

การผลิตเบียร์พรีไบโอติกแอลกอฮอล์ต่ำจากข้าวสาลี (Weizen)

PRODUCTION OF LOW ALCOHOL PREBIOTIC BEER FROM WHEAT (Weizen)



สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF LOW ALCOHOL PREBIOTIC BEER FROM WHEAT (WEIZEN)



A COOPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN
PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา การผลิตเบียร์พรีไบโอติกแอลกอฮอล์ต่ำจากข้าวสาลี (Weizen)
Production of low alcohol prebiotic beer from wheat (Weizen)

ชื่อนักศึกษา นางสาวปริยาภัทร โลสันตา 63050497

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2566

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2566

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.ลำไพโร ศรีธรรมมา ประธานกรรมการ	
ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การผลิตเบียร์ฟรีไบโอติกแอลกอฮอล์ต่ำจากข้าวสาลี (Weizen) Production of low alcohol prebiotic beer from wheat (Weizen)
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปริยาภัทร โลสันตา 63050497
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.มงคล เพ็ญสายใจ

บทคัดย่อ

การทดลองผลิตเบียร์จากข้าวสาลี (Weizen) แบบแอลกอฮอล์ต่ำ เติมส่วนผสมเชิงหน้าที่ (Functional Ingredients) ชนิด Isomalto-oligosaccharide (IMO) ในปริมาณต่าง ๆ กัน 0, 2, 4, 6 และ 8 กรัมต่อเวิร์ท 4 ลิตร หมักที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ด้วยยีสต์แอลกอฮอล์ต่ำ (Low alcohol yeast) จนสิ้นสุดกระบวนการหมักหลังการตกตะกอนโดยใช้ความเย็น (Cold Crashing) และนำเบียร์ที่ได้มาทำให้เกิดฟองจากการเติมน้ำตาลลงในขวด จากนั้นนำเบียร์แต่ละตัวอย่างมาตรวจประเมินคุณภาพเบื้องต้นได้แก่ TSS, SG, pH, alcohol และประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสโดยการทดสอบชิม การทดลองพบว่าเบียร์ทั้ง 5 สูตรมีคุณภาพโดยรวมไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ที่ 3.1 เปอร์เซ็นต์ในตัวอย่าง ช่วง pH อยู่ในช่วง 4.06 ถึง 5.26 และการทดสอบชิมแบบเฮโดนิค 9 คะแนน มีคะแนนอยู่ที่ 5-8 คะแนน จากผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวอย่างเบียร์แต่ละสูตรว่ามีรสชาติที่ค่อนข้างเบามากกว่าตัวอย่างที่มีการเติมน้ำผึ้งเลมอนโซดาในอัตราส่วน 1:2 และพบว่าผู้ทดสอบชิมแบบการทดสอบเฮโดนิค 9 คะแนนให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับ 7-9 คะแนน เครื่องดื่มเบียร์ชนิดนี้มีการผสมเครื่องดื่มชนิดอื่น (Beer mixed Beverage : BMB) ซึ่งจัดเป็นเครื่องดื่มรูปแบบใหม่ ที่ได้รับความนิยมในกลุ่มประเทศฝั่งตะวันตก

คำสำคัญ : Wheat beer, Weizen, ส่วนผสมเชิงหน้าที่, IMO, Wort, BMB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Production of low alcohol prebiotic beer from wheat (Weizen)
Students	Miss Pariyaphat Losanta Student ID 63050497
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
School	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2023
Advisor	Asst. Prof. Mongkol Phensaijai

Abstract

The experiment with producing low-alcohol wheat beer (Weizen), Add functional ingredients, Isomalto-oligosaccharide (IMO) in different amounts 0,2,4,6 and 8 grams per 4 liters of wort fermented at 18°C with low alcohol yeast until the fermentation process ends. After sedimentation by using cold crashing, beer was made fizzy by in adding priming sugar in bottle. Each beer samples were taken for preliminary quality assessment such as TSS , SG , pH ,alcohol and assess sensory quality by 9-points hedonic scale. From the experiment, it was found that all 5 beer had no difference in quality. The alcohol content was 3.1 percent in each samples, the pH range were in the range of 4.06 to 5.26 and the 9-points hedonic scale test of 5-8. Most of sensory tests were commented on each beer samples that they had rather light flavor. Sample was mixed with sparkling honey lemon in a 1:2 ratio and result was found that testers gave the 9-points hedonic scale test of 7-9. This beer mixed Beverage (BMB) which is considered as a new type of drink that is popular in Western countries.

Keywords: Wheat beer, Weizen, Functional ingredients, IMO, Wort, BMB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษาหัวข้อ การผลิตเบียร์พรีไบโอติกแอลกอฮอล์ต่ำจากข้าวสาลี (Weizen) บริษัท โคราซไมโครบรู จำกัด ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.ลำไพร ศรีธรรมมา ที่สละเวลาอันมีค่า เพื่อให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด และคำแนะนำต่างๆ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขรายงานเล่มนี้ให้มีความถูกต้อง และวิธีการทดลองเป็นไปได้จริง ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณทางด้าน บริษัทสงวนวงอุตสาหกรรม ที่ได้ให้การสนับสนุนตัวอย่างในการทำลองในครั้งนี้ ซึ่งหากไม่ได้รับการสนับสนุนในครั้งนี้รายงานเล่มนี้ก็จะไม่เกิดขึ้นมา ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งที่ให้โอกาสในการนำตัวอย่างมาทำการทดลองในครั้งนี้ ทางข้าพเจ้าได้นำตัวอย่างมาทำการทดลองอย่างคุ้มค่าและมีประโยชน์อย่างสูงที่สุด

ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจเกี่ยวกับการดื่มเบียร์ที่มีแอลกอฮอล์ต่ำ และผู้ที่ต้องการศึกษากระบวนการผลิตเบียร์ หากรายงานฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ปรียาภัทร โลสันตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
คำย่อ/สัญลักษณ์	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กระบวนการผลิตเบียร์	3
2.2 องค์ประกอบสำคัญสำหรับเบียร์ข้าวสาลี (Weizen)	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	11
3.1 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง	11
3.2 เครื่องมืออุปกรณ์ในการทำเบียร์	12
3.3 ขั้นตอนการทดลอง	14
3.3.1 วิธีการต้มเบียร์	14
3.3.2 ขั้นตอนการหมักและติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการหมัก	16
3.3.3 การบรรจุขวดและทำซ่า	17
3.3.4 การเติมน้ำผึ้งเลมอนโซดาลงในเบียร์	17
3.4 การวิเคราะห์	18
3.5 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล	20
4.1.ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเปียร์ฟรีไปโอติกแอลกอฮอล์ต่ำจากข้าว สาลี	20
4.1.1 ผลวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์	20
4.1.2 ผลวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้	23
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง	25
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	27
4.2.1การวิเคราะห์คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์	27
4.2.2 การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์	28
4.2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์	29
4.2.4 การวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์	30
4.2.5 การวิเคราะห์คุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์	31
4.2.6 การวิเคราะห์คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2	32
4.2.7 การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2	33
4.2.8 การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2	34
4.2.9 การวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2	35
4.2.10 การวิเคราะห์คุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2	36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	38
5.1 สรุปผลการวิจัย	38
5.2ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก ก	41
ภาคผนวก ข	43
ภาคผนวก ค	44
ภาคผนวก ง	46
ภาคผนวก จ	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 ปริมาณแอลกอฮอล์จากค่าความถ่วงจำเพาะ (%ABV) ของเบียร์ 5 สูตร ระหว่างระยะเวลาการหมัก 12 วัน	21
ตารางที่ 4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ของเบียร์ 5 สูตรระหว่าง ระยะเวลาการหมัก 12 วัน	23
ตารางที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของเบียร์ 5 สูตรระหว่างระยะเวลาการหมัก 12 วัน	25
ตารางที่ 4.4 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อสีครั้งที่ 1 (ANOVA)	28
ตารางที่ 4.5 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อกลิ่นครั้งที่ 1 (ANOVA)	29
ตารางที่ 4.6 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อรสชาติครั้งที่ 1 (ANOVA)	29
ตารางที่ 4.7 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อเนื้อสัมผัสครั้งที่ 1 (ANOVA)	30
ตารางที่ 4.8 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบโดยรวมครั้งที่ 1 (ANOVA)	31
ตารางที่ 4.9 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบสี (ANOVA) ครั้งที่ 2	32
ตารางที่ 4.10 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อกลิ่น (ANOVA) ครั้งที่ 2	33
ตารางที่ 4.11 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อรสชาติ (ANOVA) ครั้งที่ 2	34
ตารางที่ 4.12 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อเนื้อสัมผัส (ANOVA) ครั้งที่ 2	35
ตารางที่ 4.13 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบโดยรวม (ANOVA) ครั้งที่ 2	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นระหว่าง Mashing	8
รูปที่ 3.1 Low alcohol producing yeast	11
รูปที่ 3.2 Isomaltooligosaccharides, IMO	12
รูปที่ 3.3 ชุดอุปกรณ์ต้มเบียร์แบบ Homebrew	12
รูปที่ 3.4 การวัด Specific Gravity ด้วย Triple Scale Hydrometer	13
รูปที่ 3.5 การเตรียมตัวอย่างเบียร์	19
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) ของเบียร์ 5 สูตร	22
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ของเบียร์ 5 สูตร	24
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของเบียร์ 5 สูตร	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
OG	Original Gravity หน่วยวัดความหนาแน่นของสารละลายในน้ำเวิร์ท ก่อนการหมัก
FG	Final Gravity หน่วยวัดความหนาแน่นของสารละลายในน้ำเวิร์ทหลังการหมัก
TSS	หน่วยวัดของแข็งแขวนลอยที่ละลายน้ำทั้งหมด
° Brix	หน่วยวัดค่าความหวานในผลไม้ด้วย Refractometer
IBU	International Bitterness Units หน่วยวัดค่าความขมของเบียร์
ABV%	Alcohol by volume ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตรมาตรฐาน สากลโดยบอกเป็นเปอร์เซ็นต์เอทานอลต่อปริมาณเครื่องดื่ม
SRM	Standard Reference Method หน่วยวัดค่าความเข้มของสีของน้ำเบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เบียร์เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ชนิดแรกของโลก ซึ่งเบียร์มีการดื่มอย่างยาวนานโดยเมื่อสมัยก่อนประวัติศาสตร์เบียร์ขึ้นชื่อว่าเป็นเครื่องดื่มที่มีความศักดิ์สิทธิ์สำหรับกษัตริย์เนื่องจากมีความเชื่อกันว่าเบียร์มีความบริสุทธิ์ยิ่งกว่าน้ำเปล่า และในยุคสมัยต่อมาเครื่องดื่มกลักลายเป็นผลตอบแทนสำหรับการทำางานของบุคคลทั่วไปจึงทำให้สามารถเข้าถึงรสชาติและเอกลักษณ์ของเบียร์ได้ แต่ไม่สามารถคำนึงถึงคุณประโยชน์ของเบียร์ เนื่องจากการดื่มเพียงเพื่อความผ่อนคลาย การสังสรรค์เท่านั้น และวัฒนธรรมในการดื่มนี้ได้ส่งผลมาจนถึงยุคปัจจุบัน แต่ในการดื่มในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านรสชาติ รสสัมผัสของเบียร์ และกลิ่นของตัวเบียร์ทำให้มีเอกลักษณ์มากขึ้น ดังนั้นทำให้การเลือกดื่มเบียร์มีความหลากหลายขึ้น แต่ก็ยังไม่มากพอต่อความต้องการของผู้บริโภคซึ่งยังมีกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการดื่มเบียร์เพื่อได้รับประโยชน์จากการดื่มเบียร์ ไม่ว่าจะเป็นเบียร์ที่มีแคลอรีต่ำ แอลกอฮอล์น้อยหรือมีผลเสียต่อร่างกายน้อยก็ตาม

พรีไบโอติกเป็นแหล่งพลังงานและช่วยในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โพไบโอติกให้แข็งแรงและมีปริมาณมากเพื่อที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ เมื่อทานแล้วไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร โดยที่ร่างกายไม่สามารถดูดซึมได้ ซึ่งโพไบโอติกเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคนำไส้ ลดการเกิดท้องเสีย ลดการอักเสบและอาการผิดปกติอื่นๆของลำไส้ โดยแหล่งอาหารที่พบพรีไบโอติก พบในน้ำนมแม่ พืช ผัก ผลไม้ ที่มีใยอาหารมาก เช่น อินูลิน (Inulin) เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งที่เป็นอาหารของโพไบโอติก สามารถพบได้ในธรรมชาติจากผักและผลไม้ โดยเป็นพื้นฐานของใยอาหารซึ่งไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กจึงไม่ถูกดูดซึมในลำไส้เล็ก (Turen and Lupton, 2011) ซึ่งอินูลินมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตและการทำงานของแบคทีเรียในลำไส้ (Oliveira,2011;Akin,2007) และยับยั้งการเกิดโรคในทางเดินอาหารได้ (Boosscher *et al.*,2006) และฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructooligosaccharides) ก็เป็นใยอาหารประเภทพรีไบโอติกที่ได้จากธรรมชาติเช่นเดียวกับอินูลิน ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยทำให้อิ่ม ขับถ่ายระบายของเสียออกจากร่างกายได้สะดวกและช่วยในการลดระดับน้ำตาลในเลือดให้ดูสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ไอโซมอลโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Isomalto oligosaccharides,IMO) เป็นพรีไบโอติกที่ได้จากการสังเคราะห์ (พัชรวรรณ,2552) ซึ่งถูกสังเคราะห์จากแป้งโดยการใช้น้ำเอนไซม์ ไอโซมอลโตโอลิโกแซคคาไรด์เป็นสารให้ความหวานที่ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานต่ำและยังจัดให้เป็นสารพรีไบโอติก (Prebiotic) ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ มีคุณสมบัติถูกย่อยได้บางส่วนในปากและถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ไอโซมอลเตสในลำไส้เล็กส่วนกลาง (Kolide *et al.*,2002)

1.2 วัตถุประสงค์

1. ทดลองผลิตเบียร์เชิงหน้าที่จากข้าวสาลีชนิดแอลกอฮอล์ต่ำ
2. เพื่อหาปริมาณไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (IMO) ที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์ข้าวสาลี (Weizen) ชนิดแอลกอฮอล์ต่ำ

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.หาปริมาณไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (IMO) ที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์ข้าวสาลี (Weizen) ชนิดแอลกอฮอล์ต่ำ
- 2.ผลิตภัณพ์เบียร์ต้นแบบ (Prototype) ที่มีคุณภาพมาตรฐานตรงตามสไตล์ มีรสชาติดีและ ผู้บริโภคยอมรับ

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

ทำการเปรียบเทียบไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (IMO) ที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์ข้าวสาลี (Weizen) ชนิดแอลกอฮอล์ต่ำและผลิตเบียร์ต้นแบบ (Prototype) ที่มีคุณภาพมาตรฐาน ตรงตามสไตล์ มีรสชาติดีและผู้บริโภคยอมรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการผลิตเบียร์

กระบวนการผลิตเบียร์มี 4 ขั้นตอนหลักๆได้แก่ การทำมอลต์ (Malting), การผลิตเวิร์ท (Wort production), การหมักเบียร์ (Fermentation) และการบ่ม (Beer aging or maturation) (โชคชัย ,2558) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีกระบวนการดังนี้

1.การทำมอลต์ (Malting) เป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการผลิตเบียร์ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของมอลต์ให้มีความเหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตเบียร์ในขั้นตอนต่อไป โดยกระบวนการผลิตมอลต์มีดังนี้

1.1 การแช่ข้าว (Steeping) เป็นการเพิ่มความชื้นให้กับเมล็ดข้าวเพื่อให้เมล็ดข้าวมีความชื้นที่เหมาะสมต่อกระบวนการงอกโดยต้องมีความชื้นอยู่ที่ 35 เปอร์เซ็นต์จึงอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการงอก

1.2 การงอก (Germination) เป็นกระบวนการที่ทำให้เมล็ดข้าวเกิดการงอกของราก ซึ่งเป็นการผลิตมอลต์สำหรับการผลิตเบียร์ โดยอาศัยการทิ้งข้าวให้มีอากาศไหลผ่าน (Air rest) โดยมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งความชื้นละอุนหภูมิที่เหมาะสมกับกระบวนการงอกขึ้นอยู่กับชนิดข้าวระหว่างกระบวนการงอก

1.3 การอบมอลต์ (Kilning) เป็นกระบวนการลดปริมาณความชื้นในมอลต์ โดยการใช้ลมร้อนในการดึงความชื้นออกเมล็ดมอลต์ การลดลงของความชื้นในมอลต์ ช่วยชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ที่มีในมอลต์และยังเพิ่มอายุการเก็บของมอลต์ นอกจากนี้กระบวนการอบมอลต์ยังช่วยให้เบียร์เกิดสีและกลิ่นที่มีความเฉพาะเพิ่มขึ้นได้

2. การผลิตเวิร์ท (Wort Production) เป็นกระบวนการการผลิตน้ำหมักเบียร์เพื่อใช้ในการสร้างแอลกอฮอล์และเอกลักษณ์ของเบียร์ โดยกระบวนการดังต่อไปนี้

2.1 การต้มมอลต์ (Mashing) เป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดต่อการสกัดน้ำตาลออกมา เพื่อให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ต้องการ โดยมอลต์ที่บดแล้วจะถูกนำมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมและบ่มไว้ที่อุณหภูมิแตกต่างกันตามชนิดของเบียร์และปริมาณแอลกอฮอล์ที่ต้องการ ซึ่งวิธีดังกล่าวจะช่วยกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ให้ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การกรองเวิร์ท (Lautering) เป็นกระบวนการแยกกากมอลต์หลังจากที่เอนไซม์ทำปฏิกิริยามอลต์ เพื่อเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลเรียบร้อยแล้วจึงแยกกากมอลต์ออกจากน้ำเวิร์ทเพื่อให้ น้ำเวิร์ทมีความใสและมีตะกอนน้อยลงให้เหมาะสมกับกระบวนการในขั้นตอนต่อไป

2.3 การต้มฆ่าเชื้อเวิร์ทและการเติมฮอปส์ (Wort boiling and hopping) เป็นกระบวนการที่ต้มน้ำเวิร์ทให้เดือดประมาณ 1 ชั่วโมง โดยในระยะเวลา 1 ชั่วโมงจะมีการเติมฮอปส์เพื่อฆ่าจุลินทรีย์เชื้อทั้งหมดที่มีในน้ำเวิร์ท ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย รา ยีสต์ ที่อาจทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ต่อผลิตภัณฑ์เบียร์ โดยระยะเวลาในการเติมฮอปส์ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆที่ต้องการจากฮอปส์ เช่น ความขม และกลิ่นที่ได้จากฮอปส์จะใช้เวลาในการต้มที่แตกต่างกันตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

3. การหมักเบียร์ (Beer fermentation) เป็นกระบวนการหมักเพื่อการผลิตเอทานอลจากน้ำตาลและกรดอะมิโนโดยยีสต์ที่เติมลงไป ในสภาวะที่ปราศจากออกซิเจนซึ่งยีสต์จะบริโภคน้ำตาลกลูโคส 1 โมเลกุลและเปลี่ยนเป็นกรดไพรูวิก (Pyruvic acid) 2 โมเลกุลผ่านกระบวนการไกลโคไลซิส (Glycolysis) และจากสภาวะไร้อากาศทำให้กรดไพรูวิกถูกเปลี่ยนเป็นเอทานอลหรือแอลกอฮอล์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และ ATP แต่ก็จำเป็นต้องมีการเติมอากาศเข้าไปเมื่อเริ่มต้นกระบวนการ (Wort Aeration) เพื่อกระตุ้นการทำงานของยีสต์ที่เติมลง

4. การบ่มเบียร์ (Aging and Maturation) เป็นกระบวนการที่ช่วยปรับกลิ่นและรส ของเบียร์ให้มีความละมุนมากขึ้นซึ่งการบ่มเบียร์สามารถช่วยกำจัดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ออกไปได้อีกด้วย

2.1.1 การผลิตเบียร์ข้าวสาลี (Weizen) (Khanana.2023)

เบียร์ข้าวสาลี (Weizen) เป็นเบียร์ที่ทำจากข้าวสาลีอย่างน้อยประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ มีกลิ่นที่หอม ขณะที่ดื่มจะให้ความสดชื่นและเนื้อสัมผัสเบาบาง (Body) โดยผ่านการหมักด้านบนมีความโดดเด่นเรื่องฟองโฟมที่หนาและคงนาน

2.1.1 สูตรเบียร์ข้าวสาลี (Weizen) พื้นฐานที่ได้รับความนิยมทางการค้าขนาด 20 ลิตร

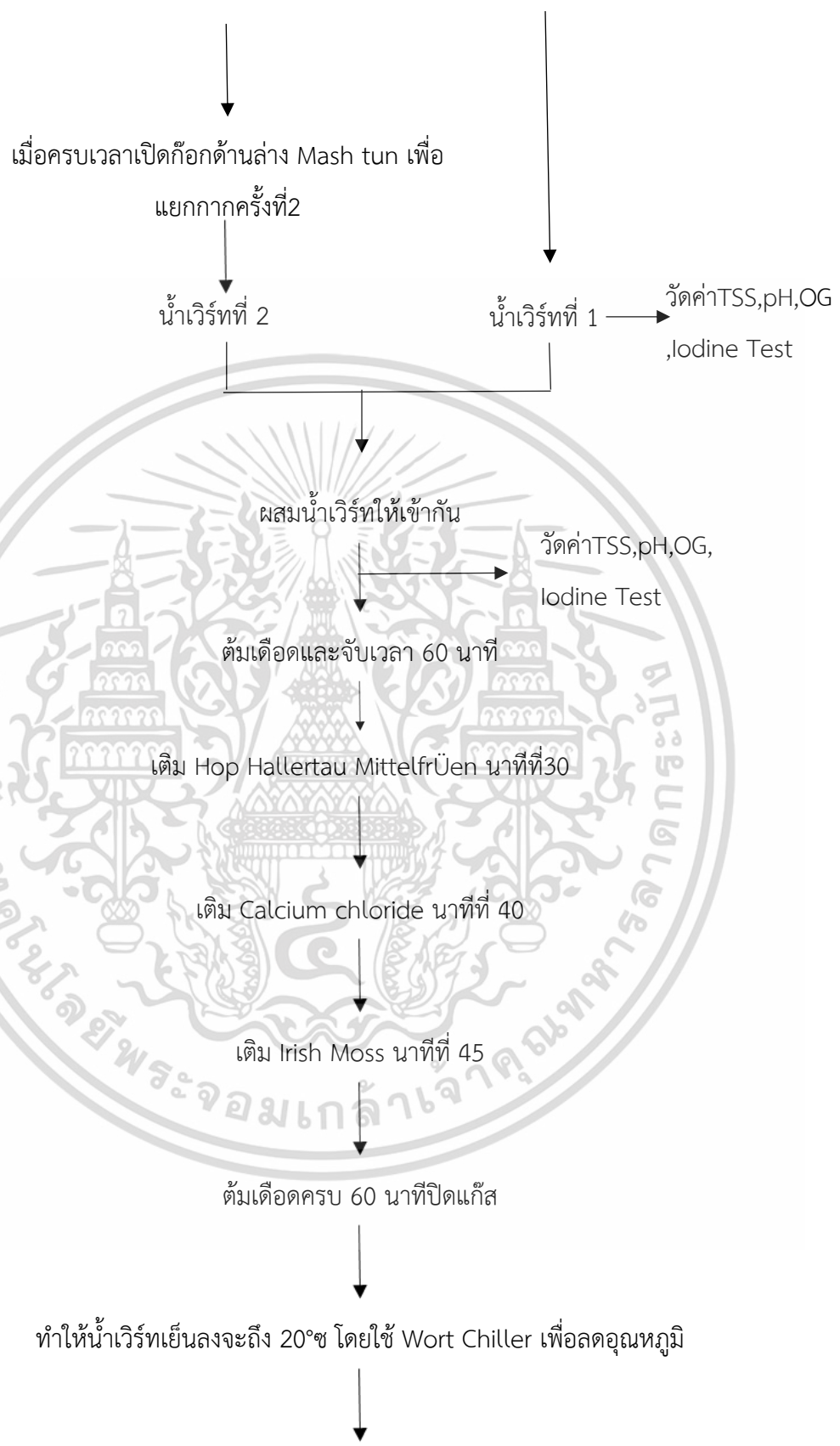
OG = 1.044 IBU = 14 ABV = 4.5 เปอร์เซ็นต์

เตรียม Pilsen malt 2.5 กิโลกรัม + Wheat malt 2.0 กิโลกรัม + Melanoidin 80 กรัม ต้มน้ำ 20 ลิตร จนได้อุณหภูมิ 72-75°C

2.0 กิโลกรัม + Melanoidin 80 กรัม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติมยีสต์ละหมักที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 7 วัน



ถ่ายตะกอนและนำไปหมักต่อที่อุณหภูมิ 0-4°C เป็นเวลา 3 วัน และถ่ายตะกอน



บรรจุขวดและทำซ่า

2.1.2 ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นระหว่าง Mashing

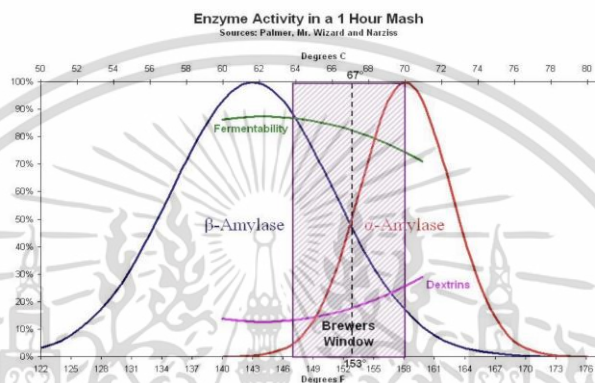
การเกิดปฏิกริยาการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลในกระบวนการ Mashing ที่เกิดจากความร้อนในระดับที่แตกต่างกันส่งผลต่อการย่อยแป้งของเอนไซม์ต่างๆ ในกระบวนการยอนแป้ง โดยมีช่วงอุณหภูมิ ความร้อนหลักที่ส่งผลดังนี้

1. ช่วงอุณหภูมิ 45-55 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่มีการใช้ความร้อนที่น้อยที่สุด ทำให้การเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลในช่วงนี้ได้เอนไซม์ β -Amylase ในการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลโดยน้ำตาลที่ได้เป็นน้ำตาลมอลโทส ซึ่งยีสต์ไม่สามารถใช้ในการเปลี่ยนจากน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทั้งหมดแต่จากการที่ใช้ความร้อนอุณหภูมิต่ำทำให้การสกัดน้ำตาลได้ในปริมาณที่น้อย จึงทำให้ยีสต์มีน้ำตาลที่นำไปใช้ในการเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยและเบียร์ที่ได้จากการใช้อุณหภูมินี้ในการสกัดน้ำตาลจะทำให้ได้เบียร์ที่มีความจางได้ จึงนิยมใช้ในการสกัดขั้นตอนที่ 2 เพื่อให้เกิดการย่อยแป้งที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. ช่วงอุณหภูมิ 67 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่มีการใช้ความร้อนที่ดีที่สุดทำให้การเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลในช่วงนี้ได้เอนไซม์ β -Amylase และ α -Amylase ปริมาณที่เท่ากันในการย่อยน้ำตาลโดยน้ำตาลที่ได้เป็นน้ำตาลมอลโทสและเดกทริน ซึ่งยีสต์สามารถใช้ในการเปลี่ยนจากน้ำตาลมอลโทสให้เป็นแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทั้งหมด เนื่องจากอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแป้งได้อย่างดีจึงทำให้ได้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่คาดการณ์ได้ และเบียร์ยังมีเนื้อสัมผัสและรสชาติที่พอดีไม่หนักหรือจางเกินไปเพราะยังคงหลงเหลือน้ำตาลมอลโทสส่วนหนึ่งอยู่ทำให้เบียร์ที่มีความหวานของน้ำตาลอยู่

3. ช่วงอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่มีการใช้ความร้อนสูงที่สุดทำให้การเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลในช่วงนี้ได้เอนไซม์ β -Amylase น้อยกว่า α -Amylase โดยการย่อยน้ำตาลเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยน้ำตาลที่ได้เป็นน้ำตาลมอลโทสและเดกทริน ซึ่งยีสต์สามารถใช้ในการเปลี่ยนจากน้ำตาลมอลโทสให้เป็นแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ทั้งหมดแต่ไม่สามารถใช้ในการเปลี่ยนจากน้ำตาลให้เป็นแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้หมด เนื่องจากยีสต์มีการใช้น้ำตาลในปริมาณที่มากเกินไปทำให้ยีสต์มีอายุที่สั้นลงและสร้างแอลกอฮอล์ได้น้อยลง แต่ยังคงหลงเหลือน้ำตาลมอลโทสบางส่วนที่เหลืออยู่ ทำให้การใช้อุณหภูมิในระดับนี้ได้เบียร์ที่มีแอลกอฮอล์ต่ำแต่มีรสชาติที่หวานจากน้ำตาลที่เหลือ ดังแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นระหว่าง Mashing

<https://missionarybrewer.wordpress.com>

2.2 องค์ประกอบสำคัญสำหรับเบียร์จากข้าวสาลี (Weizen)

2.2.1 มอลต์ (Malt) เมล็ดข้าวที่เกิดกระบวนการเพาะให้งอก โดยระหว่างการงอก เอนไซม์จะย่อยแป้งในข้าวให้กลายเป็นน้ำตาล

1. Wheat malt เป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตเบียร์ โดยข้าวสาลีมีฤทธิ์ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยลดความดันโลหิต ขยายหลอดเลือด ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ลดไขมันในเลือด ช่วยบำรุงเส้นประสาท

2. Pilsner malt เป็นมอลต์ ดั้งเดิมของเยอรมัน เหมาะสำหรับเป็น Base Malt มีรสชาติที่อ่อนสามารถชูรสชาติของฮอปส์ออกมาได้อย่างดี

3. Melanoidin เป็น Special malt ที่เพิ่มความเข้มข้นและความเสถียรของโปรไฟล์การชิมและรสชาติในเบียร์ได้ สีของเบียร์เข้มข้นและได้รับความแวววาวขึ้น

2.2.2 ฮอปส์ (Hops) พืชพันธุ์ไม้เลื้อยชนิดหนึ่งมีใบ และดอก ซึ่งดอกฮอปส์มีคุณสมบัติเป็นเสมือนสารกันบูดธรรมชาติ ให้รสขม และกลิ่นเฉพาะตัวในแต่ละสายพันธุ์ นิยมเอาไปใส่ในเบียร์เพื่อไม่ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบียร์เสียหรือบูดเร็ว และรสขมยังช่วยตัดกับความหวานจากมอลต์ทำให้รสชาติลงตัวมากขึ้นซึ่งฮอปส์ที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตเบียร์มี 4 ลักษณะดังนี้(กนิษฐา และ สุโข,2560)

1. ฮอปส์สด (Fresh whole hops) เป็นฮอปส์ที่ไม่ถูกสกัดหรือการสังเคราะห์ใดๆ จึงสามารถดึงกลิ่นและรสชาติออกมาได้อย่างดีที่สุด แต่ค่าใช้จ่ายในการใช้ฮอปส์สดค่อนข้างสูง เนื่องจากการเก็บรักษาความสดของฮอปส์ต้องใช้วิธีเฉพาะในการเก็บรักษา

2. ฮอปส์อัดเม็ด (Hops pellets) เป็นฮอปส์ที่ผู้ที่มีความนิยมในกลุ่มผู้ผลิตรายย่อยและผู้ผลิตขนาดกลางเนื่องจากเป็นฮอปส์ที่สามารถเก็บรักษาได้ง่าย ราคาไม่สูงเมื่อเทียบกับฮอปส์ประเภทอื่นและยังสะดวกต่อการใช้งานเพราะลักษณะรูปแบบของการอัดเม็ดของฮอปส์

3. ฮอปส์ตากแห้ง (Dry whole hops) เป็นฮอปส์ที่มีอายุการเก็บรักษาได้นาน เนื่องจากฮอปส์ถูกทำให้แห้งด้วยการอบหรือการตากแห้งเพื่อไล่ความชื้นออกจากฮอปส์ ฮอปส์จะให้กลิ่นที่อ่อนและไม่ทนต่อความร้อนเหมาะสำหรับใช้เพื่อแต่งกลิ่นของเบียร์ในระหว่างกระบวนการหมัก

4. สารสกัดฮอปส์ (Hop extract) เป็นฮอปส์ที่อยู่ในรูปแบบของเหลว ใช้งานง่ายโดยนิยมใช้ในกลุ่มอุตสาหกรรมเบียร์เนื่องจากฮอปส์กลุ่มนี้เป็นของเหลวทำให้เบียร์ใสยิ่งขึ้นโดยเบียร์ข้าวสาลี (Weizen) ส่วนใหญ่มีกลิ่นและรสชาติฮอปส์ที่ไม่ค่อยโดดเด่นมากนักมักนิยมใช้ฮอปส์สายพันธุ์ Hallertau Mittelfrüh เป็นฮอปส์สายพันธุ์เยอรมัน มีกลิ่นที่หอมและรสขมในระดับปานกลาง มี α -acids อยู่ที่ 3-5.5 เปอร์เซ็นต์ และมี β -acids อยู่ที่ 3-5 เปอร์เซ็นต์

2.2.3 ยีสต์ (Yeast) เป็นจุลินทรีย์ชนิดแรกที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม โดยนิยมใช้ยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างหลากหลายทางด้านอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องดื่ม และเครื่องสำอาง เนื่องจากยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่สามารถพบได้ทั่วไปไม่มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ดังนั้นในอุตสาหกรรมเบียร์ยีสต์เป็นองค์ประกอบหลักที่สามารถสร้างเอทานอลหรือแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้จากน้ำตาลในกระบวนการผลิตเบียร์ ซึ่งน้ำตาลจะถูกเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยยีสต์จะมีลักษณะการเจริญหลักอยู่ 2 ลักษณะ

1. ทอปยีสต์ (Top yeast) มีลักษณะการหมักแบบลอยผิวสามารถทำให้เกิดแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างรวดเร็วในปริมาณมาก ในช่วงอุณหภูมิ 18-24 องศาเซลเซียส โดยนิยมใช้ยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* เป็นหลัก ผลลัพธ์ของการหมักยีสต์ลักษณะนี้ทำให้ได้รสชาติหวานและมีเนื้อสัมผัสที่ชัดเจน เบียร์มีสีเหลืองทองไปจนถึงสีน้ำตาลเข้มขึ้นอยู่กับชนิดของเบียร์ ซึ่งเบียร์ที่มีการหมักยีสต์ลักษณะนี้เรียกว่า เบียร์เอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บอททอมยีสต์ (Bottom yeast) มีลักษณะการหมักแบบนอนก้นมีการเจริญอย่างช้าๆ จึงทำให้เกิดแอลกอฮอล์และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่น้อยกว่าการหมักแบบทอปยีสต์ โดยจะหมักที่อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส โดยนิยมใช้ยีสต์สายพันธุ์ *Saccharomyces uvarum* เป็นหลัก ผลลัพธ์ของการหมักเบียร์ลักษณะนี้คือ การได้เบียร์ที่มีเนื้อสัมผัสบางเบา มีกลิ่นจางๆ และเบียร์มีความใสและเบียร์ที่หมักในลักษณะนี้เรียกว่า เบียร์ลาเกอร์ ซึ่งมีความนิยมเป็นอย่างมาก

2.2.4 น้ำ (Water) เป็นองค์ประกอบหลักอีกอย่างสำหรับเบียร์ โดยน้ำมีปริมาณในเบียร์อยู่ที่ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำเป็นตัวหลักในการละลายน้ำตาลและส่วนประกอบอื่นๆ โดยน้ำควรมีแร่ธาตุต่างในตัว เช่นน้ำแร่หรือน้ำดื่ม (RO) เนื่องจากเบียร์ต้องการแร่ธาตุเพื่อเป็นแหล่งอาหารสำหรับยีสต์ในการเจริญเติบโต และน้ำสามารถส่งเสริมรสชาติให้กลับเบียร์ให้มีเอกลักษณ์ได้เช่นกัน

2.2.5 พรไบโอติก เป็นแหล่งพลังงานและช่วยในการเจริญเติบโตช่วยให้จุลินทรีย์ โปรไบโอติกแข็งแรงและมีปริมาณมากพอที่ส่งผลดีต่อสุขภาพ เมื่อกินเข้าไป ไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร ร่างกายไม่สามารถดูดซึมได้ ซึ่งโปรไบโอติก คือ จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรค ในลำไส้ ลดการเกิดท้องเสีย ลดการอักเสบและอาการผิดปกติอื่นๆ ของลำไส้ ตัวอย่างของพรไบโอติกที่นิยมใช้ คือ ไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ (Isomalto -oligosaccharides, IMO) เป็นสารให้ความหวานที่ให้พลังงานต่ำ และยังจัดให้เป็นสารพรไบโอติก (prebiotic) ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์ มีคุณสมบัติถูกย่อยได้บางส่วนในปากและถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ไอโซมอลเตสในลำไส้เล็กส่วนกลาง

2.2.6 ไอร์สมอส (Irish Moss) เป็นสาหร่ายที่เนื้อมีความใสโปร่งแสงสีน้ำตาลแดงนำมาจำหน่ายในรูปของสาหร่ายตากแห้งมีคุณสมบัติในการจับสารแขวนลอยในเบียร์ หรือ โปรตีนในเบียร์เพื่อให้ได้ตะกอนก้อนใหญ่และตกสู่ก้นถังได้ดีและเร็วขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1. วัตถุดิบและส่วนผสมสำหรับทำเบียร์ฟรีไบโอติกแอลกอฮอล์ต่ำจากข้าวสาลี (Weizen)

ขนาด 20 ลิตร (Khanana.2023)

ประกอบด้วย

Malt

Pilsner malt 2.5 กิโลกรัม

Wheat malt 2.0 กิโลกรัม

Melanoidin 80 กรัม

Hop

Hallertau Mittelfrüen 28 กรัม

Calcium Chloride 1.5 กรัม

Irish Moss 5 กรัม

Low alcohol producing yeast ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 หัวเชื้อ Low alcohol producing yeast

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2. พรีไบโอติก ชนิดไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์

(Isomalto-oligosaccharides, IMO) จากบริษัทสงวนวงอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นใยอาหารรูปแบบหนึ่ง สามารถดูดซับและกักเก็บน้ำ กระตุ้นให้ผนังกระเพาะอาหารขยายใหญ่ขึ้น และอาจกระตุ้นให้เกิดสัญญาณอวัยวะที่ทำให้เกิดการระงับความอยากอาหาร (Wijaya *et al.* 2021) ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Isomalto-oligosaccharides, IMO

3.2 เครื่องมืออุปกรณ์ในการทำเบียร์

3.2.1. ชุดอุปกรณ์ต้มเบียร์แบบ Homebrew ดังรูปที่ 3.3

หม้อต้มทรงสูงขนาด 30 ลิตร

เตาแก๊ส

Mash tun

Wort Chiller และ ป้อนน้ำ

ถังหมักเบียร์ Food grade 5 ลิตร

แอร์ลีส็อค

ที่เปิดฝาลังหมัก (Bucket opener)

ตู้เย็น (ควบคุมอุณหภูมิ 5-20°C)

ไม้พาย

ทัพพี



รูปที่ 3.3 ชุดอุปกรณ์ต้มเบียร์แบบ Homebrew

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์และการตรวจวิเคราะห์

1. เครื่องมือวัดความหวานแบบกลิ้งสอง (Hand Refractometer) ใช้สำหรับวัดปริมาณน้ำตาลในของเหลวซึ่งนำมาวัดปริมาณน้ำตาลในน้ำเวิร์ทโดยการหยดของเหลวตัวอย่าง 1-2 หยดลงบนกระจกปริซึมและปิดแผ่นเพลทลง โดยไม่ให้มีอากาศจากนั้นมองกลิ้งผ่านแสงเพื่ออ่านค่าองศาบริกซ์ (° Brix) วัดค่าในทุกวันเพื่อดูปริมาณน้ำตาลที่ยีสต์ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์จนถึงสิ้นสุดกระบวนการหมัก

2. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ใช้สำหรับวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่าง โดยการนำหัววัดจุ่มลงในตัวอย่างและรอเครื่องอ่านค่าจนนิ่ง วัดค่าความเป็นกรด-ด่างในทุกวันจนถึงสิ้นสุดกระบวนการหมัก

3. เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ (Triple Scale Hydrometer) ใช้วัดค่าความถ่วงจำเพาะ Specific Gravity (SG) เพื่อใช้คำนวณเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ โดยการเทตัวอย่างลงในกระบอกตวง แล้วหย่อไฮโดรมิเตอร์ลงในกระบอกตวงโดยหันหน้ากระดาษลง พร้อมทั้งหมุนไฮโดรมิเตอร์เบาๆ จากนั้นเริ่มอ่านสเกลที่ตัดผ่านน้ำด้านท้องน้ำ โดยวัดในขั้นตอนสุดท้ายของการต้มเบียร์ ค่า Original Gravity (OG) และวัดค่าในทุกๆวัน ค่า Final Gravity (FG) เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ (Alcohol by Volume%) แสดงดังรูปที่ 3.4

$$\text{ด้วยสูตร } \%ABV = (OG - FG) \times 131.25$$



รูปที่ 3.4 การวัด Specific Gravity ด้วย Triple Scale Hydrometer

4. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ โดยจะใช้วัดอุณหภูมิความร้อนของน้ำในการต้มเบียร์ โดยการจุ่มปลายเทอร์โมมิเตอร์ลงตรงการของภาชนะที่จะวัดโดยไม่ให้โดนที่ก้นภาชนะอ่านค่าเมื่อค่าคงที่

3.3 ขั้นตอนการทดลอง

3.3.1 วิธีการต้มเบียร์ฟรีไบโอติกแอลกอฮอล์ต่ำจากข้าวสาลี

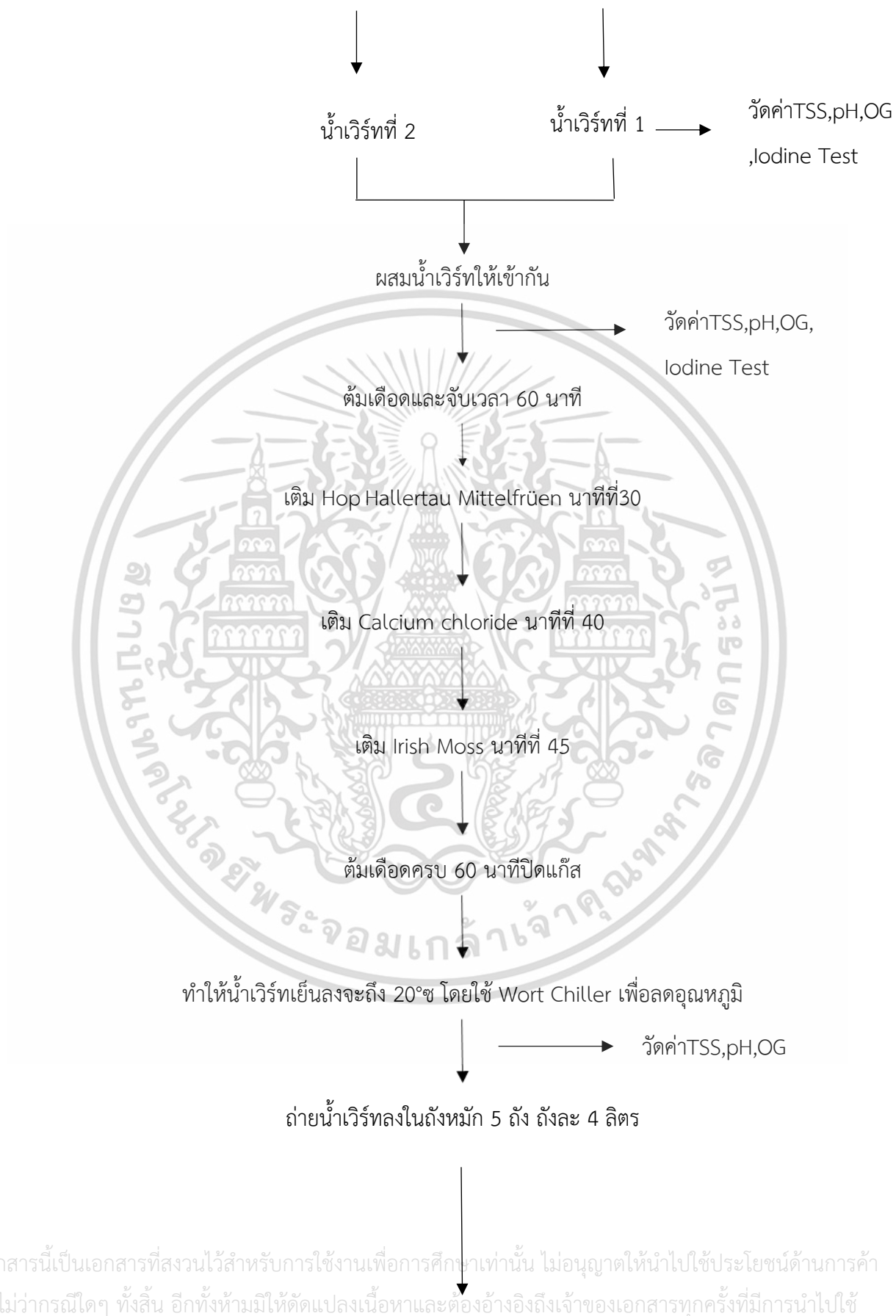
เตรียมPilsen malt 2.5 กิโลกรัม+ Wheat malt

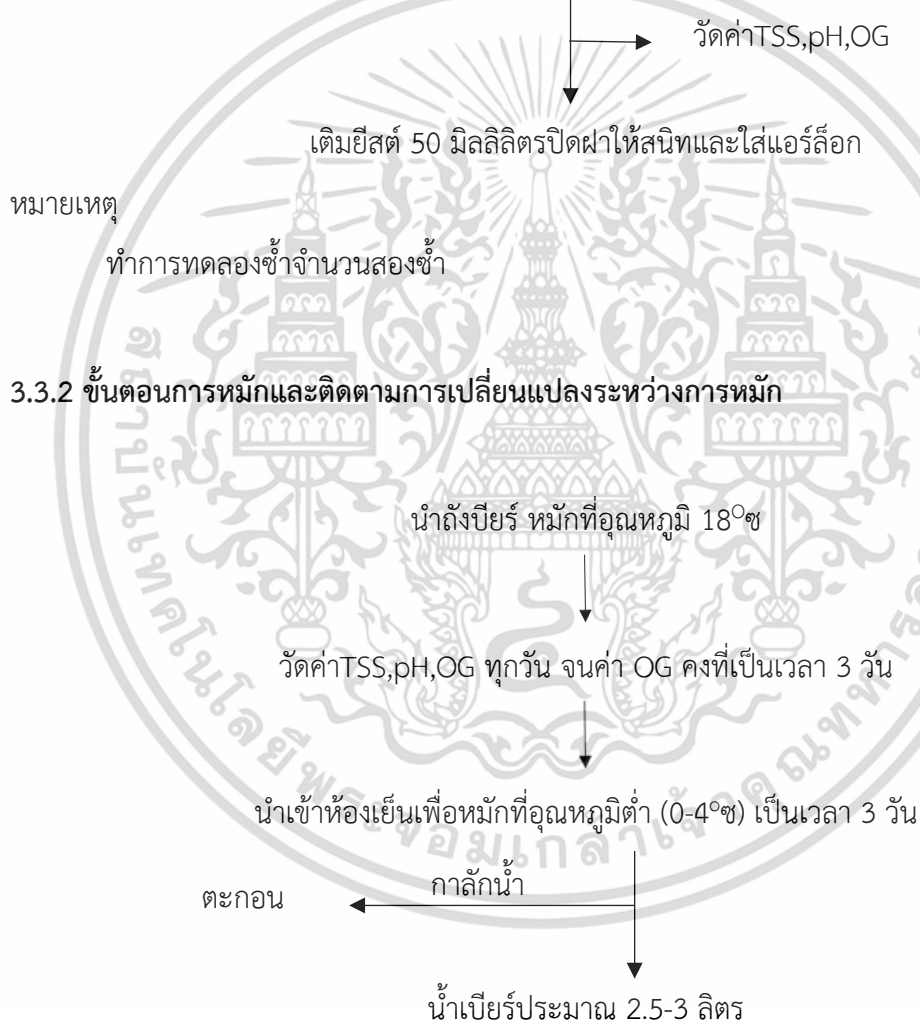
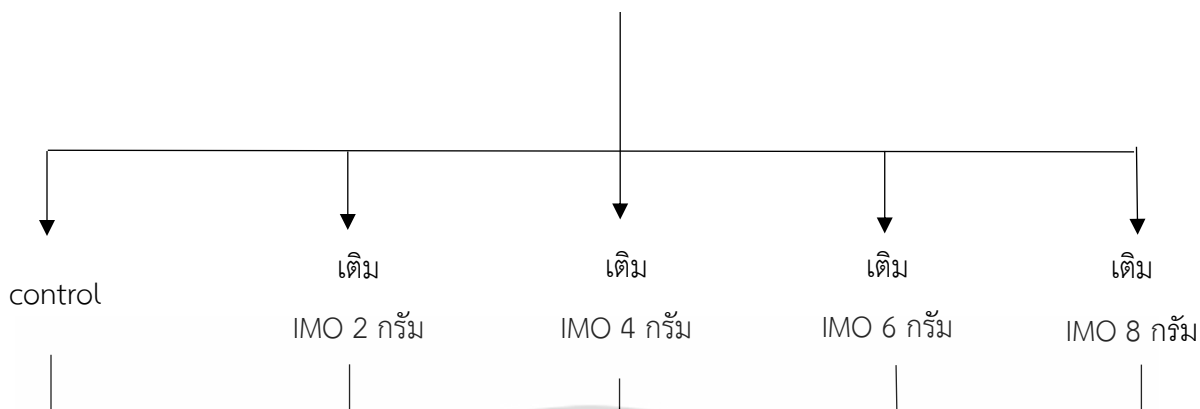
ต้มน้ำ 20 ลิตร จนได้อุณหภูมิ 72-75°ซ

2.0 กิโลกรัม+ Melanoidin 80 กรัม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





หมายเหตุ

กาลักน้ำ เป็นวิธีการถ่ายเทของเหลวจากที่สูงลงไปที่ต่ำอย่างต่อเนื่องโดยผ่านตัวกลาง โดยการ
ใช้สายยางปลายด้านหนึ่งจุ่มลงในถังบรรจุเบียร์ จากนั้นทำการดูดอากาศออกจากสายยางเพื่อให้น้ำเบียร์
เข้ามาแทนที่ตลอดสายยาง และนำปลายสายยางอีกด้านจุ่มลงในภาชนะ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การบรรจุขวดและทำซ่า



หมายเหตุ

เบียร์ผสม น้ำฟุ้งเลมอนโซดา(อัตราส่วน 2:1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์เบื้องต้น

3.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ โดยใช้เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ (Triple Scale Hydrometer) นำตัวอย่างใส่ในกระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไฮโดรมิเตอร์ใส่ในกระบอกตวงที่มีตัวอย่างขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วอ่านค่าบริเวณใต้ท้องน้ำ เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ตามปริมาตร (%ABV) โดยใช้สูตร $(OG - FG) \times 131.25 = \%ABV$

โดย OG (Original Gravity) = ค่าความถ่วงจำเพาะก่อนหมัก

FG (Final Gravity) = ค่าความถ่วงจำเพาะหลังหมัก

3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ โดยเครื่องมือวัดความหวานแบบกึ่งส่อง (Hand Refractometer) นำตัวอย่างหยดลงบนเครื่องมือวัดความหวานแบบกึ่งส่อง (Hand Refractometer) แล้วอ่านค่าที่ได้โดยมีหน่วยเป็น องศาบริกซ์ ($^{\circ}$ Brix)

3.4.3 การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ทำการปรับเทียบมาตรฐานก่อนใช้งานโดยการเทียบกับสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 2 ค่า คือ พีเอช 4.01 และ พีเอช 7.00 จากนั้นวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของเวิร์ทและเปียร์

3.5 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (ไพโรจน์,2561)

วิธีการ

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ สี, กลิ่น, รสชาติ(ความขม), เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม จากนั้นนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA)

การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างด้วยการนำตัวอย่างทั้ง 6 ตัวอย่าง มากำหนดรหัส โดยกำหนดให้ 089=IMO00 274=IMO02 463=IMO04 678=IMO06 821=IMO08 185=IMO08 ผสม Sparkling honey lemon จากนั้นเตรียมตัวอย่างโดยการเทตัวอย่างลงในแก้วชิมทั้ง 6 ใบพร้อมติดรหัสตัวอย่าง และน้ำดื่มสำหรับทำความสะอาดช่องปาก การเตรียมตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่3.5 การเตรียมตัวอย่างเปียร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเบียร์ฟรีไบโอติกแอลกอฮอล์ต่ำจากข้าวสาลี (Weizen)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพเบื้องต้นของเบียร์ฟรีไบโอติกแอลกอฮอล์ต่ำจากข้าวสาลี (Weizen) ทั้งหมด 5 สูตร ได้แก่เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม,เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม,เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม,เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม,เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมต่อปริมาณเบียร์ 4 ลิตรโดยทำการเก็บตัวอย่างในทุกวันเป็นเวลา 12 วันและวิเคราะห์การปริมาณแอลกอฮอล์,ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้และความเป็นกรด-ด่าง มีผลดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์

ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากการผลิตเบียร์ข้าวสาลีแบบแอลกอฮอล์ต่ำ ด้วยกระบวนการผลิตในสถานะเดียวกันในแต่ละสูตร ซึ่งปริมาณแอลกอฮอล์สามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์ปริมาณแอลกอฮอล์ได้จากสูตร $\%ABV = (OG - FG) \times 131.25$ โดยมีการบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอลกอฮอล์ในแต่ละวันเป็นเวลา 12 วัน ของเบียร์ทั้ง 5 สูตร มีผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณแอลกอฮอล์จากค่าความถ่วงจำเพาะ (%ABV) ของเบียร์ 5 สูตรระหว่าง
ระยะเวลาการหมัก 12 วัน

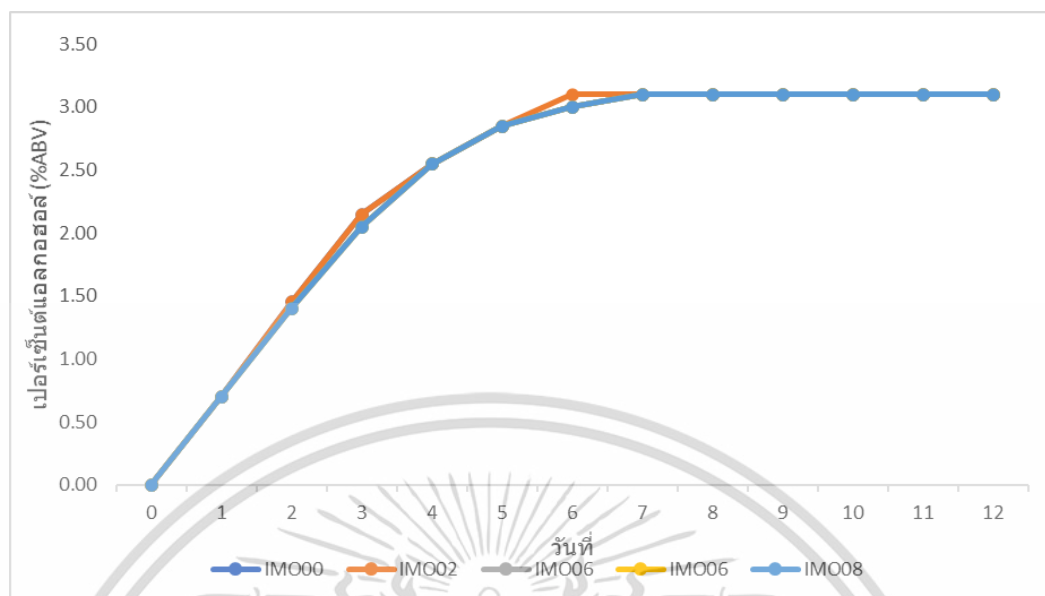
สูตร วันที่	ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV)				
	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
1	0.70±0.42	0.70±0.42	0.70±0.18	0.70±0.18	0.70±0.08
2	1.45±0.21	1.45±0.21	1.40±0.08	1.40±0.08	1.40±0.08
3	2.15±0.71	2.15±0.71	2.05±0.04	2.05±0.04	2.05±0.04
4	2.55±0.49	2.55±0.49	2.55±0.24	2.55±0.24	2.55±0.24
5	2.85±0.35	2.85±0.35	2.85±0.12	2.85±0.12	2.85±0.12
6	3.00±0.14	3.10±0.14	3.00±0.02	3.00±0.02	3.00±0.02
7	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00
8	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00
9	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00
10	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00
11	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00
12	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00	3.10±0.00

หมายเหตุ

-(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

-ปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณแอลกอฮอล์โดยปริมาตร (%ABV) ของเบียร์ 5 สูตร

หมายเหตุ

(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ 4 ลิตร, (IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัมต่อ 4 ลิตร, (IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัมต่อ 4 ลิตร และ (IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมต่อ 4 ลิตร

จากการตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ให้เห็นว่าปริมาณแอลกอฮอล์ในแต่ละสูตรมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่ 3.1 เปอร์เซ็นต์ นับตั้งแต่วันที่ 7 ของกระบวนการหมักโดยมีค่าคงที่จนถึงวันที่ 12 ของทุกสูตร จากการทดลองพบว่าความแตกต่างของสูตรที่หนึ่งเบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม สูตรที่สองเบียร์ข้าวสาลีไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม สูตรที่สามเบียร์ข้าวสาลีไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม สูตรที่สี่เบียร์ข้าวสาลีไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม และสูตรที่ห้าเบียร์ข้าวสาลีไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม มีความแตกต่างกันที่ปริมาณไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ โดยที่ปริมาณไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ ไม่มีผลต่อกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์ของยีสต์ แม้ว่าไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์จะเป็นสารให้ความหวานที่มีหน่วยย่อยเป็นน้ำตาลกลูโคส 2-5 หน่วย (ยุทธชัย, 2557) ซึ่งยีสต์ใช้น้ำตาลในการเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยการหมักจากสภาวะไร้ออกซิเจนหรือมีออกซิเจนก็ตาม โดยยีสต์สามารถหมักน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส แมนโนส ซูโครส มอลโทส กาแลคโตสและราฟฟิโนสให้เป็นแอลกอฮอล์ได้ แต่ยีสต์ทำงานได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสสูงจึงทำให้มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ (ชญญา และ เนตรภิศ , 2555) แต่เมื่อเติมไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ในปริมาณที่แตกต่างกัน (0, 2, 4, 6 และ 8 กรัม) ทำให้ในแต่ละสูตรมีความเข้มข้นของน้ำตาลที่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้มีปริมาณที่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผู้ใช้ต้องรับผิดชอบต่อการใช้งาน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงให้เห็นว่าไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ไม่มีผลต่อปริมาณแอลกอฮอล์ เนื่องจากมีการควบคุมสภาวะการหมักที่เหมือนกัน ปริมาณแอลกอฮอล์จากตารางที่ 4.1 มีการเพิ่มขึ้นในปริมาณที่ใกล้เคียงกันในแต่ละสูตรและมีปริมาณแอลกอฮอล์สุดท้ายที่เท่ากัน

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จากการผลิตเบียร์ข้าวสาลีแบบแอลกอฮอล์ต่ำ ด้วยกระบวนการผลิตในสภาวะเดียวกันในแต่ละสูตร โดยใช้เครื่องมือวัดความหวานแบบส่องกล้อง (Hand Refractometer) วัดค่าของแข็งที่ละลายย้าได้ทุกวันเป็นเวลา 12 วัน ของเบียร์ทั้ง 5 สูตร มีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.2 และ รูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ของเบียร์ 5 สูตรระหว่างระยะเวลาการหมัก 12 วัน

สูตร วันที่	ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์)				
	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08
0	9.90±0.02	9.90±0.02	9.90±0.02	9.90±0.02	9.90±0.02
1	8.60±0.50	8.60±0.50	8.60±0.50	8.60±0.50	8.60±0.50
2	7.25±0.12	7.25±0.12	7.25±0.12	7.25±0.12	7.25±0.12
3	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00	6.00±0.00
4	5.00±0.50	5.00±0.50	5.00±0.50	5.00±0.50	5.00±0.50
5	4.50±0.12	4.50±0.12	4.50±0.12	4.50±0.12	4.50±0.12
6	4.25±0.00	4.25±0.00	4.25±0.00	4.25±0.00	4.25±0.00
7	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00
8	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00
9	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00
10	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00
11	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00
12	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00	4.00±0.00

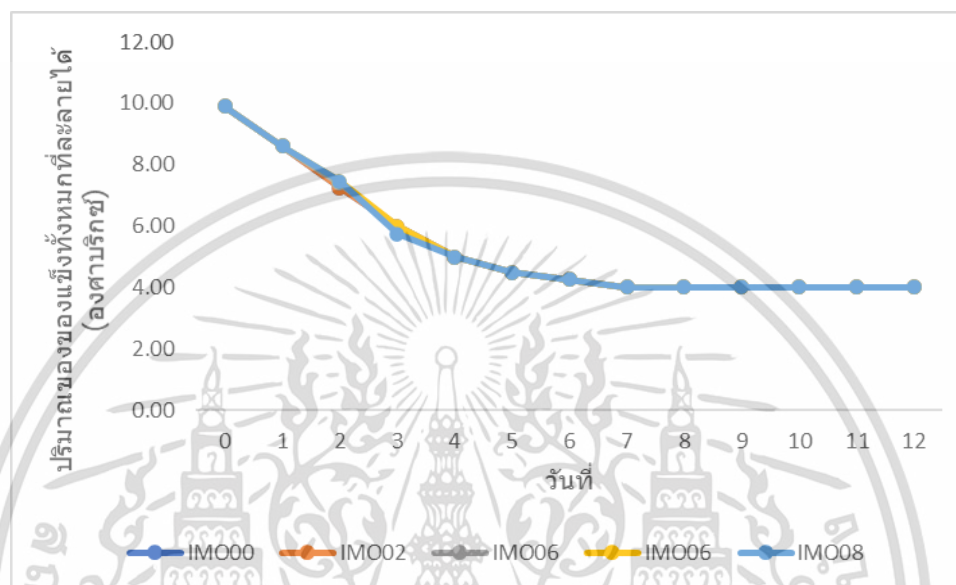
หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เบียร์ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

-ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) แสดงในรูปค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทำการทดลอง 2 ซ้ำ



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (องศาบริกซ์) ของเบียร์ 5 สูตร

หมายเหตุ

-(IMO00) เบียร์ข้าวสาธิตสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เบียร์ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

จากตารางที่4.2 และรูปที่4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 5 สูตร พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายเริ่มต้นอยู่ที่ 9.9 องศาบริกซ์ และเมื่อระยะเวลาการหมักผ่านไปจนนับตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ของเบียร์ข้าวสาธิตสูตรควบคุม,เบียร์ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม,เบียร์ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม,เบียร์ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัมและเบียร์ข้าวสาธิตสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม ลดลงอยู่ที่ 8.60,7.25,6.00,5.00,4.50,4.25 และ 4.00 ตามลำดับและมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้คงที่ในวันที่ 7 ถึง 12 โดยมีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้อยู่ที่ 4.00 องศาบริกซ์ แสดงว่าในการทดลองครั้งนี้ยีสต์สามารถใช้น้ำตาลที่ผลิตแอลกอฮอล์ได้เพียงส่วนหนึ่ง เนื่องจากยังเหลือปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้อยู่ที่ 4.00 องศาบริกซ์ ซึ่งอาจเป็นปริมาณน้ำตาลที่เอกซทรานี้เป็นเอกซทรานี้ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยีสต์ไม่สามารถใช้สร้างแอลกอฮอล์ได้แต่น้ำตาลในส่วนนี้สามารถเป็นสารให้ความหวานได้รสชาติของเบียร์จะมีรสชาติความหวานติดอยู่เล็กน้อย และเนื่องจากปริมาณของแข็งทั้งหมดมีการลดลงอย่างต่อเนื่องจากวันที่ 0 ถึงวันที่12 เพราะในน้ำเวิร์ทมีองค์ประกอบของน้ำตาลอยู่หลายชนิด เช่น มอลโทส,ดี-ฟรุกโทส,ดี-ซูโครส (Pirrone *et al*,2022)

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้จากเบียร์ข้าวสาลีแบบแอลกอฮอล์ต่ำ ด้วยกระบวนการผลิตในสภาวะเดียวกันในแต่ละสูตรเป็นเวลา 12 วันแสดงดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของเบียร์ 5 สูตรระหว่างระยะเวลาการหมัก 12 วัน

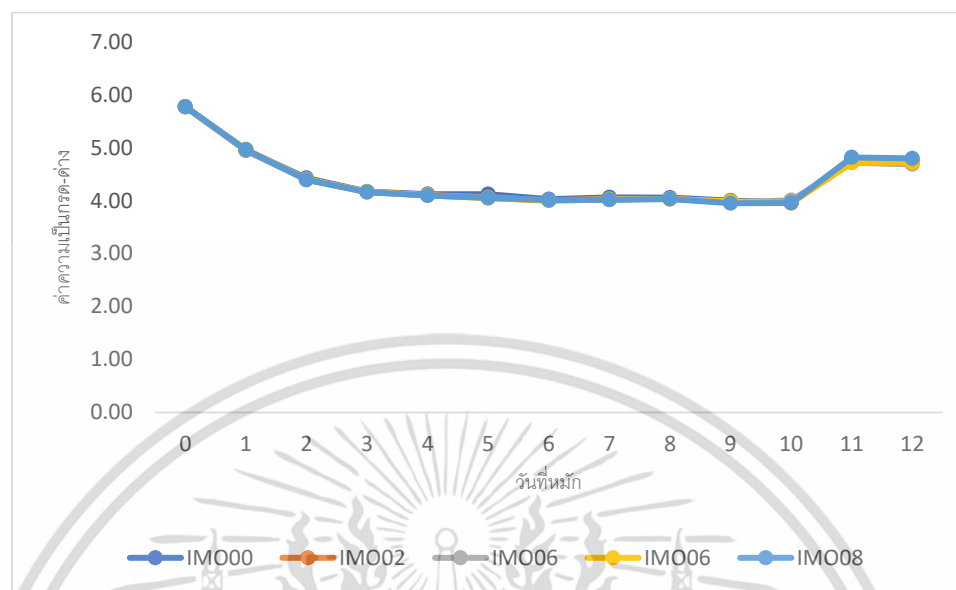
สูตร วันที่	ความเป็นกรด-ด่าง				
	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08
0	5.77±0.00	5.77±0.00	5.77±0.00	5.77±0.00	5.77±0.00
1	4.96±0.01	4.95±0.01	4.95±0.01	4.97±0.00	4.96±0.00
2	4.43±0.00	4.40±0.00	4.40±0.00	4.40±0.00	4.39±0.00
3	4.17±0.02	4.16±0.02	4.17±0.02	4.17±0.02	4.16±0.02
4	4.12±0.01	4.11±0.01	4.10±0.01	4.10±0.01	4.10±0.01
5	4.12±0.02	4.07±0.03	4.06±0.02	4.05±0.02	4.05±0.02
6	4.03±0.01	4.01±0.01	4.00±0.01	4.00±0.01	4.01±0.02
7	4.06±0.01	4.04±0.02	4.02±0.01	4.02±0.01	4.02±0.01
8	4.06±0.02	3.99±0.02	4.04±0.01	4.03±0.01	4.03±0.01
9	4.00±0.06	4.78±0.06	3.97±0.04	3.99±0.04	3.95±0.05
10	3.97±0.06	4.71±0.07	4.01±0.01	3.95±0.05	3.96±0.04
11	4.73±0.66	4.00±0.86	4.72±0.85	4.72±0.75	4.82±1.02
12	4.74±0.82	4.00±0.72	4.69±0.78	4.72±0.83	4.80±1.05

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

–ค่าความเป็นกรด-ด่าง แสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทำการทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของเบียร์ 5 สูตร

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

จากตารางที่4.3 และรูปที่4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) โดยพบว่าค่าเริ่มต้นความเป็นกรด-ด่างของน้ำเวียร์อยู่ที่ 5.77 และเมื่อครบ 12 วัน พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของเบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม,เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม,เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม,เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัมและเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม มีแนวโน้มลดลงอยู่ที่ 4.74,4.00,4.68,4.72 และ 4.80 ตามลำดับซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างมีการลดลงในแต่ละช่วงเวลาใกล้เคียงกันแต่ในช่วงวันที่10-11ระดับค่าความเป็นกรด-ด่างจากรูปที่4.3 เห็นได้ว่ามีค่าที่สูงขึ้นเนื่องจากการปรับค่าด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตเพื่อรักษาค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมโดยมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 4.73,4.00,4.72,4.72 และ 4.72 เมื่อครบ 12 วัน ค่าความเป็นกรด-ด่างของเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมสูงสุดอยู่ที่ 4.80 และค่าความเป็นกรด-ด่างของเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมมีค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ 4.00 เนื่องจากยีสต์มีการเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมถึงสารเมแทบอไลต์ต่างๆ เช่น กรดซัคซินิก, กรดมาลิก, กรดโพธิ์โอนิก, กรดปาลมิติก, กรดสเตียริก, ซูโครส, ฟรุกโทส, ซอร์บิทอล และกลีเซอรอล เป็นต้น (Seo *et al.*, 2019) ซึ่งคาดว่าสารเมแทบอไลต์ที่ยีสต์สร้างขึ้นเหล่านี้มีผลต่อการลดลงของค่าความเป็นกรดต่างเนื่องจากสารเมแทบอไลต์ส่วนใหญ่มีความเป็นกรด

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

เมื่อทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 20 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

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

โดยมีการทดสอบตัวอย่าง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของตัวอย่างเบียร์เพื่อทำการเปรียบเทียบความพึงพอใจในแต่ละตัวอย่างเบียร์ที่ได้รับการทดสอบจากผู้ทดสอบที่มีความชื่นชอบต่อการดื่มเบียร์โดยมีอายุ 20 ปีขึ้นไปเป็นจำนวน 20 คน และมีการนำคะแนนมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA)

4.2.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์

การทดสอบคุณลักษณะสีของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 5 สูตร มีคะแนนความพึงพอใจต่อสีของตัวอย่างอยู่ในช่วง 7 คะแนน โดยตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุมเป็นตัวอย่างที่มีคะแนนสูงที่สุดอยู่ที่ 7.250 ± 0.967 และมีความพึงพอใจต่อสีน้อยสุดอยู่ที่ 7.050 ± 0.887 คะแนน คะแนนความพึงพอใจต่อสีของตัวอย่างอยู่ในช่วงคะแนนที่ใกล้เคียงกันโดยคนส่วนใหญ่ชอบสีของตัวอย่างเบียร์ในความชอบปานกลาง โดยสีของตัวอย่างแต่ละตัวอย่างมีความใกล้เคียงกันมากจึงทำให้มีความแตกต่างของระดับคะแนนที่ต่ำจึงเห็นได้ว่าในแต่ละสูตรมีสีที่ไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อสีครั้ง1 (ANOVA)

คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเบียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	7.25±0.97
IMO02	7.10±1.07
IMO04	7.05±0.89
IMO06	7.05±1.00
IMO08	7.20±1.06

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

4.2.2 การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์

การทดสอบคุณลักษณะกลิ่นของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 5 สูตร มีความพึงพอใจต่อกลิ่นสูงสุดอยู่ที่ 7.150±0.933 ซึ่งเป็นตัวอย่างของเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม และความพึงพอใจต่อกลิ่นน้อยสุดอยู่ที่ 6.850±1.182 ซึ่งเป็นตัวอย่างของเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม จากตารางที่ 4.4 คะแนนความพึงพอใจต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์มีคะแนนอยู่ในช่วง 6-7 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับคะแนนที่ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยค่าคะแนนต่อกลิ่นอยู่ในช่วงคะแนนนี้เนื่องจากตัวอย่างเบียร์ในแต่ละสูตรมีความแตกต่างทางกลิ่นค่อนข้างน้อยและตัวอย่างเบียร์มีกลิ่นที่เบาบางเพื่อให้สามารถดื่มได้ง่ายขึ้น ดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อกลิ่นครั้งที่ 1 (ANOVA)

คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเบียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	6.90±1.59
IMO02	6.85±1.18
IMO04	6.90±1.17
IMO06	7.00±0.97
IMO08	7.15±0.93

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

4.2.3 การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์

การทดสอบคุณลักษณะรสชาติของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 5 สูตร มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 6 คะแนน หรือมีความชอบเพียงเล็กน้อย โดยมีคะแนนความพึงพอใจในระดับคะแนนที่เท่ากัน ซึ่งตัวอย่างที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 6.85±1.32 คะแนน และตัวอย่างที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดอยู่ที่ 6.00±1.26 คะแนน คือตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม คะแนนอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยอาจเกิดจากตัวอย่างเบียร์เป็นเบียร์ที่มีความบางเบาของรสชาติ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อรสชาติครั้งที่ 1 (ANOVA)

คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเบียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	6.10±1.52
IMO02	6.20±1.47
IMO04	6.00±1.26
IMO06	6.80±1.32
IMO08	6.45±1.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

–(IMO00) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

4.2.4 การวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

การทดสอบคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเปียร์ทั้ง 5 สูตร มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 6 คะแนน หรือมีความชอบเพียงเล็กน้อย โดยมีคะแนนความพึงพอใจในระดับคะแนนที่เท่ากัน ซึ่งตัวอย่างที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ เปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 6.70 ± 1.22 คะแนน และตัวอย่างที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดอยู่ที่ 6.25 ± 1.07 คะแนน คือตัวอย่างเปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม โดยคะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างในระดับนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อเนื้อสัมผัสครั้งที่ 1 (ANOVA)

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเปียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	6.55 ± 1.00
IMO02	6.25 ± 1.07
IMO04	6.45 ± 0.89
IMO06	6.70 ± 1.22
IMO08	6.70 ± 1.17

หมายเหตุ

–(IMO00) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เปียร์ข้าวสาาลีสูตรโอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การวิเคราะห์คุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์

การทดสอบคุณลักษณะโดยรวมของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 5 สูตร มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 6 คะแนน หรือมีความชอบเพียงเล็กน้อย โดยมีคะแนนความพึงพอใจในระดับคะแนนที่เท่ากัน ซึ่งตัวอย่างที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 7.05 ± 1.02 คะแนน และตัวอย่างที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดอยู่ที่ 6.65 ± 1.14 คะแนน คือ ตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุมและเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะโดยรวมไม่มีความแตกต่างในระดับนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบโดยรวมครั้งที่ 1 (ANOVA)

คุณลักษณะความชอบโดยรวม	
ตัวอย่างเบียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	6.65 ± 1.137
IMO02	6.80 ± 1.056
IMO04	6.65 ± 1.137
IMO06	7.05 ± 1.0150
IMO08	6.85 ± 1.137

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตรและ(IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม4ลิตร

การวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 5 สูตร เห็นได้ว่ามีความอยู่อยู่ในระดับคะแนนที่มีความใกล้เคียงกันอยู่ที่ระดับ 6-7 คะแนน เป็นไปได้ว่าตัวอย่างเบียร์ในแต่ละสูตรไม่มีความแตกต่างกันในระดับนัยสำคัญซึ่งสูตรเบียร์ที่มีการเติมไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ในระดับที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อตัวอย่างเบียร์ในแต่ละสูตร

4.2.6 การวิเคราะห์คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2

การทดสอบคุณลักษณะสีของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 6 สูตร มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 6 คะแนน หรือมีความชอบเพียงเล็กน้อย โดยมีคะแนนความพึงพอใจในระดับคะแนนที่เท่ากัน ซึ่งตัวอย่างที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดา มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 6.75 ± 1.59 คะแนน และตัวอย่างที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดอยู่ที่ 6.55 ± 1.05 คะแนน คือตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะสีไม่มีความแตกต่างในระดับนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบสี (ANOVA) ครั้งที่ 2

คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเบียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	6.55 ± 1.32
IMO02	6.60 ± 1.10
IMO04	6.55 ± 1.05
IMO06	6.75 ± 1.16
IMO08	6.60 ± 1.14
IMO08+SPK HL	6.75 ± 1.59

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร, (IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร, (IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตร, (IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมและ(IMO08+SPK HL)เบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดา

4.2.7 การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2

การทดสอบคุณลักษณะกลิ่นของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 6 สูตร มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 5-8 คะแนน โดยมีคะแนนความพึงพอใจในระดับคะแนนที่แตกต่างกัน ซึ่งตัวอย่างที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 8.85 ± 1.66 คะแนน และตัวอย่างที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดอยู่ที่ 5.70 ± 1.26 คะแนน คือตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะกลิ่นมีความแตกต่างในระดับนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อกลิ่น (ANOVA) ครั้งที่ 2

คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเบียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	5.75 ± 1.65
IMO02	5.75 ± 1.45
IMO04	6.05 ± 1.32
IMO06	8.85 ± 1.66
IMO08	5.70 ± 1.26
IMO08+SPK HL	7.45 ± 1.19

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ 4 ลิตร, (IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม 4 ลิตร, (IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม 4 ลิตร, (IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม และ (IMO08+SPK HL) เบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดา

4.2.8 การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2

การทดสอบคุณลักษณะรสชาติของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 6 สูตร มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 6-7 คะแนน หรือมีความชอบเพียงเล็กน้อย โดยมีคะแนนความพึงพอใจในระดับคะแนนที่เท่ากัน ซึ่งตัวอย่างที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดา มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 7.75 ± 1.12 คะแนน และตัวอย่างที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดอยู่ที่ 5.45 ± 1.73 คะแนน คือตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะรสชาติมีความแตกต่างกันในระดับนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อรสชาติ (ANOVA) ครั้งที่2

คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเบียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	5.90±1.86
IMO02	6.05±1.67
IMO04	6.25±1.55
IMO06	6.10±1.62
IMO08	5.45±1.73
IMO08+SPK HL	7.750±1.12

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตร,(IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมและ(IMO08+SPK HL)เบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดา

4.2.9 การวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2

การทดสอบคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 6 สูตร มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 5-6 คะแนน หรือมีความชอบเพียงเล็กน้อย โดยมีคะแนนความพึงพอใจในระดับคะแนนที่เท่ากัน ซึ่งตัวอย่างที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 6.0 ± 1.65 คะแนน และตัวอย่างที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดอยู่ที่ 5.50 ± 1.82 คะแนน คือ ตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างในระดับนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบต่อเนื้อสัมผัส (ANOVA) ครั้งที่ 2

คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์	
ตัวอย่างเบียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	5.70 ± 1.78
IMO02	5.85 ± 1.46
IMO04	6.00 ± 1.65
IMO06	5.80 ± 1.58
IMO08	5.50 ± 1.82
IMO08+SPK HL	5.60 ± 1.14

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตร,(IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมและ(IMO08+SPK HL)เบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดา

4.2.10 การวิเคราะห์คุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2

การทดสอบคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเบียร์ทั้ง 6 สูตร มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 5-7 คะแนน หรือมีความชอบเพียงเล็กน้อย โดยมีคะแนนความพึงพอใจในระดับคะแนนที่เท่ากัน ซึ่งตัวอย่างที่มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดา มีคะแนนความพึงพอใจอยู่ที่ 7.90 ± 1.07 คะแนน และตัวอย่างที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดอยู่ที่ 5.50 ± 1.76 คะแนน คือตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะโดยรวมมีความแตกต่างในระดับนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลคะแนนการประเมินทดสอบความชอบโดยรวม (ANOVA) ครั้งที่ 2

คุณลักษณะความชอบโดยรวม	
ตัวอย่างเบียร์	คะแนนความพึงพอใจ
IMO00	5.65±1.81
IMO02	6.35±1.46
IMO04	5.90±1.37
IMO06	5.60±1.64
IMO08	5.50±1.76
IMO08+SPK HL	7.90±1.07

หมายเหตุ

–(IMO00) เบียร์ข้าวสาลีสูตรควบคุม, (IMO02) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัมต่อ4ลิตร,(IMO04) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม4ลิตร,(IMO06) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม4ลิตร,(IMO08) เบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมและ(IMO08+SPK HL)เบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดา

จากการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของตัวอย่างครั้งที่ 2 โดยมีการเพิ่มตัวอย่างที่ 6 ขึ้นมาคือ ตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดาเพื่อเพิ่มเอกลักษณ์ให้กลับตัวอย่างจากผลการวิเคราะห์โดยรวมแล้ว ตัวอย่างเบียร์ข้าวสาลีสูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัมผสมน้ำผึ้งเลมอนโซดา มีคะแนนมากที่สุดทางด้านคุณลักษณะของสี รสชาติและความพึงพอใจโดยรวม ซึ่งเป็นได้ว่าตัวอย่างเบียร์สูตรนี้เป็นสูตรที่ดีที่สุดในการทดลองครั้งนี้ แต่สูตรเบียร์ที่ทดสอบทั้งสองครั้งนี้มีผลคะแนนอยู่ในช่วงระดับปานกลางจนถึงดี ผู้ทดสอบมีความชื่นชอบแต่ไม่มากนักเนื่องจากเอกลักษณ์ของตัวอย่างเบียร์ที่ไม่ชัดเจนและไม่คุ้นเคย จึงทำให้คะแนนอยู่ในระดับที่รับได้แต่ไม่ถึงกับชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเชิงพาณิชย์ หากผู้อื่นใดมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สุด เนื่องจากคนไทยมักนิยมดื่มเบียร์ที่มีกลิ่นของข้าวที่ชัดเจน มีรสขมเล็กน้อย เนื้อสัมผัสบางเบา โดยลักษณะการดื่มเบียร์ของแต่ละบุคคลส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ภูมิประเทศ และวัตถุดิบที่นิยมใน (William and Hurley,2023) ส่งผลต่อความชอบของเบียร์ ซึ่งเบียร์ตัวอย่างเป็นเบียร์ผลไม้ ที่มีความบางเบา ดื่มง่าย จึงทำให้ผู้ทดสอบยังไม่คุ้นเคยกับรสชาติ สี เนื้อสัมผัสและกลิ่นของตัวอย่าง การทดสอบในครั้งนี้จำเป็นต้องทำการทดสอบตัวอย่างกับผู้ทดสอบที่ความชื่นชอบในเบียร์ผลไม้ จะทำให้ได้รับผลการทดสอบที่ชัดเจนขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองศึกษาผลกระทบของไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ในเบียร์ พบว่าในการทดลองครั้งนี้ไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ไม่มีผลต่อกระบวนการผลิตเบียร์และรสชาติโดยรวมของเบียร์ที่ไม่มี ความแตกต่างกันในระดับปริมาณไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดลองในครั้งนี้เป็นการทดลองผลิตเบียร์เชิงหน้าที่จากข้าวสาลีสไตล์เยอรมันชนิดแอลกอฮอล์ต่ำ โดยได้แอลกอฮอล์อยู่ที่ 3.1% มีรสชาติ รสสัมผัสที่ค่อนข้างเบา และไม่เข้มข้นโดยจากสูตรที่ได้ผลดีที่สุดคือสูตรเบียร์ข้าวสาลีไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม และจากผลที่ได้ยังไม่ดีเท่าไรนักจึงนำได้ตัวอย่างมาผสมกับเครื่องดื่ม Sparkling honey lemon ในอัตราส่วน 1:2 เพื่อเพิ่มเอกลักษณ์ของเบียร์ให้มากขึ้น รสชาติที่เด่นชัด และดื่มได้ง่ายยิ่งขึ้น แอลกอฮอล์ก็จะลดลงอยู่ที่ 2 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ในการดื่มเบียร์ชนิดนี้สามารถดื่มใน ปริมาณที่เยอะขึ้นได้ จากรสชาติที่มีการปรับแต่งแล้วทำให้ผู้ทดสอบความความพอใจมากขึ้นต่อเบียร์ โดยรวม ซึ่งในเชิงพาณิชย์สามารถที่จะเจาะกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการดื่มเบียร์ที่มีรสชาติที่สามารถเข้าถึงได้ ง่าย มีความขมเพียงเล็กน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 การทดลองในครั้งนี้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย จึงควรคำนึงถึงความสะอาดและปัจจัยอื่นๆของ การผลิตเบียร์
- 5.2.2 การทดลองในครั้งนี้ควรควบคุมอัตราการผลิตในทุกขั้นตอน
- 5.2.3 หากต้องการให้การทดลองในครั้งนี้เสถียรมากยิ่งขึ้น ต้องใช้เวลาในการปรับแต่งรสชาติและ กระบวนการทดลองเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้างอิง

- กนิษฐา ไทยกล้า และสุโข เสมมหาศักดิ์. 2560. คราฟเบียร์ในสังคมไทย. เชียงใหม่: สถาบันวิจัย
วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชญญา วงศ์จันทร์ และ เนตรภิศ น้อยทิม. 2555. การพัฒนากระบวนการแอลกอฮอล์จากส่วนเหลือทิ้ง
ด้วยเครื่องกลั่นแอลกอฮอล์ขนาดกลาง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- โชคชัย วนภู. 2558. การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์จากข้าวไทยเป็นส่วนประกอบหมักโดยวิธี
พื้นที่ผิวตอบสนอง และการประยุกต์ใช้ในการผลิตเบียร์ระดับกิ่งอุตสาหกรรม. สำนักวิชา
เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- พัชรวรรณ รัตนอุบล. 2552. การรอดชีวิตของโปรไบโอติกโดยใช้สารพรีไบโอติกในการผลิตภัณฑ์ซินไบโอ
ติก. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ยุทธชัย เพชรรัตน์ไพศาล. 2557. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์จากแป้งมัน
สำปะหลัง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2561. การประเมินประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation). พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่.
ศูนย์บริหารงานวิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Bosscher D, Van Loo J, Franck A. 2006. Inulin and oligofructose as prebiotics in the
prevention of intestinal infections and diseases. 19(2). 216-226.
- Hendy Wijaya. 2021. The effect of supplementation of Isomaltooligosaccharide and
emulsified medium-chain triglycerides on blood glucose, β -hydroxybutyrate and
calorie intake in male Wistar rats. 37.35-46.
- Hurley IV and William J. 2023. Beer Reflections in Geography: An Analysis of Craft Beer
Styles in the Midwest. Southern Illinois University Edwardsville.
- Kolide S, Tuohy K, and Gibson G. 2002. Prebiotic effects of inulin and oligofructose. 87
.S193-S197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pirrone,A., Prestianni,R., Naselli, V., Todaro, A., Farina, V., Tinebra, I.,Raffaele, G.,Alfonzo, A. and Francesca N .2022. influence of indigenous hanseniaspora uvarum and Saccharomyces cerevisiae from sugar-rich substrates on the aromatic composition of loquat beer. International journal of food microbiology. 379 :109868.

Seo S.H., Kim E.j., Park S.E., Park D.H.,Park K.M., Na C.S. and Son, H.S. 2020. GC/MSbased metabolomics study to investigate differential metabolites between ale and lager beers.Food bioscience. 36:100671.

Sittirit khanana.2023. HOP Weizen 23L สืบค้น 21 สิงหาคม 2566.จาก <https://web.brewfather.app/share/xMX5WsPLS8cj19>.

Turner ND, Lupton JR. 2011. Dietary Fiber. 2(2): 151-152.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ระยะการดำเนินงาน

กรอบระยะการดำเนินงาน ระยะการดำเนินงาน 4 เดือน

กิจกรรม	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค
ศึกษาขั้นตอนการผลิตเบียร์	←→			
วางแผนการทดลอง		←→		
การทดลองการผลิตเบียร์ที่มีปริมาณ IMO ที่แตกต่างกัน			←→	
ประเมินคุณภาพเบียร์				←→
สรุปและรายงานฉบับสมบูรณ์				←→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การเตรียมยีสต์ เชื้อเริ่มต้น

วิธีการเตรียม : Low alcohol producing yeast

เวียรท 300 มิลลิลิตร

Yeast 20 มิลลิลิตร

ปั่นด้วย hot plate Magnetic Stirrer ด้วยความเร็วรอบ 200-300 rpm

เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

เติมเวียรท 700 มิลลิลิตร

ปั่นด้วย hot plate Magnetic Stirrer ด้วยความเร็วรอบ 200-300 rpm

เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง

หัวเชื้อยีสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

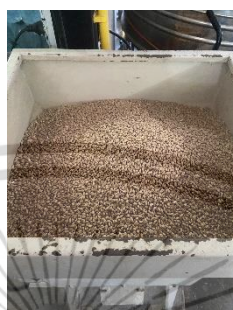
ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการผลิตเบียร์ข้าวสาลี

1. ชุดมอลต์สำหรับ WEIZEN



2. นำเข้าเครื่องบดหยาบ



3. นำมอลต์ที่บดแล้วเทลงใน Mash tun



4. เติมน้ำและจับเวลา



5. ปล่อยน้ำเวิร์ท ครั้งที่ 1



6. ปล่อยน้ำเวิร์ท ครั้งที่ 2



7. ต้มเดือด



8. เติมหอปส์

9. เติม CaCl₂

10. เติม Irish Moss



11. Cold Crashing



12. ละลาย IMO



13. เติม IMO

14. ปิดฝาถัง

15. บรรจุลงขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



16.ทดสอบชิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

1 .แบบให้คะแนนความพึงพอใจต่อเบียร์

หมายเลข.....

วันที่

คำแนะนำ การชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและให้คะแนนความชื่นชอบลักษณะต่างๆ ของตัวอย่างต่อไปนี้

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

รายการทดสอบ	รหัสตัวอย่าง					
	089	274	463	678	821	158
สี						
กลิ่น						
รสชาติ						
รสสัมผัส						
ความชอบโดยรวม						

คำแนะนำ

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในครั้งนี้

นางสาว ปริญญาภัทร โสสันตา

นักศึกษาฝึกงาน สาขาจุลชีววิทยาอุตสาหกรรม

089=IMO00 274=IMO02 463=IMO04 678=IMO06 821=IMO08 185=IMO08+SPKน้ำผึ้งมะนาว
เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเห็นาไปเซประเยชนดานการคา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คะแนนการทดสอบเบียร์จากผู้ทดสอบ ครั้งที่ 1

คะแนนความชอบสี

ผู้ทดสอบชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08
1	5	5	5	5	5
2	6	7	6	5	7
3	7	5	6	6	5
4	6	7	7	7	9
5	7	7	7	8	8
6	8	8	7	7	7
7	8	8	8	8	8
8	8	8	8	8	8
9	8	8	8	8	8
10	9	5	7	7	7
11	6	6	6	6	6
12	7	7	7	7	7
13	7	7	7	7	7
14	7	7	7	7	7
15	7	7	6	6	6
16	8	8	8	8	8
17	8	8	8	8	8
18	8	8	8	8	8
19	8	8	8	8	8
20	7	8	7	7	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบต่อกลิ่น

ผู้ทดสอบชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08
1	2	5	5	7	8
2	6	5	5	5	6
3	5	6	7	6	6
4	6	7	8	7	8
5	5	5	5	5	5
6	8	6	5	7	7
7	8	8	8	8	8
8	8	8	8	8	8
9	8	8	8	8	8
10	9	5	7	7	7
11	6	6	6	6	6
12	7	7	7	7	7
13	7	7	7	7	7
14	7	7	7	7	7
15	7	7	6	6	6
16	8	8	8	8	8
17	8	8	8	8	8
18	8	8	8	8	8
19	8	8	8	8	8
20	7	8	7	7	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบต่อรสชาติ

ผู้ทดสอบชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08
1	2	3	3	7	5
2	5	6	5	5	6
3	6	5	6	6	6
4	7	6	5	9	9
5	7	7	7	9	9
6	5	5	5	5	5
7	9	9	7	9	7
8	7	8	8	7	7
9	5	4	5	5	6
10	6	8	7	6	6
11	4	5	5	6	7
12	7	8	5	5	4
13	8	6	7	8	7
14	6	7	6	6	4
15	7	6	6	8	6
16	6	7	8	7	7
17	6	6	7	7	7
18	7	7	7	7	7
19	5	5	6	7	6
20	7	6	5	7	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบต่อเนื้อสัมผัส

ผู้ทดสอบชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08
1	6	6	6	6	6
2	7	6	6	5	7
3	6	5	6	6	5
4	6	6	8	9	8
5	8	8	8	9	9
6	5	5	6	6	5
7	8	8	6	8	7
8	7	8	7	8	8
9	5	4	5	5	5
10	6	5	6	5	6
11	7	7	7	7	7
12	6	6	6	6	6
13	9	6	7	8	7
14	7	7	7	7	7
15	6	6	6	6	6
16	6	7	8	7	7
17	6	6	6	6	6
18	6	6	6	6	6
19	7	7	7	7	7
20	7	6	5	7	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบความชอบโดยรวม

ผู้ทดสอบชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08
1	4	5	5	8	7
2	6	6	5	5	6
3	6	6	6	6	6
4	6	7	8	9	8
5	7	7	9	8	8
6	7	6	6	6	6
7	9	9	7	9	7
8	7	8	8	8	8
9	5	5	5	6	5
10	7	8	7	7	8
11	7	8	7	7	8
12	7	8	6	6	5
13	9	6	7	8	7
14	6	7	6	6	5
15	7	7	7	7	7
16	6	7	8	7	7
17	6	6	7	7	6
18	7	7	7	7	7
19	7	7	7	7	7
20	7	6	5	7	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คะแนนการทดสอบเบียร์จากผู้ทดสอบครั้งที่ 2

คะแนนความชอบสี

ผู้ทดสอบ ชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08	IMO08+ SPK HL
1	7	7	7	7	7	7
2	4	6	6	7	7	5
3	5	5	5	5	5	3
4	9	8	7	8	8	9
5	7	7	7	7	7	9
6	7	7	7	8	7	7
7	6	6	5	6	5	5
8	5	5	5	5	5	5
9	8	8	8	8	8	8
10	8	8	8	8	7	7
11	5	5	5	5	5	5
12	6	6	6	6	6	6
13	8	8	8	8	8	8
14	7	7	7	7	7	8
15	5	5	6	5	5	6
16	7	7	7	8	7	8
17	6	6	6	6	6	6
18	7	7	7	7	8	8
19	8	8	8	8	8	8
20	6	6	6	6	6	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบต่อกลิ่น

ผู้ทดสอบ ชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08	IMO08+ SPK HL
1	6	2	2	3	3	8
2	6	3	4	7	7	6
3	1	8	6	5	6	5
4	6	7	6	9	5	9
5	5	6	7	5	5	8
6	6	5	7	7	7	7
7	6	5	5	4	3	6
8	3	5	5	3	5	6
9	8	7	7	6	6	7
10	6	6	7	8	6	9
11	5	6	6	4	5	7
12	5	7	7	7	7	7
13	7	6	7	7	6	8
14	8	7	7	5	6	8
15	7	6	7	7	5	9
16	6	4	5	5	5	6
17	4	6	6	6	7	8
18	7	6	7	8	6	9
19	6	6	6	6	6	8
20	7	7	7	5	8	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบต่อรสชาติ

ผู้ทดสอบ ชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08	IMO08+ SPK HL
1	4	4	4	2	1	7
2	6	3	4	7	7	6
3	1	7	7	6	3	9
4	6	7	6	9	5	9
5	5	5	8	5	6	8
6	6	5	7	6	6	8
7	7	5	5	4	4	6
8	5	4	4	5	5	7
9	8	7	7	6	5	7
10	7	4	6	6	6	9
11	6	8	5	5	6	7
12	7	5	8	8	7	9
13	2	5	4	6	7	9
14	6	6	7	8	6	8
15	7	8	8	8	7	9
16	8	7	5	5	6	7
17	5	7	9	5	3	8
18	7	7	7	7	4	6
19	7	9	7	7	8	7
20	8	8	7	7	7	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบต่อเนื้อสัมผัส

ผู้ทดสอบ ชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08	IMO08+ SPK HL
1	7	5	2	2	1	8
2	5	3	6	3	2	8
3	1	8	7	6	7	9
4	6	8	6	9	5	9
5	7	6	7	7	7	8
6	7	5	7	7	8	8
7	6	5	6	5	4	6
8	5	4	4	5	5	6
9	8	7	7	6	5	7
10	5	5	5	5	6	6
11	7	7	8	6	7	9
12	6	5	6	6	7	8
13	3	5	5	7	5	7
14	5	5	5	5	5	6
15	8	8	8	8	8	9
16	7	6	8	6	6	9
17	5	7	7	5	6	8
18	3	4	4	5	4	6
19	7	7	8	7	7	7
20	6	7	4	6	5	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนความชอบโดยรวม

ผู้ทดสอบ ชิม	IMO00	IMO02	IMO04	IMO06	IMO08	IMO08+ SPK HL
1	5	5	3	4	1	8
2	6	3	6	4	2	8
3	1	8	7	6	4	8
4	8	8	6	9	6	9
5	6	6	8	6	7	9
6	7	5	7	8	7	8
7	6	5	5	4	4	5
8	6	5	5	6	6	7
9	8	8	7	6	6	7
10	3	5	4	4	6	8
11	6	7	8	7	7	9
12	7	8	5	7	6	6
13	5	7	7	6	5	8
14	6	8	4	4	4	9
15	5	8	5	5	6	8
16	6	6	6	4	6	8
17	7	5	6	5	7	9
18	2	6	5	3	8	8
19	7	7	7	8	5	7
20	6	7	7	6	7	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.1 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะสี่ของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อสี่ของผลิตภัณฑ์

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	7.250	0.967	(6.807, 7.693)
IMO02	20	7.100	1.071	(6.657, 7.543)
IMO04	20	7.050	0.887	(6.607, 7.493)
IMO06	20	7.050	0.999	(6.607, 7.493)
IMO08	20	7.200	1.056	(6.757, 7.643)

Pooled StDev = 0.998156

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.2 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	6.900	1.586	(6.371, 7.429)
IMO02	20	6.850	1.182	(6.321, 7.379)
IMO04	20	6.900	1.165	(6.371, 7.429)
IMO06	20	7.000	0.973	(6.471, 7.529)
IMO08	20	7.150	0.933	(6.621, 7.679)

Pooled StDev = 1.19075

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.3 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	6.100	1.518	(5.484, 6.716)
IMO02	20	6.200	1.473	(5.584, 6.816)
IMO04	20	6.000	1.257	(5.384, 6.616)
IMO06	20	6.800	1.322	(6.184, 7.416)
IMO08	20	6.450	1.356	(5.834, 7.066)

Pooled StDev = 1.38849

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.4 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	6.550	0.999	(6.072, 7.028)
IMO02	20	6.250	1.070	(5.772, 6.728)
IMO04	20	6.450	0.887	(5.972, 6.928)
IMO06	20	6.700	1.218	(6.222, 7.178)
IMO08	20	6.700	1.174	(6.222, 7.178)

Pooled StDev = 1.07630

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.5 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อโดยรวมของผลิตภัณฑ์

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	6.650	1.137	(6.160, 7.140)
IMO02	20	6.800	1.056	(6.310, 7.290)
IMO04	20	6.650	1.137	(6.160, 7.140)
IMO06	20	7.050	1.050	(6.560, 7.540)
IMO08	20	6.850	1.137	(6.360, 7.340)

Pooled StDev = 1.10406

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.6 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะสี่ของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อสี่ของผลิตภัณฑ์ ครั้งที่ 2

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	6.550	1.317	(6.001, 7.099)
IMO02	20	6.600	1.095	(6.051, 7.149)
IMO04	20	6.550	1.050	(6.001, 7.099)
IMO06	20	6.750	1.164	(6.201, 7.299)
IMO08	20	6.600	1.142	(6.051, 7.149)
IMO08+ SPK HL	20	6.750	1.585	(6.201, 7.299)

Pooled StDev = 1.23899

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.7 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตร ที่มีต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	5.750	1.650	(5.115, 6.385)
IMO02	20	5.750	1.446	(5.115, 6.385)
IMO04	20	6.050	1.317	(5.415, 6.685)
IMO06	20	5.850	1.663	(5.215, 6.485)
IMO08	20	5.700	1.261	(5.065, 6.335)
IMO08+ SPK HL	20	7.450	1.191	(6.815, 8.085)

Pooled StDev = 1.43316

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.8 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	5.900	1.861	(5.187, 6.613)
IMO02	20	6.050	1.669	(5.337, 6.763)
IMO04	20	6.250	1.552	(5.537, 6.963)
IMO06	20	6.100	1.619	(5.387, 6.813)
IMO08	20	5.450	1.731	(4.737, 6.163)
IMO08+ SPK HL	20	7.750	1.118	(7.037, 8.463)

Pooled StDev = 1.60864

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.9 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

Means

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	5.700	1.780	(4.996, 6.404)
IMO02	20	5.850	1.461	(5.146, 6.554)
IMO04	20	6.000	1.654	(5.296, 6.704)
IMO06	20	5.800	1.576	(5.096, 6.504)
IMO08	20	5.500	1.821	(4.796, 6.204)
IMO08+ SPK HL	20	7.600	1.142	(6.896, 8.304)

Pooled StDev = 1.58875

ตารางภาคผนวก ง ที่ 4.10 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อโดยรวมของผลิตภัณฑ์

Means

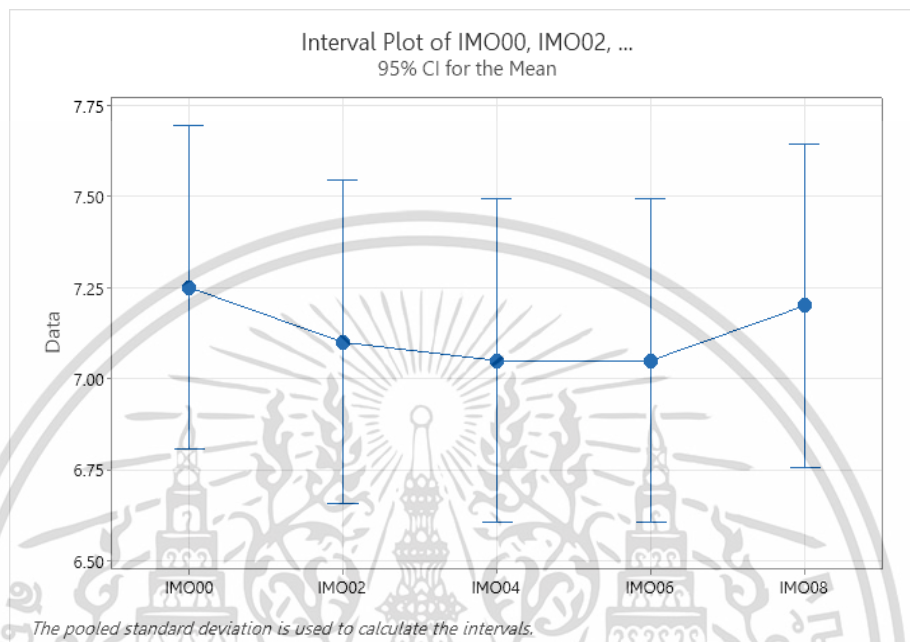
Factor	N	Mean	StDev	95% CI
IMO00	20	5.650	1.814	(4.968, 6.332)
IMO02	20	6.350	1.461	(5.668, 7.032)
IMO04	20	5.900	1.373	(5.218, 6.582)
IMO06	20	5.600	1.635	(4.918, 6.282)
IMO08	20	5.500	1.762	(4.818, 6.182)
IMO08+ SPK HL	20	7.900	1.071	(7.218, 8.582)

Pooled StDev = 1.54039

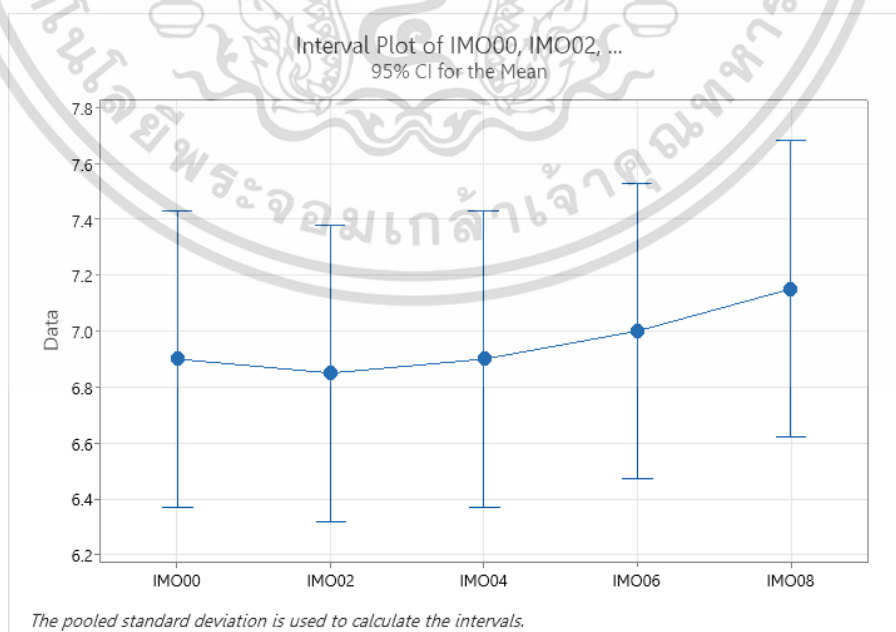
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. รูปผลการทดลองเพื่อศึกษาการวิเคราะห์คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์

รูปภาคผนวก ง ที่ 5.1 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ของเบียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อสีของผลิตภัณฑ์

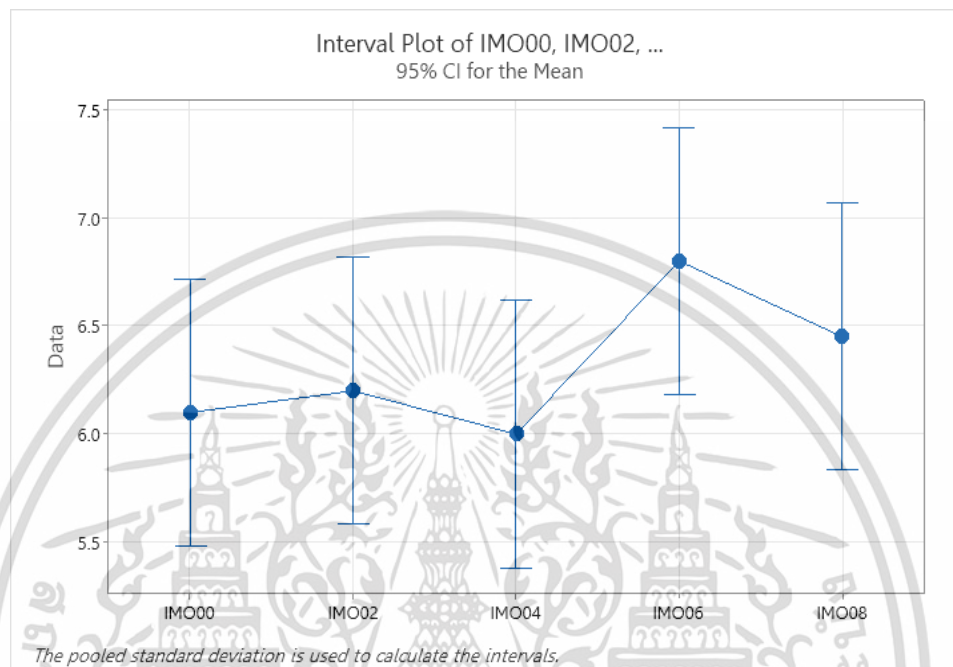


รูปภาคผนวก ง ที่ 5.2 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะกลิ่นของผลิตภัณฑ์ของเบียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อกลิ่นของผลิตภัณฑ์

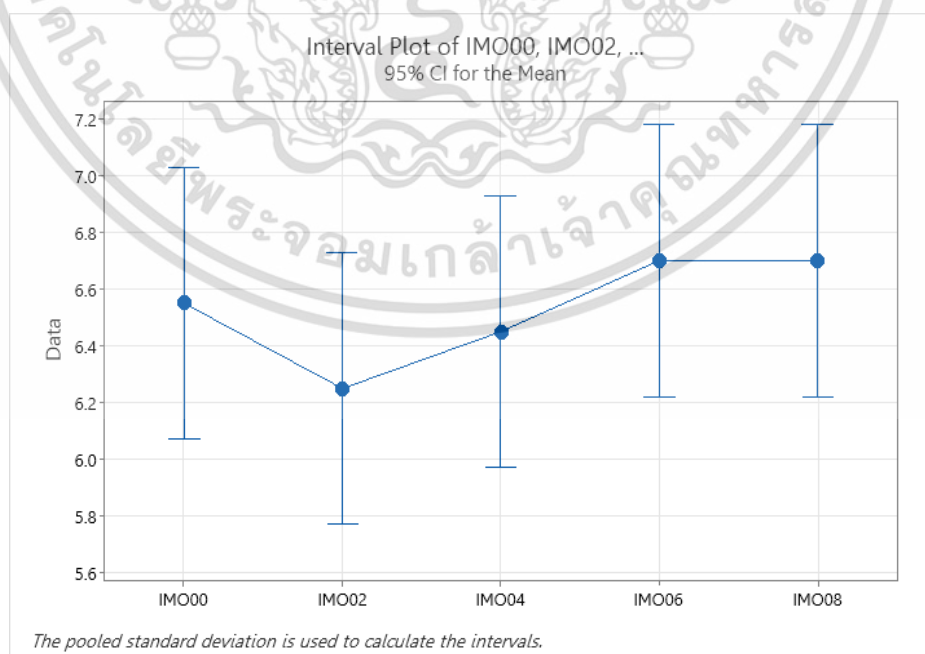


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ง ที่ 5.3 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

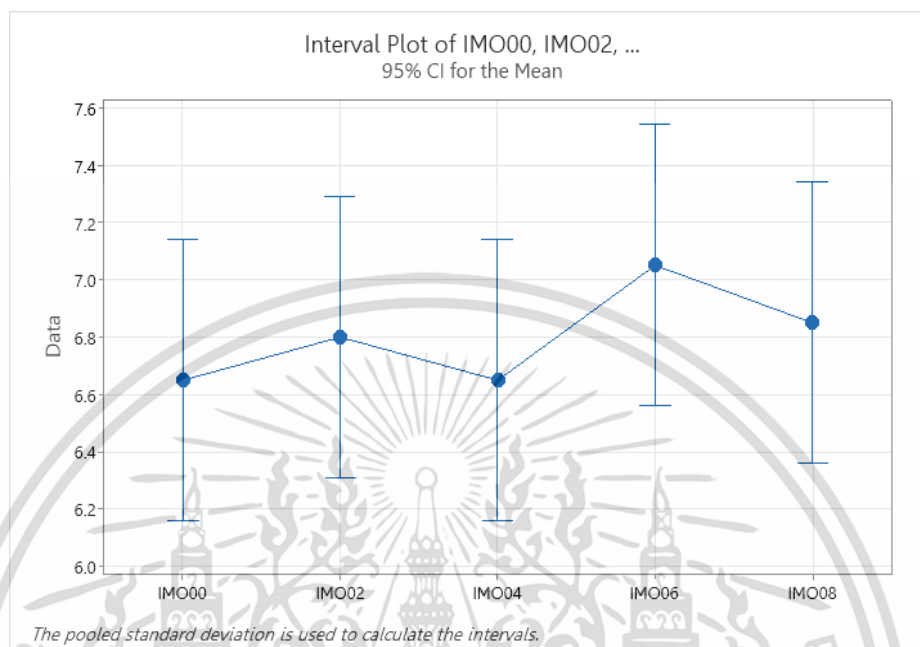


รูปภาคผนวก ง ที่ 5.4 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์

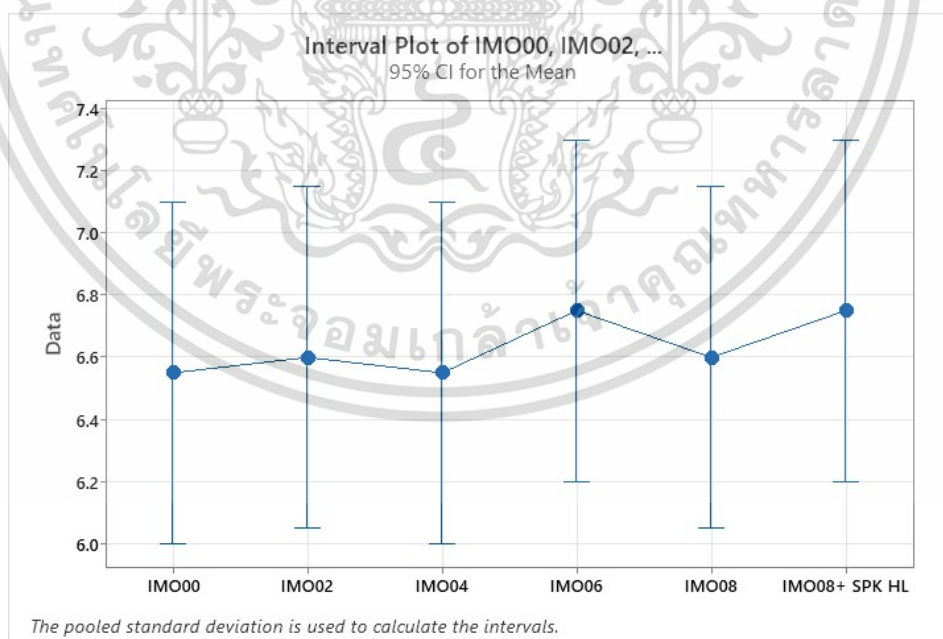


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ง ที่ 5.5 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์

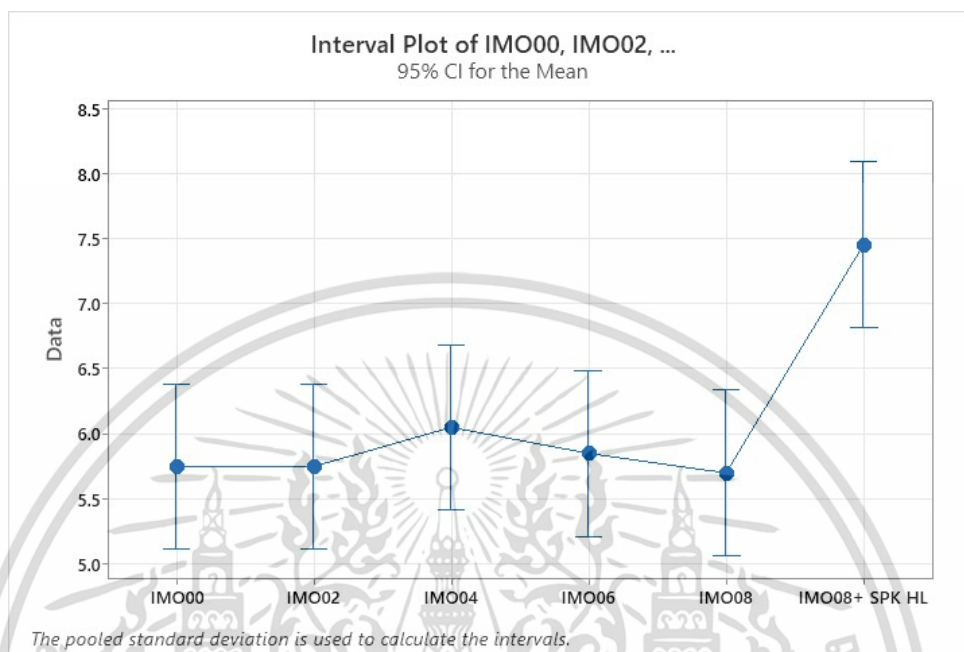


รูปภาคผนวก ง ที่ 5.6 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อสีของผลิตภัณฑ์ ครั้งที่ 2

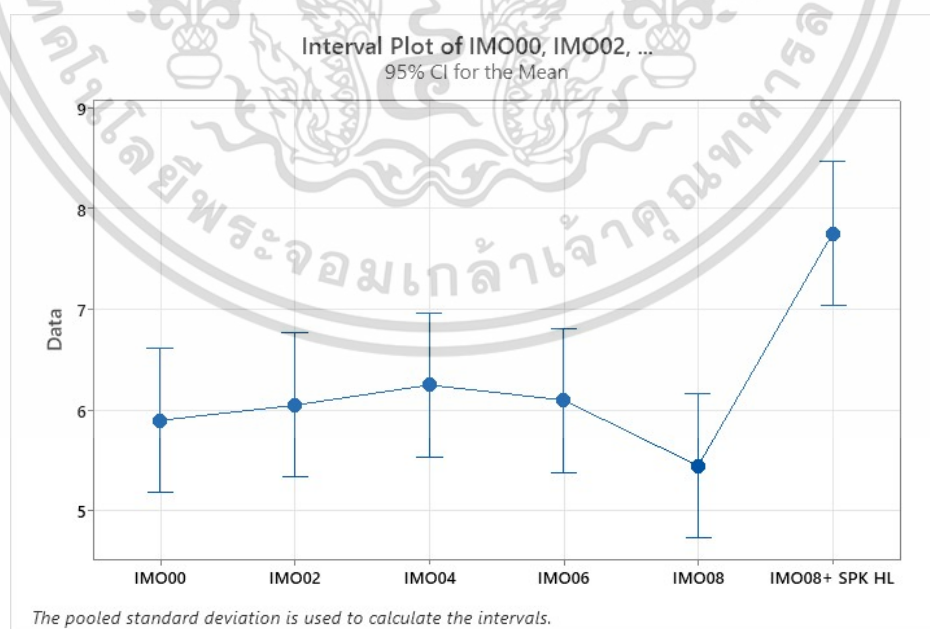


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ง ที่ 5.7 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะกลื่นของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มี
ต่อกลื่นของผลิตภัณฑ์ ครั้งที่2

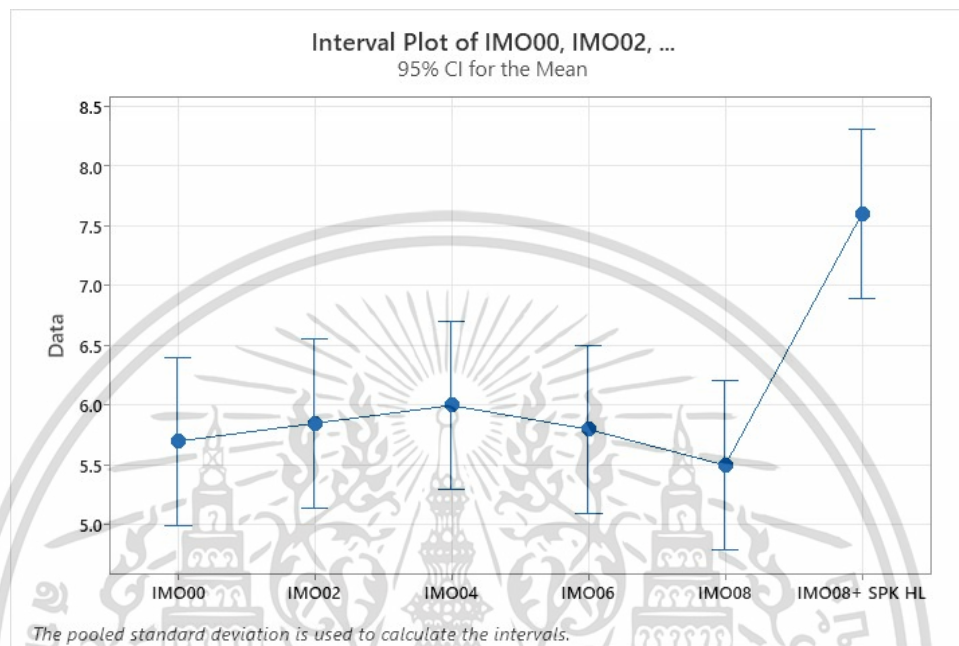


รูปภาคผนวก ง ที่ 5.8 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะรสชาติของผลิตภัณฑ์ของเปียร์ทั้ง 5 สูตรที่มี
มีต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ ครั้งที่2

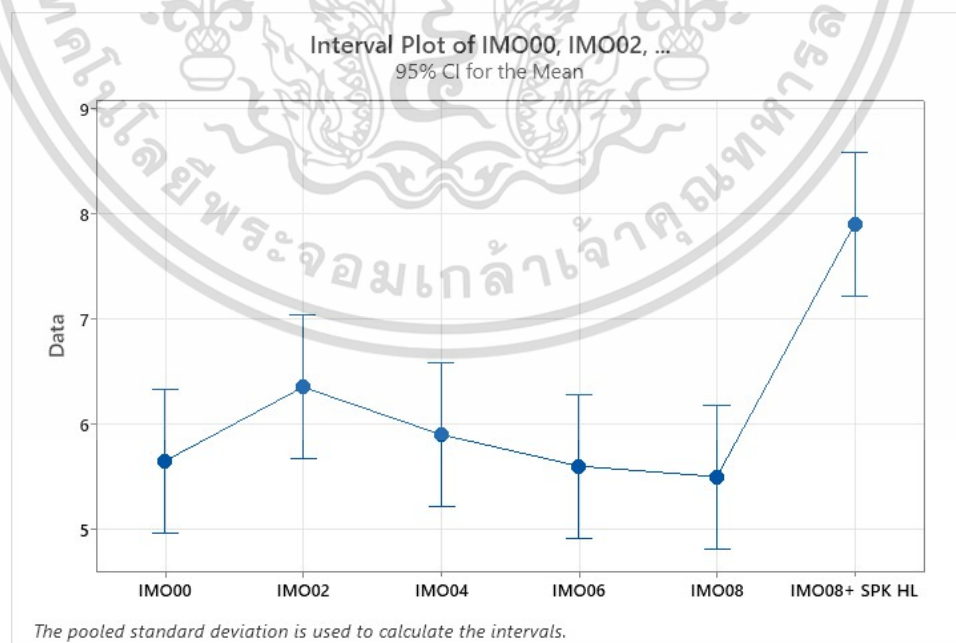


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวก ง ที่ 5.9 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ของเบียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ครั้งที่2



รูปภาคผนวก ง ที่ 5.10 การวิเคราะห์การวิเคราะห์คุณลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ของเบียร์ทั้ง 5 สูตรที่มีต่อความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ครั้งที่2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ตารางผลการทดสอบ การคำนวณ และการสร้างกราฟมาตรฐาน

1. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณแอลกอฮอล์

ตารางภาคผนวก จ ที่ 1.1 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ของเบียร์สูตรควบคุมเป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D1	2	0.40	1.00	0.70	0.30	0.42	0.18
D2	2	1.30	1.60	1.45	0.15	0.21	0.05
D3	2	2.10	2.20	2.15	0.05	0.07	0.01
D4	2	2.20	2.90	2.55	0.35	0.49	0.25
D5	2	2.60	3.10	2.85	0.25	0.35	0.13
D6	2	2.90	3.10	3.00	0.10	0.14	0.02
D7	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D8	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D9	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D10	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D11	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D12	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 1.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ของเบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D1	2	0.40	1.00	0.70	0.30	0.42	0.18
D2	2	1.30	1.60	1.45	0.15	0.21	0.05
D3	2	2.10	2.20	2.15	0.05	0.07	0.01
D4	2	2.20	2.90	2.55	0.35	0.49	0.25
D5	2	2.60	3.10	2.85	0.25	0.35	0.13
D6	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D7	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D8	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D9	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D10	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D11	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D12	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 1.3 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ของเบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D1	2	0.40	1.00	0.70	0.30	0.42	0.18
D2	2	1.20	1.60	1.40	0.20	0.28	0.08
D3	2	1.90	2.20	2.05	0.15	0.21	0.05
D4	2	2.20	2.90	2.55	0.35	0.49	0.25
D5	2	2.60	3.10	2.85	0.25	0.35	0.13
D6	2	2.90	3.10	3.00	0.10	0.14	0.02
D7	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D8	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D9	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D10	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D11	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D12	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 1.4 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ของเบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D1	2	0.40	1.00	0.70	0.30	0.42	0.18
D2	2	1.20	1.60	1.40	0.20	0.28	0.08
D3	2	1.90	2.20	2.05	0.15	0.21	0.05
D4	2	2.20	2.90	2.55	0.35	0.49	0.25
D5	2	2.60	3.10	2.85	0.25	0.35	0.13
D6	2	2.90	3.10	3.00	0.10	0.14	0.02
D7	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D8	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D9	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D10	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D11	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D12	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 1.5 การวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ของเบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D1	2	0.40	1.00	0.70	0.30	0.42	0.18
D2	2	1.20	1.60	1.40	0.20	0.28	0.08
D3	2	1.90	2.20	2.05	0.15	0.21	0.05
D4	2	2.20	2.90	2.55	0.35	0.49	0.25
D5	2	2.60	3.10	2.85	0.25	0.35	0.13
D6	2	2.90	3.10	3.00	0.10	0.14	0.02
D7	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D8	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D9	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D10	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D11	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
D12	2	3.10	3.10	3.10	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 2.1 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเปปเปอร์สูตรควบคุมเป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	9.80	10.00	9.90	0.10	0.14	0.02
D1	2	8.10	9.10	8.60	0.50	0.71	0.50
D2	2	7.00	7.50	7.25	0.25	0.35	0.13
D3	2	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00
D4	2	4.50	5.50	5.00	0.50	0.71	0.50
D5	2	4.00	5.00	4.50	0.50	0.71	0.50
D6	2	4.00	4.50	4.25	0.25	0.35	0.13
D7	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D8	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D9	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D10	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D11	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D12	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 2.2 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเปียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	9.80	10.00	9.90	0.10	0.14	0.02
D1	2	8.10	9.10	8.60	0.50	0.71	0.50
D2	2	7.00	7.50	7.25	0.25	0.35	0.13
D3	2	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00
D4	2	4.50	5.50	5.00	0.50	0.71	0.50
D5	2	4.00	5.00	4.50	0.50	0.71	0.50
D6	2	4.00	4.50	4.25	0.25	0.35	0.13
D7	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D8	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D9	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D10	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D11	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D12	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 2.3 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเปปรีสเตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	9.80	10.00	9.90	0.10	0.14	0.02
D1	2	8.10	9.10	8.60	0.50	0.71	0.50
D2	2	7.00	7.80	7.40	0.40	0.57	0.32
D3	2	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00
D4	2	4.50	5.50	5.00	0.50	0.71	0.50
D5	2	4.00	5.00	4.50	0.50	0.71	0.50
D6	2	4.00	4.50	4.25	0.25	0.35	0.13
D7	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D8	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D9	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D10	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D11	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D12	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 2.4 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเปียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิ
โกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	9.80	10.00	9.90	0.10	0.14	0.02
D1	2	8.10	9.10	8.60	0.50	0.71	0.50
D2	2	7.00	7.90	7.45	0.45	0.64	0.41
D3	2	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00
D4	2	4.50	5.50	5.00	0.50	0.71	0.50
D5	2	4.00	5.00	4.50	0.50	0.71	0.50
D6	2	4.00	4.50	4.25	0.25	0.35	0.13
D7	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D8	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D9	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D10	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D11	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D12	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 2.5 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของเปียร์สูตรไอโซมอลโตโอสลิ
โกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	9.80	10.00	9.90	0.10	0.14	0.02
D1	2	8.10	9.10	8.60	0.50	0.71	0.50
D2	2	7.00	7.90	7.45	0.45	0.64	0.41
D3	2	5.50	6.00	5.75	0.25	0.35	0.13
D4	2	4.50	5.50	5.00	0.50	0.71	0.50
D5	2	4.00	5.00	4.50	0.50	0.71	0.50
D6	2	4.00	4.50	4.25	0.25	0.35	0.13
D7	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D8	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D9	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D10	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D11	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
D12	2	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ข้อมูลผลการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นกรด-ด่าง

ตารางภาคผนวก จ ที่ 3.1 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ของเป็ยร์สูตรควบคุมเป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	5.75	5.79	5.77	0.02	0.03	0.00
D1	2	4.88	5.03	4.96	0.08	0.11	0.01
D2	2	4.40	4.45	4.43	0.02	0.04	0.00
D3	2	4.07	4.27	4.17	0.10	0.14	0.02
D4	2	4.06	4.18	4.12	0.06	0.08	0.01
D5	2	4.02	4.22	4.12	0.10	0.14	0.02
D6	2	3.94	4.11	4.03	0.09	0.12	0.01
D7	2	3.97	4.15	4.06	0.09	0.13	0.02
D8	2	3.95	4.16	4.06	0.11	0.15	0.02
D9	2	3.83	4.17	4.00	0.17	0.24	0.06
D10	2	3.79	4.14	3.97	0.18	0.25	0.06
D11	2	4.15	5.30	4.73	0.58	0.81	0.66
D12	2	4.10	5.38	4.74	0.64	0.91	0.82
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 3.2 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ของเบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 2 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Variance	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	5.75	5.79	5.77	0.02	0.03	0.00
D1	2	4.87	5.02	4.95	0.07	0.11	0.01
D2	2	4.34	4.46	4.40	0.06	0.08	0.01
D3	2	4.06	4.26	4.16	0.10	0.14	0.02
D4	2	4.03	4.18	4.11	0.07	0.11	0.01
D5	2	3.95	4.18	4.07	0.12	0.16	0.03
D6	2	3.92	4.09	4.01	0.09	0.12	0.01
D7	2	3.93	4.14	4.04	0.11	0.15	0.02
D8	2	3.94	4.12	4.03	0.09	0.13	0.02
D9	2	3.81	4.16	3.99	0.18	0.25	0.06
D10	2	3.78	4.14	3.96	0.18	0.25	0.06
D11	2	4.12	5.43	4.78	0.66	0.93	0.86
D12	2	4.11	5.31	4.71	0.60	0.85	0.72
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 3.3 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ของเป็ยร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 4 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	5.75	5.79	5.77	0.02	0.03	0.00
D1	2	4.86	5.03	4.95	0.09	0.12	0.01
D2	2	4.34	4.45	4.40	0.06	0.08	0.01
D3	2	4.06	4.27	4.17	0.11	0.15	0.02
D4	2	4.02	4.18	4.10	0.08	0.11	0.01
D5	2	3.95	4.16	4.06	0.11	0.15	0.02
D6	2	3.92	4.08	4.00	0.08	0.11	0.01
D7	2	3.93	4.11	4.02	0.09	0.13	0.02
D8	2	3.95	4.12	4.04	0.09	0.12	0.01
D9	2	3.81	4.12	3.97	0.16	0.22	0.05
D10	2	3.92	4.09	4.01	0.09	0.12	0.01
D11	2	4.06	5.37	4.72	0.66	0.93	0.86
D12	2	4.06	5.31	4.69	0.63	0.88	0.78
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 3.4 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ของเบียร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 6 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	5.75	5.79	5.77	0.02	0.03	0.00
D1	2	4.90	5.03	4.97	0.06	0.09	0.01
D2	2	4.35	4.45	4.40	0.05	0.07	0.01
D3	2	4.06	4.27	4.17	0.11	0.15	0.02
D4	2	4.02	4.18	4.10	0.08	0.11	0.01
D5	2	3.93	4.16	4.05	0.12	0.16	0.03
D6	2	3.92	4.08	4.00	0.08	0.11	0.01
D7	2	3.93	4.11	4.02	0.09	0.13	0.02
D8	2	3.94	4.12	4.03	0.09	0.13	0.02
D9	2	3.84	4.13	3.99	0.15	0.21	0.04
D10	2	3.79	4.11	3.95	0.16	0.23	0.05
D11	2	4.10	5.33	4.72	0.62	0.87	0.76
D12	2	4.07	5.36	4.72	0.65	0.91	0.83
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก จ ที่ 3.5 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ของเป็ยร์สูตรไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ 8 กรัม เป็นเวลา 12 วัน

Descriptive Statistics							
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
D0	2	5.75	5.79	5.77	0.02	0.03	0.00
D1	2	4.90	5.02	4.96	0.06	0.08	0.01
D2	2	4.34	4.44	4.39	0.05	0.07	0.01
D3	2	4.05	4.27	4.16	0.11	0.16	0.02
D4	2	4.01	4.18	4.10	0.09	0.12	0.01
D5	2	3.94	4.16	4.05	0.11	0.16	0.02
D6	2	3.91	4.11	4.01	0.10	0.14	0.02
D7	2	3.92	4.11	4.02	0.10	0.13	0.02
D8	2	3.94	4.12	4.03	0.09	0.13	0.02
D9	2	3.78	4.12	3.95	0.17	0.24	0.06
D10	2	3.80	4.11	3.96	0.16	0.22	0.05
D11	2	4.10	5.53	4.82	0.72	1.01	1.02
D12	2	4.07	5.52	4.80	0.73	1.03	1.05
Valid N (listwise)	2						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้