญมาก ในทางการแพทย์ใช้เป็นอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน และเป็นสารที่มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับวงการแพทย์ นอกจากนี้ยังใช้สารไซลินทอลในอุตสาหกรรมทำลูกกวาด เพราะทำให้ลูกกวาดมีรสหวานโดยไม่ต้องใช้สารอื่นเติมเพื่อช่วยให้มีรสหวานขึ้นจะได้ลูกกวาดที่มีคุณภาพดี มีรสหวานไม่เหนียว-ชื้น แม้จะเก็บในภาชนะที่เปิดแล้ว ไซลินทอลนี้ถ้านำมาผสมลงในซอสมะเขือเทศ (Ketchups) จะช่วยรักษาสีแดงของซอสมะเขือเทศไว้ไม่ให้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และช่วยไม่ให้เสียเร็วแม้จะเปิดขวดใช้แล้ว
16. ใช้ทำเป็นเชื้อเพลิงอัดแข็งโดยนำซังข้าวโพดมาตากแดดหรืออบจนแห้ง(ความชื้นไม่เกินร้อยละ 10) ถ้ามีความชื้นมากเกินไปจะทำให้แห้งติดกันเมื่ออัดเป็นแท่ง และอาจทำให้เชื้อเพลิงขึ้นราได้ แล้วนำมาบดให้ละเอียดผสมกับกาวแป้งเปียกคลุกให้เข้ากันดี อัดลงในแบบซึ่งแบบที่กล่าวถึงนี้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกไม่สูงนัก เช่น กระป๋องโอวัลติน เจาะเหลี่ยมเป็นช่องที่ด้านล่าง คล้ายเตาอั้งโล่ มีไม้กลมเป็นแกนกลางสอดไว้เพื่อดึงออกได้ อัดซังข้าวโพดบดผสมกาวลงในแบบให้แน่นพอสมควร แกะออกจากแบบ นำไปอบ หรือตากแดดอีกครั้งก่อนนำมาใช้

ประโยชน์ต่าง ๆ ที่ได้จากซังข้าวโพดนอกจากที่ได้กล่าวมาแล้วยังมีอีกมาก ถ้าได้มีการค้นคว้า และทดลองกันต่อไป อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สามารถผลิตข้าวโพดได้เป็นปริมาณมากในแต่ละปี การนำข้าวโพดมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า จึงมีผลต่อเศรษฐกิจของชาติเป็นอย่างมาก เพราะเท่ากับเป็นการเพิ่มปริมาณการใช้ข้าวโพดในประเทศ ช่วยให้ชาวไร่มีรายได้เพิ่มขึ้น มีการลงทุนประกอบอุตสาหกรรมจากข้าวโพด เป็นการสร้างงานมีการลงทุน ซึ่งล้วนแต่เป็นผลดี ทำให้ไม่เกิดความสูญเปล่าทางเศรษฐกิจ

2.5 *Xanthomonas* sp.

Xanthomonas sp.เป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 4 (Gram-Negative aerobic/microaerobic rod and cocci) ลักษณะเป็นท่อนกลมตรง มีขนาดประมาณ 0.4 – 0.7 × 0.7 – 1.8μm ไม่สร้าง Poly - β - hydroxybutyrate ไม่มีเปลือกหุ้ม แกรมลบ เคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลกเจลลา 1 เส้นยกเว้น *Xanthomonas maltophilia* จะมีแฟลกเจลลาหลายเส้น มีเมตตาบอลิซึมโดยการหายใจ อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 25 – 30 องศาเซลเซียส มีโคโลนีสีเหลือง เรียบ และเหนียว และจะสร้างสารที่ให้สีเหลืองเรียกว่า Xanthomonadins ซึ่งทำให้เกิดโรคในพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ตารางแสดงคุณสมบัติของแบคทีเรียจีนัส *Xanthomonas*[a]

Characteristic	*X. albilineans*	*X. axonopodis*	*X. campestris*[a]	*X. citri*[c]	*X. fragariae*	*X. maltophilia*[b]	*X. phaseoli*[c]	*X. populi*
Number of flagella	1	1	1	1	1	>1	1	1
Reduction of NO_3^- to NO_2^-	-	-	-	-	-	+	-	-
Lysine decarboxylase	-	-	-		-	+		-
Methionine or cystine required for growth	+		d	-		+	-	
Mucoid growth on nutrient agar + 5% glucose	-	-	+		+			+
Xanthomonadins produced	+	+	+	+	+	-	+	
Hydrolysis of :								
Gelatin	d	-	d		+	+		-
Escutin	+	+	+		-			
Starch	-	+	d	+	+	-	+	
Milk proteolysis	-	-	+		-	+	+	Slow
H_2S from peptone	-	+	+		-			-
Pectinase activity in culture[d]			d	+			-	

ที่มา : John(1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Characteristic	*X. albilineans*	*X. axonopodis*	*X. campestris*[a]	*X. citri*[f]	*X. fragariae*	*X. maltophilia*[b]	*X. phaseoli*[f]	*X. populi*
Maximumgrowth temperature , องศาเซลเซียส	37	35 – 37	35–39	38	33		38	27.5
Maximum NaCl tolerance , %	0.5	1.0	2.0–5.0		0.5 – 1.0			.4 – 0.6
Acid production within 21 days on Dye's medium C[e] from :								
Arabinose	-	-	+		-			-
Mannose	+	-	+		+			+
Galactose	d	-	+		-			+
Trehalose	-	+	+		-			+
Cellobiose	-	-	+		-			-
Fructose	-	-	+		+			+
Opportunistic pathogen of humans	-	-	-	-	-	+	-	-

ที่มา : John(1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การวัดความหนืด

ใช้การวัดโดยใช้ Capillary viscometer ในตอนแรกจะเติมตัวอย่างเข้าทางหลอดใหญ่ให้เต็มแล้วแช่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสใน water bath ในช่วงนี้ระดับตัวอย่างในหลอดใหญ่จะลดลง ส่วนระดับตัวอย่างในหลอดเล็กจะสูงขึ้น จากนั้นเติมตัวอย่างในหลอดใหญ่อีกและเอียงหลอดจนระดับตัวอย่างในหลอดเล็กเต็มจนล้นและใช้นิ้วมือปิดปลายหลอดเล็กแล้วเทตัวอย่างออกทางหลอดใหญ่ จนตัวอย่างในกระเปาะไหลออกจนหมดเหลือแต่ตัวอย่างในหลอดเล็ก จากนั้นปล่อยมือออกจากปลายหลอดเล็กให้ของเหลวไหลแล้วเริ่มจับเวลาเมื่อตัวอย่างไหลมาถึงจุด M1 และบันทึกเวลาอีกครั้งเมื่อตัวอย่างไหลมาถึงจุด M2 จะได้ค่าเวลามีหน่วยเป็นนาที

ถ้าค่าที่ได้มีค่ามากแสดงว่าหนืดมากบ่งบอกว่ามีการสร้างแซนแทนกัมมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. หลอดทดลอง
2. กระบอกตวง
3. บีกเกอร์
4. ขวดรูปกรวย
5. กระบอกน้ำกลั่น
6. กระบอกฉีดแอลกอฮอล์
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์
8. ขวดวัดปริมาตร
9. ตะกร้า
10. ลวดเขี่ยเชื้อ
11. เซลแก้ว
12. กระดาษชั่งสาร
13. เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง
14. แท่งแม่เหล็ก
15. เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้า
16. ช้อนตักสาร
17. อลูมิเนียมฟอยล์
18. สำลี
19. Hot Air Oven
20. Water Bath
21. ตู้บ่มเชื้อ
22. Hot Plate
23. Capillary viscometer
24. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง
25. เครื่องเขย่า
26. Autoclave

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. น้ำกลั่น
2. แอลกอฮอล์
3. Glucose
4. Xylose
5. Phenol (ร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)
6. Conc.sulfuric acid (ร้อยละ 98)
7. Trichloroacetic acid (ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)
8. Ferric ammonium sulfate (ร้อยละ 1.15 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)
9. Orcinal (ร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร)
10. Hydrochloric acid 9.6 M (HCl เข้มข้น 5 ส่วนในน้ำ 1 ส่วน)
11. Beef extract
12. Peptone
13. Agar
14. Sodiumhydroxide

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการทดลอง

ทำการเพิ่มจำนวนเซลของเชื้อ *Xanthomonas campestris* TISTR 1100โดยการเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar โดยมีวิธีการดังนี้

สูตรอาหาร NA

Beef extract	3	กรัม
Peptone	5	กรัม
Agar	15	กรัม
น้ำ	1000	มิลลิลิตร

วิธีเตรียม

1. ละลายส่วนประกอบต่าง ๆ นำไปต้มจนวุ้นละลาย ระวังอย่าให้วุ้นจับตัวเป็นก้อน
2. เมื่อวุ้นละลาย รอให้วุ้นเย็นสักพักแล้วเทใส่หลอดทดลองขนาดกลาง หลอดละ 5 มิลลิลิตรแล้วปิดฝา
3. นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยAutoclaveที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
4. เอียงหลอดทดลองเพื่อให้เกิดพื้นเอียง (Slant)
5. ใช้ลวดเขี่ยเชื้อลนไฟจนร้อนแดง รอสักครู่ให้เย็นลง เขี่ยเชื้อโดยให้ติดมาเพียงเล็กน้อย แล้วขีด (Streak) ลงบนอาหาร
6. นำไปบ่มที่ 30 – 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
7. นำเชื้อที่ได้ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อเก็บไว้ใช้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. การย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพด

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพด(เปลือกและซังข้าวโพด) มาสับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปปั่นให้ละเอียดโดยใช้ Blender Stainless จนมีขนาดประมาณ 0.1 – 0.2 มิลลิเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยจะเกลี่ยใส่ถาดให้มีความสูง 4 เซนติเมตรจนแห้งสนิท แล้วนำมาเก็บไว้ในถุงพลาสติกมัดให้แน่น เพื่อเก็บไว้ใช้ในการศึกษาขั้นต่าง ๆ ต่อไป

2. การศึกษาสภาวะการย่อยด้วยกรดซัลฟูริก

นำเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ปั่นละเอียดจากข้อ 1 มา 10 กรัม ผสมกับสารละลายกรดซัลฟูริกที่มีความเข้มข้นต่างกันปริมาตร 140 มิลลิลิตร คิดเป็นอัตราส่วนของเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดต่อกรดซัลฟูริกเป็น 1 ต่อ14 โดยน้ำหนัก(Sarote and Manfred,1998) โดยการทดลองนี้จะมีตัวแปรคือความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกและระยะเวลาในการให้ความร้อน วัดประสิทธิภาพการย่อยโดยวัดปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธี Orcinol-sulphuric acid assay วัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสด้วยวิธี Dinitrosalicylic acid assayและวัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสด้วยวิธี Ferric-orcinol assay

2.1 ศึกษาสภาวะการย่อยโดยใช้ตัวแปรเป็นความเข้มข้นกรด

ใช้ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกร้อยละ 0 , 1.5 และ 3.0 ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการเป็น 121 องศาเซลเซียส

2.2 ศึกษาสภาวะการย่อยโดยใช้ตัวแปรเป็นระยะเวลาในการให้ความร้อน

ใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนนาน 10 , 20 , 30 , 40 และ 50 นาที ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการเป็น 121 องศาเซลเซียส และใช้ความเข้มข้นกรดของซัลฟูริกที่ได้จากข้อ 2.1

การทดลองจะมีทั้งหมด 15 ตัวอย่าง โดยความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกแต่ละความเข้มข้นจะใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนครบทุกระยะเวลา ผลการทดลองที่ได้จะนำไปทดสอบการผลิตแซนแทนกัมต่อไป โดยจะเลือกตัวอย่างที่ให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสมากที่สุดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสน้อยที่สุด 2 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาสภาวะการย่อยด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์

นำเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ปั่นละเอียดจากข้อ 1 มา 10 กรัม ผสมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นต่างกันปริมาตร 140 มิลลิลิตร คิดเป็นอัตราส่วนของเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 1 ต่อ 14 โดยน้ำหนัก (Sarote and Manfred,1998) โดยการทดลองนี้จะมีตัวแปรคือความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และความร้อนที่ใช้ในกระบวนการ วัดประสิทธิภาพการย่อยโดยวัดปริมาณน้ำตาลทั้งหมดด้วยวิธี Orcinol-sulphuric acid assay วัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส ด้วยวิธี Dinitrosalicylic acid assayและวัดปริมาณรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสด้วยวิธี Ferric-orcinol assay

3.1 ศึกษาสภาวะการย่อยด้วยด่างโดยใช้ตัวแปรเป็นความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์
ใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นร้อยละ 0, 4 , 8 , 12 และ 16

3.2 ศึกษาสภาวะการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้ตัวแปรเป็นความร้อนที่ใช้ในกระบวนการ
ใช้ความร้อนในกระบวนการเป็น 30 , 40 , 50 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โดยใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้จากข้อ 3.1

การทดลองจะมีทั้งหมด 20 ตัวอย่าง โดยความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์แต่ละความเข้มข้นจะใช้ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการครบทุกอุณหภูมิ ผลการทดลองที่ได้จะนำไปทดสอบการผลิตแซนแทนกัมต่อไป โดยจะเลือกตัวอย่างที่ให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสมากที่สุด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสน้อยที่สุด 2 ตัวอย่าง

ข. กระบวนการหมักเพื่อผลิตแซนแทนกัม

1. กระบวนการจัดการวัตถุดิบหลังการย่อย

1.1 วัตถุดิบจากการย่อยด้วยกรด
มีวิธีการเตรียมดังนี้
ปรับ pH ให้เป็น 7 โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และทำการวัด pH ด้วย pH meter

1.2 วัตถุดิบจากการย่อยด้วยด่าง
มีวิธีการเตรียมดังนี้
ปรับ pH ให้เป็น 7 โดยใช้กรดซัลฟูริก และทำการวัด pH ด้วย pH meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96530

2. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้มีดังนี้

Ammonium nitrate	0.5	กรัม
Yeast extract	3.1	กรัม
Dipotassium acid phosphate	9.8	กรัม
Magnesium sulfate heptahydrate	0.1	กรัม
กลูโคส	30	กรัม
น้ำ	1000	มิลลิลิตร

โดยทำการปรับเป็นสูตรได้ 5 สูตรดังนี้

สูตรที่ 1

Ammonium nitrate	0.5	กรัม
Yeast extract	3.1	กรัม
Dipotassium acid phosphate	9.8	กรัม
Magnesium sulfate heptahydrate	0.1	กรัม
ตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบการย่อยด้วยกรด ตามข้อ ข.ปรับให้มีความเข้มข้นของน้ำตาล รีดิวซ์เป็น	30	กรัม
น้ำ	1000	มิลลิลิตร

สูตรที่ 2

Ammonium nitrate	0.5	กรัม
Yeast extract	3.1	กรัม
Dipotassium acid phosphate	9.8	กรัม
Magnesium sulfate heptahydrate	0.1	กรัม
ตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบการย่อยด้วยด่าง ตามข้อ ข.ปรับให้มีความเข้มข้นของน้ำตาล รีดิวซ์เป็น	30	กรัม
น้ำ	1000	มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ 3

Ammonium nitrate	0.5	กรัม
Yeast extract	3.1	กรัม
Dipotassium acid phosphate	9.8	กรัม
Magnesium sulfate heptahydrate	0.1	กรัม
ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการย่อยด้วยกรด หรือด่าง	30	กรัม
น้ำ	1000	มิลลิลิตร

สูตรที่ 4

Ammonium nitrate	0.5	กรัม
Yeast extract	3.1	กรัม
Dipotassium acid phosphate	9.8	กรัม
Magnesium sulfate heptahydrate	0.1	กรัม
กลูโคส	30	กรัม
น้ำ	1000	มิลลิลิตร

สูตรที่ 5

Ammonium nitrate	0.5	กรัม
Yeast extract	3.1	กรัม
Dipotassium acid phosphate	9.8	กรัม
Magnesium sulfate heptahydrate	0.1	กรัม
ไซโลส	30	กรัม
น้ำ	1000	มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การศึกษาประสิทธิภาพการสร้างแซนแทนกัมจากอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ

การศึกษาประสิทธิภาพการสร้างแซนแทนกัมทำโดยการเลี้ยงเชื้อ*Xanthomonas campestris* TISTR 1100 ร้อยละ10 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมได้ตามสูตรในข้อ 2 โดยมีตัวอย่างที่ได้จากข้อ ข. ที่ต่างกันดังนี้

ปัจจัยที่ 1 เป็นตัวอย่างที่เลือกจากการย่อยด้วยกรดซัลฟูริก ซึ่งได้มาจากตัวอย่างที่ให้ผลการย่อยมีน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสมากที่สุด และน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสน้อยที่สุด 2 ตัวอย่าง

ปัจจัยที่ 2 เป็นตัวอย่างที่เลือกจากการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งได้มาจากตัวอย่างที่ให้ผลการย่อยมีน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสมาก และน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสน้อยที่สุด 2 ตัวอย่าง

ปัจจัยที่ 3 นำเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดปั่นละเอียดที่ยังไม่ผ่านการย่อยมาใช้ผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อ

ปัจจัยที่ 4 เป็นตัวอย่างที่นำน้ำตาลกลูโคสมาใช้เป็นส่วนประกอบ เพื่อใช้เป็นตัวควบคุม และเปรียบเทียบผลการทดลอง

ปัจจัยที่ 5 เป็นตัวอย่างที่นำน้ำตาลไซโลสมาใช้เป็นส่วนประกอบ เพื่อใช้เป็นตัวควบคุม และเปรียบเทียบผลการทดลอง

เมื่อผสมอาหารเลี้ยงเชื้อตามสูตรต่าง ๆ แล้ว จึงนำอาหารเลี้ยงเชื้อไปฆ่าเชื้อด้วย Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วนาน 15 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เย็น หลังจากนั้นจึงเติมเชื้อ *Xanthomonas campestris* TISTR 1100 ลงไปร้อยละ 10 ของอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 72 ชั่วโมง และทำการวัดความหนืดของอาหารเลี้ยงเชื้อทุก ๆ 24 ชั่วโมง ซึ่งสภาวะที่อาหารเลี้ยงเชื้อให้ความหนืดมากที่สุดจะถูกเลือกมาใช้ทดลองในขั้นตอนการผลิต แซนแทนกัมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18375

4. การทดลองผลิตแซนแทนกัม

นำสภาวะที่ได้จากข้อ 3 (กราฟความหนืดจะมีความหนืดมากรองจากอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีกลูโคสเป็นส่วนประกอบ)มาทดลองผลิตแซนแทนกัม โดยใช้สภาวะต่าง ๆ เหมือนเดิมทุกประการ และทำการวัดค่าต่างๆของน้ำหมักโดยวัดปริมาณเซลล์เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ,วัด pHของอาหารเลี้ยงเชื้อโดยใช้ pH meter ,วัดปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสในอาหารเลี้ยงเชื้อโดยวิธี Dinitrosalicylic acid assay และวัดความหนืดของอาหารเลี้ยงเชื้อโดย Capillary viscometer

5. การเก็บเกี่ยวแซนแทนกัม

จากข้อ 4 เมื่อเลี้ยง *Xanthomonas campestris* TISTR 1100 จนได้กราฟความหนืดของอาหารเลี้ยงเชื้อในข้อ 3 มีค่ามากที่สุดแล้ว จึงนำมาตกตะกอนเพื่อแยกแซนแทนกัมออกจากอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยในขั้นแรกจะต้องวัด pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อให้มี pH อยู่ในช่วง 6.3 – 6.9 ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงนี้ ถ้า pH ไม่ถึงจะต้องปรับด้วย Dipotassium acid phosphate buffer หลังจากนั้นจึงนำไปต้มที่อุณหภูมิ 95องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมงครึ่ง แล้วทำให้เย็นทันทีด้วยน้ำเย็น เมื่ออาหารเลี้ยงเชื้อมีอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส จึงเติมเอธิลแอลกอฮอล์ลงไปในปริมาณร้อยละ 60 ของอาหารเลี้ยงเชื้อ ทิ้งไว้ให้น้ำหมักตกตะกอนอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะต้องใช้เวลามากกว่า 30 นาทีหรือข้ามคืน หลังจากนั้นจึงแยกส่วนใสซึ่งเป็นส่วนของแอลกอฮอล์ออกจากส่วนที่ข้นหนืดซึ่งเป็นส่วนของแซนแทนกัมโดยการเหวี่ยงด้วยความเร็วสูง หลังจากนั้นจึงนำวุ้นที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปบดเพื่อให้ได้เป็นแซนแทนกัมผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองจากการศึกษาการย่อยด้วยกรด

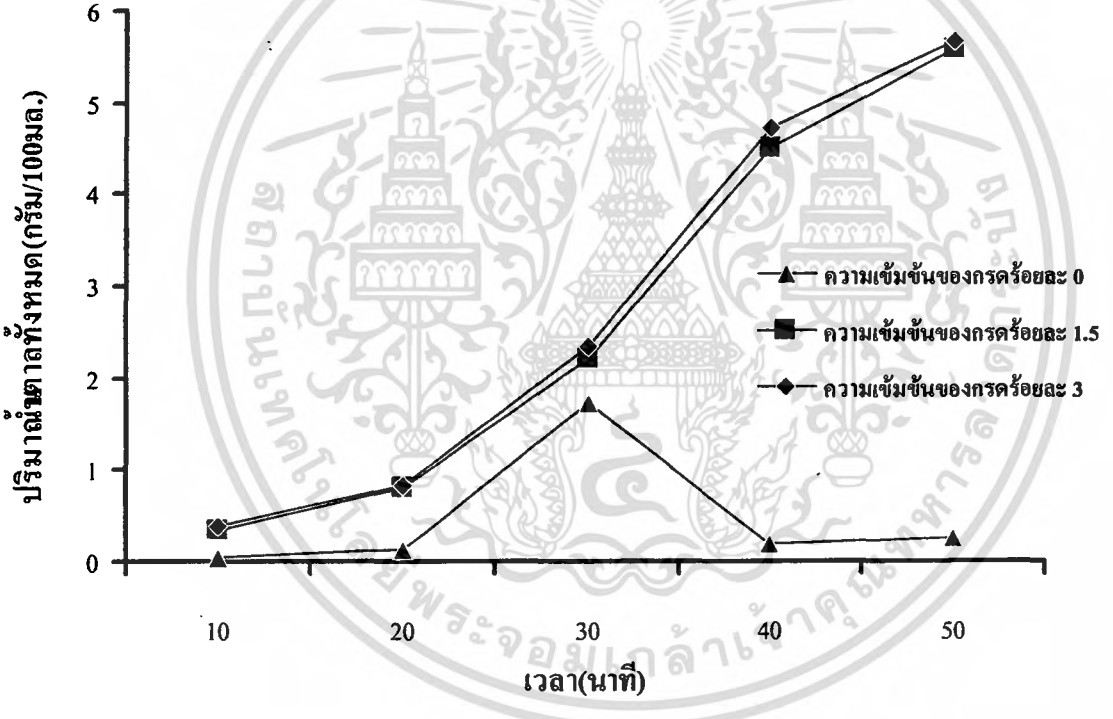
จากการศึกษาการย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดด้วยกรดซัลฟูริก โดยมีความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกเป็นร้อยละ 0 , 1.5 , 3 และระยะเวลาที่ให้ความร้อนในการย่อยเป็น 10 , 20 , 30 , 40 และ 50 นาทีจะพบว่า

เมื่อความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีปริมาณน้ำตาลในสารละลายมากขึ้น โดยจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสละลายในสารละลายมากกว่า ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส เช่น ในการทดลองที่ใช้ระยะเวลาในการให้ความร้อนนาน 10 นาที พบว่าความเข้มข้นกรดร้อยละ 0 จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.043 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.021 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.009 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ส่วนที่ความเข้มข้นกรดร้อยละ 1.5 พบว่ามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.358 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.225 กรัมในสารละลาย100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.07 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และที่ความเข้มข้นของกรดร้อยละ 3 จะพบว่ามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายอยู่ในสารละลาย 0.397 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.302 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.05 กรัม ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร

ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการให้ความร้อนพบว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการให้ความร้อนมากขึ้นก็จะส่งผลให้มีปริมาณน้ำตาลในสารละลายมากขึ้นเช่นกัน โดยจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสละลายในสารละลายมากกว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส เช่น ที่การทดลองโดยใช้ความเข้มข้นกรดร้อยละ 1.5 พบว่าเมื่อให้ความร้อนนาน 10 นาที จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.358 กรัมในสารลละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.225 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.07 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ในการให้ความร้อนนาน 20 นาที จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.801 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.34 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.46 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ในการให้ความร้อน

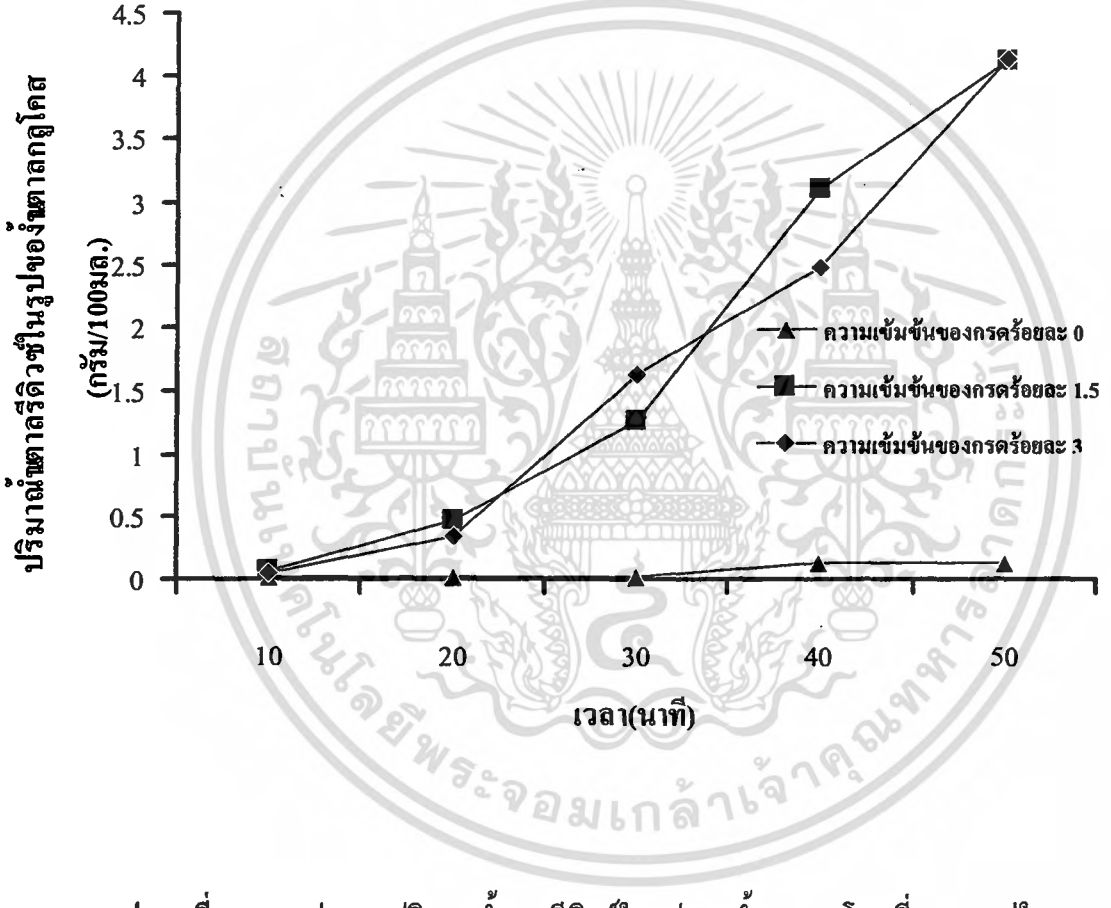
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาน 30 นาที จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 2.207 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 1.26 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.727 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ในการให้ความร้อนนาน 40 นาที จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 4.508 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.798 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 3.11 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และการให้ความร้อนนาน 50 นาที จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 5.575 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 1.318 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 4.13 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ซึ่งเมื่อนำผลการทดลองมาเขียนกราฟจะได้กราฟเส้นดังนี้



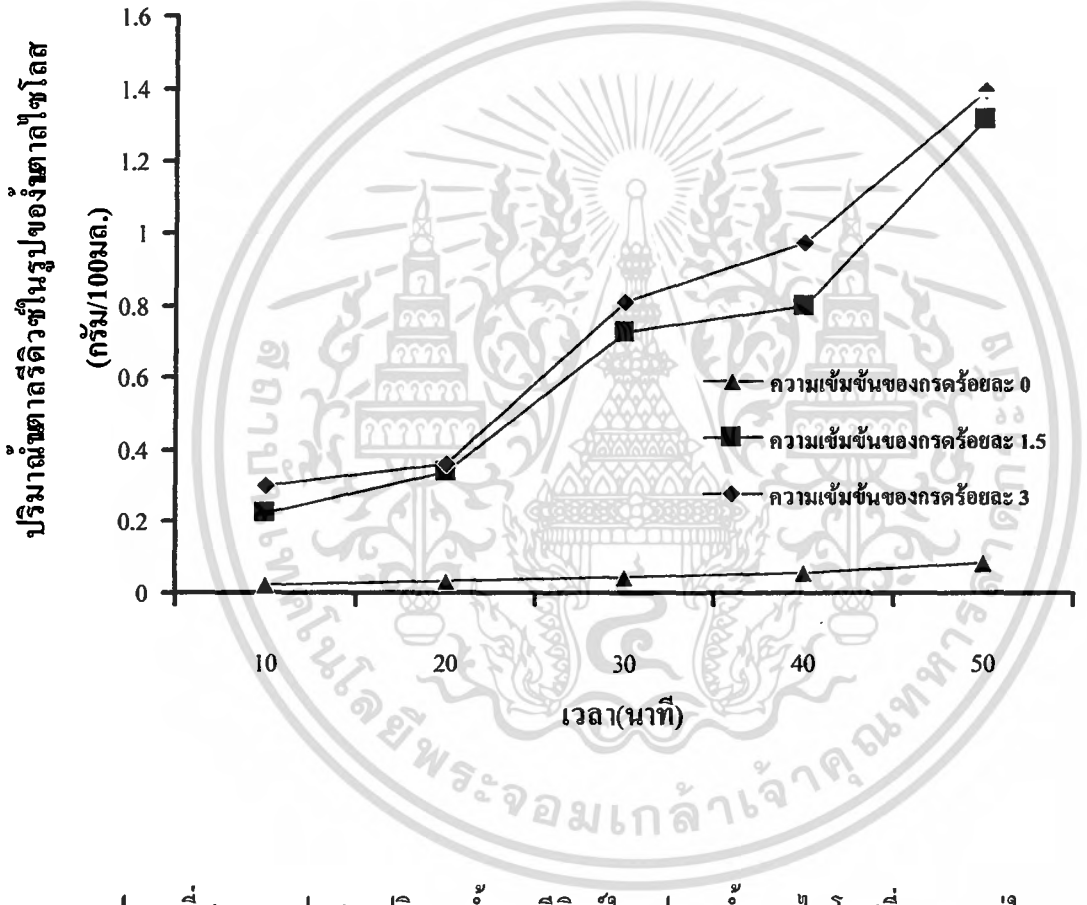
รูปภาพที่ 2 : กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ละลายอยู่ในสารละลายเมื่อให้ความร้อนในระหว่างการย่อยเป็น 121 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3 : กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสที่ละลายอยู่ในสารละลายเมื่อให้ความร้อนในระหว่างการย่อยเป็น 121 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4 : กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสที่ละลายอยู่ในสารละลายเมื่อให้ความร้อนในระหว่างการย่อยเป็น 121 องศาเซลเซียส ในเวลาต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองจากการศึกษาด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

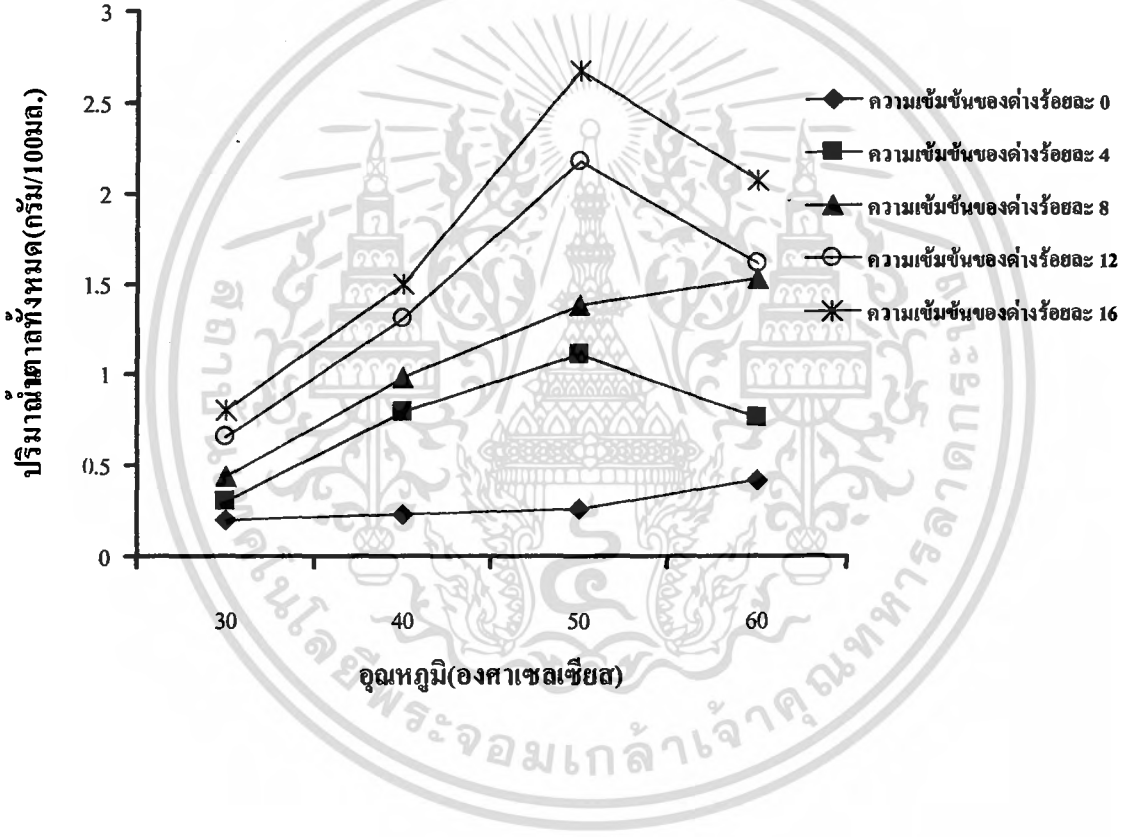
ผลจากการศึกษาการย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยมีความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นร้อยละ 0 , 4 , 8 , 12 และ 16 ความร้อนที่ใช้ระหว่างย่อยเป็นอุณหภูมิห้อง , 40 , 50 และ 60 องศาเซลเซียสพบว่า

เมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์เพิ่มขึ้นก็ทำให้มีปริมาณน้ำตาลในสารละลายมากขึ้น โดยจะมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสละลายในสารละลายมากกว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส เช่น การทดลองที่ใช้ความร้อนเป็น 30 องศาเซลเซียสพบว่าที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0 จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.2 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.175 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.099กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ส่วนที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 4 พบว่ามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.3 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.242 กรัมในน้ำหมัก 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.044 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 8 จะพบว่ามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.44 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.367 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.052 กรัม ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 12 จะพบว่ามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.66 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.483 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.172 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 18 จะพบว่ามีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.8 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร น้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.55 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.228 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร

ส่วนการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใช้ในระหว่างการย่อยพบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้มีปริมาณน้ำตาลละลายอยู่ในสารละลายมากขึ้นเช่นเดียวกัน โดยจะมีปริมาณของน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสละลายในสารละลายมากกว่าน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส เช่น การทดลองโดยใช้อุณหภูมิห้อง พบว่าที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 4 จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.3 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.242 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.044 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียล จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด0.794 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.700 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.074 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร การทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 1.103 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาล

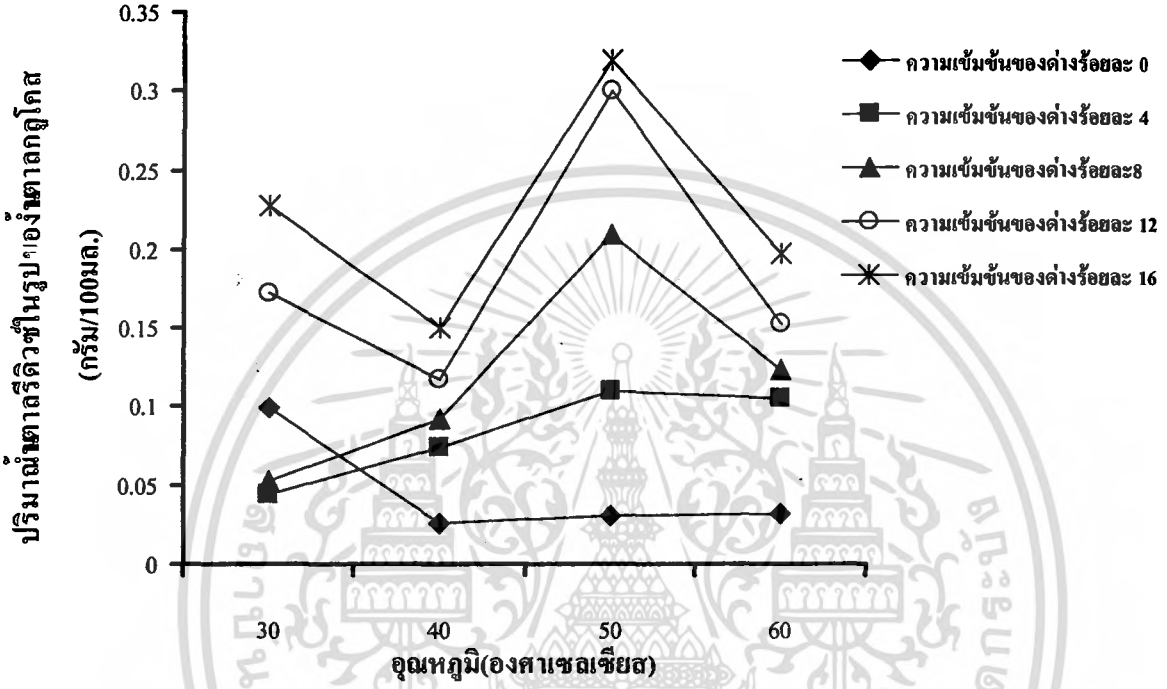
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไซโลส 0.11 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.975 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 0.765 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลส 0.65 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร และมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส 0.105 กรัมในสารละลาย 100 มิลลิลิตร ซึ่งผลการทดลองสามารถนำมาเขียนเป็นกราฟได้กราฟเส้นดังนี้



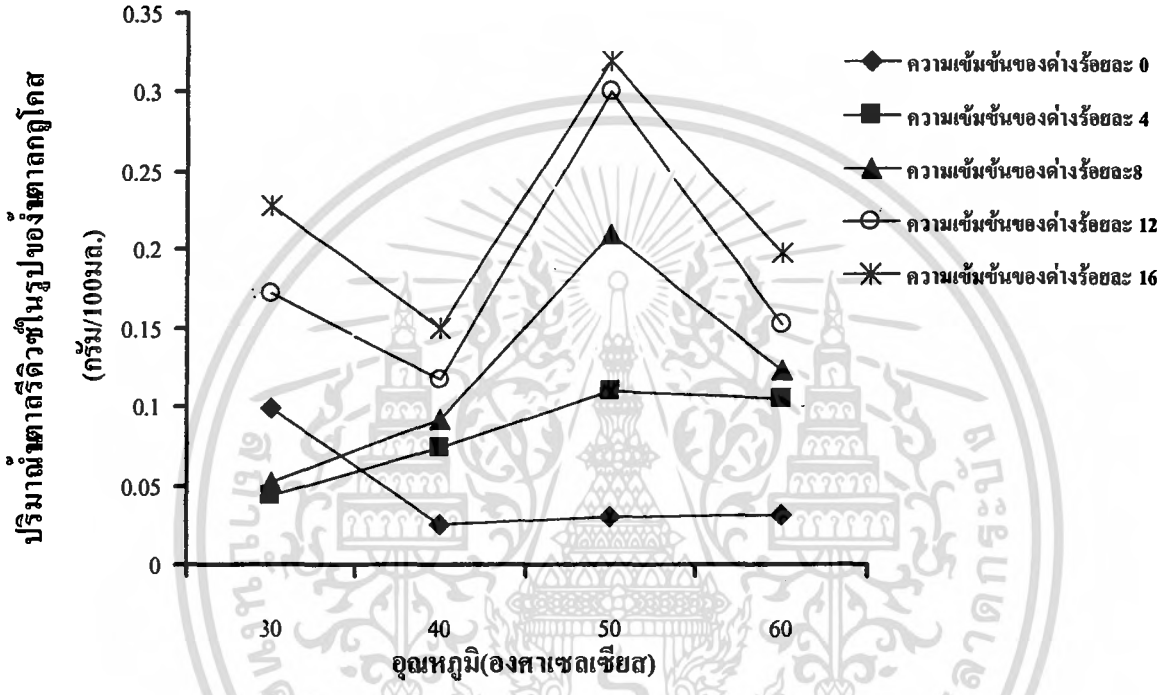
รูปภาพที่ 5 : กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ได้จากการย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 6 : กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากการย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

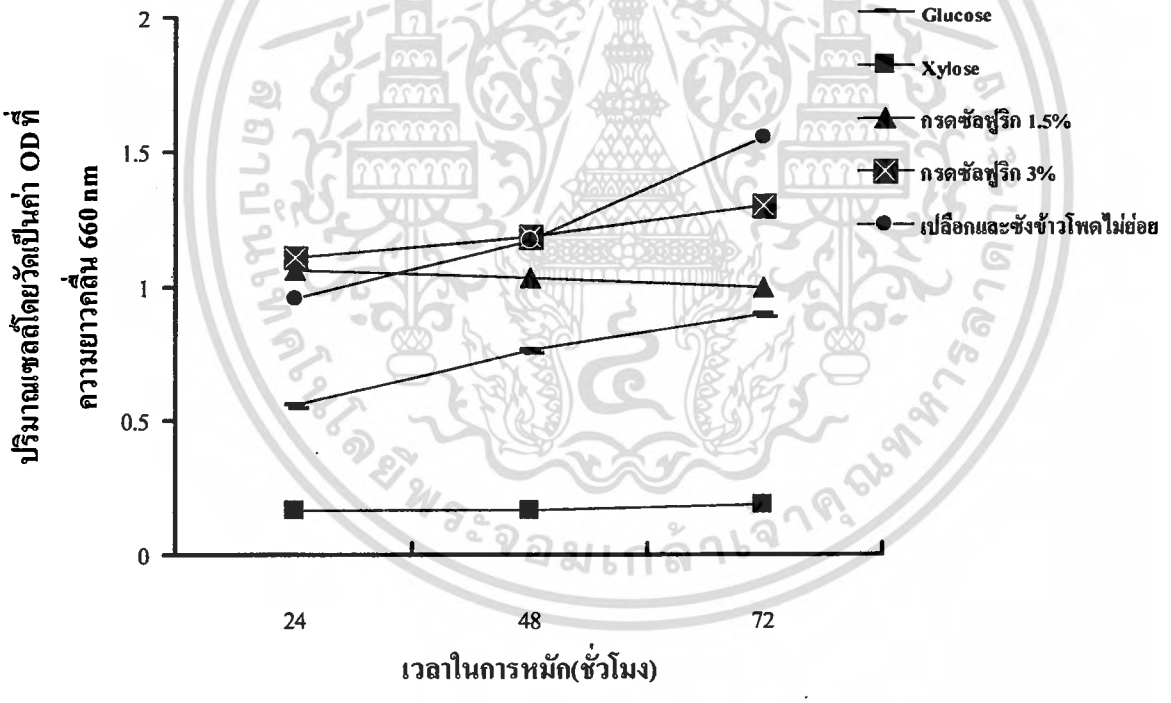


รูปภาพที่ 7 : กราฟแสดงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลไซโลสที่ได้จากการย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

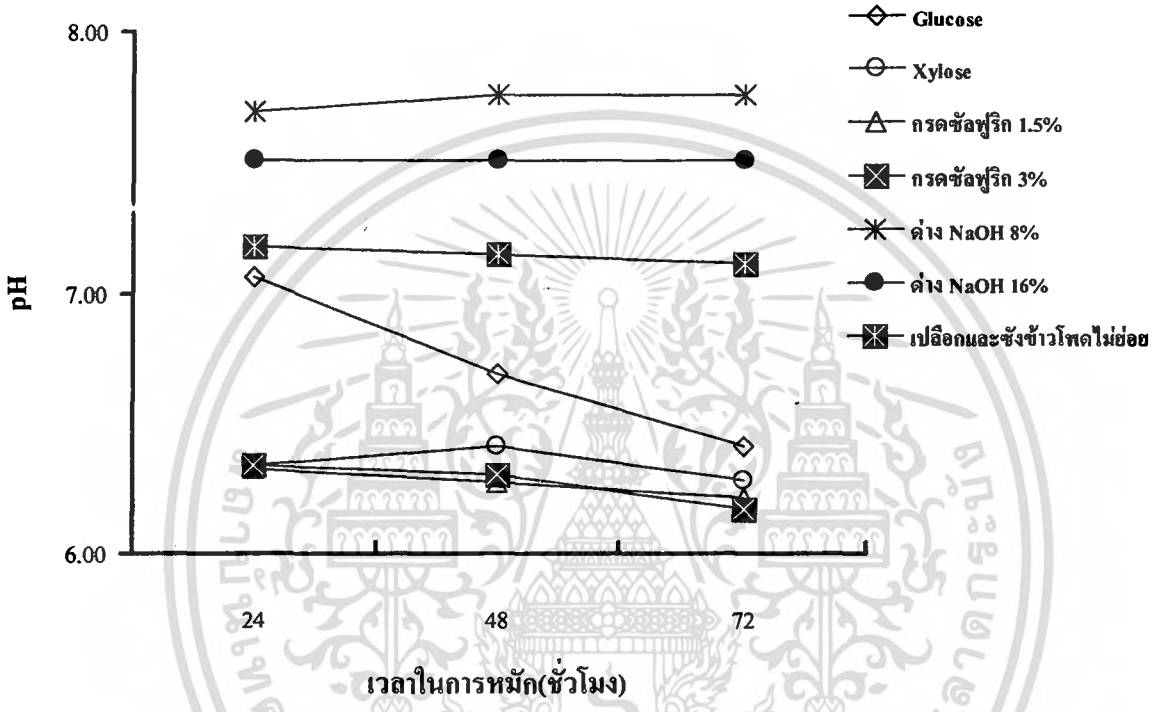
4.3 ผลการเลี้ยงเชื้อ *Xanthomonas campestris* TISTR1100 ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ

ในการหาประสิทธิภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดมาย่อยด้วยวิธีต่างๆ เพื่อนำมาเป็นส่วนประกอบในอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยจะทำการวัดอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นช่วง ๆ โดยทำการวัดทุก ๆ 24 ชั่วโมง สิ่งที่วัดได้แก่ ปริมาณเซลซึ่งจะแสดงการเพิ่มจำนวนเซล โดยจะทำการวัดเป็นค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร , pH, ความหนืด และปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส ซึ่งกำหนดให้อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลไซโลสเป็นส่วนประกอบเป็นมาตรฐาน พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยเป็นส่วนประกอบจะให้ความหนืดของสารละลายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งถือได้ว่ามีการสร้างแซนแทนกัมได้ใกล้เคียงกับกลูโคสมากที่สุดเมื่อเทียบกับสารละลายชนิดอื่น เมื่อนำผลการทดลองมาเขียนเป็นกราฟได้กราฟเส้นดังนี้



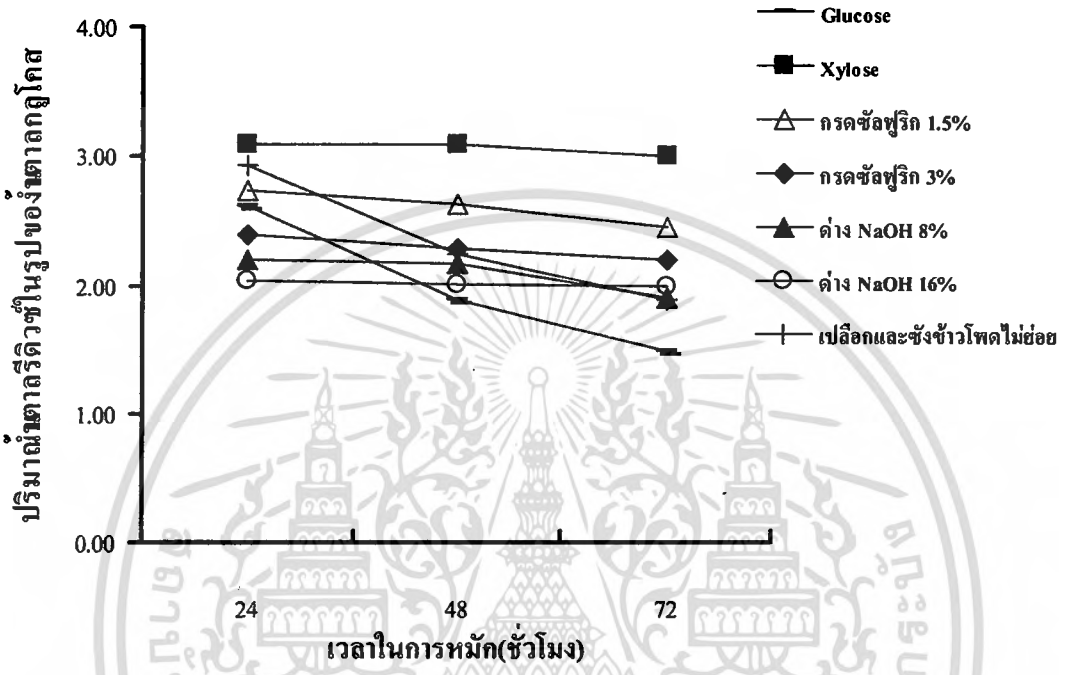
รูปภาพที่ 8 : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเลี้ยงเชื้อกับปริมาณเซลล์โดยวัดเป็นค่า OD ที่ความยาวคลื่น 660นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



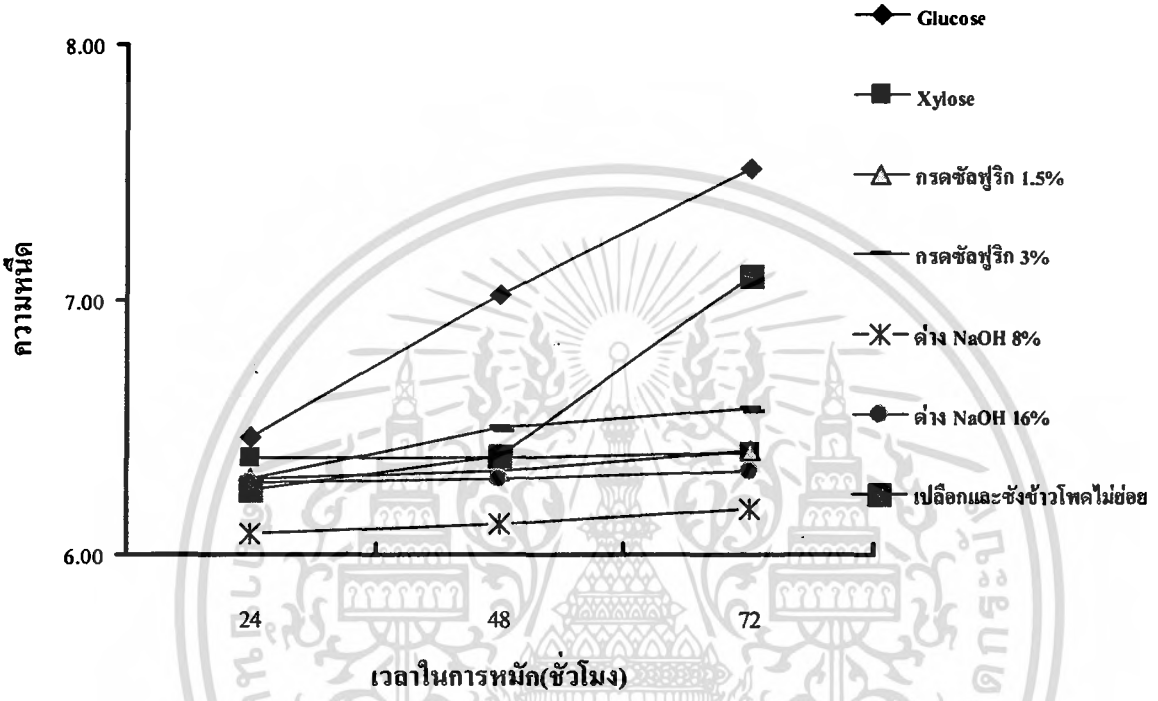
รูปภาพที่ 9 : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเลี้ยงเชื้อกับค่า pH ของสารละลาย ณ เวลาต่าง ๆที่ทำการเลี้ยงเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 10 : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเลี้ยงเชื้อกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

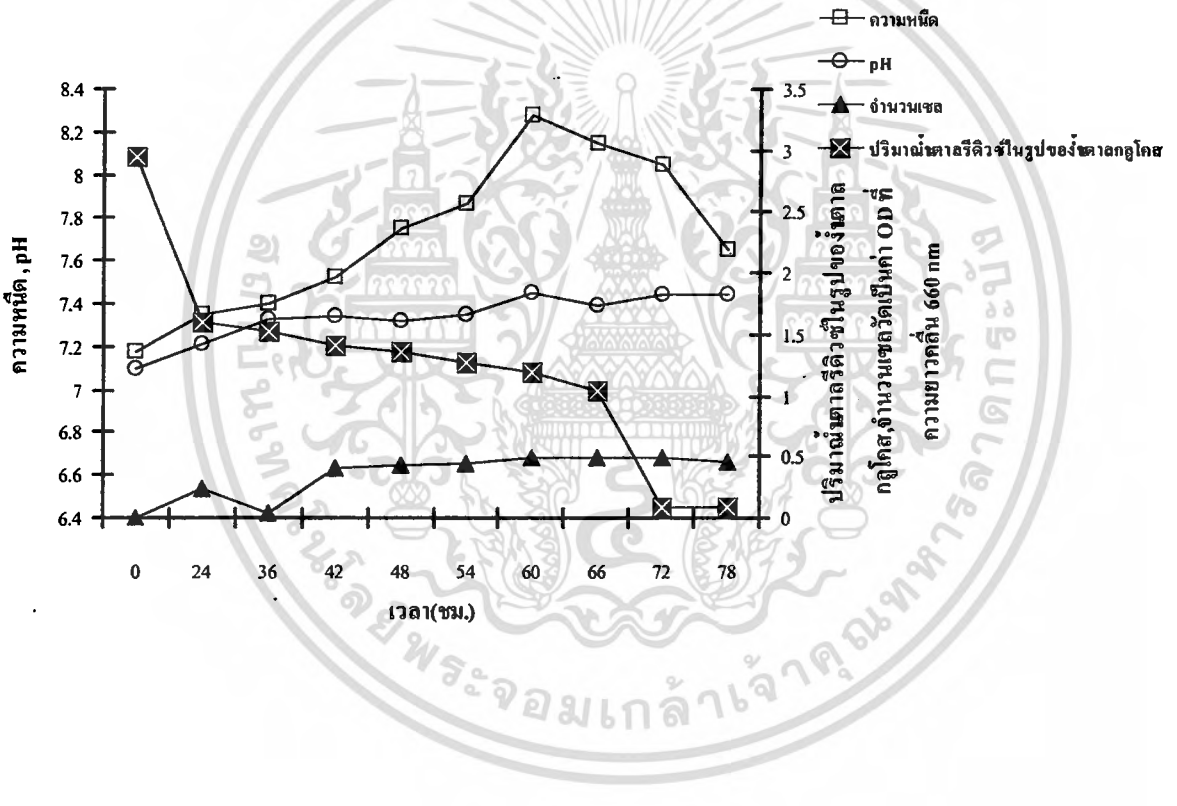


รูปภาพที่ 11 : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาในการเลี้ยงเชื้อกับค่าความหนืด ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ โดยเทียบเป็นเวลามีหน่วยเป็นนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองผลิตแซนแทนกัม

ในการทดลองผลิตแซนแทนกัมนั้นเราจะเลือกชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ให้ความหนืดมากที่สุด จากผลการทดลองทำให้ เลือกอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยเป็นส่วนประกอบ หลังจากนั้นจะทำการวัดอาหารเลี้ยงเชื้อตามช่วงเวลา โดยวัดปริมาณเซลล์ซึ่งจะวัดเป็นค่า OD ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร , pH ของสารละลาย, ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสที่อยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ และความหนืดของอาหารเลี้ยงเชื้อซึ่งจะวัดโดยใช้ Capillary viscometer ซึ่งจะได้ค่าความหนืดในรูปเวลามีหน่วยเป็นนาที ซึ่งผลการทดลองที่ได้จะนำมาสร้างเป็นกราฟได้กราฟเส้นดังนี้



รูปภาพที่ 12 : กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเซลล์ , ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส , pH และความหนืดของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้เศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยเป็นส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อในช่วงเวลาต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. จากขั้นตอนการทดลองย่อยเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพด โดยแยกการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ การย่อยด้วยกรดซัลฟูริกโดยที่ความเข้มข้น และเวลาในการให้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส ต่าง ๆกัน และการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น และอุณหภูมิที่ใช้ในการย่อยต่าง ๆ กัน นาน24 ชั่วโมง พบว่า

1.1 การย่อยด้วยกรดซัลฟูริก เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกที่ใช้ย่อย จะทำให้มีปริมาณน้ำตาลที่ละลายทั้งหมดอยู่ในสารละลายมากขึ้น โดยแนวโน้มของน้ำตาลกลูโคสที่ละลายจะมีปริมาณมากกว่าน้ำตาลไซโลส เช่นเดียวกับระยะเวลาการให้ความร้อนซึ่งเมื่อเพิ่มระยะเวลาให้มากขึ้น ก็จะมีปริมาณน้ำตาลละลายอยู่ในสารละลายมากขึ้น โดยปริมาณของน้ำตาลกลูโคสจะมีแนวโน้มมากกว่าน้ำตาลไซโลส โดยในการทดลองนี้ การย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ1.5 ที่เวลาให้ความร้อนนาน 50 นาที และการย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 3 ที่เวลาการให้ความร้อนนาน 50 นาที จะมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสมากในอันดับต้น 2 อันดับแรกจึงได้ตัดสินใจเลือกเพื่อนำไปศึกษาการเลี้ยงเชื้อ *Xanthomonas campestris* TISTR 1100 ต่อไป

1.2 การย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์โซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ย่อย จะทำให้มีปริมาณของน้ำตาลที่ละลายอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อมากขึ้น โดยจะมีแนวโน้มของน้ำตาลไซโลสมากกว่าน้ำตาลกลูโคส เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่ใช้ในการย่อย ซึ่งจะพบว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการย่อยเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้มีน้ำตาลละลายอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อมากขึ้นด้วย โดยปริมาณของน้ำตาลไซโลสจะมีแนวโน้มมากกว่าน้ำตาลกลูโคสเช่นเดียวกัน โดยการทดลองนี้การย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 8 และ 16 ที่อุณหภูมิ60 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสมากในอันดับต้นจึงตัดสินใจเลือกเพื่อนำไปศึกษาการเลี้ยงเชื้อ *Xanthomonas campestris* TISTR 1100 ต่อไป

2. จากขั้นตอนการการทดลองเลี้ยงเชื้อ *Xanthomonas campestris* TISTR 1100ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรต่าง ๆ พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็นส่วนประกอบจะมีการเจริญของเชื้อและมีการสร้างแซนแทน แต่ในในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำตาลไซโลสเป็นส่วนประกอบจะไม่มีการเจริญของเชื้อ และไม่มีการสร้างแซนแทน แสดงให้เห็นว่า *Xanthomonas campestris* TISTR1100 จะไม่สามารถใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลไซโลสเป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญ และเมื่อเปรียบเทียบอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จากการย่อย ซึ่งได้แก่ การย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 3 ที่ให้ความร้อนนาน 50 นาที การย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 8 และ 16 ที่อุณหภูมิในการย่อย 60 องศาเซลเซียส นาน 25 ชั่วโมง และจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยเลย พบว่าในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยจะมีการเจริญของ *Xanthomonas campestris* TISTR1100 และมีการสร้างแซนแทนมากกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดอื่น ๆ และใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่มีน้ำตาลกลูโคสเป็นส่วนประกอบด้วย ดังนั้นจึงเลือกสารละลายสูตรที่มีเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยมาใช้ศึกษาการผลิตแซนแทนกัมต่อไป

3. จากการทดลองผลิตแซนแทนกัม เมื่อเลี้ยง *Xanthomonas campestris* TISTR 1100 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่มีเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยเป็นส่วนประกอบจะพบว่า จำนวนเซลล์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง42 ชั่วโมงแรก จากนั้นจะเริ่มคงที่ และเริ่มลดจำนวนลงหลังจากเลี้ยงไปแล้ว 72 ชั่วโมง ส่วน pH ของสารละลายค่อนข้างจะคงที่ในตลอดระยะเวลาทำการทดลอง น้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลกลูโคสจะลดลงในช่วง 36 ชั่วโมงแรก และหลังจากเลี้ยงไปแล้ว 66 ชั่วโมง ส่วนความหนืดของอาหารเลี้ยงเชื้อจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะมีความหนืดมากที่สุดในช่วง 60 – 66 ชั่วโมงของการเลี้ยงเชื้อ หลังจากนั้นจะเริ่มลดลง ดังนั้นจึงช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการเก็บเกี่ยวแซนแทนกัม คือเมื่อทำการเลี้ยงเชื้อไปแล้ว 60 – 66 ชั่วโมง ซึ่งจะมีปริมาณแซนแทนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองนี้จะพบว่าในการเลี้ยงเชื้อ *Xanthomonas campestris* TISTR 1100 ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีส่วนผสมของเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟูริก และด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่ามีการเจริญของเชื้อต่ำมาก เนื่องจากในการปรับ pH ของสารละลายที่ได้หลังจากทำการย่อยแล้วจะเกิดผลึกของโซเดียมขึ้น และยิ่งมีความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก หรือโซเดียมมากขึ้นก็จะทำให้เกิดผลึกโซเดียมมากยิ่งขึ้นด้วย จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญของ *Xanthomonas campestris* TISTR 1100 ดังนั้นก่อนที่จะนำเศษเหลือทิ้งที่ย่อยด้วยกรดซัลฟูริก หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์มาเป็นส่วนผสมของอาหารเลี้ยงเชื้อจึงควรจะกำจัดผลึกโซเดียมออกจากสารละลายที่ได้ก่อน เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวส์ที่ละลายอยู่ในสารละลายควรทำการปรับ pH ให้เป็นกลาง และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เท่ากันก่อนทำการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง

2. ในการเตรียมสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง จะต้องทำกราฟเทียบมาตรฐานของสารละลายที่เตรียมนั้นทุกครั้ง เนื่องจากในการเตรียมแต่ละครั้งผู้ทำการวิเคราะห์จะไม่มีความแม่นยำในการชั่งสารและการปรับปริมาตรทำให้ผลการวิเคราะห์อาจผิดพลาดได้

3. ในการวัดความหนืดของน้ำหมักโดยใช้ Capillary viscometer จะต้องทำการวัดภายใต้อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยการแช่เครื่องมือ น้ำหมัก และทำการทดลองใน water bath ที่มีน้ำอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสอยู่ ในการวัดจะต้องให้น้ำหมักไหลขึ้นมาจนเต็มปลายท่อเล็กก่อนแล้วจึงทำการวัด เนื่องจากการวัดโดยไม่ทำให้น้ำหมักเต็มในท่อเล็กนั้นจะทำให้การทดลองผิดพลาด เพราะจะมีความดันในระหว่างการวัดไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ธนาสิน ธนอนันต์โชค และ สุภาพรรณ โรจน์อัมพร.2543.การศึกษาเบื้องต้นในการแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสจากกระเพาะส่วนต้นของวัว . สัมมนา ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . 2-10 หน้า.

ศิริมาลย์ สุลัยศรี . 2540. การเปลี่ยนของเหลือทิ้งทางการเกษตรโดยการใช้แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ในสภาวะไร้ออกซิเจน. สัมมนา ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . 1-6 หน้า.

จันทนา ขัดเต๋า. 2542. การใช้เซลลูโลสผงจากเปลือกถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ชิฟฟ่อนเค้กและคุกกี้. สัมมนา ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง . 12-13 หน้า.

สุวณี สุภเวชย์. 2536. แบคทีเรียพื้นฐาน . ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ.โรงพิมพ์ศิริยอด(ประเทศไทย) จำกัด. 248 หน้า.

วิเชียร กิจปรีชาวนิช และคณะ. 2541. การใช้ประโยชน์จากซังข้าวโพดโดยจุลินทรีย์. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 62-74 หน้า

Sarote Sirisansaneeyakul and Manfred Rizzi. 1998. Hydrolysis of Wheat Straw Hemicellulose: Kasetsart Journal 1(32): 224-233

Skorn Mongkolsuk. 2000. Microbial gene regulation:Many surprises in regulation of the oxidative stress response in *Xanthomonas*.:Thai journal biotechnol 2.1:26-33 pp.

John G. Holt [et al].1994. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology .9:100,173 p.

Larry.A.B.1989.Food Additive,Marcel Dekker,Inc,Newyork,413-423 pp.

Horace.D.G.1977.Food Colloids.In:Diagnosis of Microbial dese,The AVI publishing company,Inc, USA,500-571 pp.

Owen.R.F. 1996.Food Chemistry, Marcel Dekker,Inc,Newyork,157-223 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ก. 1</u> ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจากการย่อยด้วยกรดซัลฟูริก เมื่อให้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส

เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ได้จากความเข้มข้นกรดร้อยละ 0 (กรัม / 100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ได้จากความเข้มข้นกรดร้อยละ 1.5 (กรัม / 100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ได้จากความเข้มข้นกรดร้อยละ 3 (กรัม / 100 มล.)
10	0.043	0.358	0.397
20	0.123	0.801	0.824
30	1.737	2.207	2.344
40	0.192	4.508	4.723
50	0.255	5.575	5.669

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ก. 2</u> ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากการย่อยด้วยกรดซัลฟูริก เมื่อให้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส

เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากความเข้มข้นกรดร้อยละ 0 (กรัม / 100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากความเข้มข้นกรดร้อยละ 1.5 (กรัม / 100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากความเข้มข้นกรดร้อยละ 3 (กรัม / 100 มล.)
10	0.009	0.070	0.050
20	0.009	0.460	0.330
30	0.010	1.260	1.630
40	0.130	3.110	2.490
50	0.130	4.130	4.150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ก. 3</u> ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลไซโลสจากการย่อยด้วยกรดซัลฟูริก เมื่อให้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส

เวลาในการให้ความร้อน (นาที)	ปริมาณน้ำตาลไซโลสที่ได้จากความเข้มข้นกรดร้อยละ 0 (กรัม / 100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลไซโลสที่ได้จากความเข้มข้นกรดร้อยละ 1.5 (กรัม / 100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลไซโลสที่ได้จากความเข้มข้นกรดร้อยละ 3 (กรัม / 100 มล.)
10	0.021	0.225	0.302
20	0.031	0.340	0.362
30	0.047	0.724	0.810
40	0.054	0.798	0.971
50	0.085	1.318	1.396

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ก. 4</u> ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจากการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 24 ชั่วโมง

เวลาการให้ความร้อน (นาที)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)
30	0.200	0.300	0.440	0.660	0.800
40	0.235	0.794	0.978	1.302	1.493
50	0.264	1.103	1.381	2.170	2.681
60	0.413	0.765	1.524	1.612	2.070

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ก. 5</u> ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 24 ชั่วโมง

เวลาการให้ความร้อน (นาที)	ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลกลูโคส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)
30	0.099	0.044	0.052	0.172	0.228
40	0.025	0.074	0.092	0.117	0.150
50	0.030	0.110	0.210	0.300	0.320
60	0.031	0.105	0.124	0.153	0.197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ก. 6</u> ตารางแสดงปริมาณน้ำตาลไซโลสจากการย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ นาน 24 ชั่วโมง

เวลาการให้ความร้อน (นาที)	ปริมาณน้ำตาลไซโลส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลไ ซโลส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลไซโลส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลไซโลส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)	ปริมาณน้ำตาลไซโลส ที่ได้จากโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละ 0 (กรัม/100 มล.)
30	0.175	0.242	0.367	0.177	0.550
40	0.025	0.700	0.866	1.175	1.333
50	0.030	0.975	1.158	1.858	2.349
60	0.031	0.650	1.391	1.450	1.866

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. 7 ตารางแสดงผลการทดลองการเลี้ยง *Xanthomonas campestris* **TISTR1100 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรต่าง ๆ**

แหล่งคาร์บอนที่ผสมในสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ	จำนวนเซลล์ (OD 660)			pH			ความหนืด (นาที)			น้ำตาลรีดิวส์ (กรัม / 100 มล.)		
	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.	24 ชม.	48 ชม.	72 ชม.
กลูโคส	0.559	0.764	0.895	7.060	6.690	6.410	6.460	7.020	7.520	2.610	1.890	1.480
ไซโลส	0.166	0.166	0.184	6.360	6.410	6.280	6.380	6.390	6.410	3.100	3.100	3.000
กรดร้อยละ 1.5	1.063	1.033	0.999	6.320	6.270	6.210	6.300	6.330	6.410	2.740	2.630	2.450
กรดร้อยละ 3	1.110	1.174	1.299	6.340	6.300	6.170	6.300	6.500	6.570	2.390	2.290	2.200
โซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 8	1.791	1.753	1.746	7.690	7.760	7.760	6.080	6.120	6.180	2.200	2.170	1.890
โซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 16	1.490	1.479	1.452	7.510	7.510	7.510	6.280	6.300	6.330	2.030	2.010	1.990
ไม่ผ่านการย่อย	0.957	1.174	1.553	7.180	7.150	7.110	6.250	6.390	7.090	2.930	2.240	1.850

หมายเหตุ : วัดน้ำตาลรีดิวส์โดยวิธี Dinitrosalicylic acid

จำนวนเซลล์โดยวิธีวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร

ความหนืดโดยใช้ Capillary viscometer โดยทำการเทียบเป็นเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ก. 8 ตารางแสดงจำนวนเซลล์ ปริมาณน้ำตาล pH และความหนืดของอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อทำการเลี้ยง *Xanthomonas campestris* TISTR1100 ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดที่มีเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ผ่านการย่อยเป็นส่วนประกอบ

เวลาในการเลี้ยงเชื้อ (ชั่วโมง)	จำนวนเซลล์ (OD 660)	ปริมาณน้ำตาล (กรัม/100 มล.)	pH	ความหนืด (วินาที)
0	0.003	2.940	7.100	7.180
24	0.233	1.600	7.210	7.350
36	0.339	1.520	7.330	7.400
42	0.402	1.410	7.340	7.520
48	0.428	1.360	7.320	7.750
54	0.435	1.270	7.350	7.870
60	0.488	1.190	7.450	8.280
66	0.495	1.050	7.390	8.150
72	0.493	0.084	7.440	8.050
78	0.453	0.082	7.440	7.650

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเพาะจุลินทรีย์จากหลอดเชื้อแห้งแข็ง (Revival of Freeze – Dried Cultures)

1. ใช้ผ้ากลอสชุบแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 70 พอหมาดเช็ดบริเวณรอบ ๆ หลอดบรรจุจุลินทรีย์(ampoule) จากนั้นใช้ตะไบสำหรับเลื่อยแก้ว เลื่อยลงบนหลอดบริเวณกึ่งกลางสำลีให้เป็นรอยลึกลงไปในเนื้อแก้ว
2. ใช้ผ้ากลอสที่มีความหนาพอประมาณชุบแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 พอหมดหุ้มหลอดบรรจุจุลินทรีย์
3. เปิดหลอดบรรจุจุลินทรีย์โดยทำการหักหลอดบรรจุจุลินทรีย์บริเวณที่ใช้ตะไบเลื่อยไว้ซึ่งจะใช้สองมือจับผ้ากลอสที่หุ้มหลอดบรรจุจุลินทรีย์ไว้แล้วใช้นิ้วหัวแม่มือกดเบาๆบริเวณรอยตะไบ ทำด้วยความระมัดระวังโดยไม่ต้องออกแรงมากเพราะจะทำให้เนื้อแก้วบริเวณที่หักแตกละเอียด
4. ดึงปลายหลอดบรรจุจุลินทรีย์และสำลีทิ้งในขวดน้ำยาฆ่าเชื้อ ใช้Pasture pipette ดูดอาหารเหลวที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์(ประมาณ 0.3-0.4 มิลลิลิตร) ถ่ายลงในหลอดบรรจุจุลินทรีย์เพื่อละลายสารผสมเซลล์จุลินทรีย์ในหลอด ต้องทำในสภาพที่ปลอดเชื้อ
5. ใช้ Pasture pipette ดูดสารละลายผสมเซลล์จุลินทรีย์หยดลงบนจานอาหารแข็ง(agar plate) ที่มีสูตรเดียวกับอาหารเหลว จำนวน 1 หยด ส่วนสารละลายเซลล์จุลินทรีย์ที่เหลือทั้งหมดถ่ายใส่ลงในอาหารเหลวปริมาตร 5 มิลลิลิตรที่ใช้ในข้อ 4 สำหรับเซลล์จุลินทรีย์ที่หยดลงบนอาหารแข็งใช้ห่วงเหล็ก(loop) ฆ่าเชื้อเขี่ยกระจายเชื้อให้ได้เป็นโคโลนีเดี่ยวๆ
   (สำหรับจุลินทรีย์ที่เป็นสายพันธุ์ราจะใช้ Pasture pipette ดูดสารละลายเซลล์จุลินทรีย์หยดลงบนอาหารแข็งที่เหมาะต่อการเจริญของรา โดยหยด 3 หยดลงบนอาหารแข็งนี้ และไม่ต้องกระจายเชื้อบนผิวหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ)
6. จุลินทรีย์ที่ถ่ายลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแล้ว(ทั้งในจานอาหารแข็งและในหลอดอาหารเหลว)นำไปบ่มที่อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมเพื่อดูการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมดโดยวิธี Orcinal – sulfuric acid assay

<u>การเตรียมสารละลายเพื่อใช้วิเคราะห์</u>

ละลาย Orcinal 2 กรัม ลงในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บไว้ใช้ได้ประมาณ 1 สัปดาห์

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ผสมสารละลายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตร กับสารละลายเพื่อใช้วิเคราะห์ 4 มิลลิตร เขย่าให้เข้ากัน
2. นำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที แล้วทำให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้อง
3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร
4. คำนวณปริมาณน้ำตาลจากกราฟเทียบมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลกลูโคส โดยวิธี Dinitrosalicylic acid assay

<u>การเตรียมสารละลายเพื่อใช้วิเคราะห์</u>

ละลาย 3,5 Dinitrosalicylic acid 0.25 กรัม และ Sodium potassium tartrate 75 กรัม ลงในด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร หลังจากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 250 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นซึ่งจะสามารถเก็บไว้ได้หลายอาทิตย์

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ผสมสารละลายตัวอย่าง 0.4 มล. กับสารละลายเพื่อใช้วิเคราะห์ 4 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน
2. นำไปต้มที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แล้วทำให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้อง
3. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร
4. คำนวณปริมาณน้ำตาลจากกราฟเทียบมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลไซโลส โดยวิธี Ferric – orcinal assay

<u>การเตรียมสารละลายเพื่อใช้วิเคราะห์</u>

ตัวที่ 1 : ละลาย Trichloroacetic acid ในน้ำโดยให้มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

ตัวที่ 2 : ละลาย Ferric ammonium sulfate ลงในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 9.6 โมลาร์ ให้มีความเข้มข้นร้อยละ 1.15 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และละลาย Orcinal ลงไปเช่นกัน โดยให้มีความเข้มข้นร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

<u>วิธีการวิเคราะห์</u>

1. ผสมสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร กับสารละลายเพื่อใช้วิเคราะห์ตัวที่ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร
2. นำไปต้มที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้อง
3. เติมสารละลายเพื่อการวิเคราะห์ตัวที่ 2 ลงไป 7.5 มิลลิลิตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที
4. ทำให้เย็นเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร
5. คำนวณปริมาณน้ำตาลจากกราฟเทียบมาตรฐานของน้ำตาลไซโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาสมการของกราฟเส้นตรงเพื่อเทียบมาตรฐานความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ (Standard calibration curves) โดยวิธี Least – squares method)

ในการหาสมการของกราฟเส้นตรงของสารมาตรฐาน (Standard calibration curves) จะใช้วิธี Least – squares method ได้ ก็ต่อเมื่อ

1. ความสัมพันธ์ค่าที่วัดได้ (y) กับความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่ใช้ (x) เขียนเป็นสมการเส้นตรงได้คือ

   $y = mx + b$

   b คือ จุดตัดของกราฟเส้นตรงบนแกน y (ค่าบนแกน y เมื่อ x เป็นศูนย์)

   m คือ ค่า slope ของกราฟเส้นตรง

2. จุดใด ๆ ของผลการวิเคราะห์ที่ไม่ได้อยู่บนแนวของกราฟเส้นตรง แต่เบี่ยงเบนออกไปจากแนวกราฟเส้นตรงนี้ ถือว่าเป็นผลจากการผิดพลาดของการวัด โดยจะต้องถือว่าไม่มีความผิดพลาดของค่า x ที่จุดนั้น ๆ เราสามารถรู้ค่าความเข้มข้นที่แน่นอนของสารมาตรฐานได้ เนื่องจากเราเตรียมสารละลายของสารมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันขึ้นมา โดยระยะห่างตามแนวแกน y ของจุดที่เบี่ยงเบนไปจากกราฟจนถึงเส้นกราฟเรียกระยะนี้ว่า residual

   เส้นตรงที่ได้จากวิธี Least – squares method เป็นวิธีที่ลากเส้นตรงโดยให้มีค่า sum squares ของระยะห่าง (residual) ของจุดต่าง ๆ กับเส้นตรงที่ลากนั้นมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้เส้นตรงที่ได้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับจุดค่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมากที่สุด

การคำนวณหาสมการของกราฟเส้นตรงเพื่อใช้เทียบมาตรฐาน

กำหนดให้

S_{xx} คือค่า sum square ของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของค่า Xi

S_{yy} คือค่า sum square ของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของค่า Yi

ดังนั้น

$$S_{xx} = \sum (Xi - \overline{X})^2 = \sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_{yy} = \sum (Yi - \bar{Y})^2 = \sum Yi^2 - \frac{(\sum Yi)^2}{N}$$

$$S_{xy} = \sum (Xi - \bar{X})(Yi - \bar{Y}) = \sum XiYi - \frac{\sum Xi \sum Yi}{n}$$

Xi และ Yi คือค่าของข้อมูลแต่ละคู่

n คือจำนวนจุดความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ใช้ในการ Calibrate curve

$\bar{X}$ และ $\bar{Y}$ คือค่าเฉลี่ยของค่า Xi และ Yi

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad \bar{Y} = \frac{\sum Yi}{n}$$

สามารถหาสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานได้โดย

1. หาค่า m ซึ่งเป็นค่า slope ของเส้นกราฟมาตรฐาน

$$m = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

2. ค่า b ซึ่งเป็นค่าจุดตัดของกราฟเส้นตรงบนแกน y

$$b = \bar{Y} - m\bar{X}$$

3. แทนค่า m และ b ในสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน คือ

$y = mx + b$ จัดสมการใหม่ได้เป็น $x = \frac{y - b}{m}$

เมื่อต้องการจะคำนวณผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ให้แทนค่า y ด้วยค่าที่วัดได้ในสมการของกราฟมาตรฐานที่ได้ ก็สามารถคำนวณค่า x ซึ่งเป็นความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ข. 1</u> ผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อใช้ในการคำนวณหาสมการของกราฟเทียบมาตรฐานของน้ำตาลทั้งหมด

ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม /100มล.) Xi	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร Yi	Xi^2	Yi^2	XiYi
0	0	0	0	0
0.5	0.016	0.25	0.000256	0.008
2	0.093	4.00	0.008649	0.186
3	0.183	9.00	0.033489	0.549
5	0.315	25.00	0.099225	1.575
10	0.553	100.00	0.305809	5.530
20.5	1.160	138.25	0.447428	7.848

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{20.5}{6} = 3.42 \qquad \bar{Y} = \frac{\sum Yi}{n} = \frac{1.160}{6} = 0.193$$

$$S_{xx} = \sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n} = 138.25 - \frac{(420.25)}{6} = 68.21$$

$$S_{xy} = \sum XiYi - \frac{\sum Xi \sum Yi}{n} = 7.848 - \frac{(23.78)}{6} = 3.89$$

$$m = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} = \frac{3.89}{68.21} = 0.057$$

$$b = \bar{Y} - m\bar{X} = 0.193 - (0.57 \times 3.42) = -0.0019$$

$$x = \frac{y - b}{m} = \frac{y + 0.0017}{0.057} = 17.54y + 0.03$$

สมการเส้นตรงของกราฟเทียบมาตรฐานน้ำตาลทั้งหมดคือ $x = 17.54y + 0.03$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางภาคผนวก ข. 2</u> ผลการค่าการดูดกลืนแสงเพื่อใช้ในการคำนวณหาสมการของกราฟเทียบมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส

ปริมาณน้ำตาลกลูโคส (กรัม /100มล.) Xi	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร Yi	Xi^2	Yi^2	XiYi
0	0	0	0	0
5	0.004	25	0.000016	0.02
10	0.011	100	0.000121	0.11
20	0.027	400	0.000729	0.54
50	0.082	2500	0.006724	4.10
100	0.249	10000	0.026001	24.90
200	0.373	40000	0.139129	74.60
300	0.581	90000	0.337561	174.30
400	0.776	160000	0.602176	310.40
500	0.933	250000	0.870489	466.50
1585	3.036	553025	2.018946	1055.47

$$\overline{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1585}{10} = 158.5 \qquad \overline{Y} = \frac{\sum Yi}{n} = \frac{3.036}{10} = 0.3036$$

$$S_{xx} = \sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n} = 553025 - \frac{(2512225)}{10} = 301802.5$$

$$S_{xy} = \sum XiYi - \frac{\sum Xi \sum Yi}{n} = 1055.47 - \frac{(4812.06)}{10} = 574.264$$

$$m = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} = \frac{574.264}{301802.5} = 0.002$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$b = \overline{Y} - m\overline{X} = 0.3036 - (0.002 \times 158.5) = -0.0134$$

$$x = \frac{y - b}{m} = \frac{y + 0.0134}{0.0079} = 500y + 6.7$$

สมการเส้นตรงของกราฟเทียบมาตรฐานน้ำตาลทั้งหมดคือ $x = 500y + 6.7$

ตารางภาคผนวก ข. 3 ผลการวัดค่าการดูดกลืนแสงเพื่อใช้ในการคำนวณหาสมการของกราฟเทียบมาตรฐานของน้ำตาลไซโลส

ปริมาณน้ำตาลไซโลส (กรัม /100มล.) Xi	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร Yi	Xi^2	Yi^2	XiYi
0	0	0	0	0
0.1	0.013	0.01	0.000169	0.0013
0.5	0.066	0.25	0.004356	0.0330
2.5	0.271	6.25	0.073441	0.6775
5.0	0.534	25.00	0.285156	2.6700
7.5	0.836	56.25	0.698896	6.2700
10	1.247	100.00	1.555009	12.4700
25.6	2.967	187.76	2.617027	22.1218

$$\overline{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{25.6}{7} = 3.657 \qquad \overline{Y} = \frac{\sum Yi}{n} = \frac{2.967}{7} = 0.424$$

$$S_{xx} = \sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n} = 187.76 - \frac{(655.36)}{7} = 94.14$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_{xy} = \Sigma XiYi - \frac{\Sigma Xi \Sigma Yi}{n} = 22.1218 - \left(\frac{75.9552}{7}\right) = 11.27$$

$$m = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} = \frac{11.27}{94.14} = 0.12$$

$$b = \bar{Y} - m\bar{X} = 0.424 - (0.12 \times 3.657) = -0.015$$

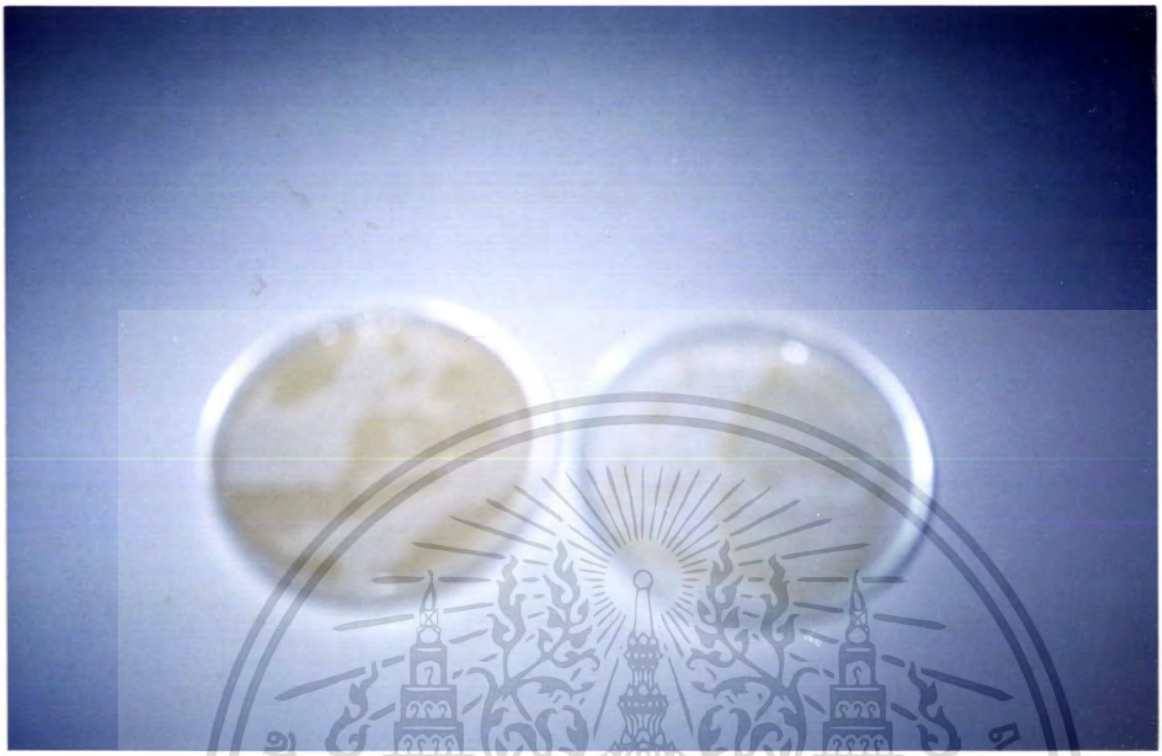
$$x = \frac{y - b}{m} = \frac{y + 0.015}{0.12} = 8.33y + 0.125$$

สมการเส้นตรงของกราฟเทียบมาตรฐานน้ำตาลทั้งหมดคือ $x = 8.33y + 0.125$

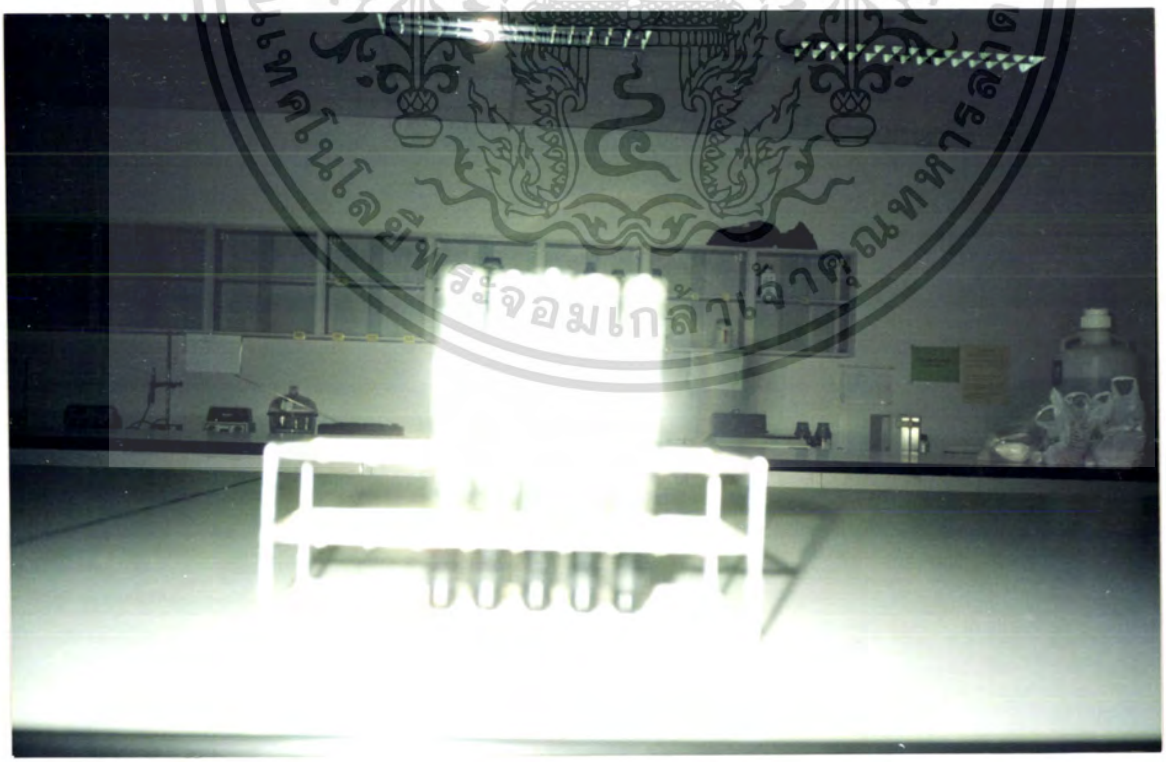
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



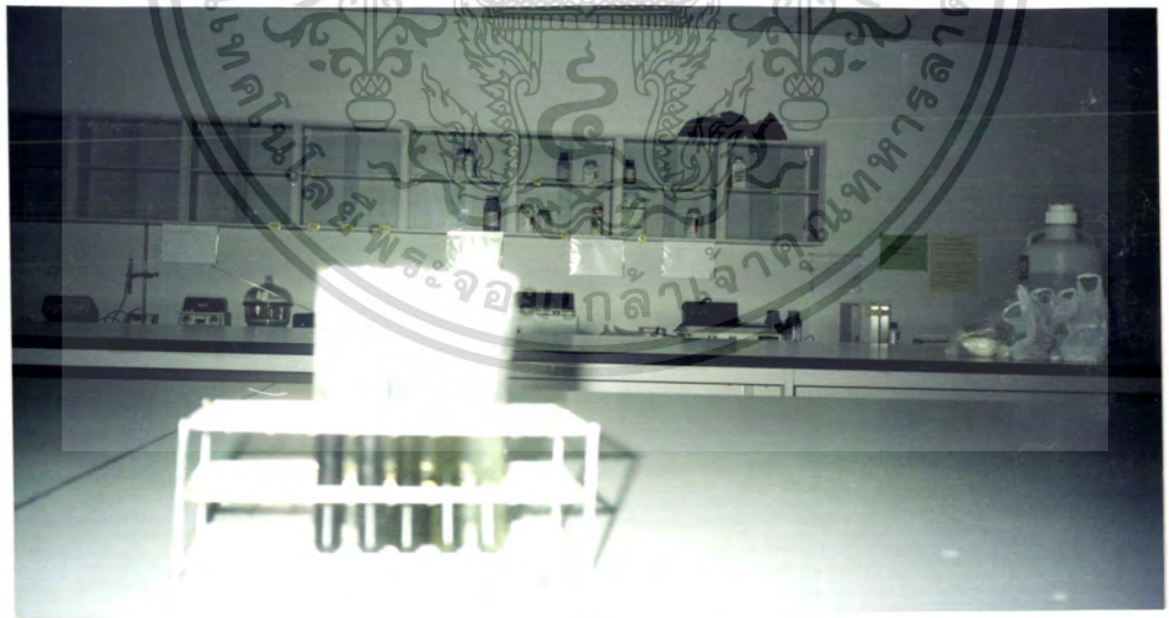
รูปภาพภาคผนวก ค. 1 เชื้อ *Xanthomonas campestris* TISTR 1100



รูปภาพภาคผนวก ค. 2 การวิเคราะห์น้ำตาลทั้งหมดที่ละลายในสารละลายที่ได้จากการย่อย

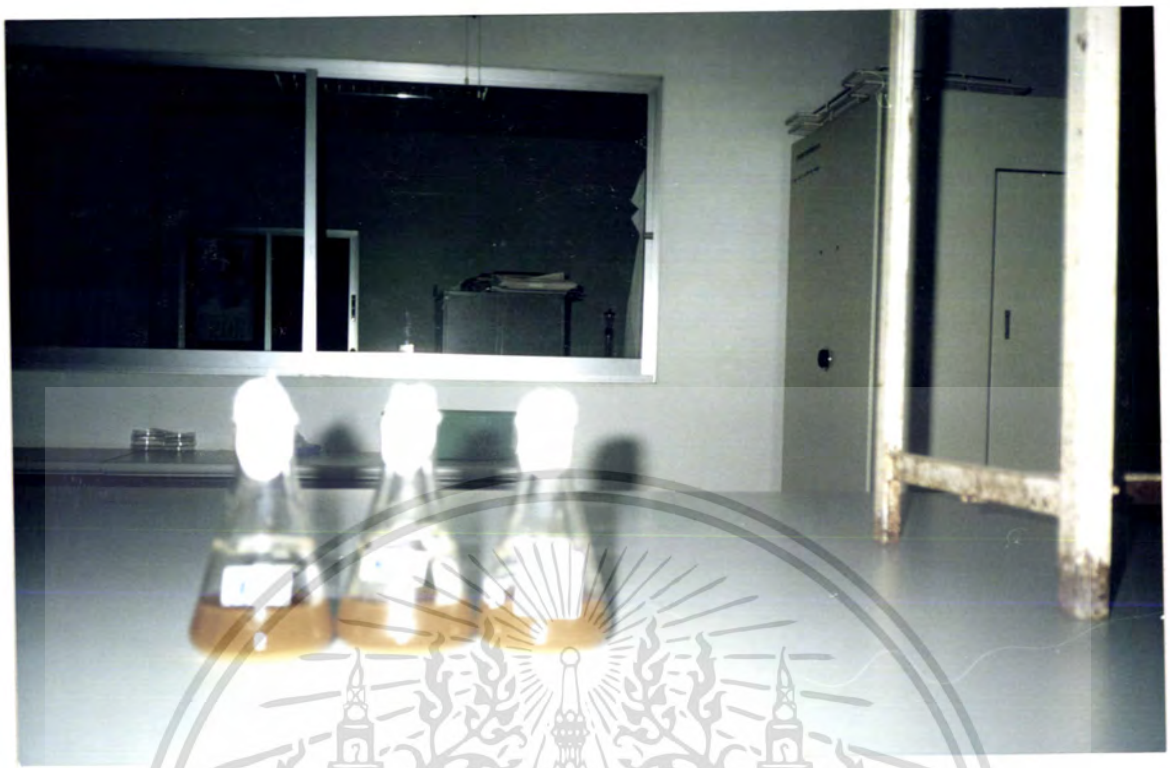
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพภาคผนวก ค. 3 การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวส์ในรูปของกลูโคสที่ละลายในสารละลายที่ได้จากการย่อย

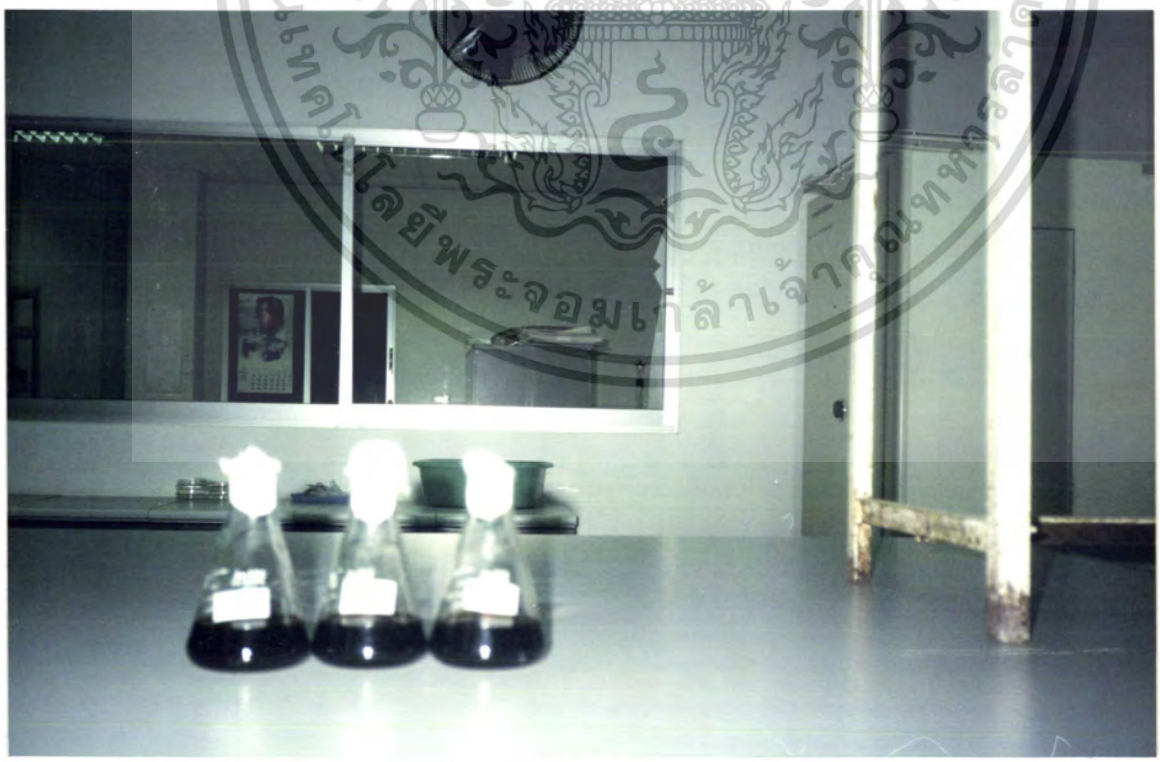


รูปภาพภาคผนวก ค. 4 การวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวส์ในรูปของน้ำตาลไซโลสที่ละลายในสารละลายที่ได้จากการย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

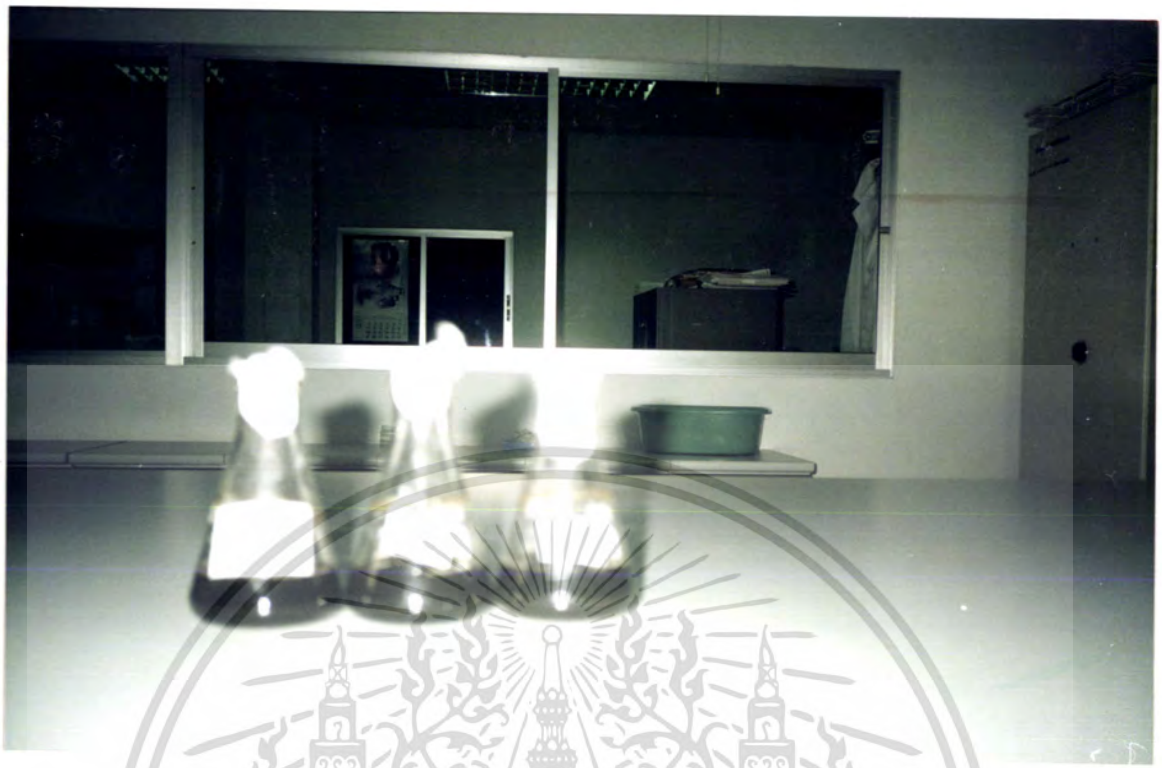


รูปภาพภาคผนวก ค. 5 อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากน้ำตาลกลูโคส



รูปภาพภาคผนวก ค. 6 อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากน้ำตาลไซโลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพภาคผนวก ค. 7 อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจาก
ข้าวโพดที่ย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 1.5

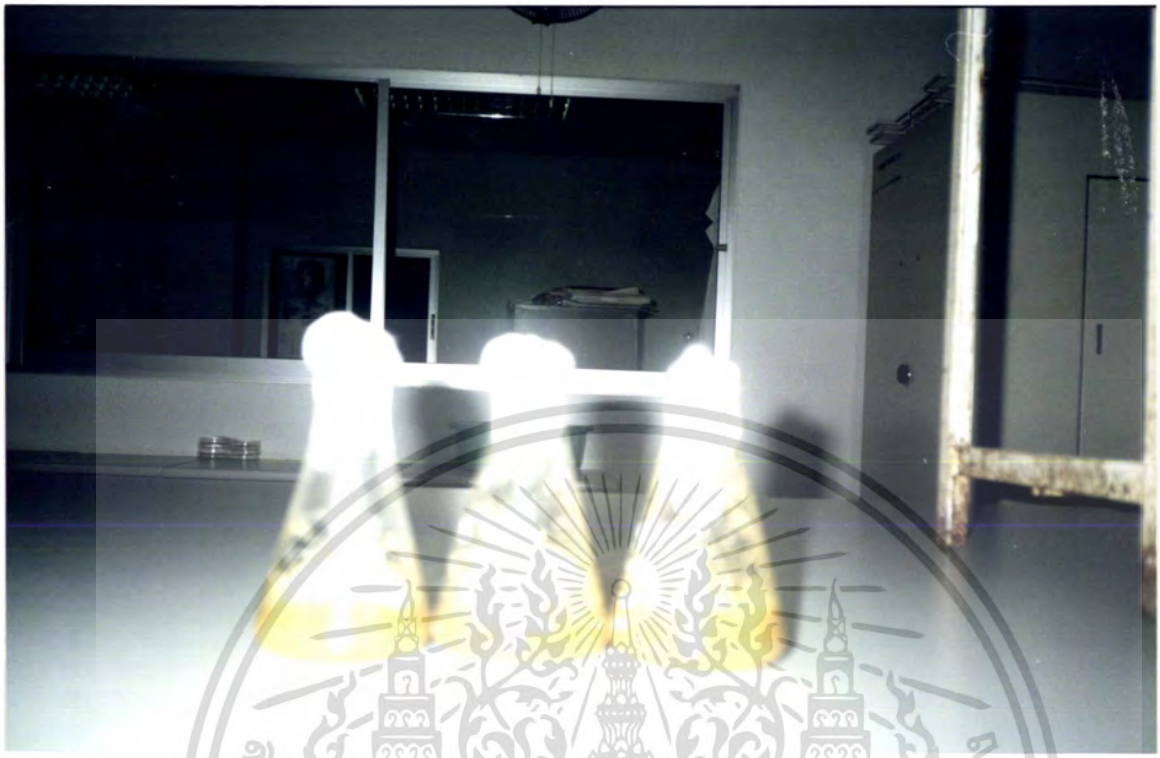
รูปภาพภาคผนวก ค. 8 อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจาก
ข้าวโพดที่ย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

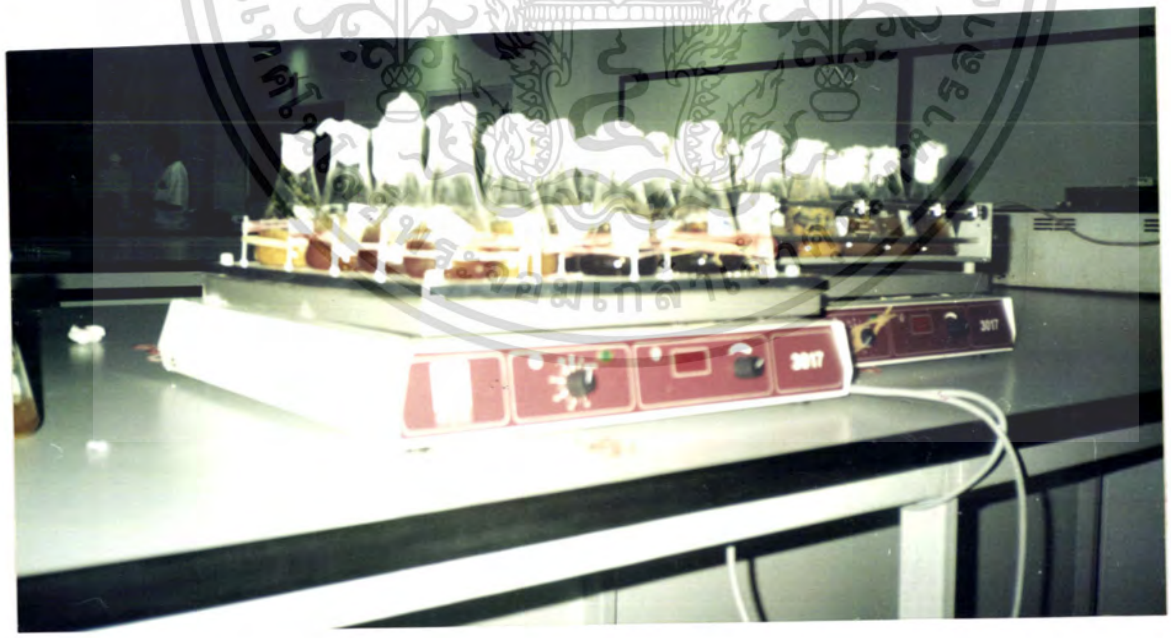
รูปภาพภาคผนวก ค. 9 อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจาก
ข้าวโพดที่ย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 8

รูปภาพภาคผนวก ค. 10 อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจาก
ข้าวโพดที่ย่อยด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>รูปภาพภาคผนวก ค. 11</u> อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากเศษเหลือทิ้งจากข้าวโพดที่ไม่ได้ย่อย



<u>รูปภาพภาคผนวก ค. 12</u> เครื่องเขย่าในขณะทำการเลี้ยง *Xanthomonas campestris*

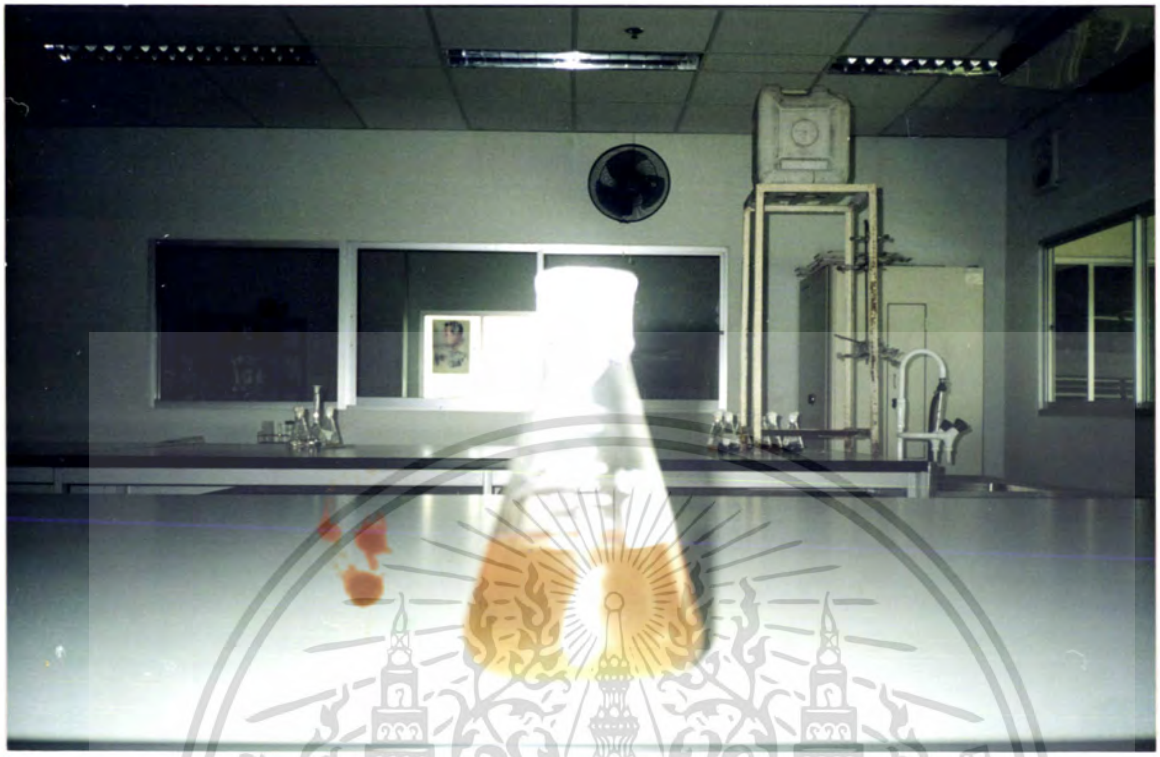
TISTR 1100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพภาคผนวก ค. 13 การวัดค่าการดูดกลืนแสง

รูปภาพภาคผนวก ค. 14 การวัดความหนืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพภาคผนวก ค. 15 การตกตะกอนแซนแทนกัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายสพสวัสดิ์ คำโพนทัน เกิดเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2522 ที่จังหวัดพะเยา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเชียงคำวิทยาคมจังหวัดพะเยา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปีพ.ศ.2545

นางสารเกศินี สุระนาถ เกิดเมื่อวันที่ 4 มกราคม 2523 ที่จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนดาราวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิตสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปีพ.ศ.2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้