

การตรวจสอบอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย
เสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ของ Bacillus coagulans

Determination the shelf life of sugar cane cider with probiotic
from Bacillus coagulans's spore



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

การตรวจสอบอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย
เสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ของ *Bacillus coagulans*
Determination the shelf life of sugar cane cider with probiotic
from *Bacillus coagulans*'s spore

จัดทำโดย

จรรยาวรรณ เทียมจันทิก รหัสนักศึกษา 59080064

จิตรีรัตน์ รุ่งรักษ์อดิศัย รหัสนักศึกษา 59080073

พิชญานา บุญสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 59080098

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

อรชร เมฆเกิดชู

(ดร. อรชร เมฆเกิดชู)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24 / กรกฎาคม / 2563

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การตรวจสอบอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย เสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ของ <i>Bacillus coagulans</i>
ชื่อนักศึกษา	จรรยาวรรณ เทียมจันทิก รหัสนักศึกษา 59080064 ฐิติรัตน์ รุ่งรักษอดีศัย รหัสนักศึกษา 59080073 พิชญภา บัญสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 59080098
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
พ.ศ.	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. อรชร เมฆเกิดชู

บทคัดย่อ

Cider หรือ น้ำส้มสายชูหมัก เป็นเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคในกลุ่มคนรักสุขภาพ เนื่องจากไซเดอร์ มีสารฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งมีประโยชน์ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและมะเร็งได้ โดยปกติ น้ำส้มสายชูหมักที่พัฒนาขึ้นจากน้ำอ้อย น้ำอ้อยประกอบด้วยน้ำตาลจากธรรมชาติถึง 15% อุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินต่าง ๆ ซึ่งมีปริมาณของแคลเซียม โพแทสเซียม และเหล็กในปริมาณสูง นอกจากนั้นแล้ว น้ำอ้อยสดยังมีคุณสมบัติทางการแพทย์ที่ช่วยในการรักษาและป้องกันโรคต่าง ๆ ได้หลาย ซึ่งสารอาหารเหล่านี้จะกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายให้ทำงานปกติ (เบ็ญจรัก, 2542; MITR PHOL, 2561) ทำให้มีความน่าสนใจในการประยุกต์นำน้ำอ้อยผลผลิตจากธรรมชาติมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีความหลากหลายมากขึ้น อีกทั้งในปัจจุบันเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ที่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สามารถทำลายหรือยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค เพื่อสร้างความสมดุลของแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหาร และทำหน้าที่ช่วยย่อยอาหารและผลิตสารอาหารที่เป็นประโยชน์โดยเฉพาะแบคทีเรียชนิดดี 3 สายพันธุ์ตระกูล ได้แก่ แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus sp.*), บาซิลลัส (*Bacillus sp.*) และบิฟิโดแบคทีเรียม (*Bifidobacterium sp.*) ตามที่กฎหมายกำหนดปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ต้องไม่น้อยกว่า 10^6 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ตลอดอายุการเก็บรักษาของอาหาร ดังนั้นสภาวะการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกที่เหมาะสมจะช่วยให้ยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำน้ำส้มสายชูหมักที่ผลิตจากน้ำอ้อยนำมาเสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ของ *Bacillus coagulans* เพื่อเพิ่มประโยชน์แก่ผู้บริโภคมากขึ้น โดยศึกษาปัจจัยของปริมาณสปอร์ *B. coagulans* 2 สายพันธุ์ ได้แก่ *B. coagulans* (BC30) และ *B. coagulans* (ATCC7050) ที่รอดชีวิตในแต่ละความเข้มข้น 0.1%, 0.5% และ 1% ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง และระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ภายหลังจากเติมเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวจากการทดลอง พบว่าตลอดระยะเวลาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บรักษา 30 วัน ของผลิตภัณฑ์ที่เติมผงสปอร์ทางการค้า (BC30) มีแนวโน้มการเจริญของเชื้อลดลงตั้งแต่วันที่ 10 มีค่าความเป็นกรดอยู่ในช่วง 3.7 – 3.9 ค่าเปอร์เซ็นต์กรดอะซิติกเฉลี่ยอยู่ที่ 0.3% และค่าของแข็งที่ละลายได้อยู่ที่ 12 – 13 °Brix โดยการเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือ อุณหภูมิ 4°C ที่มีจำนวนจุลินทรีย์โพรไบโอติกอยู่ที่ 1.56×10^8 CFU/g เป็นตามกฎหมายที่กำหนด ให้ค่าสี L* (ความสว่าง) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ขณะที่ค่า a* กับ b* มีค่าน้อยกว่าที่อุณหภูมิห้อง และเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การเก็บรักษาที่ 4°C ได้คะแนนความชอบโดยรวมมีแนวโน้มมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยที่ความเข้มข้น 0.1% มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด เนื่องจากเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลาที่นานทำให้ตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 1% มีความขมและฝาดมากขึ้น เมื่อศึกษาการรอดชีวิตของกล้าเชื้อในห้องปฏิบัติการ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในน้ำอ้อยไซเดอร์ พบว่าแนวโน้มการเจริญของเชื้อค่อย ๆ ลดลงในระยะเวลา 30 วัน ค่าความเป็นกรดจะอยู่ในช่วง 3.6 – 3.8 ค่าเปอร์เซ็นต์กรดอะซิติกจะอยู่ในช่วง 0.28 – 0.37% และค่าของแข็งที่ละลายได้จะอยู่ในช่วง 11 – 13 °Brix และโดยการเก็บรักษาที่ดีที่สุดคือ อุณหภูมิห้อง และมีค่าจำนวนจุลินทรีย์โพรไบโอติกอยู่ที่ 10^6 ที่ความเข้มข้น 1% โดยมีอายุการเก็บรักษาได้ถึง 20 วันซึ่งเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ขณะที่ค่า L* ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสดีกว่าอุณหภูมิห้อง ขณะที่ค่า a* และ b* อุณหภูมิห้องมากกว่าอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้คะแนนความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้น 0.5% มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด จากการศึกษาปัจจัยของปริมาณสปอร์ *B. coagulans* 2 สายพันธุ์ แสดงให้เห็นว่า *B. coagulans* (BC30) มีปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ยังมีชีวิตอยู่ได้ถึงตามกฎหมายกำหนดตลอดอายุการเก็บรักษาได้มากกว่า *B. coagulans* (ATCC7050) และมีค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านความหวาน ด้านความเปรี้ยว ด้านความขุ่น และด้านความชอบโดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่า *B. coagulans* (ATCC7050) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเชื้อโพรไบโอติกต้นแบบในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักและพัฒนาต่อไปได้

คำสำคัญ : โพรไบโอติก *Bacillus coagulans* น้ำส้มสายชูหมัก ไซเดอร์ น้ำอ้อย

Special problem title	Determination the shelf life of sugar cane cider with probiotic from <i>Bacillus coagulans</i> 's spore
Student name	Janyawan Thiamjantuck Student ID 59080064 Thitirat Rungrakadisei Student ID 59080073 Pitchayapa Boonsawat Student ID 59080098
Program	Bachelor of Science in Industrial Fermentation Technology
Year	2020
Advisor	Dr. Orachorn Mekkerdchoo

ABSTRACT

Cider is a popular beverage among health lover people. Since cider had made from fruit, it have phenolic and antioxidant substances which has benefits to help prevent heart disease and cancer Usually, the cider developed from sugar cane, Sugar cane juice contains 15% natural sugars, rich in minerals and vitamins, and high amounts of calcium, potassium and iron. In addition, fresh sugar cane juice has medicinal properties that help in the treatment and prevention of many diseases, which these nutrients stimulate the body's immune system to function normally. This makes it interesting in the application of cane juice from natural products to make a variety of fermented vinegar products. Moreover, at present, probiotic microorganisms are beneficial for health. Can destroy or inhibit pathogenic microorganisms To balance the bacteria in the digestive tract And serves to help digestion and produce beneficial nutrients, especially the 3 good bacteria family as *Lactobacillus sp.*, *Bacillus sp.* and *Bifidobacterium sp.* And as required by law, the amount of probiotic bacteria that are still alive must not be less than 10^6 CFU per 1g of food throughout the shelf life of the food. Therefore, the storage conditions of appropriate will help extend the shelf life of probiotics products. The purpose of this research is to use cider made from sugar cane juice to contain probiotics from *Bacillus coagulans* spores for greater benefit. With studying the factors of surviving *B. coagulans* spores as *B. coagulans* BC30 and *B. coagulans* ATCC7050 in each concentration 0.1%, 0.5% and 1% at room temperature and 4°C and duration for storage the product after containing *B. coagulans*.

From the experiment, it was found that over the 30 days storage period of products

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

containing commercial spore powder BC30. There is the trend for growth of *B. coagulans* spore decreases since the 10 day. The pH is in the range of 3.7 – 3.9. the percentage of acetic acid is 0.3% and The soluble solids is between 12 – 13 °Brix and. The best storage condition was at 4°C and the number of probiotics was 1.56×10^8 CFU/g, which is according to the law. The color values of L* (brightness) at 4°C more than room temperature while the values of a* and b* are less than at room temperature. For the sensory tests, found that the storage at 4°C received a score of overall liking more than room temperature. With 0.1% concentration having the highest overall liking score. Since when stored for a long time. the 1% concentration of beverage samples becomes more bitter and astringent. When studying the survival of *B. coagulans* ATCC7050 in sugar cane cider. It has found that the growth trend of *B. coagulans* ATCC7050 gradually decreases and increases during the 30 days. The pH value is in the range of 3.6 – 3.8. and the percentage of acetic acid will be in the range of 0.28 – 0.37%. The soluble solids are in the range of 11 – 13 °Brix The best storage condition was room temperature and the number of probiotics was 10^6 at 1% concentration as required by law. The color value of L* at 4°C is better than room temperature, while the values of a* and b* at room temperature were better than 4°C. For the sensory tests, the storage at 4°C received a score of overall liking more than room temperature. With 0.5% concentration having the highest overall liking score. From the study of the spore factors 2 species found that *B. coagulans* (BC30) The amount of probiotic microorganisms that are legally viable over the shelf life was greater than *B. coagulans* (ATCC 7050). And the sensory test values for color, smell, taste, sweetness, acidity, turbidity and overall preference were more likely than *B. coagulans* (ATCC7050). This can be applied as a prototype probiotic in fermented vinegar beverage and further developed.

Keywords : Probiotics, *Bacillus coagulans*, Cider, Sugar cane

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำเล่มปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาจาก ดร.อรชร เมฆเกิดชู ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนให้ความรู้ คำปรึกษา คอยดูแลในเรื่องการดำเนินงานในงานวิจัยเป็นอย่างดีรวมถึงการจัดหาเครื่องมือ-อุปกรณ์ต่าง ๆ และการตรวจสอบในการแก้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ อาจารย์ประจำคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้ให้เกียรติมาเป็นกรรมการในการสอบปัญหาพิเศษและได้ให้คำแนะนำคำชี้แนะซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ เพื่อนๆ และนักวิทยาศาสตร์ที่คณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่าน รวมทั้งผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามถึงที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้ตลอดการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

คณะผู้ทำวิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้อื่นไม่มากนักน้อย สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้นผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

จรรยาวรรณ เทียมจันทิก

ฐิติรัตน์ รุ่งรัชชอดิษฐ์

พิชญภา บัญสวัสดิ์

22 กรกฎาคม 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญภาพ.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 น้ำอ้อย.....	4
2.2 น้ำส้มสายชูหมัก.....	4
2.2.1 ประเภทของน้ำส้มสายชูหมัก.....	4
2.3 โพรไบโอติกส์.....	5
2.3.1 โพรไบโอติกที่ไม่สร้างสปอร์.....	5
2.3.2 โพรไบโอติกส์ที่สร้างสปอร์แต่ไม่เป็นจุลินทรีย์ก่อโรค.....	5
2.4 <i>Bacillus coagulans</i>	5
2.4.1 <i>Bacillus coagulans</i> (Ganeden BC30).....	6
2.4.2 <i>Bacillus coagulans</i> ATCC7050.....	6
2.5 หลักการเก็บรักษา.....	6
2.5.1 ปัจจัยที่มีผลในการเก็บรักษา.....	6
2.5.1.1 อุณหภูมิ.....	6
2.5.1.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6
2.5.2 ตัววัดคุณภาพที่จะใช้ในการประเมินอายุการเก็บรักษา.....	6
2.5.2.1 การเสื่อมเสียทางด้ายกายภาพ.....	6
2.5.2.2 การเสื่อมเสียทางด้านเคมี.....	6
2.5.2.3 การเสื่อมเสียทางด้านจุลินทรีย์.....	7
2.5.2.4 การเสื่อมเสียทางประสาทสัมผัส.....	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเชื้อโพรไบโอติก.....	7
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	8
3.1 วัตถุประสงค์และสารเคมี.....	8
3.1.1 วัตถุประสงค์.....	8
3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ.....	8
3.1.3 เชื้อจุลินทรีย์.....	8
3.2 อุปกรณ์.....	8
3.3 เครื่องมือ.....	9
3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	9
3.4.1 การเตรียมสปอร์จากล้าเชื้อ <i>Bacillus coagulans</i> ATCC7050.....	9
3.4.2 การเตรียมผงสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ทางการค้า.....	9
3.4.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำอ้อยไซเดอร์.....	10
3.4.4 การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์.....	10
3.4.4.1 วิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยา.....	10
3.4.4.2 การวิเคราะห์ทางด้านเคมี.....	11
3.4.4.3 การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ.....	11
3.4.4.4 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ.....	12
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....	13
4.1 การศึกษาอุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษาและความเข้มข้นที่เหมาะสมของผงสปอร์ของเชื้อ <i>Bacillus coagulans</i> (BC30) ทางการค้าในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย.....	13
4.1.1 การศึกษาการรอดชีวิตของผงสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ทางการค้า... 4.1.1.1 การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นจากผงสปอร์ทางการค้า... 4.1.1.2 ศึกษาการรอดชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์ <i>B. coagulans</i> (BC30) ในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย.....	13 13 15
4.1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีผงสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) ระหว่างการเก็บรักษา.....	21
4.1.2.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	21
4.1.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณกรด (%Acetic acid)	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีผงสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) ระหว่างการเก็บรักษา.....	23
4.1.3.1 การวิเคราะห์ค่าของแข็งที่ละลายได้ (Soluble solids).....	23
4.1.3.2 การวิเคราะห์ค่าสี.....	24
4.1.3.2.1 ค่า L* (ความสว่าง)	25
4.1.3.2.2 ค่า a*.....	26
4.1.3.2.3 ค่า b*.....	28
4.1.4 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีผงสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) ระหว่างการเก็บรักษา.....	30
4.2 การศึกษาอุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษาและความเข้มข้นที่เหมาะสมของเชื้อ <i>Bacillus coagulans</i> ATCC7050 ในเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย.....	36
4.2.1 การศึกษาการรอดชีวิตของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 ในเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย.....	36
4.2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 ระหว่างการเก็บรักษา.....	42
4.2.2.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	42
4.2.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณกรด (%Acetic acid)	43
4.2.3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 ระหว่างการเก็บรักษา.....	44
4.2.3.1 การวิเคราะห์ค่าของแข็งที่ละลายได้ (Soluble solids).....	44
4.2.3.2 การวิเคราะห์ค่าสี.....	45
4.2.3.2.1 ค่า L* (ความสว่าง)	45
4.2.3.2.2 ค่า a*.....	48
4.2.3.2.3 ค่า b*.....	50
4.2.4 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 ระหว่างการเก็บรักษา.....	52
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	58
5.1 สรุปผล.....	58
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	61
ภาคผนวก.....	63
ภาคผนวก ก.....	64
ภาคผนวก ข.....	66
ภาคผนวก ค.....	68
ประวัติผู้เขียน.....	90



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ปริมาณของเชื้อแบคทีเรีย <i>Bacillus coagulans</i> ในผงตัวอย่าง 1 กรัม.....	12
4.2	ปริมาณสปอร์ของเชื้อ <i>Bacillus coagulans</i> ในผงตัวอย่าง 1 กรัม	13
4.3	ปริมาณสปอร์ของเชื้อ <i>Bacillus coagulans</i> (CFU/g) ที่ปริมาณผงสปอร์เริ่มต้นแตกต่างกัน.....	14
4.4	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างเครื่องดื่มหมักที่สัมผัสสายชูหมักต่อปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน.....	20
4.5	ค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดอะซิติก (%Acetic acid) ของตัวอย่างเครื่องดื่มหมักที่สัมผัสสายชูหมักต่อปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> กับอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน.....	21
4.6	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (soluble solids) ของตัวอย่างเครื่องดื่มหมักที่สัมผัสสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน	22
4.7	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างเครื่องดื่มไซเดอร์ต่อปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 กับอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน.....	40
4.8	ค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดอะซิติก (%acetic acid) ของตัวอย่างเครื่องดื่มไซเดอร์ต่อปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 กับอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน.....	41
4.9	ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (soluble solids) ของตัวอย่างเครื่องดื่มหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1	2
2.1	5
4.1	14
4.2	15
4.3	15
4.4	16
4.5	17
4.6	18
4.7	19
4.8	19
4.9	20
4.10	20
4.11	25
4.12	26
4.13	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14 การเปลี่ยนของค่า a^* ของเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	27
4.15 การเปลี่ยนของค่า a^* ของเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	27
4.16 การเปลี่ยนของค่า a^* ของเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	28
4.17 ค่า b^* ของเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	29
4.18 ค่า b^* ของเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	29
4.19 ค่า b^* ของเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 1% w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	30
4.20 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างควบคุมเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	31
4.21 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) 0.1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	32
4.22 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) 0.1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง.....	32
4.23 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) 0.5%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	33
4.24 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) 0.5%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง.....	34
4.25 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) 1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	35
4.26 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ <i>B. coagulans</i> (BC30) 1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง.....	35
4.27 ปริมาณสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 ที่มีชีวิตในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.28 ตัวอย่างงานเพาะเชื้อในการทดสอบปริมาณสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050.....	39
4.29 ปริมาณสปอร์ของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 ที่มีชีวิตในตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	40
4.30 ลักษณะปรากฏของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยภายหลังจากใส่ผงสปอร์ที่อายุการเก็บรักษาแตกต่างกัน คือ วันที่ 6 (A), วันที่ 10 (B), วันที่ 16 (C), วันที่ 20 (D), วันที่ 24 (E) และวันที่ 30 (F) ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	40
4.31 ลักษณะปรากฏของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยภายหลังจากใส่ผงสปอร์ที่อายุการเก็บรักษาแตกต่างกัน คือ วันที่ 6 (A), วันที่ 10 (B), วันที่ 16 (C), วันที่ 20 (D), วันที่ 24 (E) และวันที่ 30 เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง.....	41
4.32 การเปลี่ยนของค่า L^* (ความสว่าง) ในเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B.coagulans</i> ATCC7050 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส.....	46
4.33 การเปลี่ยนของค่า L^* (ความสว่าง) ในเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B.coagulans</i> ATCC7050 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส.....	47
4.34 การเปลี่ยนของค่า L^* (ความสว่าง) ในเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B.coagulans</i> ATCC7050 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และ 4 องศาเซลเซียส.....	47
4.35 การเปลี่ยนของค่า a^* ในเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	48
4.36 การเปลี่ยนของค่า a^* ในเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	49
4.37 การเปลี่ยนของค่า a^* ในเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.38 การเปลี่ยนของค่า b^* ในเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	50
4.39 การเปลี่ยนของค่า b^* ในเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	51
4.40 การเปลี่ยนของค่า b^* ในเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส.....	51
4.41 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างควบคุมเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	52
4.42 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณเชื้อ <i>B.coagulans</i> ATCC7050 0.1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	53
4.43 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณเชื้อ <i>B.coagulans</i> ATCC7050 0.1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง.....	54
4.44 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณเชื้อ <i>B.coagulans</i> ATCC7050 0.5%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	55
4.45 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณเชื้อ <i>B.coagulans</i> ATCC7050 0.5%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....	55
4.46 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณเชื้อ <i>B.coagulans</i> ATCC7050 1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	56
4.47 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณเชื้อ <i>B.coagulans</i> ATCC7050 1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง.....	57

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคให้ความสำคัญในเรื่องอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับประโยชน์ที่จะได้รับรวมไปถึงจรรยาบรรณของอาหารหรือเครื่องดื่ม ได้รับความนิยมมีความต้องการบริโภคเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องมาจากการมีความต้องการมีรูปร่างที่ดีและการใส่ใจสุขภาพของผู้บริโภคโดยมุ่งหวังให้อาหารและเครื่องดื่มมาสร้างสมดุลให้ร่างกายและช่วยลดความเสี่ยงจากการเป็นโรคต่างๆ ที่ผ่านมามีอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพในประเทศไทยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการแปรรูปขึ้นต้น เช่น น้ำผลไม้คั้นสด ผักผลไม้ตาก-อบแห้ง หรือไม่แปรรูปเลย เช่น ผักผลไม้สดปลอดสารพิษ เป็นต้น (ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย, 2560; Food ingredients Asia, 2019) น้ำส้มสายชูหมักหรือไซเดอร์ (cider) เป็นคำที่ใช้เรียกเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ได้จากการหมักน้ำผลไม้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ประเภทยีสต์ (yeast) ที่สร้างแอลกอฮอล์ มีความเป็นกรดอ่อน คือ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากกรดมาลิกและกรดแลคติก รวมทั้งอุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอลิก (phenolic) สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) วิตามิน และเกลือแร่ ดังนั้นน้ำส้มสายชูหมักจึงเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มทางเลือกใหม่ที่สามารถเข้าถึงกลุ่มคนทุกวัยโดยเฉพาะกลุ่มคนรักสุขภาพหรือคนที่กำลังจะเริ่มหันมาใส่ใจดูแลสุขภาพมากขึ้น ขณะที่น้ำอ้อย (sugar cane juice) ประกอบด้วยน้ำตาลจากธรรมชาติถึง 15% อุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินต่างๆ ซึ่งมีปริมาณของแคลเซียม โปแตสเซียมและเหล็กในปริมาณสูง นอกจากนั้นแล้วน้ำอ้อยสดยังมีคุณสมบัติทางการแพทย์ที่ช่วยในการรักษาและป้องกันโรคต่างๆ ได้หลายชนิด อีกทั้งในน้ำอ้อยมีแมกนีเซียม แคลเซียม และธาตุเหล็กสูงและยังมีวิตามินเอ บี1 บี2 บี3 บี5 บี6 รวมถึงโปรตีนด้วย ซึ่งสารอาหารเหล่านี้จะกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายให้ทำงานปกติ (เบ็ญจรัก, 2542; MITR PHOL Modern Farm, 2561) ทำให้มีความน่าสนใจในการประยุกต์นำน้ำอ้อยผลผลิตจากธรรมชาติมาทำเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มไซเดอร์ที่ทำให้ได้น้ำอ้อยมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้นและช่วยให้ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักมีความหลากหลายมากขึ้น ในปัจจุบันเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ที่เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยทำลายหรือยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค เพื่อสร้างความสมดุลของแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหาร และทำหน้าที่ช่วยย่อยอาหารและผลิตสารอาหารที่เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ดี 3 สายพันธุ์ตระกูล ได้แก่ แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus sp.*) และ บาซิลลัส (*Bacillus sp.*) และ บิฟิโดแบคทีเรีย (*Bifidobacterium sp.*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* ที่รอดชีวิตในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติก
- 1.2.2 เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ *Bacillus coagulans* และการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา
- 1.2.3 เพื่อศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์
- 1.2.4 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสายพันธุ์จุลินทรีย์ *Bacillus coagulans* ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ทราบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ *Bacillus coagulans*
- 1.3.2 ทราบสภาวะการเก็บที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ *Bacillus coagulans*
- 1.3.3 ทราบปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ *Bacillus coagulans*
- 1.3.4 ทราบการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ *Bacillus coagulans*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 น้ำอ้อย

เป็นผลผลิตจากธรรมชาติที่ได้จากการเข้าเครื่องคั้น ซึ่งในน้ำอ้อยสดนั้นประกอบด้วยน้ำตาลจากธรรมชาติถึง 15% ที่อุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม โปแตสเซียม และเหล็ก ในปริมาณที่สูง ซึ่งนอกจากนั้นในทางการแพทย์น้ำอ้อยยังมีคุณสมบัติมากมายที่ช่วยในการรักษาและป้องกันโรคต่าง ๆ โดยจะช่วยเสริมให้กระเพาะอาหาร ไต หัวใจ ตา สมอ และระบบสืบพันธุ์ของร่างกายแข็งแรงขึ้น สารอาหารเหล่านี้จะเป็นตัวช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายให้ทำงานปกติและกระตุ้นการขับถ่ายให้ทำงานดีขึ้นเพราะมีฤทธิ์ขับปัสสาวะอ่อน ๆ น้ำอ้อยยังมีสรรพคุณที่ทำให้รู้สึกเจริญอาหารและยังช่วยในการควบคุมระดับบิรูบินซึ่งเป็นตัวช่วยในการยับยั้งการแตกตัวของเซลล์เม็ดเลือดแดง

2.2 น้ำส้มสายชูหมัก

น้ำส้มสายชูหมัก หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไชเดอร์ (cider) เป็นคำที่ใช้เรียกเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ได้จากการหมักน้ำผลไม้ด้วยเชื้อจุลินทรีย์ประเภทยีสต์ (yeast) ที่สร้างแอลกอฮอล์ โดยผลิตจากแอปเปิ้ล จึงมีชื่อเรียกว่า “แอปเปิ้ลไชเดอร์” ซึ่งเป็นเครื่องดื่มที่มีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ที่ร้อยละ 3.0 - 8.5 มีความเป็นกรดอ่อน คือ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากการดมาลิก (malic acid) และกรดแลกติก (lactic acid) รวมทั้งอุดมไปด้วยสารประกอบฟีนอลิก (phenolic) สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) วิตามิน และเกลือแร่ โดยต้นตำรับไชเดอร์จะผลิตในประเทศอเมริกา อังกฤษ และแคนาดา

2.2.1. ประเภทของน้ำส้มสายชูหมัก

น้ำส้มสายชูหมักมีรสชาติและปริมาณแอลกอฮอล์ที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับกระบวนการหมัก ส่วนประกอบที่ใช้ผลิตน้ำส้มสายชูหมัก เช่น ชนิดผลไม้และระยะเวลาในการหมัก ทำให้น้ำส้มสายชูหมักมีชื่อเรียกที่แตกต่างกันไป เช่น “soft cider” คือ น้ำส้มสายชูหมักชนิดไม่มีแอลกอฮอล์ หรือมีแอลกอฮอล์ในปริมาณต่ำ เช่น ร้อยละ 0.5 ซึ่งเป็นน้ำส้มสายชูหมักที่ได้จากช่วงต้นของการหมัก โดยคงมีกลิ่นรสผลไม้ มีรสออกหวาน ซึ่งโดยปกติไม่มีการเติมสารเพิ่มความหวานแต่เป็นรสชาติที่ได้มาจากน้ำผลไม้ และยังมีน้ำส้มสายชูหมักอีกประเภทหนึ่ง เรียกว่า “hard cider” คือ น้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงกว่าประเภทแรก โดยในทางการค้านิยมผลิตที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ร้อยละ 4.5 - 6.5 น้ำส้มสายชูหมักที่มีการผลิตจากแหล่งผลิตต่างกัน ปริมาณแอลกอฮอล์ อาจแตกต่างกันได้ เช่น soft cider ในประเทศฝรั่งเศส มีแอลกอฮอล์ต่ำกว่าร้อยละ 3.0 ซึ่งจะแตกต่างจากน้ำส้มสายชูหมักดั้งเดิมของประเทศอังกฤษ ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ถึงร้อยละ 8.5 หรือสูงกว่า (วรรณดี และคณะ, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โพรไบโอติกส์

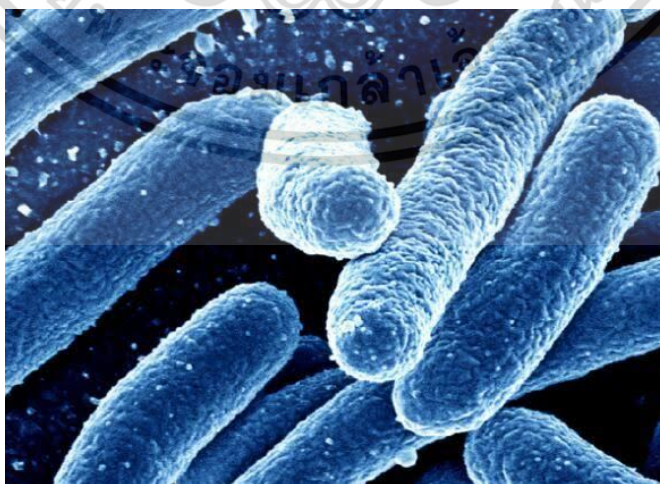
จุลินทรีย์สุขภาพที่มีประโยชน์ และอาศัยอยู่ในลำไส้ โดยทำลายหรือยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคและขัดขวางจุลินทรีย์ตัวร้ายไม่ให้เจริญเติบโตมีชีวิตในผนังลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่ เพื่อสร้างความสมดุลของแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหาร และทำหน้าที่ช่วยย่อยอาหารและผลิตสารอาหารที่เป็นประโยชน์ โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ดี 2 สายพันธุ์ตระกูล ได้แก่ แลคโตบาซิลลัส (*Lactobacillus sp.*) ซึ่งจะอาศัยอยู่ในลำไส้เล็ก และ บิฟิโดแบคทีเรียม (*Bifidobacterium sp.*) ซึ่งอาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ โดยโพรไบโอติกแบ่งเป็น 2 ประเภท (M. Majeed et al., 2019) ได้แก่

2.3.1 โพรไบโอติกที่ไม่สร้างสปอร์ เช่น สายพันธุ์ *Lactobacillus* และ *Bifidobacterium*

2.3.2 โพรไบโอติกส์ที่สร้างสปอร์แต่ไม่เป็นจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ สายพันธุ์ *Bacillus* เช่น *Bacillus coagulans*, *Bacillus subtilis* เป็นต้น

2.4 *Bacillus coagulans*

เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ที่สามารถสร้างกรดแลคติก และผลิตสปอร์ได้ซึ่งเรียกว่า เอ็นโดสปอร์ (endospores) สามารถต้านทานต่ออุณหภูมิสูงและความเป็นกรด เจริญได้ดีในลำไส้เล็ก และมีการผลิตเอ็นไซม์และ L (+) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจาก *B. coagulans* จะสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ (Majeed, Majeed, et al., 2016) ซึ่งเป็นหนึ่งในโพรไบโอติกที่มีแนวโน้มว่ามีการสร้างสปอร์มากที่สุด มีความสามารถในการทนอุณหภูมิสูงและสภาวะในระบบทางเดินอาหารได้ (Elshaghabe et al., 2017; Karu & Sumeri, 2016) ปัจจุบันมีการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเสริมทั่วโลกและได้รับการตรวจสอบว่าดีต่อระบบย่อยอาหารและระบบภูมิคุ้มกัน (Tanvi et al., 2018)



รูปที่ 2.1 *Bacillus coagulans*

ที่มา : <https://m.thai.alibaba.com/goods/bacillus-coagulans.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการเชิงพาณิชย์เท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่ไปขอประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 *Bacillus coagulans* (Ganeden BC30)

เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกและสร้างสปอร์ โดยสปอร์ *B. coagulans* สามารถทนต่อสภาวะความเป็นกรดของกระเพาะอาหารไปจนถึงการเจริญในลำไส้ หลังจากมีการเจริญในลำไส้เล็กจะสามารถช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน (Ralf et al., 2017)

2.4.2 *Bacillus coagulans* ATCC7050

Bacillus coagulans ATCC7050 มักรู้จักกันในชื่อของ *Lactobacillus sporogenes* ซึ่งสามารถนำมาใช้แทนกันในงานวิจัยได้ และ LactoSpore® ยังเป็นชื่อทางการค้าของ Sabinsa Corporation ซึ่ง *B. coagulans* เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อโรค มีลักษณะเป็นท่อน เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และ pH ในช่วง 5.5 - 6.2 (MUHAMMED, M., REZA K., 2012)

2.5 หลักการเก็บรักษา

การเก็บรักษามีความสำคัญในความปลอดภัยของอาหารเพื่อไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อร่างกายเจริญเติบโตขึ้นในอาหารจนทำให้ผู้บริโภคได้รับอันตราย และยังคงสภาพอาหารให้มารับประทาน เช่น ต้องไม่มีกลิ่น สีไม่เปลี่ยน ยังคงสภาพเดิม และมีรสชาติที่ยอมรับได้ เป็นต้น

2.5.1 ปัจจัยที่มีผลในการเก็บรักษา

ในระหว่างการเก็บรักษาจะต้องควบคุมปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์

2.5.1.1 อุณหภูมิ – เป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยอุณหภูมิที่ต่ำลงจะช่วยชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์หรือหยุดการเจริญเติบโต

2.5.1.2 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) – ผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี การทำงานของเอนไซม์ และการเจริญของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงของกรด-ด่าง อาจจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีในอาหารช้าลง

2.5.2 ตัววัดคุณภาพที่จะใช้ในการประเมินอายุการเก็บรักษา

2.5.2.1 การเสื่อมเสียทางด้านภาพภาพ เช่น ค่า Aw (Water Activity) ค่าทางเนื้อสัมผัส ปริมาณความชื้น

2.5.2.2 การเสื่อมเสียทางด้านเคมี เช่น ค่าสี เพอร์ออกไซด์ ค่าความเป็นกรด กรดไขมัน

อิสระ วิตามิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3 การเสื่อมเสียทางด้านจุลินทรีย์ เช่น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา ค่า pH ความเป็นกรด ค่าความเข้มของแสง ฮิสตามีน

2.5.2.4 การเสื่อมเสียทางประสาทสัมผัส เช่น คะแนนความชอบ การยอมรับ ระดับความเข้มข้นของรสชาติจากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (QDA)

2.5.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเชื้อโพรไบโอติก

จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2562) ตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ว่าด้วยเรื่องการใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร ตามกฎหมายกำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์โพรไบโอติกส์ที่ยังมีชีวิตอยู่ต้องไม่น้อยกว่า 10^6 CFU ต่ออาหาร 1 กรัม ตลอดอายุการเก็บรักษาของอาหาร ดังนั้นสถานะการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกส์ที่เหมาะสมจะช่วยให้ยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกส์ได้ (กระทรวงสาธารณสุข, 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัสดุดิบ

- น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย

3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

- โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptone Soya Broth (TSB) , HIMEDIA, India
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Buffered Peptone Water, HIMEDIA, India
- อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA), HIMEDIA, India
- ฐุ่น (Agar), Thailand

3.1.3 เชื้อจุลินทรีย์

- พงสปอร์ *Bacillus coagulans*: Ganeden BC30
- เชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC 7050

3.2 อุปกรณ์

- ปีกเกอร์ (Beaker) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร, 250 มิลลิลิตร, และ 500 มิลลิลิตร.
- กระจกตวง (Graduate cylinder) ขนาด 10, 100 และ 500 มิลลิลิตร
- หลอดทดลอง ขนาด 16×150 mm
- แท่งแก้วคนสาร
- ไมโครปิเปต ปริมาตร 100 และ 1000 ไมโครลิตร
- ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร, และ 100 มิลลิลิตร.
- ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร.
- ขวด M
- ปิเปต ขนาด 5 มิลลิลิตร, และ 10 มิลลิลิตร.
- ทิป ขนาด 1 มิลลิลิตร, และ 0.2 มิลลิลิตร.
- จานเพาะเลี้ยงเชื้อ ขนาด 90×15 mm, Hycon และ Steril
- ตะเกียงแอลกอฮอล์
- แท่งแก้วสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 เครื่องมือ

- เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น GF-3000, AND, Japan
- ตู้บ่มเชื้อจุลินทรีย์, Heraeus, Germany
- เครื่องวัดสี HunterLab รุ่น ColourQuest XE, UK
- Hand refractometer, ATAGO, USA
- เครื่องวัดค่า pH, METTLER, Thailand
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath), Memmert, Germany
- ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow), Haier Biological Safety Cabinet รุ่น HR30-IIA2,

China

- ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar air flow), LAB MICRO รุ่น V6-T2, Thailand
- ตู้อบลมร้อน (180° C) Skadi รุ่น dry054
- ตู้อบลมร้อน (80° C) Heraeus, Germany
- เครื่อง Autoclave Tomy รุ่น ES-315, Japan
- เครื่องเขย่าสาร (Vortex Mixer GENIE 2) รุ่น G560E, USA

3.4 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมสปอร์จากล้าเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในห้องปฏิบัติการ

เตรียมล้าเชื้อจาก Stock glycerol ที่ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ใส่ในอาหารเหลว Tryptic soy broth (TSB) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำซ้ำ 1 ครั้ง จากนั้น ปิเปิดมา 1 มิลลิลิตร ลงล้าเชื้อบน Tryptic soy agar นำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 10 มิลลิลิตร มาล้างเซลล์และทำให้มีแต่สปอร์โดยนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

3.4.2 การเตรียมผงสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ทางการค้า

ชั่งผงสปอร์ *B. coagulans* 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปราศจากเชื้อที่ใช้สำหรับตีปั่นอาหาร เติมสารละลายเปปโตน ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ตีปั่นในเครื่องตีปั่นอาหาร (stomacher) นาน 1 นาที จากนั้นปิเปิดตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และนำตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} อีกส่วนไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นปิเปิดตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนแล้วที่ระดับการเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร โดยนำตัวอย่างที่ไม่ผ่านและผ่านการให้ความร้อนเติมลงในสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตร นำตัวอย่างเจือจางถึง 10^{-10} และนำไปตรวจสอบปริมาณเชื้อด้วยเทคนิค Spread plate ลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic soy agar (TSA) บ่มที่อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีบนจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี ในหน่วย CFU ต่อกรัมของตัวอย่าง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์และสปอร์เริ่มต้นในผงสปอร์ทางการค้า

3.4.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาตัวอย่างผลิตภัณฑ์น้ำอ้อยไซเดอร์

นำตัวอย่างที่มีสปอร์ *B. coagulans* (ความเข้มข้น 0.1%, 0.5% และ 1%w/v) ทั้งของ กล้าสปอร์จากห้องปฏิบัติการ (ATCC7050) และผงสปอร์ทางการค้า (BC30) ใส่ลงในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยแบบปราศจากเชื้อ เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและที่ อุณหภูมิห้อง โดยสุ่มตัวอย่างทุก ๆ 5 วัน เป็นระยะเวลา 30 วัน

3.4.4 การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

3.4.4.1 วิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยา

1. การตรวจนับปริมาณสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans*

สุ่มตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติกที่อายุการเก็บรักษาต่าง ๆ (ความเข้มข้น 0.1%, 0.5% และ 1%w/v) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำตัวอย่างเจือจางในสารละลายเปปโตนที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ปิเปตตัวอย่างที่ระดับความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมนลงในสารละลายเปปโตน ปริมาตร 9 มิลลิลิตร นำตัวอย่างเจือจางถึง 10^{-11} และนำไปตรวจสอบปริมาณเชื้อด้วยเทคนิค Spread plate ลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic soy agar (TSA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีบนจานที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี ในหน่วย CFU ต่อกรัมของตัวอย่าง

3.4.4.2 การวิเคราะห์ทางด้านเคมี

1. วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (%กรดอะซิติก)

ดูดตัวอย่างเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่อายุการเก็บรักษาต่าง ๆ กัน 10 มิลลิลิตร ใส่ในฟลาสเติมน้ำกลั่นต้ม 75 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด แล้วนำไปไทเทรตด้วย 0.1 N NaOH จนถึงจุดยุติ บันทึกปริมาตร NaOH ที่ใช้ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลมาหาความเข้มข้นของกรดอะซิติกในตัวอย่างน้ำอ้อยไซเดอร์ แล้วสามารถคำนวณปริมาณกรด (%) จากสูตรได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณกรดอะซิติก (\%)} = N \times V \times MW \times 100 / 1,000 \times 10$$

โดย N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน NaOH (Normol)

V = ปริมาตร (ml) ของสารละลายมาตรฐาน NaOH ที่ไทเทรต

MW = น้ำหนักโมเลกุลของกรดอะซิติก

2. วิเคราะห์ค่า pH

นำตัวอย่างเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ที่แตกต่างกัน และที่อายุการเก็บรักษาต่าง ๆ มาประมาณ 5 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ นำไปวัดด้วยเครื่อง pH meter

3. วิเคราะห์ค่าของแข็งที่ละลายได้ (soluble solids)

นำตัวอย่างเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ที่แตกต่างกัน และที่อายุการเก็บรักษาต่าง ๆ หยดบน Hand refractometer ซึ่งมีหน่วยเป็น °Brix โดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ แล้วทำการบันทึกผล

3.4.4.3 การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ

1. วิเคราะห์ค่าสี (color measurement)

นำตัวอย่างเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ที่แตกต่างกัน และที่อายุการเก็บรักษาต่าง ๆ มาวัดค่าสีโดยระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดสี HunterLab (ColourQuest XE, UK) จากนั้นบันทึกค่าความสว่าง (L*), ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ทำการทดลองละ 3 ซ้ำ

2. การทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างเครื่องตีมน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส ไปทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory test) โดยทดสอบทางด้าน สี, กลิ่น, รสชาติ, ความหวาน, ความเปรี้ยว, ความขุ่น และความชอบโดยรวม แบบ 9-Point Hedonic scale โดยใช้ผู้ชิมทั้งหมด 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4.4 การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การทดลองเชิงแฟคทอเรียล (Factorial Experiment) และแบบ RCBD โดยให้ค่าการแปรปรวนเป็น 0.05



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาอนุกรมวิธาน ระยะเวลาในการเก็บรักษาและความเข้มข้นที่เหมาะสมของผงสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* (BC30) ทางการค้าในเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักจากน้ำอ้อย

4.1.1 การศึกษาการรอดชีวิตของผงสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* ทางการค้าในเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักจากน้ำอ้อย

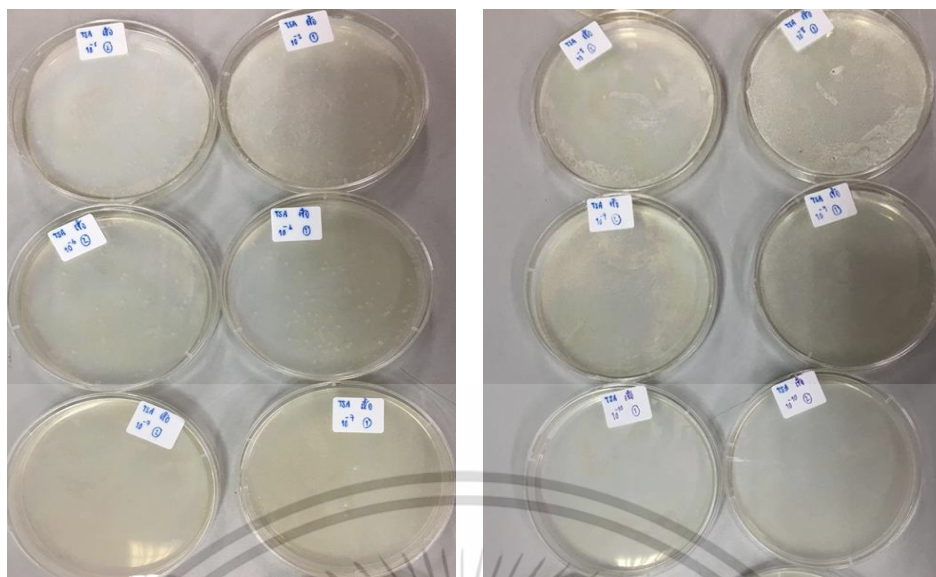
4.1.1.1 การตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นจากผงสปอร์ทางการค้าของ *Bacillus coagulans* (Ganeden BC30)

เพื่อทดสอบปริมาณเริ่มต้นของผงสปอร์ทางการค้าของ *Bacillus coagulans* (Ganeden BC30) โดยเปรียบเทียบกับจำนวนเชื้อบนฉลากผงทางการค้าที่มีการระบุจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เข้มข้น 10^{10} CFU/g กับปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ที่ตรวจนับบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Agar (TSA) ด้วยวิธีการ spread plate (นับช่วงการเจือจางที่มีโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนี) โดยแบ่งเป็นการตรวจสอบเป็น (1) การตรวจสอบปริมาณเชื้อ *B. coagulans* และ (2) การตรวจปริมาณสปอร์ของ *B. coagulans* จำนวน 3 ซ้ำ จากการทดลองพบว่า มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ที่ 6.15×10^8 CFU/g ในผงตัวอย่าง 1 กรัม (ตารางที่ 4.1) ในขณะที่ปริมาณสปอร์ของ *B. coagulans* มีค่าที่ 1.56×10^9 CFU/g ในผงตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าปริมาณที่ระบุบนฉลากทางการค้า (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus coagulans* ในผงตัวอย่าง 1 กรัม

อัตราการเจือจาง	ซ้ำที่	จำนวนโคโลนีที่นับได้	เฉลี่ย	การเจือจาง (0.1 ml)	ผลรวม (CFU/g)
10^{-5}	1	171	231	2310×10^5	2.31×10^8
	2	291			
10^{-6}	1	79	61.5	615×10^6	6.15×10^8
	2	44			
10^{-7}	1	3	3	-	-
	2	3			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างงานเพาะเชื้อในการทดสอบปริมาณเชื้อเริ่มต้นของผงเชื้อทางการค้าของ *B. coagulans*

ตารางที่ 4.2 ปริมาณสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* ในผงตัวอย่าง 1 กรัม

อัตราการ เจือจาง	ซ้ำที่	จำนวนโคโลนีที่นับได้	ค่าเฉลี่ย	การเจือจาง (0.1 ml)	ผลรวม (CFU/g)
10^{-5}	1	TNTC	TNTC	-	-
	2	TNTC			
10^{-6}	1	163	133	1330×10^6	1.33×10^9
	2	103			
10^{-7}	1	15	18	180×10^7	1.8×10^9
	2	21			
10^{-8}	1	1	1	-	-
	2	1			
10^{-9}	1	0	0	-	-
	2	0			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างซองบรรจุผงเชื้อทางการค้าของ *B. coagulans*



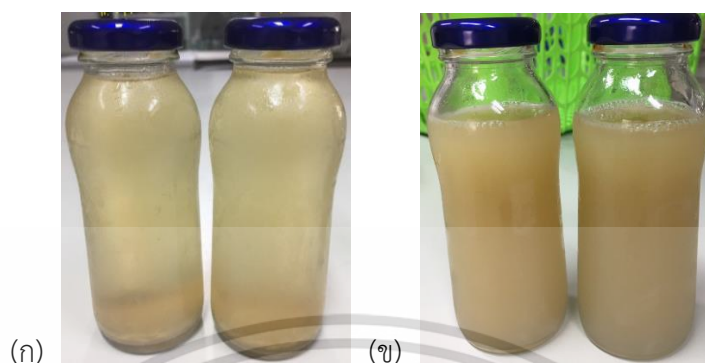
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างงานเพาะเชื้อในการทดสอบปริมาณสปอร์เริ่มต้นของผงเชื้อทางการค้าของ *B. coagulans*

4.1.1.2 ศึกษาการรอดชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus coagulans* (Ganeden BC30)

ในเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย

การตรวจติดตามปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่รอดชีวิตภายหลังจากการบรรจุลงในเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย โดยให้มีค่าความเข้มข้นของผงสปอร์ทางการค้าเป็น 1%, 0.5% และ 0.1%w/v โดยการบรรจุแบบปราศจากเชื้อ (aseptic filling) ตรวจวัดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกด้วยวิธี serial dilution และ spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30-35 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (4-6 องศาเซลเซียส) นาน 30 วัน โดยสุ่มตัวอย่างมาศึกษาทุก ๆ 5 วัน ของการเก็บรักษา โดยกำหนดให้มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกอยู่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเครื่องต้มไม่น้อยกว่า 10^6 CFU/g เป็นเกณฑ์ในการทดสอบอายุการเก็บรักษาของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย



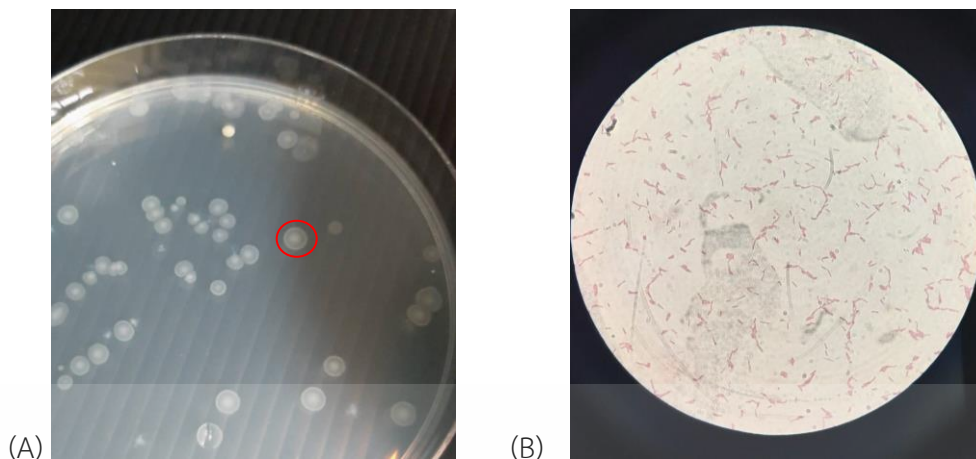
ภาพที่ 4.4 ลักษณะปรากฏของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยก่อนใส่ผงสปอร์และไม่เขย่าขวด (ก) และภายหลังใส่ผงสปอร์และเขย่าให้เข้ากัน (ข)

ในวันแรกของการเก็บรักษา (0 วัน) จากการตรวจนับปริมาณสปอร์ที่ใส่ลงไปในตัวอย่างเครื่องต้ม น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยในปริมาณความเข้มข้น 1%w/v พบว่า มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* อยู่ที่ 6.1×10^9 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องต้มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 7.5×10^7 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ที่ใส่ลงไปในตัวอย่างเครื่องต้มในปริมาณความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 9.5×10^6 CFU/g ดังแสดงในตารางที่ 4.3 โดยมีการสุ่มเลือกโคโลนีของเชื้อมาส่งได้เครื่องจุลทรรศน์เพื่อตรวจสอบลักษณะรูปร่างของเชื้ออีกครั้ง ซึ่งพบว่าลักษณะของเชื้อเป็นรูปแท่ง (rod) ตามลักษณะเชื้อ *Bacillus coagulans* (BC30) (ภาพที่ 4.5)

ตารางที่ 4.3 ปริมาณสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* (CFU/g) ที่ปริมาณผงสปอร์เริ่มต้นแตกต่างกัน

ปริมาณผงเชื้อ BC	อัตราการเจือจาง	ซ้ำที่	จำนวนโคโลนีที่นับได้	เฉลี่ย	การเจือจาง (0.1 ml)	จำนวนเชื้อ (CFU/g)
1%	10^{-7}	1	25	61	610	6.1×10^9
		2	98			
0.5%	10^{-6}	1	13	7.5	75	7.5×10^7
		2	2			
0.1%	10^{-5}	1	7	9.5	95	9.5×10^6
		2	12			

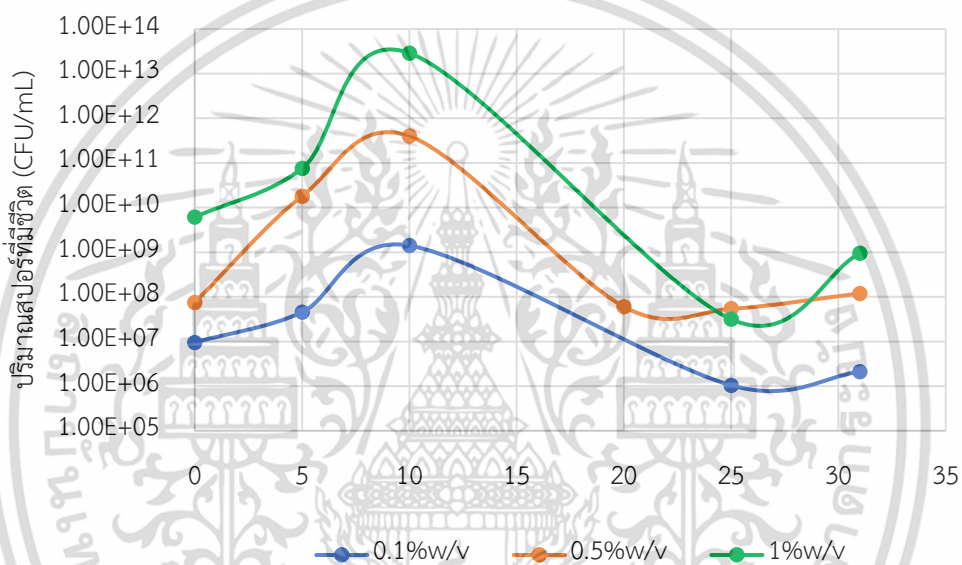
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ลักษณะโคโลนีของเชื้อ *B. coagulans* (A) และลักษณะเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (B)

การวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แบบ Factorial พบว่า ปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* (BC30) เมื่อปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์เพิ่ม แนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น เมื่อแนวโน้มการรอดชีวิตของเชื้อเพิ่มขึ้น และเริ่มมีแนวโน้มการรอดชีวิตลดลง หลังจากวันที่ 10 เมื่อเปรียบเทียบตามความปริมาณความเข้มข้นในแต่ละวัน และพบว่าปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* (BC30) ที่มีชีวิตของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน และมีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การตรวจนับปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* (CFU/g) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน คือ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.6) และอุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 4.7) พบว่า ภายหลังจากการเก็บรักษา 5 วัน ที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* อยู่ที่ 7.5×10^{10} CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.8×10^{10} CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 4.5×10^7 CFU/g ขณะที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* อยู่ที่ 6.5×10^{11} CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.45×10^{11} CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 3.95×10^9 CFU/g เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา พบว่า ที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มการเจริญของปริมาณสปอร์เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับอุณหภูมิห้อง เนื่องจากยังอยู่ในช่วงของการเจริญเติบโตของเชื้อ *B. coagulans* โดยมีการเจริญมากขึ้นประมาณ 3 log/CFU ยกเว้นที่ความเข้มข้น 0.1% ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษา 10 วัน พบว่าที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

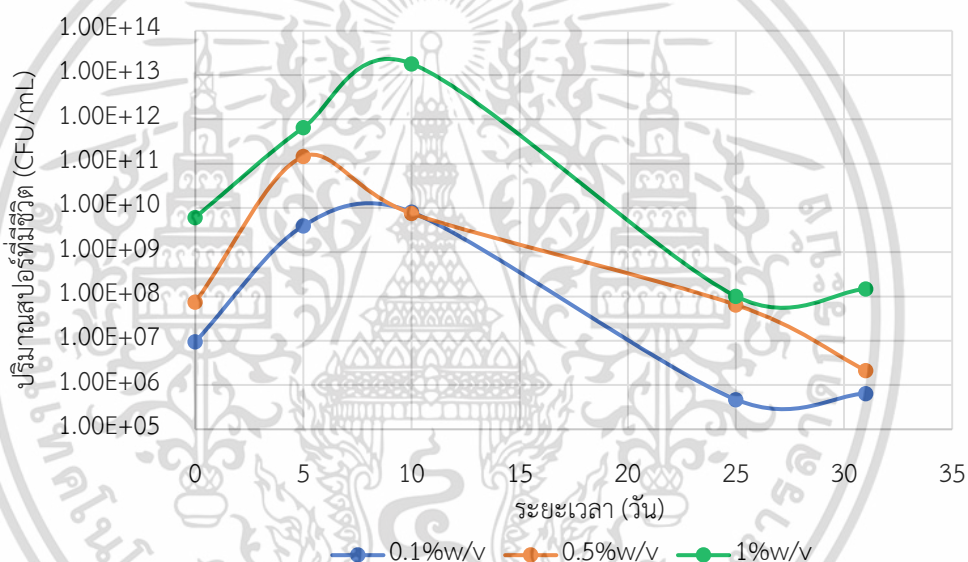
ปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* อยู่ที่ 2.9×10^{13} CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 7.7×10^{12} CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.41×10^9 CFU/g ขณะที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* อยู่ที่ 1.8×10^{13} CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 7.5×10^9 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1 %w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 8.05×10^{11} CFU/g โดยที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ยังคงมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น



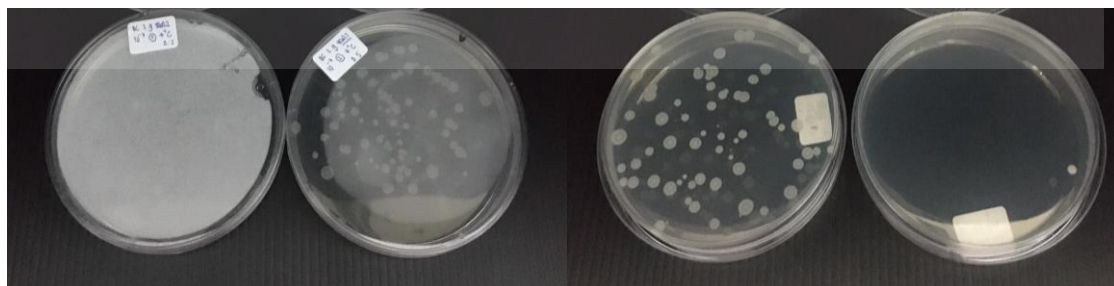
ภาพที่ 4.6 ปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* (BC30) ที่มีชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

ภายหลังการเก็บรักษา 25 วัน พบว่าที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* อยู่ที่ 3.15×10^7 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 5.4×10^7 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.04×10^6 CFU/g ขณะที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* อยู่ที่ 1.01×10^8 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 6.45×10^7 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1 %w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 4.7×10^5 CFU/g โดยที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องเริ่มมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อลดลง ภายหลังการเก็บรักษา 30 วัน พบว่าที่อุณหภูมิเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* อยู่ที่ 9.5×10^8 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.19×10^9 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 2.09×10^6 CFU/g ขณะที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* อยู่ที่ 1.47×10^8 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 2.13×10^6 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1 %w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 6.45×10^5 CFU/g โดยที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อลดลง

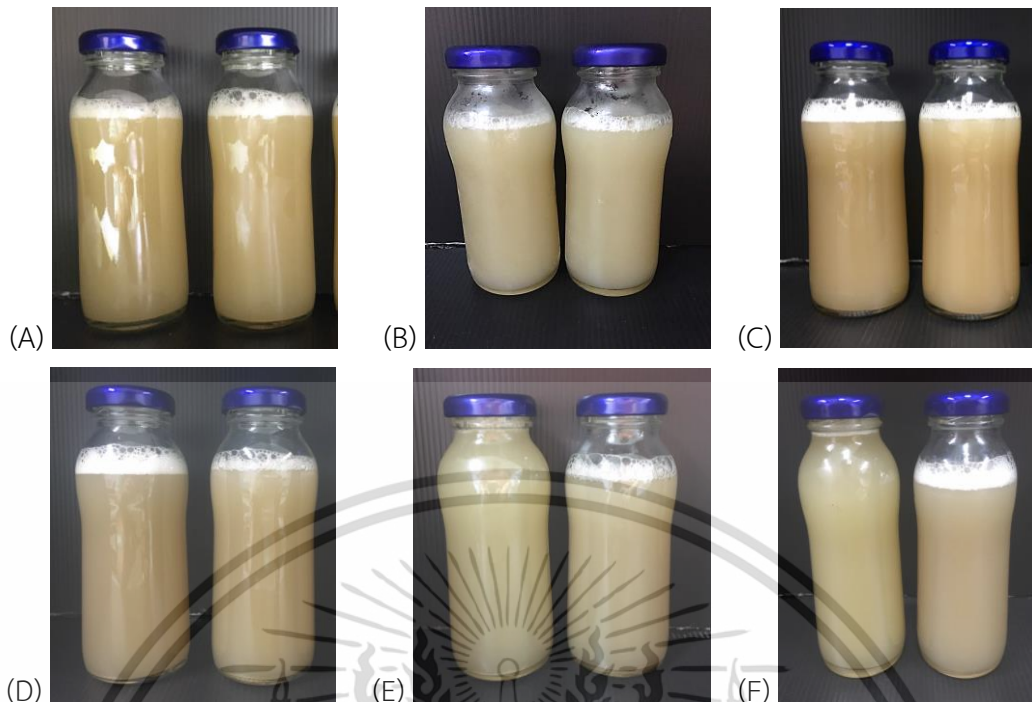


ภาพที่ 4.7 ปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* (BC30) ที่มีชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 30 วัน

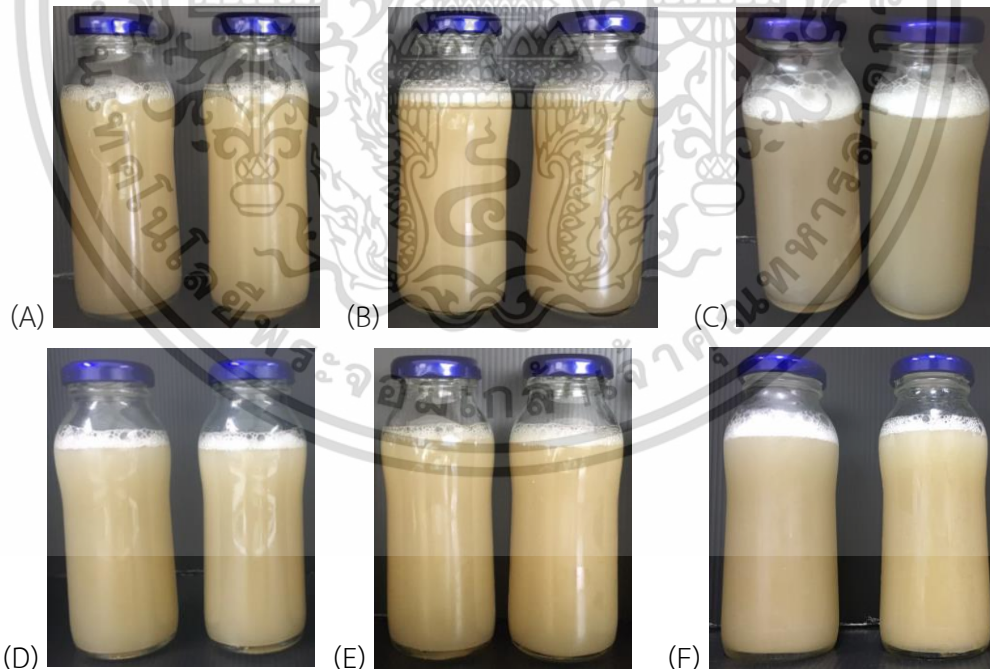


ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างจานเพาะเชื้อในการทดสอบปริมาณสปอร์ของผงเชื้อทางการค้าของ *B. coagulans*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ลักษณะปรากฏของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยภายหลังใส่ผงสปอร์ที่อายุการเก็บรักษาแตกต่างกัน คือ วันที่ 5 (A), วันที่ 10 (B), วันที่ 15 (C), วันที่ 20 (D), วันที่ 25 (E) และวันที่ 31 (F) ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.10 ลักษณะปรากฏของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยภายหลังใส่ผงสปอร์ที่อายุการเก็บรักษาแตกต่างกัน คือ วันที่ 5 (A), วันที่ 10 (B), วันที่ 15 (C), วันที่ 20 (D), วันที่ 25 (E) และวันที่ 31 (F) ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน การเจริญของปริมาณเชื้อมีแนวโน้มลดลงทั้ง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ 4 องศาเซลเซียส และเมื่อพิจารณาเกณฑ์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกอยู่ในเครื่องดื่มไม่น้อยกว่า 10^6 CFU/g ในการทดสอบอายุการเก็บรักษาของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย พบว่า ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v, 0.5%w/v และ 0.1%w/v จำนวนเชื้อโพรไบโอติกจะมีแนวโน้มการเจริญเพิ่มขึ้น ขณะที่อุณหภูมิห้อง ที่ปริมาณความเข้มข้น 0.5 %w/v จำนวนเชื้อโพรไบโอติกมีแนวโน้มการเจริญลดลง ยกเว้นที่ปริมาณความเข้มข้น 0.1%w/v และ 1%w/v จำนวนเชื้อโพรไบโอติกมีแนวโน้มการเจริญเพิ่มขึ้น อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ทุกความเข้มข้นมีอายุการเก็บรักษาที่ 30 วัน ขณะที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v และ 0.5 %w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 30 วัน ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ BC30 ความเข้มข้น 0.1%w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 20 วัน

4.1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมผงสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* (BC30) ระหว่างการเก็บรักษา

4.1.2.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของค่าปริมาณความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมผงสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* (BC30) โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่า pH อยู่ในช่วง 3.70 – 3.99 และที่อุณหภูมิห้องมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.73 – 3.94 โดยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 1%w/v ในวันที่ 25 ของการเก็บรักษามีค่า pH สูงสุดที่ค่า pH 3.9933 และตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%w/v ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา มีค่า pH ต่ำสุดที่ค่า pH 3.7067 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับระหว่างความเข้มข้นกับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสปอร์มากขึ้นทั้งอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มให้ค่า pH ที่ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น ค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นระยะเวลาในการเก็บรักษาและปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง

ตารางที่ 4.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักต่อปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	ปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ (%w/v)						
	control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	3.7267 ^{a,A}	3.8200 ^{b,F}	3.8867 ^{c,G}	3.9300 ^{d,F}	3.8233 ^{b,F}	3.8833 ^{c,G}	3.9367 ^{d,F}
5	3.7267 ^{a,A}	3.7300 ^{a,BC}	3.7867 ^{c,DE}	3.8533 ^{d,D}	3.7433 ^{b,CD}	3.7767 ^{c,CD}	3.8500 ^{d,D}
10	3.7267 ^{a,A}	3.7767 ^{bc,E}	3.7933 ^{c,E}	3.8367 ^{d,CD}	3.7567 ^{b,D}	3.7800 ^{bc,CDE}	3.8500 ^{d,D}
15	3.7267 ^{a,A}	3.7067 ^{a,A}	3.7600 ^{c,B}	3.8233 ^{d,BC}	3.7333 ^{b,BC}	3.7667 ^{c,BC}	3.8167 ^{d,B}
20	3.7267 ^{a,A}	3.7233 ^{a,B}	3.7800 ^{c,CDE}	3.8500 ^{e,D}	3.7533 ^{b,D}	3.8200 ^{d,F}	3.8700 ^{f,E}
25	3.7267 ^{a,A}	3.8533 ^{b,D}	3.9467 ^{d,H}	3.9933 ^{e,G}	3.8500 ^{b,G}	3.8867 ^{c,G}	3.9400 ^{d,F}
30	3.7267 ^{a,A}	3.8233 ^{b,F}	3.8733 ^{c,G}	3.9333 ^{d,F}	3.8200 ^{b,F}	3.8800 ^{c,G}	3.9400 ^{d,F}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

4.1.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณกรด (%Acetic acid)

จากการวิเคราะห์ปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมผงสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องกับ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v พบว่า ปริมาณกรดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีปริมาณกรดระหว่าง 0.2 – 0.3 โดยตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องที่มีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%w/v ในวันที่ 15 มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดสูงสุดที่ 0.390 และตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องที่มีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.5%w/v กับ 1%w/v ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษามีค่าเปอร์เซ็นต์กรดต่ำสุดที่ 0.252 เมื่อเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์กรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสปอร์มากขึ้นทั้งอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในวันที่ 0 – 5 เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างชุดควบคุมกับตัวอย่างที่เติมผงสปอร์ทั้งสองอุณหภูมิและทุกความเข้มข้นตลอดการเก็บรักษา 30 วัน พบว่า ค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดจะมีค่าแนวโน้มลดลงภายหลังจากการเติมผงสปอร์เนื่องจาก *B. coagulans* เป็นแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกที่สามารถย่อยน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอมอื่น ๆ ได้ โดยกรดที่ได้จากการหมักทำให้ค่า pH ของอาหารลดลงทำให้ช่วยในการถนอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผงสปอร์ที่ 1%w/v ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในช่วงวันที่ 5 – 15 ของการเก็บรักษามีค่าของแข็งที่ละลายได้สูงสุดและตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%w/v ที่เก็บรักษาจากทั้งสองอุณหภูมิในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่าของแข็งที่ละลายได้ต่ำสุด โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเก็บรักษาและลดลงในช่วงวันที่ 20 ของการเก็บรักษา โดยค่าของแข็งที่ละลายได้จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของผงสปอร์มากขึ้นทั้งสองอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นระยะเวลาในการเก็บรักษาและปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่าของแข็งที่ละลายได้

ตารางที่ 4.6 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (soluble solids) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* (BC30) ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	ปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ (%w/v)						
	Control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	11.3 ^{a,A}	12.0 ^{b,B}	12.5 ^{c,C}	13.1 ^{d,BC}	12.0 ^{b,B}	12.1 ^{b,B}	13.0 ^{d,BC}
5	11.3 ^{a,A}	12.3 ^{bc,CD}	12.6 ^{cd,C}	13.2 ^{e,C}	12.2 ^{b,BC}	12.7 ^{d,C}	12.8 ^{d,B}
10	11.3 ^{a,A}	12.4 ^{b,CD}	12.8 ^{d,C}	13.2 ^{f,C}	12.5 ^{bc,D}	12.6 ^{c,C}	13.0 ^{e,BC}
15	11.3 ^{a,A}	12.3 ^{b,CD}	12.2 ^{b,B}	13.2 ^{c,C}	12.3 ^{b,CD}	12.8 ^{c,C}	13.1 ^{c,BC}
20	11.3 ^{a,A}	12.2 ^{b,BC}	12.7 ^{cd,C}	12.9 ^{de,BC}	12.3 ^{b,CD}	12.6 ^{c,C}	13.1 ^{e,BC}
25	11.3 ^{a,A}	12.2 ^{b,BC}	12.5 ^{c,C}	13.0 ^{d,BC}	12.4 ^{bc,CD}	12.6 ^{c,C}	12.9 ^{d,BC}
30	11.3 ^{a,A}	12.2 ^{b,BC}	12.5 ^{cd,C}	13.0 ^{e,BC}	12.3 ^{bc,CD}	12.7 ^{d,C}	13.0 ^{e,BC}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

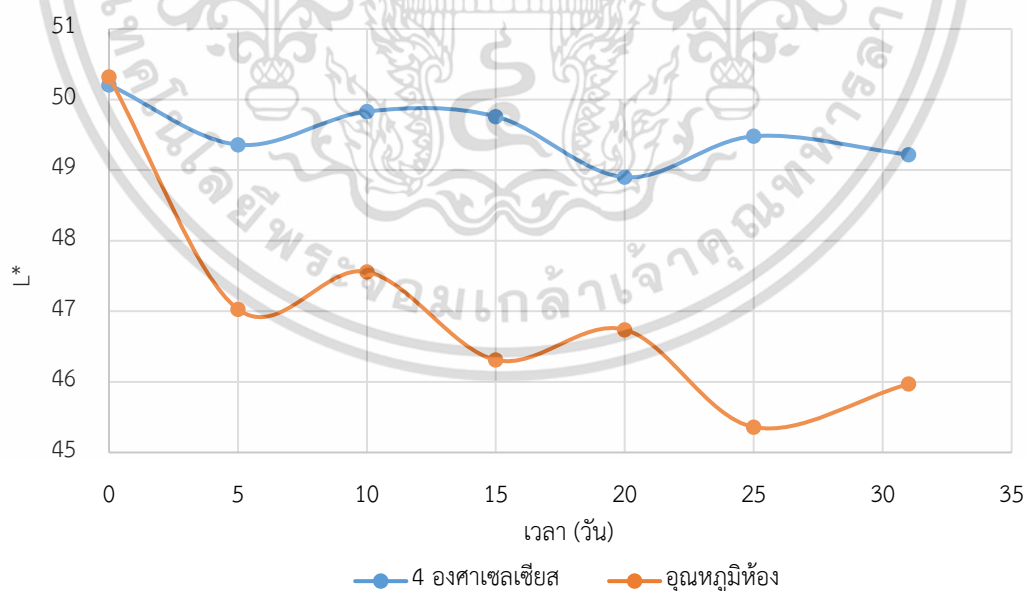
4.1.3.2 การวิเคราะห์ค่าสี (color measurement)

การวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แบบ Factorial ค่า L* (ความสว่าง), ค่า a* แกนสีเขียว (-a*) จนถึงสีแดง (+a*) และ ค่า b* แกนสีจากสีน้ำเงิน (-b*) จนถึงสีเหลือง (+b*) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมผงสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

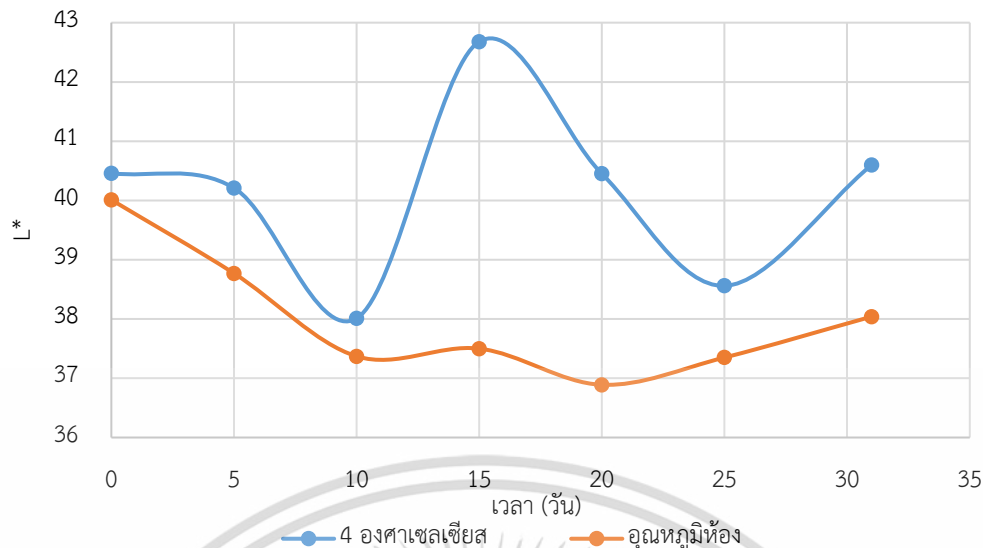
เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องกับ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v

4.1.3.2.1 ค่า L^* (ความสว่าง)

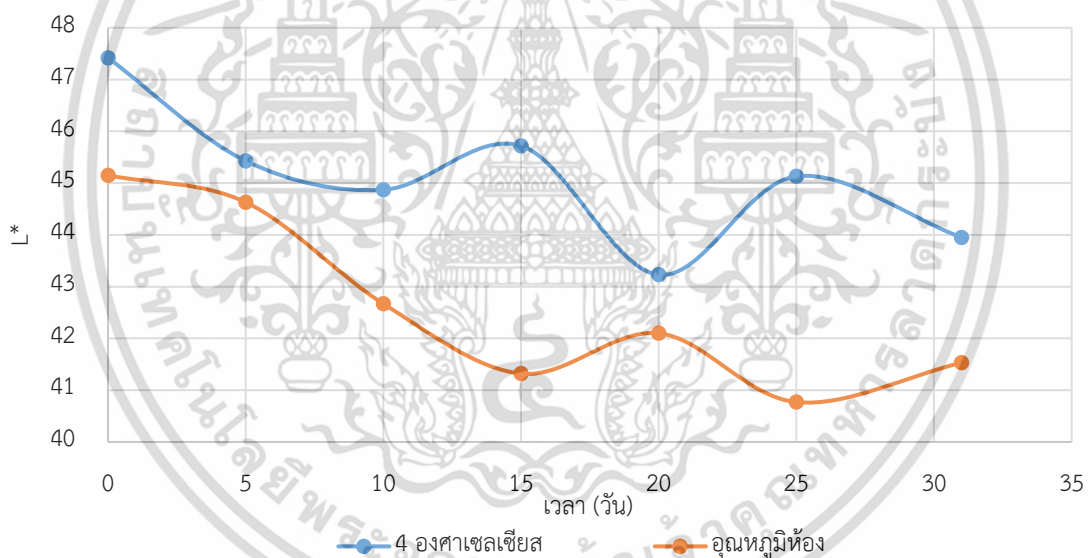
จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า L^* (ความสว่าง) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมผงสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องกับ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับพบว่าค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 38 - 50 ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%w/v ในวันที่ 0 ของการเก็บรักษามีค่า L^* สูงสุด ค่าที่ได้ 50.32 และตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 1%w/v มีค่า L^* ในวันที่ 20 ของการเก็บรักษาต่ำสุด ค่าที่ได้ 36.89 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาของปริมาณสปอร์ทั้งสองอุณหภูมิมีแนวโน้ม ค่า L^* (ความสว่าง) ที่ลดลง ค่า L^* (ความสว่าง) มีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของสปอร์มากขึ้นทั้งสองอุณหภูมิ โดยเมื่อนำตัวอย่างชุดควบคุมเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เติมผงสปอร์ที่เก็บรักษา 30 วัน ทั้งสองอุณหภูมิ พบว่า เมื่อมีปริมาณความเข้มข้นเพิ่มขึ้นสปอร์ความสว่างมีค่าลดลง ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าความสว่างลดลงตั้งแต่ปริมาณความเข้มข้นสปอร์ที่ 0.1%w/v โดยมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเมื่อปริมาณความเข้มข้นสปอร์มากขึ้น โดยอุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษาและปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่า L^* (ความสว่าง) ที่มีแนวโน้มลดลง จะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ให้ค่าความสว่างมากกว่าการเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.11 ค่า L^* (ความสว่าง) ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.1% w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.12 ค่า L^* (ความสว่าง) ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.5 % w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

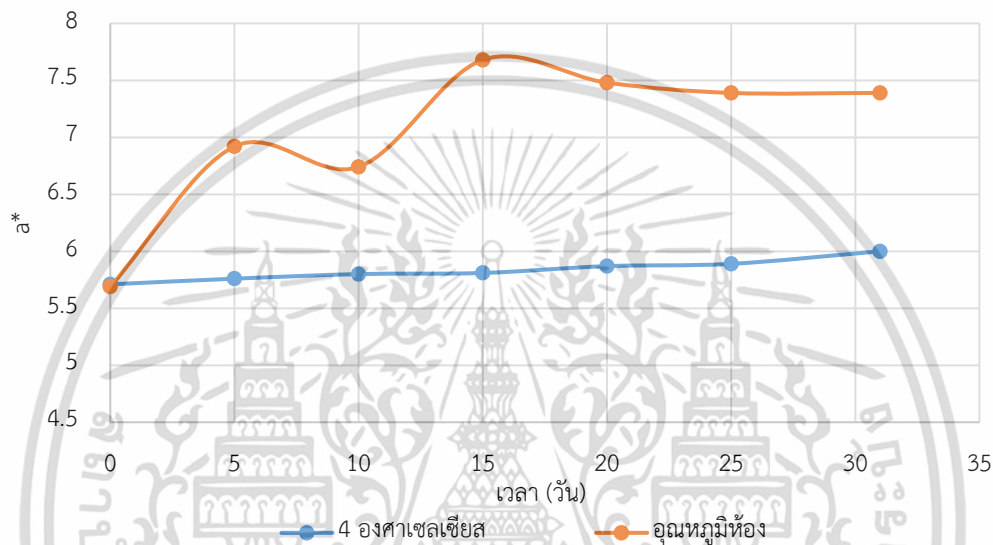


ภาพที่ 4.13 ค่า L^* (ความสว่าง) เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 1% w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

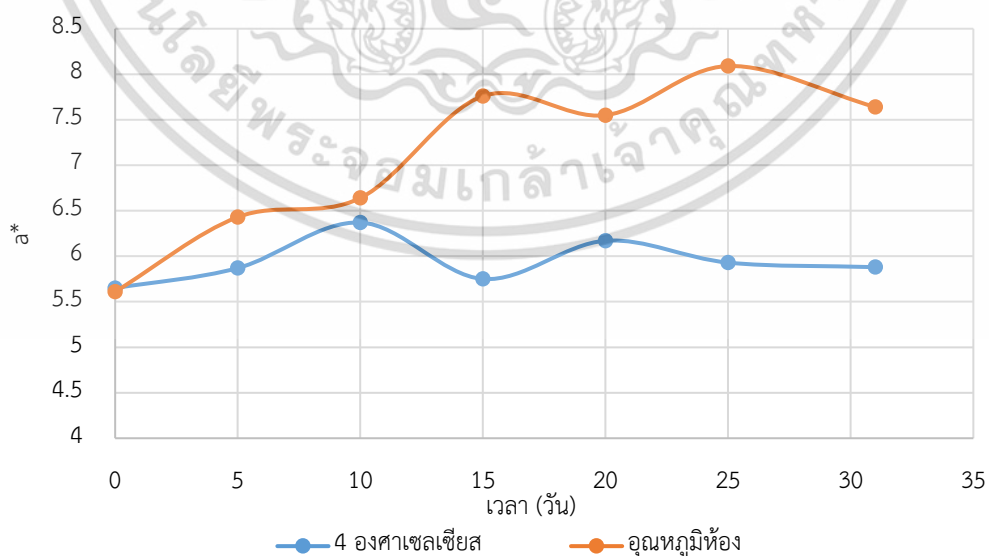
4.1.3.2.2 ค่า a^*

จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า a^* แกนสีเขียว ($-a^*$) จนถึงสีแดง ($+a^*$) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมผงสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องกับ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v พบว่ามีค่า a^* อยู่ระหว่าง 5 – 7 โดยตัวอย่างอุณหภูมิห้องที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 1%w/v ในวันที่ 30 มีค่า a^* สูงสุด คือ 7.97 และตัวอย่างอุณหภูมิห้องที่มีปริมาณความเข้มข้น 0.5% ในวันที่ 0 มีค่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวันไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a^* ต่ำสุด คือ 5.61 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ความเข้มข้นสปอร์เดียวกันทั้งสองอุณหภูมิ มีแนวโน้มค่า a^* เพิ่มขึ้น รวมถึงการนำตัวอย่างในแต่ละความเข้มข้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาเดียวกันมาเปรียบเทียบกับพบว่าแนวโน้มค่า a^* เพิ่มขึ้น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสทุกค่าความเข้มข้นสปอร์ค่า a^* มีแนวโน้มลดลง ขณะที่อุณหภูมิห้องตั้งแต่วันที่ 5 ของการเก็บรักษามีแนวโน้มค่า a^* เพิ่มขึ้น ดังนั้น อุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษาและปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่า a^* สีแดง ($+a^*$) โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องให้ค่า a^* มากกว่าการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส

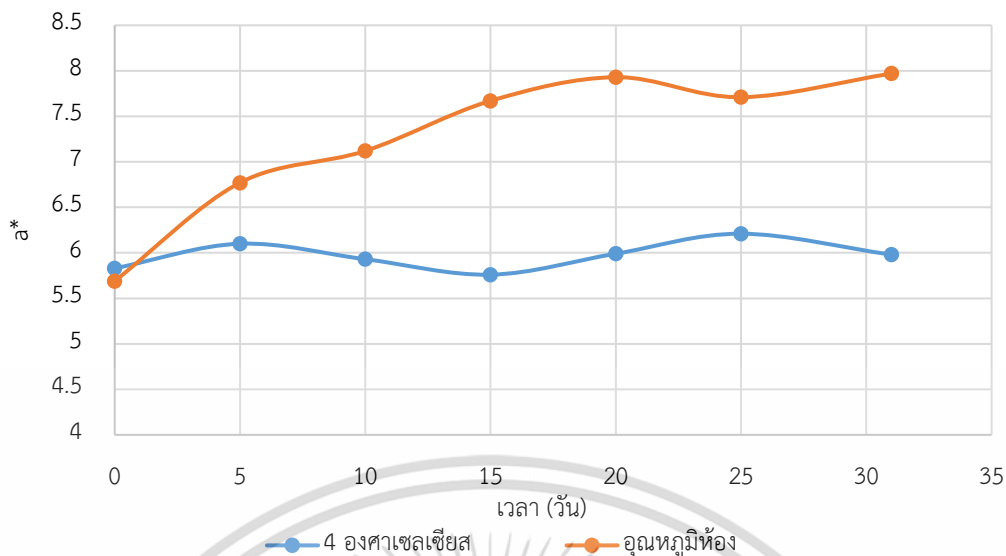


ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนของค่า a^* ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนของค่า a^* ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

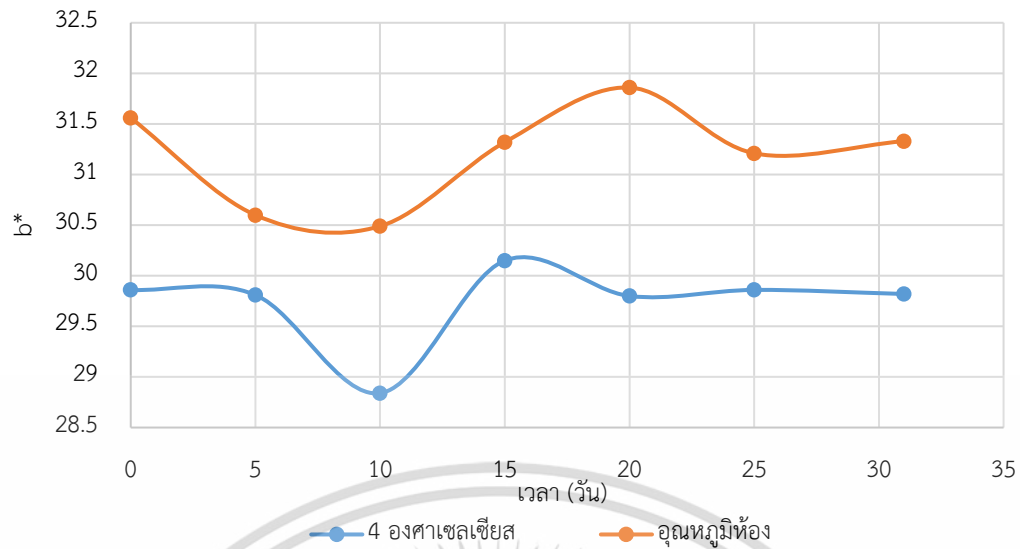
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



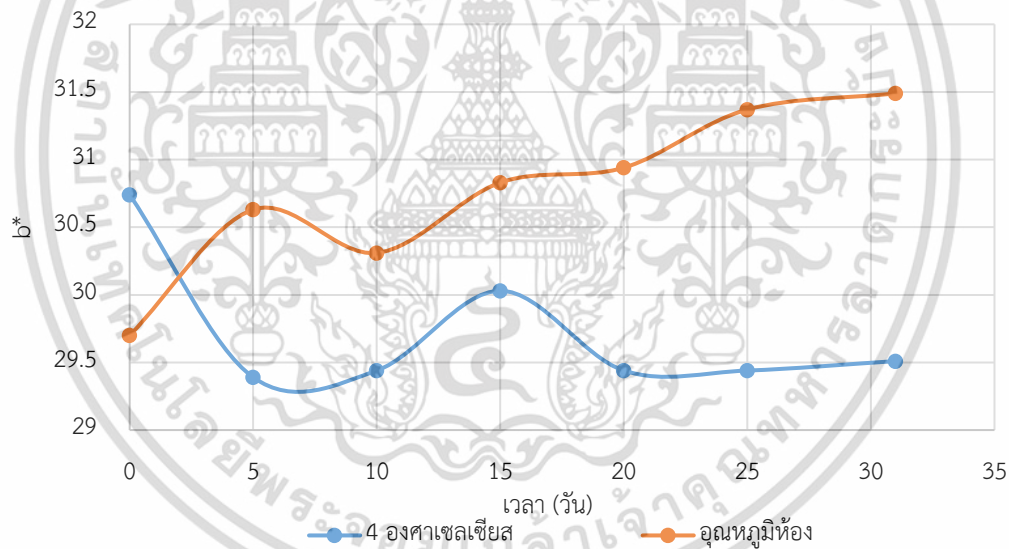
ภาพที่ 4.16 การเปลี่ยนของค่า a^* ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

4.1.3.2.3 ค่า b^*

จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่า b^* แกนสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมผงสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v พบว่าค่า b^* ระหว่าง 28 – 31 โดยตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%w/v ในวันที่ 20 มีค่า b^* สูงสุด คือ 31.86 และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสตัวอย่างที่มีความเข้มข้นสปอร์ 1%w/v ในวันที่ 10 มีค่า b^* ต่ำสุด คือ 28.38 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาตัวอย่างที่มีความเข้มข้นเดียวกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มค่า b^* ลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นและปริมาณความเข้มข้นสปอร์มากขึ้น ขณะที่การเก็บรักษาอุณหภูมิห้องมีค่า b^* เพิ่มขึ้นตั้งแต่ปริมาณความเข้มข้นสปอร์ 0.1%w/v และค่า b^* ลดลง ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาและเมื่อปริมาณความเข้มข้นมากขึ้น ดังนั้นอุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษาและปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่า b^* โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องให้ค่า b^* มากกว่าการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส

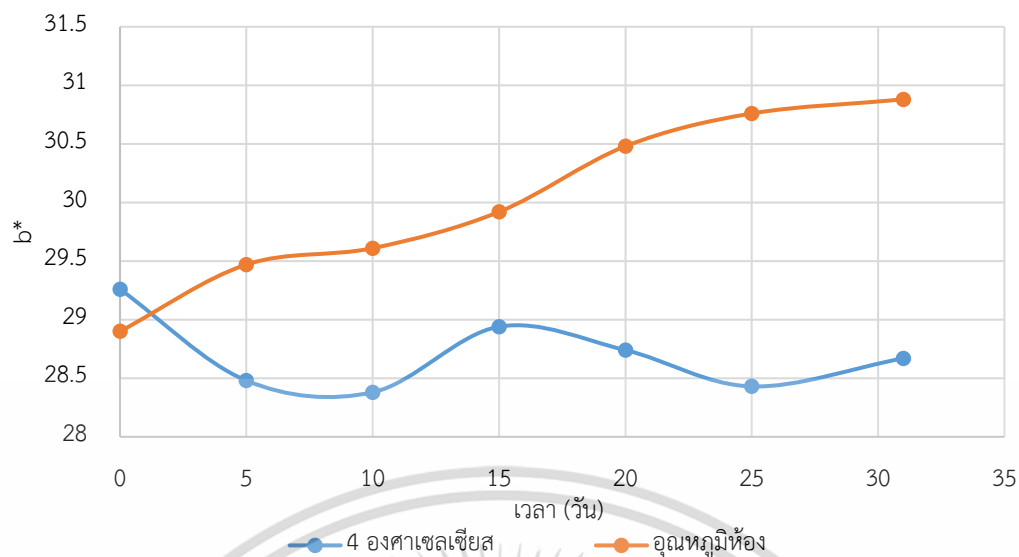


ภาพที่ 4.17 ค่า b^* ของเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.18 ค่า b^* ของเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

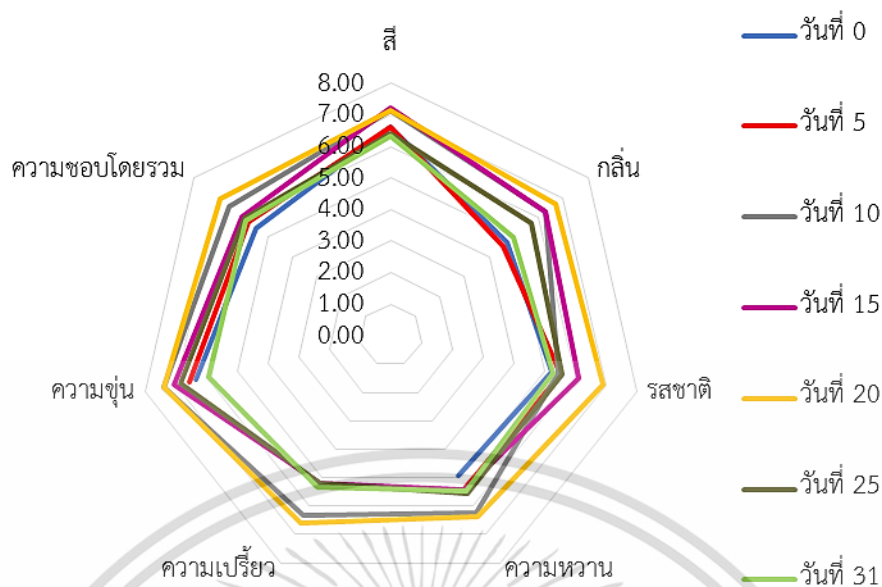
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.19 ค่า b^* ของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ 1% w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

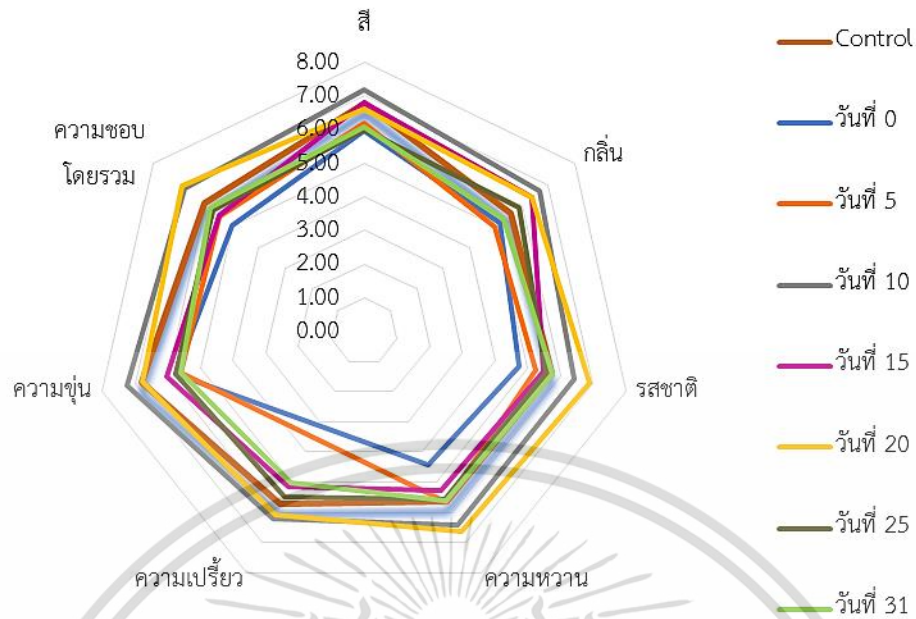
4.1.4 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีผงสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* (BC30) ระหว่างการเก็บรักษา

ภายหลังการใส่ผงสปอร์ *B. coagulans* ลงในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส (sensory test) แบบ 9-hedonic scale ทุก ๆ 5 วัน โดยใช้ผู้ชิมทั้งหมด 30 คน โดยการสุ่มแบบเยิน พบว่า ตัวอย่างควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัส (สี, กลิ่น, รสชาติ, ความหวาน, ความเปรี้ยว, ความขุ่น และความชอบโดยรวม) ไม่มี ความแตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน

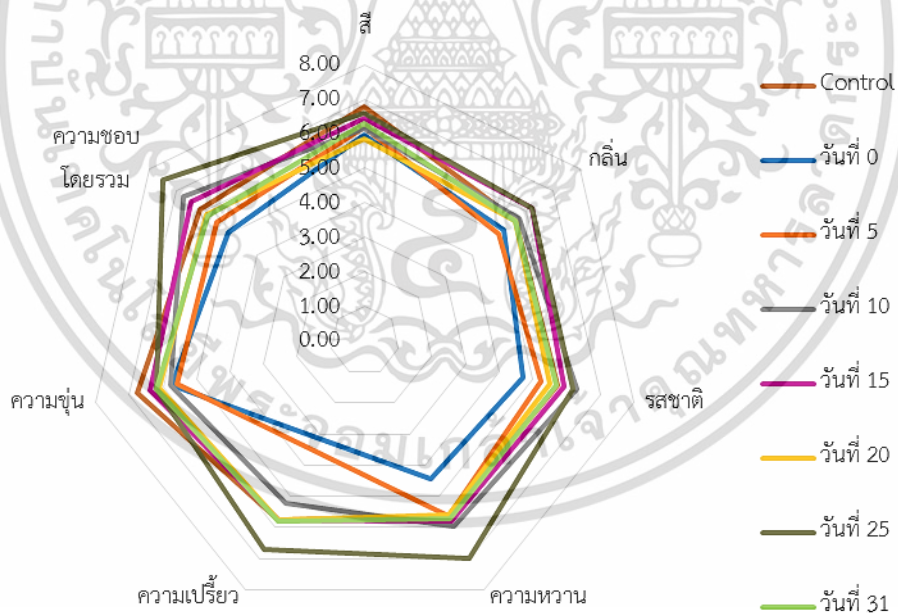


ภาพที่ 4.20 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างควบคุมเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ BC30 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่า ในวันสุดท้าย (วันที่ 30) ของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มไซเดอร์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้คะแนนทางด้านค่าสีสูงสุด (6.07 คะแนน) และคะแนนทางด้านความเปรี้ยวต่ำสุด (5 คะแนน) ซึ่งสอดคล้องกับค่า pH และปริมาณกรดอะซิติก ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ได้รับคะแนนทางด้านค่าสีสูงสุด (6.3 คะแนน) และคะแนนทางด้านกลิ่นต่ำสุด (5.6 คะแนน) โดยที่ทั้งสองอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีแนวโน้มคะแนนความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างเครื่องดื่มจากทั้งสองอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า คะแนนทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และความขุ่นของตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มคะแนนมากกว่าอุณหภูมิห้อง ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มคะแนนทางด้านความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาจากทั้งสองอุณหภูมิมียุทธศาสตร์คะแนนทางด้านความหวานเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้รับคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



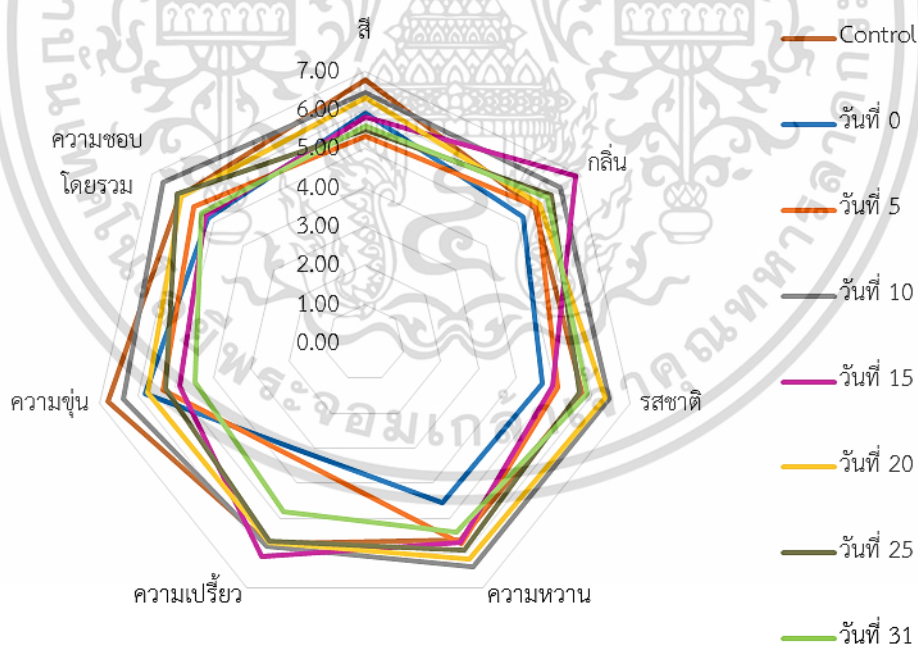
ภาพที่ 4.21 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* (BC30) 0.1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.22 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* (BC30) 0.1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

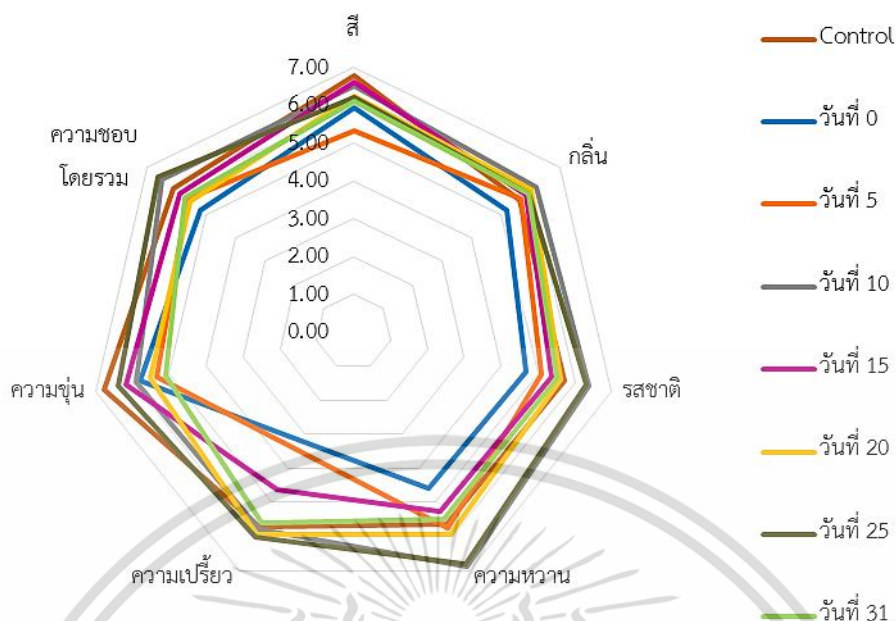
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ BC30 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่า ในวันสุดท้าย (วันที่ 30) ของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนทางด้านกลิ่นสูงสุด (6 คะแนน) และคะแนนทางด้านความชุ่มต่ำสุด (4.47 คะแนน) ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ได้คะแนนทางด้านค่าสีสูงสุด (6.1 คะแนน) และคะแนนทางด้านความชุ่มต่ำสุด (5.1 คะแนน) โดยที่ทั้งสองอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีแนวโน้มคะแนนความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มคะแนนทางด้านกลิ่น รสชาติ และความเปรี้ยวมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง อย่างไรก็ตามตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มคะแนนทางด้านสี ความหวาน ความชุ่ม และความชอบโดยรวมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีคะแนนทางด้านรสชาติเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนทางด้านความหวานเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะได้คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างชุดควบคุมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.23 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* (BC30) 0.5%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

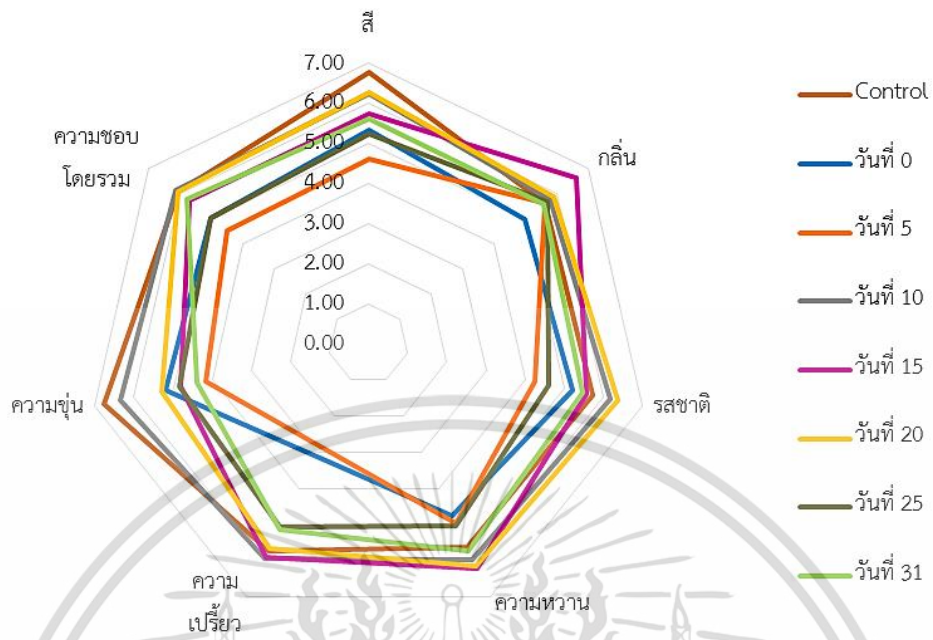
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



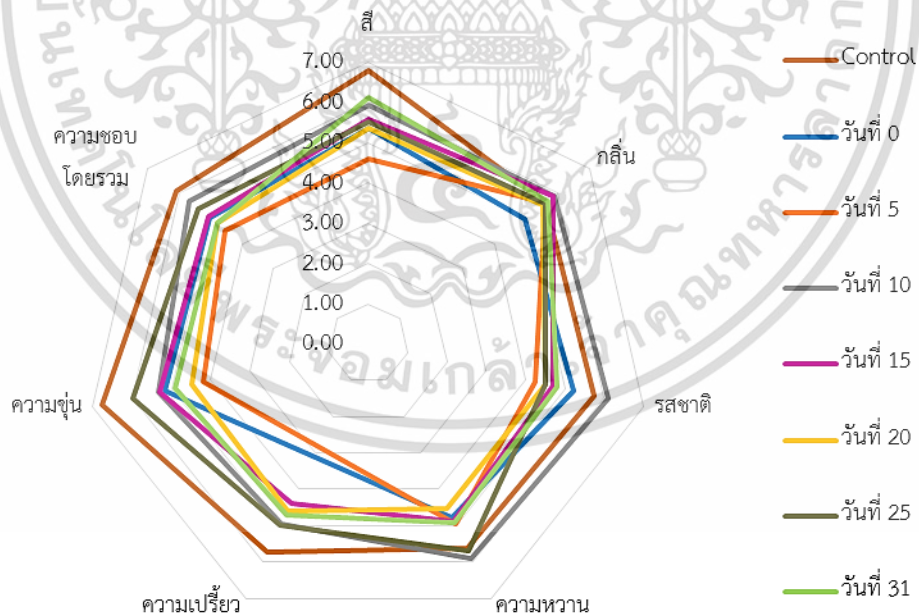
ภาพที่ 4.24 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* (BC30) 0.5%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ BC30 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่า ในวันสุดท้าย (วันที่ 30) ของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มคะแนนทางด้านความหวานสูงสุด (5.73 คะแนน) ซึ่งสอดคล้องกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) และคะแนนทางด้านความชุ่มต่ำสุด (4.4 คะแนน) ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มไฮเดรตที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง มีแนวโน้มคะแนนทางด้านค่าสีสูงสุด (6.1 คะแนน) และคะแนนทางด้านความเปรี้ยวต่ำสุด (4.7 คะแนน) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า pH และปริมาณกรดอะซิติก โดยตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มคะแนนความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น ขณะที่ตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มคะแนนความชอบโดยรวมลดลง เมื่อมีระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยคะแนนทางด้านความชุ่มของตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มคะแนนมากกว่าอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะมีแนวโน้มคะแนนทางด้านค่าสี กลิ่น รสชาติ ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจากการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีคะแนนทางด้านความชุ่มเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนทางด้านรสชาติเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างชุดควบคุมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.25 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* (BC30) 1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.26 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* (BC30) 1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นเมื่อเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำสัสมายชูหมักจากน้ำอ้อยเพิ่มขึ้นจากการประเมินค่าทางสถิติ พบว่า ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มคะแนนทางด้านกลิ่น รสชาติ ความหวาน และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นและคะแนนทางด้านสี ความเปรี้ยวและความขุ่นลดลง ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มคะแนนทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความหวาน ความเปรี้ยว ความขุ่น และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มมีผลต่อคะแนนทางด้านความเปรี้ยวและตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีปริมาณผงสปอร์ (BC30) ทุกความเข้มข้น (0.1%, 0.5% และ 1% w/v) ซึ่งจากคะแนนความชอบโดยรวมของตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีปริมาณผงสปอร์ทุกความเข้มข้นจากการเก็บรักษา ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากกว่าตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง จึงทำให้เห็นได้ว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มได้ดีที่สุด

4.2 การศึกษาอุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษาและความเข้มข้นที่เหมาะสมของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในเครื่องดื่มน้ำอ้อยไซเดอร์

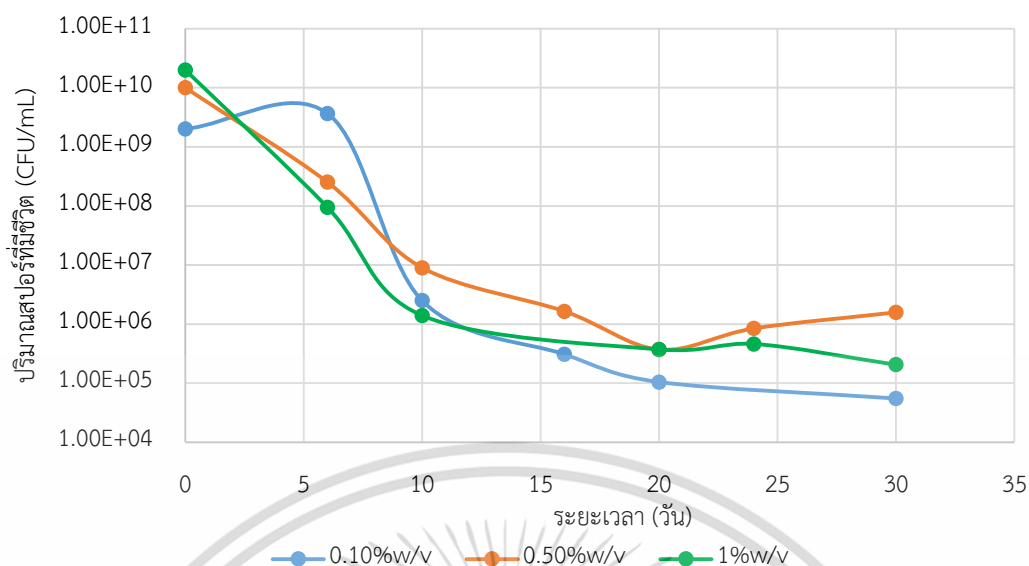
4.2.1 ศึกษาการรอดชีวิตของเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในเครื่องดื่มน้ำสัสมายชูหมักจากน้ำอ้อย

ในวันแรกของการเก็บรักษา (0 วัน) จากการตรวจนับปริมาณสปอร์ที่ใส่ลงไปในตัวอย่งเครื่องดื่มน้ำสัสมายชูหมักจากน้ำอ้อยในปริมาณความเข้มข้น 1%w/v พบว่า มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 อยู่ที่ 2×10^{10} CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่งเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่งอยู่ที่ 1×10^{10} CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ที่ใส่ลงไปในตัวอย่งเครื่องดื่มในปริมาณความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่งอยู่ที่ 2×10^9 CFU/g

การวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แบบ Factorial พบว่า ปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่มีชีวิตของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำสัสมายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน และมีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การตรวจนับปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 (CFU/g) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน คือ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.27) และอุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 4.29) เมื่อปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์เพิ่มขึ้น มีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อลดลง และมีแนวโน้มการรอดชีวิตลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ยกเว้นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ปริมาณความเข้มข้น 0.5% และอุณหภูมิห้องที่ปริมาณความเข้มข้น 1% ที่มีแนวโน้มการรอดชีวิตของเชื้อมากกว่า 10^6 CFU/g ตามปริมาณที่กฎหมายกำหนด ในวันที่ 30 โดยภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน ที่อุณหภูมิการเก็บ 4 องศาเซลเซียส

มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์อยู่ที่ 9.5×10^7 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 2.53×10^8 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 3.68×10^9 CFU/g ขณะที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์อยู่ที่ 8.5×10^7 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 6.50×10^7 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1 %w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 4.75×10^8 CFU/g โดยที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อลดลง ยกเว้นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ปริมาณความเข้มข้น 0.1%w/v มีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น

ภายหลังการเก็บรักษา 10 วัน พบว่าที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 อยู่ที่ 1.4×10^6 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 9×10^6 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 2.5×10^6 CFU/g ขณะที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 อยู่ที่ 1.2×10^6 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.1×10^6 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.1 %w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 2.5×10^7 CFU/g โดยที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง ยังมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อลดลง



ภาพที่ 4.27 ปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่มีชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำสายชูหมักจากน้ำอ้อยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน พบว่าที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.65×10^6 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 3.09×10^5 CFU/g และที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์อยู่ที่ 3.33×10^6 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 2.16×10^6 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างไซเดอร์เครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1 %w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 9.83×10^4 CFU/g โดยที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องยังมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อลดลง ยกเว้นอุณหภูมิห้องที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v และ 0.5%w/v ยังคงมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ภายหลังการเก็บรักษา 20 วัน พบว่าที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์อยู่ที่ 3.74×10^5 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 3.73×10^5 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.05×10^5 CFU/g และที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์อยู่ที่ 3.06×10^6 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.05×10^5 CFU/g

โดยที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องยังมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อลดลง ยกเว้นอุณหภูมิห้องที่ปริมาณความเข้มข้น 0.1%w/v ยังคงมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น

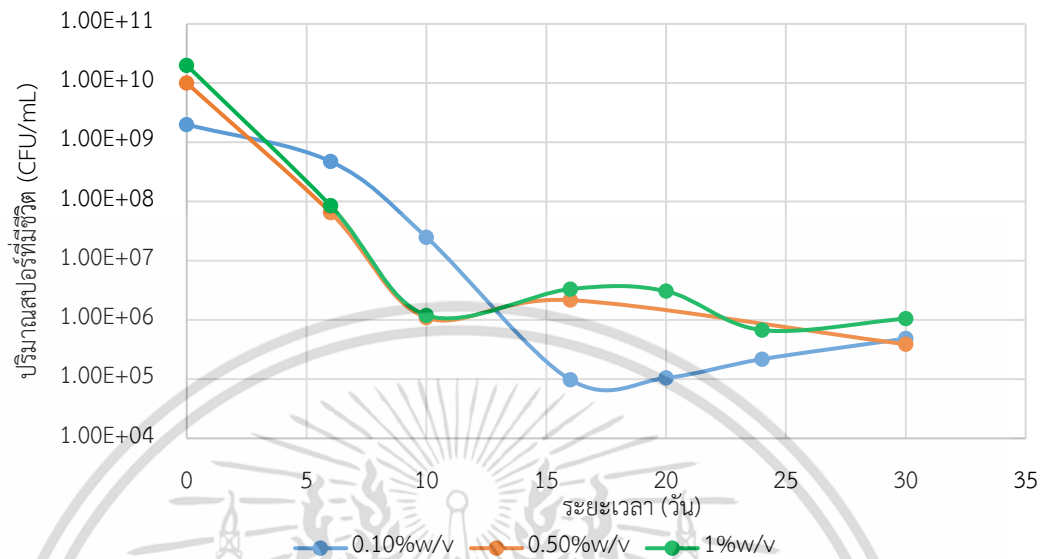
ภายหลังการเก็บรักษา 24 วัน พบว่า ที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์อยู่ที่ 4.63×10^5 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 8.45×10^5 CFU/g และที่อุณหภูมิห้องมีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์อยู่ที่ 6.75×10^5 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 2.18×10^6 CFU/g โดยที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องเริ่มมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อลดลง ยกเว้นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v และ 0.5%w/v ยังคงมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิห้องที่ปริมาณความเข้มข้น 0.1%w/v ยังคงมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น



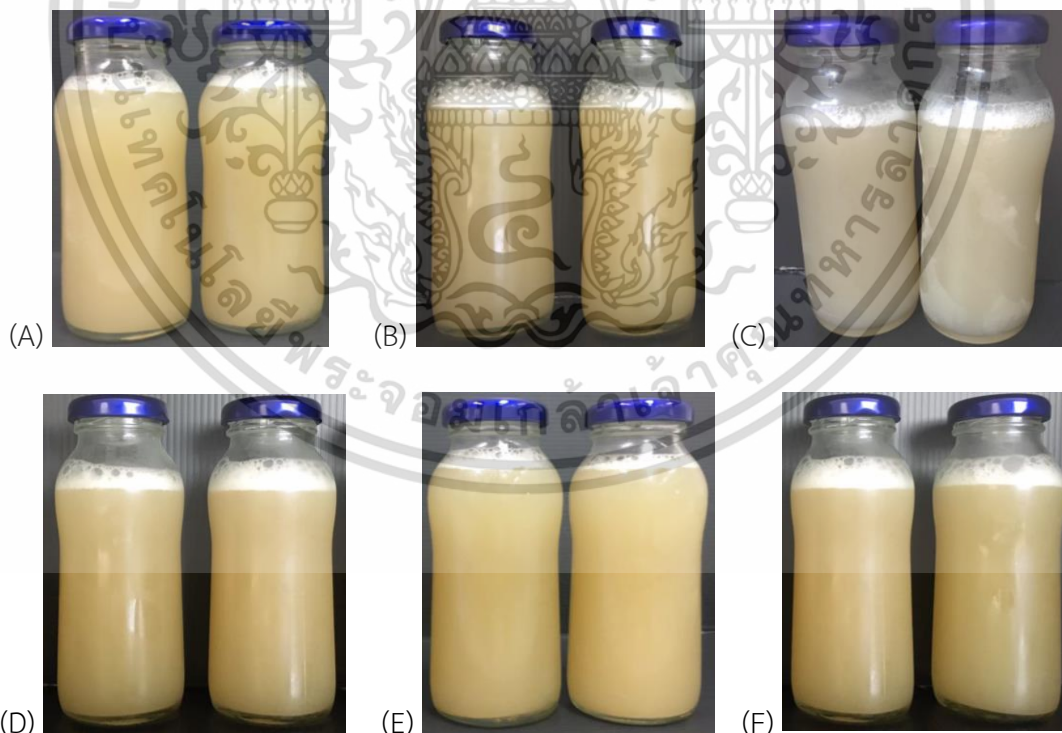
ภาพที่ 4.28 ตัวอย่างงานเพาะเชื้อในการทดสอบปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050

ภายหลังการเก็บรักษา 30 วัน พบว่าที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์อยู่ที่ 2.06×10^5 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 1.58×10^6 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 5.53×10^4 CFU/g และที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณสปอร์ที่รอดชีวิตในตัวอย่างที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีปริมาณสปอร์อยู่ที่ 1.05×10^6 CFU/g ขณะที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0.5%w/v มีปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 3.88×10^5 CFU/g และที่ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างเครื่องดื่มที่ความเข้มข้น 0.1%w/v ปริมาณสปอร์ในตัวอย่างอยู่ที่ 4.85×10^5 CFU/g โดยที่อุณหภูมิการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้องมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อลดลง ยกเว้นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ปริมาณความเข้มข้น 0.5%w/v ยังคงมีแนวโน้มการ

เจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิห้องที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v และ 0.1%w/v ยังคงมีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น

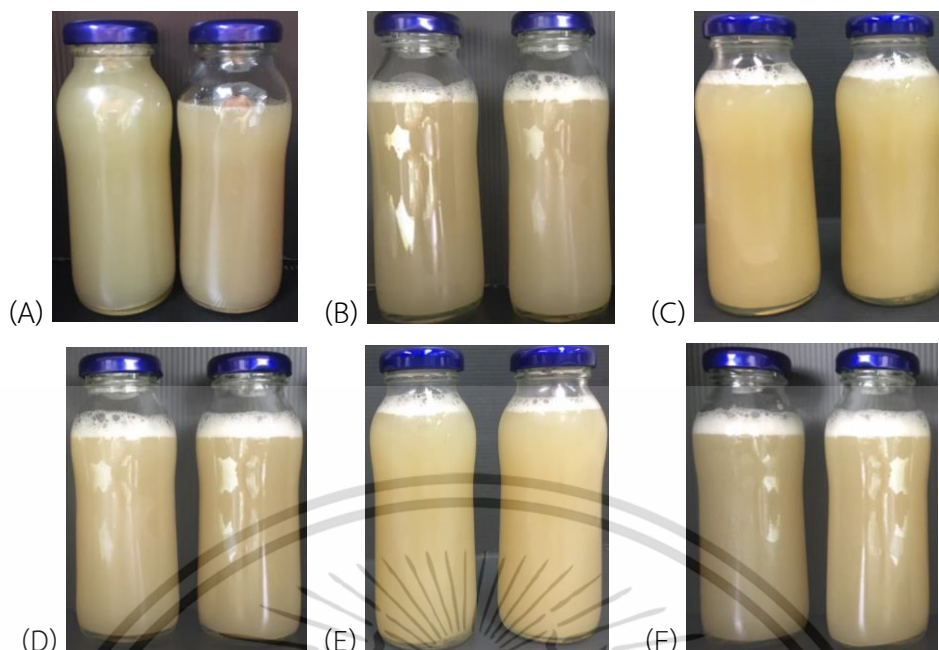


ภาพที่ 4.29 ปริมาณสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่มีชีวิตในตัวอย่างน้ำอ้อยไซเดอร์เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 30 วัน



ภาพที่ 4.30 ลักษณะปรากฏของน้ำสายชูหมักจากน้ำอ้อยภายหลังจากใส่ผงสปอร์ที่อายุการเก็บรักษาแตกต่างกัน คือ วันที่ 6 (A), วันที่ 10 (B), วันที่ 16 (C), วันที่ 20 (D), วันที่ 24 (E) และวันที่ 30 (F) ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.31 ลักษณะปรากฏของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยภายหลังใส่ผงสปอร์ที่อายุการเก็บรักษาแตกต่างกัน คือ วันที่ 6 (A), วันที่ 10 (B), วันที่ 16 (C), วันที่ 20 (D), วันที่ 24 (E) และวันที่ 30 (F) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

จะเห็นได้ว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน เชื้อจุลินทรีย์แนวโน้มนำการเจริญของปริมาณเชื้อลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกของการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ อุณหภูมิห้อง และเมื่อพิจารณาเกณฑ์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกอยู่ในเครื่องดื่มไม่น้อยกว่า 10^6 CFU/g ในการทดสอบอายุการเก็บรักษาของน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อย พบว่า ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ปริมาณความเข้มข้น 0.5%w/v จำนวนเชื้อโพรไบโอติกปริมาณสปอร์รอดชีวิตมากที่สุด รองลงมาคือที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v และปริมาณความเข้มข้น 0.1% ตามลำดับ และที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v จำนวนเชื้อโพรไบโอติกปริมาณสปอร์รอดชีวิตมากที่สุด รองลงมาคือที่ปริมาณความเข้มข้น 0.1%w/v และปริมาณความเข้มข้น 0.5% ตามลำดับ โดยที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส มีตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ความเข้มข้น 1%w/v และ 0.1%w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 10 วัน ส่วนปริมาณความเข้มข้น 0.5%w/v มีอายุการเก็บรักษา 30 วัน ขณะที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 30 วัน ขณะที่ปริมาณความเข้มข้น 0.5%w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 16 วัน ขณะที่ตัวอย่างน้ำอ้อยที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ความเข้มข้น 0.1%w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 10 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ระหว่างการเก็บรักษา

4.2.2.1 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของเชื้อที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.6 – 3.7 โดยตัวอย่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v ในวันที่ 0 มีค่า pH สูงสุดที่ค่า pH 3.7767 และตัวอย่างทั้งสองอุณหภูมิที่ปริมาณความเข้มข้น 0.1%w/v ในวันที่ 10 มีค่า pH ต่ำสุดที่ค่า pH 3.6400 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันระหว่างความเข้มข้นกับระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นวันที่ 0 – 6 เมื่อความเข้มข้นของสปอร์มากขึ้นทั้งอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ภายหลังจากการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่า pH มีแนวโน้มลดลงวันที่ 10 – 30 ทุกค่าปริมาณความเข้มข้นสปอร์ทั้งสองอุณหภูมิ ดังนั้นอุณหภูมิระยะเวลาในการเก็บรักษาและปริมาณความเข้มข้นของสปอร์มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างระหว่างการเก็บรักษา

ตารางที่ 4.7 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างเครื่องต้มไซเดอร์ต่อปริมาณความเข้มข้นของกล้าเชื้อในห้องปฏิบัติการ *B. coagulans* กับอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 (%w/v)						
	Control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	3.7633 ^{a,A}	3.7700 ^{ab,G}	3.7700 ^{ab,D}	3.7767 ^{b,HI}	3.7633 ^{a,G}	3.7667 ^{a,D}	3.7700 ^{ab,GH}
6	3.7633 ^{a,A}	3.7633 ^{a,G}	3.7700 ^{ab,D}	3.7733 ^{ab,HI}	3.7633 ^{a,G}	3.7667 ^{a,D}	3.7800 ^{b,I}
10	3.7633 ^{a,A}	3.6400 ^{a,A}	3.6567 ^{b,A}	3.6533 ^{ab,A}	3.6400 ^{a,A}	3.6567 ^{b,A}	3.6533 ^{ab,A}
16	3.7633 ^{a,A}	3.6967 ^{a,BC}	3.7000 ^{a,B}	3.7067 ^{a,BC}	3.6967 ^{a,BC}	3.7033 ^{a,B}	3.7167 ^{a,D}
20	3.7633 ^{a,A}	3.7267 ^{a,F}	3.7167 ^{a,BC}	3.7200 ^{a,D}	3.7200 ^{a,EF}	3.7167 ^{a,BC}	3.7300 ^{a,E}
24	3.7633 ^{a,A}	3.7133 ^{a,BC}	3.7300 ^{b,B}	3.7467 ^{c,CD}	3.7067 ^{a,B}	3.7100 ^{a,B}	3.7033 ^{a,B}
30	3.7633 ^{a,A}	3.6967 ^{ab,DE}	3.7000 ^{a,B}	3.7133 ^{b,F}	3.6900 ^{a,CD}	3.7100 ^{ab,B}	3.7000 ^{a,B}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ปริมาณความเข้มข้นสปอร์)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณกรด (%Acetic acid)

จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของเชื้อที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v พบว่าปริมาณกรดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์กรดระหว่าง 0.2 – 0.3 โดยตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องที่ปริมาณความเข้มข้นสปอร์ 0.1%w/v วันที่ 30 มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดสูงสุดที่ 0.372 และตัวอย่างทั้งสองอุณหภูมิที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v ในวันที่ 6 มีค่าเปอร์เซ็นต์กรดต่ำสุดที่ 0.318 เมื่อระยะเวลาการเก็บตัวอย่างเพิ่มมากขึ้นเปอร์เซ็นต์กรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยปริมาณเปอร์เซ็นต์ที่ได้มีความสัมพันธ์กับค่า pH เมื่อเปรียบกันระหว่างความเข้มข้นกับระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่าค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสปอร์มากขึ้นทั้งอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดจะมีค่าแนวโน้มลดลงหลังจากการเติมผงสปอร์เนื่องจาก *B. coagulans* เป็นแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกที่สามารถย่อยน้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอมอื่นๆได้ โดยกรดที่ได้จากการหมักทำให้ค่า pH ของอาหารลดลงทำให้ช่วยในการถนอมอาหารและช่วยยับยั้งจุลินทรีย์โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ดังนั้นอุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษา และปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรด

ตารางที่ 4.8 ค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรดอะซิติก (%acetic acid) ของตัวอย่างเครื่องดื่มไซเดอร์ต่อปริมาณความเข้มข้นของกล้าเชื้อในห้องปฏิบัติการ *B. coagulans* กับอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	control	ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 (%w/v)					
	control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	0.360 ^{a,A}	0.342 ^{ab,AB}	0.336 ^{ab,AB}	0.336 ^{ab,ABC}	0.318 ^{a,A}	0.312 ^{ab,A}	0.336 ^{ab,ABC}
6	0.360 ^{a,A}	0.330 ^{ab,AB}	0.348 ^{ab,AB}	0.318 ^{a,A}	0.354 ^{ab,AB}	0.330 ^{ab,AB}	0.318 ^{a,A}
10	0.360 ^{a,A}	0.336 ^{a,AB}	0.342 ^{a,AB}	0.336 ^{a,ABC}	0.330 ^{a,AB}	0.336 ^{a,AB}	0.342 ^{a,ABC}
16	0.360 ^{a,A}	0.330 ^{a,AB}	0.342 ^{a,AB}	0.354 ^{a,BC}	0.330 ^{a,AB}	0.342 ^{a,ABC}	0.342 ^{a,ABC}
20	0.360 ^{a,A}	0.336 ^{a,AB}	0.348 ^{a,AB}	0.336 ^{a,C}	0.342 ^{a,AB}	0.336 ^{a,B}	0.354 ^{a,BC}
24	0.360 ^{a,A}	0.336 ^{a,AB}	0.330 ^{a,AB}	0.342 ^{a,AB}	0.342 ^{ab,AB}	0.366 ^{c,B}	0.342 ^{a,ABC}
30	0.360 ^{a,A}	0.348 ^{a,AB}	0.366 ^{a,B}	0.354 ^{a,BC}	0.372 ^{a,AB}	0.360 ^{a,B}	0.366 ^{a,C}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ปริมาณความเข้มข้นผงสปอร์)
- (3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

4.2.3 การวิเคราะห์สมบัติเชิงกายภาพของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ระหว่างการเก็บรักษา

4.2.3.1 การวิเคราะห์ค่าของแข็งที่ละลายได้ (Soluble solids)

จากการวิเคราะห์ค่าของแข็งที่ละลายได้โดยใช้ Hand refractometer ($^{\circ}$ Brix) ซึ่งวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แบบ Factorial ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อเดียวกันของแต่ละอุณหภูมิ มีค่าของแข็งที่ละลายได้อยู่ระหว่าง 11 – 12 $^{\circ}$ Brix ซึ่งค่าของแข็งที่ละลายของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ 0.1%w/v ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 24 มีค่าของแข็งที่ละลายได้สูงสุด คือ 12.8 $^{\circ}$ Brix และตัวอย่างเครื่องดื่มไฮเดรตที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อที่ 0.5% และ 1%w/v ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 16 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ต่ำสุด คือ 11.6 $^{\circ}$ Brix โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับค่าของแข็งที่ละลายได้จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของผงสปอร์มากขึ้นทั้งสองอุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นระยะเวลาในการเก็บรักษาและปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่าของแข็งที่ละลายได้

ตารางที่ 4.9 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (soluble solids) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	Control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
	ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 (%w/v)						
0	12.1 ^{ab,AB}	12.2 ^{c,C}	12.1 ^{ab,DEF}	12.0 ^{a,CDE}	12.2 ^{ab,C}	12.0 ^{a,CDE}	12.3 ^{b,FG}
6	12.1 ^{ab,AB}	12.1 ^{ab,BC}	12.1 ^{ab,DEF}	12.1 ^{ab,DEF}	12.1 ^{ab,BC}	12.3 ^{a,F}	12.5 ^{b,G}
10	12.1 ^{ab,AB}	11.7 ^{a,A}	11.7 ^{a,AB}	11.7 ^{a,AB}	11.7 ^{a,AB}	11.8 ^{a,ABC}	11.8 ^{a,ABC}
16	12.1 ^{ab,AB}	12.0 ^{cd,BC}	11.7 ^{ab,AB}	11.8 ^{abc,ABC}	11.9 ^{bcd,AB}	11.6 ^{a,A}	11.6 ^{a,A}
20	12.1 ^{ab,AB}	12.0 ^{ab,BC}	12.0 ^{ab,CDE}	12.0 ^{ab,CDE}	12.0 ^{ab,BC}	11.9 ^{b,BCD}	12.0 ^{ab,CDE}
24	12.1 ^{ab,AB}	12.0 ^{a,BC}	12.2 ^{a,C}	12.0 ^{a,CDE}	12.8 ^{b,D}	12.7 ^{b,G}	12.2 ^{a,EF}
30	12.1 ^{ab,AB}	12.2 ^{b,C}	12.0 ^{ab,CDE}	11.9 ^{a,BCD}	12.2 ^{b,C}	12.0 ^{ab,CDE}	11.9 ^{a,BCD}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

4.2.3.2 การวิเคราะห์ค่าสี (color measurement)

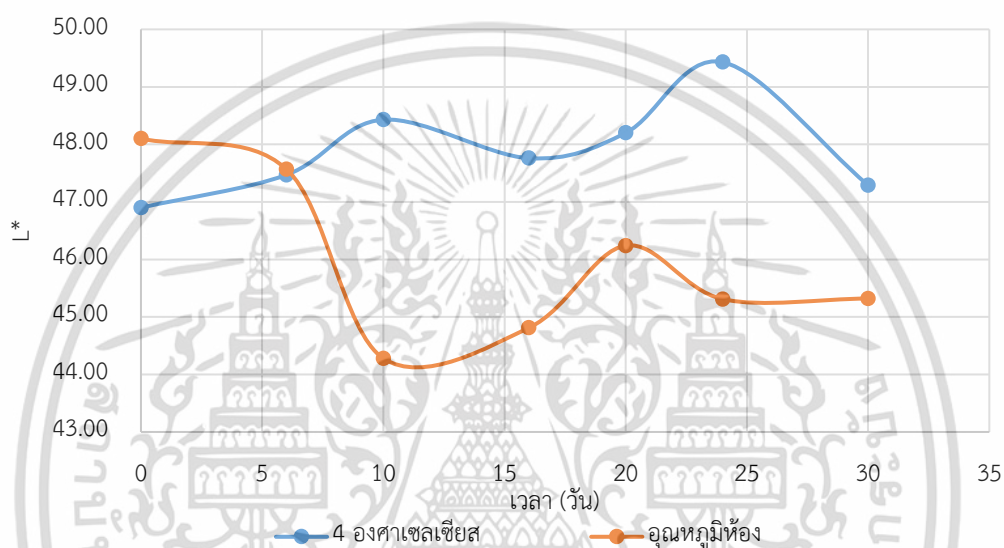
การวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) แบบ Factorial ค่า L* (ความสว่าง), ค่า a* แกนสีเขียว (-a*) จนถึงสีแดง (+a*) และ ค่า b* แกนสีจากสีน้ำเงิน (-b*) จนถึงสีเหลือง (+b*) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องกับ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของผงสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v

4.2.3.2.1 ค่า L* (ความสว่าง)

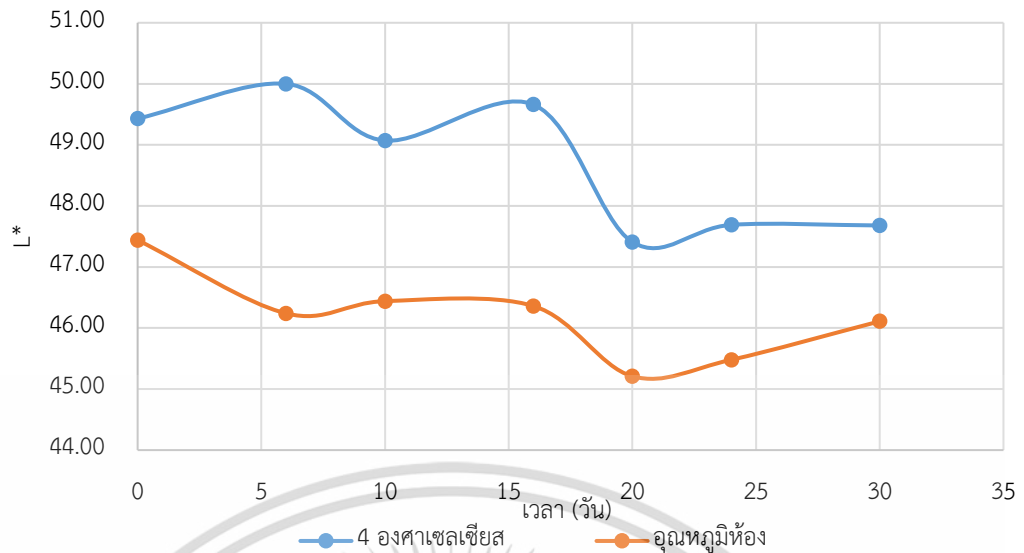
จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของค่า L* (ความสว่าง) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมสปอร์ของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของเชื้อที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับพบว่าค่าความสว่างอยู่ระหว่าง 43 - 50 โดยตัวอย่างอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสที่ปริมาณความเข้มข้นสปอร์ 1%w/v วันที่ 10 มีค่า L* สูงสุดที่ 50.89 และที่อุณหภูมิห้องที่ปริมาณความเข้มข้น 0.1%w/v วันที่ 0 มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

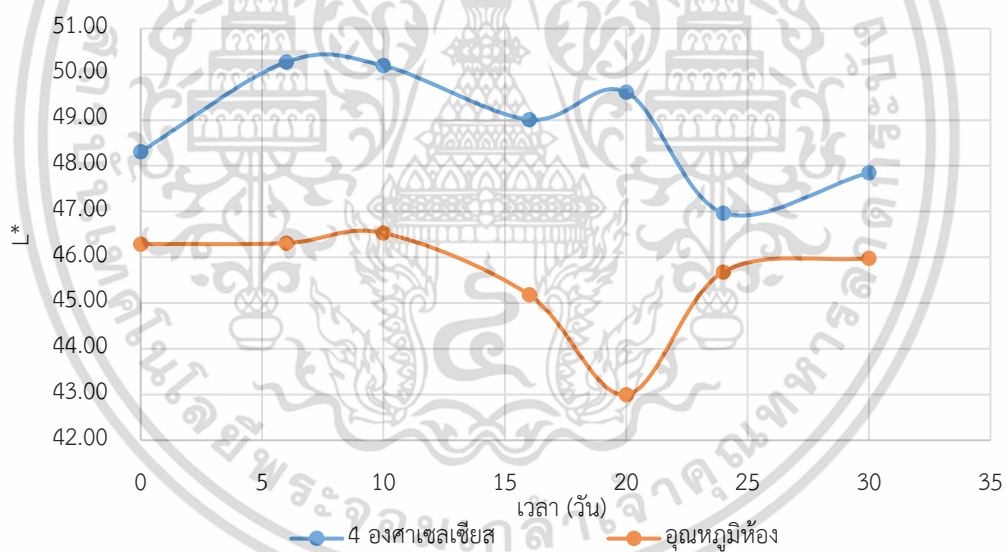
L^* ต่ำสุดที่ 48.10 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาของปริมาณสปอร์ทั้งสองอุณหภูมิมีแนวโน้ม ค่า L^* (ความสว่าง) ที่ลดลง ค่า L^* (ความสว่าง) มีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของสปอร์มากขึ้นทั้งสองอุณหภูมิ โดย เมื่อนำตัวอย่างชุดควบคุมเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เติมผงสปอร์ที่เก็บรักษา 30 วัน ทั้งสองอุณหภูมิ พบว่าที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีแนวโน้ม ค่า L^* เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่ามีแนวโน้มค่า L^* ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษาและปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่า L^* (ความสว่าง) ลดลง จะเห็นได้ว่าการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ให้ค่าความสว่างมากกว่าการเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 4.32 การเปลี่ยนของค่า L^* (ความสว่าง) ในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.33 การเปลี่ยนของค่า L* (ความสว่าง) ในเครื่องต้มน้ำสัมน้ำสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

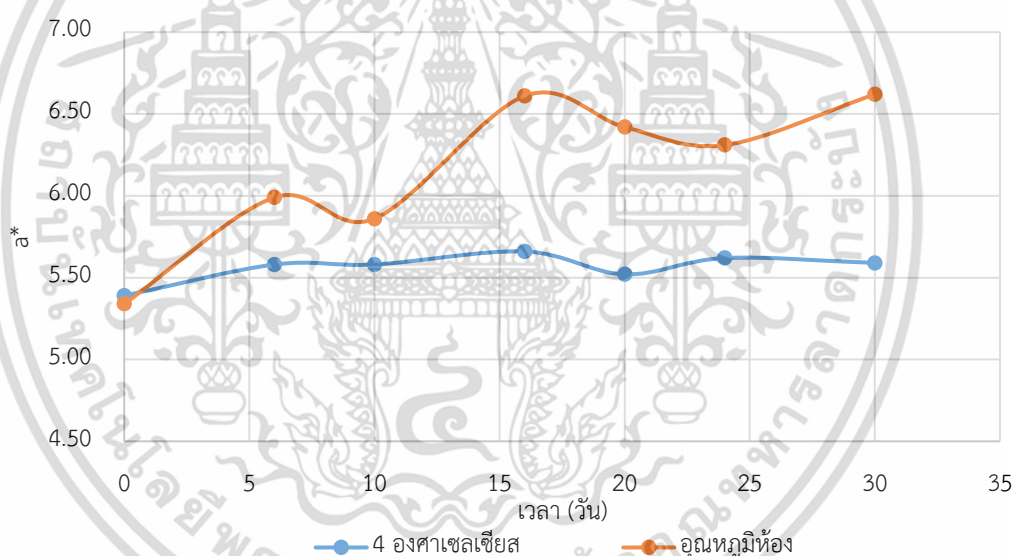


ภาพที่ 4.34 การเปลี่ยนของค่า L* (ความสว่าง) ในเครื่องต้มน้ำสัมน้ำสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

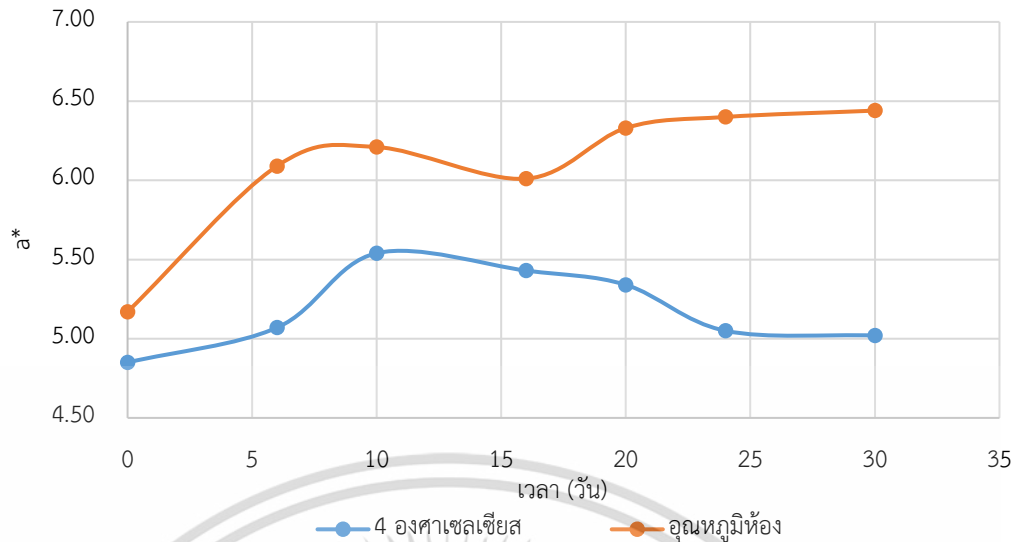
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2.2 ค่า a*

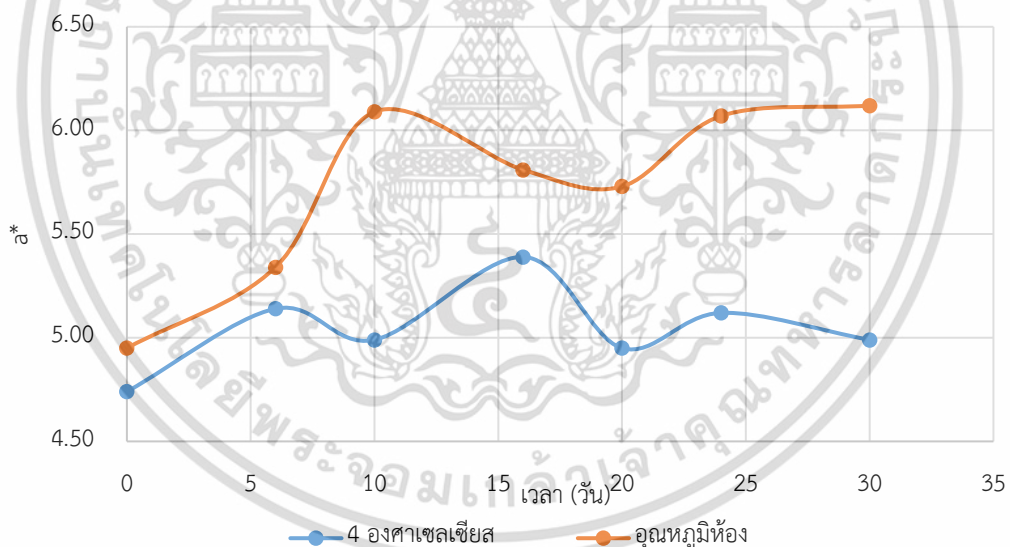
จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของค่า a* แแกนสีเขียว (-a*) จนถึงสีแดง (+a*) ของตัวอย่างเครื่องดื่ม น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมเชื้อ *B. coagulans* โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v พบว่ามีค่า a* อยู่ระหว่าง 4 - 6 โดยตัวอย่างอุณหภูมิห้องที่ปริมาณความเข้มข้นสปอร์ 0.1%w/v วันที่ 30 มีค่า a* สูงสุด ที่ 6.62 และตัวอย่างอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสปริมาณความเข้มข้น 1%w/v วันที่ 0 มีค่า a* ต่ำสุด ที่ 4.74 เวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ ค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่ความเข้มข้นสปอร์เดียวกันทั้งสองอุณหภูมิมีแนวโน้มค่า a* เพิ่มขึ้น รวมถึงการนำตัวอย่างในแต่ละความเข้มข้นกับระยะเวลา การเก็บรักษาเดียวกันมาเปรียบเทียบกันมีแนวโน้มค่า a* เพิ่มขึ้น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสทุกความเข้มข้นสปอร์ค่า a* มีแนวโน้มลดลง ขณะที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มค่า a* เพิ่มขึ้น ดังนั้น อุณหภูมิ ระยะเวลา ในการเก็บรักษาและปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่า a* สีแดง (+a*) การเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้องให้ ค่า a* ขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.35 การเปลี่ยนของค่า a* แแกนสีเขียว (-a*) จนถึงสีแดง (+a*) ในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มี ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.36 การเปลี่ยนของค่า a^* แกนสีเขียว ($-a^*$) จนถึงสีแดง ($+a^*$) ในเครื่องต้มน้ำสัมนสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

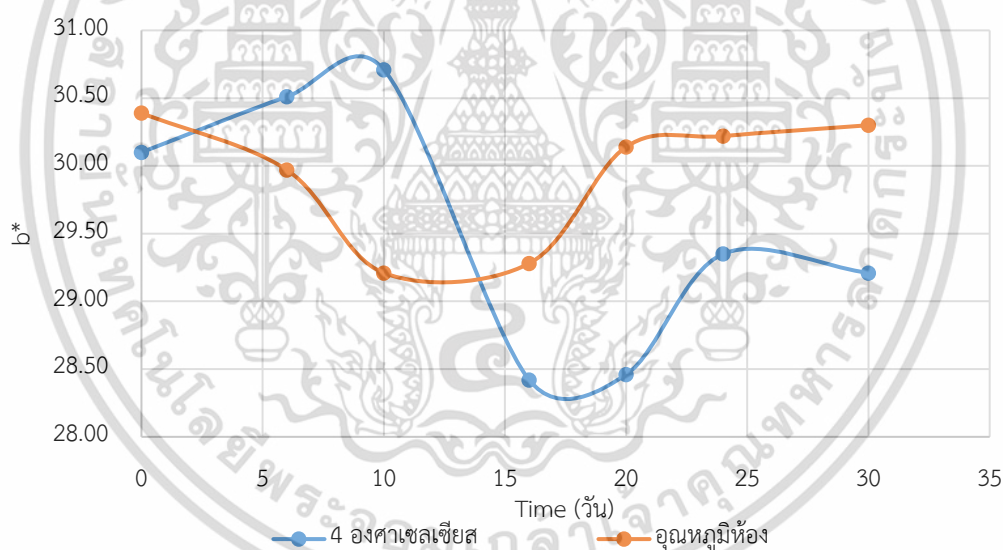


ภาพที่ 4.37 การเปลี่ยนของค่า a^* แกนสีเขียว ($-a^*$) จนถึงสีแดง ($+a^*$) ในเครื่องต้มน้ำสัมนสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

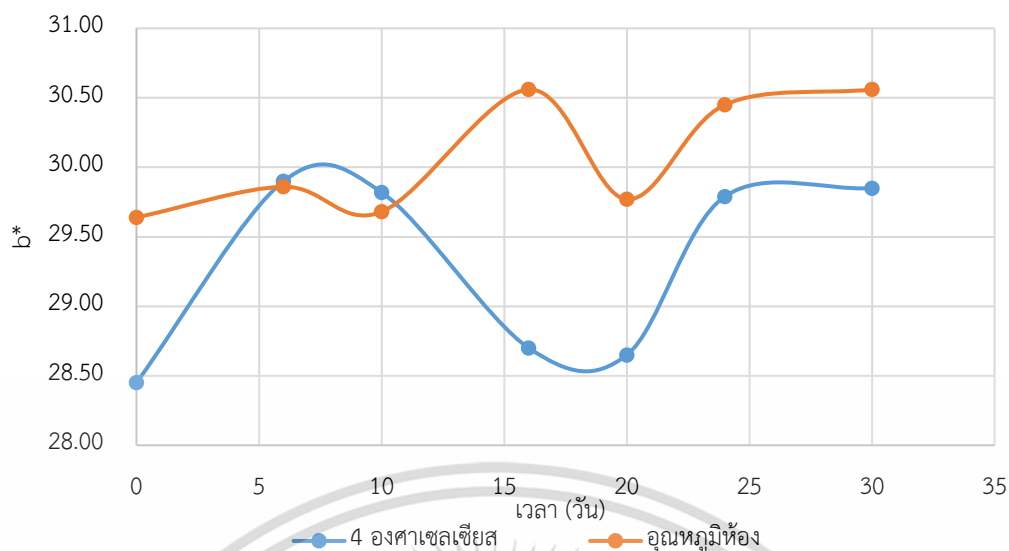
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2.3 ค่า b^*

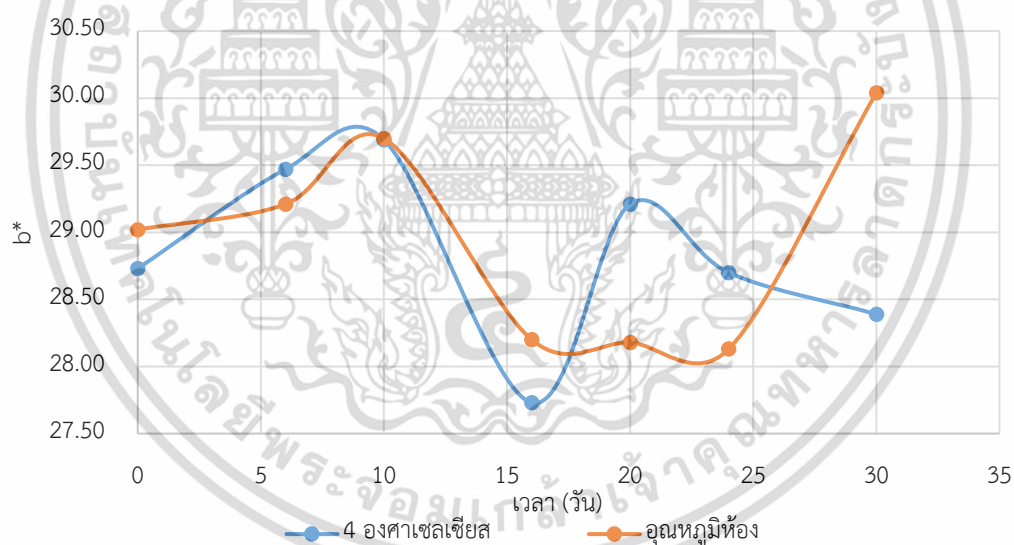
จากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของค่า b^* แกนสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$) ของตัวอย่างเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่เติมเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน ที่มีความเข้มข้นของสปอร์ที่ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v พบว่ามีค่า b^* ระหว่าง 27 - 30 โดยตัวอย่างอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสปริมาณความเข้มข้นสปอร์ 0.1%w/v ในวันที่ 10 มีค่า b^* สูงสุด ที่ 30.71 และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสปริมาณความเข้มข้นสปอร์ 1%w/v ในวันที่ 24 มีค่า b^* ต่ำสุด ที่ 28.13 ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ความเข้มข้นเดียวกัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มค่า b^* ลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นและปริมาณความเข้มข้นสปอร์มากขึ้น ขณะที่ความเข้มข้นเดียวกันของแต่ละอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มค่า b^* ลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้นและปริมาณความเข้มข้นสปอร์มากขึ้น ขณะที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มค่า b^* เพิ่มขึ้น ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาและเมื่อปริมาณความเข้มข้นมากขึ้น ดังนั้นอุณหภูมิ ระยะเวลาในการเก็บรักษา และปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์มีผลต่อค่า b^* โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องให้ค่า b^* มากกว่าการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.38 การเปลี่ยนของค่า b^* แกนสีจากสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$) ในเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.39 การเปลี่ยนของค่า b^* แกนสีจากสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$) ในเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

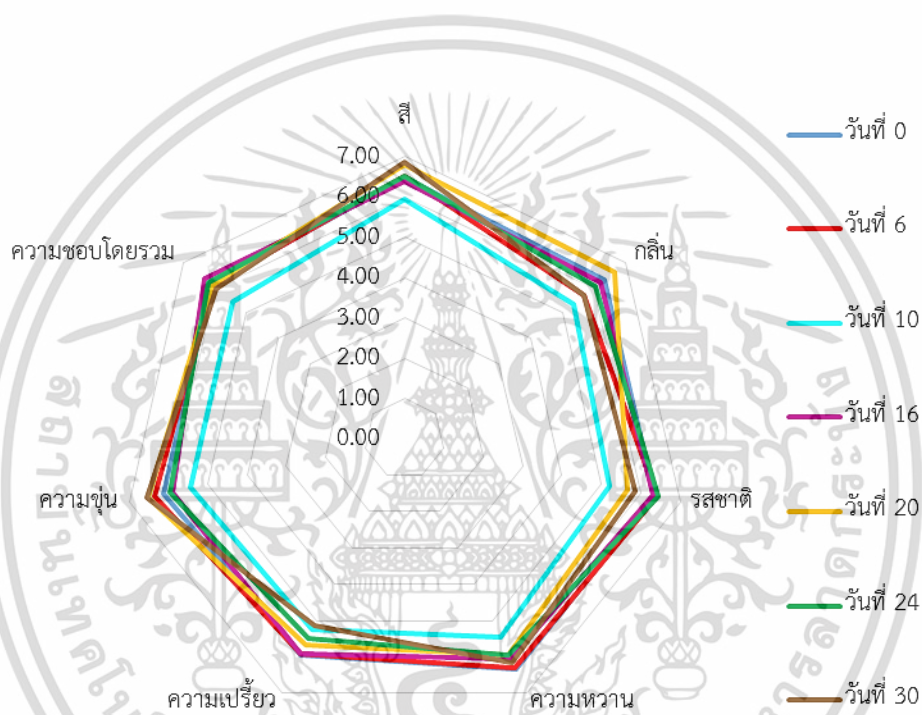


ภาพที่ 4.40 การเปลี่ยนของค่า b^* แกนสีจากสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$) ในเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ระหว่างการเก็บรักษา

ภายหลังจากใส่เชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ลงในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส (sensory test) แบบ 9-hedonic scale ทุก ๆ 5 วัน โดยใช้ผู้ชิมทั้งหมด 30 คน โดยการสุ่มแบบเป็น พบว่า ตัวอย่างควบคุมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัส (สี, กลิ่น, รสชาติ, ความหวาน, ความเปรี้ยว, ความชุ่ม และความชอบโดยรวม) ไม่มีความแตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน

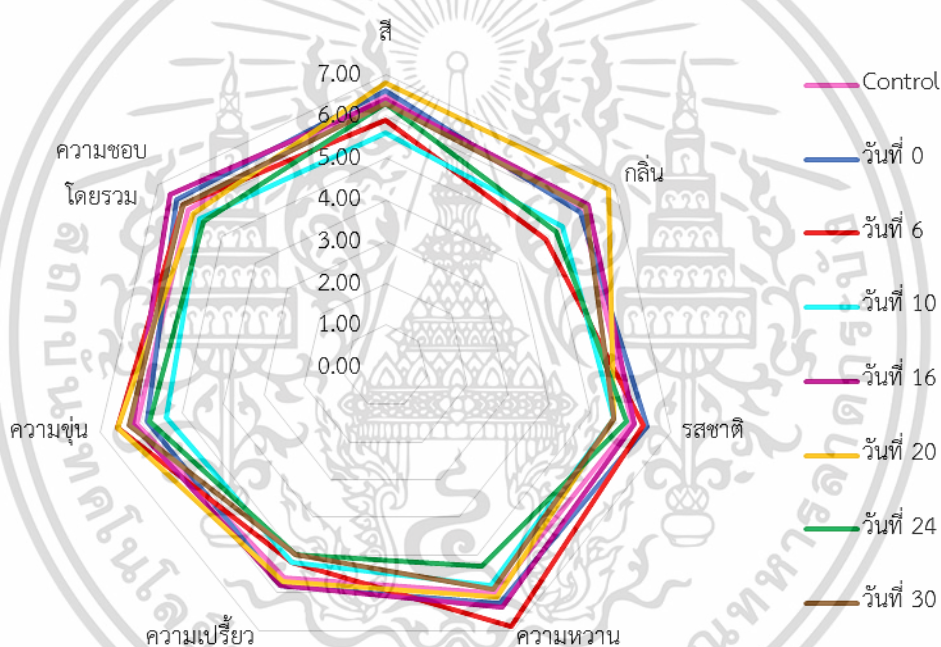


ภาพที่ 4.41 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างควบคุมเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

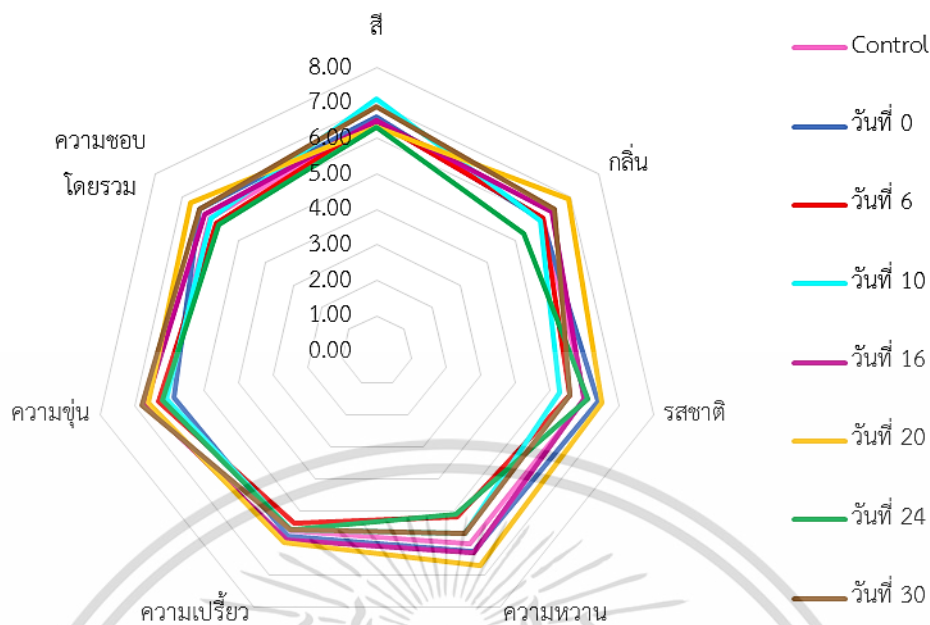
จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่า ในวันสุดท้าย (วันที่ 30) ของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้รับคะแนนทางด้านค่าสีสูงสุด (6.3 คะแนน) และคะแนนทางด้านความเปรี้ยวต่ำสุด (5 คะแนน) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า pH และปริมาณกรดอะซิติก ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้รับคะแนนทางด้านค่าสีสูงสุด (6.9 คะแนน) และคะแนนทางด้านความเปรี้ยวต่ำสุด (5.6 คะแนน) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า pH และปริมาณกรดอะซิติก โดยที่ทั้งสองอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาได้คะแนนความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างเครื่องดื่มจากทั้งสองอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า คะแนนทางด้านรสชาติและความหวานของตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มคะแนนมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีแนวโน้มคะแนนทางด้านค่าสี กลิ่น ความเปรี้ยว ความขุ่น และความชอบโดยรวมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาจากทั้งสองอุณหภูมิมิมีคะแนนทางด้านรสชาติเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้รับคะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างชุดควบคุมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



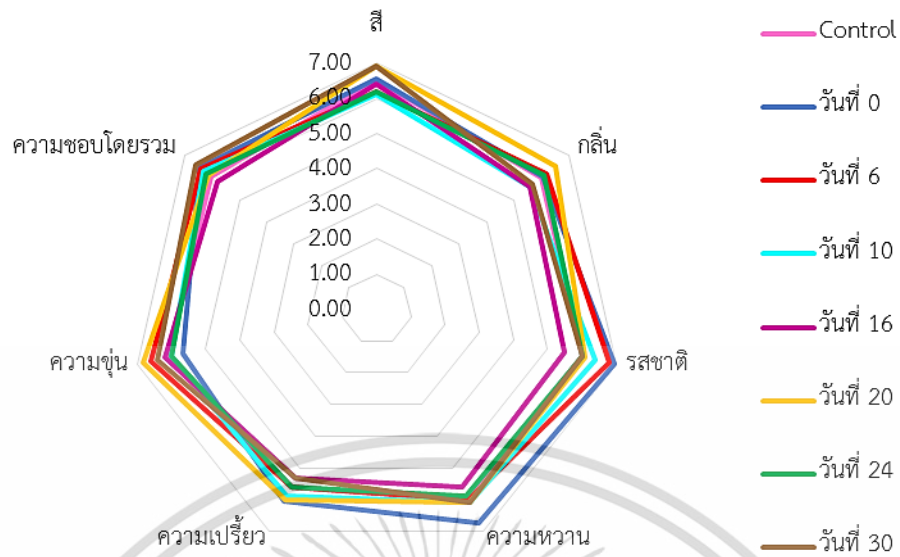
ภาพที่ 4.42 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



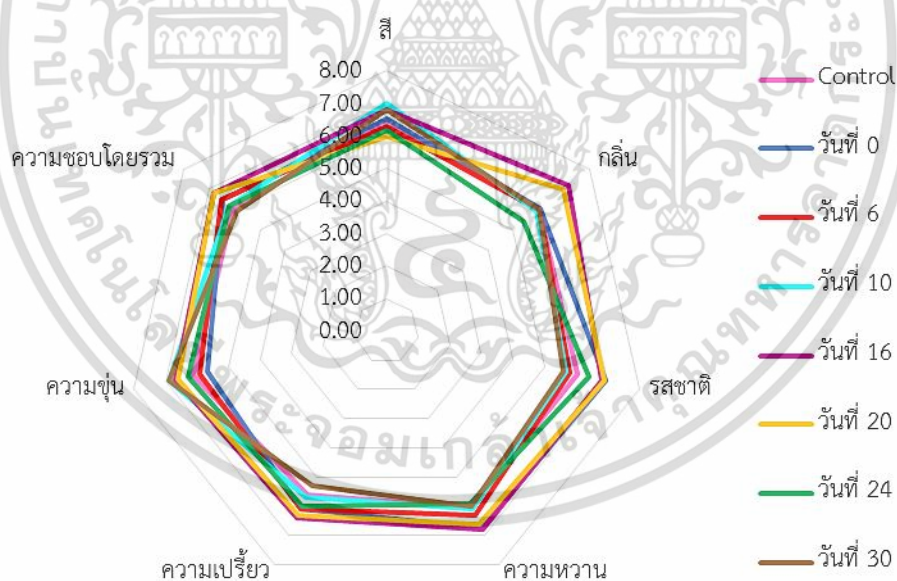
ภาพที่ 4.43 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.5%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่า ในวันสุดท้าย (วันที่ 30) ของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้รับคะแนนทางด้านค่าสีสูงสุด (6.9 คะแนน) และคะแนนทางด้านความเปรี้ยวต่ำสุด (5.3 คะแนน) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า pH และปริมาณกรดอะซิติก ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้รับคะแนนทางด้านความขุ่นสูงสุด (6.9 คะแนน) และคะแนนทางด้านความเปรี้ยวต่ำสุด (5.3 คะแนน) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า pH และปริมาณกรดอะซิติก โดยที่ทั้งสองอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีแนวโน้มคะแนนความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มคะแนนทางด้านสี รสชาติ และความหวานมากกว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ขณะที่ตัวอย่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีแนวโน้มคะแนนทางด้านกลิ่น ความเปรี้ยว ความขุ่น และความชอบโดยรวมมากกว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาจากทั้งสองอุณหภูมิมิมีคะแนนทางด้านรสชาติเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะได้คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างชุดควบคุมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



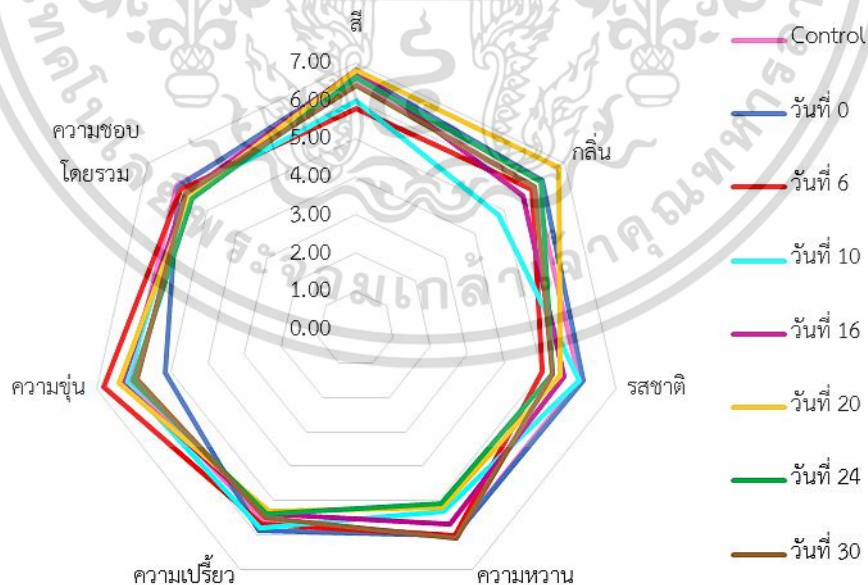
ภาพที่ 4.44 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.5%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.45 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 0.5%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

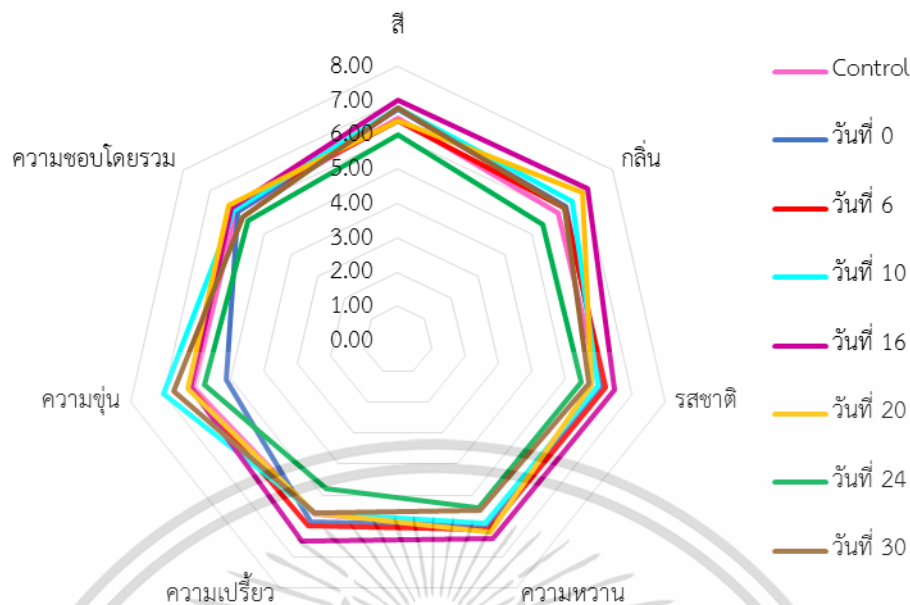
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 1%w/v ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง พบว่า ในวันสุดท้าย (วันที่ 30) ของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสได้รับคะแนนทางด้านค่าสีสูงสุด (6.4 คะแนน) และคะแนนทางด้านรสชาติต่ำสุด (5.3 คะแนน) ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้คะแนนทางด้านสีสูงสุด (6.8 คะแนน) และคะแนนทางด้านความหวานต่ำสุด (5.5 คะแนน) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) โดยที่ทั้งสองอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาได้รับคะแนนความชอบโดยรวมลดลงเมื่อระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเพิ่มขึ้น โดยคะแนนทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความเปรี้ยว ความขุ่น และความชอบโดยรวมของตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มคะแนนมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และตัวอย่างเครื่องดื่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะมีแนวโน้มคะแนนทางด้านค่าความหวานมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจากการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มจากวันแรกจนถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสมีคะแนนทางด้านรสชาติเปลี่ยนแปลงมากที่สุด ขณะที่ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีคะแนนทางด้านความขุ่นเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะได้คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างชุดควบคุมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.46 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.47 ค่าการประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 1%w/v ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ดังนั้นเมื่อเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเพิ่มขึ้นจากการประเมินค่าทางสถิติ พบว่า ตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้องมีแนวโน้มคะแนนทางด้านค่าสี และความชุ่มเพิ่มขึ้นและคะแนนทางด้านกลิ่น รสชาติ ความหวาน ความเปรี้ยวและความชอบโดยรวมลดลง เมื่อความเข้มข้นของปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 และระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเครื่องดื่มจากการเก็บรักษาทั้งสองอุณหภูมิจะได้รับคะแนนทางด้านความเปรี้ยวลดลง ทั้งนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มมีผลต่อคะแนนทางด้านรสชาติและตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ทุกความเข้มข้น (0.1%, 0.5% และ 1% w/v) ซึ่งจากคะแนนความชอบโดยรวมของตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีปริมาณเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ทุกความเข้มข้นจากการเก็บรักษาทำให้เห็นได้ว่าอุณหภูมิห้องเป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มได้ดีที่สุด

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการศึกษาการตรวจสอบอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติกจากสปอร์ของ *Bacillus coagulans* พบว่า การรอดชีวิตของจุลินทรีย์ *B. coagulans* (Ganeden BC30) ในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยภายหลังการบรรจุในตัวอย่างเครื่องดื่ม โดยมีความเข้มข้นของผงสปอร์ทางการค้า (BC30) คือ 0.1%, 0.5% และ 1%w/v โดยกำหนดเกณฑ์ในการทดสอบอายุการเก็บรักษาที่จำนวนจุลินทรีย์โพรไบโอติกไม่น้อยกว่า 10^6 CFU/g โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน เชื้อจุลินทรีย์มีแนวโน้มในการเจริญของเชื้อลดลง เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ที่กำหนด ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงสปอร์ BC30 ทุกความเข้มข้นมีอายุการเก็บรักษา 30 วัน ขณะที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงสปอร์ BC30 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v และ 0.5 %w/v มีอายุการเก็บรักษา 30 วัน ขณะที่ความเข้มข้น 0.1%w/v มีอายุการเก็บรักษา 20 วัน อุณหภูมิที่เก็บรักษาได้ดีคือ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส การวิเคราะห์ค่าทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตลอดการเก็บรักษาอยู่ในช่วง pH 3.7 – 3.9 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสปอร์ และปริมาณเปอร์เซ็นต์กรด (%Acetic acid) มีแนวโน้มลดลงภายหลังการเติมผงสปอร์ทั้งอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง ในส่วนของการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) อยู่ในช่วง 12 – 13 $^{\circ}$ Brix มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของผงสปอร์ ทั้งอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง และการวิเคราะห์ค่าสี (color measurement) ค่า L^* (ความสว่าง) การเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ให้ค่าความสว่างมากกว่าการเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาของปริมาณสปอร์ทั้งสองอุณหภูมิมีแนวโน้ม ค่า L^* ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสปอร์มากขึ้น ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบว่าค่าความสว่างลดลง ในส่วนของค่า a^* การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องให้สีเข้มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการเก็บรักษาและความเข้มข้นของสปอร์ของทั้งสองอุณหภูมิมิแนวโน้มค่า a^* เพิ่มขึ้น ส่วนค่า b^* การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องให้ค่า b^* มากกว่าการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส โดยการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาตัวอย่างเครื่องดื่มทั้งสองอุณหภูมิของทุกความเข้มข้น พบว่า ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจะได้คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างชุดควบคุมมากกว่าตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสปอร์มีผลกระทบต่อค่าวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสในด้านความเปรี้ยว

ขณะเดียวกัน *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในตัวอย่างเครื่องดื่ม พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 30 วัน แนวโน้มการเจริญของเชื้อลดลง เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์โพรไบโอติกอยู่ในเครื่องดื่ม พบว่า อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส มีตัวอย่างน้ำอ้อยที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ความเข้มข้น 1%w/v และ 0.1%w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 10 วัน ส่วนปริมาณความเข้มข้น

0.5%w/v มีอายุการเก็บรักษา 30 วัน ขณะที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างน้ำอ้อยที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ปริมาณความเข้มข้น 1%w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 30 วัน ขณะที่ปริมาณความเข้มข้น 0.5%w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 16 วัน ขณะที่ตัวอย่างน้ำอ้อยที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ความเข้มข้น 0.1%w/v มีอายุการเก็บรักษาที่ 10 วัน โดยอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ อุณหภูมิห้อง ในขณะที่เชื้อ *B. coagulans* (BC30) มีแนวโน้มการเจริญของปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นในช่วงแรก และเริ่มลดลงในช่วงวันที่ 10 ของการเก็บรักษา ซึ่งที่มีอุณหภูมิการเก็บรักษาที่ดีที่สุด คือ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ขณะที่เชื้อ *B. coagulans* ATCC มีแนวโน้มการลดลงของปริมาณเชื้ออย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีการวิเคราะห์ค่าทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตลอดการเก็บรักษาอยู่ในช่วง pH 3.6 – 3.7 ในขณะที่ค่าปริมาณเปอร์เซ็นต์กรด (%Acetic acid) มีแนวโน้มลดลงทั้งอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง ส่วนการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) อยู่ในช่วง 11 – 12 $^{\circ}$ Brix ซึ่งมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีระยะเวลาในการเก็บรักษาและความเข้มข้นของเชื้อมากขึ้นทั้งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิห้อง และการวิเคราะห์ค่าสี (color measurement) ค่า L^* (ความสว่าง) การเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส ให้ค่าความสว่างมากกว่าการเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาของปริมาณสปอร์ทั้งสองอุณหภูมิมีแนวโน้ม ค่า L^* ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสปอร์มากขึ้น ในส่วนค่า a^* การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องให้สีเข้มขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส จากผลทางด้านเคมี และกายภาพทั้งหมดทำให้เห็นได้ว่าตัวอย่างที่มีเชื้อทั้ง *B. coagulans* (BC30) และ *B. coagulans* ATCC มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณเปอร์เซ็นต์กรด (%Acetic acid), ค่าของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$ Brix) และการวิเคราะห์ค่าสีที่มีความสอดคล้องกัน ส่วนค่า b^* การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องให้ค่า b^* มากกว่าการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่ความเข้มข้นเดียวกันของแต่ละอุณหภูมิ ส่วนการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสตัวอย่างเครื่องดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะได้คะแนนจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับตัวอย่างชุดควบคุมมากกว่าการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส โดยการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสปอร์มีผลกระทบต่อค่าวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติ

จากผลการทดลองทั้งหมดจะเห็นได้ว่าผงสปอร์ทางการค้า *B. coagulans* (Ganeden BC30) เหมาะสมในการนำมาใช้กับเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักมากที่สุด เนื่องจากผงสปอร์ทางการค้า (BC30) สามารถรอดชีวิตในเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยได้ทุกความเข้มข้น (0.1%, 0.5% และ 1%w/v) ซึ่งตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีผงสปอร์ BC30 ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ส่วนตัวอย่างเครื่องดื่มที่มีเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และเพื่อให้ได้คะแนนทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุดควรใช้เชื้อ *B. coagulans* ATCC7050 ที่ความเข้มข้น 0.5%w/v ซึ่งพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยรวมของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยที่มีเชื้อ *B. coagulans* ทั้งสองชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ขวดแก้วที่ปิดสนิทที่ใช้บรรจุตัวอย่างเครื่องต้ม น้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยมีสนิมเกิดขึ้นที่บริเวณฝาขวด ซึ่งเกิดขึ้นก่อนบรรจุผงสปอร์ทางการค้าและเชื้อ *B. coagulans* ATCC7050

5.2.2 การเก็บตัวอย่างเครื่องต้มที่มีการเติมผงสปอร์ทางการค้า *B. coagulans* (BC30) เป็นระยะเวลานาน ๆ จะทำให้น้ำอ้อยไซเตอร์มีรสชาติเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีรสชาติขม

5.2.3 เนื่องจากตัวอย่างเครื่องต้มมีรสชาติเปรี้ยวมาก เวลารับประทานจึงทำให้มีความรู้สึกแสบคอ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข. 2554. การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:
http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/V.English/No.%20339%20Use%20of%20Probiotic%20Microorganisms%20in%20Foods.pdf. 3 มิถุนายน 2563.
- เบ็ญจรัก วายุภาพ. 2542. การผลิตน้ำอ้อยผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:
<http://library.dip.go.th/multim/edoc/06242.pdf>. 3 มิถุนายน 2563.
- วรรณดี มหรรณพกุล, ขนิษฐา อินทร์ประสิทธิ์, ปิติ กาลธียนันท์ และปัญญยศ มงคลชาติ. 2555. ไซเตอร์... เครื่องดื่มรูปแบบใหม่เพื่อสุขภาพ สารหน้ารู้. กรมวิทยาศาสตร์บริการ.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:
http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2555_60_188_p8-9.pdf. 3 มิถุนายน 2563.
- ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2560. โอกาสทำเงินเกาะกระแสอาหารสุขภาพ.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:
<https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Documents/HealthyFoodBusinessGrowth.pdf>. 3 มิถุนายน 2563.
- Elshagabee, F. M. F., Rokana, N., Gulhane, R. D., Sharma, C., & Panwar, H. 2017. *Bacillus* as potential probiotics: Status, concerns, and future perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1490.
- FAO/WHO (2002). *Report of a joint FAO/WHO expert consultation on guidelines for the evaluation of probiotics in food*. London: World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Food ingredients Asia. 2019. เทรนด์อาหารและเครื่องดื่ม.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:
http://edm01.ubmthailand.com/2019/FiAsia2019/vol11_23_08_2019/Fi_Asia_vol11_16_08_2019_TH-RunningPage02.HTML. 3 มิถุนายน 2563.
- Karu, R., & Sumeri, I. 2016. Survival of *Lactobacillus rhamnosus* GG during simulated gastrointestinal conditions depending on food matrix. *Journal of Food Research*, 5, 57.
- Majeed, M., Majeed, S., Nagabhushanam, K., Natarajan, S., Sivakumar, A., & Ali, F. 2016. Evaluation of the stability of *Bacillus coagulans* MTCC 5856 during processing and storage of functional foods. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 894–901.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- MITR PHOL ModernFarm. 2561. “น้ำอ้อย” สมุนไพรสารพัดประโยชน์.[ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:
<http://www.mitrpholmodernfarm.com/news/2018/04/น้ำอ้อย-สมุนไพรสารพัดประโยชน์>.
 3 มิถุนายน 2563.
- Muhammed Majeed and Reza Kamarei, 2012. *Bacillus coagulans*: Probiotic of choice.
 [Online]. Available: <https://sabinsa.com/newsroom/articles/bacillus-coagulans-probiotic-of-choice-nutracos-march-april-2012.pdf>. 3 มิถุนายน 2563.
- Muhammed Majeed, Shaheen Majeeda, Kalyanam Nagabhushanam, Sivakumar Arumugama, Kirankumar Beede, Furqan Ali. 2019. Evaluation of probiotic *Bacillus coagulans* MTCC 5856 viability after tea and coffee brewing and its growth in GIT hostile environment. *Food Research International* 121. 497–505.
- Jäger, R., Purpura, M., Farmer, S., Cash, H., & Keller, D. 2018. Probiotic *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 Improves Protein Absorption and Utilization. *Probiotics and Antimicrobial Proteins* 10:611–615.
- Succi, M., Tremonte, P., Pannella, G., Tipaldi, L., Cozzolino, A., Coppola, R., & Sorrentino, E. 2017. Survival of commercial probiotic strains in dark chocolate with high cocoa and phenols content during the storage and in a static in vitro digestion model. *Journal of Functional Foods*, 35, 60–67.
- Tanvi et al. (2018). Probiotic *Bacillus coagulans* MTCC 5856 spores exhibit excellent in-vitro functional efficacy in simulated gastric survival, mucosal adhesion and immunomodulation. *Journal of Functional Foods* 52. 100–108.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

ก.1 วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหาร Tryptone Soya Broth (TSB)

Tryptone Soya Broth (TSB)	17.0	g
Soya peptone	3.0	g
Sodium chloride	5.0	g
Dipotassium hydrogen phosphate	2.5	g
Dextrose (Glucose)	2.5	g
pH	7.3 ± 0.2	
ผงวุ้น	15.0	g
น้ำกลั่น	1000	ml

ชั่ง TSA ลงในน้ำ 1 ลิตร คนให้ละลาย นำไปอุ่นในไมโครเวฟ จนอาหารเลี้ยงเชื้อใส แล้วใส่ในขวด M นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2. อาหาร Potato Dextrose Agar (PDA)

มันฝรั่ง	200	g
น้ำตาล Dextrose	20	g
ผงวุ้น	20	g
น้ำกลั่น	1000	ml
pH	7.0 ± 0.2	

ชั่ง PDA ลงในน้ำ 1 ลิตร คนให้ละลาย นำไปอุ่นในไมโครเวฟ จนอาหารเลี้ยงเชื้อใส แล้วใส่ในขวด M นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

3. Buffered Peptone Water

Proteose peptone	10.0 g
Sodium chloride	5.0 g
Dipotassium hydrogen phosphate	3.5 g
Potassium dihydrogen phosphate	1.5 g
pH	7.3 ± 0.2
น้ำกลั่น	1000 ml

ซึ่ง Buffered Peptone Water ลงในน้ำ 1 ลิตร คนให้ละลาย แล้วใส่ในหลอดทดลอง ปิดฝาหลอดทดลอง นำใส่ถุงร้อน มัดให้เรียบร้อย นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave) ที่ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

คำชี้แจง

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสฉบับนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาปริมาณสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* ที่รอดชีวิตในผลิตภัณฑ์ आयुการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักจากน้ำอ้อยเสริมโพรไบโอติก อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด จึงขอความอนุเคราะห์จากการตอบแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสฉบับนี้ ให้ครบทุกข้อตามความเห็นโดยอิสระ และนำเสนอผลการศึกษาในภาพรวมเท่านั้น ความคิดเห็นของท่านจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป ผู้ศึกษาขอขอบคุณในความร่วมมือของท่าน ครั่งนี้

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ใน หน้าข้อความและเติมข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์ที่ตรงกับความเป็นจริงหรือตามความคิดเห็นของท่าน

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

- เพศ : ชาย หญิง
- อายุ : 15-25 ปี 26-35 ปี 36-45 ปี 46-55 ปี
 55 ปีขึ้นไป
- อาชีพ : นักศึกษา พนักงานในมหาวิทยาลัย พนักงานเอกชน
 อื่น ๆ.....

การประเมินคะแนนความชอบ (คะแนน 1 – 9)

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

	ตัวอย่าง 1	ตัวอย่าง 2	ตัวอย่าง 3	ตัวอย่าง 4
1. สี	_____	_____	_____	_____
2. กลิ่น	_____	_____	_____	_____
3. รสชาติ	_____	_____	_____	_____
4. ความหวาน	_____	_____	_____	_____
5. ความเปรี้ยว	_____	_____	_____	_____
6. ความชุ่ม	_____	_____	_____	_____
7. ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____	_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้วงนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ :

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ของผงสปอร์ *Bacillus coagulans*: Ganeden
BC30 และเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในเครื่องต้ม
น้ำสัสมายชูหมักจากน้ำอ้อย

ตารางที่ ค.1 ปริมาณผงสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* (BC30) ในตัวอย่างเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมัก
ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส			อุณหภูมิห้อง		
	ปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์					
	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	$(5.5 \times 10^6)^{a,E}$	$(6 \times 10^8)^{b,E}$	$(1.25 \times 10^{10})^{c,F}$	$(5.5 \times 10^6)^{a,E}$	$(6 \times 10^8)^{b,E}$	$(1.25 \times 10^{10})^{c,F}$
5	$(4.5 \times 10^7)^{a,F}$	$(1.8 \times 10^{10})^{c,F}$	$(3.95 \times 10^9)^{b,E}$	$(3.95 \times 10^9)^{b,H}$	$(1.45 \times 10^{11})^{d,G}$	$(3.15 \times 10^{13})^{e,I}$
10	$(1.41 \times 10^9)^{a,G}$	$(4 \times 10^{11})^{c,H}$	$(2.9 \times 10^{13})^{f,H}$	$(8.05 \times 10^{11})^{d,I}$	$(7.5 \times 10^9)^{b,F}$	$(1.8 \times 10^{13})^{e,G}$
25	$(1.04 \times 10^6)^{b,C}$	$(5.4 \times 10^7)^{d,B}$	$(3.15 \times 10^7)^{c,A}$	$(4.7 \times 10^5)^{a,A}$	$(6.45 \times 10^7)^{e,C}$	$(1.01 \times 10^8)^{f,B}$
31	$(2.09 \times 10^6)^{b,D}$	$(1.19 \times 10^8)^{d,D}$	$(9.5 \times 10^8)^{f,D}$	$(6.45 \times 10^5)^{a,B}$	$(2.13 \times 10^6)^{c,A}$	$(1.47 \times 10^8)^{e,C}$

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

ตารางที่ ค.2 ค่า L* (ความสว่าง) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักต่อปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	ปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์						
	control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	47.5 ^{f,D}	50.21 ^{e,N}	47.4233 ^{d,M}	40.4633 ^{b,I}	50.3233 ^{f,O}	45.1467 ^{c,K}	40.01 ^{a,G}
5	47.5 ^{f,F}	49.3633 ^{g,I}	44.4267 ^{c,I}	40.2133 ^{b,H}	47.0267 ^{e,E}	44.6267 ^{d,J}	38.77 ^{a,F}
10	47.5 ^{f,E}	49.83 ^{g,M}	39.8733 ^{c,A}	38.0133 ^{b,D}	47.56 ^{f,G}	41.6733 ^{d,E}	37.3667 ^{a,B}
15	47.5 ^{f,F}	49.7567 ^{g,L}	45.72 ^{d,L}	42.68 ^{c,K}	46.3133 ^{e,C}	40.3233 ^{b,B}	37.5033 ^{a,C}
20	47.5 ^{f,F}	48.9033 ^{g,H}	43.2267 ^{d,G}	40.45 ^{b,I}	46.7367 ^{e,D}	42.0967 ^{c,F}	36.89 ^{a,A}
25	47.5 ^{f,F}	49.48 ^{g,K}	45.1333 ^{d,K}	38.5567 ^{b,E}	45.3633 ^{e,A}	40.77 ^{c,C}	37.3533 ^{a,B}
31	47.5 ^{f,F}	49.22 ^{g,I}	43.9467 ^{d,H}	40.6 ^{b,I}	45.9667 ^{e,B}	41.5267 ^{c,D}	38.0367 ^{a,D}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ค่า a* แกนสีเขียว (-a*) จนถึงสีแดง (+a*) ของตัวอย่างเครื่องต้มน้ำสัสมายชูหมักต่อปริมาณ ความเข้มข้นของผงสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	6.4000 ^{d,D}	5.7133 ^{b,AB}	5.6467 ^{ab,A}	5.8333 ^{c,B}	5.6933 ^{b,A}	5.6067 ^{a,A}	5.6933 ^{b,A}
5	6.4000 ^{d,D}	5.7600 ^{a,BC}	5.8700 ^{b,C}	6.1000 ^{c,D}	6.9233 ^{f,I}	6.4267 ^{d,E}	6.7667 ^{e,G}
10	6.4000 ^{d,C}	5.8000 ^{a,C}	6.3700 ^{c,E}	5.9300 ^{b,C}	6.7367 ^{e,H}	6.6367 ^{d,F}	7.1167 ^{f,H}
15	6.4000 ^{d,D}	5.8067 ^{a,CD}	5.7500 ^{a,B}	5.7600 ^{a,AB}	7.6800 ^{c,L}	7.7567 ^{d,I}	7.6733 ^{c,I}
20	6.4000 ^{d,D}	5.8667 ^{a,DE}	6.1700 ^{c,D}	5.9900 ^{b,C}	7.4833 ^{e,K}	7.5500 ^{e,G}	7.9300 ^{f,J}
25	6.4000 ^{d,C}	5.8933 ^{a,E}	5.9333 ^{a,C}	6.2067 ^{b,E}	7.3900 ^{d,J}	8.0867 ^{f,J}	7.7133 ^{e,I}
31	6.4000 ^{d,C}	6.0000 ^{b,F}	5.8800 ^{a,C}	5.9833 ^{b,C}	7.3900 ^{d,J}	7.6400 ^{e,H}	7.9733 ^{f,J}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

ตารางที่ ค.4 ค่า b^* แกนสีจากสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึงสีเหลือง ($+b^*$) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมัก ต่อปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ของเชื้อ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	31.2533 ^{f,F}	29.8600 ^{d,B}	30.7367 ^{e,E}	29.2600 ^{b,F}	31.5633 ^{g,G}	29.6967 ^{c,C}	28.9000 ^{a,E}
5	31.2533 ^{f,F}	29.8100 ^{c,B}	29.3867 ^{b,AB}	28.4833 ^{a,BC}	30.6000 ^{d,D}	30.7333 ^{e,E}	29.4733 ^{b,G}
10	31.2533 ^{f,F}	28.8433 ^{c,A}	29.3367 ^{d,A}	28.2767 ^{a,A}	30.4900 ^{e,D}	29.3100 ^{d,A}	28.6067 ^{b,CD}
15	30.9367 ^{f,F}	29.8033 ^{c,C}	29.4400 ^{b,D}	28.7400 ^{a,H}	31.8600 ^{g,EF}	30.9367 ^{e,EF}	30.4833 ^{d,I}
20	31.2533 ^{f,F}	29.8033 ^{c,B}	29.4400 ^{b,AB}	28.7400 ^{a,D}	31.8600 ^{g,H}	30.9367 ^{e,EF}	30.4833 ^{d,J}
25	31.2533 ^{f,E}	29.8633 ^{c,B}	29.4367 ^{b,AB}	28.4300 ^{a,B}	31.2100 ^{e,E}	31.4667 ^{f,H}	30.7633 ^{d,K}
31	31.2533 ^{f,E}	29.8233 ^{c,B}	29.5067 ^{b,B}	28.6733 ^{a,D}	31.3333 ^{e,F}	32.0933 ^{f,I}	30.8833 ^{d,K}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

ตารางที่ ค.5 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านสี) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	5.9675 ^a	5.9675 ^{ab}
5	5.6800 ^a	5.6800 ^a
10	6.7575 ^b	6.2500 ^{ab}
15	6.3975 ^b	6.1900 ^{ab}
20	6.5875 ^b	6.0375 ^{ab}
25	5.7775 ^a	6.4250 ^b
31	5.9000 ^a	6.4000 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.6 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านสี) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของสปอร์	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	6.7800 ^d	6.7043 ^c
0.1%	6.4086 ^c	6.2214 ^b
0.5%	5.8500 ^b	6.1314 ^b
1%	5.5714 ^a	5.4857 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านกลิ่น) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	5.0150 ^a	5.0150 ^a
5	5.1950 ^a	5.1950 ^{ab}
10	6.2950 ^{cd}	5.7650 ^c
15	6.5500 ^d	5.6725 ^{bc}
20	6.1925 ^{cd}	5.6425 ^{bc}
25	5.8525 ^{bc}	5.9750 ^c
31	5.4825 ^{ab}	5.8000 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.8 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านกลิ่น) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของสปอร์	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	5.6029 ^a	5.2829 ^a
0.1%	5.8343 ^a	5.6329 ^{ab}
0.5%	6.0143 ^a	5.8071 ^b
1%	5.7386 ^a	5.6000 ^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.9 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านรสชาติ) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	4.9700 ^a	4.9700 ^a
5	5.0250 ^a	5.0250 ^a
10	6.1175 ^{bc}	6.2775 ^b
15	5.5300 ^{ab}	5.3925 ^{ab}
20	6.6300 ^c	5.3750 ^{ab}
25	5.3550 ^a	5.7500 ^{bc}
31	5.5850 ^{ab}	5.5750 ^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.10 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านรสชาติ) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของสปอร์	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	5.7271 ^a	5.8300 ^b
0.1%	5.7229 ^a	5.6625 ^b
0.5%	5.5786 ^a	5.5614 ^b
1%	5.3786 ^a	4.8686 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.11 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความหวาน) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	4.6725 ^a	4.6725 ^a
5	5.4400 ^b	5.4400 ^{ab}
10	6.2450 ^c	5.7625 ^{bc}
15	5.6475 ^b	5.2500 ^{ab}
20	6.3400 ^c	5.4400 ^{ab}
25	5.5275 ^b	6.4250 ^c
31	5.5500 ^b	5.5750 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.12 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความหวาน) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของสปอร์	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	5.6271 ^a	5.4029 ^{ab}
0.1%	5.6543 ^a	5.7329 ^b
0.5%	5.6986 ^a	5.8114 ^b
1%	5.5471 ^a	5.0900 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.13 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความเปรี้ยว) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
10	6.0775 ^b	5.0125 ^a
15	5.5900 ^{ab}	5.0650 ^a
20	6.0100 ^b	5.4900 ^a
25	5.3450 ^a	5.8750 ^a
31	5.0650 ^a	5.6000 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.14 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความเปรี้ยว) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของสปอร์	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	5.7340 ^a	5.4760 ^b
0.1%	5.5820 ^a	5.8460 ^b
0.5%	5.6100 ^a	5.5880 ^b
1%	5.5440 ^a	4.7240 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.15 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความชุ่ม) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	5.7700 ^b	5.7700 ^{ab}
5	5.4100 ^a	5.4100 ^a
10	6.8400 ^d	5.7925 ^{ab}
15	5.7000 ^b	5.8450 ^{ab}
20	6.2850 ^c	5.6550 ^{ab}
25	5.6650 ^b	6.2750 ^b
31	5.1000 ^a	5.8500 ^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.16 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความชุ่ม) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของสปอร์	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	6.7800 ^d	6.3971 ^c
0.1%	6.1000 ^c	6.0014 ^{bc}
0.5%	5.4114 ^b	5.7457 ^b
1%	5.0057 ^a	5.0543 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.17 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความชอบโดยรวม) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	5.1775 ^a	5.1775 ^a
5	5.3600 ^{ab}	5.3600 ^a
10	6.5350 ^c	6.1800 ^{bc}
15	5.6350 ^{ab}	5.7825 ^{ab}
20	6.4975 ^c	5.4975 ^a
25	5.7225 ^b	6.5250 ^c
31	5.7350 ^b	5.7250 ^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.18 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความชอบโดยรวม) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของผงสปอร์ *Bacillus coagulans* (BC30) ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของสปอร์	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	6.0814 ^b	5.9714 ^b
0.1%	5.9143 ^b	6.1214 ^b
0.5%	5.7629 ^{ab}	5.8643 ^b
1%	5.4771 ^a	5.0414 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.19 ปริมาณเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส			อุณหภูมิห้อง		
	ปริมาณความเข้มข้นของกล้าเชื้อ					
	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	$(2 \times 10^9)^{a,AB}$	$(1 \times 10^{10})^{b,C}$	$(2 \times 10^{10})^{c,F}$	$(2 \times 10^9)^{a,AB}$	$(1 \times 10^{10})^{b,C}$	$(2 \times 10^{10})^{c,F}$
6	$(3.68 \times 10^9)^{b,B}$	$(2.53 \times 10^8)^{a,B}$	$(9.5 \times 10^7)^{a,E}$	$(4.75 \times 10^8)^{a,A}$	$(6.5 \times 10^7)^{a,A}$	$(8.5 \times 10^7)^{a,D}$
10	$(2.5 \times 10^6)^{ab,A}$	$(9 \times 10^6)^{b,A}$	$(1.4 \times 10^6)^{a,ABC}$	$(2.5 \times 10^7)^{c,A}$	$(1.1 \times 10^6)^{a,A}$	$(1.2 \times 10^6)^{a,AB}$
16	$(3.09 \times 10^5)^{a,A}$	$(1.65 \times 10^6)^{a,A}$	$(3.5 \times 10^6)^{a,C}$	$(9.83 \times 10^4)^{a,A}$	$(2.16 \times 10^6)^{a,A}$	$(3.33 \times 10^6)^{a,C}$
20	$(1.05 \times 10^5)^{a,A}$	$(3.73 \times 10^5)^{a,A}$	$(3.74 \times 10^5)^{f,A}$	$(1.05 \times 10^5)^{a,A}$	$(6.28 \times 10^6)^{b,A}$	$(3.06 \times 10^6)^{ab,C}$
24	$(1.82 \times 10^6)^{ab,A}$	$(8.45 \times 10^5)^{a,A}$	$(4.63 \times 10^5)^{a,A}$	$(2.18 \times 10^5)^{a,A}$	$(4.95 \times 10^6)^{b,A}$	$(6.75 \times 10^5)^{a,A}$
30	$(5.53 \times 10^4)^{a,A}$	$(1.58 \times 10^6)^{a,A}$	$(2.06 \times 10^5)^{a,A}$	$(4.85 \times 10^5)^{a,A}$	$(3.88 \times 10^5)^{a,A}$	$(1.05 \times 10^6)^{a,AB}$

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

ตารางที่ ค.20 ค่า L* (ความสว่าง) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
	ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 (%w/v)						
0	49.1300 ^{f,F}	46.8967 ^{b,E}	49.4267 ^{g,I}	48.3100 ^{e,I}	48.0967 ^{d,I}	47.4400 ^{c,F}	46.2933 ^{a,F}
6	49.1300 ^{f,C}	47.4733 ^{b,G}	49.9967 ^{d,K}	50.3667 ^{e,M}	47.5733 ^{b,G}	46.2433 ^{a,C}	46.3100 ^{a,F}
10	49.1300 ^{f,F}	48.4267 ^{e,J}	47.0700 ^{d,E}	50.8933 ^{g,N}	44.2767 ^{a,A}	46.1400 ^{b,C}	46.5300 ^{c,G}
16	49.1300 ^{f,E}	47.7567 ^{d,H}	49.6567 ^{f,J}	50.0300 ^{g,L}	44.8100 ^{a,B}	47.3600 ^{c,F}	45.1800 ^{b,C}
20	49.1300 ^{f,F}	48.2000 ^{e,I}	46.4133 ^{d,D}	49.6100 ^{g,K}	46.2400 ^{c,D}	45.1033 ^{b,B}	42.9967 ^{a,A}
24	49.1300 ^{f,F}	49.4300 ^{g,L}	47.6900 ^{e,G}	44.9733 ^{b,B}	45.3067 ^{c,C}	44.4100 ^{a,A}	45.6767 ^{d,D}
30	49.1300 ^{f,G}	47.2900 ^{d,F}	47.6767 ^{e,G}	47.8533 ^{f,H}	45.3200 ^{a,C}	46.1067 ^{c,C}	45.9767 ^{b,E}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.21 ค่า a* แคนสีเขียว (-a*) จนถึงสีแดง (+a*) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	ปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ <i>B. coagulans</i> ATCC7050 (%w/v)						
	control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	5.2500 ^{c,E}	5.3900 ^{g,C}	4.8467 ^{b,A}	4.7433 ^{a,A}	5.3367 ^{f,B}	5.1667 ^{d,D}	4.9500 ^{c,B}
6	5.2500 ^{c,C}	5.5767 ^{e,E}	5.0700 ^{a,C}	5.1367 ^{b,C}	5.9867 ^{f,H}	6.0933 ^{g,I}	5.3433 ^{d,E}
10	5.2500 ^{c,D}	5.5800 ^{d,E}	5.5367 ^{c,H}	4.9933 ^{a,B}	5.8567 ^{e,G}	6.2133 ^{g,K}	6.0900 ^{f,I}
16	5.2500 ^{c,A}	5.6633 ^{c,F}	5.4267 ^{b,G}	5.3933 ^{b,E}	6.6100 ^{f,K}	6.0067 ^{e,I}	5.8133 ^{d,G}
20	5.2500 ^{c,B}	5.5233 ^{d,D}	5.3367 ^{c,F}	4.9500 ^{a,B}	6.4233 ^{f,J}	6.4300 ^{f,L}	5.7333 ^{e,F}
24	5.2500 ^{c,C}	5.6167 ^{d,E}	5.0200 ^{a,B}	5.2200 ^{b,D}	6.3100 ^{f,I}	6.5233 ^{g,M}	6.0667 ^{e,I}
30	5.2500 ^{c,B}	5.6900 ^{c,F}	5.0167 ^{a,B}	4.9800 ^{a,B}	6.6167 ^{f,L}	6.1133 ^{e,J}	5.8933 ^{d,H}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

ตารางที่ ค.22 ค่า b* แกนสีจากสีน้ำเงิน (-b*) จนถึงสีเหลือง (+b*) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วัน	4 องศาเซลเซียส				อุณหภูมิห้อง		
	control	0.1%	0.5%	1%	0.1%	0.5%	1%
0	30.3677 ^{d,F}	30.0967 ^{a,E}	28.4500 ^{a,B}	28.7267 ^{b,D}	30.3867 ^{e,FH}	29.6433 ^{d,C}	29.0200 ^{c,E}
6	30.3677 ^{d,D}	30.5067 ^{e,G}	29.9033 ^{c,E}	29.2100 ^{a,G}	29.9700 ^{c,D}	29.8633 ^{c,DE}	29.4733 ^{b,F}
10	30.3677 ^{d,D}	30.7100 ^{e,H}	29.8200 ^{c,DE}	29.6933 ^{b,H}	29.2067 ^{a,C}	29.6833 ^{b,C}	29.7000 ^{b,H}
16	30.3677 ^{d,E}	28.4233 ^{c,B}	27.7800 ^{a,A}	27.7267 ^{a,A}	29.2800 ^{d,C}	30.5567 ^{f,G}	28.2000 ^{b,B}
20	30.3677 ^{d,F}	28.1400 ^{a,A}	28.3467 ^{b,B}	29.2100 ^{c,F}	30.1433 ^{e,E}	29.7667 ^{d,CD}	28.1767 ^{ab,B}
24	30.3677 ^{d,D}	28.0500 ^{a,A}	29.8900 ^{c,DE}	28.6967 ^{b,D}	30.4867 ^{e,FG}	30.5867 ^{f,G}	28.1333 ^{a,B}
30	30.3677 ^{d,E}	29.2133 ^{b,C}	29.8467 ^{c,DE}	28.3900 ^{a,C}	30.3867 ^{e,FG}	30.5367 ^{f,G}	30.0400 ^{d,I}

หมายเหตุ : (1) ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งและแนวนอน หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

(2) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กเป็นการเปรียบเทียบในแนวตั้ง (ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา)

(3) ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่เป็นการเปรียบเทียบกันทุกชุดการทดลอง

ตารางที่ ค.23 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านสี) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	6.5825 ^a	6.6250 ^{ab}
6	5.9750 ^a	6.5500 ^{ab}
10	5.8750 ^a	6.7500 ^{ab}
16	6.5250 ^a	6.6500 ^{ab}
20	5.2000 ^a	6.3000 ^a
24	6.3500 ^a	6.3000 ^a
30	6.6250 ^a	6.8250 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.24 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านสี) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของกล้าเชื้อ	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	6.4386 ^a	6.6143 ^a
0.1%	6.2714 ^a	6.5857 ^a
0.5%	6.4614 ^a	6.5143 ^a
1%	5.4757 ^a	6.5714 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.25 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านกลิ่น) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	6.1500 ^b	6.5750 ^{bc}
6	5.5500 ^{ab}	6.1000 ^{ab}
10	5.2750 ^a	5.9250 ^a
16	5.8000 ^{ab}	6.8000 ^c
20	6.7750 ^c	6.7750 ^c
24	5.8500 ^{ab}	5.5750 ^a
30	5.9750 ^b	5.9750 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.26 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านกลิ่น) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของกล้าเชื้อ	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	5.9471 ^a	6.1286 ^a
0.1%	5.7900 ^a	6.1857 ^a
0.5%	5.9671 ^a	6.2571 ^a
1%	5.9386 ^a	6.4143 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.27 ค่าทางประสาทสัมพัทธ์ (ด้านรสชาติ) ของตัวอย่างเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักที่มีเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	6.4475 ^b	6.4500 ^b
6	6.1000 ^{ab}	6.0250 ^{ab}
10	5.7250 ^a	5.6250 ^a
16	5.8250 ^a	6.4500 ^b
20	5.7500 ^a	6.1750 ^{ab}
24	5.7750 ^a	6.2500 ^{ab}
30	5.7000 ^a	5.6750 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.28 ค่าทางประสาทสัมพัทธ์ (ด้านรสชาติ) ของตัวอย่างเครื่องต้มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของกล้าเชื้อ	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	5.8900 ^{ab}	6.2286 ^a
0.1%	5.9286 ^{ab}	5.8571 ^a
0.5%	6.2471 ^b	6.2429 ^a
1%	5.5471 ^a	6.0429 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.29 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความหวาน) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	6.3325 ^c	6.2500 ^{abc}
6	6.2500 ^c	6.0250 ^{abc}
10	5.6750 ^{ab}	5.7750 ^{ab}
16	5.8750 ^{abc}	6.4500 ^c
20	5.8750 ^{abc}	6.3250 ^{bc}
24	5.4750 ^a	5.6750 ^a
30	6.0750 ^{bc}	5.8250 ^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.30 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความหวาน) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของกล้าเชื้อ	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	5.9471 ^{ab}	6.1429 ^a
0.1%	6.0957 ^b	5.8000 ^a
0.5%	6.0757 ^b	6.2429 ^a
1%	5.6286 ^a	6.0000 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.31 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความเปรี้ยว) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	5.9175 ^c	5.9750 ^{ab}
6	5.5750 ^{abc}	5.8750 ^{ab}
10	5.4250 ^{ab}	5.6500 ^a
16	5.5250 ^{abc}	6.2500 ^b
20	5.6750 ^{bc}	5.8750 ^{ab}
24	5.3000 ^{ab}	5.5500 ^a
30	5.1750 ^a	5.4750 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.32 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความเปรี้ยว) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของกล้าเชื้อ	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	5.4186 ^a	5.8571 ^a
0.1%	5.3857 ^a	5.6857 ^a
0.5%	5.6814 ^a	5.9429 ^a
1%	5.5671 ^a	5.7429 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.33 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความชุ่ม) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	5.7000 ^a	6.2250 ^a
6	6.5750 ^{cd}	6.2000 ^a
10	5.7500 ^a	6.3750 ^a
16	6.0750 ^{abc}	6.4500 ^a
20	6.6500 ^d	6.4250 ^a
24	5.9250 ^{ab}	6.0750 ^a
30	6.4000 ^{bcd}	6.6250 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.34 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความชุ่ม) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของกล้าเชื้อ	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	6.1614 ^a	6.1286 ^a
0.1%	6.1100 ^a	6.4000 ^a
0.5%	6.2386 ^a	6.4857 ^a
1%	6.1043 ^a	6.3429 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.35 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความชอบโดยรวม) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

วันที่	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
0	6.2500 ^b	6.2750 ^a
6	6.0000 ^{ab}	6.3000 ^a
10	5.7250 ^a	6.0000 ^a
16	6.1000 ^{ab}	6.4000 ^a
20	5.9750 ^{ab}	6.4250 ^a
24	5.8000 ^{ab}	6.000 ^a
30	6.0500 ^{ab}	6.0750 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ ค.36 ค่าทางประสาทสัมผัส (ด้านความชอบโดยรวม) ของตัวอย่างเครื่องดื่มน้ำส้มสายชูหมักที่มีปริมาณความเข้มข้นของเชื้อ *Bacillus coagulans* ATCC7050 ที่แตกต่างกันในระหว่างการเก็บรักษา 30 วัน

ปริมาณความเข้มข้นของสปอร์	อุณหภูมิ 4°C	อุณหภูมิห้อง
Control	5.8614 ^a	6.3143 ^a
0.1%	6.0857 ^{ab}	6.0714 ^a
0.5%	6.2671 ^b	6.3571 ^a
1%	5.7286 ^a	6.1000 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวจรรยาวรรณ เทียมจันทิก
 วัน เดือน ปี เกิด 25 สิงหาคม 2539
 ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย
 สมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ
 ปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร
 สาขา เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล นางสาวจิตติรัตน์ รุ่งรัศมีดิษฐ์
 วัน เดือน ปี เกิด 13 เมษายน 2541
 ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
 ปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร
 สาขา เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล นางสาวพิชญภา บุษวิสวัสดิ์
 วัน เดือน ปี เกิด 28 สิงหาคม 2540
 ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
 ปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร
 สาขา เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้