



รายงานฉบับสมบูรณ์

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการ
ความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้
พลังงานแก่นักกีฬาและการทดสอบสมรรถภาพของอาสาสมัครนักกีฬาทั่วไป

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) Product Development and Application of
Food Safety Management System in the Production of Rice Based
Electrolyzed Sports Drink and Testing in General Sport Subjects on
Their Performance

โดย ดร. สุนันธา โอศิริพันธุ์ และคณะ

เดือนธันวาคม ปี พ.ศ.2561

สัญญาเลขที่ RDG 60T0103

รายงานฉบับสมบูรณ์

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและการทดสอบสมรรถภาพของอาสาสมัครนักกีฬาทั่วไป

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) Product Development and Application of Food Safety Management System in the Production of Rice Based Electrolyzed Sports Drink and Testing in General Sport Subjects on Their Performance

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ดร. สุคันธา	โอศิริพันธุ์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. ผศ. วชิระ	จิระรัตน์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. ผศ.ดร. ว่าที่ร้อยตรี ดร.ประสิทธิ์	ปังพุ่ม ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. ผศ.ดร. วิฑิต	มิตรานันท์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2560
สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปผู้บริหาร

โครงการ RDG60T0103 การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยอาหาร ในกระบวนการผลิตเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์โรลจากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและการทดสอบสมรรถภาพของอาสาสมัครนักกีฬาทั่วไป

1. การผลิตเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์โรลจากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาจากการย่อยปลายข้าวเสกให้ด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสให้ได้ปริมาณโอลิโกแซคคาไรด์ที่เหมาะสมตามต้องการมากที่สุด รวมทั้งคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

2. การถ่ายทอดเทคโนโลยีต่างๆ ให้กับสถานประกอบการฯ ได้แก่ บริษัทคุมะ จำกัด ได้นำข้อมูลองค์ประกอบ วิธีการย่อยและปริมาณของโอลิโกแซคคาไรด์ที่ได้จากการย่อยแป้งข้าวด้วยเอนไซม์เพื่อนำไปผลิตเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์โรลจากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาจำหน่ายทางการค้าต่อไป

3. การจัดทำระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารสำหรับกระบวนการผลิตเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์โรลจากข้าวแบบ Pasteurization ด้วยระบบ HACCP พบว่ามีจุด CCP อยู่ 3 จุด ได้แก่ ขั้นตอนการรับแป้งข้าว ขั้นตอนการฆ่าเชื้อและขั้นตอนการชั่งน้ำหนักวิตามิน กรดซิตริกและเกลือแร่ พบว่ามีจุด CCP อยู่ 3 จุด ได้แก่ ขั้นตอนการรับแป้งข้าว ขั้นตอนการฆ่าเชื้อและขั้นตอนการทำให้เย็น ซึ่งทางคณะผู้วิจัยได้จัดทำเอกสารและแนวทางในเบื้องต้นสำหรับผู้ประกอบการสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานที่ผลิตต่อไป

4. ผลการทดสอบในนักกีฬาของอิเล็กทรอนิกส์โรลจากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาจะช่วยยกระดับการออกกำลังกายและเป็นทางเลือกที่ดีหนึ่งทางเลือกเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับนักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป ผลการทดสอบของค่าแลคเตทและกลูโคสในเลือดของนักกีฬายหลังจากได้รับเครื่องดื่มชนิดต่างๆ กันทั้ง 5 ชนิด พบว่าเครื่องดื่มชนิด D ซึ่งเป็นเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์โรลจากข้าวชนิด hypertonic จัดเป็นเครื่องดื่มมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในอัตราส่วนร้อยละ 8-13 พบว่าให้พลังงานและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกกำลังกายแก่นักกีฬามากที่สุดจากเครื่องดื่มทั้งหมดทุกชนิดที่ทำการทดสอบ

5. การผลิตเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์โรลจากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาจากการย่อยปลายข้าวเสกให้ด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มใหม่ที่ดีและเหมาะสมในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกกำลังกายและแข่งขัน จัดเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬานักใหม่ที่เกิดจากข้าวและเหมาะสมที่จะนำไปใช้สำหรับนักกีฬาเพื่อการแข่งขันที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น จึงเป็นการช่วยพัฒนางานวิจัยสำหรับสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารและวิทยาศาสตร์การกีฬา

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อภาษาไทย

ข้าวจัดเป็นธัญพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของคนในภูมิภาคนี้ ในประเทศไทยข้าวจัดเป็นอาหารหลักและเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตที่จัดว่ามีราคาถูกและหาได้ง่าย คาร์โบไฮเดรตจากข้าวสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย แต่อย่างไรก็ตามเครื่องตีมักกีฬาที่ผ่านการผลิตหรือใช้ส่วนประกอบจากข้าวยังคงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ค่อยได้รับความนิยมมากเท่าใดนักในท้องตลาด เครื่องตีมักกีฬาที่จำหน่ายตามท้องตลาด โดยทั่วไปมักประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรตประมาณ 6-8 กรัม ในรูปของน้ำตาล และให้พลังงานประมาณ 20-40 กิโลแคลอรี ต่อขวด (ประมาณ 500 มิลลิลิตร) การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องตีมักกีฬาจากข้าว โดยเฉพาะในส่วนของ isotonic sport drink และ hypertonic sport drink ซึ่งอาจมีส่วนช่วยให้ประสิทธิภาพ และความทนทานของนักกีฬา และผู้ออกกำลังกายเป็นประจำ สามารถออกกำลังกายได้นานขึ้นในระหว่างการแข่งขันหรือระหว่างการฝึกซ้อม โดยผู้วิจัยได้ทำการวิจัยร่วมกับผู้ประกอบการ SME ในการทำให้ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ประสบความสำเร็จในแง่การผลิต และสามารถวางจำหน่ายในท้องตลาดได้จริง นอกจากนี้ ยังรวมถึงการทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ในนักกีฬา และผู้ออกกำลังกาย รวมถึงการจัดการระบบ GMP และ HACCP

การศึกษาทางด้านการตลาดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องตีมักกีฬาจากข้าวพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคาดหวังของผู้บริโภคต่อการซื้อเครื่องตีมักกีฬาเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปโดยส่วนใหญ่ในด้านต่างๆ ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด การศึกษาการพัฒนาสูตรเครื่องตีมักกีฬาจากปลายข้าว พบว่า ปริมาณโอลิโกแซคคาไรด์ที่เหมาะสมจากค่าของ Dextrose equivalent ด้วยวิธีประเมินการตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิวพบว่า การใช้แป้งข้าวเสาให้หยาบด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสให้ผลการทดสอบด้านค่า DE ที่ดีที่สุด อัตราส่วนแป้งต่อน้ำที่ใช้เท่ากับ 1:6 ให้ความร้อนจนถึง 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เพื่อทำให้แป้งเกิดการ gelatinization จากนั้นลดอุณหภูมิลง ใช้เอนไซม์แอลฟาอะไมเลสที่ความเข้มข้น 44.0150 หน่วยยูนิต์ต่อมิลลิลิตร (U/ml) เป็นเวลา 62.68 นาที ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส สูตรที่ได้ทำการเติมวิตามินและเกลือแร่ตามกฎหมายกำหนด การศึกษาผลของการได้รับเครื่องตีมักกีฬาโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีระดับน้ำตาล และแลคเตท ในเลือดระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกาย อาสาสมัครที่เข้าร่วมการทดลองเป็นนักกีฬาฟุตบอลชายจำนวน 20 คน อายุระหว่าง 18-22 ปี อาสาสมัครทำการทดลอง 5 กลุ่มโดยแต่ละกลุ่มต้องมีระยะเวลาพักห่างกันอย่างน้อย 1 สัปดาห์ซึ่งในแต่ละกลุ่มของการทดลอง อาสาสมัครปั่นจักรยานที่ความหนัก 70 เปอร์เซ็นต์ของความสามารถการใช้ออกซิเจนสูงสุด 30 นาทีโดยอาสาสมัครได้รับเครื่องดื่มที่แตกต่างกัน 5 ชนิดคือเครื่องดื่ม A (เครื่องดื่มหลอก), B (hypotonic), C (isotonic), D (hypertonic) และ E (เครื่องดื่มทางการค้า) ก่อนออกกำลังกาย 15 นาทีและ 75 นาทีหลังออกกำลังกาย ทำการเก็บตัวอย่างเลือด ผลการศึกษาพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่ม B, C, D และ E มีค่ามากกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ช่วงเวลาการออกกำลังกายนาที่ที่ 15 และหลังออกกำลังกายนาที่ที่ 90 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระดับแลคเตทในเลือดมีความแตกต่างกันภายหลังออกกำลังกายทั้ง 5 กลุ่มการทดลอง ระดับแลคเตทในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่ม D มีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่ม A, B, C และ E มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากนั้นทดลองผลจริงในโรงงาน และจัดทำระบบการจัดการความปลอดภัยอาหาร ด้วยระบบ HACCP พบว่ามีจุด CCP อยู่ 3 จุด ได้แก่ ขั้นตอนการรับแป้งข้าว ขั้นตอนการฆ่าเชื้อและขั้นตอนการชั่งน้ำหนักวิตามิน กรดซิตริกและเกลือแร่

Abstract

Rice is the most important cereal crop in Southeast Asia and is typically the staple food of most people in this region. It is a simple and readily accessible source of carbohydrate and is amongst the cheapest sources of carbohydrate found across the whole of Thailand. Many secondary products have been created using the carbohydrates obtained from rice. However, any rice-based electrolyzed sport drink has so far failed to make a significant entry into the market place. Most commercial sports drinks provide between 20-40 calories and contain 6-8 grams of carbohydrate (sugar form) per 500 ml. The purpose of this study is to develop a range of rice-based sports drinks, in particular isotonic sport drinks and hypertonic sport drinks, which may help athletes and sportsmen increase strength, stamina and performance, whilst playing an important role in their on-going training regime. The researcher and the SME manufacturer have come together collaboratively in order to make this project a commercial success and to launch this product into the market place. Prior to that, it will naturally have been thoroughly trialed and tested and be fully GMP and HACCP compliant. The study of marketing and product development using the questionnaire, the result showed the people has a great demanding to buy the sport beverage made from rice. The development of sport beverage made from rice, the oligosaccharide calculated from response surface methods by using DE as a criteria, the result showed the best criteria for preparing the rice with enzyme is 1:6 the ratio of rice and water, heating at 90°C for 5 mins for gelatinization and the concentration of alpha amylase commercial enzyme concentration as 44.015 U/ml for 62.68 mins at 55 °C . The recipe contained the vitamin and mineral as follow the Thai FDA standard. The study of the effects of oligosaccharide supplementation on blood glucose and blood lactate levels at the period of recovery after exercise. Participants were 20 football players, aged 18-22 years old. There were 5 experimental groups that each group had a recovery period at least 1 week. In each experiment participants were cycling at 70 percent of maximum oxygen consumption for 30 minutes. All participants received five different types of drinks, i.e., A (placebo), B (hypotonic), C (isotonic), D (hypertonic), and E (commercial) drinks at the period of 15 minutes before exercise and 75 minutes after exercise. Blood samples were taken at 15 minutes during exercise. The results showed that Blood glucose level in B, C, D, and E groups were significantly more than in PLA group ($p<0.05$). Blood lactate levels were significant difference after exercise among 5 groups. In addition, blood lactate level in group D was significant difference less than the group A, B, C, and E after exercise ($p<0.05$). Furthermore, the laboratory rice sport beverage process had to imply in the real factory. The food safety using HACCP had implied in the factory. There contain of three CCPs as follow: the receiving the rice material, the thermal process and the weighting of vitamin citric acid and mineral ingredients.

สารบัญ

หัวข้อ		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		4
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		5
สารบัญ		6
สารบัญตาราง		8
สารบัญภาพ		9
บทที่ 1	บทนำ	10
	1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	11
	1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	12
	1.3 ขอบเขตของการวิจัย	13
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	13
	1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย	14
	1.6 แผนงานโครงการ	15
บทที่ 2	การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	16
	2.1 นิยามศัพท์เฉพาะ	17
	2.2 ข้าว (Rice)	19
	2.3 แป้ง (Flour)	22
	2.4 สตาร์ช (Starch)	25
	2.5 โภชนาการที่สำคัญสำหรับนักกีฬา	27
	2.6 เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา	31
	2.7 การทดสอบความต้องการสารอาหารและเกลือแร่สำหรับนักกีฬา	36
	2.8 การทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา	39
	2.9 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา	43
	2.10 เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ผลิตจากข้าว (Rice based electrolyzed drink)	44
	2.11 การตลาดของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา	46
	2.12 การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการสำหรับเครื่องดื่มนักกีฬาที่ผลิตจากข้าว	47
	2.13 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา	49
	2.14 การหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร	63
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	76
	3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว	77
	3.2 การศึกษาการพัฒนาสูตรเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว	80
	3.3 การทดสอบในคน	84
	3.4 การศึกษากระบวนการผลิตและการจัดการความปลอดภัยอาหาร	93
	3.5 การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์	93

	หัวข้อ	หน้า
	3.6 การศึกษาประสิทธิภาพและต้นทุนในการผลิตเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าว	94
	3.7 ถ่ายทอดผลการวิจัย	95
บทที่ 4	ผลการทดลอง	96
	4.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องต้มสำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว	97
	4.2 การศึกษาการพัฒนาสูตรเครื่องต้มสำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว	114
	4.3 การทดสอบในคน	122
	4.4 การประยุกต์ใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา	124
	4.5 การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์	137
	4.6 การศึกษาประสิทธิภาพและต้นทุนในการผลิตเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าว	148
	4.7 การถ่ายทอดเทคโนโลยี	151
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	152
	5.1 สรุปผลการทดลอง	153
	5.2 ข้อเสนอแนะ	158
	บรรณานุกรม	160
	ภาคผนวก	172
	ก บทความสำหรับเผยแพร่ (ถ้ามี)	173
	ก.1 แบบฟอร์มที่ใช้ในการสำรวจข้อมูล	174
	ก.2 หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	182
	ก.3 สำเนาผลการตรวจวิเคราะห์ผลลากโภชนาการ	190
	ก.4. ตารางแผนงานการใช้งบประมาณ	195
	ข กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์ (ถ้ามี)	
	ข. 1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการแสดงผลงาน	196
	ค ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ	197
	ตารางเปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและได้จริงในรอบ 12 เดือน	200

สารบัญตาราง

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 2		
ตารางที่ 2.1	องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการในข้าวกล้องและข้าวสาร	20
ตารางที่ 2.2	การจัดประเภทของข้าวเจ้าตามปริมาณอะมิโลส	21
ตารางที่ 2.3	ระดับของของการออกกําลังกายในแต่ละช่วงอายุเพื่อวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจน	412
ตารางที่ 2.4	ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์	634
ตารางที่ 2.5	แสดงวิธีทดสอบค่าการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย	645
ตารางที่ 2.6	สภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและเชื้อที่ทำให้อาหารเน่าเสีย	656
บทที่ 4		
ตารางที่ 4.1	คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งชนิดต่างๆ	115
ตารางที่ 4.2	คะแนนความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ รสชาติ และคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น	120+9
ตารางที่ 4.3	คะแนนความชอบด้านกลิ่น สี ลักษณะปรากฏ ความชอบโดยรวมและ การยอมรับ ของสูตรเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	120+
ตารางที่ 4.4	ความสัมพันธ์ระหว่าง °Brix และค่า D.E. ของสารละลาย ต่อระยะเวลาในการย่อย	1212
ตารางที่ 4.5	แนวทางการจัดการกระบวนการผลิตของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	129
ตารางที่ 4.6	รายละเอียดวิธีการในการผลิตเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	130
ตารางที่ 4.7	รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ (Product Description) และวัตถุประสงค์ในการใช้ (Intended Use) เครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	131
ตารางที่ 4.8	จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	133
ตารางที่ 4.9	การตรวจติดตามและเฝ้าระวังจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม	136
ตารางที่ 4.10	ค่าสีในระบบ L*,a*,b* ของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	138
ตารางที่ 4.11	ค่า pH ของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	142
ตารางที่ 4.12	ปริมาณกรดทั้งหมดของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	142
ตารางที่ 4.13	ผลการวิเคราะห์ปริมาณค่าความเป็นกรดต่าง ค่าน้ำตาลทั้งหมดและค่าสมมูลน้ำตาลเดกซ์โตรส (Dextrose equivalent) ของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	143
ตารางที่ 4.14	ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count), ปริมาณยีสต์และเชื้อรา (yeast & mold), ปริมาณแบคทีเรีย Coliforms และ เชื้อ Escherichia Coli ของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชั่นพาสเจอไรซ์	145
ตารางที่ 4.15	คะแนนความชอบและร้อยละการยอมรับโดยรวมของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จาก	146

สารบัญภาพ

	หัวข้อ	หน้า
บทที่ 3		
ภาพที่	3.1 การหาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์	8990
ภาพที่	3.2 ภาพสรุปรวมการทดลองในนักกีฬาฟุตบอล	912
บทที่ 4		
ภาพที่	4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	98
ภาพที่	4.2 การรับข้อมูลผ่านเครื่องมือสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการของเครื่องตีอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา	101
ภาพที่	4.3 รูปแบบการดำเนินชีวิตเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพและการออกกำลังกาย	103
ภาพที่	4.4 การตัดสินใจซื้อเครื่องตีเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป	104
ภาพที่	4.5 พฤติกรรมการซื้อเครื่องตีเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป	106
ภาพที่	4.6 ความคาดหวังของผู้บริโภคต่อการซื้อเครื่องตีเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป	111
ภาพที่	4.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต	111
ภาพที่	4.8 เครื่องตีแบบเคลื่อนที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	112
ภาพที่	4.9 คุณลักษณะของสมบัติด้านความเหนียวของแป้งชนิดต่างๆ	114
ภาพที่	4.10 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมด้วยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง	118
ภาพที่	4.11 ผลการทดสอบค่าแรงเค้นในเลือด	122
ภาพที่	4.12 ผลการทดสอบค่ากลูโคสในเลือด	123
ภาพที่	4.13 การศึกษากระบวนการผลิตและการจัดการความปลอดภัยอาหารบ.ค.มะ จำกัด	125
ภาพที่	4.14 แผนภูมิการผลิตเครื่องตีอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์	128
ภาพที่	4.15 แผนผังการตัดสินใจวิเคราะห์ความเสี่ยง	132
ภาพที่	4.16 คำสี L* ของเครื่องตีอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรซ์พาสเจอร์ไรซ์โดยมีอุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส	139
ภาพที่	4.17 คำสี a* ของเครื่องตีอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรซ์พาสเจอร์ไรซ์โดยมีอุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส	139
ภาพที่	4.18 คำสี b* ของเครื่องตีอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรซ์พาสเจอร์ไรซ์โดยมีอุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส	140
ภาพที่	4.19 คำสี L* ของเครื่องตีอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรซ์พาสเจอร์ไรซ์โดยมีอุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส	140

		หัวข้อ	หน้า
ภาพที่	4.20	ค่าสี a* ของเครื่องตีมอเลคโตรไลต์จากข้าว แบบพาสเจอร์ไรเซชันพาสเจอร์ไรซ์ โดยมี อุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส	141
ภาพที่	4.21	ค่าสี b* ของเครื่องตีมอเลคโตรไลต์จากข้าว แบบพาสเจอร์ไรเซชันพาสเจอร์ไรซ์ โดยมี อุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส	141
ภาพที่	4.22	กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี ณ บริษัทคุมะะ จังหวัดนครปฐม	151 49

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

กระแสรักสุขภาพ การดูแลสุขภาพ การป้องกันตนเองจากการเจ็บไข้ได้ป่วยนับเป็นกระแสสังคมที่กำลังเป็นที่นิยมของประชาชนในปัจจุบันอย่างมาก จากแนวโน้มที่กล่าวมาข้างต้น ส่งผลให้การบริโภคอาหารและเครื่องดื่มจึงไม่ได้เป็นเพียงสิ่งที่ให้พลัง ให้ความอิ่มท้อง หรือแก้กระหายเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ยังต้องประกอบด้วยคุณค่าโภชนาการที่ดีต่อสุขภาพ รวมทั้งมีการใช้วัตถุดิบที่มาจากธรรมชาติปราศจากการปนเปื้อน สารเคมีหรือสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่างๆ ดังนั้น การพัฒนาองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหารจึงมีความจำเป็นสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารในปัจจุบัน (สสว., 2554) การออกกำลังกายเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการรักษาสุขภาพร่างกายของมนุษย์นอกเหนือจากการเลือกรับประทานอาหารที่ดีต่อสุขภาพ รวมถึงการควบคุมอารมณ์เพื่อให้มีสุขภาพจิตที่ดีอยู่เสมอ โดยทั่วไปแล้วในการออกกำลังกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับนักกีฬา และผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ จำเป็นที่จะต้องได้รับการเสริมสารอาหารต่างๆ เช่น สารอาหารประเภทอิเล็กโทรไลต์ต่างๆ เพื่อให้ร่างกายสามารถปรับสมดุลเกลือแร่ได้จากการสูญเสียไปในขณะที่ออกกำลังกายและอีกระยะเวลาในการใช้พลังงานได้นานขึ้น ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารได้มีการพัฒนาเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์ในบรรจุภัณฑ์พร้อมดื่มสำหรับนักกีฬาและผู้ที่ออกกำลังกาย ซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดหลากหลายประเภทซึ่งเรียกโดยรวมว่า ผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชัน (functional food) ในขณะที่ยังประเทศไทยกำลังอยู่ระหว่างช่วงของการเติบโตของตลาด โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของเครื่องดื่มฟังก์ชัน (functional drink) (สสว., 2554) ซึ่งเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์ได้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของเครื่องดื่มฟังก์ชันด้วย โดยปัจจุบันพบว่ามีการแข่งขันทางการตลาดสำหรับเครื่องดื่มดังกล่าวที่ค่อนข้างสูง การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและโดดเด่นจึงเป็นสิ่งสำคัญในสภาวะที่มีการแข่งขันสูง ตลาดเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์โดยทั่วไป พบว่าผลิตภัณฑ์เกือบทั้งหมด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้พลังงานอย่างรวดเร็ว ชนิด hypotonic sport drink ช่วยทดแทนน้ำ และเกลือแร่ที่ร่างกายสูญเสียไปจากการออกกำลังกาย แต่อย่างไรก็ตาม ยังพบว่า ในตลาดเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา และผู้ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ โดยเฉพาะผู้ที่ออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาเป็นระยะเวลานาน ยังไม่พบผลิตภัณฑ์ ชนิด isotonic sport drinks และ hypertonic sport drinks ที่สามารถจัดได้ว่าเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา หรือผู้ที่ออกกำลังกายที่จำเป็นที่จะต้องคงไว้ซึ่งการให้พลังงานเป็นระยะเวลานาน และช่วยทดแทนน้ำ และเกลือแร่ในระหว่างการออกกำลังกายได้ด้วย จากช่องว่างทางการตลาดนี้ ประกอบกับเพื่อเป็นการส่งเสริมศักยภาพในการนำวัตถุดิบข้าวที่ปลูกในไทยมาเพิ่มมูลค่าโดยการนำข้าวมาพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา เนื่องจากพบว่าเครื่องดื่มที่มีข้าวเป็นองค์ประกอบจะทำให้มีการใช้พลังงานคาร์โบไฮเดรตจากข้าว (rice-based carbs) ซึ่งจะช่วยให้ร่างกายสามารถกักเก็บพลังงานได้ยาวนานกว่าเครื่องดื่มชนิดอื่นๆ ที่ใช้พลังงานจากน้ำตาล (sugar based drinks) ต่างๆ เป็นหลักดังที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นในการพัฒนาเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์สำหรับนักกีฬาจากข้าว ทั้งสามชนิด โดนนั่นหนักไปยังเครื่องดื่มชนิด isotonic sport drinks และ hypertonic sport drinks ที่มีความเหมาะสมสำหรับ

นักกีฬาที่ต้องอาศัยความทนทานในการใช้พลังงานในระหว่างการแข่งขัน หรือการฝึกซ้อมที่ยาวนานรวมถึงผู้ที่ออกกำลังกายทั่วไป หรือผู้ที่ต้องใช้แรงงานติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน และสามารถนำไปผลิตจำหน่ายได้จริง โดยร่วมมือกับผู้ประกอบการ คือ บริษัท คุมะ จำกัด จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ขนาดเล็ก (SME) ในการพัฒนากระบวนการผลิต สูตร รวมถึงการประเมิน และการออกแบบการผลิต เพื่อความปลอดภัยทางอาหาร นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังสนใจในการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพจริงกับอาสาสมัคร นักกีฬา หรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นระยะเวลานาน เพื่อทดสอบสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์จากการใช้จริงในกลุ่มอาสาสมัครเปรียบเทียบกับอาหาร หรือเครื่องดื่มนักกีฬาที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

ทั้งนี้สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปโดยใช้วัตถุดิบจากข้าวสายพันธุ์ไทยและนำสารประกอบของแป้งข้าวชนิดโอลิโกแซคคาไรด์มาพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปจึงเป็นการช่วยส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวที่เพาะปลูกในประเทศไทยและเพิ่มมูลค่าข้าวไทยได้อีกทางหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติการย่อยของปลายข้าว 4 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสาไห้ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเก่า ในสภาวะการย่อยทางเอนไซม์ เพื่อใช้ส่วนประกอบที่ได้จากการย่อยเป็นส่วนประกอบหลักในการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา
2. เพื่อพัฒนาสูตรเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาทั้งสามชนิด คือ hypotonic sport drinks isotonic sport drinks และ hypertonic sport drinks จากปลายข้าวที่ผ่านการคัดเลือกจากองค์ประกอบของสาย โพลีแซคคาไรด์ที่ผ่านการย่อยในสภาวะที่เหมาะสมและสามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม
3. เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตสำหรับเครื่องดื่มนักกีฬาจากปลายข้าวที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมทั้งชนิดพาสเจอร์ไรส์หรือชนิดสเตอไรล์
4. เพื่อออกแบบและประเมินกระบวนการผลิตรวมถึงความปลอดภัยในอาหารสำหรับเครื่องดื่มนักกีฬาจากปลายข้าวที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม โดยจัดทำร่วมกับผู้ผลิต บริษัท คุมะ จำกัด
5. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบในหลอดทดลอง และในกลุ่มอาสาสมัคร นักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานเพื่อทดสอบสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์จากการใช้จริงในกลุ่มอาสาสมัครเปรียบเทียบกับอาหาร หรือเครื่องดื่มนักกีฬาที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาคุณสมบัติการย่อยของปลายข้าว 4 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสาไห้ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเก่า ในสภาวะการย่อยทางเอนไซม์เพื่อใช้ส่วนประกอบที่ได้จากการย่อยเป็นส่วนประกอบหลักในการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาทั้งสามชนิด คือ hypotonic sport drinks, isotonic sport drinks และ hypertonic sport drinks พัฒนาระบวนการผลิตสำหรับเครื่องดื่มนักกีฬาจากปลายข้าว ที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมทั้งชนิดพาสเจอร์ไรส์หรือชนิดสเตอริไรซ์ พร้อมทั้งออกแบบและประเมินกระบวนการผลิตรวมถึงความปลอดภัยในอาหาร และผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบในหลอดทดลองและในกลุ่มอาสาสมัครนักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นระยะเวลานาน เพื่อทดสอบสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์จากการใช้จริงในกลุ่มอาสาสมัครเปรียบเทียบกับอาหารหรือเครื่องดื่มนักกีฬาที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด โดยในการวิจัยได้ทำการวิจัยร่วมกับภาคเอกชน คือ บริษัท คุณะ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตขนาดกลางหรือขนาดย่อมที่มีการผลิตเครื่องดื่มจำหน่ายตามท้องตลาด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

14.1 การเผยแพร่ผลงานวิจัย

- เผยแพร่ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ อย่างน้อย 1 เรื่อง

14.2 ข้อมูล/องค์ความรู้ที่ได้

- คุณสมบัติการย่อยของของปลายข้าว 4 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสาไห้ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเก่า ในสภาวะการย่อยทางเอนไซม์ เพื่อใช้ส่วนประกอบที่ได้จากการย่อยเป็นส่วนประกอบหลักในการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา

- สูตรต้นแบบเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาทั้งสามชนิด คือ hypotonic sport drinks, isotonic sport drinks และ hypertonic sport drinks จากปลายข้าวที่ผ่านการคัดเลือกจากองค์ประกอบของสายโพลีแซคคาไรด์ที่ผ่านการย่อย ในสภาวะที่เหมาะสมและสามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม

- กระบวนการผลิตสำหรับเครื่องดื่มนักกีฬาจากปลายข้าวที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมทั้งชนิดพาสเจอร์ไรส์หรือชนิดสเตอริไรซ์

- เพื่อออกแบบ และประเมินกระบวนการผลิตรวมถึงความปลอดภัยในอาหารสำหรับเครื่องดื่มนักกีฬาจากปลายข้าวที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม โดยจัดทำร่วมกับผู้ผลิต บริษัท คุณะ จำกัด

- ข้อมูลประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบในหลอดทดลองและในกลุ่มอาสาสมัครนักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานเพื่อทดสอบสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์

จากการใช้จริงในกลุ่มอาสาสมัครเปรียบเทียบกับอาหารหรือเครื่องดื่มนักกีฬาที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด

- ได้ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในฐานข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือในระดับชาติและนานาชาติ
- ผู้ประกอบสามารถนำไปผลิตได้จริงและมีส่วนร่วมในงานวิจัย และมีการถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ผู้ประกอบการและนักวิจัย

14.3 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- หน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ มหาวิทยาลัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- หน่วยงานภาคเอกชน ได้แก่ ผู้ผลิตเครื่องดื่มเพื่อบริโภค ผู้ประกอบการอาหาร นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย

การย่อยปลายข้าว สามารถทำได้โดยกระบวนการทางเอนไซม์ซึ่งปลายข้าวในแต่ละชนิดอาจมีความแตกต่างกันในส่วนของคุณค่าและปริมาณโมโนแซคคาไรด์ ไดแซคคาไรด์ โอลิโกแซคคาไรด์ และโพลีแซคคาไรด์ หลังจากผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์แล้ว การเลือกใช้ในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ของผู้ประกอบการในการนำไปผลิตจริง ต้นทุนและคุณสมบัติของน้ำตาลที่ได้จากการย่อยและการออกแบบกระบวนการผลิตให้ผ่านระบบมาตรฐานในด้านความปลอดภัยอาหาร นอกจากนี้เมื่อได้ผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้วการทดสอบในกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครจะทำให้ทราบถึงการนำไปใช้ได้จริงของผลิตภัณฑ์

1.6 แผนงานโครงการ

ระยะเวลาทำการวิจัย : มิถุนายน 2560 – กรกฎาคม 2561 เป็นเวลา 1 ปี

แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (มิถุนายน 2560 – กรกฎาคม 2561)

ขั้นตอนการดำเนินการ	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ศึกษาทำความเข้าใจ และขอ ร่วมมือต่างๆ กับผู้ประกอบการ												
2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม สำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว												
2.1 การย่อยปลายข้าว												
2.2 การพัฒนาสูตรเครื่องดื่ม สำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว												
3. การวิจัยสำหรับการทดสอบใน หลอดทดลอง และนักกีฬา												
3.1 การวิจัยการย่อยผลิตภัณฑ์ใน หลอดทดลอง												
3.2 การวิจัยในมนุษย์												
4. การศึกษากระบวนการผลิตและ การจัดการความปลอดภัยอาหาร												
5. การศึกษาการประเมินอายุการ เก็บรักษาของผลิตภัณฑ์												
6. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์												
7. ถ่ายทอดผลการวิจัย												

หมายเหตุ ขอขยายระยะเวลาโครงการอีก 9 เดือน

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม/ สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามศัพท์เฉพาะ

Formatted: Font:

เครื่องต้มอิเล็กโตรไลต์ หมายถึง เครื่องดื่มที่ประกอบไปด้วยเกลือโซเดียมและโพแทสเซียมซึ่งช่วยเพิ่มปริมาณน้ำและไอออนในร่างกายหลังจากที่เสียน้ำออกจากร่างกายจากการออกกำลังกาย ท้องเสีย อดอาหารหรืออาเจียน

เครื่องต้มอิเล็กโตรไลต์สำหรับนักกีฬา หมายถึง เครื่องดื่มอิเล็กโตรไลต์ที่มีการใส่คาร์โบไฮเดรต เช่น กลูโคส เข้าไปเพิ่มเติมอีกเป็นจำนวนมากเพื่อให้พลังงาน เครื่องดื่มเหล่านี้มีทั้งที่มีความเข้มข้นเท่าเซลล์ (ไอโซโทนิค) ความเข้มข้นน้อยกว่าเซลล์ (ไฮโปโทนิค) และความเข้มข้นมากกว่าเซลล์ (ไฮเพอร์โทนิค) ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละคน

นักกีฬา หมายถึง บุคคลที่เล่นกีฬาต่างๆ มีทั้งแบบสมัครเล่นและแบบอาชีพ ซึ่งในการเล่นกีฬาต่างๆ นั้น ก็ต้องมีทักษะที่แตกต่างกันออกไปแล้วแต่ละชนิดกีฬา

ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบในหลอดทดลอง หมายถึง การทดสอบย่อยคาร์โบไฮเดรตในหลอดทดลอง (in vitro carbohydrate digestibility) เพื่อวิเคราะห์ปริมาณ reducing sugar ที่ได้จากการย่อย ดังนั้น ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบในหลอดทดลอง หมายถึง การวัดปริมาณการย่อยและการดูดซึมของกลูโคสที่ได้จากการย่อยและการดูดซึมของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม โดยจำลองการย่อยและการดูดซึมของร่างกายมนุษย์ และทำเลียนแบบในหลอดทดลอง โดยทำเพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับทดสอบจริงในมนุษย์ ซึ่งผลที่ได้อาจเหมือนหรือแตกต่างกันได้จากปัจจัยต่างๆ เช่น ภาวะสิ่งเร้าในมนุษย์ทั้งภายในและภายนอก เช่น ฮอรโมนและการออกกำลังกาย เป็นต้น

อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตต่ำ หมายถึง อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตหรือแป้งต่ำ เพื่อให้ร่างกายได้รับพลังงานจากโปรตีนและไขมันแทน เป็นการลดหรือตัดแป้งซึ่งย่อยง่ายกว่าออกไป เช่น น้ำตาล น้ำอัดลม และข้าวขาว เป็นต้น

สารชนิดโอลิโกแซคคาไรด์จากแป้งข้าว หมายถึง สารสำคัญจากข้าวที่เติมลงในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็กโตรไลต์จากข้าว สารโอลิโกแซคคาไรด์เป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตสายสั้นมีองค์ประกอบหลัก คือ น้ำตาลชนิดต่างๆ จับกันตั้งแต่ 2 ถึง 10 หน่วย จึงให้พลังงานตั้งแต่ 912 ถึง 4,560 กิโลแคลอรี (kcal) (เมื่อน้ำตาลกลูโคส 1 หน่วยหรือ 1 โมเลกุลให้พลังงานเท่ากับ 38 ATPs โดย 1 ATP เท่ากับประมาณ 12 kcals ดังนั้น น้ำตาลกลูโคส 1 หน่วยจึงให้พลังงานประมาณ 456 kcals)

เครื่องดื่มนักกีฬาที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดโดยส่วนใหญ่ หมายถึง เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์ชนิด isotonic เป็นของเหลวที่มีการผสมคาร์โบไฮเดรตประเภทซูโครสและกลูโคสอยู่ในอัตราส่วน 6-7 % และมีส่วนประกอบ เช่น โซเดียมและโพแทสเซียม ให้พลังงานระหว่างประมาณ 50 -60 กิโลแคลอรี

ค่าแลคเตทในเลือด (Blood lactate) คือ สารชี้วัดชีวภาพ (Biomaker) แสดงถึงสถานะที่เซลล์ของร่างกายขาดออกซิเจน ซึ่งเกิดในขบวนการสลายกลูโคสโดยไม่ใช้ออกซิเจนที่พบในกระแสเลือด โดยมีค่าปกติไม่เกิน 2.2 mmol/L เมื่อกรดแลคติก หรือ กรดแลกติก (Lactic acid) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติในร่างกาย หรือเป็นสารประกอบที่สังเคราะห์ขึ้นมาใช้เป็นยา/สารละลายในการคงสมดุลน้ำและเกลือแร่และสมดุลกรด-ด่าง ในร่างกาย เช่น สารละลาย Lactated Ringer's solution ในร่างกาย ภาวะที่สร้างกรดแลคติกคือ กล้ามเนื้อและเม็ดเลือดแดง ซึ่งจะพบกรดแลคติกในเลือดสูงขึ้นผิดปกติได้ในหลายกรณี เช่น การออกกำลังกายหักโหม ภาวะหัวใจวาย ภาวะพิษเหตุติดเชื้อ ภาวะช็อกจากร่างกายเสียน้ำปริมาณมาก โรคตับระยะรุนแรง โรคปอดระยะรุนแรง ซึ่งถ้าร่างกายมีกรดแลคติกสูงเกินปกติมากจะส่งผลให้ร่างกายเกิดภาวะเลือดเป็นกรดชนิดที่เรียกว่า “Lactic acidosis” อนึ่ง แลคเตท หรือ แล็กเตท(Lactate) คือ สารที่เกิดจากการแตกตัวของกรดแลคติกทั้งนี้ ในภาวะปกติ ค่าปกติของกรดแลคติกในเลือด คือ 4.5 to 19.8 mg/dL (มิลลิกรัม/เดซิลิตร หรือ 0.5 to 2.2 mmol/L (มิลลิโมล/ลิตร) เมื่อ Lactate เป็นสารตั้งต้นของกระบวนการผลิตกลูโคสโดยดับผ่านกระบวนการ gluconeogenesis ผ่านทาง Cori cycle ดังนั้น การพิจารณาถึงวิธีการออกกำลังกายที่ทำให้มีระดับกรดแลคติกขณะออกกำลังกายเกิดขึ้นมากน่าจะทำให้ร่างกายมีแหล่งของสารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการผลิตกลูโคสขณะออกกำลังกายมากขึ้น ทั้งนี้ การทดสอบแลคเตทในเลือด (blood lactate tests) ทำได้โดยการตรวจสอบปริมาณกรดแลคติก โดยที่กรดแลคติกถูกผลิตขึ้นในกระบวนการเมแทบอลิซึมในกระบวนการไพรูเวท (pyruvate) ของสารอาหารที่ให้พลังงาน โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต ในช่วงที่เซลล์ในร่างกายต้องการพลังงานอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะในส่วนของกล้ามเนื้อ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในปฏิกิริยาการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตให้ได้พลังงาน ในการศึกษา การทดสอบแลคเตทในเลือด บอกถึงการนำไปใช้ประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตจากเครื่องดื่มที่รับประทานเข้าไปก่อน และระหว่างการออกกำลังกาย นอกจากนี้ การทดสอบแลคเตทในเลือด ยังบอกถึงสมรรถนะของร่างกายในการออกกำลังกายได้อีกด้วย

ค่ากลูโคสในเลือด (blood glucose) หมายถึง ค่าน้ำตาลกลูโคสในเลือด ซึ่งการทดสอบกลูโคสในเลือด (blood glucose tests) เป็นการทดสอบปริมาณกลูโคสที่มีอยู่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในร่างกาย ในช่วงก่อนการออกกำลังกาย ระหว่างออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกาย เพื่อประเมินการนำ

กลูโคสที่ได้รับจากเครื่องดื่มไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในร่างกาย โดยดูทั้งในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง และอัตราเร็วของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของกลูโคสนั้นๆ เพื่อประเมินคุณสมบัติของเครื่องดื่มว่ามีการย่อยและการดูดซึมเร็วช้าต่างกันอย่างไร

2.2 ข้าว (Rice)

ข้าว หมายถึง พืชที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. วงศ์ Gramineae หรือ Poaceae จัดเป็นอาหารหลักของคนในแถบเอเชียและมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของคนไทยและประชากรโลกด้วย

2.2.1 แหล่งที่ปลูก

ประเทศไทยมีการปลูกข้าวนาปีและนาปรัง รวมกันปีละประมาณ 70 ล้านไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 32 ล้านตันข้าวเปลือก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) โดยผลผลิตดังกล่าวมาจากข้าวพันธุ์ต่างๆ ที่เกษตรกรปลูก ได้แก่ พันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ราชการที่เป็นพันธุ์ที่ได้รับการรับรองหรือพันธุ์แนะนำ

2.2.2 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ

ข้าวมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด ได้แก่ โปรตีน ธาตุเหล็ก คาร์โบไฮเดรต วิตามิน เกลือแร่ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีไลซีน (lysine) ที่เป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายและสารอาหารประเภทธาตุเหล็กซึ่งมีบทบาทสำคัญในการลำเลียงออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายโดยเป็นองค์ประกอบของเซลล์เม็ดเลือดแดง (กรมการข้าว, 2552) ในรายงานการวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็กในข้าวไทยบางพันธุ์พบว่า ทั้งในเมล็ดข้าวกล้องและข้าวสารมีปริมาณธาตุเหล็กอยู่ไม่น้อย ได้แก่ ในเมล็ดข้าวสารของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีธาตุเหล็กอยู่ 18.67 มิลลิกรัมต่อหนึ่งกิโลกรัม (สุนันทาและคณะ, 2547) โดยเมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการในข้าวกล้องและข้าวสารอย่างละ 100 กรัมมีพลังงาน คาร์โบไฮเดรต ปริมาณแป้ง (starch) ใกล้เคียงกัน ส่วนโปรตีน ไขมัน ไฟเบอร์ (dietary fiber) และเส้นใยในข้าวกล้องมีมากกว่าข้าวสาร นอกจากนี้ข้าวกล้องยังพบวิตามินบี 1 และไนอาซินดังตารางที่ 2.1 (กรมการข้าว, 2552)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการในข้าวกล้องและข้าวสาร

องค์ประกอบทางเคมี	ข้าวกล้อง 100 กรัม คุณค่าทางโภชนาการ	ข้าวสาร 100 กรัม คุณค่าทางโภชนาการ
พลังงาน	350.31-367.78 กิโลแคลอรี	346.08-357.62 กิโลแคลอรี
คาร์โบไฮเดรต	73.89-79.36 กรัม	78.82-83.07 กรัม
ปริมาณแป้ง	58.97-74.31 กรัม	62.56-79.69 กรัม
โปรตีน	6.05-9.71 กรัม	4.73-8.90 กรัม
ไขมัน	1.50-3.43 กรัม	0.05-1.08 กรัม
ใยอาหาร	1.66-5.22 กรัม	0.48-2.96 กรัม
กากอาหาร	0.50-1.24 กรัม	-
เถ้า	0.90-1.59 กรัม	0.27-0.86 กรัม
วิตามินบี 1	0.17-1.26 มิลลิกรัม	-
ไนอาซิน	5.16-10.33 มิลลิกรัม	-

สำหรับคุณภาพเมล็ดข้าวทางเคมีและการหุงต้มรับประทาน พบว่ามีปัจจัยที่ทำให้ข้าวพันธุ์ต่างๆ มีคุณภาพของข้าวสุกแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณอะมิโลส ความคงตัวแป้งสุก ค่าการสลายในน้ำและการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก เป็นต้น (กรมการข้าว, 2552) ปริมาณอะมิโลส (amylose content) ในแป้งข้าวจะประกอบไปด้วยแป้ง 2 ชนิด คือ แป้งอะมิโลเปคติน (amylopectin) และแป้งอะมิโลส (amylose) ทั้งนี้ อัตราส่วนของแป้งอะมิโลสและแป้งอะมิโลเปคตินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เช่น แป้งข้าวเจ้ามีอะมิโลสประมาณ 10-34% ส่วนข้าวเหนียวมีปริมาณอะมิโลส 0-2% จึงทำให้ข้าวสุกมีลักษณะเหนียวมาก โดยปริมาณอะมิโลสเกี่ยวข้องกับการทำให้ข้าวสุกมีความเหนียวลดลงหรือร่วนมากขึ้นและทำให้ข้าวแข็งมากขึ้น จึงทำการจัดประเภทข้าวตามปริมาณของอะมิโลส ดังตารางที่ 2.2 (กรมการข้าว, 2552) โดยอะมิโลส (amylose) หมายถึง แป้งชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในเมล็ดข้าว มีผลให้เมื่อหุงสุกแล้วข้าวสวยมีความแข็งหรืออ่อนนุ่มแตกต่างกันไปตามปริมาณอะมิโลส

ตารางที่ 2.2 การจัดประเภทของข้าวเจ้าตามปริมาณอะมิโลส

กลุ่มข้าว	พันธุ์ข้าวเจ้า	ปริมาณอะมิโลส	ลักษณะการสุก
อะมิโลสต่ำ	กข 15, ขาวดอกมะลิ 105, ปทุมธานี 1, ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1, ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี, มะลิโต, ขาวเหนียว 26, ข้าวขาว, ข้าวหลวง 66, ข้าวหลวงสันป่าตอง, เจ้าฮ่อ, ตามูตะ, ยาгуและสังข์หยด	10-20%	ข้าวสุกมีลักษณะเหนียวนุ่ม
อะมิโลสปานกลาง	กข 7, กข 23, ขาวตาแห้ง 17, ดอกพะยอม, น้ำรุ, สุพรรณบุรี 2, สุพรรณบุรี 60 และหันทรา 60	20-25%	ข้าวสุกมีลักษณะค่อนข้างร่วนไม่แข็ง
อะมิโลสสูง	แก่นจันทร์, ภูมิทองหลวง, เจริญพัทลุง, ชัยนาท 1, ชัยนาท 2, ชุมแพ 60, นางพญา 123, ปทุมธานี 60, ปราจีนบุรี 1, ปราจีนบุรี 2, พลายงามปราจีน, พวงไร่ 2, พัทลุง, พิษณุโลก 2, เผือกน้ำ 43, ลูกแดงปัตตานี, เล็บนกปัตตานี, เล็บมีอนาง 111, สุพรรณบุรี 1, สุพรรณบุรี 90, เหลืองประทิว 123 และอยุธยา 1	25-34%	ข้าวสุกมีลักษณะร่วน-แข็ง

2.2.3 เทคโนโลยีการผลิตและกระบวนการแปรรูปข้าว

ทั้งนี้ข้าวสายพันธุ์ที่ลักษณะเป็นไปตามต้องการสำหรับการปลูก ได้แก่ ให้ผลผลิตสูง ด้านทนต่อโรคและแมลงได้ดี มีคุณภาพทางโภชนาการสูง สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโดยทั่วไปจะมีการตรวจสอบคุณภาพเมล็ด ทั้งลักษณะทางกายภาพของเมล็ด เช่น ความยาว ความกว้าง ความหนา น้ำหนัก 1,000 เมล็ด เป็นต้น รวมถึงคุณภาพเมล็ดทางเคมีและการหุงต้มรับประทาน ได้แก่ ปริมาณอะมิโลส ค่าการสลายเมล็ดในต่าง ความคงตัวแป้งสุก อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกและกลิ่นหอม เป็นต้น ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงคุณภาพในการหุงต้มรับประทาน คุณสมบัติพฤติกรรมของน้ำแป้ง คุณค่าทางโภชนาการ เป็นต้น ดังนั้น การทราบข้อมูลพื้นฐานของข้าวแต่ละสายพันธุ์จะช่วยให้สามารถเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมต่อความต้องการเพื่อการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากข้าวที่มีคุณภาพและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค เนื่องจากข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่แตกต่างกันจะให้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้แตกต่างกันออกไป (กรมการข้าว, 2552) ทั้งนี้ข้าวหอมมะลิในประเทศไทยพบว่ามีหลายสายพันธุ์ ได้แก่ ขาวดอกมะลิ 105 และ กข15 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเทคโนโลยีแปรรูปข้าวหอมมะลิในประเทศไทยมีหลากหลายประเภทโดยแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ ผลิตภัณฑ์อาหารและผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหาร ผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว เช่น การใช้แป้งข้าวหอมมะลิตดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบและนึ่ง การผลิตแป้งสำเร็จรูปจากข้าวหอมมะลิข้าวขาวและข้าวกล้อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวออก ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสุขภาพชนิดผงจากข้าวกล้อง

หอมมะลิออกสำหรับผู้บริโภคสูงอายุ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหารจากข้าว เช่น แป้งข้าวกล้องหอมมะลิในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งสำหรับฟังไจ

2.3 แป้ง (Flour)

แป้ง หมายถึง คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีสิ่งเจือปนอื่นๆ เช่น โปรตีน ไขมันและเกลือแร่เล็กน้อย ทั้งนี้สตราตที่ผลิตโดยทั่วไปยังมีส่วนประกอบอื่นๆ อยู่มากกว่า ฟลาว (flour) เช่น ฟลาวข้าวโพด (corn flour) ฟลาวข้าวสาลี (wheat flour) และ ฟลาวข้าว (rice flour) เป็นต้น ซึ่งมีส่วนประกอบโปรตีนสูง

2.3.1 กระบวนการการย่อยแป้ง

การย่อยหรือไฮโดรไลซิสเป็นกระบวนการเปลี่ยนโพลีแซคคาไรด์ (แป้งและเซลลูโลส) เป็นน้ำตาล โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยอย่างสมบูรณ์คือ กลูโคส (สิริวรรณ, 2554) การย่อยแป้งเพื่อให้ได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว โอลิโกแซคคาไรด์ และโพลีแซคคาไรด์ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้ความร้อนร่วมกับความดัน การใช้สารเคมี และการใช้เอนไซม์ แต่พบว่าข้อดีของการใช้เอนไซม์ที่แตกต่างจากการใช้วิธีอื่น คือ สารตกค้าง และการจัดการของเสีย นอกจากนี้การใช้เอนไซม์ยังสามารถทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก แต่ทั้งนี้จะขอกกล่าวถึง 2 วิธีหลัก ๆ คือ การย่อยด้วยสารเคมีและการย่อยด้วยเอนไซม์

การย่อยด้วยสารเคมี (chemical hydrolysis) แบ่งเป็น

1) การย่อยด้วยกรด (acid hydrolysis) อาจแบ่งได้เป็น 2 กระบวนการ คือ

1.1 กระบวนการที่ใช้กรดแก่ เช่น กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) หรือกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Sulfuric acid) ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลกลูโคส แต่มีข้อเสียคือ สารละลายที่ได้มีความเป็นกรดสูง ต้องปรับสภาพก่อนนำไปใช้ และเกิดการฟุ้งกระจายของเครื่องมือจากการใช้กรดแก่

1.2 กระบวนการที่ใช้กรดอ่อน เป็นการใช้กรดอ่อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 180 องศาเซลเซียส วิธีนี้จะไม่สามารถนำกรดกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่จะถูกทำให้เป็นกลางด้วยปูนขาว หรือแคลเซียมคาร์บอเนต

2) การย่อยด้วยด่าง (alkaline hydrolysis) สารเคมีที่นิยมใช้ในการย่อย คือ สารละลายเจือจางของ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) ซึ่งจะมีผลทำให้สายของโพลีแซคคาไรด์สั้นลง ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส

การย่อยด้วยเอนไซม์ (enzymatic hydrolysis)

การย่อยด้วยเอนไซม์เพื่อเปลี่ยนแป้งและเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาลกลูโคส โดยเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยทั่วไปจะผลิตจากเชื้อราและแบคทีเรีย เอนไซม์เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่มีชีวิตสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาภายในเซลล์และมีความจำเพาะต่อสับสเตรท จึงทำให้มีผลข้างเคียงน้อย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความบริสุทธิ์สูงและไม่ทำให้เกิดการฟุ้งร่อนของเครื่องมือ เอนไซม์ที่มีความสำคัญในการย่อยแป้งและเส้นใยเพื่อเปลี่ยนแป้งและเซลลูโลสให้เป็นน้ำตาลคือ เอนไซม์อะไมเลส เอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส และเอนไซม์เซลลูเลส

1) เอนไซม์อะไมเลส (amylase)

อะไมเลสเป็นกลุ่มของเอนไซม์ที่มีกิจกรรมการย่อยสลายโมเลกุลของแป้ง ไกลโคเจนและสารอนุพันธ์ของโพลีแซคคาไรด์เป็นหน่วยย่อยของน้ำตาล ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ เดกซ์ตริน (dextrin) และกลูโคส (Domingues and Peralta, 1993)

1.1) เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (alpha-amylase) เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์พันธะไกลโคไซด์ภายในสายโพลิเมอร์ของโมเลกุลสตาร์ช (starch) และไกลโคเจน (glycogen) ที่ตำแหน่งแอลฟา 1-4 แบบสุ่ม ทำให้โมเลกุลของสตาร์ช และไกลโคเจนถูกไฮโดรไลซ์ได้ น้ำตาล เช่น น้ำตาลมอลโทส (maltose) และกลูโคส (glucose) อย่างรวดเร็ว (Chantrasekara, 2018) เอนไซม์มีบทบาทสำคัญในการย่อยแป้งให้เป็นโอลิโกแซคคาไรด์ โดยมีความเจาะจงต่อการย่อยสลายพันธะไกลโคซิดิกชนิดแอลฟา -1,4 (α -1,4) ในลักษณะตัดภายในสายโพลิเมอร์อย่างอิสระได้ผลผลิตเป็นกลูแคน (glucan) และ alpha-limit dextrin ที่มีหน่วยกลูโคสประมาณ 2-6 หน่วย เอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส พบทั่วไปทั้งในสัตว์และพืช ตลอดทั้งจุลินทรีย์หลายชนิด รวมทั้งในระบบการย่อยอาหาร (digestive system) ของมนุษย์ และสัตว์เช่น ในน้ำลายและน้ำย่อยจากตับอ่อน ในอุตสาหกรรมอาหารใช้เอนไซม์นี้ในการไฮโดรไลซ์สตาร์ช (starch hydrolysis) ในขั้นตอนการทำ liquefaction เพื่อลดความหนืดของสารละลายสตาร์ช ภายหลังการเกิดเจลละติไนซ์ (gelatinization) เพื่อผลิต น้ำเชื่อมกลูโคส (พัคตร์ประไพ และ วิเชียร, 2546)

1.2) เอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส (amylglucosidase, AMG) เป็นเอนไซม์ (enzyme) ที่ใช้เพื่อเร่งปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสสตาร์ช (starch hydrolysis) โดยตัดโมเลกุลของน้ำตาลกลูโคสออกจากโมเลกุลของสตาร์ช (starch) ที่ตำแหน่งปลายด้านนอน-รีดิวซิง (non-reducing end) ของพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ทั้งที่ตำแหน่ง แอลฟา-1-4 และ 1-6 (Chantrasekara, 2018) เอนไซม์นี้ใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตน้ำเชื่อมกลูโคส ที่มีค่า Dextrose Equivalent (DE) สูง ถึง 98 DE (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2561)

Formatted: Default Paragraph Font, Font: (Default) Angsana New, 12 pt, Font color: Black, Complex Script Font: Angsana New, 12 pt

Formatted: Default Paragraph Font, Font: (Default) Angsana New, 12 pt, Font color: Black, Complex Script Font: Angsana New, 12 pt

Formatted: Default Paragraph Font, Font: (Default) Angsana New, 12 pt, Font color: Black, Complex Script Font: Angsana New, 12 pt

Formatted: Default Paragraph Font, Font: (Default) Angsana New, 12 pt, Font color: Black, Complex Script Font: Angsana New, 12 pt

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Default Paragraph Font, Font: (Default) Angsana New, 12 pt, Font color: Black, Complex Script Font: Angsana New, 12 pt

Formatted: Default Paragraph Font, Font: (Default) Angsana New, 12 pt, Font color: Black, Complex Script Font: Angsana New, 12 pt

Formatted: Default Paragraph Font, Font: (Default) Angsana New, 12 pt, Font color: Black, Complex Script Font: Angsana New, 12 pt

Formatted: Default Paragraph Font, Font: (Default) Angsana New, 12 pt, Font color: Black, Complex Script Font: Angsana New, 12 pt

Formatted: Font color: Auto

1.3) กลูโคอะไมเลส (Glucoamylase) เป็นเอนไซม์ที่พบทั่วไปในจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ และ รา มีลักษณะที่สำคัญของปฏิกิริยการย่อยแบ่งคือ สามารถย่อยสลายแบ่งได้ทั้ง 2 พันธะคือ พันธะไกลโคซิดิกชนิดแอลฟา -1,4 (α -1,4) และพันธะไกลโคซิดิกชนิดแอลฟา -1,6 (α -1,6) ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็น น้ำตาลกลูโคส ในการย่อยแบ่งให้ได้อิเล็กตรอนของกลูโคสจะต้องใช้กลูโคอะไมเลสร่วมกับแอลฟาอะไมเลส

2) เอนไซม์เซลลูเลส (cellulase) เป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยเซลลูโลส ทำหน้าที่ตัดพันธะไกลโคซิดิกในเซลลูโลสทำให้เกิดการสลายเซลลูโลสไปเป็นน้ำตาลกลูโคส ผลิตได้โดยสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ เช่น ข้าวหมอลด ข้าวบาร์เลย์ ใบยาสูบ ไล้เดือนดิน ปลวก หอยทาก แบคทีเรีย และรา เป็นต้น

จากการศึกษาของ Pongjanta et al. 2009 พบว่า การใช้เอนไซม์แอลฟาอะไมเลส และ เบต้ากลูโคซิเดสที่ความเข้มข้น 8-14 หน่วยต่อกรัมตัวอย่างให้ผลการย่อยที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณสตาร์ชที่ให้พลังงานต่ำ (Resistant starch, RS) มีค่าเพิ่มขึ้น และค่าดัชนีน้ำตาลของการย่อยของทั้งสองเอนไซม์มีค่าลดลง และจากงานวิจัยของ Kratoon และคณะ (2009) พบว่าแอลฟา อะไมเลส สามารถย่อยสตาร์ชจากข้าวได้ เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นค่า DE (Dextrose Equivalent) ของการย่อยเพิ่มขึ้น (40 นาที) และองค์ประกอบของน้ำตาล โดยเฉพาะโอลิโกแซคคาไรด์จะพบได้เมื่อมีปริมาณสตาร์ชเริ่มต้นที่ร้อยละ 20

เกวลี (2014) ได้ศึกษาการดัดแปรพันผิวของเม็ดสตาร์ชโดยการย่อยด้วยเอนไซม์แบบเดี่ยว คือย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (AA, 120 ยูนิต/กรัมสตาร์ช) หรือเอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดส (AMG, 300 ยูนิต/กรัมสตาร์ช) เพียงอย่างเดียวและแบบผสม (AA + AMG) คือ การย่อยสตาร์ชด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (120 ยูนิต/กรัมสตาร์ช) ร่วมกับเอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดส (300 ยูนิต/กรัมสตาร์ช) เป็นเวลา 0-6 ชั่วโมง พบว่าระดับการย่อยของเอนไซม์แต่ละกลุ่มซึ่งวัดจากปริมาณน้ำตาลทั้งหมดในสารละลายมีค่าที่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการย่อยสตาร์ชด้วย เอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดสเพียงอย่างเดียวมีระดับการย่อยน้อยที่สุด เนื่องจากเอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดสมีคุณสมบัติในการย่อยเป็นแบบ exo-acting enzyme คือเป็นเอนไซม์ที่ย่อยสตาร์ชพอลิเมอร์ ได้ทั้งที่พันธะไกลโคไซด์ที่ตำแหน่ง α -1, 4 และ α -1, 6 โดยจะย่อยจากส่วนปลายด้านนอนรีดิวส์ (non-reducing end) เข้ามาครึ่งละ 1 หน่วย ได้เป็นน้ำตาลกลูโคส แต่การย่อยของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเป็นแบบ endo-acting enzyme คือจะตัดพันธะไกลโคไซด์ที่ตำแหน่ง α -1, 4 เท่านั้นและตัดแบบสุ่มได้ผลิตภัณฑ์เป็นมอลโตส มอลโตไตรโอส โอลิโกแซคคาไรด์ และลิมิตเดกซ์ทริน ดังนั้นปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่วัดได้จึงมีปริมาณสูงกว่าการย่อยสตาร์ชด้วยเอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดส

จากผลการศึกษาของการย่อยสตาร์ชด้วยเอนไซม์ผสม พบว่ามีระดับการย่อยมากที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้เอนไซม์แบบเดี่ยวที่เวลาในการย่อยเท่ากันทั้งนี้เนื่องจากการใช้เอนไซม์ผสม นั้นมีการทำงานที่ส่งเสริม

กันเมื่อนำมาใช้ร่วมกัน (Zhang และคณะ, 2013) โดยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจะย่อยพอลิเมอร์ของสตาร์ชให้เป็นเดกซ์ทริน จากนั้นเอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดสจะย่อยเดกซ์ทรินให้เป็นกลูโคสอีกครั้ง แม้ว่าเอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดสเพียงอย่างเดียวนั้นก็สารถย่อยสตาร์ชพอลิเมอร์ให้กลายเป็นกลูโคสได้ แต่จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณของน้ำตาลทั้งหมดที่ย่อยออกมาได้เมื่อใช้เอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดส เพียงชนิดเดียวนั้นมีปริมาณน้อยกว่าการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเพียงอย่างเดียวและการย่อยด้วยเอนไซม์ผสมซึ่งผลการทดลองนั้นมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ (Zhang และคณะ, 2013) โดยศึกษาการย่อยสตาร์ชข้าวโพดและสตาร์ชมันฝรั่งด้วยเอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดสเพียงอย่างเดียวและเอนไซม์ผสมระหว่างแอลฟาอะไมเลส 41 และเอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดส พบว่าสตาร์ชทั้งสองชนิดถูกย่อยด้วยเอนไซม์ผสมได้ดีกว่าการย่อยด้วยเอนไซม์อะมิโลกลูโคซิเดสเพียงอย่างเดียวเนื่องมามีการทำงานที่ส่งเสริมกันโดยทำหน้าที่ทั้ง endo-acting enzyme และ exo-acting enzyme ในเวลาเดียวกัน

Hilary และคณะ (1999) ได้ศึกษาการผลิตน้ำเชื่อมมอลโตสความเข้มข้นสูงด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสโดยใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบ พบว่าเมื่อใช้สภาวะที่เหมาะสมในการผลิต คือ พีเอช 5.5 อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส จะสามารถผลิตน้ำเชื่อมมอลโตสที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลมอลโตส 79 เปอร์เซ็นต์

Lin Q. และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาเรื่องการผลิตน้ำเชื่อมไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์จากแป้งข้าวโดยใช้วิธีทางชีวภาพเพียงขั้นตอนเดียว พบว่าเมื่อเติมปริมาณแอลฟาอะไมเลส ลงในน้ำแป้ง ปรับพีเอชที่ 6.0 นำอาหารที่ผสมเอนไซม์ไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 และ 120 องศาเซลเซียสตามลำดับ เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 12 ชั่วโมงนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ค่าสมมูลเดกซ์โทรสและการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยเครื่อง HPLC ในชั่วโมงที่ 72 สามารถผลิตไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ได้สูงสุดเท่ากับร้อยละ 59.20

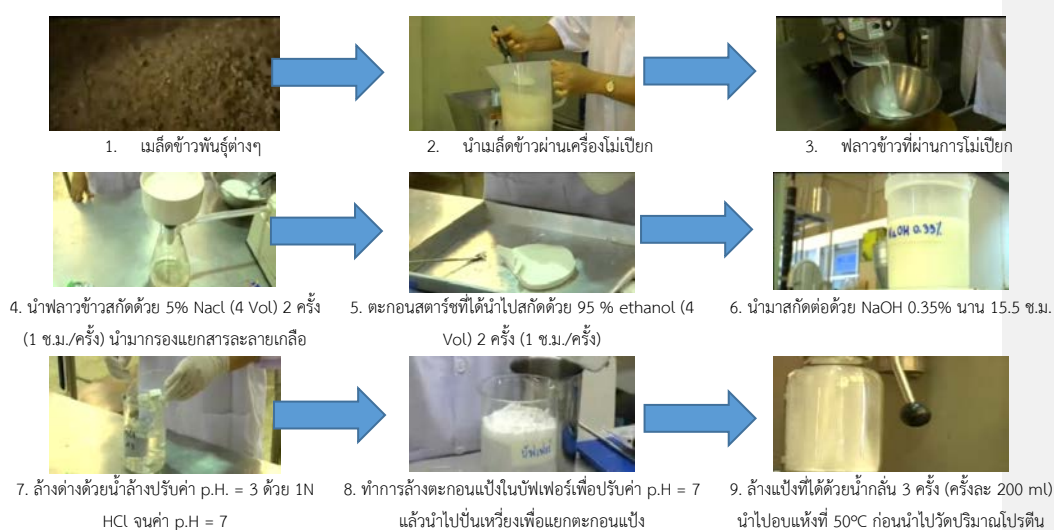
Chockchaisawasdee and Naiyatat (2013) ได้ทำการศึกษาการผลิตไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์จากแป้งกล้วยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและบีตาอะไมเลส บ่มที่อุณหภูมิ 50 ถึง 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 3 ชั่วโมง พบว่า ไอโซมอลโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ผลิตจากเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส ให้ความเข้มข้นสูงสุด คือ 76.67 กรัม/ลิตร ส่วนที่ผลิตจากเอนไซม์ บีตาอะไมเลส ให้ความเข้มข้นเท่ากับ 70.74 กรัม/ลิตร

2.4 สตาร์ช (Starch)

สตาร์ช หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำฟลาวามาผ่านกระบวนการกำจัดส่วนประกอบทางเคมีอื่นๆ ที่อยู่ร่วมกับสตาร์ชออกเพื่อให้สตาร์ชบริสุทธิ์ เช่น สตาร์ชข้าวโพด (corn starch) สตาร์ชข้าวสาลี (wheat starch) และสตาร์ชข้าว (rice starch)

2.4.1 การเตรียมสสารข้าวไทยพันธุ์ต่างๆ

การเตรียมสสารข้าวไทยพันธุ์ต่างๆ ตามวิธีการของรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิตและคณะ (2546) และ สุนันทา ทองทาและคณะ (2552) ทำได้โดยการนำเมล็ดข้าวที่ผ่านการโม่เปียก (wet milling) ได้ฟลาวข้าวแล้วนำมาสกัดโปรตีนโดยใช้สารเคมีต่างๆ เช่น สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 5 เอทานอลร้อยละ 95 และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 0.35 พบว่าสสารที่เตรียมได้มีโปรตีนน้อยกว่าร้อยละ 0.5 มีปริมาณของไขมันน้อยกว่าร้อยละ 0.1 ปริมาณเถ้าร้อยละ 0.4 โดยน้ำหนักแห้งและปริมาณสสารข้าวของทุกพันธุ์ที่ได้มากกว่าร้อยละ 95 โดยน้ำหนักแห้ง



รูปที่ 2.1 การเตรียมสสารข้าว

ที่มา: สุนันทา, 2560

ทั้งนี้สสารซึ่งเป็นโพลีแซ็กคาไรด์ที่พบในพืช ประกอบด้วยสายโซ่พอลิเมอร์กลูโคส 2 ชนิด คือ พอลิเมอร์เชิงเส้น (มีกิ่งก้านเล็กน้อย) หรืออะมิโลสและพอลิเมอร์เชิงกิ่งหรืออะมิโลเปคติน (Eerlingen and Delcour, 1995; Fuentes-Zaragoza et al., 2010; Haralampu, 2000; Peroni-Okita et al., 2010) เมื่อ

พิจารณาความสามารถในการย่อยต่อเอนไซม์ภายในร่างกาย เช่น เอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของสตาρχแล้วพบว่าสตาρχสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท (Miao et al., 2009; ยูรี, 2553; สุริย์พร, 2552) ดังนี้

1) สตาρχที่ถูกย่อยอย่างรวดเร็ว (rapidly digestible starch; RDS) มีองค์ประกอบหลักเป็นโครงสร้างแบบอสัณฐานและมีส่วนของผลึกอยู่น้อยนิด พบในอาหารที่หุงสุกใหม่ๆ เมื่อให้สตาρχชนิดนี้ทำปฏิกิริยากับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส สตาρχจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของโมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในเวลา 20 นาที

2) สตาρχที่มีการย่อยช้าๆ (slow digestible starch; SDS) มีองค์ประกอบหลักเป็นโครงสร้างแบบอสัณฐานเช่นเดียวกับ RDS แต่มีส่วนของผลึกมากกว่า RDS ส่งผลให้ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ช้ากว่าและคาดว่าถูกย่อยสลายได้สมบูรณ์ในลำไส้เล็ก โดยจะถูกเปลี่ยนให้เป็นน้ำตาลกลูโคสหลังจากที่มีการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์แล้ว 100 นาที พบได้ในสตาρχจากพืช ธัญชาติ และผลิตภัณฑ์เส้นที่ทำสุกแล้ว

3) สตาρχต้านทานต่อการย่อย (resistant starch; RS) สตาρχชนิดนี้เป็นส่วนของสตาρχที่มีความสามารถในการย่อยด้วยเอนไซม์ โดยที่เอนไซม์ไม่สามารถย่อยสตาρχชนิดนี้ได้หลังจากปล่อยให้ทำปฏิกิริยาย่อยสลายเป็นเวลา 120 นาที ซึ่งทำให้สตาρχชนิดนี้มีสมบัติคล้ายเส้นใย

2.5 โภชนาการที่สำคัญสำหรับนักกีฬา

สารอาหารเป็นปัจจัยหลักสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและสมรรถภาพของนักกีฬา เช่นเดียวกับการรับประทานอาหารในชีวิตประจำวันของบุคคลทั่วไปโดยไม่แตกต่างกันในเรื่องคุณภาพแต่นักกีฬาต้องได้รับในปริมาณที่มากกว่าร่างกายจะเก็บสะสมพลังงานปกติจากคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนที่ได้รับจากอาหาร อันเนื่องจากการที่ร่างกายได้สูญเสียสารอาหารไปในระหว่างการออกกำลังกาย ซึ่งแหล่งพลังงานหลักที่ร่างกายใช้จะมาจากคาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นหลัก (สุกัญญา, 2558) หลักการคือสารอาหารและพลังงานจะต้องเพียงพอต่อการเจริญเติบโตกับเพศ วัย ขนาดของร่างกาย ความต้องการพลังงานจะเพิ่มมากขึ้นจากการเพิ่มการเคลื่อนไหวร่างกายการออกกำลังกาย และการเล่นกีฬา (นิธิยาและวิบูลย์, 2537) โดยเมื่อร่างกายได้รับสารอาหารคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีนแล้วจะถูกออกซิไดซ์ทำให้เกิดพลังงานและความร้อน แต่ร่างกายไม่ได้ใช้สารอาหารทั้ง 3 ชนิดพร้อมกัน ร่างกายจะใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นอันดับแรก เมื่อคาร์โบไฮเดรตไม่เพียงพอจึงจะมาใช้ไขมันเป็นลำดับที่สอง ซึ่งไขมันนอกจากจะเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแล้ว ยังให้กรดไขมันจำเป็นแก่ร่างกายอีกด้วย ถ้าร่างกายได้รับคาร์โบไฮเดรตและไขมันไม่เพียงพอจึงจะออกซิไดซ์โปรตีนเพื่อให้เป็น

พลังงานต่อไปตามลำดับ (McArdle, et al., 2008) โดยสามารถอธิบายหน้าที่ของสารอาหารตามประเภทของสารอาหาร ดังนี้

2.5.1 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเมื่อได้รับเข้าไปในร่างกายแล้ว จะผ่านการย่อยและเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งส่วนหนึ่งจะอยู่ในกระแสเลือด ให้พลังงานแก่ร่างกายทันที และส่วนหนึ่งจะถูกเก็บไว้ในตับและในกล้ามเนื้อ ในรูปของไกลโคเจน เมื่อน้ำตาลในกระแสเลือดลดลง ไกลโคเจนจากตับจะถูกนำมาใช้ก่อน เปลี่ยนเป็นกลูโคส และถูกนำออกมาในกระแสเลือด ส่วนเมื่อมีการออกกำลังกายไกลโคเจนในกล้ามเนื้อจะถูกนำมาใช้เป็นพลังงาน ดังนั้นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต เช่น ข้าวและแป้งต่างๆ จะช่วยเพิ่มความทนทานในการออกกำลังกาย (กฤษฏี, 2558) นอกจากนี้คาร์โบไฮเดรตที่ถูกสะสมไว้ในรูปของไกลโคเจนอยู่ในตับและกล้ามเนื้อ ร่างกายสามารถเก็บไกลโคเจนไว้ในกล้ามเนื้อได้ประมาณ 400 กรัม และเก็บในตับได้อีกประมาณ 100 กรัม โดยร่างกายสามารถเก็บพลังงานประมาณ 2000 กิโลแคลอรีไว้ได้ในรูปไกลโคเจน (Coggan et al., 1991)

2.5.2 โปรตีน

ร่างกายใช้โปรตีนในการสร้างกล้ามเนื้อ ในสภาวะปกติร่างกายมิได้ใช้โปรตีนเพื่อเป็นแหล่งพลังงาน แต่ร่างกายก็สามารถย่อยโปรตีนเพื่อใช้เป็นพลังงานหากอยู่ในสภาวะขาดแคลนพลังงานได้ (Coggan et al., 1991) โดยโปรตีนเมื่อย่อยแล้วจะได้กรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อยของโปรตีน กรดอะมิโน มี 2 ประเภท คือ กรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acid) ร่างกายต้องได้รับจากการบริโภคอาหารจากภายนอก และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (Non-essential amino acid) ร่างกายสามารถสังเคราะห์ขึ้นมาได้เอง (สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม, 2558)

2.5.3 ไขมัน

โดยปกติมนุษย์จะมีการสะสมไขมันไว้ทั่วร่างกาย ส่วนใหญ่จะเก็บไว้ใต้ผิวหนังและรอบๆอวัยวะภายใน โดยเฉลี่ยในร่างกายคนมีไขมันประมาณ 15-25% ของน้ำหนักตัว (หรือประมาณ 10 กิโลกรัม ของผู้ที่มีน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม) แต่ในนักกีฬามักจะมีเปอร์เซ็นต์ไขมันต่ำกว่าคนทั่วไป

2.5.4 วิตามินและเกลือแร่

วิตามินและเกลือแร่มีความสำคัญสำหรับขบวนการทางเคมีในร่างกาย โดยทั่วไปถ้าร่างกายขาด จะเกิดการเจ็บป่วยได้

- วิตามิน B (เช่น thiamine, riboflavin, niacin, pyridoxine) ช่วยในขบวนการ Metabolism เพื่อสร้างพลังงานของร่างกาย ซึ่งพลังงานจะถูกใช้ไปเป็นจำนวนมากในระหว่างการออกกำลังกาย เช่น ในการวิ่งเป็นเวลา 20-50 นาที ติดต่อกัน พบว่า ร่างกายต้องการ riboflavin เพิ่มขึ้นอย่างมาก ถ้าร่างกายได้รับวิตามิน B ไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดอาการต่างๆ เช่น เบื่ออาหาร เชื่องซึม เมื่อยล้า และซึมเศร้าได้

- วิตามิน C (ascorbic acid) มีบทบาทและหน้าที่เช่นเดียวกับภูมิคุ้มกันของร่างกาย คือ ช่วยป้องกันการติดเชื้อ ทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งขบวนการ oxidation ซึ่งป้องกันปฏิกิริยาที่มีการทำลายบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์และ DNA เพื่อประสิทธิภาพการทำงานของวิตามิน C ร่างกายควรได้รับประมาณ 2 กรัมต่อวัน

- วิตามิน E, beta-carotene ก็มีความจำเป็นต่อร่างกายเช่นกัน เพราะช่วยยับยั้งการเกิดกระบวนการ oxidation ที่มีการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์และ DNA เหมือนกับวิตามิน C

- Selenium ร่างกายควรได้รับ 50-100 ไมโครกรัมต่อวัน แต่ถ้าร่างกายได้รับเกิน 150 ไมโครกรัมต่อวัน จะทำให้เกิดอันตรายได้

- เหล็ก มีความสำคัญมากในนักกีฬา เนื่องจากธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของฮีโมโกลบิน ทำหน้าที่ลำเลียงออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ แหล่งอาหารที่สำคัญ คือ เนื้อวัว และเนื้อหมู แต่ไม่เหมาะสำหรับอาหารในนักกีฬา

- สังกะสี มีความสำคัญในกระบวนการทางเคมีต่างๆ ในร่างกาย เช่น มีบทบาทสำคัญในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย การประสานบาดแผลจากการบาดเจ็บ รวมทั้งการทำหน้าที่ของกล้ามเนื้อให้เป็นไปอย่างปกติ แหล่งอาหารที่สำคัญ คือ หอยนางรม เนื้อวัว และเนื้อหมู เป็นต้น และร่างกายควรได้รับประมาณ 15-30 มิลลิกรัมต่อวัน

2.5.5 ความต้องการสารอาหารและพลังงานสำหรับนักกีฬา

แหล่งของพลังงานในร่างกายที่นำมาใช้นั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย ดังนี้ (กฤษฏี, 2558)

- การออกกำลังกายที่ใช้แรงมาก ในระยะเวลาสั้นๆ เช่น การยกน้ำหนัก ตีลูกเบสบอล ตีเทนนิสคู่ โบว์ลิ่ง วิ่งเร็วระยะสั้น จะใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเป็นหลัก

- การออกกำลังกายที่ใช้ออกแรงมากและอาศัยความทนทานด้วย เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล เทนนิสเดี่ยว ใช้ไกลโคเจน ในกล้ามเนื้อเป็นแหล่งพลังงานด้วยเช่นกัน

- การออกกำลังกายแบบทนทาน เช่น วิ่งทางไกล และปั่นจักรยานระยะทางไกล ร่างกายต้องอาศัยทั้งกลูโคสในเลือด ไกลโคเจนทั้งในตับและในกล้ามเนื้อและไขมันเป็นพลังงาน

ดังนั้นการเล่นกีฬาจึงต้องให้ความสำคัญสำหรับอาหารที่ใช้เป็นอันดับแรกคือคาร์โบไฮเดรตที่ได้รับจากอาหารในกลุ่มของข้าวแป้ง กลุ่มผักและผลไม้ที่ให้พลังงานเพื่อนำไปใช้ในการเป็นพลังงานทดแทนได้อย่างรวดเร็วและเพื่อใช้เป็นพลังงานสำรองได้ในการฝึกและการแข่งขันได้อีกต่อไป (สุกัญญา, 2558) สำหรับเครื่องดื่มเกลือแร่ เป็นเครื่องดื่มในการชดเชยน้ำที่ร่างกายสูญเสียไปในระหว่างการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา แทนการดื่มน้ำธรรมดาที่ผู้ออกกำลังกายและเล่นกีฬาสามารถดื่มได้ทั้งก่อนออกกำลังกาย ขณะออกกำลังกาย หรือหลังออกกำลังกาย (กัลยา, 2551) เนื่องจากในระหว่างการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาร่างกายจะเกิดการสูญเสียเหงื่อออกค่อนข้างมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและความหนักของการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา ด้วยเหตุนี้จึงทำให้สูญเสียน้ำออกไปจากร่างกาย ซึ่งการสูญเสียน้ำทำให้สมรรถภาพทางกายของบุคคลนั้นลดต่ำลง ดังนั้นเกลือแร่จึงเป็นสารจำเป็นอย่างหนึ่งในอาหารและเป็นส่วนประกอบของร่างกายมนุษย์โดยส่วนผสมของเครื่องดื่มเกลือแร่มีความจำเป็นต่อร่างกายทั้งก่อนออกกำลังกาย ขณะออกกำลังกายหรือหลังออกกำลังกาย ร่างกายจึงจำเป็นต้องมีสารละลายดังกล่าวในปริมาณที่เหมาะสม หากปริมาณที่มีมากเกินไปหรือน้อยเกินไปจะส่งผลต่อการทำงานของระบบต่างๆของร่างกาย เช่น ระบบประสาท การหดตัวของกล้ามเนื้อ การทำงานของหัวใจ การไหลเวียนของโลหิต ตลอดจนการรักษาความสมดุลของน้ำในร่างกาย ทำให้ดำเนินไปอย่างขาดประสิทธิภาพในขณะที่ออกกำลังกายอาจสูญเสียสารต่างๆไปได้หลายชนิด การทดแทนสารต่างๆ ให้กับร่างกายจึงมีความสำคัญ

2.5.6 ผลกระทบของการขาดน้ำและเกลือแร่ต่อการแข่งขันกีฬา

วีรุฬห์และคณะ (2537) อธิบายว่า ผลกระทบของการขาดน้ำและเกลือแร่มีผลต่อการแข่งขันกีฬาดังนี้

1. ระบบการไหลเวียนเลือดบกพร่อง เกิดผลกระทบโดยตรงต่อการลำเลียงสารอาหารและออกซิเจนให้แก่เซลล์กล้ามเนื้อ ประสิทธิภาพในการระบายของเสียและความร้อนออกจากเซลล์ลดลง

2. ประสิทธิภาพในการทำงานของเซลล์กล้ามเนื้อลดลง

2.1 ถ้าเสียน้ำไปประมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักตัว (1-1.4 ลิตร) กล้ามเนื้อจะอ่อนล้าง่าย นักกีฬาไม่สามารถแข่งขันนาน ๆ ได้ และถ้าเสียน้ำไปมากกว่าร้อยละ 4 ของน้ำหนักตัว (2-2.8 ลิตร) สมรรถภาพจะลดลงอย่างชัดเจน

2.2 กล้ามเนื้อเป็นตะคริวง่าย กลไกการเกิดตะคริวยังไม่ทราบแน่ชัดแต่เชื่อว่าเป็นผลจากการที่ร่างกายขาดน้ำและเกลือแร่ร่วมกัน

3. ความดันเลือดลดลง มึนงง และเป็นลม ขณะแข่งขันได้ง่าย

4. ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนออกจากร่างกายลดลง อุณหภูมิร่างกายขึ้นสูงจนเกิดการเจ็บป่วยได้

2.5.7 การสูญเสียเหงื่อและองค์ประกอบของเหงื่อในนักกีฬา

ขณะออกกำลังกายจะมีความร้อนเกิดขึ้นภายในร่างกายอย่างมากจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์ ระหว่างที่ออกกำลังกายหนักปานกลาง (ร้อยละ 75 ของสมรรถภาพสูงสุด) จะมีความร้อนเกิดขึ้นประมาณ 1,000-1,500 กิโลแคลอรี ร้อยละ 80 ของความร้อนที่เกิดขึ้นจะต้องระบายออกจากร่างกาย ในการระบายความร้อน 580 กิโลแคลอรี ต้องอาศัยการระเหยของเหงื่อประมาณ 1 ลิตร ดังนั้น ในการออกกำลังกายดังกล่าว จะเสียเหงื่อถึง 1-2 ลิตรใน 1 ชั่วโมง เกลือแร่ที่สูญเสียออกไปพร้อมกับเหงื่อส่วนใหญ่จะเป็นโซเดียมอยู่ในรูปของสารละลายที่มีความเข้มข้นประมาณหนึ่งในสามของโซเดียมในพลาสมา จากการศึกษาพบว่า นักกีฬาที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดีการขับเหงื่อจะเกิดขึ้นเร็วและมีประสิทธิภาพดีขึ้น มีการสูญเสียโซเดียมไปกับเหงื่อน้อยกว่าคนปกติ การเสียเหงื่อในนักกีฬาสวนใหญ่จึงเป็นการเสียน้ำมากกว่าโซเดียม นอกจากนี้ขณะออกกำลังกาย ไตยังเก็บกักโซเดียมไว้ได้มาก ร่างกายจึงไม่ขาดโซเดียม (วิรุฬห์และคณะ, 2537)

2.6 เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา

เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬามีมาตั้งแต่ในอดีตกาล โดยชาวกรีกจะดื่มน้ำผึ้งก่อนลงแข่งขันกีฬาโอลิมปิกเพราะเชื่อว่าน้ำผึ้งช่วยขจัดความเมื่อยล้าได้ เนื่องจากมีวิตามิน เกลือแร่และสารอาหารที่เหมาะสมกับความต้องการของร่างกาย รวมทั้งมีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 80 - 85 ของน้ำผึ้งจะเป็นน้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (คือกลูโคส และฟรุกโทส) ซึ่งสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่จะใช้น้ำตาลกลุ่มนี้สร้างพลังงานให้กับร่างกาย น้ำตาลโมเลกุลคู่ (คือ มอลโทส ซูโครส และแล็กโทส) และน้ำตาลที่มีโมเลกุลซับซ้อน (เช่น เดกซ์โทรส) น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโทสในน้ำผึ้งที่ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้เป็นพลังงานได้อย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับผู้ที่ใช้กำลังมาก เช่น นักกีฬา ถ้าได้ดื่มน้ำผึ้งหลังออกกำลังกายจะรู้สึกสดชื่น หายเหนื่อยง่าย และฟื้นคืนกำลังได้อย่าง แม้น้ำผึ้งจะมีประโยชน์มากมาย แต่ก็ใช่ว่าจะใช้ได้กับทุกคน บุคคลที่มีปัญหาสุขภาพต่อไปนี้ ไม่ควรดื่มน้ำผึ้ง ได้แก่ คนที่เป็นโรคเบาหวาน คนที่มีภูมิอาการอาหารไม่ย่อย และอาเจียน

บ่อยๆ และเด็กอายุน้อยกว่า 1 ขวบดื่มน้ำผึ้ง เพราะในน้ำผึ้งอาจมีสปอร์ของเชื้อคลอสทริเดียม โบทูลินัม ปนเปื้อนอยู่ ซึ่งเชื่อนี้จะเจริญเติบโตได้ ในทางเดินอาหารของเด็กเล็ก ทำให้เกิดสารพิษที่อาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ (หมอชาวบ้าน, 2546) ดังนั้นเครื่องดื่มที่เหมาะสมสำหรับนักกีฬาโดยส่วนใหญ่ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบซึ่งจะถูกดูดซึมเหมือนกลูโคสและช่วยรักษาระดับกลูโคสในเลือดในระหว่างที่ร่างกายมีการดึง Glycogen มาใช้ ทำให้ร่างกายมีการสะสม Glycogen ไว้เป็นแหล่งพลังงานพร้อมกับกลูโคสบางส่วน ถ้าระดับน้ำตาลชุกรในเครื่องดื่มมีความเข้มข้นสูงเท่ากับความเข้มข้นของกลูโคสในร่างกาย จะทำให้เกิดการไหลของน้ำเข้าสู่กระเพาะอาหารเพื่อให้ของเหลวที่รับประทานเข้าไปเจือจางและดูดซึมได้ง่าย โดยเครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นของกลูโคสสูง อาจจะทำให้หนักกีฬาแสดงความสามารถทางกีฬาลดลง เนื่องจากการดึงน้ำจากเส้นเลือดเข้าสู่กระเพาะอาหารมากเกินไป

กลูโคสบางชนิดที่ได้รับในการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจนอาจจะมีประโยชน์ จากการศึกษาเครื่องดื่ม Gatorade ที่พบกันแพร่หลาย พบว่า นักกีฬาที่ดื่มเครื่องดื่มชนิดนี้จะมีกำลังมากกว่านักวิ่งที่ดื่มน้ำเปล่าๆ นักปั่นจักรยานที่ดื่มเครื่องดื่มชนิดนี้ก็เช่นเดียวกันมีความอดทน (endurance) มากกว่านักปั่นจักรยานที่ดื่มน้ำเพียงอย่างเดียว เครื่องดื่มที่เหมาะสมและมีประโยชน์มีดังนี้ คือ กลูโคส 2.5 กรัมต่อน้ำ 100 มล. ถ้าบริโภคลิเคิลไทรโกลีเฟส 0.2 กรัมผสมน้ำ 100 มล. ซึ่งมีส่วนประกอบของโซเดียมและคลอไรด์

เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬานักใหม่ในปัจจุบันบางชนิดมีส่วนประกอบของ polymerized glucose ผสมอิเล็กโทรไลต์ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีความเข้มข้นเท่ากับเนื้อเยื่อของร่างกาย (Isotonic) ทำให้ไม่มีการดึงของเหลวเข้าสู่กระเพาะอาหาร polymerized glucose ถูกกลืนจาก cornstarch ซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมี ยอมให้มีการไหลผ่านจากกระเพาะเข้าสู่ลำไส้เล็กอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการดูดซึมอย่างรวดเร็วเช่นกัน ช่วยรักษาระดับกลูโคสในเลือด และช่วยชะลออัตราการใช้ glycogen ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้นักกีฬาทำงานได้ระยะยาวนาน เหมาะสำหรับนักกีฬาที่ใช้ความอดทน (สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชุมพร, 2558)

2.6.1 ประเภทของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา (Types of sports drinks)

นักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายมีความต้องการเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาเพื่อทดแทนการดื่มน้ำเปล่า ดังนั้นการจำแนกประเภทของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา เมื่อจัดประเภทตามความต้องการของร่างกายจึงแบ่งออกได้ดังนี้ (Coggan et al., 1991)

- เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของร่างกายในการเสริมพลังงานแก่ร่างกาย โดยมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตชนิดที่ย่อยง่าย (easily digestible carbohydrates)

- เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่เสริมเกลือแร่ที่สำคัญ (essential minerals) เช่น sodium, potassium, magnesium, chloride เพื่อชดเชยกับผู้ที่สูญเสียเหงื่อมาก
- เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่มีส่วนประกอบของสารละลายน้ำตาลเจือจาง (dilute sugar solutions) ซึ่งช่วยให้ร่างกายดูดซึมได้เร็วกว่าน้ำเปล่า เพื่อชดเชยของเหลวให้กับผู้ที่สูญเสีย น้ำมาก ทั้งนี้ประสิทธิภาพการชดเชยของเหลวจึงขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย โดยการได้น้ำอย่างเพียงพอจะช่วยป้องกันอาการเหนียวล้า
- เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ผสมเกลือแร่จะช่วยเพิ่มการดื่มและรสชาติความน่าดื่มจึงทำให้นักกีฬาดื่มเครื่องดื่มมากขึ้น โดยช่วยให้ร่างกายดูดซึมน้ำเข้าสู่เซลล์ได้มากขึ้น

ดังนั้นในกรณีนี้ออกกำลังกายไม่เกิน 60 นาที น้ำเปล่าเป็นเครื่องดื่มที่เพียงพอ แต่ถ้าออกกำลังกายนานกว่านี้ แนะนำให้ดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ เพื่อทดแทนเกลือแร่ที่สูญเสียไปด้วย (กฤษฎี, 2558) นอกจากนี้เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬายังมีความจำเป็นสำหรับความทนทานในนักกีฬาวิ่งในระหว่างการฝึก ระยะยาวและการวิ่งระยะไกล (การวิ่งในระยะเวลา มากกว่าหนึ่งชั่วโมง) และสำหรับนักกีฬาวิ่งระยะสั้นซึ่งต้องการเพิ่มพลังงานแก่ร่างกายหลังจากออกกำลังกาย (Coggan et al., 1991) ความเข้มข้นของสารละลายที่เป็นองค์ประกอบของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬามีประสิทธิภาพต่อนักกีฬาเมื่อเครื่องดื่มดังกล่าวช่วยเพิ่มอัตราการดูดซึมน้ำได้ (water absorption) โดยทั่วไปความเข้มข้นของปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเครื่องดื่มระหว่าง 3 กรัมและ 8 กรัม ต่อ สารละลาย 100 มิลลิลิตร พบว่าช่วยเร่งอัตราการดูดซึมของเหลว (fluid absorption) ได้ เมื่อเทียบกับน้ำเปล่าทั่วไป ดังนั้นการจำแนกประเภทของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาตามคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์จึงแบ่งออกได้ 3 ประเภท ดังนี้ (Coggan et al., 1991)

1) ไอโซโทนิก (isotonic) เป็นเครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นคาร์โบไฮเดรตในระดับเดียวกับความเข้มข้นของของเหลวในร่างกาย (6 – 7%) จึงง่ายต่อการดูดซึม สำหรับเครื่องดื่มทางการค้า (commercial isotonic drinks) โดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตประมาณ 4-8 กรัมต่อปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทั้งนี้ Isotonic drinks จะช่วยปรับสมดุลความต้องการน้ำและพลังงาน (balance the need for rehydration and refueling) เนื่องจากมีสาร electrolyte ที่พอเหมาะกับการดูดซึมทันที จึงเหมาะสำหรับผู้ที่เล่นกีฬาที่ต้องการใช้แก้กระหายและคลายความเหนียวล้าในระยะสั้นๆ (Coggan et al., 1991) ตัวอย่างเครื่องดื่มทางการค้าชนิดไอโซโทนิกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดได้แก่ 100 plus, Tipco wave, Pocari Sweat และ Gatorade เป็นต้น

2) ไฮเพอร์โทนิก (hypertonic) เป็นเครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตในระดับที่สูงกว่าความเข้มข้นของร่างกายปกติ (14 – 17%) โดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตมากกว่า 8 กรัม

ต่อปริมาตร 100 มิลลิลิตร เนื่องจากต้องการให้ร่างกายดูดซึมในอัตราที่ช้ากว่าเครื่องดื่มประเภทไอโซโทนิก รวมทั้งมีสาร electrolyte ที่ต่ำกว่าเครื่องดื่มประเภทไอโซโทนิกและไฮโปโทนิกจึงเหมาะกับนักกีฬาประเภทที่ต้องการพลังงานสูงและนักกีฬาประเภททนทาน (Coggan et al., 1991) ตัวอย่างเครื่องดื่มทางการค้าชนิดไฮเพอร์โทนิกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดได้แก่ Sponsor และ M-sport เป็นต้น

3) ไฮโปโทนิก (hypotonic) เป็นเครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นของคาร์โบไฮเดรตในระดับที่ต่ำกว่าความเข้มข้นของร่างกายปกติ (1 – 3%) โดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่า 4 กรัมต่อปริมาตร 100 มิลลิลิตร เพื่อให้ร่างกายดูดซึมน้ำเข้าสู่เซลล์ได้รวดเร็วกว่าน้ำเปล่า (plain water) แต่ยังคงมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่สัดส่วนน้อยกว่าเครื่องดื่มชนิด isotonic drinks จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเติมน้ำและเกลือแร่เข้าสู่ร่างกายภายหลังการออกกำลังกายโดยไม่ต้องพลังงานมาก (Coggan et al., 1991) ตัวอย่างเครื่องดื่มทางการค้าชนิดไฮโปโทนิกที่มีจำหน่ายในท้องตลาดได้แก่ น้ำมะพร้าวที่ไม่เติมน้ำตาล เป็นต้น

2.6.2 ค่าดูดซึม (Osmolality) กับเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา

โดยทั่วไปแล้วในร่างกายมนุษย์จะมีค่า Osmolality ของเลือดอยู่ที่ประมาณ 300 mOsmol/kg ดังนั้นของเหลวที่มีค่า Osmolality ใกล้เคียงกับเลือด (300 ± 10 mOsmol/kg) จะเรียกของเหลวนั้นๆ ว่า Isotonic และของเหลวที่มีค่าไม่อยู่ในช่วงดังกล่าวจะเรียกว่า Non-Isotonic ซึ่งในส่วนของ การคำนวณค่า Osmolality นั้น วิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือ วิธีที่คำนวณหาจากค่า Freezing Point โดยจะใช้วิธีให้ความเย็นกับสารตัวอย่างจนต่ำกว่า 0°C คำนวณออกมาเป็นค่า Osmolality ดังนั้น จึงแบ่งเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาตามค่าการดูดซึม ได้เป็น 2 ประเภท (นภัสกร, 2560) ดังนี้

1. Isotonic Beverages คือ เครื่องดื่มที่มีค่า Osmolality ใกล้เคียงกับเลือดซึ่งส่วนใหญ่ที่พบจะอยู่ในรูปของเครื่องดื่มประเภทเกลือแร่สำหรับผู้ออกกำลังกายเนื่องจากจะช่วยให้เข้าสู่เซลล์ร่างกายได้เร็วขึ้น และช่วยฟื้นฟูร่างกายหลังออกกำลังกาย

2. Non-Isotonic Beverages คือ เครื่องดื่มที่มีค่า Osmolality แตกต่างจากเลือดซึ่งส่วนใหญ่พบว่าสูงกว่าเลือดซึ่งหากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปอาจเกิดอันตรายกับร่างกายได้ ซึ่งประเภทหลังนี้จะพบมากในเครื่องดื่มประเภท น้ำอัดลมและเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์

ดังนั้น การดื่มสารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 2.5 สารจะเคลื่อนตัวจากกระเพาะอาหารลงสู่ลำไส้เล็กได้ช้า ค้างอยู่ในกระเพาะอาหารนาน ทำให้เกิดความรู้สึกอึดอัดและดูดซึมช้า

นอกจากนี้ สารละลายกลูโคสที่เข้มข้นมากจะมีการดูดซึม (Osmolality) สูงจะดึงน้ำไว้ภายในลำไส้ ปิดกั้นการดูดซึมของน้ำให้ช้าลง สารละลายเกลือแร่หรือน้ำอัดลมที่มีขายในท้องตลาดมักมีความเข้มข้นของกลูโคสมากกว่าร้อยละ 2.5 (น้ำอัดลมมีน้ำตาลประมาณร้อยละ 8-10) จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในการดื่มเพื่อทดแทนการเสียเหงื่อ ในกรณีที่ต้องการให้กลูโคสระหว่างออกกำลังกาย เช่น ระหว่างการวิ่งมาราธอนเตรียมได้โดยผสมผงกลูโคสประมาณ 5 ช้อนชา (25 กรัม) ลงในน้ำเย็น 1 ลิตร ก็จะได้สารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้นร้อยละ 2.5 ร่างกายจะดูดซึมกลูโคสไปได้ เป็นการประหยัดไกลโคเจนไว้ใช้ได้นานขึ้นอีก ถ้าใช้น้ำอัดลมจะต้องเจือจางลงเป็น 1: 4 และไม่ควรใช้น้ำอัดลมที่มีแก๊สซึ่งจะทำให้เกิดอาการจุกเสียด หรือถ้าจะใช้น้ำผลไม้สดควรเจือจางลงเหลือ 1: 5 หรือ 1: 6 (วีรพท์ และคณะ, 2537)

ด้วยเหตุนี้เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาชนิด Isotonic และ hypotonic จึงเหมาะสมกับนักกีฬาเชิงแอโรบิกชนิดที่ต้องใช้พลังงานนานเช่นกัน โดยจากงานวิจัยของ Suzuki et al., 2013 ได้ศึกษาผลของการใช้เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาศรีนครีไฮเดรตเพื่อการทดแทนการสูญเสียเหงื่อและการทดสอบผลตอบสนองของภูมิคุ้มกันที่เกี่ยวข้องกับต่อมไร้ท่อ (immunoendocrine responses) ต่อการปั่นจักรยาน จากการทดสอบนักปั่นจักรยานเพศชายที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 6 คน โดยแยกทำการทดสอบออกเป็นทุก 3 วันที่ระดับ 60% VO (2peak) เป็นเวลา 90 นาทีที่สภาวะอากาศร้อน ($28.1 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ and $52.6 \pm 3.1\%$ relative humidity) ในระหว่างการทดสอบได้ให้ผู้ทดสอบดื่มตัวอย่างทดสอบ ดังนี้ (1) เครื่องดื่มชนิด isotonic sports drink (osmolality 317 mOsm/kg), (2) เครื่องดื่มชนิด hypotonic sports drink (osmolality 193 mOsm/kg) หรือ (3) น้ำเปล่า จากผลการทดสอบพบว่านักปั่นจักรยานมีการดื่ม isotonic drink (1.23 ± 0.35 L) และ hypotonic drink (1.44 ± 0.55 L) ที่มากกว่าการดื่มน้ำเปล่า water (0.73 ± 0.26 L) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบดื่มน้ำเปล่า (-0.96 ± 0.26 kg พบว่า มวลร่างกายมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญน้อยกว่าการดื่มเครื่องดื่มชนิด hypotonic drink (-0.50 ± 0.38 kg) แต่ไม่เกิดกับการดื่มเครื่องดื่มชนิด isotonic drink (-0.51 ± 0.41 kg) ซึ่งพบว่าค่าระดับความเข้มข้นของปริมาณกลูโคสในเลือดสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญจากการดื่มเครื่องดื่มชนิด isotonic และ hypotonic drink เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำเปล่า เมื่อทำการตรวจนับค่า Neutrophil และ ค่าระดับความเข้มข้น plasma ของ catecholamines, interleukin 6 (IL-6), myeloperoxidase, calprotectin และ myoglobin มีระดับเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตลอดการทดสอบ โดยค่า IL-6 และ calprotectin มีระดับที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญจากการดื่มเครื่องดื่มชนิด hypotonic drink เปรียบเทียบกับน้ำเปล่า ด้วยเหตุนี้ การดื่มเครื่องดื่มชนิด hypotonic sports drinks จึงเหมาะสมสำหรับนักกีฬาเพื่อดื่มในระหว่างการออกกำลังกายและช่วยทดแทนการสูญเสียเหงื่อและลดการอักเสบต่างๆ ในร่างกายอันเนื่องจากการออกกำลังกาย

2.6.1 เครื่องดื่มเกลือแร่ (Electrolyte Drinks)

Formatted: Not Highlight

เครื่องดื่มเกลือแร่เป็นเครื่องดื่มที่ลดความกระหายและให้พลังงานทดแทนจากการสูญเสียขณะออกกำลังกาย เครื่องดื่มนี้ประกอบด้วยกลูโคสและแร่ธาตุต่างๆ เป็นหลัก (ไพโรจน์, 2535) โดยมีทั้งที่อยู่ในรูปของเหลวผสมพร้อมเสร็จบรรจุขวดหรือกระป๋อง แบบผงบรรจุซองและแบบเจลบรรจุซอง เป็นต้น ซึ่งส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องดื่มเกลือแร่โดยทั่วไปประกอบด้วย ซูโครส กลูโคส โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมซิเตรต โพแทสเซียมคลอไรด์ สารให้กลิ่น สี และวิตามินซี เป็นต้น

2.7 การทดสอบความต้องการสารอาหารและเกลือแร่สำหรับนักกีฬา

สำหรับนักกีฬาแล้วการดูแลรักษาร่างกายระหว่างการออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมต่างๆ นั้นเป็นเรื่องที่สำคัญที่มองข้ามไม่ได้ ซึ่งการชดเชยน้ำให้ร่างกายนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญมากสำหรับนักกีฬาเพราะในระหว่างการออกกำลังกายจะสูญเสียน้ำเป็นจำนวนมากจึงทำให้นักกีฬามีการดื่มน้ำอยู่เสมอแต่การดื่มน้ำเปล่านั้นอาจจะไม่ใช่ทางเลือกที่ดีที่สุดเสมอไป ในปัจจุบันได้มีการคิดค้นผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาโดยเฉพาะขึ้นโดยนักกีฬานอกจากจะได้ดื่มน้ำเพื่อชดเชยน้ำที่ขาดหายไปนักกีฬายังจะได้แร่ธาตุ และวิตามินต่างที่อยู่ในเครื่องดื่มเพิ่มอีกด้วยซึ่งสารอาหารต่างๆ เหล่านี้จะสามารถช่วยส่งเสริมสมรรถภาพในการเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมต่างนั้นดีขึ้นกว่าการบริโภคน้ำเปล่า ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องดื่มนักกีฬามีส่วนผสมของคาร์โบไฮเดรต และเกลือแร่ช่วยให้ร่างกายสามารถดูดซึมของเหลวและเติมคาร์โบไฮเดรตเข้าไปให้เป็นเชื้อเพลิงต่อการทำงาน กล้ามเนื้อได้อย่างรวดเร็ว และช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตที่เติมอิเล็กโทรไลต์ (โซเดียม) เพิ่มเข้าไป จะช่วยในการดูดซึมของเหลวของลำไส้ ซึ่งป้องกันกันภาวะขาดน้ำในระหว่างออกกำลังกาย ช่วยให้ ร่างกายเก็บรักษาและใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการจำแนกประเภทของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาคตามคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คุณสมบัติของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาในแต่ละชนิด มีผลต่อความคงทนและการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาของนักกีฬาที่ต่างกันจาก ตัวอย่างงานวิจัย ของ Bonetti และ Hopkins (2010) พบว่า เครื่องดื่มชนิดไอโซโทนิคให้ผลทางด้านสมรรถภาพของนักกีฬาเท่ากับเครื่องดื่มชนิดไอโซโทนิค ปริมาณปัสสาวะของอาสาสมัครที่ดื่มเครื่องดื่มชนิดไอโซโทนิค มีปริมาณมากกว่าและมีค่าออสโมลาลิตีต่ำกว่า อย่างไรก็ตามพบว่าเครื่องดื่มทั้งสองชนิด ไม่ส่งผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ปริมาณน้ำตาลในเลือด และปริมาณแลคเตตในเลือด และจากการศึกษาของ Hornsby (2011) โดยเปรียบเทียบผลของเครื่องดื่มนักกีฬานชนิดที่ผสมคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate-electrolyte sports drinks) ที่ปริมาณต่างกัน คือร้อยละ 0, 5 และ 8 ต่อสมรรถภาพและความสามารถทางกายภาพของการปั่นจักรยานในระยะทาง 3, 6 และ 8 กิโลเมตร พบว่า เวลาที่ใช้ในการปั่น

จักรยานให้ครบ 3, 6 และ 8 กิโลเมตร ไม่มีความแตกต่างกันของทั้ง 3 ผลลัพธ์ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มอาสาสมัครที่ขี่เครื่องขี่ที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด คือ ร้อยละ 8 มี อัตราการเต้นของหัวใจต่ำที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างของความดันโลหิต น้ำหนักตัว สมรรถภาพทางกายโดยการวัดด้วยค่า Mean Rate of Perceived Exertion (RPE)

Suzuki และคณะ (2013) ได้ศึกษาผลกระทบของเครื่องดื่มนักกีฬา osmolality ในการดื่มน้ำ และ immunoendocrine การตอบสนองต่อการขี่จักรยานในสภาพอากาศร้อน ตรวจสอบผลกระทบของ คาร์โบไฮเดรตทั้ง 2 ประเภทที่อยู่ในเครื่องดื่มนักกีฬา และ immunoendocrine ซึ่งเป็นผลการตอบสนองของ นักขี่จักรยาน การขี่จักรยานที่ 60 % ใน 90 นาที ในสภาพอากาศร้อน ซึ่งในการทดลองต้องบริโภคเครื่องดื่ม นักกีฬาประเภท isotonic (osmolality 317 mOsm / กก.) และเครื่องดื่มนักกีฬาประเภท hypotonic (osmolality 193 mOsm / กก.) หรือน้ำธรรมดา นักปั่นจักรยานได้บริโภคเครื่องดื่ม isotonic (1.23 ± 0.35 ลิตร) และเครื่องดื่ม hypotonic (1.44 ± 0.55 ลิตร) เมื่อเทียบกับน้ำ (0.73 ± 0.26 ลิตร) เมื่อเทียบกับน้ำ (-0.96 ± 0.26 กิโลกรัม) ทำให้มวลกายลดน้อยลงหลังจากที่ทำการบริโภคเครื่องดื่ม hypotonic (-0.50 ± 0.38 กก.) ทำให้ความเข้มข้นของน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นในตอนท้ายของการบริโภคเครื่องดื่ม isotonic และเครื่องดื่ม hypotonic เมื่อเทียบกับดื่มน้ำ ซึ่งเห็นได้ว่าเซลล์เม็ดเลือดขาวและความเข้มข้นในพลาสมาของ catecholamines, interleukin 6 (IL-6), myeloperoxidase, calprotectin และ myoglobin เพิ่มขึ้น ดังนั้นสรุปได้ว่าเครื่องดื่มนักกีฬา hypotonic เป็นที่น่าสนใจสำหรับนักกีฬาที่จะดื่มระหว่างการออกกำลังกายและ อาจช่วยในการชะลอการสูญเสียของเหลวและลดการอักเสบบางส่วนในการออกกำลังกาย

เพิ่มเติมจากการศึกษาของ กรณ์ทิพย์ และวีรยุทธ (2555) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการ ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรต และเครื่องดื่มหลอกลวงช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลต่อ ประสิทธิภาพการออกกำลังกายแบบอนาการนิยทดสอบโดยวิธีวินเกต (Wingate test) และการ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดในนักกีฬาฟุตบอล กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยเป็นนักกีฬา ฟุตบอลชาย จำนวน 40 คน อายุระหว่าง 17-25 ปี การออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอลโดย แบ่งเป็นสามช่วงเวลา และหยุดพักระหว่างช่วงเวลา 3 วัน ช่วงเวลาแรก นักกีฬาฟุตบอลทำการทดสอบ สมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกต ช่วงเวลาที่สอง ทำการสุ่มเพื่อแบ่งกลุ่มนักกีฬาฟุตบอลในการได้รับเครื่องดื่ม ผสมคาร์โบไฮเดรตกับเครื่องดื่มหลอกลวงช่วงพักครึ่ง นักกีฬาฟุตบอลออกกำลังกายจำลองแบบการแข่งขันฟุตบอล ใช้เวลา 90 นาที โดยมีเวลาพักครึ่ง 15 นาที เจาะเลือดเพื่อตรวจวัดระดับน้ำตาลในนาที่ที่ 0, 45, 60 และ 105 แล้วทำการทดสอบสมรรถภาพร่างกายโดยวิธีวินเกต หลังจากเจาะเลือดเพื่อตรวจวัดระดับน้ำตาลที่นาที่ที่ 105 ช่วงเวลาที่สาม นักกีฬาฟุตบอลสลับชนิดเครื่องดื่มที่ได้รับช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันจากช่วงเวลาที่สอง

และทำการทดสอบเช่นเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่า ค่าสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจน ค่าความสัมพันธ์ของสมรรถภาพการใช้พลังงานแบบไม่ใช้ออกซิเจนต่อมวลของร่างกายและค่ากำลังงานที่ได้สูงสุดในกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลมีค่าลดลงน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดครั้งแรกของแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอล กลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีค่าลดลงใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอก และระดับน้ำตาลในเลือดครึ่งหลังของแบบจำลองการแข่งขันฟุตบอลกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตมีค่าลดลงน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มหลอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้เครื่องดื่มผสมคาร์โบไฮเดรตช่วงพักครึ่งแบบจำลองการแข่งขัน ช่วยให้พลังงานสะสมที่มีอยู่ไม่ถูกใช้ไป

จากกรณีศึกษาของ Dong (2015) พบว่า การทดสอบสมรรถภาพและความอดทนในนักกีฬาจำนวน 16 คน เพื่อเปรียบเทียบ เครื่องดื่มที่ผสมโอลิโกแซคคาไรด์ กับเครื่องดื่มนักกีฬาทั่วไปที่ผสมน้ำตาล พบว่า ในกลุ่มที่ให้เครื่องดื่มโอลิโกแซคคาไรด์ มีความทนทานเพิ่มขึ้น น้ำตาลในเลือดมีค่าสูงกว่ากลุ่มอาสาสมัครที่ดื่มเครื่องดื่มนักกีฬาผสมน้ำตาล ปริมาณแลคเตทเพิ่มขึ้นทั้งระหว่าง และหลังการออกกำลังกาย และจากการศึกษาของ Hao และคณะ (2015) พบว่าเครื่องดื่มแนวใหม่ชนิด hypotonic sport drink ที่มีส่วนผสมของโอลิโกแซคคาไรด์ชนิดโมเลกุลใหญ่ พบว่าให้ประสิทธิภาพความทนทานในอาสาสมัครนักกีฬาวัยรุ่น และนักกีฬาจักรยานมากกว่า ช่วยทำให้ปริมาณน้ำตาลในเลือดของกลุ่มอาสาสมัครทั้งสองชนิดกีฬาสูงมากกว่าในกลุ่มอาสาสมัครที่ได้รับเครื่องดื่มผสมน้ำตาลทั่วไป

จากการศึกษาของหลายๆ งานวิจัย ดังกล่าว ข้างต้น พอสรุปได้ว่าการ ไม่พบความแตกต่างกันของปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ให้สำหรับนักกีฬาในส่วนของทดสอบความทนทาน โดยที่การทดลองที่ยกตัวอย่างมาทั้งหมดนั้น ใช้เพียงน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและน้ำตาลโมเลกุลคู่เป็นองค์ประกอบ แต่ในส่วนของการศึกษาเครื่องดื่มที่ผสมโอลิโกแซคคาไรด์อยู่ด้วย เปรียบเทียบกับเครื่องดื่มนักกีฬาผสมน้ำตาลทั่วไป จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และความทนทานในการออกกำลังกายให้นานขึ้นได้

ดังนั้น โดยทั่วไปผู้ทดสอบจะได้รับการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด เพื่อกำหนดความหนักในการออกกำลังกาย การประเมินคลื่นไฟฟ้าหัวใจและวัดความดันโลหิต โดยก่อนและหลังการออกกำลังกายจะมีการวัดต่างๆ ได้แก่ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด การเจาะปลายนิ้วเพื่อตรวจระดับน้ำตาลในเลือดและตรวจระดับแลคเตทในเลือด โดยจะทำทั้งก่อนและหลังการรับประทานเครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ (ณธีรา, 2557) การทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาส่วนใหญ่ของนักกีฬาที่มีกิจกรรมกับการใช้พลังงานเป็นเวลานานจะต้องได้รับการทดสอบหลักๆ ดังนี้ (ภัทรพร, 2554)

1) ความสามารถในการใช้ออกซิเจน (oxygen consumption or oxygen uptake; VoO_2) หรือ ความสามารถทางแอโรบิก (aerobic capacity) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการเผาผลาญพลังงานโดยใช้ออกซิเจน ซึ่งร่างกายต้องใช้เวลาในการปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาที่ใช้ออกซิเจน หรือ ขบวนการแอโรบิกอย่างน้อย 3-4 นาทีขึ้นไป ซึ่งขบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อร่างกายดึงเอาพลังงาน จากขบวนการนี้ได้มาก หรือนานเท่าใด แสดงว่ามีความสามารถทางแอโรบิกได้ดี ซึ่งการทำกิจกรรม ต่างๆ หรือการออกกำลังกายติดต่อกันตั้งแต่ 3 นาทีขึ้นไป ร่างกายจะใช้พลังงานส่วนใหญ่จากขบวนการแอโรบิก ซึ่งถ้า กล้ามเนื้อที่ทำงานใช้ออกซิเจนเพียงพอ ก็จะสามารถใช้พลังงานจากขบวนการนี้ได้ต่อเนื่อง ซึ่งการวัด ความสามารถทางแอโรบิก สามารถวัดได้จากปริมาณการใช้ออกซิเจน การที่ร่างกายจะมีความสามารถทาง แอโรบิกได้นั้นต้องอาศัยการทำงานสัมพันธ์กันระหว่างระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือดและระบบ หายใจ ดังนั้นการที่จะวัดความสามารถสูงสุดของความสามารถทางแอโรบิกจะต้องให้ร่างกายได้ทำกิจกรรม ที่หนักพอหรือออกกำลังกายที่หนักพอ จึงจัดเป็นการทดสอบด้วยการออกกำลังกาย (exercise testing) ซึ่งทำ ให้วัดปริมาณของ VoO_2 ได้ดียิ่งขึ้นจึงทำให้การวัดความสามารถทางแอโรบิก บางครั้งก็ใช้ในความหมายของ การทดสอบด้วยการออกกำลังกายหรือการวัดความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด ได้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ วัดค่าปริมาณสูงสุดของ การใช้ออกซิเจนของร่างกาย ($\text{VoO}_2 \text{ max}$)

2) ความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการทำงานได้เป็นระยะเวลานาน ซึ่งสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ การ ทำงานของระบบหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือดสามารถทำงานได้ต่อเนื่องตลอดเวลาที่ทำกิจกรรม การทดสอบเพื่อประเมินความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular fitness) เป็นองค์ประกอบ หนึ่งที่สำคัญของสมรรถภาพที่บ่งบอกถึงสุขภาพที่ดี (health-related fitness component) ในการ ทดสอบความทนทานของหัวใจและหลอดเลือดมักจะใช้การวัดค่า $\text{VoO}_2 \text{ max}$ เป็นตัวบ่งบอก

2.8 การทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬา

การทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาส่วนใหญ่ของนักกีฬามีกิจกรรมกับการใช้พลังงานเป็น เวลานานจะต้องได้รับการทดสอบหลักๆ ดังนี้ (ภัทรพร, 2554)

1) ความสามารถในการใช้ออกซิเจน (oxygen consumption or oxygen uptake; VoO_2) หรือ ความสามารถทางแอโรบิก (aerobic capacity) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการเผาผลาญพลังงาน โดยใช้ออกซิเจน ซึ่งร่างกายต้องใช้เวลาในการปล่อยพลังงานจากปฏิกิริยาที่ใช้ออกซิเจนหรือขบวนการ แอโรบิกอย่างน้อย 3-4 นาทีขึ้นไป ซึ่งขบวนการนี้เกิดขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อร่างกายดึงเอาพลังงาน จากขบวนการนี้ได้

มาก หรือนานเท่าใด แสดงว่ามีความสามารถทางแอโรบิกได้ดี ซึ่งการทำกิจกรรมต่างๆ หรือการออกกำลังกายติดต่อกันตั้งแต่ 3 นาทีขึ้นไป ร่างกายจะใช้พลังงานส่วนใหญ่จากขบวนการแอโรบิก ซึ่งถ้ากล้ามเนื้อที่ทำงานมีออกซิเจนเพียงพอ ก็จะสามารถใช้พลังงานจากขบวนการนี้ได้ต่อเนื่อง ซึ่งการวัดความสามารถทางแอโรบิกสามารถวัดได้จากปริมาณการใช้ออกซิเจน การที่ร่างกายจะมีความสามารถทางแอโรบิกได้นั้นต้องอาศัยการทำงานสัมพันธ์กันระหว่างระบบกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือด และระบบหายใจ ดังนั้นการที่จะวัดความสามารถสูงสุดของความสามารถ ทางแอโรบิก มักจะต้องให้ร่างกายได้ทำกิจกรรมที่หนักพอ หรือออกกำลังกายที่หนักพอ จึงจัดเป็นการ ทดสอบด้วยการออกกำลังกายขึ้นมา (exercise testing) ซึ่งทำให้วัดปริมาณของ VoO_2 ได้ดียิ่งขึ้นจึงทำให้การวัด ความสามารถทางแอโรบิก บางครั้งก็ใช้ในความหมายของการทดสอบด้วยการออกกำลังกาย หรือการวัดความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด ได้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดค่าปริมาณสูงสุดของ การใช้ออกซิเจนของร่างกาย ($\text{VoO}_2 \text{ max}$)

2) ความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular endurance) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการทำงานได้เป็นระยะเวลานาน ซึ่งสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ การทำงานของระบบหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด สามารถทำงานได้ต่อเนื่องตลอดเวลาที่ทำกิจกรรม การทดสอบเพื่อประเมินความทนทาน ของหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular fitness) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของ สมรรถภาพที่บ่งบอกถึงควมมีสุขภาพดี (health-related fitness component) ในการทดสอบความทนทานของหัวใจและหลอดเลือด มักจะใช้การวัดค่า $\text{VoO}_2 \text{ max}$ เป็นตัวบ่งบอก

2.8.1 วิธีการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจน

การประเมินสมรรถภาพของหัวใจและหลอดเลือด หรือความสามารถทางแอโรบิกมักจะใช้ค่า $\text{VoO}_2 \text{ max}$ เป็นตัวแทนซึ่งการวัดค่า $\text{VoO}_2 \text{ max}$ มักจะใช้วิธีวัดแบบทางอ้อม (indirect) แทนเพราะการ วัดแบบทางตรง (direct) แม้จะแสดงค่าแน่นอน เทียบตรงกว่าแต่ก็ค่อนข้างยุ่งยากเสียเวลามาก

การวัดค่า $\text{VoO}_2 \text{ max}$ แบบทางอ้อม อาจจะวัดโดยใช้การทดสอบด้วยการออกกำลังกายแบบใช้ความสามารถสูงสุด (maximal test) หรือทดสอบด้วยการออกกำลังกายในระดับต่ำกว่าความสามารถ สูงสุด (submaximal test) เพื่อคำนวณหาค่า $\text{VoO}_2 \text{ max}$ และ การประเมินความทนทานของหัวใจและ หลอดเลือด สามารถดูได้จากระดับของค่า $\text{VoO}_2 \text{ max}$ แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ระดับของของการออกกำลังกายในแต่ละช่วงอายุเพื่อวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจน (Vo_2max (ml/kg/min) in male non-athletes, according to American College of Sports Medicine)

percentile	Age (year)
------------	------------

Formatted: Indent: First line: 1.27 cm

	20-29	30-39	40-49	50-59	≥60
90	55.1	52.1	50.6	49	44.2
80	52.1	50.6	49	44.2	41
70	49	47.4	45.8	41	37.8
60	47.4	44.2	44.2	39.4	36.2
50	44.2	42.6	41	37.8	34.6
40	42.6	41.2	39.4	36.2	33
30	41	39.4	36.2	34.2	31.4
20	37.8	36.2	34.6	31.4	28.3
10	34.6	33	31.4	29.9	26.7

ที่มา American College of Sports Medicine. ACSM's guideline for exercise testing & prescription American College of Sports Medicine. ACSM's guideline for exercise testing & prescription 8 th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2010.)

2.8.2 Bruce Protocol

วิธีนี้นิยมใช้ในการวินิจฉัยสำหรับโรคหัวใจ (Coronary heart disease) และใช้ประมาณค่า VoO_2 max จาก maximal performance ได้ดีในการทดสอบเพื่อวินิจฉัยโรคหัวใจจะต้องมีแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ เฉพาะ
 ทำในห้องทดสอบที่มีอุปกรณ์ช่วยฟื้นคืนชีพสำหรับกรณีฉุกเฉินและต้องติดตามการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้า

Formatted: Left

หัวใจอย่างใกล้ชิด ซึ่งผู้ถูกทดสอบจะต้องติดเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจตลอดเวลา ในการทดสอบหา $\text{VoO}_2 \text{ max}$ จาก maximal performance นั้นต้องพิจารณาว่าผู้ที่ถูกทดสอบจะไม่มีความเสี่ยงต่อการทดสอบและต้องปฏิบัติตามขั้นตอนการทดสอบอย่างเคร่งครัด และควรกำหนดเป้าหมายของการทดสอบ ซึ่งการทดสอบที่ปลอดภัยคือประมาณ 80-85% MHR(Maximum heart rate) หรือ ใช้ระดับความเหนื่อย (Rate of perceived exertion; RPE) ไม่เกิน 16 โดยเริ่มจาก load เบา ๆ เพื่อให้มีการ warm up และมี cardiovascular adaptation จากนั้นจึงเพิ่ม work load ประมาณ 3-4 METS (1 MET = $3.5 \text{ mL.kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ oxygen uptake) ดังนั้น การทดสอบนี้จะเสร็จค่อนข้างเร็ว โดยเพิ่มความเร็วและความชันของ treadmill ในแต่ละ stage ดังนี้

สมการทำนาย (Prediction Equation)

- 1) Active men : $\text{VoO}_2 \text{ max} = 3.778 (\text{time}) + 0.19$
- 2) Sedentary men : $\text{VoO}_2 \text{ max} = 3.298 (\text{time}) + 4.07$
- 3) Cardiac patients : $\text{VoO}_2 \text{ max} = 2.327 (\text{time}) + 9.48$
- 4) Healthy adults : $\text{VoO}_2 \text{ max} = 6.70 - 2.82 (\text{gender}) + 0.056 (\text{time})$

โดยที่ $\text{VoO}_2 \text{ max} = \text{maximal oxygen uptake (mL.kg}^{-1} \text{ .min}^{-1})$

time = maximal treadmill performance in minutes (สำหรับสมการ 1-3) และ seconds สำหรับสมการที่ 4 gender = male = 1 female = 2

2.8.3 Balke Protocol

เป็นการทดสอบโดยใช้ความเร็วที่ 3.3 mph (90 m.min^{-1}) และ grade เพิ่มขึ้น 1% ทุก ๆ นาที และการทดสอบสิ้นสุดเมื่อ HR = 180 ครั้งต่อนาที

$$\text{VoO}_2 = \text{speed} \times [0.073 + (\% \text{ grade} / 100)] \times 1.8$$

โดยที่ $\text{VoO}_2 = \text{oxygen consumption in mL.kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ speed = treadmill speed in m.min⁻¹

% grade = final treadmill grade in % 1.8 = factor constituting the oxygen requirement in m.min⁻¹ for 1 kgm of work แต่พบว่าผู้ถูกทดสอบมักจะเหนื่อย และหยุดทดสอบก่อนที่ HR 180 bpm(ครั้งต่อนาที) โดยประมาณ $\text{VoO}_2 \text{ max}$ ใหม่ (Froelicher and lancsstor) ดังนี้

$$\text{VoO}_2 \text{ max (mL.kg}^{-1} \text{ min}^{-1}) = 11.12 + 1.51 \times \text{time (min)}$$

Formatted: Font color: Auto

2.9 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา

เครื่องดื่มเกลือแร่ได้ถูกจัดว่าเป็นสินค้าที่ภาครัฐได้ทำการควบคุมดูแลอยู่ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่195) พ.ศ.2543 เรื่อง เครื่องดื่มเกลือแร่ กำหนดให้เครื่องดื่มเกลือแร่เป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและกำหนดให้ผู้ผลิตต้องแสดงรายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์เกี่ยวกับปริมาณการดื่มที่รวมกันทุกขนาดบรรจุไม่ควรเกินวันละ 1 ลิตร (กระทรวงสาธารณสุข, 2543)

จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 (พ.ศ.2541) เรื่อง หลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางโภชนาการบนฉลากอาหาร โดยการกล่าวอ้างทางโภชนาการ (Nutrition claim) หมายถึง การแสดงข้อความหรือข้อมูลใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโภชนาการของอาหารนั้น เช่น การระบุถึงปริมาณของพลังงาน โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ตลอดจนวิตามินหรือเกลือแร่ต่าง ๆ และจากเงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการโดยใช้เกณฑ์ต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคเรื่อง ข้อกล่าวอ้างด้านการให้พลังงานของอาหาร มีดังนี้

1. ปราศจากหรือไม่มี คือ ต้องไม่เกิน 4 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร
2. ต่ำ คือ ไม่เกิน 20 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 มิลลิลิตร (ของเหลว)
3. ลดปริมาณลง คือ ลดพลังงานลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่เป็นอาหารชนิดเดียวกันหรือคล้ายคลึงกันโดยลดลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป
4. น้อยกว่า คือ ปริมาณพลังงานที่ลดลงจะต้องไม่น้อยกว่า 20 กิโลแคลอรีด้วย ซึ่งไม่ได้มีข้อกำหนดปริมาณพลังงานขั้นต่ำในการกล่าวอ้างสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เน้นให้พลังงาน

สำหรับเครื่องดื่มเกลือแร่ เนื่องจากตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 195 (พ.ศ.2543) เรื่อง เครื่องดื่มเกลือแร่ ระบุว่าเครื่องดื่มเกลือแร่ คือ เครื่องดื่มที่มีเกลือแร่เป็นส่วนประกอบหลัก โดยมีมาตรฐานกำหนดคือ เครื่องดื่มเกลือแร่ 1 ลิตร ประกอบด้วย 1. โซเดียม ไม่น้อยกว่า 460 มิลลิกรัม และไม่เกิน 920 มิลลิกรัม 2. น้ำตาลกลูโคสหรือฟรุคโตส ไม่น้อยกว่าร้อยละ 2 ของน้ำหนัก หรือ ซูโครสไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 ของน้ำหนัก 3. โพแทสเซียม ไม่เกิน 195 มิลลิกรัม (ถ้ามี) 4. ไบคาร์บอเนต ไม่เกิน 793 มิลลิกรัม (ถ้ามี) 5. ซีเตรต ไม่เกิน 819 มิลลิกรัม (ถ้ามี)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*Escherichia coli*) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number) ตรวจพบยีสต์และเชื้อราได้ น้อยกว่า 1 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร สำหรับ

เครื่องดื่มที่ผ่านกรรมวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที หรือ น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร สำหรับเครื่องดื่มที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์ หรือ ยู เอช ที โดยการตรวจวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อราดังกล่าวให้ใช้วิธี Bacteriological Analytical Manual (BAM) Online. U. S. Food and Drug Administration ที่เป็นปัจจุบันหรือวิธีที่มีความถูกต้องเทียบเท่า (or equivalent method) ไม่มีสารปนเปื้อน เว้นแต่ ดังต่อไปนี้ สารหนู ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม ตะกั่วไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ทองแดงไม่เกิน 5 มิลลิกรัม สังกะสี ไม่เกิน 5 มิลลิกรัม เหล็กไม่เกิน 15 มิลลิกรัม ดีบุกไม่เกิน 250 มิลลิกรัม และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัมสามารถใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือใช้ร่วมกับน้ำตาล นอกจากการใช้น้ำตาลได้ โดยให้ใช้วัตถุให้ความหวานแทนน้ำตาลได้ตามมาตรฐานอาหาร เอฟ เอ โอ/ดับเบิลยู เอช โอ, โคเดกซ์ (Joint FAO/WHO, Codex) ที่ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหารและสามารถมีวัตถุกันเสียได้ ดังต่อไปนี้ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม และกรดเบนโซอิกหรือกรดซอร์บิก หรือเกลือของกรดทั้งสองนี้ โดยคำนวณเป็นตัวกรดได้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อเครื่องดื่ม 1 กิโลกรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่องวัตถุเจือปน บัญชีหมายเลข 1 แนนทัยประกาศ ว่าด้วยเรื่องการใช้วัตถุเจือปน โขเทียมอะซิเตท INS 262 (i) เพื่อใช้ในการปรับกรดในอาหารในหมวด 14.1.4 เครื่องดื่มแต่งกลิ่นรสว่าให้ใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสม และการใช้ กรดอะซิติก INS 260 ในการเป็นสารควบคุมความเป็นกรด โดยในหมวด 14.1.4 เครื่องดื่มแต่งกลิ่นรสว่าให้ใช้ได้ปริมาณที่เหมาะสมเช่นเดียวกัน

2.10 เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ผลิตจากข้าว (Rice based electrolyzed drink)

ในการผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ใช้วัตถุดิบจากข้าว (Rice based sports drink) อาศัยหลักการผลิตโดยใช้วัตถุดิบที่มีส่วนผสมระหว่างคาร์โบไฮเดรตสายสั้น สายกลางและสายยาว (a blend of short, medium and long chain carbohydrates) ซึ่งการใช้พลังงานคาร์โบไฮเดรตจากข้าว (rice-based carbs) พบว่าให้พลังงานที่ยาวนานกว่าเครื่องดื่มชนิดอื่นๆ ที่ใช้พลังงานจากน้ำตาล (sugar based drinks) เป็นหลักเพียงอย่างเดียว โดยตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประเภท Rice based electrolyzed drink ที่พบว่ามีจำหน่ายในท้องตลาดของต่างประเทศยังมีจำนวนไม่มากนัก ได้แก่ Cerasport ซึ่งระบุว่าได้มีการใช้วัตถุดิบจากข้าวมาผลิตเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา โดยพบว่าจากการวิจัยจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกกำลังกายและเพิ่มพลังงานแก่ผู้ที่ต้องใช้พลังงานสูง เช่น นักกีฬาและทหาร เป็นต้น โดยเมื่อทำการทดลองในกลุ่มดังกล่าวพบว่า ช่วยเพิ่มพลังงานได้ดีกว่าเครื่องดื่มเกลือแร่ประเภทอื่นๆ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ Cerasport

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวที่พบว่ามีรายงานการวิจัยในประเทศไทย มีดังนี้

- การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวโดยสุนันทาและคณะ, 2547 ได้รายงานผลการทดสอบความชื้นเห็ดน้ำข้าวที่ได้จากแป้งข้าวมีความชื้นเห็ดมากที่สุด รวมถึงปริมาณของน้ำข้าวมีปริมาณมากที่สุดด้วย มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.10 รองลงมาเป็นน้ำข้าวจากข้าวบดหยาบซึ่งจะมีความชื้นเห็ดและปริมาณน้อยกว่าน้ำข้าวจากแป้ง มีค่า pH 7.88 ส่วนน้ำข้าวจากข้าวเต็มเมล็ดค่อนข้างใส มีความชื้นเห็ดน้อยมาก รวมถึงปริมาณของน้ำข้าวที่ได้หลังการกรองจะได้น้อยมีค่า pH 7.96 สำหรับผลิตภัณฑ์น้ำข้าวกล้องจากข้าวกล้องทั้งเมล็ดที่อัตราส่วน 1:15 เท่า จะมีลักษณะความชื้นเห็ดดีกว่าอัตราส่วนอื่น สีของผลิตภัณฑ์มีสีเขียวอ่อนและมีกลิ่นหอม ส่วนข้าวกล้องบดหยาบ พบว่าอัตราส่วน 1: 20 และ 1: 25 จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นเห็ด สีและกลิ่นดีกว่าอัตราส่วนอื่น ข้าวกล้องบดเป็นแป้งทำการศึกษาที่อัตราส่วนแป้ง 1 ส่วนต่อน้ำ 20, 25, 30 และ 35 เท่า พบว่าทุกอัตราส่วนผู้ชิมไม่ยอมรับ

- น้ำตาลโปรตีนจากแป้งข้าวเจ้าแก่ทารก "แพ้นม" โดยคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล น้ำตาลโพลีเมอร์จากแป้งข้าวเจ้าที่มีโปรตีนต่ำสามารถนำมาเป็นส่วนผสมของนม เครื่องดื่ม และอาหารได้หลากหลาย คณะผู้วิจัยได้แนะนำเป็นส่วนผสมในเครื่องดื่มนักกีฬาระหว่างการแข่งขัน เพื่อรักษาระดับน้ำและเกลือแร่ในการแข่งขันกีฬาก็ที่ใช้เวลานานและต้องสูญเสียเหงื่อมาก และใช้ในเครื่องดื่มนักกีฬาหลังการแข่งขัน เพื่อชดเชยน้ำเกลือแร่และคาร์โบไฮเดรตที่สูญเสียไปให้ร่างกายโดยเร็ว เพื่อให้มีความพร้อมสำหรับการแข่งขันในวันต่อไป (หมอชาวบ้าน, 2552)

- นวัตกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากข้าวอ่อนชนิดผง” บริษัท ริชชี คอนเฟคชันนารี จำกัด เพื่อการพัฒนาเครื่องดื่มฟังก์ชัน ด้วยการนำข้าวอ่อน (ข้าวที่เก็บเกี่ยวหลังติดเมล็ดแล้วประมาณ 15-20 วัน) มาผ่านกระบวนการทางเทคโนโลยีชีวภาพด้วยการใช้เอนไซม์ในการเปลี่ยนแปลงเป็นสารโอลิโกแซคคาไรด์ (oligosaccharides) และน้ำตาลกลูโคส ซึ่งทำให้ไม่มีการเติมน้ำตาลทรายลงในผลิตภัณฑ์

- นวัตกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มให้พลังงานจากข้าว” บริษัท เจียเม้งอีสาน จำกัด โดยการนำข้าวเปลือกที่ผ่านการออกมูกะเทาะเปลือกออก แล้วนำมาผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงเป็นน้ำตาลกลูโคส ด้วยการใช้อินไซม์ หลังจากนั้นนำมาพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มให้พลังงานนอกจากนี้ ยังได้มีการผสมกัวรانا ซึ่งเป็นพืชที่มีคุณสมบัติช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท อนึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้พลังงาน 90 กิโลแคลอรี (สสว., 2554)

2.11 การตลาดของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา

การจำหน่ายเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาทั้งในประเทศและต่างประเทศจัดว่ามีการแข่งขันที่สูง ขณะที่ประเทศไทยอยู่ในช่วงที่มีการเติบโตของตลาดผลิตภัณฑ์อาหารฟังก์ชัน (functional food) โดยเฉพาะ

ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของเครื่องดื่มฟังก์ชัน (functional drink) ที่สามารถจำแนกตามชนิดของวัตถุประสงค์ผลิตภัณฑ์ได้ออกเป็น 4 กลุ่มผลิตภัณฑ์ ได้แก่ (สสว., 2554)

- 1) เครื่องดื่มเสริมวิตามิน (enriched beverage)
- 2) เครื่องดื่มเกลือแร่ (isotonic drink)
- 3) เครื่องดื่มให้พลังงาน (energy drink)
- 4) เครื่องดื่มบำรุงสุขภาพ (nutraceuticals)

อนึ่ง สำหรับตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มฟังก์ชันในประเทศไทยที่ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคในปัจจุบันนั้น เริ่มต้นมาจากการทำตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อความงาม ต่อมาเริ่มมีการทำตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อการบำรุงสมอง ทั้งนี้สามารถจำแนกตลาดเครื่องดื่มฟังก์ชันได้ออกเป็น 2 ตลาด ได้แก่ (สสว., 2554)

1) Real Functional Drink ซึ่งเป็นเครื่องดื่มที่มีการออกแบบให้มีการเติมสารอาหารในปริมาณที่เพียงพอที่จะส่งผลให้เกิดผลที่ดีต่อร่างกาย และ

2) Emotional Function Drink เป็นเครื่องดื่มที่ออกแบบให้มีการเติมสารอาหารในปริมาณที่น้อยกว่าที่ร่างกายควรจะได้รับ

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของ Real Functional Drink ภายในประเทศยังมีอยู่ในจำนวนที่ไม่มากเท่าที่ควร ดังนั้น โอกาสทางตลาดของผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มฟังก์ชันนัลของประเทศไทยยังอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ธุรกิจเครื่องดื่มของไทยมีผู้ประกอบการจำนวนมาก ทั้งรายใหญ่ และรายย่อย ข้อดีและข้อจำกัดของผู้ประกอบการรายใหญ่และรายย่อยมีความแตกต่างกันไป แม้ว่าจะมีผู้ประกอบการจำนวนมาก แต่พบว่าตลาดเครื่องดื่มในประเทศไทยมีมูลค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากหลากหลายปัจจัยสนับสนุน ทั้งปัจจัยทางด้านจำนวนประชากร กำลังซื้อ และสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าวช่วยหนุนความต้องการบริโภคเครื่องดื่มเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันด้วยกลยุทธ์การตลาดของผู้ประกอบการ ทั้งการโฆษณา ประชาสัมพันธ์ รวมทั้งจัดกิจกรรมส่งเสริมการขาย ซึ่งโชคแห่งกรรมของรางวัลอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี ช่วยกระตุ้นให้ตลาดเครื่องดื่มมีการเติบโตต่อเนื่อง (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2558) โดยในปี 2557 ที่ผ่านมา ตลาดเครื่องดื่มมีมูลค่าประมาณ 4.3-4.4 แสนล้านบาท เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปี 2556 ทั้งนี้ แม้ว่าตลาดเครื่องดื่มในปี 2557 จะได้รับผลกระทบจากปัจจัยทางด้านกำลังซื้อและปัจจัยด้านการเมือง แต่ผลจากการเติบโตของตลาดเครื่องดื่มไม่มีแอลกอฮอล์หลายๆ ประเภท อาทิ ชาพร้อมดื่ม น้ำดื่ม เครื่องดื่มบำรุงกำลังและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ที่

ผู้ประกอบการรายใหม่ๆ เข้ามาในระบบ รวมถึงการเพิ่มงบการตลาดส่งเสริมการขายอย่างต่อเนื่อง ตลาดเครื่องดื่มในปี 2557 จึงยังคงให้ภาพที่เติบโตทางด้านมูลค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในส่วนของเครื่องดื่มบำรุงกำลังซึ่งหมายรวมถึงเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาและผู้ออกกำลังกาย มีมูลค่าตลาด 30,000 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2557 และมีการขยายตัวเฉลี่ยปีละร้อยละ 5-6 เฉพาะในส่วนของเครื่องดื่มเกลือแร่ มูลค่าตลาดรวม 4,500 ล้านบาท (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2558)

2.12 การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการสำหรับเครื่องดื่มนักกีฬาที่ผลิตจากข้าว

การสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการเป็นการสื่อสารข้อความไปยังผู้บริโภคในทิศทางเดียวกันนั้น จำเป็นต้องใช้เครื่องมือการสื่อสารหลากหลายรูปแบบประกอบกันเพื่อเข้าถึงผู้บริโภคให้ได้มากที่สุด นักการตลาดจึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของเครื่องมือการสื่อสารในแต่ละประเภท และนำเครื่องมือการสื่อสารเหล่านั้นมาผสมผสานกัน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้จัดตั้งไว้ Duncan (2005) ได้แบ่งเครื่องมือการสื่อสารที่ใช้ในการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการที่มีกบทย่อยออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่ การโฆษณา การตลาดทางตรง การประชาสัมพันธ์ การส่งเสริมการขาย การใช้พนักงานขาย การตลาดเชิงกิจกรรมและการสนับสนุนกิจกรรม บรรจภัณฑ์ และการให้บริการลูกค้า ดังนี้

1) การโฆษณา (Advertising) อาวรวมถึงสิ่งพิมพ์ (print) อันได้แก่ หนังสือพิมพ์และนิตยสาร สื่อกระจายเสียง (broadcast) อันได้แก่ สื่อวิทยุและสื่อโทรทัศน์ สื่อกลางแจ้ง (out-of-home) อันได้แก่ป้ายโฆษณา ปอสเตอร์ ภาพยนตร์ และวิดีโอ และสื่ออินเทอร์เน็ต (internet) ได้แก่ เว็บไซต์ (website) และการโฆษณาในเว็บไซต์ (banner ads)

2) การตลาดทางตรง (directed marketing) เป็นเครื่องมือสื่อสารการตลาดที่สามารถทำให้เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้เฉพาะเจาะจง ซึ่งเครื่องมือการสื่อสารที่ใช้ไม่ได้จำกัดแค่เพียงจดหมายทางตรง (direct mail) เท่านั้น แต่เป็นการนำเครื่องมือการสื่อสารหนึ่งประเภทหรือมากกว่ามาใช้ประกอบกัน โดยมุ่งหวังการตอบสนองอย่างทันทีจากผู้บริโภค

3) การประชาสัมพันธ์ (publicity) เป็นเครื่องมือสื่อสารที่ใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกันระหว่างองค์กร ผู้บริโภค และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholder) ขององค์กร ซึ่งองค์กรส่วนใหญ่จะให้ข่าวผ่านการเผยแพร่ข่าวสาร (news release) และการจัดแถลงข่าว (press conference)

4) การส่งเสริมการขาย (sales promotion) เป็นเครื่องมือการสื่อสารที่ใช้เพื่อจูงใจและเร่งให้เกิดการตอบสนองจากผู้บริโภค โดยเครื่องมือการสื่อสารที่ใช้มีมากมาย เช่น ของที่ระลึก(premiums) ของสะสม (specialties) คูปอง (coupons) การลดราคา (price reduction) การให้ส่วนลด (rebates) การแจกตัวอย่าง (samples) การชิงโชค (sweep-stakes) การประกวด(contests) การเล่นเกม (games)

5) การใช้พนักงานขาย (personal selling) เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลเพื่อชักจูงและโน้มน้าวใจผู้บริโภค ซึ่งบทบาทของการใช้พนักงานขายนี้จะแตกต่างกันตามประเภทของธุรกิจ และลักษณะของสินค้าหรือบริการ และกลยุทธ์การตลาด

6) การตลาดเชิงกิจกรรมและการสนับสนุนกิจกรรม (event and sponsorship) เป็นเครื่องมือการสื่อสารที่ทำให้ผู้บริโภครู้สึกเกี่ยวพัน (involvement) กับตราสินค้า โดยการสร้างให้เกิดประสบการณ์ร่วมกับตราสินค้า (brand experience) เพราะสารที่ส่งไปนั้นจะมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดความรู้สึกลงในทางบวกและสามารถจดจำตราสินค้าได้

7) บรรจุภัณฑ์ (packaging) เป็นเครื่องมือสื่อสารที่ใช้ดึงดูดความสนใจในตราสินค้าและโน้มน้าวใจผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า เพราะบรรจุภัณฑ์สามารถแสดงตราสินค้า วิธีใช้และประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้สินค้าได้

8) การให้บริการลูกค้า (customer service) เป็นกระบวนการบริหารประสบการณ์ร่วมของลูกค้าที่มีต่อตราสินค้า โดยมุ่งหวังให้ผู้บริโภคเกิดประสบการณ์ที่ดีและสามารถระลึกถึงตราสินค้านั้นได้ ซึ่งการให้บริการลูกค้านี้จะหมายถึงความรวมถึงทุกสิ่งทุกอย่างที่เป็นการดูแลลูกค้าขององค์กร

2.13 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา

การผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา นอกจากองค์ประกอบหลักของเครื่องดื่ม ได้แก่ น้ำ สารให้พลังงานและเกลือแร่ ยังพบว่าการเพิ่มเติมสารอื่นๆ ได้แก่ การเสริมกลูโคสหรือคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ (Glucose and carbohydrate supplementation) การเสริมวิตามินและเกลือแร่ (Vitamin and mineral supplementation) และการเสริมกรดอะมิโน (Amino-Acid Supplements)

2.13.1 การฆ่าเชื้อในกระบวนการแปรรูปเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ผลิตจากข้าว

การแปรรูปเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ผลิตจากข้าวโดยการพาสเจอร์ไรส์ และสเตอริไรส์ ทั้งนี้ในการพาสเจอร์ไรส์เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ผลิตจากข้าวเป็นการใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) ทุกชนิด และเอนไซม์ (enzyme) ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสื่อมเสีย เป็นวิธีการถนอมอาหาร (food preservation) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร ทำให้อาหารปลอดภัยต่อการบริโภคเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอร์ไรส์ต้องเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทนต่อความร้อนให้ปลอดภัยต่อการบริโภค ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่กำหนด ตัวอย่างเช่น อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้เพื่อการพาสเจอร์ไร้น้ำนมระบบ (low temperature long time, LTLT) คือ 62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Mycobacterium tuberculosis* ซึ่งทำให้เกิดวัณโรค และ *Coxiellaburnetti* ซึ่งทำให้เกิดโรค Q fever นอกจากนี้ความร้อนยังเพียงพอที่จะทำลาย ยีสต์ (yeast) รา (mold) แบคทีเรียแกรมลบ และแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิด แต่มีจุลินทรีย์ 2 กลุ่มที่อาจจะมีชีวิตรอดจากการทำลายด้วยการพาสเจอร์ไรส์คือ จุลินทรีย์ที่ทนต่อความร้อน (thermoduric microorganism) และจุลินทรีย์ที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิสูง (thermophilic microorganism) จึงต้องเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (cold storage) หรือหากต้องการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ต้องใช้วิธีการถนอมอาหารอื่นร่วมด้วย เช่น การลดวอเตอร์แอคทิวิตี (water activity, a_w) การใช้น้ำตาล เกลือ ความเข้มข้นสูง การปรับให้เป็นกรด (acidification) การใช้สารกันเสีย (preservative) เป็นต้น

กรรมวิธีการพาสเจอร์ไรส์อาหารทั่วไปจะใช้ความร้อน จึงจัดเป็นการแปรรูปด้วยความร้อน (thermal processing) วิธีหนึ่ง ซึ่งปกติจะใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส แต่อาจใช้กระบวนการอื่นเพื่อการพาสเจอร์ไรส์ได้ เช่น การฉายรังสี (irradiation) การใช้ความดันสูง (high pressure) เป็นต้น ประสิทธิภาพของการพาสเจอร์ไรส์สามารถแบ่งตามวิธีการผลิตได้ ดังนี้

1. การพาสเจอร์ไรส์อาหารในภาชนะปิดผนึกสนิท (In-container pasteurization)

2. การพาสเจอร์ไรส์ก่อนการบรรจุ ใช้ในการพาสเจอร์ไรส์ผลิตภัณฑ์อาหารเหลว ได้แก่ เช่น นม (milk) เบียร์ (beer) ไอศกรีมมิกซ์ (ice cream mixed) น้ำผลไม้

2.1 การพาสเจอร์ไรส์แบบเป็นกะ (batch pasteurization) การต้มในหม้อต้ม (batch pasteurizer) อาจเรียกว่า vat pasteurization ซึ่งให้ความร้อนแก่อาหารจนได้อุณหภูมิและเวลาตามที่ต้องการ ซึ่งการพาสเจอร์ไรส์วิธีนี้ความร้อนจะถ่ายเทอย่างช้า เป็น low temperature long time (LTLT) process เมื่อครบกำหนดเวลาจึงถ่ายอาหารเหลวขณะร้อนออกมาบรรจุใส่ในบรรจุภัณฑ์ โดยพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย

2.2 การพาสเจอร์ไรส์แบบต่อเนื่องในท่อ (in-line pasteurization หรือ continuous pasteurization) โดยพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคและก่อให้เกิดการเน่าเสีย (สุกัญญาและคณะ, 2552)

Formatted: Font color: Auto

2.13.2 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาที่ผลิตจากข้าวโพดให้ความปลอดภัย

อาหารอาจถูกปนเปื้อนอันตรายได้จากทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ สิ่งเหล่านี้ผู้ประกอบการสามารถกำหนดเป็นหัวใจสำคัญ 3 ประการของการผลิตอาหารให้มีความปลอดภัย ดังนี้

1) การลดการปนเปื้อนเบื้องต้น

- ต้องเริ่มตั้งแต่การคัดเลือกวัตถุดิบที่ดีมาใช้ในการผลิต
- มีการล้าง / คัดแยกวัตถุดิบให้สะอาด
- ใช้ภาชนะอุปกรณ์ที่สะอาด
- มีการป้องกันสัตว์และแมลงไม่ให้เข้าไปภายในโรงงาน
- พนักงานปฏิบัติงานถูกสุขลักษณะ

2) การลดหรือยับยั้งหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและทำให้อาหารเน่าเสีย

ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เป็นหลักโดยเฉพาะอย่างยิ่ง

- การควบคุมอุณหภูมิและเวลา เช่น เครื่องต้มในภาชนะบรรจุปิดสนิทนิยมใช้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 72-80 องศาเซลเซียสเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 วินาทีหลังจากนั้นจึงทำให้เย็นลงที่ 5 องศาเซลเซียส เพื่อ

ทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่ความร้อนดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะทำให้ลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้น่าเสียจึงจำเป็นต้องเก็บที่อุณหภูมิต่ำ เช่น ในตู้เย็น หรือถึงน้ำแข็ง

- ปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจนำมาใช้ในการควบคุมหรือยับยั้งไม่ให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ เช่น การทำให้แห้ง การแช่เย็น การ凍หรือการแช่เย็น ฯลฯ

3) การป้องกันการปนเปื้อนซ้ำหลังการฆ่าเชื้อ

ส่วนใหญ่ร้อยละ 80 ของการปนเปื้อนมาจากขั้นตอนนี้ ซึ่งผู้ผลิตมักมองข้ามอันตรายที่อาจปนเปื้อนภายหลังการฆ่าเชื้อ ดังนั้นขั้นตอนนี้ผู้ผลิตจึงควรให้ความสนใจเป็นพิเศษ เช่น

- ภาชนะ อุปกรณ์ที่ใช้ควรมีการล้างและฆ่าเชื้อ
- ภาชนะบรรจุสะอาด
- อาคารผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณบรรจุจะต้องสามารถป้องกันสัตว์และแมลง
- พนักงานปฏิบัติงานอย่างถูกต้องลักษณะ
- การเก็บรักษาและขนส่งผลิตภัณฑ์อย่างสะอาดและเหมาะสม ไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนระหว่างของดิบและของสุกหรือปนเปื้อนหลังจากฆ่าเชื้อแล้ว

2.15.1 หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice: GMP)

วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหารโดยที่เป็นการสมควรให้มีมาตรการการประกันคุณภาพของอาหารเพื่อให้อาหารมีคุณภาพมาตรฐาน และเพื่อคุ้มครองผู้บริโภคให้ได้รับอาหารที่ปลอดภัยอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(7) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมายรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ข้อ 2 ผู้ผลิตอาหารตามข้อ 1 เพื่อจำหน่ายต้องปฏิบัติตามวิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ใน

การผลิต และการเก็บรักษาอาหาร ที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศนี้

ข้อ 3 ผู้นำเข้าอาหารตามข้อ 1 เพื่อจำหน่าย ต้องจัดให้มีใบรับรองวิธีการผลิต เครื่องมือ

เครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศนี้

ข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 193) พ.ศ.2543 เรื่อง วิธีการผลิตเครื่องมือ
เครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ประกาศฯ (ฉบับที่ 193) พ.ศ.2543 ได้นำหัวใจสำคัญทั้ง 3 ประการข้างต้นเป็นแนวทางในการกำหนด
เกณฑ์ เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติซึ่งมีแนวทางปฏิบัติครอบคลุมทุกด้าน เมื่อผู้ผลิตนำไปประยุกต์และปฏิบัติให้เกิด
ความเหมาะสมกับการผลิตของตนเองจะทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สำหรับประกาศฉบับนี้เรียกสั้น ๆ ว่า "จี.เอ็ม.พี.สัญลักษณ์ทั่วไป" ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมปัจจัยต่าง ๆ
คือ

1. สัญลักษณ์ของสถานที่ตั้งและอาคารผลิต
2. เครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต
3. การควบคุมกระบวนการผลิต
4. การสุขาภิบาล
5. การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด
6. บุคลากร

(1) สัญลักษณ์ของสถานที่ตั้งและอาคารผลิต

1.1 ที่ตั้งและสิ่งแวดล้อม จะต้องอยู่ในที่ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดยสถานที่ตั้งตัว
อาคารและบริเวณโดยรอบจะต้องสะอาด หลีกเลี่ยงสิ่งแวดล้อมที่มีโอกาสก่อให้เกิดการปนเปื้อนกับ
อาหาร เช่น แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์ แมลง กองขยะ คอกปศุสัตว์ บริเวณที่มีฝุ่นมาก บริเวณน้ำท่วมถึง
หรือน้ำขังและสกปรก และไม่ควรใกล้แหล่งมีพิษ หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ผู้ผลิตจะต้องมีมาตรการป้องกันการ
การปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่บริเวณผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 อาคารผลิต มีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุง
สภาพรักษาความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงานโดย

บริเวณผลิต

- ต้องแยกบริเวณผลิตอาหารออกเป็นสัดส่วน ไม่ปะปนกับที่อยู่อาศัยหรือที่ผลิตยา
เครื่องสำอาง และวัตถุมีพิษ

- จัดให้มีพื้นที่เพียงพอที่จะติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการผลิตและแบ่งแยกพื้นที่ให้เป็นสัดส่วน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามจากวัตถุดิบสู่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

- ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

- บริเวณเก็บวัตถุดิบ ภาชนะบรรจุ และสารเคมีต้องเป็นสัดส่วนไม่ปะปนกันมีชั้นหรือยกพื้นสูงเพื่อจัดวางอย่างเพียงพอ และไม่วางชิดผนัง

พื้น ฝาผนัง และเพดาน

ต้องทำด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทานไม่ชำรุด ผิวเรียบ ไม่ดูดซับน้ำ พื้นมีความลาดเอียงสู่ทางระบายน้ำ และมีการระบายน้ำได้ดี

ระบบระบายอากาศและแสงสว่าง

- ควรมีการระบายอากาศอย่างเพียงพอ เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากความชื้นหรือฝุ่นละอองจากการผลิต

- ควรจัดการให้มีแสงสว่างเพียงพอต่อการปฏิบัติงาน การติดตั้งหลอดไฟ ควรมีฝาครอบได้หลอดไฟ เพื่อป้องกันไม่ให้เศษแก้วจากหลอดไฟ ตกลงสู่อาหารที่กำลังผลิตหรือขนส่ง การป้องกันสัตว์และแมลง

สำหรับช่องเปิดเข้าสู่อาคาร เช่นหน้าต่าง ช่องระบายอากาศ ควรมีการติดตั้งมุ้งลวดหรือตาข่าย (ที่สามารถถอดล้างทำความสะอาดได้ง่าย) และทางเข้าออกอาคารผลิต ควรมีประตูทั้งด้านบนและด้านล่าง เพื่อป้องกันสัตว์และแมลงเข้าสู่อาคารผลิต

(2) เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

2.1 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่สัมผัสอาหาร

ทำจากวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร ไม่เป็นพิษ ไม่เป็นสนิม แข็งแรง ทนทาน มีผิวสัมผัสและรอยเชื่อมเรียบ เพื่อง่ายในการทำความสะดวก ไม่กักคราบ และไม่ควรถ่ายด้วยไม้ (เนื่องจากไม้จะเกิดการเปื่อยขึ้นและเป็นแหล่งสะสมของเชื้อรา)

2.2 จำนวนเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์

ต้องมีย่างเพียงพอ และเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานในแต่ละประเภท เพื่อไม่ให้เกิดการล่าช้า
ในการผลิตอันอาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตจนทำให้อาหารเน่าเสียได้

การแบ่งประเภทของภาชนะที่ใช้

ควรแยกภาชนะสำหรับใส่อาหาร ใส่ขยะหรือของเสีย สารเคมีและสิ่งที่ไม่ใช่อาหาร ออกจากกันอย่าง
ชัดเจน

2.3 การจัดเก็บ

อุปกรณ์ที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว ควรแยกเก็บเป็นสัดส่วนอยู่ในสภาพที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้มี
โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่างๆ

การออกแบบและการติดตั้ง

ต้องคำนึงถึงการป้องกันการปนเปื้อนและใช้งานได้สะดวก

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการให้ความร้อนควรสามารถเพิ่มหรือลดอุณหภูมิได้ตามต้องการและมีประสิทธิภาพ
รวมทั้งมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิที่มีความเที่ยงตรงด้วย

- ไม่วางเครื่องจักรติดกับผนัง เพื่อให้ง่ายในการทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึง และสะดวกต่อการ
ตรวจสอบสภาพเครื่องจักร

- โต๊ะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตต้องมีความสูงที่เหมาะสม

(3) การควบคุมกระบวนการผลิต

3.1 วัตถุดิบ ส่วนผสม และภาชนะบรรจุ

- คัดเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดตามความจำเป็นและเก็บรักษาภายใต้
สภาวะที่ป้องกันการปนเปื้อนได้

- ควรจัดเก็บอย่างเป็นระบบ เพื่อสามารถนำวัตถุดิบที่ได้รับก่อนไปใช้ได้ตามลำดับก่อนหลัง

- หากจำเป็นต้องเก็บวัตถุดิบที่เน่าเสียง่ายเป็นเวลานานเกิน 4 ชั่วโมง ควรเก็บไว้ในที่เย็นเพื่อป้องกันการ
การเสื่อมเสีย

น้ำ น้ำแข็ง และไอน้ำที่สัมผัสกับอาหาร

- ต้องมีคุณภาพมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข และควรนำไปใช้ในสภาพที่ถูกต้องลักษณะ

- หากมีการนำน้ำกลับมาใช้ซ้ำ ควรมีการควบคุมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์และเกิดการปนเปื้อนเข้าสู่วัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ เช่น มีการเปลี่ยนน้ำที่ใช้แช่ หรือล้างวัตถุดิบตาม ความเหมาะสมหรือไม่เกิน 4 ชั่วโมง

3.2 การผลิต การเก็บรักษา การขนย้าย และขนส่งผลิตภัณฑ์อาหาร

- ต้องดำเนินการภายใต้การควบคุมสภาวะที่ป้องกันการเสื่อมสลายของอาหาร และภาชนะบรรจุอย่าง เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น และต้องถูกสุขลักษณะเพื่อป้องกันการปนเปื้อน

- หากมีการใช้สารเคมีเติมลงไปในการอาหาร จะต้องควบคุมปริมาณสารเคมีไม่ให้เกินกว่าที่กฎหมาย กำหนด

3.3 การควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการผลิตอาหาร

เนื่องจากอุณหภูมิและเวลา มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร ทั้งที่ก่อให้เกิดโรคและทำ ให้อาหารเสื่อมเสีย ดังนั้นจึงต้องพิจารณาในทุกขั้นตอน โดยเฉพาะขั้นตอนการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ การ ทำให้เย็น การแปรรูปในกระบวนการผลิตและการเก็บรักษา เช่น น้ำมะพร้าวในภาชนะปิดสนิทต้องฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที และเก็บในที่เย็น 5 องศาเซลเซียส

3.4 การบันทึกและรายงานผล

โดยเฉพาะในเรื่องผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ ชนิด และปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์ รวมทั้ง วันเดือนปีที่ผลิต โดยให้เก็บบันทึกและรายงานไว้อย่างน้อย 2 ปี เพื่อเป็นข้อมูลตรวจสอบย้อนกลับได้ในกรณี ที่เกิดปัญหา

(4) การสุขาภิบาล

เป็นเกณฑ์สำหรับสิ่งที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานทั้งหลาย เช่น น้ำใช้ ห้องน้ำห้องส้วม อ่าง ล้างมือ การป้องกันและกำจัดสัตว์และแมลง ระบบกำจัดขยะมูลฝอย และทางระบายน้ำทิ้งซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วย เสริมให้สุขลักษณะของสถานที่ตั้งและอาคารผลิตเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตและ การควบคุมกระบวนการผลิตให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

4.1 น้ำที่ใช้ภายในโรงงาน

น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำสะอาด มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามความจำเป็น ทั้งนี้ น้ำที่ใช้ล้างพื้นโต๊ะ หรือ เครื่องมือควรมีการฆ่าเชื้อโดยการเติมคลอรีน

- อ่างล้างมือหน้าทางเข้าบริเวณผลิต ต้องมีจำนวนเพียงพอ มีสบู่เหลวสำหรับล้างมือ และน้ำยาฆ่าเชื้อมือกรณี

ที่จำเป็นรวมทั้งมีอุปกรณ์ทำให้มือแห้งอย่างถูกสุขลักษณะ เช่น กระดาษ ที่เป่าลมร้อน และจัดให้มีอ่างล้างมือในบริเวณผลิตตามความเหมาะสม

- ห้องน้ำ ห้องส้วม และอ่างล้างมือหน้าห้องส้วม ต้องสะอาดถูกสุขลักษณะ มีการติดตั้งอ่างล้างมือและสบู่เหลว อุปกรณ์ทำให้มือแห้ง ต้องแยกจากบริเวณที่ผลิตหรือไม่เปิดสู่บริเวณผลิตโดยตรงและต้องมีจำนวนเพียงพอสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

4.2 การป้องกันและกำจัดสัตว์และแมลง

มีมาตรการป้องกันกำจัดหนู แมลง และสัตว์พาหะอื่น ๆ เช่น การวางกับดักหรือกาวดักหนูแมลงสาบ เป็นต้น นอกจากนี้หากมีการใช้สารฆ่าแมลงในบริเวณผลิตจะต้องคำนึงถึงโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อนในอาหารด้วย

4.3 ระบบกำจัดขยะมูลฝอย

จัดให้มีภาชนะรองรับขยะมูลฝอยที่มีฝาปิดในจำนวนที่เพียงพอและเหมาะสม และมีระบบกำจัดขยะออกจากสถานที่ผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับเข้าสู่กระบวนการผลิต

4.4 ทางระบายน้ำทิ้ง

ต้องมีอุปกรณ์พิเศษอาหารอย่างเหมาะสม เพื่อป้องกันการอุดตัน และการปนเปื้อนกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตอาหารหรือดักสัตว์พาหะที่อาจเข้าสู่บริเวณผลิต

(5) การบำรุงรักษาและการทำความสะอาด

เกณฑ์ข้อนี้จะช่วยให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเสริมการป้องกันการปนเปื้อนอันตรายสู่อาหาร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ตัวอาคารสถานที่ผลิต

ต้องทำความสะอาดและรักษาให้อยู่ในสภาพที่สะอาดถูกสุขลักษณะสม่ำเสมอ

5.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการผลิต

- ต้องทำความสะอาด ดูแล และเก็บรักษาให้อยู่ในสภาพที่สะอาดทั้งก่อนและหลังการผลิตสำหรับชิ้นส่วนของเครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ ที่อาจเป็นแหล่งสะสมจุลินทรีย์ หรือก่อให้เกิดการปนเปื้อนในอาหาร หลังจากการทำความสะอาดที่เหมาะสมและเพียงพอแล้ว ควรมีการฆ่าเชื้อเครื่องมืออุปกรณ์ที่สัมผัสอาหารก่อนการใช้งานด้วย

- การล้างมือเครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว ควรทำในสภาพที่ป้องกันการปนเปื้อน

5.3 สารเคมีทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ

- ผู้ผลิตต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการใช้สารเคมีทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อ เช่น ควรทราบความเข้มข้น อุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลา เพื่อสามารถใช้สารเคมีดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย

- การจัดเก็บสารเคมี ควรเก็บแยกจากบริเวณที่เก็บอาหาร และมีป้ายระบุอย่างชัดเจนเพื่อป้องกันการนำไปใช้ผิดและเกิดการปนเปื้อนเข้าสู่อาหาร

(6) บุคลากร

บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเป็นปัจจัยที่สำคัญจะทำให้การผลิตเป็นไปอย่างถูกต้องตามขั้นตอน และวิธีปฏิบัติงานรวมทั้งสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากการปฏิบัติงานและตัวบุคลากรเองเนื่องจากร่างกายเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคและสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่อาจปนเปื้อนสู่อาหารได้ การปฏิบัติงานอย่างไม่ถูกต้องหรือถูกสุขลักษณะอาจเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนของอันตรายทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดความเจ็บป่วยต่อผู้บริโภคได้ ดังนั้นบุคลากรควรได้รับการดูแลสุขภาพและความสะอาดส่วนบุคคล รวมทั้งการฝึกอบรม เพื่อพัฒนาจิตสำนึกและความรู้ในการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องและเหมาะสม

6.1 สุขภาพ

- ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณผลิตต้องมีสุขภาพดี ไม่เป็นโรคเรื้อน วัณโรคในระยะอันตราย ติดยาเสพติด พิษสุราเรื้อรัง เหาซาง และโรคผิวหนังที่น่ารังเกียจ

- ผู้มีอาการไอ จาม เป็นไข้ ท้องเสียควรหลีกเลี่ยงจากการปฏิบัติงานในส่วนที่สัมผัสอาหาร

- กรณีจำเป็นที่จะต้องให้พนักงานที่มีบาดแผล หรือได้รับบาดเจ็บปฏิบัติงานที่สัมผัสอาหารจะต้องปิดหรือพันแผลและสวมถุงมือ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่อาหาร

6.2 สุขลักษณะ

ผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสกับอาหาร ควรมีการแต่งกายและพฤติกรรมที่เหมาะสม ดังนี้

- สวมเสื้อหรือชุดกันเปื้อนที่สะอาดและเหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน เช่นผู้ปฏิบัติงานบริเวณผลิตที่มีความเปื้อกชื้น ควรสวมผ้ากันเปื้อนพลาสติกที่กันน้ำได้

- มือและเล็บพนักงานถือว่าเป็นส่วนที่สัมผัสอาหารมากที่สุด ดังนั้นพนักงานควรไว้เล็บสั้น และไม่ทาเล็บ

- การล้างมืออย่างถูกสุขลักษณะเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องปฏิบัติทุกครั้งก่อนและภายหลังออกจากห้องน้ำห้องส้วม เพื่อลดการปนเปื้อนจากพนักงานสู่อาหาร

- หากสวมถุงมือในการปฏิบัติงาน ถุงมือที่ใช้ควรอยู่ในสภาพสมบูรณ์ สะอาดและทำด้วยวัสดุที่ไม่มีสารละลายหลุดออกมาปนเปื้อนอาหาร และของเหลวซึมผ่านไม่ได้ กรณีไม่สวมถุงมือต้องมีมาตรการให้พนักงานล้างมือ เล็บ แขนให้สะอาด

- ควรสวมผ้าปิดปากในขั้นตอนผลิตอาหารที่จำเป็นต้องมีการป้องกันการปนเปื้อนเป็นพิเศษ

- สวมหมวกที่คลุมผม หรือตาข่ายคลุมผมที่ออกแบบให้สามารถป้องกันการหลุดร่วงของเส้นผมลงสู่อาหาร

- ไม่สูบบุหรี่ ไม่บ้วนน้ำลาย/น้ำมูกขณะปฏิบัติงาน

- ไม่สวมใส่เครื่องประดับต่าง ๆ ขณะปฏิบัติงาน ไม่นำสิ่งของส่วนตัวหรือสิ่งของอื่น ๆ เข้าไปในบริเวณผลิตอาหาร

- ในขณะที่ปฏิบัติงานควรงดเว้นนิสัยแกะ เกา เช่น การแกะสิ่ว แคะขี้มูก เกาศีรษะ สลัดผม การไอหรือจาม ในบริเวณแปรรูปอาหาร หรือหากจำเป็นจะต้องล้างมือทุกครั้ง

- ไม่รับประทานอาหาร หรือนำสิ่งอื่นใดเข้าปากขณะปฏิบัติงานอยู่ในบริเวณผลิตหรือกระทำการอย่างอื่นที่จะก่อให้เกิดความสกปรก

(7) การฝึกอบรม

- ควรมีการทบทวนและตรวจสอบความรู้ของผู้ปฏิบัติงานเป็นระยะ

- ควรจัดการอบรมพนักงานให้มีความรู้ ความเข้าใจในการปฏิบัติตนด้านสุขลักษณะทั่วไปและความรู้ในการผลิตอาหารตามความเหมาะสมและเพียงพอ ทั้งก่อนการรับเข้าทำงานและขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากความรู้ความเข้าใจของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้การผลิตเป็นไปอย่างถูกต้อง สามารถลดหรือจัดความเสี่ยงในการปนเปื้อนอันตรายที่จะไปสู่อาหารได้

2.13.3 ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร HACCP (Hazard Analysis and Critical Point System)

เป็นระบบการจัดการเพื่อความปลอดภัยของอาหาร โดยใช้การควบคุมจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP) ของการผลิต ซึ่งระบบดังกล่าว ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอาหารสามารถนำไปปฏิบัติได้โดยตลอดในห่วงโซ่อาหาร ตั้งแต่ผู้ผลิตเบื้องต้น (Primary Producer) จนถึงผู้บริโภคขั้นสุดท้าย เพื่อสร้างความมั่นใจในความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังลดการกีดกันทางการค้าของประเทศนำเข้าอีกด้วย ระบบ HACCP ยึดหลักเกณฑ์ตามโครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex) ซึ่งสามารถป้องกันอันตราย หรือสิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพ เคมี และกายภาพของอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะเน้นการควบคุมพนักงานและหรือเทคนิคการตรวจติดตามอย่างต่อเนื่องที่จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมและลดความ สำคัญของการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย

1) ระบบ HACCP ประกอบด้วยหลักการ 7 ข้อ ดังนี้

1. ดำเนินการวิเคราะห์อันตราย (Conduct a hazard analysis)
2. หาจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Determine the critical control point CCPs)
3. กำหนดค่าวิกฤต (Establish critical limit)
4. กำหนดระบบเพื่อเฝ้าระวังจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Establish a system to monitor control of the CCP)
5. กำหนดวิธีแก้ไข เมื่อตรวจพบว่าจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเฉพาะจุดใดจุดหนึ่งไม่อยู่ภายใต้การควบคุม (Establish the corrective action to be taken when monitoring indicates that a particular CCP is not under control)
6. กำหนดการทวนสอบเพื่อยืนยันประสิทธิภาพการดำเนินงานของระบบ HACCP (Establish procedures for verification to confirm that the HACCP system is working effectively)
7. กำหนดเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการปฏิบัติและบันทึกข้อมูลต่างๆที่เหมาะสม ตามหลักการเหล่านี้ และการประยุกต์ใช้ (Establish documentation concerning al procedures and records appropriate to these principles and their application)

2) ประโยชน์ที่ได้รับจากใช้ระบบ HACCP

1. เกิดผลดีต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค
2. ลดการสูญเสียในด้านเศรษฐกิจเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล
3. มีการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของอาหารอย่างมีระบบ และใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดค่าใช้จ่าย
4. ลดการกีดกันทางการค้า และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการตลาด
5. เกิดภาพพจน์ที่ดีต่อองค์กร และผลิตภัณฑ์
6. เป็นระบบคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหารที่สามารถขอการรับรองได้
7. เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาสู่ระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9001

3) การจำแนกอันตราย

ฝ่ายอาหารและโภชนาการขององค์การอนามัยโลก (WHO) ได้จำแนกอันตรายในอาหารออกเป็นอันตรายทางด้านชีวภาพ อันตรายทางด้านเคมี และอันตรายทางด้านกายภาพ (หรือสภาวะของอาหารที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้) และนอกจากนั้นแล้วยังมีเรื่องของสภาวะการขาดสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการป้องกันโรคที่ถือว่าเป็นอันตรายอีกด้านหนึ่งด้วย ในความเป็นจริงแล้วไม่สามารถกล่าวได้ว่าอาหารปราศจากอันตรายโดยสิ้นเชิง แม้ว่าองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (The Environmental Protection Agency : EPA) จะได้มีการพัฒนาหลักเกณฑ์ในการบ่งชี้อันตรายในเรื่องของน้ำและสารเคมีไว้เป็นจำนวนมากก็ตาม แต่เกณฑ์มาตรฐานเกี่ยวกับสถานประกอบการด้านอาหารรายย่อยที่กำหนดให้ค่าความเสี่ยงเป็นศูนย์นั้นโดยความเป็นจริงแล้วไม่สามารถปฏิบัติได้ เนื่องจากเราไม่สามารถทำให้เนื้อสัตว์หรือผักและผลไม้ปราศจากจากเชื้อโรคได้อย่างสิ้นเชิงได้ ดังนั้นจึงต้องมีการวิเคราะห์อันตราย และกำหนดวิธีในการลดความเสี่ยงลงให้ได้จนถึงระดับที่มีความปลอดภัยที่สุดและเป็นที่ยอมรับได้ (อังคณา, 2543)

การวิเคราะห์อันตรายเป็นกระบวนการรวบรวมและประมวลข้อมูลเพื่อประเมินความเสี่ยงและความรุนแรงของอันตรายแฝง ซึ่งได้มีการจำแนกอันตรายออกเป็น 3 ระดับ คือ

1. อันตรายที่ต้องให้ความสำคัญในระดับสูง (High concern) : เป็นสิ่งที่เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตหากไม่ได้รับการควบคุม
2. อันตรายที่ให้ความสำคัญในระดับต่ำหรืออันตรายที่ต้องตระหนัก (Low Concern) : เป็นสิ่งที่ไม่เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต แต่ต้องได้รับการควบคุม
3. อันตรายในระดับที่ไม่ต้องเป็นกังวล (No Concern) : เป็นสิ่งที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (ส่วนมากจะเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับคุณภาพ และความสะอาดโดยทั่วไป)

ตัวอย่างเช่น จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าบูดเสีย (ที่จำนวนมากกว่า 50,000,000 เซลล์ต่อกรัม) เป็นอันตรายในระดับที่ไม่ต้องเป็นกังวลในเรื่องของความปลอดภัย แต่แบคทีเรียจำพวก Coliform มีทั้งชนิดที่เป็นแค่จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเกิดการเน่าบูดเสียและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ดังนั้นจำนวน Coiform ในปริมาณที่ 1,000 CFU/g จะจัดอยู่ในระดับอันตรายในระดับที่ไม่ต้องเป็นกังวล (No concern) เว้นแต่จะเป็นจุลินทรีย์ชนิดที่ก่อโรค (โดยเฉพาะในกลุ่ม Coliform ที่ระบุว่าเป็นอันตราย) และมีปริมาณสูงถึงระดับที่กำหนดไว้ว่าเป็นอันตราย ซึ่งถ้าร่างกายได้รับเชื้อโรคและสารที่ก่อให้เกิดโรคเข้าไปเกินกว่าระดับเริ่มต้นที่ทำให้เกิดการเจ็บป่วยได้แล้วจะก่อให้เกิดโรคหรือการเจ็บป่วยและอาจทำให้เสียชีวิตได้

ส่วนปริมาณของเกลือ น้ำตาล และผงชูรส ถ้ามีการควบคุมอย่างเหมาะสมแล้วจะจัดเป็นอันตรายประเภทที่ไม่ต้องเป็นกังวล (No concern) เช่นเดียวกัน

สำหรับพื้น เพดาน และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ที่ถูกจัดกลุ่มไว้ภายใต้ข้อปฏิบัติเพื่อสุขลักษณะที่ดีในกระบวนการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practices: GMPs) เมื่อผ่านการตรวจสอบจากเจ้าหน้าที่ของรัฐแล้วจะถือว่าเป็นความเสี่ยงขั้นต่ำ

ส่วนตัวอย่างของอันตรายในระดับที่ต้องให้ความสนใจ (Low concern) เช่น การที่พบเซลล์ของ *Staphylococcus aureus* หรือสปอร์ของ *Bacillus cereus* หรือสปอร์ของ *Clostridium perfringens* ในปริมาณ 1,000 เซลล์ต่อกรัม อยู่ในอาหารแต่ว่าจุลินทรีย์เหล่านี้จะยังไม่จัดว่าเป็นอันตรายจนกว่าจะมีเซลล์ในรูปของ vegetative cells ในปริมาณที่สูงถึง 1,000,000 เซลล์ ต่อ กรัม

ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากผู้สัมผัสอาหารไม่ได้รับการอบรมอย่างถูกต้องเพียงพอแล้วก็อาจทำให้อาหารเกิดความปลอดภัยเนื่องจากการปรุงที่ไม่สุกเพียงพอหรือมีการปนเปื้อนข้ามเกิดขึ้น โดยเฉพาะถ้าเป็นการปนเปื้อนด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดที่ก่อโรคในกลุ่มที่ระบุและในปริมาณที่จัดอยู่ในระดับที่เป็นอันตราย เช่น การที่พบ *Escherichia coli* O157:H7 ในปริมาณ 10 เซลล์ต่อกรัม ; *Salmonella* spp., หรือ *Campylobacter jejuni* ปริมาณ 100 เซลล์ต่อกรัม ในแฮมเบอร์เกอร์ดิบ จะจัดเป็นอันตรายที่ต้องให้ความสำคัญในระดับสูง (High concern) ซึ่งถ้าบริโภคอาหารที่มีเชื้อโรคเหล่านี้เข้าไปในระดับของการปนเปื้อนที่ก่อให้เกิดโรคได้ดังกล่าวแล้ว ก็สามารถทำให้เกิดการเจ็บป่วยและอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ แม้แต่ผู้ที่สุขภาพแข็งแรงก็ตาม ซึ่งการปนเปื้อนนั่นเกิดขึ้นเนื่องจากความผิดพลาดของผู้สัมผัสอาหารในกาใช้มาตรการประกันความปลอดภัยของอาหาร ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสัตว์ดิบ เช่น เนื้อวัว ปลา และสัตว์ปีกจะต้องนำมาทำให้สุกด้วยความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมและระยะเวลาที่นานพอเพียงพอที่จะลดอันตรายเหล่านั้นลงจนถึงระดับที่ปลอดภัยได้ สิ่งสำคัญในการป้องกันการปนเปื้อนข้ามสำหรับอาหารต่างๆ รวมทั้งผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการปรุงด้วยความร้อนแล้วคือต้องให้ความเอาใจใส่และระมัดระวังเมื่อมีการสัมผัสและในการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้

4) ขั้นตอนในการบ่งชี้อันตราย

เพื่อพัฒนากระบวนการหรือวิธีการปฏิบัติในการผลิตอาหารให้สามารถคุ้มครองสุขภาพของประชาชนให้ปลอดภัยจากอันตรายที่แฝงอยู่ในอาหาร (ซึ่งจะเป็นการลดภาระด้านค่าใช้จ่ายที่ต้องรับผิดชอบลงได้อย่างมาก) จำเป็นต้องมีการปฏิบัติตามขั้นตอนในการบ่งชี้อันตรายโดยนำหลักเกณฑ์ต่อไปนี้ไปใช้ประกอบในการวิเคราะห์อันตรายด้วย ซึ่งได้แก่

1. ความชัดเจนในเรื่องอันตรายต่อสุขภาพ ตามข้อมูลทางด้านระบาดวิทยาหรือข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์อันตราย
2. ประเภทและคุณลักษณะของ Microflora ในธรรมชาติ ที่ปกติมีอยู่ในส่วนประกอบของอาหาร หรือมีอยู่ในอาหาร รวมถึงคุณสมบัติของอาหารที่จะเอื้ออำนวยต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์
3. ผลกระทบของกระบวนการผลิตอาหารที่มีต่อ Microflora ที่อยู่ในอาหาร
4. โอกาสในการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ (หรือการปนเปื้อนซ้ำ) และ / หรือ การเจริญของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการผลิต การปรุง การเก็บ และการจำหน่าย
5. ลักษณะของผู้บริโภคที่มีความเสี่ยง
6. ลักษณะของอาหารที่จำหน่าย เช่น แห้งแข็ง แห้งในน้ำแข็ง ผ่านกรรมวิธีทำให้ร้อน เป็นต้น
7. สิ่งที่สามารถเกิดขึ้นในการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องในส่วนของผู้บริโภค
8. ข้อปฏิบัติเพื่อสุขลักษณะที่ดีในกระบวนการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practices : GMPs) ที่มีอยู่
9. ลักษณะของอาหารในขั้นตอนสุดท้ายของการเตรียมเพื่อการบริโภค (ผ่านความร้อนหรือไม่)
10. ความเชื่อถือได้ของวิธีการที่จะใช้ตรวจหา และ / หรือ วัดปริมาณจุลินทรีย์ และสารพิษของจุลินทรีย์
11. ค่าใช้จ่าย/ประโยชน์ ที่เกี่ยวข้องกับ ข้อ 1-10 ข้างต้น

ด้วยการวิเคราะห์อันตรายร่วมกับการควบคุมอันตรายนั้นๆอย่างถูกต้องเหมาะสมพร้อมกับการดำเนินการปฏิบัติตามวิธีการที่กำหนด จะทำให้ผู้ประกอบการด้านอาหารรายย่อยสามารถดำเนินการป้องกันอันตรายได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ตามที่กฎหมายของสหรัฐอเมริกา โดย USDA และ FDA ระบุว่า ถ้าในตัวอย่างอาหารที่ผ่านกระบวนการปรุงแล้วถูกพบว่ามีกรปนเปื้อนด้วยเชื้อ *E. coli* 0157: H7, *Salmonella* spp. หรือ *Listeria monocytogenes* ให้ถือว่าอาหารนั้นไม่เหมาะสมต่อการบริโภค ทั้งนี้ขนาดของตัวอย่างอาจมีการผันแปรได้ แต่อย่างไรก็ตามจะต้องไม่พบเชื้อใดในสามชนิดนี้ในตัวอย่างของอาหาร (ความไวต่อการวัดอยู่ระหว่าง 1 เซลล์ต่อกรัม ถึง 1 เซลล์ต่อ 25 กรัม ซึ่งขึ้นอยู่กับห้องปฏิบัติการและวิธีการตรวจวัด) (อังคณา, 2543)

2.14 การหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร

อายุการเก็บรักษา หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ที่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตขึ้นมาจนถึงเวลาที่ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (Labuza,1985) โดยขั้นตอนการหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แบ่งเป็น 8 ขั้นตอน

- ขั้นที่ 1 : การจำแนกปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บ
- ขั้นที่ 2 : การจำแนกจุดวิกฤตที่มีผลต่อการเสื่อมเสีย
- ขั้นที่ 3 : การจำแนกวิธีวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง
- ขั้นที่ 4 : การกำหนดระดับที่ยอมรับได้ของผลิตภัณฑ์
- ขั้นที่ 5 : การกำหนดวิธีทดสอบปัจจัยต่าง ๆ
- ขั้นที่ 6 : ข้อมูลที่ใช้อธิบาย
- ขั้นที่ 7 : การกำหนดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์
- ขั้นที่ 8 : การตรวจสอบและการจัดการข้อมูล

2.14.1 การจำแนกปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บ

ในการทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ต้องมีความเข้าใจถึงปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์โดยปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น ปัจจัยภายใน และ ปัจจัยภายนอกดังแสดงในตารางที่ 2.4 (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2554)

ตารางที่ 2.4 ปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ปัจจัยภายใน	ปัจจัยภายนอก
องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์	ภาชนะบรรจุ
• ความเป็นกรดด่าง (pH) • Water Activity • ชนิดและปริมาณของไขมันและน้ำมัน • น้ำตาลจำพวก Reducing Sugar • ความไวของสารอาหารต่อปัจจัยภายนอก เช่น pH ความร้อน ความชื้น และแสง • ปฏิกริยาของสารประกอบกับสิ่งอื่น ๆ	ลักษณะ เกราะป้องกัน เช่น ออกซิเจน กลิ่น แสง ความชื้น แรงในการปิดผนึก การถ่ายเทระหว่างภายในและภายนอก ชนิดและปริมาณอากาศภายในภาชนะบรรจุ การขนส่ง การกระแทก การสัมผัสเทือน ปฏิกริยาระหว่างผลิตภัณฑ์กับภาชนะบรรจุ
กระบวนการผลิต	สภาวะแวดล้อม
• ผลของเชื้อจุลินทรีย์ • ผลของการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์	อุณหภูมิระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซในบรรยากาศ แสง

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

- ผลของการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบและการย่อยสลายของสารอาหาร

2.14.2 การจำแนกจุดวิกฤตที่มีผลต่อการเสื่อมเสีย

การประเมินและจำแนกจุดวิกฤตที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ ขบวนการผลิต ภาชนะบรรจุ การขนส่งเพื่อจำหน่าย และสภาวะแวดล้อมที่ใช้ในการเก็บ โดยจุดวิกฤตที่มีผลต่อการเสื่อมเสียแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ การเสื่อมเสียทางเคมีและกายภาพ ประสาทสัมผัสและจุลินทรีย์

1) การเสื่อมเสียทางเคมีและกายภาพ

การเสื่อมเสียทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์นั้นเกิดจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ภายในอาหารหรือจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ขององค์ประกอบในอาหาร เช่น การเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันไม่อิ่มตัว สารอิมัลชัน การเปลี่ยนสีของอาหารที่มีสีตามธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากสาร Reducing Sugar และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากแสงหรือออกซิเจนการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็นซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 2.5 แสดงวิธีทดสอบค่าการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย

ชนิดของการเสื่อมเสีย	วิธีการทดสอบ
การเปลี่ยนแปลงของไขมัน	Peroxide value (สำหรับอาหารที่มีไขมันสูง)
	Anisidine value (AV)
	Hexanal (สำหรับอาหารความชื้นต่ำที่ประกอบด้วย Linoleic acid)
	Thiobarbituric acid (TBA)
การเปลี่ยนแปลงของสารอาหาร	วิเคราะห์วิตามิน
	วิเคราะห์สารอาหารที่ถูกเลือก
การเปลี่ยนแปลงของสี	Spectrophotometric tests
	Reflected color
	วัดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลหรือวัดการสลายตัวของสี
การเปลี่ยนแปลงของความชื้น	วัดการลดหรือเพิ่มความชื้น (วัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก หรือตามวิธี AOAC)
	Water Activity
การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	ความหนืด ความแน่นเนื้อ (วัดโดย Brookfield, Bostwick, Texture analyzer, etc)
	ลักษณะการไหลของผลิตภัณฑ์ที่เป็นผง (Caking test)
	วัดการแยกชั้นหรือวัดการแตกตัวของสารอิมัลชัน
การเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส	วัดปริมาณและชนิดของสาร Aromatics และ Volatile Oils โดยใช้ GC
	Migration (Scalping)

2) การเสื่อมเสียทางประสาทสัมผัส

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนว่าผลิตภัณฑ์นั้นเกิดการเสื่อมเสีย คือการเปลี่ยนแปลงด้านสี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้จะบ่งชี้ว่าเกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ หรือเกิดจาก ปฏิกิริยาทางเคมี การทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเป็นการบอกถึงการยอมรับของผู้บริโภคหรือการเรียกคืน ผลิตภัณฑ์

3) การเสื่อมเสียทางทางด้านเชื้อจุลินทรีย์

การเสื่อมเสียทางด้านเชื้อจุลินทรีย์เกิดจากการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ประเภทเชื้อก่อโรคและ เชื้อไม่ก่อโรคขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ดังตารางที่ 2.6 แสดงถึงปัจจัยที่มีความเหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

ตารางที่ 2.6 สภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและเชื้อที่ทำให้อาหารเน่าเสีย

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	pH	Aw	อุณหภูมิ (°C)
<i>Bacillus cereus</i>	4.5-9.3	0.92-0.99	10-50
<i>Clostridium botulinum</i>	6.0-8.0	0.90-0.98	30-40
<i>E. coli</i>	6.0-8.0	0.94-0.97	37-41
Most Molds	4.5-6.8	0.70-0.80	25-30
<i>Salmonella</i>	6.0-7.5	0.93-0.96	35-37
Most Yeast	4.0-6.5	0.87-0.94	25-35

2.14.3 การจำแนกวิธีวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง

1) วิธีทางด้านเชื้อจุลินทรีย์

การทดสอบทางด้านเชื้อจุลินทรีย์ ยีสต์ รา หรือเชื้อก่อโรคเช่น *Salmonella* และ *Listeria* ใช้วิธี ตามที่ FDA หรือ USDA กำหนดไว้ใน Bacteriological Analytical manual (BAM) หรือ AOAC วิธีที่ใช้ สามารถปรับใหม่เหมาะสมตามลักษณะของตัวอย่าง เช่น การวัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศต้องทำการบ่มที่ อุณหภูมิต่าง ๆ กันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการวัด ถ้าเป็นเชื้อแบคทีเรียที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำ (Psychrotropic bacteria) ต้องนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส หรือถ้าเป็นเชื้อแบคทีเรียที่เจริญที่

Formatted: Indent: Left: 3.81 cm, No bullets or numbering

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

อุณหภูมิปานกลาง (Mesophilic bacteria) ต้องนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เมื่อทดสอบแล้วพบว่า มีเชื้อแบคทีเรียเจริญอยู่ในช่วง 10^7 - 10^8 ยีสต์เจริญอยู่ในระดับ 10^5 และสามารถมองเห็นเชื้อราได้ถือว่า ผลิตภัณฑ์หรืออาหารนั้นหมดอายุ

2) วิธีทางด้านกายภาพและเคมี

องค์ประกอบของอาหารและองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมีของอาหารเป็นสิ่งที่นำมาใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ความคงตัวของสารอาหารในภาชนะบรรจุชนิดต่าง ๆ เป็นสิ่งสำคัญ เช่น วิตามิน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มจะลดลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความคงตัวของวิตามินต่อความเป็นกรดต่าง ออกซิเจน ความร้อน แสง หรือ ปฏิกิริยาของสารประกอบบางชนิด การทดสอบใช้วิธีตาม AOAC ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับเชื่อถือได้

3) วิธีทางประสาทสัมผัส

ผู้ที่ฝึกมาเพื่อชิมและผู้บริโภคสามารถช่วยชี้ถึงอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ได้ วิธีการหนึ่งที่จะบอกว่า ผลิตภัณฑ์ใกล้หมดอายุแล้วดูได้จาก การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ผู้ที่ได้รับการฝึกมาเพื่อชิมสามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงในผลิตภัณฑ์ และประเมินผลของอัตราการเปลี่ยนแปลงของสี กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัสได้ นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดรูปแบบของผลิตภัณฑ์และช่วยชี้ความผิดปกติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะนำไปในทิศทางเดียวกันกับผู้บริโภค ดังนั้นสรุปได้ว่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความสัมพันธ์กับผลของการวิเคราะห์และสามารถนำไปใช้ทำนายอายุการเก็บได้

2.14.4 การกำหนดระดับที่ยอมรับได้ของผลิตภัณฑ์

เป็นการกำหนดระดับการยอมรับของผลิตภัณฑ์โดยบริษัทจะกำหนดระดับช่วงที่ได้รับการยอมรับของผลิตภัณฑ์

2.14.5 การกำหนดวิธีทดสอบปัจจัยต่าง ๆ

เป็นการกำหนดวิธีการทดสอบปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเกิดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ โดยจะมีการวางแผนการทดสอบ การเก็บรักษา และการวางแผนการเก็บตัวอย่าง

2.14.6 ข้อมูลที่ใช้อธิบาย

อธิบายข้อมูลนี้ที่ใช้ในการทำนายอายุการเก็บและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บโดยบอกถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลวิเคราะห์ที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลด้านประสาทสัมผัสและส่งผลถึงการหมดอายุของผลิตภัณฑ์

2.14.7 การกำหนดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

การกำหนดระยะเวลาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับสถานะการเก็บ ถ้าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วอายุการเก็บรักษาจะเปลี่ยนแปลงด้วย

2.14.8 การตรวจสอบและการจัดการข้อมูล

การตรวจสอบผลที่ได้จากห้องทดลองว่าได้ผลถูกต้อง ใช้วิธีทดสอบที่เหมาะสม หลังจากนั้นจึงนำผลการทดลองที่ได้มาจัดทำเป็นฐานข้อมูลสำหรับผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถใช้ฐานข้อมูลที่ได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.16.1 วิธีการหาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร

1) การทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์หลักของกระบวนการแปรรูป และการเก็บรักษา คือ ต้องการควบคุมตัวแปรต่างๆ ซึ่งทำให้ปฏิกิริยาต่างๆเกิดขึ้นอย่างเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่ผู้บริโภคต้องการ เช่น คุณค่าทางอาหาร คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส และความสะอาดต่างๆ เป็นต้น

ปฏิกิริยาต่างๆในอาหารที่เกิดขึ้นในระหว่างการแปรรูปและเก็บรักษานั้นจะเกิดขึ้นด้วยอัตราที่แตกต่างกัน ต้องเลือกปฏิกิริยาที่สำคัญที่สุดซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ผู้บริโภคต้องการและเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่างๆในอาหาร (วราพร และศรุต, 2549) สิ่งที่สำคัญอีกประการ คือ ปฏิกิริยาที่เลือกต้องเปลี่ยนเป็นคุณภาพที่สามารถวัดได้โดยการทดสอบด้วยวิธีทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และทางประสาทสัมผัส ในการออกแบบวางแผนและควบคุมกระบวนการหนึ่งของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีหลายองค์ประกอบ ควรพิจารณาองค์ประกอบที่มีความสำคัญมากกว่าองค์ประกอบอื่นๆ และบางองค์ประกอบอาจจัดว่าเป็นองค์ประกอบวิกฤติ เช่น ข้อกำหนดที่ระบุในฉลากซึ่งเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยฉลาก หรือข้อกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ วิธีการทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ถูกออกแบบมาเพื่อศึกษาผลของปัจจัยเฉพาะและผลของปัจจัยต่างๆร่วมกัน เช่น ผลของอุณหภูมิในการเก็บวัสดุหีบห่อหรือการใช้สารเจือปน เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

2) วิธีการหาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

1. การศึกษาข้อมูลจากเอกสาร : อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกัน ได้จากเอกสารที่มีการตีพิมพ์หรือข้อมูลภายในบริษัท
2. Turnover time : ช่วงเวลาเฉลี่ยที่ผลิตภัณฑ์อยู่บนชั้นขายปลีก (retail shelf) โดยติดตามการขายจากผู้ค้าปลีก (retail outlets) ทำให้สามารถประมาณอายุการเก็บที่ต้องการได้ ค่าที่ได้ไม่ใช่ค่าอายุการเก็บที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์แต่เป็นอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ

3. Endpoint study : เป็นการศึกษาโดยสุ่มเชื่อดตัวอย่างของผลิตภัณฑ์จากร้านค้าปลีก และทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อหาคุณภาพจากข้อมูลนี้ จะสามารถประมาณอายุการเก็บที่เหมาะสมได้

4. Accelerated shelf life testing (ASLT) : ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยเร่งปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมหนึ่งที่เราทราบค่าเพื่อที่จะทำผลิตภัณฑ์มีการเสื่อมเสียเร็วกว่าปกติ วิธีนี้เพื่อประมาณผลของสภาวะแวดล้อมต่ออายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เทคนิค Q_{10} ตามสมการต่อไปนี้ (Labuza และ Schmidl, 1985)

$$\text{จากสมการ } Q_{10} = \frac{\Theta_{s(T)}}{\Theta_{s(T+\Delta T)}}$$

$$\text{เมื่อ } \Theta_{s(T)} = \text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ } T \text{ (วัน)}$$

$$\Theta_{s(T+q_{10})} = \text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ } T+10 \text{ (วัน)}$$

$$Q_1 = Q_{10}^{0.1}$$

$$\text{เมื่อ } Q_{10} = \text{อัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิห่างกัน } 10^\circ\text{C}$$

$$\text{เมื่อ } Q_1 = \text{อัตราส่วนของอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่มีอุณหภูมิห่างกัน } 1^\circ\text{C}$$

$$Q_1^{\Delta T} = \frac{\Theta_{R(T)}}{\Theta_{s(T+\Delta T)}}$$

$$\text{เมื่อ } \Delta T = \text{ผลต่างของอุณหภูมิที่ทำนายกับอุณหภูมิ } T$$

$$\Theta_{R(T)} = \text{อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ (วัน)}$$

3) ปฏิกิริยาทางจลนพลศาสตร์(Kinetic reaction)

อาหารต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและชีวภาพระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษา วัตถุประสงค์ของการแปรรูปและการเก็บรักษาหลักคือ ต้องการควบคุมตัวแปรต่างๆ ซึ่งทำให้ปฏิกิริยาต่างๆเกิดขึ้นอย่างเหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ เช่น คุณค่าทางอาหาร คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส อายุการเก็บ ความสะอาด เป็นต้น

- การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เช่น ออกซิเดชัน ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล
- การเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ เช่น การเกิดกลิ่นรสผิดปกติ
- การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การเปลี่ยนสี
- การเปลี่ยนแปลงทางคุณค่าของอาหาร เช่น การสูญเสียวิตามิน

- การเปลี่ยนแปลงทางด้านประสาทสัมผัส เช่น การเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัส การสูญเสียกลิ่นรส

ปฏิกิริยาเหล่านี้ไม่ว่าจะเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปหรือการเก็บรักษา ต้องเลือกปฏิกิริยาต่างๆ ที่สำคัญที่สุดซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ผู้บริโภคต้องการและเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาต่างๆในอาหาร สิ่งที่สำคัญปฏิกิริยาที่เลือกต้องเปลี่ยนแปลงเป็นคุณภาพที่สามารถวัดได้ เพื่อเปลี่ยนการยอมรับของผู้บริโภค ในผลิตภัณฑ์ไปเป็นคุณภาพสามารถวัดได้โดยการทดสอบด้วยวิธีทางเคมีกายภาพ คุณค่าทางอาหาร จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส (ใช้หลักการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อวัดการยอมรับได้) การที่คุณภาพต่างๆจะต้องทำการวัดเพื่อใช้ในการศึกษาและควบคุมจลนพลศาสตร์ของปฏิกิริยา Power law ณ อุณหภูมิคงที่

$$C_A - C_{A0} = -kt \quad (n = 0)$$

เมื่อ k = reaction rate constant (ขึ้นกับปัจจัยต่างๆเช่นอุณหภูมิและความเข้มข้นขององค์ประกอบ)

n = อันดับของปฏิกิริยา (order of the reaction)

สามารถสรุปสมการที่แสดงอันดับของปฏิกิริยาต่างๆ ดังนี้

ปฏิกิริยาอันดับศูนย์

$$C_A - C_{A0} = -kt \quad (n = 0)$$

ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง

$$\ln \frac{C_A}{C_{A0}} = -kt \quad (n = 1)$$

ปฏิกิริยาอันดับสอง

$$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}} = kt \quad (n = 2)$$

4) สมการอาร์เรเนียส (Arrhenius equation)

Arrhenius ได้ทำการไฮโดรไลซิสซูโครส ซึ่งพบว่าเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง และทำการวัดค่าคงที่ของอัตรา (k : rate constant) ที่อุณหภูมิหนึ่ง จากนั้นจึงทำการวัดค่า k ที่อุณหภูมิต่างๆจำนวนหนึ่ง และเมื่อสร้างกราฟระหว่าง $\ln k$ เทียบกับ ส่วนกลับของอุณหภูมิสัมบูรณ์ ($1/T$) ซึ่งมีหน่วยเป็นองศาเคลวิน จะได้กราฟเส้นตรงเรียกว่า สมการอาร์เรเนียส (Arrhenius equation) ดังสมการ 1 และ 2 (Labuza,1985)

$$k = k_0 e^{-E_a/RT} \quad (1)$$

เมื่อ k = ค่าคงที่อัตราที่อุณหภูมิ T ใดๆ

k_0 = ค่าคงที่สมการอาร์เรเนียส = ค่าคงที่สำหรับปฏิกิริยาหนึ่งๆ

E_A = พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาหนึ่งๆ (J/mol)

R = ค่าคงที่ของแก๊ส เท่ากับ 8.314 J/mol.K

T = อุณหภูมิสัมบูรณ์ (K)

จากสมการที่ 1 ทำการหาค่า slope

$$k = k_0 e^{-E/RT}$$

$$\frac{k}{k_0} = e^{-E/RT}$$

$$\ln \frac{k}{k_0} = -E/RT \quad (2)$$

จากสมการที่ 2 ทำการหาค่า slope ได้

$$\ln k = -\frac{E}{RT} + \ln k_0$$

$$\ln k_0 = \ln k + \frac{E}{RT} \quad (3)$$

$$\text{Slope} = -\frac{E}{R}$$

เมื่อ

$$\ln k_0 = \ln k + \frac{E}{RT}$$

$$\ln k_0 - \ln k = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right)$$

$$\ln \frac{k_0}{k} = \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right)$$

$$\ln \frac{k_0}{k} = \frac{E}{R} \left(\frac{T_0 - T}{T_0 T} \right)$$

จากสมการที่ 1

$$k = k_0 e^{-E/RT}$$

$$k_0 = \frac{k}{e^{-E/RT}}$$

Field Code Changed

นำมาเขียนสมการอาร์เรเนียสในรูปลอการิทึมจะได้

$$\log k = -\frac{E}{2.303RT} + \log k_0$$

Field Code Changed

$$E = 2.303R \left(\frac{T_0 T}{T - T_0} \right) \log \left(\frac{k}{k_0} \right)$$

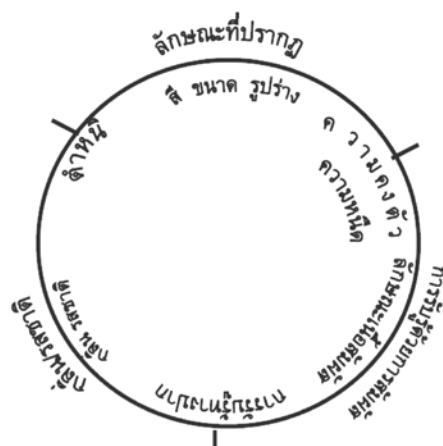
Field Code Changed

$$\text{Slope} = -\frac{E}{2.303R}$$

Field Code Changed

2.16.2 คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อการยอมรับ

การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคมีปัจจัยต่างๆที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการยอมรับผลิตภัณฑ์ นอกเหนือไปจากปัจจัยทางด้านความรู้สึกพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ที่ต้องตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในด้านความจำเป็นและความคาดหวังแล้ว (พจมาน, 2554) ด้านราคา และด้านการตลาด คือรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (นัญพร, 2551)



รูปที่ 2.2 วงจรของ Kramer ในลักษณะต่างๆของอาหาร

โดยรูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับ การรับรู้ต่อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคซึ่งจะอาศัยลักษณะคุณภาพ ทางด้านประสาทสัมผัสเป็นเกณฑ์กำหนด เพื่อตัดสินใจในการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยรวม โดยทั่วไปการรับรู้ของ มนุษย์มักพิจารณาในลักษณะตามลำดับดังนี้ลักษณะที่ปรากฏ (Appearance) กลิ่น (Odor) ลักษณะเนื้อสัมผัส และความคงตัว (Texture and consistency) รสชาติ (Taste) และกลิ่น (Flavor) (Wurhmann, 1977) และ ลักษณะต่างๆ ดังกล่าวมักมีความสัมพันธ์กันในลักษณะเป็นวงจร ซึ่งลักษณะหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับอีก ลักษณะหนึ่งอย่างมีเหตุมีผล ดังแสดงในรูปที่ 2.2

2.14.1 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์

2.14.1.1 สีของผลิตภัณฑ์

สีของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้วัดการยอมรับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรของผู้บริโภค สีของ ผลิตภัณฑ์มีบทบาทต่อผลิตภัณฑ์ทั้งในรูปแบบของของสดและแบบแปรรูป (Wasan, 2011)

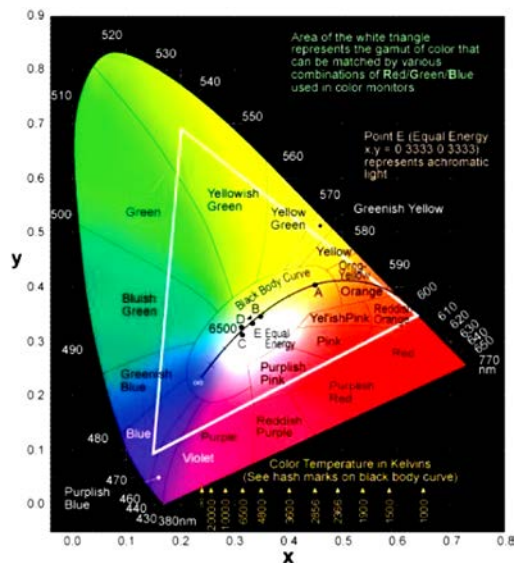
1) การวัดค่าสีในระบบ Hunter system

Hunter system เป็นรูปแบบของ Trichromatic system โดยมี Tristimulus values คือ ค่า L (lightness), a, b ดังแสดงในรูปที่ 2.3

L เป็นค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 ค่า L เท่ากับ 0 เป็นสีที่มืดที่สุด ค่า L เท่ากับ 100 เป็นสี สว่างมากที่สุด

a เป็นค่าแสดงความเป็นสีแดงหรือสีเขียว โดยที่ค่า a เป็นบวกแสดงความเป็นสีแดง ค่า a เป็นลบ แสดงความเป็นสีเขียว

b เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน โดยที่ค่า b เป็นบวกแสดงความเป็นสีเหลือง ค่า b เป็นลบแสดงสีคือน้ำเงิน



รูปที่ 2.3 Chromaticity diagram (Wasan, 2011)

Hue angle (h°) ค่า Hue angle มีความหมายว่า ที่มุม 0° และ 360° สีแดง-ม่วง มุม 90° สีเหลือง มุม 180° น้ำเงิน-เขียว และ 270° สีน้ำเงิน ค่า chroma มีค่าระหว่าง 0-90 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีซีดหรือเป็นสีเทา ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 90 แสดงว่าวัตถุมีสีเข้ม โดยมีสมการที่ใช้คำนวณดังนี้ (นิพัทธา, 2533)

$$\text{Hue angle } h^\circ = \tan^{-1}(b/a)$$

Colour intensity = chroma,

$$\Delta C^* = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

2.14.1.2 อัตราการไหล

โดยทั่วไปของเหลวจะมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ณ ที่อุณหภูมิคงที่ โดยทั่วไปอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์จะเป็นหนึ่งในดัชนีชี้วัดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่เกิดจากกระบวนการผลิต จะมีการกำหนดปริมาณสูตรขององค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้คุณลักษณะที่มีความเหมาะสม และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค (ไพโรจน์, 2545)

2.14.1.3 ลักษณะทางด้านเคมี

1) การเกิดกลิ่นหืน

การเกิดกลิ่นหืนหรือกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เนื่องมาจากการเกิดออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบกับออกซิเจนในอากาศ โดยกลไกการเกิดออกซิเดชันจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระโดยกลไกที่เกิดขึ้นมี 3 ขั้นตอน (นิธิยา, 2553)

1. Initiation เป็นขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ
2. Propagation เป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระ
3. Termination เป็นปฏิกิริยาขั้นสุดท้ายที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่อยู่ในรูปของอนุมูลอิสระ

2) ค่า Water Activity

เป็นปริมาณน้ำอิสระที่มีอยู่ในอาหารซึ่งเชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการควบคุม ป้องกันการเสื่อมเสียและกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร (นิธิยา, 2553) การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตในช่วงค่า Water Activity ที่จำกัด การลดค่า Water Activity ในอาหารให้ต่ำกว่าที่ช่วงที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้เกลือหรือน้ำตาล การให้ความร้อน เป็นต้น ปริมาณของ Water Activity ที่จุลินทรีย์สามารถเจริญได้แสดงในตารางที่ 2.6 (ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว 1, 2554)

3) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

อาหารทุกชนิดประกอบด้วยน้ำ และส่วนที่เป็นของแข็งที่ละลายและกระจายตัวอยู่ในน้ำซึ่งมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ สำหรับสารอนินทรีย์มีทั้งที่เป็นกรด ต่าง และเกลือ ซึ่งละลายอยู่ในน้ำเป็นสารละลายแท้ ดังนั้นการเข้าใจถึงสมบัติของสารละลายกรด ต่าง และเกลือจะทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในอาหารได้ดียิ่งขึ้นสารละลายใดๆ จะมีสมบัติเป็นกรดหรือด่าง ขึ้นอยู่กับสมบัติของตัวถูกละลายเมื่อแพร่กระจายตัวอยู่ในน้ำหรือตัวทำละลาย น้ำบริสุทธิ์มีสมบัติเป็นกลาง มีจำนวนไฮโดรเจนไอออน (H^+) เท่ากับจำนวนไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) เมื่อมีสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ละลายอยู่ในน้ำ จะทำให้อัตราส่วนของไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกซิลไอออนเปลี่ยนไป ถ้าสารละลายใดมีจำนวนไฮโดรเจนไอออนมากกว่าไฮดรอกซิลไอออน สารละลายนั้นจะมีสมบัติเป็นด่าง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสารละลายที่มีสมบัติเป็นกรด จะเป็นตัวให้ H^+ หรือ proton donor และสารละลายที่มีสมบัติเป็นด่าง จะเป็นตัวให้ OH^- หรือรับ H^+ คือ เป็น proton acceptor (นิธิยา, 2553)

2.14.1.4 ลักษณะคุณค่าทางโภชนาการของการเสริมจุลโภชนาการในอาหาร

การเสริมจุลโภชนาการลงในอาหารมีความหลากหลาย จำเป็นต้องเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของจุลโภชนาการและอาหารพาหะ ตัวอย่างการเสริมจุลโภชนาการด้วยวิธีนี้ ได้แก่ การเสริมธาตุฟลูออไรด์ลง

น้ำประปาด้วยการใช้ปั๊มเคมีเสริมแบบต่อเนื่อง การเสริมธาตุหลักและไอโอดีนลงในน้ำปลาครั้งละชุดในประเทศไทยโดยการละลายผงธาตุหลักและไอโอดีนพร้อมกับน้ำตาล ผงชูรสและกรดซิตริกในน้ำปลาตามกระบวนการผลิตปกติ เป็นต้น การผสมจุลโภชนาหารที่ละลายน้ำได้ดีในอาหารพาหะที่มีส่วนประกอบซึ่งมีน้ำเป็นหลักเป็นวิธีการที่สามารถทำให้การกระจายตัวของจุลโภชนาหารอย่างทั่วถึงได้ง่ายและอาจไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือราคาสูง ในกรณีที่มีการผลิตแบบต่อเนื่องสามารถทำได้โดยใช้ปั๊มเคมี (Dosing pump) ที่ดูดสารละลายจุลโภชนาหารเข้มข้นลงไปผสมกับอาหารพาหะที่ถูกดูดผ่านไปในอัตราการไหลที่สัมพันธ์กัน หรืออาจละลายผงของจุลโภชนาหารลงในอาหารพาหะโดยตรงแล้วคนให้เข้ากันในถังผสมปกติที่ใช้ผสมส่วนประกอบตัวอื่นหรืออาจมีถังผสมเฉพาะสำหรับผงจุลโภชนาหารหากมีการละลายที่ช้า เป็นต้น

โดยปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของปริมาณ ความทั่วถึงและสม่ำเสมอของจุลโภชนาหาร ได้แก่

1. การคำนวณสัดส่วนของจุลโภชนาหารและอาหารพาหะที่ถูกต้อง
2. อัตราการป้อนจุลโภชนาหารที่สัมพันธ์กับการไหลของอาหารพาหะในกรณีการผสมแบบต่อเนื่อง
3. การควบคุมเวลาผสม หากใช้ถังผสมเฉพาะ
4. ความสมบูรณ์ของการละลายจุลโภชนาหาร

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหารพาหะซึ่งเสริมจุลโภชนาหาร มีโอกาสที่อายุการเก็บสั้นลงจาก 2 สาเหตุ ได้แก่

- การสลายตัวของจุลโภชนาหาร
- การที่จุลโภชนาหารเร่งให้คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของอาหารพาหะเปลี่ยนไปจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

จุลโภชนาหารโดยเฉพาะวิตามินมีความไวต่อสภาวะแวดล้อม ซึ่งอาจมีการสลายตัวตั้งแต่เริ่มเติมลงในอาหาร ผ่านการแปรรูป การเก็บรักษา การขนส่ง การกระจายสินค้าและการบริโภค อย่างไรก็ตามการทดสอบอายุการเก็บรักษากรณีนี้ นิยมทดสอบปริมาณจุลโภชนาหารที่คงที่อยู่ในแต่ละช่วงเวลา จนกว่าจะถึงวันหมดอายุที่กำหนดบนฉลาก โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 กำหนดให้มีจุลโภชนาหารในปริมาณไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณที่ระบุไว้บนฉลาก (± ร้อยละ 20 ของปริมาณที่ระบุบนฉลาก) (กองควบคุมอาหาร 2557)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักศึกษาจากปลายข้าว

3.2.1 การศึกษาทางการตลาดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักศึกษาจากข้าว

การวิจัยครั้งนี้วิธีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลใช้การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิโดยการออกแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนประชากร ที่ทำการศึกษา โดยผ่านระเบียบวิธีการวิจัยในการหาจำนวนตัวอย่าง และวิธีการเลือกสุ่มตัวอย่างรวมถึงการเลือกเก็บข้อมูลและใช้วิธีการทางสถิติในการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นจากข้อมูลที่เก็บรวบรวม ดังกล่าว สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) รูปแบบการวิจัย
- 2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 4) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
- 5) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 6) การวิเคราะห์ข้อมูล
- 7) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) รูปแบบการวิจัย

สำหรับการศึกษาทางการตลาดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักศึกษาจากข้าวทำได้โดยการวางแผนรูปแบบการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการที่มีความครอบคลุมในประเด็นต่างๆ ดังนี้

- การวางตำแหน่งของผลิตภัณฑ์
- การระบุตลาด และกลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์
- การกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด ได้แก่

ก. ผลิตภัณฑ์ โดยการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ การระบุประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ทั้งในเชิงกายภาพและเชิงจิตวิทยาทั้งในด้านคุณภาพและความปลอดภัย

- การกำหนดคุณสมบัติของสินค้าที่เหมาะสม
- การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สะท้อนตำแหน่งผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความพึงพอใจของผู้บริโภคและเหมาะสมกับการนำไปผลิตได้จริงในโรงงานของผู้ประกอบการ

ข. ราคา โดยพิจารณาตามแนวคิดของการตั้งราคาที่มีความเหมาะสม

ค. ช่องทางการจัดจำหน่ายและสถานที่วางสินค้า

Formatted: Font: 16 pt, Complex Script Font: 16 pt, (Asian) Chinese (China)

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Font: 16 pt, Complex Script Font: 16 pt, (Asian) Chinese (China)

ง. กิจกรรมการส่งเสริมการตลาดโดยมุ่งเน้นการวางแผนการสื่อสารการตลาดเชิงบูรณาการที่เหมาะสมและครอบคลุมตอบสนองกลุ่มเป้าหมายและการออกแบบสื่อที่มีประสิทธิภาพ

2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษา คือ กลุ่มนักศึกษาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

กลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานมหาวิทยาลัย นิสิต นักศึกษาและบุคคลทั่วไป ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มที่เป็นนักศึกษาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษานี้ใช้เครื่องมือในการศึกษาโดยการจัดทำแบบสอบถามเรื่อง “การรับข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดและรูปแบบการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) ของผู้บริโภค” เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นแบบสอบถาม(Questionnaire) ที่สร้างขึ้นมาเพื่อสอบถามกลุ่มตัวอย่างโดยจัดทำแบบสอบถามให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดในการวิจัยและผู้สำรวจเป็นผู้นำแบบสอบถามไปให้ผู้ตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง ในการสร้างแบบสอบถามครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 การรับข้อมูลผ่านเครื่องมือการสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink)

ส่วนที่ 3 รูปแบบการดำเนินชีวิตเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพและการออกกำลังกาย

ส่วนที่ 4 การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

ส่วนที่ 5 พฤติกรรมการซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

ส่วนที่ 6 ความคาดหวังของผู้บริโภคต่อการซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

4) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การสร้างเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยศึกษาเอกสารรายงาน ทฤษฎี วิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกซื้อเครื่องดื่มให้พลังงานต่างๆ จากกลุ่มนักศึกษาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

ทำการออกแบบประเด็นคำถามเกี่ยวกับ “การรับข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดและรูปแบบการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice

Based Electrolyzed Sports Drink) ของผู้บริโภคร” สังเคราะห์เนื้อหาประเด็นที่จะสร้างแบบสอบถาม โดยครอบคลุมวัตถุประสงค์และตัวแปรที่ใช้

ศึกษาการสร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับ“การรับข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดและรูปแบบการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) ของผู้บริโภคร”เป็นมาตรตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ข้อคำถามจำนวน 60 ข้อ โดยกำหนดค่าความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

5) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำโดยการสร้างแบบฟอร์มลงบนกูเกิ้ลดอค (google doc) ในโปรแกรมกูเกิ้ลไดรฟ์ (google drive) แล้วส่งให้ผู้ที่เกี่ยวข้องช่วยทำแบบสอบถามออนไลน์ต่อไป

6) การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการศึกษาจากการเก็บแบบสอบถามและนำมาแปรผลเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรม“การรับข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดและรูปแบบการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) ของผู้บริโภคร”โดยการแปรผลแบ่งออกเป็น 7 ส่วน คือ

- 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ที่ทำแบบสอบถาม นำเสนอโดยอธิบายเชิงพรรณนา ด้วยสถิติแสดงเป็นร้อยละและความถี่
- 2) การรับข้อมูลผ่านเครื่องมือการสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink)นำเสนอด้วยสถิติแสดงเป็นร้อยละและโดยอธิบาย
- 3) รูปแบบการดำเนินชีวิตเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพและการออกกำลังกายนำเสนอด้วยสถิติแสดงเป็นร้อยละและโดยอธิบาย

- 4) การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป นำเสนอด้วยสถิติแสดงเป็นร้อยละและโดยอธิบาย
- 5) พฤติกรรมการซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป นำเสนอด้วยสถิติแสดงเป็นร้อยละและโดยอธิบาย
- 6) ความคาดหวังของผู้บริโภคต่อการซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปนำเสนอด้วยสถิติแสดงเป็นร้อยละและโดยอธิบาย
- 7) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต นำเสนอด้วยสถิติแสดงเป็นร้อยละและโดยอธิบาย

เชิงพรรณนา โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Percentage) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

7) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยแสดงเป็นค่าร้อยละของข้อมูล

3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาด

การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดเป็นการวิเคราะห์สภาพทางธุรกิจโดยทำการวิเคราะห์ด้านการตลาด ทั้งจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค และกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย จากนั้นจึงทำการพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาด โดยกลยุทธ์การตลาด 4P โดยการพัฒนากลยุทธ์ ทางการตลาดเป็นการพัฒนาเครื่องมือการตลาดเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดเป้าหมาย ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

- 1) ขนาด โครงสร้าง พฤติกรรมของตลาดเป้าหมาย
- 2) การพัฒนากลยุทธ์ ทางการตลาด โดยพิจารณาประเด็นต่างๆ ตามหลักการ 4P คือ กลยุทธ์ ตำแหน่งผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์ราคา กลยุทธ์ช่องทางการจัดจำหน่าย และกลยุทธ์การส่งเสริมการตลาด
- 3) ยอดขายและกำไรตามเป้าหมายในระยะยาว

ตอนที่ 3.2 การศึกษาการพัฒนาสูตรเครื่องต้มสำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว

3.2.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความหนืดของแป้ง

วัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านความหนืดของแป้ง โดยเครื่อง RVA ตามวิธีการของ Newport Scientific Pty, Ltd. (1995) ใช้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของแป้ง 11% โดยน้ำแป้ง 3 กรัม (ความชื้น 14%) ใส่ใน can ใช้โปรแกรมมาตรฐานเบอร์ 1 น้ำแป้งจะถูกให้ความร้อนที่ 50°C 1 นาที และเพิ่มความร้อนเป็น 95°C โดยใช้ อัตราเร็ว 12.2°C/นาที คงอุณหภูมิที่ 95°C เป็นเวลา 2.5 นาที ต่อจากนั้นทำให้เย็นลงที่อุณหภูมิ 50°C ใช้

Formatted: Font: 16 pt, Complex Script Font: 16 pt, (Asian) Chinese (China)

Formatted

อัตราเร็ว 12.2°ซ /นาที่ และทิ้งไว้ 2.1 นาที ความเร็วรอบของการหมุน paddle เท่ากับ 160 รอบต่อนาที ทำการบันทึกค่าต่างๆ ดังนี้ อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (Pasting Temperature, °ซ), ความหนืดสูงสุด (peak viscosity, RVU), ความหนืดต่ำสุด (trough, RVU), ความหนืดสุดท้าย (final viscosity, RVU), ผลต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (breakdown = peak viscosity – trough, RVU) , ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด(Setback from trough = final viscosity – trough, RVU) และผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด (Setback from peak = final viscosity – peak viscosity, RVU)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 10

3.2.2 การศึกษาการย่อยปลายข้าวโดยใช้เอนไซม์

ปลายข้าว 4 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสาไห้ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเก่า ทำการย่อยโดยใช้เอนไซม์ คือ แอลฟา อะไมเลส และอะไมโลกลูซิเดส ที่สภาวะที่เหมาะสมของเอนไซม์นั้นๆ ผลที่ได้ทำการทดสอบ ปริมาณน้ำตาล โมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ และอัตราส่วนของโพลีแซคคาไรด์สายสั้น และสายยาวที่พบได้ ดังนี้

การเตรียมตัวอย่าง

นำปลายข้าวแต่ละชนิด มาแช่ในน้ำอุ่น (ประมาณ 75 องศาเซลเซียส) (Varavinit et al., 2003) ในอัตราส่วนปลายข้าวต่อน้ำ 1:4 คนเบา ๆ

การศึกษาคุณสมบัติการย่อยของปลายข้าว ในสภาวะการย่อยโดยใช้เอนไซม์

การศึกษาคุณสมบัติการย่อยของปลายข้าวในสภาวะการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟา อะไมเลส และอะไมโลกลูซิเดส ดัดแปลงจากงานวิจัยของ Elyas et al. (2010) และ Du et al. (2011) ทำได้โดยนำตัวอย่างที่เตรียมมาทำการย่อยโดยการเติมเอนไซม์ที่มีความเข้มข้น 44.01 หน่วยยูนิต์ต่อมิลลิลิตร (U/ml) (Goyal et al., 2005 and Pongjanta et al., 2009) ลงไปโดยมีการควบคุมปัจจัยในการย่อยดังนี้ คือ เวลาที่ใช้ในการย่อยจะกำหนดที่ 60 และ 120 และ 180 นาที โดยได้กำหนดอุณหภูมิของการทดลองไว้ที่ 3 ระดับ คือ ที่ 37, 45 และ 55 องศาเซลเซียส โดยจะมีการวางแผนการวิเคราะห์การทดลองโดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology) และออกแบบการทดลองแบบ Central composite design สำหรับ 3 ปัจจัย

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font color: Auto, Not Highlight

จำนวนทั้งสิ้น 72 สิ่งทดลอง ตัวอย่างที่เหลือจากการย่อยทำการเก็บไว้เพื่อใช้ในการทดลองสำหรับการย่อยโปรตีนโดยใช้เอนไซม์โปรตีเอสในการทดลองพร้อมทั้งคำนวณหา % yield เพื่อการศึกษาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคตต่อไป

ทำการวิเคราะห์ คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2005), Dextrose equivalent (DE) (Miller, 1959), องค์ประกอบของน้ำตาล และคาร์โบไฮเดรตในตัวอย่างด้วยเครื่อง HPLC (Khatoon et al., 2009)

3.2.3 การศึกษาการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าว

พัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าว โดยศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และการเพิ่มสารอาหารได้แก่ วิตามินและแร่ธาตุ เป็นต้น รวมทั้งนำมาดัดแปลงสูตรให้เหมาะสมโดยศึกษาจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่มีจำหน่ายในท้องตลาด และมาตรฐานอ้างอิงของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรือใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวทำโดยการเติมวิตามินบีรวม โซเดียมซิเตรท โซเดียมคลอไรด์ จากนั้นทำการเพิ่มสีและกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์แล้วจึงทำการทดสอบผู้บริโภคด้านความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์

จากผลของคาร์โบไฮเดรต, Dextrose equivalent (DE) (Miller, 1959) และองค์ประกอบของน้ำตาล และคาร์โบไฮเดรตในตัวอย่างด้วยเครื่อง HPLC ของกระบวนการย่อยปลายข้าวโดยใช้เอนไซม์ (ส่งตรวจ ณ บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด) ร่วมประชุมกับผู้ประกอบการถึงความเป็นได้ในการใช้จริงของแต่ละชนิดของปลายข้าวแต่ละชนิด จากนั้นทำการพัฒนาสูตรของเครื่องดื่ม โดยมีวิธีการทดลองคร่าวๆ ดังนี้

1. นำของเหลวที่จากการย่อยจากเอนไซม์ ที่ผ่านการคัดเลือกจากผลของการย่อยที่มีต่อปริมาณโอลิโกแซคคาไรด์มากที่สุด ทำการศึกษาปริมาณของของเหลวที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาจากข้าว โดยใช้การวางแผนการทดลอง Mixture Design แบบ Scheffe' simplex centroid ประกอบด้วยปัจจัยที่ต้องการศึกษา 1 ปัจจัย 3 ระดับ ได้แก่ ปริมาณของเหลวที่ผ่านการย่อยที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คาร์โบไฮเดรตในระดับ isotonic sport drinks คือ 4-8%, hypertonic sport drinks คือ 10% และ hypotonic sport drinks คือ 2% ได้สูตรทดลองทั้งหมด 3 ผลิตภัณฑ์ทดลอง

2. ทำการพัฒนาสูตรพื้นฐานที่ได้ ทั้งสามสูตรทดลอง โดยมีการเติมสารอาหารต่างๆ ตามมาตรฐานของเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา หรือจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด พร้อมกลิ่นรสที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นสูตรมาตรฐานต่อไป โดยในส่วนนี้ผู้วิจัย จะทำการปรึกษากับทางโรงงานถึงกลิ่นรส และสีที่โรงงานอยากได้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ รวมถึงมีการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค เพื่อกำหนดในส่วนของ สี

กลิ่นรสชาติของผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อไป ทั้งนี้จะสำรวจเพิ่มเติมเพื่อกำหนดจุดแข็งและจุดอ่อนของผลิตภัณฑ์ รวมทั้ง position ของผลิตภัณฑ์ในตลาด ผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการศึกษา โดยศึกษาทั้งกระบวนการฆ่าเชื้อแบบ พาสเจอร์ไรส์บรรจุขวดพลาสติกแบบทึบร้อนชนิดโพรท็อพรีฟลิ้น

3. ทำการวิเคราะห์ องค์ประกอบทางกายภาพ ได้แก่ สี pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และความชื้นหนืด องค์ประกอบทางเคมี เช่น องค์ประกอบทางเคมีพื้นฐาน (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เกล็ด เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2005) วิตามินกลุ่มที่ละลายในน้ำ ได้แก่ วิตามินบีต่างๆ และวิตามินกลุ่มที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามิน เอ วิตามิน ดี และวิตามิน อี รวมถึงปริมาณแร่ธาตุต่างๆ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม สังกะสี เหล็ก และแคลเซียม รวมถึงองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ตามฉลากโภชนาการอ้างอิงของไทยและของอเมริกา โดยส่งตรวจที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

4. ทำการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา รวมถึงการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เฉพาะในส่วนของผู้ผลิตที่ผลิตโดยกระบวนการพาสเจอร์ไรส์เท่านั้น

5. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านการฝึกฝนด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งเป็นกลุ่มนักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายจำนวน 20 คน นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9 - point hedonic scale

6. วิเคราะห์ทางสถิติแบบรีเกรสชันเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากข้าว เช่น โอลิโกแซคคาไรด์ ปริมาณวิตามินและเกลือแร่ด้วยวิธีประเมินการตอบสนองแบบโครงร่างพื้นผิว (Response surface methodology; RSM)

7. การทดสอบความปลอดภัยทำโดยการกักผลิตภัณฑ์ไว้ 2 -3 วันก่อนทดสอบโดยทำการตรวจสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในผลิตภัณฑ์

3.2.4 ทำการทดสอบหาค่า Dextrose Equivalent ต่อค่า brix ของตัวอย่างในขั้นตอนการย่อย แป้ง เพื่อให้ได้ standard curve สำหรับผู้ประกอบการนำไปใช้ในการติดตามขั้นตอนการย่อยแป้ง

ทำการทดสอบหาค่า osmolality ด้วยเครื่อง Advanced Instrument osmometer (Advanced instruments, INC., Massachusetts) ที่คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto, Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Formatted: Font color: Auto

ตอนที่ 3.3 การทดสอบในคน

ผู้วิจัยทำการยื่นโครงการวิจัยเพื่อขออนุญาตการทำวิจัยในมนุษย์ซึ่งโครงการวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาและรับรองโดยคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในมนุษย์จากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และได้รับเอกสารรับรองโครงการวิจัย หมายเลขหนังสือรับรอง RDG06T0103 Research ID: NONE-2561-05258 ลงวันที่ 26 ตุลาคม 2561 (ดังภาคผนวก) เห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยได้

ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทำการสุ่มเพื่อรับเครื่องดื่มก่อน-หลังซึ่งผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ทดสอบ มี 5 ชนิด

- A. สารหลอก (Placebo) มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ 0% แต่มีส่วนประกอบอื่นเหมือน B,C,D
- B. ผลิตภัณฑ์ทดลอง เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวชนิด hypotonic มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในอัตราส่วน 1-3% บรรจุขวด ทำให้ปลอดเชื้อ ขวดละ 250 มิลลิลิตร
- C. ผลิตภัณฑ์ทดลอง เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวชนิด isotonic มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในอัตราส่วน 6-7% บรรจุขวด ทำให้ปลอดเชื้อ ขวดละ 250 มิลลิลิตร
- D. ผลิตภัณฑ์ทดลอง เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวชนิด hypertonic มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในอัตราส่วน 8-13% บรรจุขวด ทำให้ปลอดเชื้อ ขวดละ 250 มิลลิลิตร
- E. เครื่องดื่มตรา START มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในอัตราส่วน 9% หรือตราอื่นๆ ที่มีกลูโคสในปริมาณใกล้เคียงกัน บรรจุขวด ๆ ละ 250 มิลลิลิตร เลขสารบบอาหารที่ 11-2-01545-2-0006

ผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปทดสอบ จะทำการติดฉลาก A, B, C, D, E และระบุวันหมดอายุ

1) ประชากรที่ศึกษา

แหล่งที่มาของตัวอย่าง

มีสองกลุ่ม ได้แก่ นักกีฬาฟุตบอล เพศชายของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีอายุระหว่าง 18 – 22 ปี มีประสบการณ์ในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย มีการออกกำลังกาย 6 วันต่อสัปดาห์ วันละ ประมาณ 2 ชั่วโมง ความหนักในการออกกำลังกาย ระดับปานกลางและหนักสูงสุดและ

Formatted: Font color: Auto

จำนวนอาสาสมัครที่ต้องการและวิธีการคำนวณทางสถิติ

นักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 20 คน (ใช้การคำนวณทางสถิติโดยเปิดตาราง cohen แล้วค่า power ประมาณ 0.8 ค่า size effect 0.4 ซึ่งถือว่าเหมาะสมเนื่องจากมีค่าเพาเวอร์สูงและไซส์เอฟเฟคต่ำ) (Cohen, 1988)

เกณฑ์การคัดเลือก

กลุ่มนักฟุตบอล

เกณฑ์คัดเข้า (inclusion criteria) (ACSM's guidelines for exercise testing and prescription tenth edition, 2018)

1. อายุตั้งแต่ 18 บริบูรณ์ ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 22 บริบูรณ์
2. เพศชาย
3. เป็นนักกีฬาฟุตบอล มหาวิทยาลัยนครินทร์วิโรฒ
4. ออกกำลังกาย 6 วันต่อสัปดาห์ วันละ ประมาณ 2 ชั่วโมง ความหนักในการออกกำลังกาย ระดับปานกลางและหนักสูงสุด
5. มีสุขภาพดี (โดยการตรวจร่างกายของแพทย์ประจำทีม)
6. ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) 18.6-22.9
7. ระยะเวลาการนอนหลับที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 8 ชั่วโมง

เกณฑ์คัดออก (exclusion criteria)

1. โดยทั่วไปนักกีฬาเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยง Low risk ด้าน Cardiovascular disease (ACSM's guidelines for exercise testing and prescription tenth edition, 2018) แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้เพิ่มเกณฑ์การคัดออกคือ ในนักกีฬาที่พบว่าเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease) หรือโรคทางเมตาบอลิก (Metabolic disease) หรือโรคทางไต (Renal disease) หรือมีอาการหรือสัญญาณในกลุ่มโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease) หรือโรคทางเมตาบอลิก (Metabolic disease) หรือโรคทางไต (Renal disease) ข้อบ่งชี้เหล่านี้กลุ่มตัวอย่างจะถูกคัดออกจากงานวิจัย

เกณฑ์ถอนอาสาสมัครออกจากการวิจัย (withdrawal criteria)

2. อาสาสมัครไม่สามารถปฏิบัติตามที่โครงการกำหนดได้จนอาจทำให้ไม่สามารถประเมินผล

3. ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อคัดออกกรณีมีโรคประจำตัวที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมสารโอลิโกแซคคาไรด์ หรือประวัติการแพ้สารโอลิโกแซคคาไรด์
4. ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อคัดออกกรณีไม่สามารถรับประทานเครื่องดื่มที่มีคาเฟอีน อาหารเสริมต่าง ๆ ที่รับประทานอยู่ได้
5. ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อคัดออกกรณีดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในปริมาณเกิน 1 Drink ในระยะเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนมาคัดกรองเพื่อเข้าร่วมการวิจัย
6. ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อคัดออกกรณีรับประทานอาหารที่มีไขมันในปริมาณสูง ในวันที่มีการทดสอบและฝึกออกกำลังกาย
7. ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อคัดออกกรณีไม่สามารถมาตามนัดหมายในโครงการวิจัยได้ หรือทำการทดสอบและฝึกออกกำลังกายไม่ครบตามระยะเวลาที่กำหนด จำนวน 1 ครั้ง
8. กลุ่มตัวอย่างเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

ระยะเวลาที่อาสาสมัครต้องอยู่ในโครงการวิจัย: 2 เดือน

วิธีการติดต่อในการเชิญอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัย โดยนักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สถานที่ในการติดต่อ ชมรมฟุตบอล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ *เพื่อให้ข้อมูล*

กลุ่มผู้ออกกำลังกาย

เกณฑ์คัดเข้า (inclusion criteria)

1. อายุตั้งแต่ 18 บริบูรณ์ ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 22 บริบูรณ์
2. เพศชาย
3. ออกกำลังกายประจำ (6 วันต่อสัปดาห์)

เกณฑ์คัดออก (exclusion criteria): ไม่มี

เกณฑ์ถอนอาสาสมัครออกจากโครงการวิจัย (withdrawal criteria): ไม่มี

ระยะเวลาที่อาสาสมัครต้องอยู่ในโครงการ: ประมาณ 20 นาที ในการชิมและประเมินความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบ

2) เครื่องมือที่ใช้

มีใช้ที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ควบคุมโดยผศ.ดร.ประสิทธิ์ ปัทม

- **เครื่องทดสอบสมรรถภาพร่างกาย VO2max** แสดงผลการทดสอบที่นำไปใช้วิเคราะห์ คือค่า VO2max ค่าแลคเตทในเลือดและค่ากลูโคสในเลือด (Mitranun, 2018)
- **Accu check safe-T pro plus (Roche Diagnostic)** เป็นอุปกรณ์เจาะเลือดจากปลายนิ้วโดยใช้เข็มสปริงที่ติดปลายนิ้ว นำมาหยอดบน strip เพื่อวัดค่ากลูโคส หน่วยวัดเป็น mg/dL (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)
- **อุปกรณ์ Lactate Plus (Lactate Plus™ , Nova Biomedical, Unites States of America)** คู่กับการใช้แผ่น Strip แสดงค่า lactate หน่วยวัดเป็น mmol/L (มิลลิโมล/ลิตร)
- **เครื่อง Bioelectrical Impedance (Maltron, BF 905, Rayleigh, Essex, UK)** เป็น ในการนี้ใช้วัดไขมันในร่างกาย และหน่วยวัดเป็นเปอร์เซ็นต์

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. จัดสถานที่ สำหรับการชี้แจงเกี่ยวกับโครงการวิจัย
2. เชิญนักฟุตบอลและผู้ฝึกสอนฟุตบอลเข้าประชุมและนักวิจัยชี้แจงเกี่ยวกับโครงการ หลังซักถามจนเป็นที่พอใจแล้ว ผู้สนใจลงนามในใบยินยอม และได้รับสำเนาไว้ 1 ชุด

3. คัดสรรอาสาสมัครเข้ากลุ่มทดสอบเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน โดยการสุ่มอย่างง่ายวิธี Latin square

กลุ่ม A จะได้รับผลิตภัณฑ์ A

กลุ่ม B จะได้รับผลิตภัณฑ์ B

กลุ่ม C จะได้รับผลิตภัณฑ์ C

กลุ่ม D จะได้รับผลิตภัณฑ์ D

กลุ่ม E จะได้รับผลิตภัณฑ์ E

การนัดหมายอาสาสมัครเข้าสู่การทดลอง

ก่อนวันนัดทำ VO2max

อาสาสมัครต้องปฏิบัติดังนี้

1. นอนหลับอย่างน้อยแปดชั่วโมงในคืนก่อนวันเข้ารับการทดสอบ
2. งดออกกำลังกายอย่างหนัก อย่างน้อย 24 ชั่วโมงก่อนเข้ารับการทดสอบ
3. งดรับประทานอาหารมีไขมัน 3 ชั่วโมงก่อนเข้ารับการทดสอบ
4. งดการสูบบุหรี่ ดื่มกาแฟและแอลกอฮอล์อย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ
5. นำกางเกงขาสั้นหรือขากวามาเปลี่ยน รวมทั้งรองเท้ากีฬา

วันที่ 1 จุดประสงค์เพื่อลดไกลโคเจนในกล้ามเนื้อของนักกีฬา

1. ประมาณ 17:00 น. นักกีฬามาถึงห้องปฏิบัติการ นักวิจัยสอบถามการปฏิบัติตัวก่อนเข้ารับการทดสอบว่าได้ทำตามที่ได้บอกไว้หรือไม่ (Ali et al., 2007)
2. ให้นักกีฬาเริ่มต้นอบอุ่นร่างกายประมาณ 10 นาที จากนั้นให้ปฏิบัติตามขั้นตอนเป็นลำดับดังนี้
 - ก. ปั่นจักรยานที่ความหนัก 70% ของ VO2max เป็นระยะเวลา 30 นาที
 - ข. ปั่นจักรยานให้เร็วที่สุดโดย load เป็น 2 เท่าโดยปั่นเป็นระยะเวลา 50 วินาที สลับกับช่วงพัก 2 นาที โดยทำรวมทั้งหมด 3 รอบ
 - ค. ปั่นจักรยานต่อที่ความหนัก 70% ของ VO2max เป็นระยะเวลา 45 นาที (Ali et al., 2007)
3. ประมาณ 20:00 น. หลังจากการออกกำลังกายนักกีฬาจะรับประทานอาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตต่ำ และเป็นมื้อสุดท้ายของวัน โดยอาหารที่ได้รับให้พลังงาน 56 กิโลจูลต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม ซึ่งคิดเป็นปริมาณคาร์โบไฮเดรต 1 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม หลังจากมื้ออาหารผู้เข้าร่วมวิจัยต้องไม่ได้รับอาหารชนิดอื่นๆเพิ่มเติม ยกเว้นน้ำเปล่าที่สามารถดื่มได้ตลอดเวลา (ผู้วิจัยแนะนำวิธีการปฏิบัติในการรับประทานอาหารและจัดเตรียมอาหารที่เหมาะสมแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย)

วันที่ 2 การให้ผลลัพท์เครื่องมือทดลองควบคู่กับการออกกำลังกาย

1. ประมาณ 08:00 น. ผู้เข้าร่วมวิจัยวัดองค์ประกอบทางกายโดยใช้เครื่อง Bioelectrical Impedance ให้นักกีฬานอนหงายในลักษณะคว่ำมือลงทั้งสองปลาย เท้าทั้งสองข้างยึดเหยื่ออย่างผ่อนคลาย แผ่นอิเล็กโทรดจะถูกติดตั้งที่บริเวณหลังเท้าทั้งสองข้างและบริเวณหลังมือทั้งสองข้าง (ตำแหน่งการติดทั้งหมดมี 4

จุด) จากนั้นกดตั้งค่าน้ำหนัก ส่วนสูง และอายุและเริ่มการทำงานของอุปกรณ์ โดยใช้เวลาทั้งหมด 5 นาทีต่อการทดสอบ

2. ประมาณ 08:30 น. ผู้เข้าร่วมได้รับ “ผลิตภัณฑ์ทดลอง (สาร A)” ก่อนการฝึก ปริมาณ 5 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว หลังจากนั้นฝึกเป็นช่วงๆ ละ 15 นาที โดยแต่ละช่วงมีช่วงพัก 3 นาที ทำทั้งหมด 5 รอบ (Ali et al., 2007) โดยทำบนสายพาน

บล็อกแรก – เดิน 3 x 20 เมตร โดยใช้ความเร็ว

บล็อกสอง – วิ่งเร็วสุด 1 x 20 เมตร

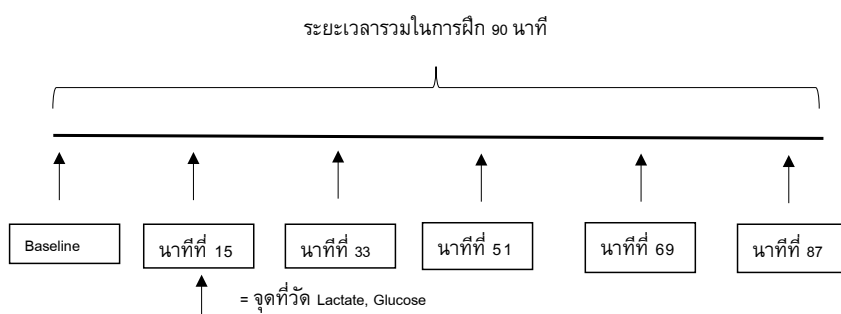
พัก 4 วินาที

บล็อกสาม – วิ่ง 3 x 20 เมตรโดยใช้ความเร็วที่ระดับ 55% ของ VO2max

บล็อกสี่ – วิ่ง 3 x 20 เมตรโดยใช้ความเร็วที่ระดับ 95% ของ VO2max

ในช่วงพัก 3 นาทีนั้น นักกีฬาจะได้รับสารชนิดโอลิโกแซคคาไรด์จากแป้งข้าวปริมาณ 2 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว

ดังนั้น เวลารวมในการฝึกคือประมาณ 90 นาที (รายละเอียดดังภาพประกอบ)



รูปที่ 3.1 การหาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์อเล็กโตรไลต์ (Ali et al., 2007)

หมายเหตุ

ผู้วิจัยได้เปลี่ยนการวัดองค์ประกอบทางกายจากการใช้ DEXA เป็นการวัดแบบ เครื่องวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Bioelectrical Impedance) (Maltron, BF 905, Rayleigh, Essex, UK) ซึ่งการวัดด้วยวิธี

Formatted: Font: Bold, Complex Script Font: Bold

Formatted: Font: Bold, Complex Script Font: Bold

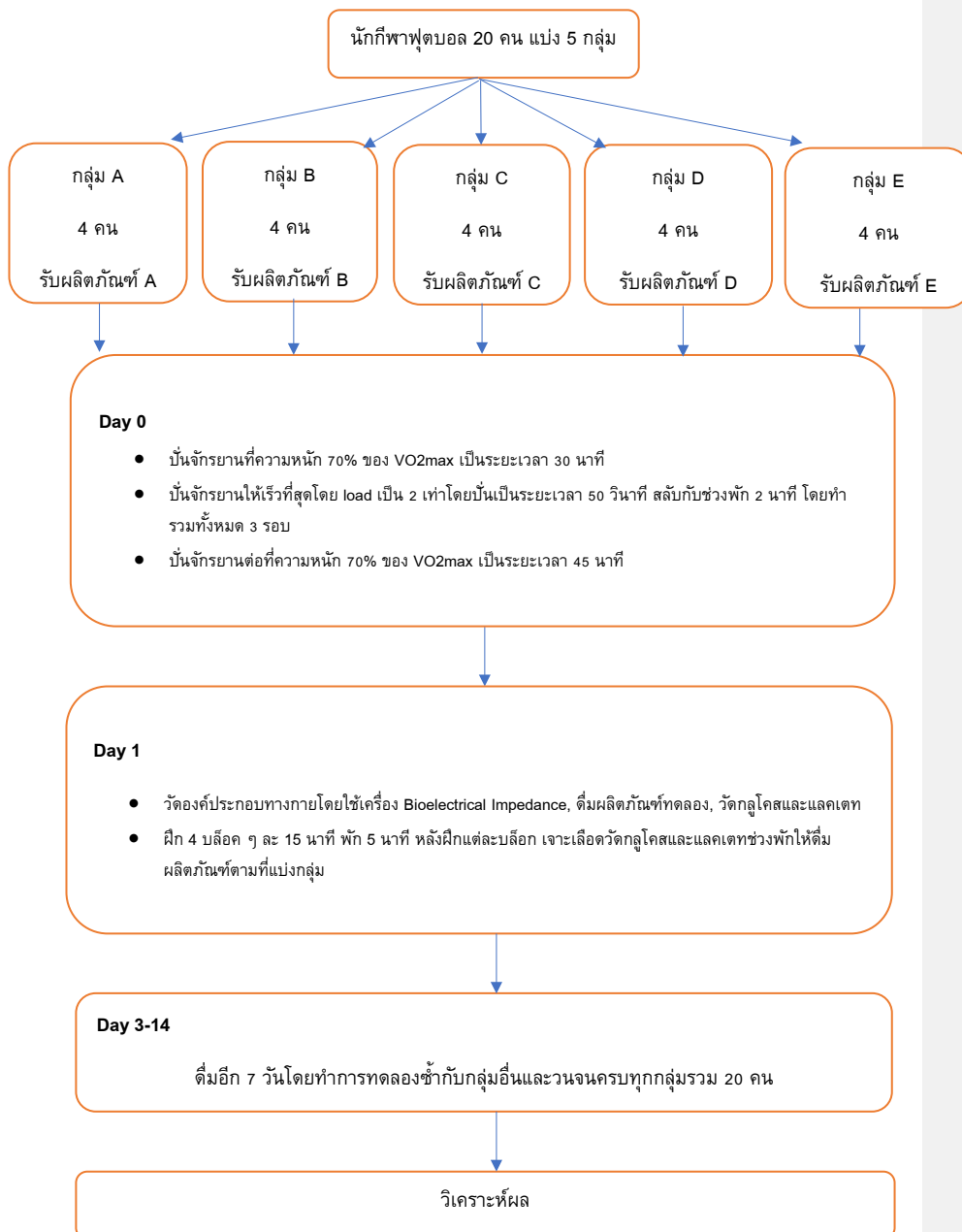
ดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือสูง เมื่อนักกีฬามาถึงห้องปฏิบัติการ ให้นักกีฬานอนหงายในลักษณะคว่ำมือลงทั้งสองปลาย เท้าทั้งสองข้างยึดเหยียดอย่างผ่อนคลาย แผ่นอิเล็กโทรดจะถูกติดตั้งที่บริเวณหลังเท้าทั้งสองข้างและบริเวณหลังมือทั้งสองข้าง (ตำแหน่งการติดตั้งทั้งหมดมี 4 จุด) จากนั้นกดตั้งค่าน้ำหนัก ส่วนสูง และอายุและเริ่มการทำงานของอุปกรณ์ อุปกรณ์ดังกล่าวจะรายงานค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย โดยใช้เวลาทั้งหมด 5 นาทีต่อการทดสอบ

3. การเจาะเลือดเพื่อวัดค่า blood Lactate และ blood glucose จะทำการเจาะที่ปลายนิ้ว มีจำนวนอย่างละ 1 ไมโครลิตร (μL) โดยเจาะก่อนเริ่มการฝึก หลังจากการฝึกในบล็อกที่ 1, หลังจากการฝึกในบล็อกที่ 2, หลังจากการฝึกในบล็อกที่ 3, หลังจากการฝึกในบล็อกที่ 4 รวมทั้งสิ้น 5 ครั้ง รวมการเจาะเลือดเพื่อวัดค่า blood Lactate และ blood glucose อย่างละ 5 ไมโครลิตร (μL)

การเจาะเลือดจากปลายนิ้วโดยใช้เข็มสปริงที่ติดปลายนิ้ว (Accu check safe-T pro plus) เพื่อวัดค่า Blood lactate และ Blood glucose โดยผู้ที่ทำการเจาะเลือดคือ พยาบาลวิชาชีพ โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ ดังนี้

- การตรวจวัด Blood lactate และ Blood glucose เป็นการวัด response ที่เกิดจากการได้รับผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพจะลดระดับความล้า (Blood lactate) และรักษาระดับน้ำตาลไม่ให้ต่ำลงมากในขณะที่ทำการฝึก การวัด Blood lactate ใช้อุปกรณ์ Lactate Plus คู่กับการใช้แผ่น Strip ซึ่งสามารถรายงานผลได้ทันที ส่วนการวัด Blood glucose ใช้อุปกรณ์ Accu check คู่กับการใช้แผ่น Strip ซึ่งสามารถรายงานผลได้ทันทีเช่นกัน

4. หลังจากนั้นให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยรับผลิตภัณฑ์ B, C, D หรือ E คนละ 1 ขวด (ตามปริมาณที่เหมาะสมที่คำนวณตามน้ำหนักตัวของผู้เข้าร่วมวิจัย) และแนะนำให้เก็บในตู้เย็น ถ้ากินแล้วเหลือให้ทิ้งไป โดยมีช่วงระยะเวลาห่างในระหว่างการดื่มผลิตภัณฑ์ในแต่ละ intervention คือ 7 วัน (จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกับสาร A)



รูปที่ 3.2 ภาพสรุปรวมการทดลองในนักกีฬาฟุตบอล (Ali et al., 2007)

Formatted: Font: Bold, Complex Script Font: Bold

3) การทดสอบความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป 50 คน จัดเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ใช้ทดสอบดังนี้

การเตรียม master sheet

เขียนชื่อตัวอย่าง (sample identification) ที่จะใช้ทดสอบลงใน master sheet ที่มีเพียงนักวิจัยหรือผู้เชี่ยวชาญการทดสอบทางประสาทสัมผัสเท่านั้นที่รู้คุณลักษณะประจำตัวของตัวอย่าง

การเตรียมการทดสอบ

เตรียมใบทดสอบ เดิมวันที่ที่ทดสอบ, หมายเลขผู้ทดสอบ และหมายเลขสุ่มตามลำดับที่ตัวอย่างจะถูกประเมิน (ที่กำหนดไว้ใน random permutations; perm.)

วิธีการนำเสนอตัวอย่าง

นำเสนอตัวอย่าง 1 ตัวอย่างต่อ 1 การทดสอบ เตรียมตัวอย่าง โดยให้มีขนาดและลักษณะปรากฏเหมือนกันทุกตัวอย่าง

ขนาดของตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มปริมาตรที่เหมาะสม 15 – 20 มิลลิลิตร

อุณหภูมิที่ใช้ในการนำเสนอตัวอย่าง

ประมาณ 25 – 30 องศาเซลเซียส

ภาชนะที่จะใช้เสิร์ฟตัวอย่าง

ภาชนะแก้วพลาสติกสีขาวชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้ง โดยติดฉลากรหัสที่ผู้เข้าร่วมวิจัยจะไม่ทราบได้ว่าคือสารทดสอบชนิดใด

การจัดตัวอย่างและการนำเสนอ

จัดตัวอย่างสำหรับผู้ทดสอบแต่ละคนลงบนถาด โดยเรียงตามลำดับตัวอย่างที่จะถูกนำเสนอจากซ้ายไปขวา ใส่ใบคะแนนลงบนถาดและนำล้างปาก เช็กลำดับในการนำเสนอตัวอย่างอีกครั้งหนึ่งแล้วทำการนำเสนอตัวอย่างแก่ผู้ทดสอบแต่ละคน

การบันทึกและการวิเคราะห์

บันทึกข้อมูลและถอดคะแนนที่ได้จากผู้ทดสอบลงใน master sheet ให้ใช้ปากกาวงกลมตรงจุดที่ผู้ทดสอบได้ทำเครื่องหมายไว้ (paired difference, triangle และ duo - trio) หรือจำนวนที่ผู้ทดสอบ

เห็นชอบ A หรือ B มากกว่า (paired preference) เว้นช่องว่างสำหรับการให้คะแนนใน master sheet ไว้ด้วยแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์

โดยทำการเจาะเลือดเพื่อวัดค่า blood Lactate และ blood glucose โดยทำการเจาะเลือดเพื่อวัดค่า blood Lactate และ blood glucose ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าทั้งสองในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้ One-way ANOVA with repeated และหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้ Independent t-test

ความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป 50 คน ลักษณะคุณภาพที่ประเมินได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ให้คะแนนแบบ 9-Point Hedonic scale โดยมีเกณฑ์ให้คะแนน คือ 9 -1 หมายถึง ชอบมากที่สุดจนถึงไม่ชอบที่สุดตามลำดับ นำคะแนนผลการทดสอบชิมที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเลือกสูตรที่มีกลิ่นและรสที่เหมาะสมนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

ตอนที่ 3.4 การศึกษากระบวนการผลิตและการจัดการความปลอดภัยอาหาร

ทำการศึกษากระบวนการผลิตและการจัดการความปลอดภัยอาหารโดยวิธีการผลิต คือ การใช้วิธีการพาสเจอร์ไรเซชันหรือสเตอริไลเซชัน และในส่วนที่โรงงานต้องการที่จะใช้ในกระบวนการผลิตจริง ทำการทดสอบโดยทำการผลิตในโรงงานผลิตเครื่องดื่มของผู้ประกอบการ ทำการเขียนแผนการจัดการด้านความปลอดภัยอาหารสำหรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ได้แก่ ระบบ GMP และ HACCP เป็นต้น

ตอนที่ 3.5 การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตทั้งแบบวิธีการใช้พาสเจอร์ไรเซชันหรือสเตอริไลเซชันซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ใช้ผลิตจริงและบรรจุในภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ใช้จำหน่ายจริง โดยวิธี Q 10 และแบบจำลองจลนพลศาสตร์ (Kinetic model) โดยการทดสอบในสภาวะเร่ง (Accelerated

Shelf Life Test, ASLT) และวัดดัชนีการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ กายภาพและทางเคมี สำหรับ
อุณหภูมิที่ใช้แรงในการเก็บรักษาสามารถแยกได้ตามผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. สำหรับผลิตภัณฑ์พร้อมดื่มผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรเซชัน (pasteurized product)
จะทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิสำหรับการเก็บรักษาลดลง
ดังกล่าวเป็นอุณหภูมิตู้เย็นที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 8-10 องศาเซลเซียส โดยรูปแบบบรรจุภัณฑ์ของเครื่องดื่ม
อิเล็กทรอนิกส์จากข้าวผ่านการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรเซชันบรรจุขวดพลาสติกแบบทึบร้อนชนิดโพรลีนโพรพิลีน
สามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องหรือเก็บรักษาในอุณหภูมิตู้เย็น

2. สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีสเตอริไลเซชัน
(sterilized product) จะทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25, 35 และ 45 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิ
สำหรับการเก็บรักษาลดลงดังกล่าวเป็นอุณหภูมิห้อง โดยประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 31
องศาเซลเซียส ดังนั้นการเสื่อมเสียเกิดขึ้นได้จากอุณหภูมิระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาที่มีอุณหภูมิ
เปลี่ยนแปลง โดยของเครื่องดื่มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวผ่านการฆ่าเชื้อแบบวิธีสเตอริไลเซชันบรรจุจุกรีทอร์ทเพาซ์
แบบมีจุกเปิดบนถุง ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้ปกติที่อุณหภูมิห้อง

ตอนที่ 3.6 การศึกษาประสิทธิภาพและต้นทุนในการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าว

1. ศึกษาการย่อยแป้งข้าวเสาไห้โดยกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ ได้แก่ แอลฟาอะไมเลส
จากบริษัท สยามวิคทอรี่ เคมีคอล จำกัดเพื่อให้ได้สาร ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารชนิดโกลิโกแซคคาไรด์
และน้ำตาลอื่นๆ ที่ได้จากการย่อยด้วยเอนไซม์

2. เตรียมตัวอย่างแป้งข้าวเสาไห้ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร โดยชั่ง
แป้งข้าว 10.7 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วใส่น้ำกลั่นให้มีปริมาตรเท่ากับ 100 มิลลิลิตร
ซึ่งในแต่ละการทดลองจะมีขั้นตอนในการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (GC 358) ความเข้มข้น 44.0150
หน่วยยูนิต์ต่อมิลลิลิตร (U/ml) ที่สภาวะค่าความเป็นกรดต่างเท่ากับ 6.5 แขนงอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 85
องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Gallenkamp เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในการทดลองปรับค่าความเป็นกรดต่างด้วย
สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 โมลาร์ และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ ทำการกวนผสมทุกๆ 1
ชั่วโมง โดยทุกชุดการทดลองจะทำการทดลอง 3 ซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ย แล้วเก็บตัวอย่างนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว
9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อนำส่วนใสไปวิเคราะห์ปริมาณสารชนิดโกลิโกแซคคาไรด์และน้ำตาล
กลูโคสโดยส่ง บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto, Not Highlight

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto, Not Highlight

Formatted: Font color: Auto

3. การคำนวณต้นทุนของกระบวนการเมื่อได้สภาวะการย่อยแบ่งข้าวด้วยกรดและเอนไซม์ที่สามารถผลิตสารชนิดโอลิโกแซคคาไรด์ได้สูงที่สุดแล้วจึงนำมาศึกษาต้นทุนที่เกิดขึ้นในกระบวนการย่อย โดยแบ่งเป็นต้นทุนจาก 1) ค่าเอนไซม์ 2) ค่าข้าว รวมทั้งความสิ้นเปลืองพลังงานโดยพิจารณาปัจจัยด้านระยะเวลาและอุณหภูมิร่วมด้วย ได้แก่ 3) ค่าไฟฟ้าและ 4) ค่าน้ำ

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

ตอนที่ 3.7 ถ่ายทอดผลการวิจัย

- จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์
- ถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้ประกอบการ
- การยื่นขอจดสิทธิบัตรกับหน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและถ่ายทอดเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ซึ่งทางหน่วยงานดังกล่าวได้จัดทำบันทึกข้อตกลงความเข้าใจร่วมกัน (MOU) กับทางสกว. แล้ว ทั้งนี้การจดสิทธิบัตรจะยึดถือตามแนวปฏิบัติในการยื่นคำขอรับสิทธิบัตรอนุสิทธิบัตร พ.ศ.2554 ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ตอนที่ 4.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว

Formatted: Font: 16 pt, Complex Script Font: 16 pt, (Asian) Chinese (China)

4.1.1 การศึกษาทางด้านการตลาดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาจากข้าว

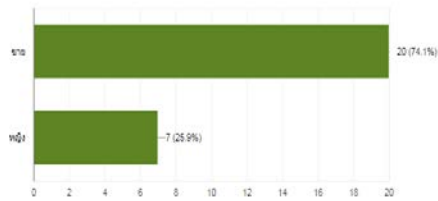
การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องการรับข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดและรูปแบบการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) ของผู้บริโภค โดยกลุ่มประชากรในการศึกษาครั้งนี้คือนักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปที่ทำการตอบแบบสอบถามออนไลน์จำนวน 27 คน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 27 คน แบ่งออกเป็นเพศชายจำนวน 20 คนคิดเป็นร้อยละ 74.1 และเพศหญิงจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 25.9 โดยมีช่วงอายุระหว่าง 20-30 ปีจำนวน 17 คนคิดเป็นร้อยละ 63 อายุ 30-40 ปีจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 25.9 อายุ 41-50 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.1 สำหรับระดับการศึกษาส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 66.7 รองลงมา เป็นระดับสูงกว่าปริญญาตรีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 22.2 ระดับอนุปริญญาหรือปวส. จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.7 และระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 ซึ่งอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนักเรียน นิสิตและนักศึกษาจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 44.4 รองลงมาเป็นพนักงานบริษัทจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 29.6 ข้าราชการหรือพนักงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 พนักงานบริษัทเอกชน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 29.6 ประกอบธุรกิจส่วนตัวจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 รับจ้างทั่วไปจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.7 และอาชีพอื่นๆ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 โดยระบุว่าทำอาชีพพนักงานมหาวิทยาลัยและครูโรงเรียนเอกชน ทั้งนี้กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 10,000 บาท จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 44.4 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 10,000-20,000 บาท จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.1 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 20,001-30,000 บาท จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 22.2 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 30,001-40,000 บาทจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 14.8 และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 40,000 บาท จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 (รูปที่ 4.1)

1) เพศ

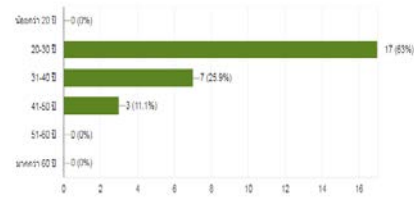
27 responses



ร้อยละของเพศผู้ตอบแบบสอบถาม

2) อายุ

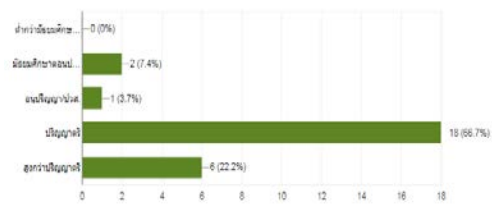
27 responses



ร้อยละอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

3) ระดับการศึกษาสูงสุด

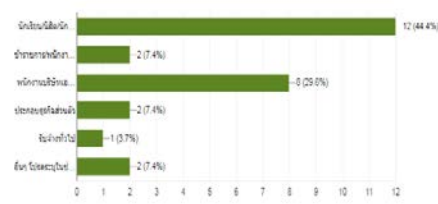
27 responses



ร้อยละของระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถาม

4) อาชีพ

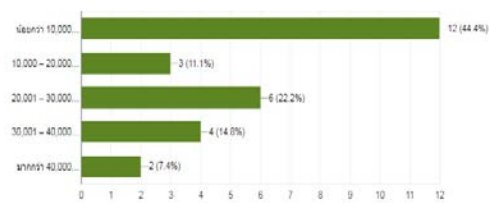
27 responses



ร้อยละของอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

5) รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

27 responses



ร้อยละรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

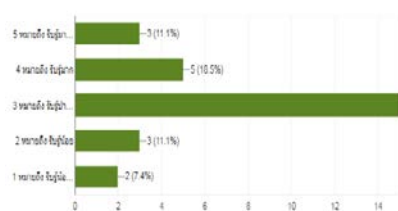
รูปที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 การรับข้อมูลผ่านเครื่องมือสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink)

การรับรู้ข้อมูลผ่านเครื่องมือสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาพบว่าข้อคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามได้ให้คะแนนการรับรู้มากที่สุดของด้านต่างๆ โดยด้านต่างๆ ที่ได้สัดส่วนมากที่สุดในระดับการรับรู้มาก (คะแนนเท่ากับ 4) ในด้านการโฆษณาผ่านทางอินเทอร์เน็ตหรือสังคมออนไลน์ การส่งเสริมการขายโดยให้ของแถม การประชาสัมพันธ์โดยการให้บุคคลมีชื่อเสียงเป็นพรีเซ็นเตอร์ เช่น นักร้อง/ นักแสดง/ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการออกร้านในงานแสดงสินค้า จากผลการศึกษาพบว่าด้านต่างๆ ที่ได้สัดส่วนมากที่สุดในระดับการรับรู้ปานกลาง (คะแนนเท่ากับ 3) ได้แก่ การส่งเสริมการขายโดยการแจกสินค้าตัวอย่างเพื่อให้ทดลองดื่ม การส่งเสริมการขายโดยการแจกคูปองส่วนลด การส่งเสริมการขายโดยการลุ้นรับรางวัลหรือการจัดชิงโชค การประชาสัมพันธ์โดยการจัดแถลงข่าวเปิดตัวสินค้าใหม่ การประชาสัมพันธ์โดยการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อสังคม เช่น การช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม การประชาสัมพันธ์โดยการตีพิมพ์เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาในสื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร การรับรู้ผ่านการตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดกิจกรรมตามเทศกาล/ช่วงเวลา เช่น เทศกาลปีใหม่ งานวิ่ง งานกีฬาต่างๆ การรับรู้ผ่านการตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดกิจกรรมเปิดตัวสินค้าใหม่ การรับรู้ผ่านการตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดการประกวด หรือการแข่งขันในกิจกรรมต่างๆ สำหรับด้านต่างๆ ที่ได้สัดส่วนมากที่สุดในระดับการรับรู้ต่ำ (คะแนนเท่ากับ 2) ได้แก่ การรับรู้ผ่านทางวิทยุ การรับรู้ผ่านทางนิตยสาร (รูปที่ 4.2)

การโฆษณาผ่านทางโทรทัศน์

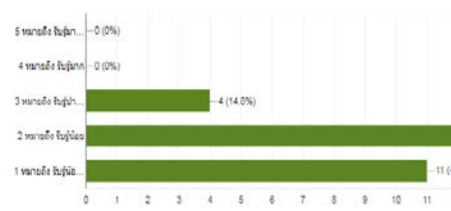
27 responses



ร้อยละการรับรู้ผ่านทางโทรทัศน์

การโฆษณาผ่านทางวิทยุ

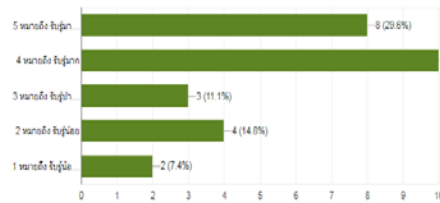
27 responses



ร้อยละการรับรู้ผ่านทางวิทยุ

การโฆษณาผ่านทางอินเทอร์เน็ต/สังคมออนไลน์

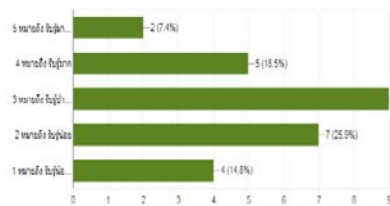
27 responses



ร้อยละการรับรู้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต/สังคมออนไลน์

การส่งเสริมการขายโดยการแจกสินค้าตัวอย่างเพื่อให้ทดลองดื่ม

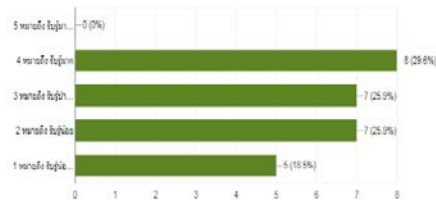
27 responses



การรับรู้ผ่านการส่งเสริมการขายโดยการแจกสินค้าตัวอย่างเพื่อให้ทดลองดื่ม

การส่งเสริมการขายโดยการให้ของแถม

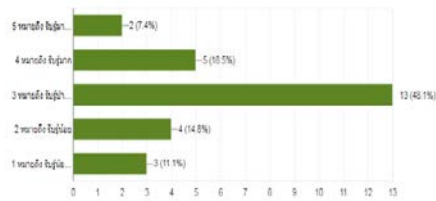
27 responses



การรับรู้ผ่านการส่งเสริมการขายโดยการให้ของแถม

การประชาสัมพันธ์โดยการจัดแถวเปิดตัวสินค้าใหม่

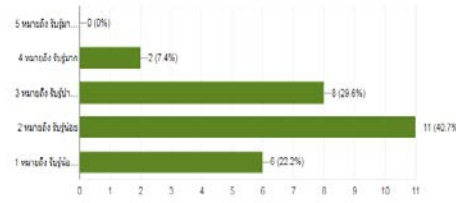
27 responses



การรับรู้ผ่านการประชาสัมพันธ์โดยการจัดแถวเปิดตัวสินค้าใหม่

การโฆษณาทางนิตยสาร

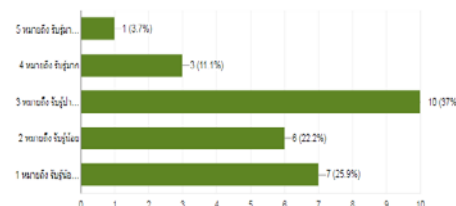
27 responses



ร้อยละการรับรู้ทางนิตยสาร

การส่งเสริมการขายโดยการแจกคูปองส่วนลด

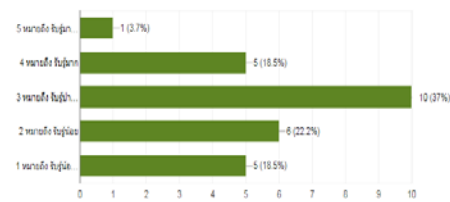
27 responses



การรับรู้ผ่านการส่งเสริมการขายโดยการแจกคูปองส่วนลด

การส่งเสริมการขายโดยการลุ้นรางวัล/การจัดชิงโชค

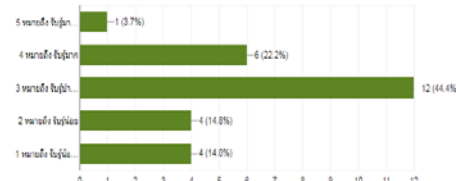
27 responses



การรับรู้ผ่านการส่งเสริมการขายโดยการลุ้นรางวัล/การจัดชิงโชค

การประชาสัมพันธ์โดยการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อสังคม เช่น การช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม

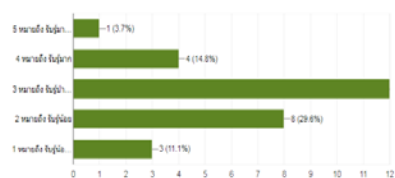
27 responses



การรับรู้ผ่านการประชาสัมพันธ์โดยการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อสังคม เช่น การช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม

การประชาสัมพันธ์โดยการจัดพิมพ์เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์
 ใต้รถไฟจากข้าวเพื่อให้งานแก่นักกีฬาในสิ่งพิมพ์ต่างๆ เช่นหนังสือพิมพ์
 นิตยสาร

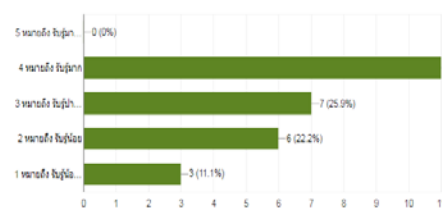
27 responses



การรับผ่านการประชาสัมพันธ์โดยการพิมพ์เผยแพร่ความรู้
 เกี่ยวกับประโยชน์ของเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์ใต้รถไฟจากข้าวเพื่อให้พลังงาน
 แก่นักกีฬาในสิ่งพิมพ์ต่างๆ เช่นหนังสือพิมพ์ นิตยสาร

การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการออกงานในงานแสดงสินค้า

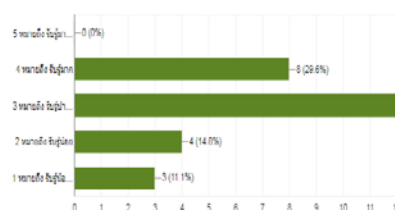
27 responses



การรับผ่านการตลาดเชิงกิจกรรมโดยการออกงานในงานแสดง
 สินค้า

การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดการแข่งขันเปิดตัวสินค้าใหม่

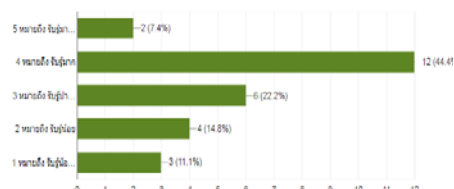
27 responses



การรับผ่านการตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดการแข่งขันเปิดตัวสินค้า
 ใหม่

การประชาสัมพันธ์โดยการให้บุคคลมีชื่อเสียงเป็นพรีเซ็นเตอร์ เช่น นักร้อง/นักแสดง ผู้
 เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

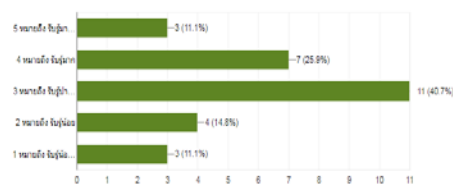
27 responses



การรับผ่านการประชาสัมพันธ์โดยการให้บุคคลมีชื่อเสียงเป็นพรีเซ็น
 เตอร์ เช่น นักร้อง/ นักแสดง/ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน

การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดการตามเทศกาล/ช่วงเวลา เช่น เทศกาลปีใหม่
 งานวิ่ง งานกีฬาต่างๆ

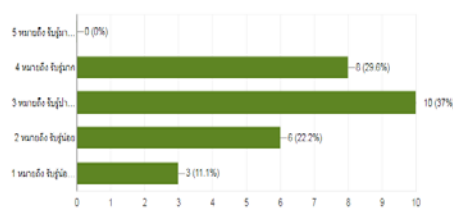
27 responses



การรับผ่านการตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดการตามเทศกาล/
 ช่วงเวลา เช่น เทศกาลปีใหม่ งานวิ่ง งานกีฬาต่างๆ

การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดการประกวด หรือการแข่งขันในกิจกรรมต่าง ๆ

27 responses



การรับผ่านการตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดการประกวด หรือการ
 แข่งขันในกิจกรรมต่าง ๆ

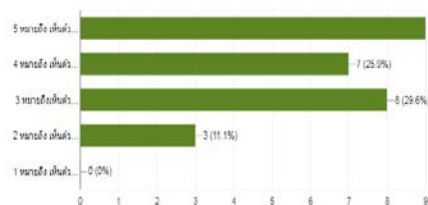
รูปที่ 4.2 การรับข้อมูลผ่านเครื่องมือการสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการของเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์
 ข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา

ส่วนที่ 3 รูปแบบการดำเนินชีวิตเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพและการออกกำลังกาย จำนวน 9 คำถาม

รูปแบบการดำเนินชีวิตเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพและการออกกำลังกายของผู้ตอบแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่เป็นผู้ที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ เป็นสมาชิกเกี่ยวกับสุขภาพหรือสปอร์ตคลับในระดับปานกลาง มีความสนใจทดลองบริโภคสินค้าให้พลังงานสำหรับนักกีฬาชนิดใหม่ในระดับปานกลาง มีความสนใจข้อมูลหรือข่าวสารเกี่ยวกับสุขภาพและการออกกำลังกายในระดับมาก มีความสนใจออกกำลังกายเพื่อสุขภาพของตนเองอย่างสม่ำเสมอในระดับมาก สนใจตรวจสุขภาพของตนเองอย่างสม่ำเสมอในระดับมาก มีความคิดว่าการบริโภคอาหาร หรือเครื่องดื่มให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เช่น สารสกัดจากข้าว สามารถช่วยให้ท่านออกกำลังกายได้มีประสิทธิภาพขึ้นในระดับมากและระดับปานกลาง มีความคิดว่าการบริโภคอาหาร หรือเครื่องดื่มให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เช่น สารสกัดจากข้าว สามารถช่วยลดความเหนื่อยล้าจากการออกกำลังกายในระดับปานกลาง มีความคิดว่าการออกกำลังกายเพื่อมีสุขภาพที่ดีมีความสำคัญอย่างมากในระดับมากที่สุด (รูปที่ 4.3)

ด้านกิจกรรม- ท่านออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาอย่างสม่ำเสมอ

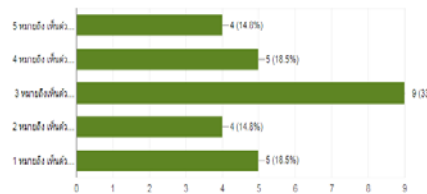
27 responses



ด้านกิจกรรม- การออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาอย่างสม่ำเสมอ

ด้านกิจกรรม- ท่านเป็นสมาชิกชมรมเกี่ยวกับสุขภาพ หรือสปอร์ตคลับ

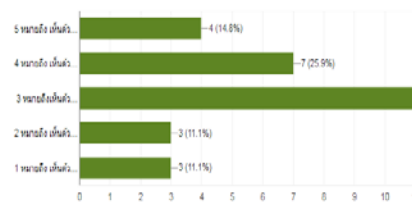
27 responses



ด้านกิจกรรม- การเป็นสมาชิกชมรมเกี่ยวกับสุขภาพ หรือสปอร์ตคลับ

ด้านความสนใจ - ท่านสนใจทดลองบริโภคสินค้าให้พลังงานสำหรับนักกีฬาชนิดใหม่

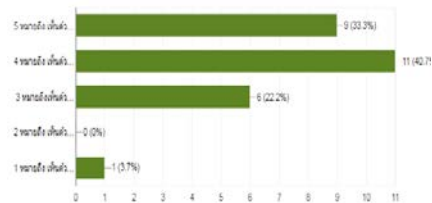
27 responses



ด้านความสนใจ - ความสนใจทดลองบริโภคสินค้าให้พลังงานสำหรับนักกีฬาชนิดใหม่ๆ

ด้านความสนใจ - ท่านสนใจข้อมูล หรือข่าวสารเกี่ยวกับสุขภาพและการออกกำลังกาย

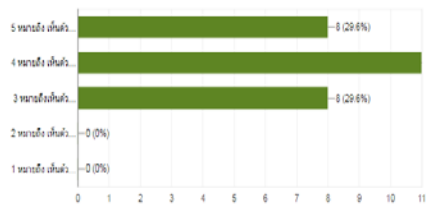
27 responses



ด้านความสนใจ - ความสนใจข้อมูล หรือข่าวสารเกี่ยวกับสุขภาพและการออกกำลังกาย

ด้านความสนใจ - ท่านสนใจออกกำลังกายเพื่อสุขภาพของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

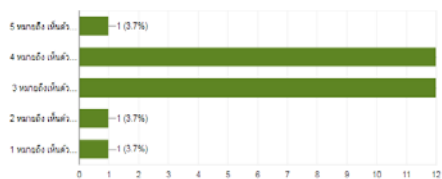
27 responses



ด้านความสนใจ - ความสนใจออกกำลังกายเพื่อสุขภาพของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

ด้านความคิดเห็น - ท่านคิดว่ากรบริโภคอาหาร หรือเครื่องดื่มให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เช่น สารสกัดจากข้าว สามารถช่วยให้ท่านออกกำลังกายได้มีประสิทธิภาพขึ้น

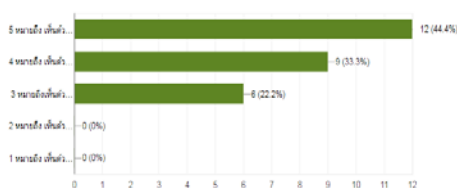
27 responses



ด้านความคิดเห็น - ความคิดเห็นว่าการบริโภคอาหาร หรือเครื่องดื่มให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เช่น สารสกัดจากข้าว สามารถช่วยให้ท่านออกกำลังกายได้มีประสิทธิภาพขึ้น

ด้านความคิดเห็น - ท่านคิดว่ากรออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่ดีมีความสำคัญอย่างมาก

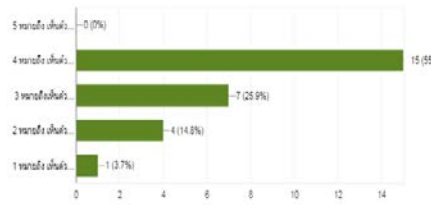
27 responses



ด้านความคิดเห็น - ความคิดเห็นว่าการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพที่ดีมีความสำคัญอย่างมาก

ด้านความสนใจ - ท่านสนใจตรวจสุขภาพของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

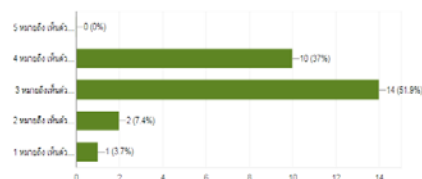
27 responses



ด้านความสนใจ - ความสนใจตรวจสุขภาพของตนเองอย่างสม่ำเสมอ

ด้านความคิดเห็น - ท่านคิดว่ากรบริโภคอาหาร หรือเครื่องดื่มให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เช่น สารสกัดจากข้าว สามารถช่วยลดความเหนื่อยล้าจากการออกกำลังกาย

27 responses

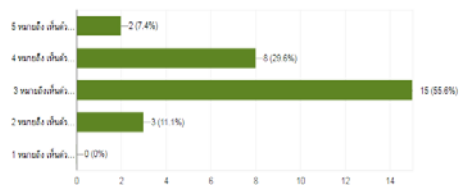


ด้านความคิดเห็น - ความคิดเห็นว่าการบริโภคอาหาร หรือเครื่องดื่มให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เช่น สารสกัดจากข้าว สามารถช่วยลดความเหนื่อยล้าจากการออกกำลังกาย

รูปที่ 4.3 รูปแบบการดำเนินชีวิตเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพและการออกกำลังกาย

ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะ
ช่วยให้ประสิทธิภาพในการออกกำลังกายดีขึ้น

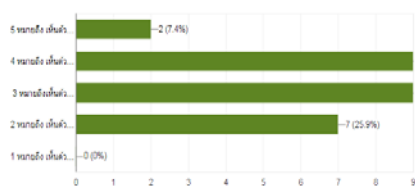
27 responses



การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและ
ผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยให้ประสิทธิภาพในการ
ออกกำลังกายดีขึ้น

ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมี
รสชาติที่อร่อยและสีที่สวยงาม

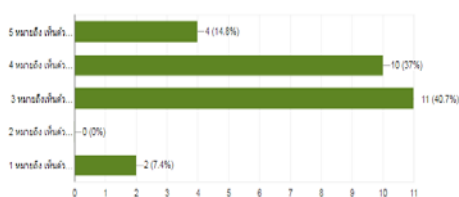
27 responses



การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและ
ผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีรสชาติที่อร่อยและสีที่
สวยงาม

ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะ
กิจกรรมส่งเสริมการตลาด เช่น การลดราคา การจัดชิงโชคเป็นต้น

27 responses

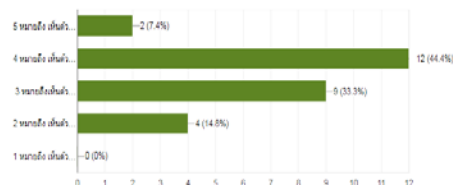


การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและ
ผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะกิจกรรมส่งเสริมการตลาด
เช่น การลดราคา การจัดชิงโชคเป็นต้น

รูปที่ 4.4 การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะ
ช่วยลดความเหนื่อยและเมื่อล้าจากการออกกำลังกายได้ดีขึ้น

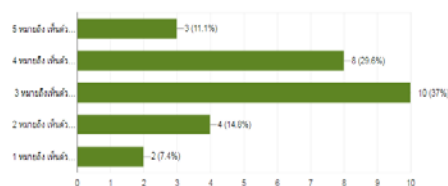
27 responses



การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา
และผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยลดความเหนื่อย
และเมื่อล้าจากการออกกำลังกายได้ดีขึ้น

ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะ
บรรจุภัณฑ์มีความน่าสนใจ

27 responses



การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา
และผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์มีความ
น่าสนใจ

ส่วนที่ 4 การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

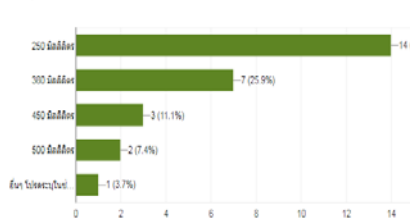
ผลการศึกษาจากความคิดเห็นที่เป็นร้อยละส่วนใหญ่ของผู้ตอบแบบสอบถามด้านการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป พบว่า การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยให้ประสิทธิภาพในการออกกำลังกายดีขึ้นอยู่ในระดับปานกลาง การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยลดความเหนื่อยและเมื่อยล้าจากการออกกำลังกายได้ดีขึ้นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างมาก การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีรสชาติที่อร่อยและสีสันทันตึงอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างมาก และเห็นด้วยปานกลาง การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์มีความน่าสนใจอยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง และการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะกิจกรรมส่งเสริมการตลาด เช่น การลดราคาและการจัดชิงโชค เป็นต้นอยู่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง (รูปที่ 4.4)

ส่วนที่ 5 พฤติกรรมการซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

พฤติกรรมการซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามมีพฤติกรรมส่วนใหญ่ในการซื้อเครื่องดื่มให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายในขนาด 250 มิลลิลิตร ซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายส่วนใหญ่ 1-2 วันต่อสัปดาห์ โดยส่วนใหญ่ซื้อที่ร้านสะดวกซื้อ รองลงมาเป็นร้านโชห่วย และมีมินิมาร์ท เช่น Tops daily supermarket Mini Big C Lotus Express ห้างสรรพสินค้า และอื่นๆ ได้ระบุว่าร้านใกล้สถานที่ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬา และมีเหตุผลสำคัญที่สุดที่ทานตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกาย โดยเลือกในด้านคุณภาพ เช่น ผ่านการรับรองจากอย. มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 37 รองลงมาเป็นด้านความปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 22.2 ด้านความสะดวก คิดเป็นร้อยละ 18.5 ด้านชื่อเสียงของตราสินค้า คิดเป็นร้อยละ 11.1 และด้านอื่น คิดเป็นร้อยละ 7.4 โดยระบุว่าเป็นด้านโภชนาการและประโยชน์ต่อร่างกาย ทั้งนี้จากงานวิจัยของ ศรีเวียง ทิพกานนท์ และคณะ (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่และผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายเครื่องดื่มเกลือแร่ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมความต้องการ และทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่ (Sport Drink) ผู้ทดสอบที่เคยดื่มผลิตภัณฑ์จำนวน 150 คนจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ได้แก่ รสชาติ ราคา คุณค่าทางโภชนาการ และบรรจุภัณฑ์ โดยผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสสัมผัส และต้องการให้เดิมส่วนผสมจากธรรมชาติ จากการสำรวจพบว่าทั้งสองกลุ่มให้ความสำคัญในลักษณะด้านขนาดบรรจุ และราคา ในทิศทางเดียวกันโดยต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีขนาดบรรจุสูงสุด คือ 500 มิลลิลิตร และมีราคาต่ำที่สุดที่ 15 บาท ซึ่งเมื่อนำมาสรุปเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ได้รับจากผู้ตอบแบบสอบถามในงานวิจัยนี้

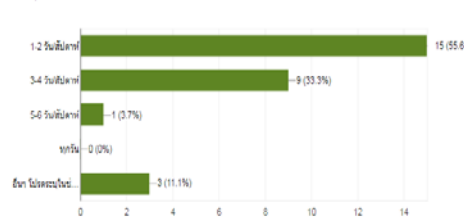
จึงพบว่าปัจจัยในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องต้มให้พลังงานที่แตกต่างออกไปโดยงานวิจัยนี้พบว่าปัจจัยสำคัญคือคุณภาพและความปลอดภัย โดยขนาดของผลิตภัณฑ์ที่นิยมซื้ออยู่ที่ 250 มิลลิลิตร ซึ่งความแตกต่างของผลการศึกษาในงานวิจัยทั้ง 2 เรื่องนี้อาจมาจากการวางเครื่องมือในการศึกษาและการระบุปัจจัยในการศึกษาที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำผลการศึกษาของทั้ง 2 งานวิจัยมาประกอบในการตัดสินใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป (รูปที่ 4.5)

ท่านซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายขนาดใด



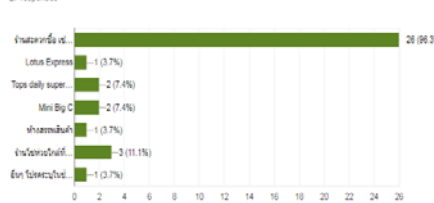
การซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายขนาดใด

ท่านซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายบ่อยครั้งแค่ไหน



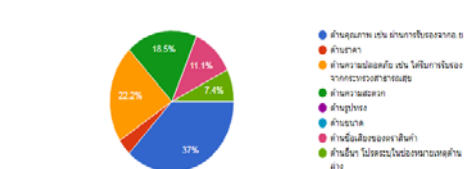
ท่านซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายบ่อยครั้งแค่ไหน

ท่านซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายจากสถานที่ใดเป็นประจำ



ท่านซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายบ่อยจากสถานที่ใดเป็นประจำ

เหตุผลสำคัญที่สุดที่ท่านตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกาย



เหตุผลสำคัญที่สุดที่ท่านตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องต้ม
เพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกาย

รูปที่ 4.5 พฤติกรรมการซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

ส่วนที่ 6 ความคาดหวังของผู้บริโภคต่อการซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

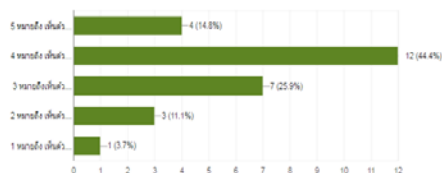
ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคาดหวังของผู้บริโภคต่อการซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปโดยส่วนใหญ่ในด้านต่างๆ ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด (คะแนนเท่ากับ 5) ได้แก่ การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะรสชาติอร่อยถูกปาก การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะสะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ในระดับเห็นด้วยมาก (คะแนนเท่ากับ 4) ในด้านต่างๆ ได้แก่ การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะข้อความบนฉลากมองเห็นง่าย และชัดเจน ระบุรายละเอียดส่วนผสม สถานที่ผลิต และวันที่ผลิตอย่างชัดเจน การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์เปิดง่ายและสะดวกต่อการดื่ม การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยดับกระหาย คลายร้อน สร้างความสดชื่นและให้พลังงานแก่ร่างกาย การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะราคามีความเหมาะสมกับคุณค่าที่ได้รับ การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีราคาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีราคาที่ถูกลงกว่ายี่ห้ออื่นโดยมีคุณภาพใกล้เคียงกัน การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะกระจายสินค้าทั่วถึง หาซื้อได้ง่าย ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะสินค้าวางจำหน่ายตลอด เพียงพอต่อความต้องการ การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีการวางตำแหน่งของสินค้าที่โดดเด่น จับต้องได้ง่าย

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ในระดับเห็นด้วยปานกลาง (คะแนนเท่ากับ 3) ในด้านต่างๆ ได้แก่ การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อม การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีความหวานในระดับที่พอดี การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีให้เลือกหลายขนาดตามความเหมาะสม การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะราคามีความเหมาะสมกับปริมาณสินค้า การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะราคามีความเหมาะสมกับคุณค่าที่ได้รับ การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีส่วนลดเมื่อซื้อในปริมาณมาก การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะการใช้ดารา นักร้อง นักแสดง ที่มีชื่อเสียงเป็น พิธีเซเตอร์ในการโฆษณาสินค้า การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะการโฆษณาและประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายตามห้างสรรพสินค้า และการตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีการแจกตัวอย่างสินค้าให้ทดลองดื่ม (รูปที่ 4.6)

ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะรูปทรงและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ดูดี มีเอกลักษณ์ ทันสมัย ได้มาตรฐานและดึงดูดความสนใจ

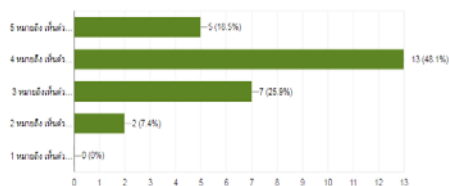
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะรูปทรงและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ดูดี มีเอกลักษณ์ ทันสมัย ได้มาตรฐานและดึงดูดความสนใจ

ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์เปิดง่ายและสะดวกต่อการดื่ม

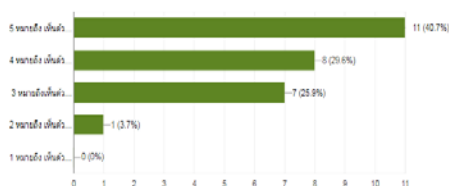
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์เปิดง่ายและสะดวกต่อการดื่ม

ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะรสชาติอร่อยถูกปาก

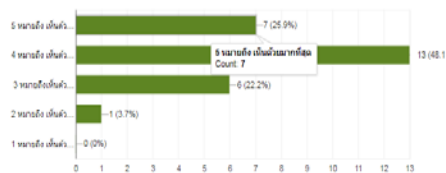
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะรสชาติอร่อยถูกปาก

ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะข้อความบนฉลากมองเห็นง่ายและชัดเจน ระบุรายละเอียดส่วนผสม สถานที่ผลิต และวันที่ผลิตอย่างชัดเจน

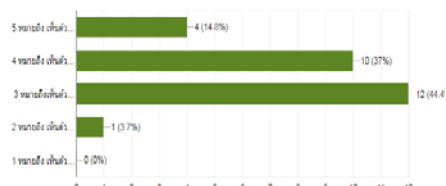
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะข้อความบนฉลากมองเห็นง่ายและชัดเจน ระบุรายละเอียดส่วนผสม สถานที่ผลิต และวันที่ผลิตอย่างชัดเจน

ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยส่งเสริมและรักษาสีและกลิ่น

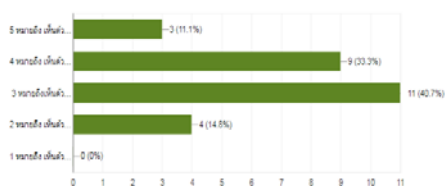
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยส่งเสริมและรักษาสีและกลิ่น

ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีสีที่ดึงดูดใจ

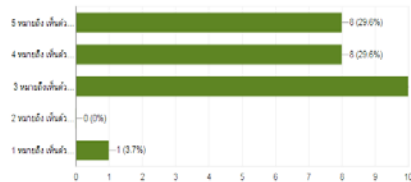
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีสีที่ดึงดูดใจ

ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีความหวานในระดับที่พอดี

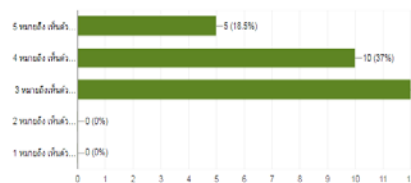
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีความหวานในระดับที่พอดี

ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีให้เลือกหลายขนาดตามความเหมาะสม

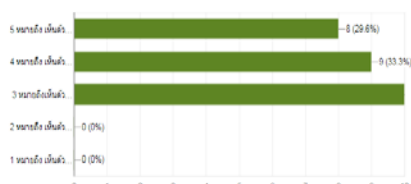
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีให้เลือกหลายขนาดตามความเหมาะสม

ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะราคามีความเหมาะสมกับปริมาณสินค้า

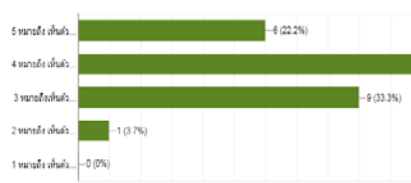
27 responses



ด้านราคา - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะราคามีความเหมาะสมกับปริมาณสินค้า

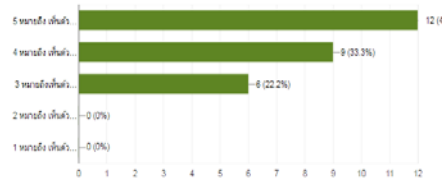
ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีราคาแสดงให้ได้อย่างชัดเจน

27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะสะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค

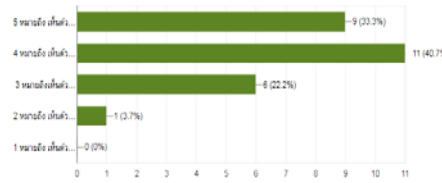
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะสะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค

ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยดับกระหาย คลายร้อน สร้างความสดชื่นและให้งานแก่นักกีฬา

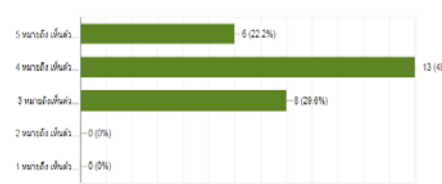
27 responses



ด้านผลิตภัณฑ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยดับกระหาย คลายร้อน สร้างความสดชื่นและให้งานแก่นักกีฬา

ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะราคามีความเหมาะสมกับคุณค่าที่ได้รับ

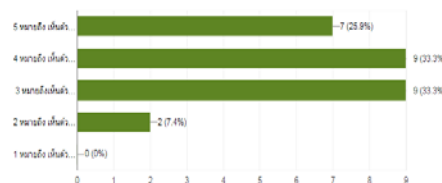
27 responses



ด้านราคา - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะราคามีความเหมาะสมกับคุณค่าที่ได้รับ

ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้งานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีราคาที่ถูกกว่ายี่ห้ออื่นโดยมีคุณภาพใกล้เคียงกัน

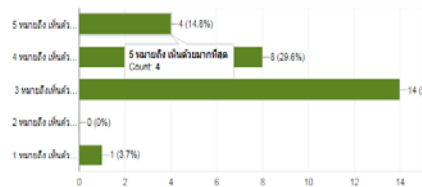
27 responses



ด้านราคา - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีราคาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน

ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีราคาแสดงให้ได้อย่างชัดเจน

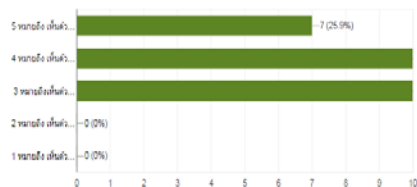
27 responses



ด้านราคา - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีส่วนลดเมื่อซื้อในปริมาณมาก

ด้านช่องทางจำหน่าย - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะสินค้าวางจำหน่ายตลอด เพียงพอต่อความต้องการ

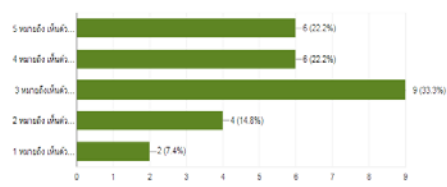
27 responses



ด้านช่องทางจำหน่าย - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะสินค้าวางจำหน่ายตลอด เพียงพอต่อความต้องการ

ด้านประชาสัมพันธ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะการโฆษณา นวัตกรรม มีชื่อเสียงเป็นประโยชน์ในการโฆษณาสินค้า

27 responses

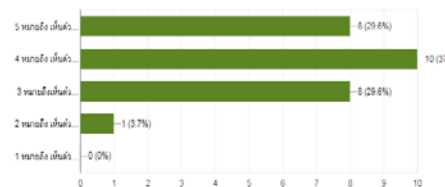


ด้านประชาสัมพันธ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะการโฆษณา นวัตกรรม มีชื่อเสียงเป็นประโยชน์ในการโฆษณาสินค้า

ด้านราคา - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีราคาที่ถูกกว่ายี่ห้ออื่นโดยมีคุณภาพใกล้เคียงกัน

ด้านช่องทางจำหน่าย - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีราคาที่ถูกกว่ายี่ห้ออื่นโดยมีคุณภาพใกล้เคียงกัน

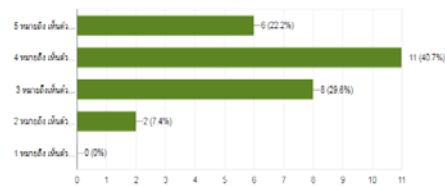
27 responses



ด้านช่องทางจำหน่าย - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีราคาที่ถูกกว่ายี่ห้ออื่นโดยมีคุณภาพใกล้เคียงกัน

ด้านช่องทางจำหน่าย - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีการวางจำหน่ายของสินค้าที่โดดเด่น จำหน่ายได้ง่าย

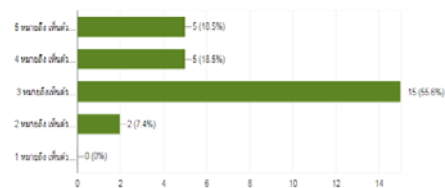
27 responses



ด้านช่องทางจำหน่าย - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีการวางตำแหน่งของสินค้าที่โดดเด่น จำหน่ายได้ง่าย

ด้านประชาสัมพันธ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะการโฆษณาและประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง

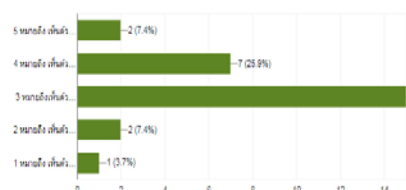
27 responses



ด้านประชาสัมพันธ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องต้มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้
ออกกำลังกายทั่วไปเพราะการโฆษณาและประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง

ด้านประชาสัมพันธ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายตามห้างสรรพสินค้า

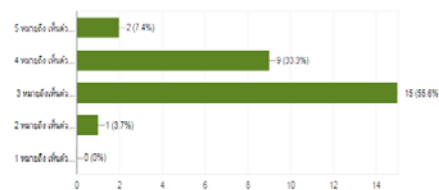
27 responses



ด้านประชาสัมพันธ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายตามห้างสรรพสินค้า

ด้านประชาสัมพันธ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีการแจกตัวอย่างสินค้าให้ทดลองดื่ม

27 responses



ด้านประชาสัมพันธ์ - การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีการแจกตัวอย่างสินค้าให้ทดลองดื่ม

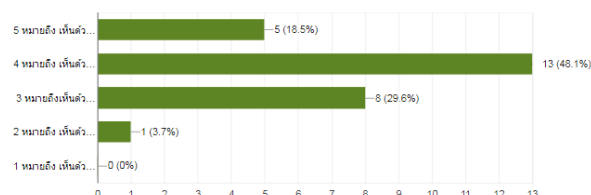
รูปที่ 4.6 ความคาดหวังของผู้บริโภคต่อการซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

ส่วนที่ 7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต

สำหรับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) เช่น ผงชงพร้อมดื่ม เจล หรือเยลลี่ สำหรับพกพาไปในที่ต่างๆ ได้สะดวกวางจำหน่าย พบว่ามีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก คิดเป็นร้อยละ 48.1 และเห็นด้วยปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 29.6 และเห็นด้วยมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 18.5 และความคิดเห็นด้วยน้อย คิดเป็นร้อยละ 3.7

ท่านเห็นด้วยสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต ถ้ามีผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นๆ ของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) เช่น ผงชงพร้อมดื่ม เจล หรือเยลลี่ สำหรับพกพาไปในที่ต่างๆ ได้สะดวกวางจำหน่าย

27 responses



รูปที่ 4.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคตถ้ามีผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นๆ ของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) เช่น ผงชงพร้อมดื่ม เจล หรือเยลลี่ สำหรับพกพาไปในที่ต่างๆ ได้สะดวกวางจำหน่าย

การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาด

จากผลการศึกษาจากแบบสอบถามในเบื้องต้นได้ทำการวิเคราะห์สภาพทางธุรกิจและการวิเคราะห์ด้านการตลาด

- จุดแข็ง รับประทานสะดวกและแปลกใหม่
- จุดอ่อน ราคาสูงกว่าเครื่องต้มเกลือแร่หรือเครื่องดื่มให้พลังงานทั่วไป
- โอกาส ตราหมีหัดดื่มที่จัดจำหน่ายเป็นที่รู้จัก
- อุปสรรค การแข่งขันด้านเครื่องดื่มเกลือแร่ค่อนข้างสูง

กลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ได้แก่ กลุ่มผู้บริโภคสมัยใหม่ นักกีฬา ผู้ออกกำลังกายทั่วไป วัยรุ่น นักท่องเที่ยวที่ต้องเดินทางไกล ตั้งแคมป์ ปีนเขา เดินป่า

การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดโดยกลยุทธ์การตลาด 4P

การพัฒนากลยุทธ์ ทางการตลาดเป็นการพัฒนาเครื่องมือการตลาดเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดเป้าหมาย ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1) ขนาด โครงสร้าง พฤติกรรมของตลาดเป้าหมาย

ตลาดเครื่องดื่มเกลือแร่ในประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยตลาดของเครื่องดื่มเกลือแร่มีส่วนแบ่งในตลาดประเภทเครื่องดื่มค่อนข้างสูง มีบริษัทผู้ผลิตเครื่องดื่มเกลือแร่ประเทศไทยรายใหญ่ ได้แก่

- เครื่องดื่มตรา “สปอนเซอร์” ของบริษัท ที.ซี. ฟาร์มาซูติคอล อุตสาหกรรม จำกัด
- เครื่องดื่มตรา “เอ็มสปอร์ต” ของบริษัท โอสโสมากา จำกัด
- เครื่องดื่มตรา “เกเตอร์” ของบริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด ในเครือเป๊ปซี่โค
- เครื่องดื่มตรา “ซันไว” ของบริษัท สิงห์ คอร์เปอเรชั่น จำกัด
- เครื่องดื่มตรา “สตาร์ท พลัส ชิงค์” ของบริษัท บริษัท คาราบาว ตะวันแดง จำกัด
- เครื่องดื่มตรา “100 พลัส” ของบริษัท ไทยดริงค์ จำกัด



รูปที่ 4.8 เครื่องดื่มเกลือแร่ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ที่มา Marketeer, 2558 (<http://marketeer.co.th/archives/43534>)

2) การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาด โดยพิจารณาประเด็นต่างๆ ตามหลักการ 4P คือ กลยุทธ์ตำแหน่งผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์ราคา กลยุทธ์ช่องทางการจัดจำหน่าย และกลยุทธ์การส่งเสริมการตลาด

ด้านตำแหน่งผลิตภัณฑ์: พิจารณาตำแหน่งผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มให้พลังงานแก่นักกีฬาจากข้าว ในสองด้าน คือ ความสะดวกในการรับประทานและด้านราคากับคุณภาพ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวอยู่ในรูปแบบขวดซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่รับประทานได้สะดวกรวดเร็วพอๆ กับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่ที่มีจำหน่ายทั่วไป ในด้านคุณภาพและราคาจะสูงกว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่ทั่วไปเล็กน้อยเนื่องจากต้องการให้เข้าถึงผู้บริโภคได้ทุกกลุ่มและผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์คือความแปลกใหม่ด้านวัตถุดิบและยังไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ด้านราคา: ตั้งราคาสูงกว่าคู่แข่งในท้องตลาด

ด้านการจัดจำหน่าย: ใช้ช่องทางการจัดจำหน่ายเดิมของผู้ประกอบการ ได้แก่ 7-11 ร้านค้าทั่วไปและประเทศเพื่อนบ้าน เนื่องจากตรयीี่ห้อเดิมที่จัดจำหน่ายมีคุณภาพเป็นที่รู้จักและยอมรับผู้บริโภคในท้องตลาดที่ผู้ประกอบการจำหน่ายแล้ว ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์สามารถวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้องและแช่เย็น และสามารถเพิ่มช่องทางการจำหน่ายในร้านผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ร้านจำหน่ายผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับการออกกำลังกาย งานแข่งขันต่างๆ เช่น วิ่งมาราธอนและปั่นจักรยาน เป็นต้น

ด้านการส่งเสริมการตลาด: นำออกจัดแสดงในงานแสดงสินค้าต่างๆ ส่งเสริมการตลาดด้วยโปรโมชั่น ส่งเสริมการขายและการโฆษณาต่างๆ การลดแลกแจกแถมในห้างสรรพสินค้าต่างๆ

3) ยอดขายและกำไรตามเป้าหมายในระยะยาว ยังมีได้กำหนดเนื่องจากต้องพิจารณาหลายปัจจัย ได้แก่ สภาพการณ์แข่งขันและงบประมาณกำไรและขาดทุน เป็นต้น

ตอนที่ 4.2 การศึกษาการพัฒนาสูตรเครื่องต้มสำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว

4.2.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความหนืดของแป้ง

จากการศึกษาการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความหนืดของแป้งข้าวต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างไปตามสายพันธุ์ของข้าวแต่ละชนิด เมื่อนำแป้งข้าวทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเสาไห้ และข้าวกำแพงเพชรมาวิเคราะห์พฤติกรรมทางด้านความหนืดโดยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.9 และตารางที่ 4.1 พบว่าอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (Pasting Temperature) หรืออุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้ในการทำให้แป้งสุกของแป้งข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเสาไห้ และข้าวกำแพงเพชรเท่ากับ 79.75, 85.35, 90.80 และ 91.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าดังกล่าวมีความแตกต่างเล็กน้อยกับรายงานของสัจชัย ยอดมณี (2552) ซึ่งได้ทำการศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของสตาร์ชข้าวพื้นเมืองมีสีภาคใต้ของไทยจำนวน 8 พันธุ์ คือ กำปายนา หอมกระดังงา สังข์หยด ช่อไม้ไผ่ กรามแรด เหนียวแดง เหนียวดำรหัส 96025 และเหนียวดำรหัส 96044 โดยพบว่าช่วงอุณหภูมิของการเกิดเจลลาที่ในเซชันของกลุ่มสตาร์ชข้าวเจ้าอยู่ในช่วง 69.76-81.33 องศาเซลเซียส ในกลุ่มสตาร์ชข้าวเหนียวพบว่าช่วงอุณหภูมิของการเกิดเจลลาที่ในเซชันอยู่ในช่วง 59.36-80.85 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าของสตาร์ชข้าวเจ้า

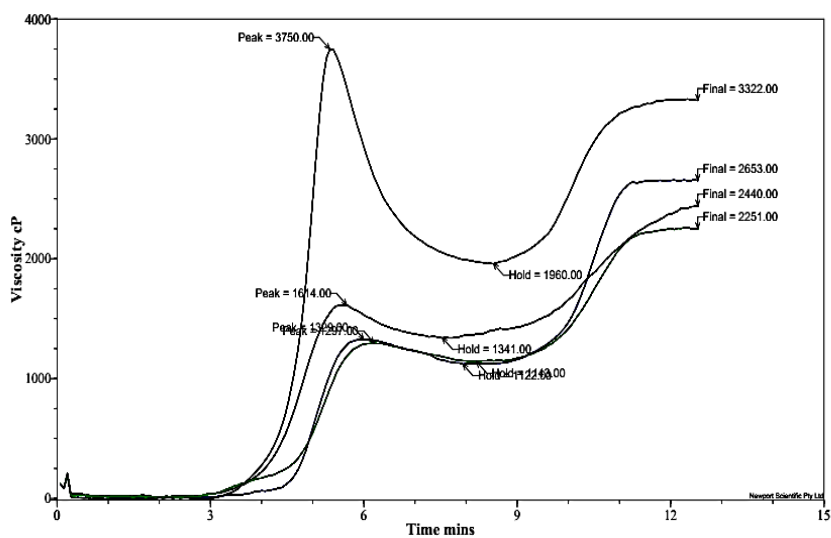
หอมมะลิ

โรซเบอรี่

เส้าไห้

กำ

Graphical Analysis Results - 20170901



รูปที่ 4.9 คุณลักษณะของสมบัติด้านความหนืดของแป้งชนิดต่างๆ

Formatted: Font: 16 pt, Complex Script Font: 16 pt, (Asian) Chinese (China)

(Paste property profile of various flours).

ปัจจัยที่อาจส่งผลให้สตรัซข้าวมีอุณหภูมิการเกิดเจลลาที่โนเซชั่นต่างกัน คือ ปริมาณอะมิโลส ความเป็นผลึกของสตรัซ และปริมาณไขมัน จากการศึกษาของ Hoover and Manuel (1996) พบว่าความเป็นผลึกของสตรัซจะอยู่ในส่วนของสายโซ่สายสั้นของอะมิโลเปคติน ดังนั้นสตรัซที่มีสัดส่วนของอะมิโลเปคตินสูง อย่างเช่นสตรัซข้าวเหนียวมีค่าความเป็นผลึกสูงกว่าสตรัซข้าวเจ้า จึงทำให้ความร้อนที่ต้องการใช้เพื่อทำให้เกิดเจลลาที่โนเซชั่นมากกว่า เนื่องจากต้องการพลังงานความร้อนสูงเพื่อทำลายส่วนที่เป็นผลึกเหล่านั้น

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งชนิดต่างๆ (Pasting properties of various flours)

คุณสมบัติด้านความหนืด (Pasting properties)	ชนิดแป้งข้าว			
	หอมมะลิ	ไรซ์เบอร์รี่	เสาไห้	ก่ำ
Pasting Temperature (°C)	79.75	85.35	90.80	91.50
Peak viscosity (cP)	3750	1614	1329	1297
Trough viscosity (cP)	1960	1341	1122	1143
Final viscosity (cP)	3322	2440	2653	2251
Setback (cP)	-428	826	1324	954
Breakdown (cP)	1790	273	207	154
Peak time (min)	5.33	5.67	6.00	6.20

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Space After: 0 pt

จากผลการทดลองวิเคราะห์พฤติกรรมทางด้านความหนืดโดยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) ของแป้งข้าวทั้ง 4 ชนิด อธิบายได้ตามหลักการที่ว่าสตรัซของแป้งที่เกิดในธรรมชาติเป็นอนุภาคที่ไม่ต่อเนื่องกัน (discrete particles) เรียกว่า แกรนูล (granule) โดยที่แกรนูลของแป้งข้าวจัดว่ามีขนาดเล็กที่สุดในกลุ่มแกรนูลที่พบในธัญพืชต่างๆ โดยมีรายงานว่ามีขนาดระหว่าง 2 ถึง 7 μm (Vandeputte and Delcour 2004) แกรนูลเหล่านี้มีผิวที่เรียบแต่มีมุมและรูปร่างแบบหลายเหลี่ยมหรือโพลิโกนอล (polygonal shapes) นอกจากนี้ รูปร่างเม็ดสตรัซข้าวในประเทศไทยก็มีรายงานว่ามีรูปร่างหลายเหลี่ยมเช่นเดียวกัน (รุ่งนภา และคณะ, 2546; สุพิศา, 2547) ทั้งนี้ คุณสมบัติของแป้งจึงขึ้นกับคุณลักษณะทางกายภาพและเคมี เช่น ขนาดของแกรนูล การกระจายของแกรนูล สัดส่วนของ (Vandeputte and Delcour 2004) และปริมาณของแร่ธาตุต่างๆ (Madsen and Christensen 1996; Wani and others 2010). ดังนั้นความซับซ้อนของการสังเคราะห์สตรัซต่างๆ เหล่านี้เป็นผลให้เกิดความแปรปรวนทางธรรมชาติขึ้นในโมเลกุลของอะมิโลสและอะมิโลเปคติน ซึ่งส่งผลต่อไปยังความหลากหลายทางชีวภาพของคุณลักษณะของแกรนูล โดยความแตกต่างที่เกิดขึ้นสังเกตพบได้ตั้งแต่ขนาดของแกรนูลและรูปร่างที่สัมพันธ์กับคุณสมบัติเชิงหน้าที่ในระบบอาหารที่ต่างกันและยังเกี่ยวข้องกับ

แกรนูที่คล้ายคลึงกันกับความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กระบวนการผลิตหรือสำหรับคุณภาพทางด้านโภชนาการต่างๆ (Peterson and Fulcher 2001) บทบาทของอะมิโลสและอะมิโลเปคติน ในการเกิดเจลลาตินเซชันและคุณสมบัติด้านความหนืดของสตาร์ชแป้งข้าวได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวาง

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity) ซึ่งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายและเป็นค่าที่บอถึงความสามารถของแป้งในการจับตัวกับน้ำ พบว่า แป้งข้าวหอมมะลิมีค่าสูงสุด รองลงมาคือแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งข้าวเสาไห้และแป้งข้าวเก่า ตามลำดับ สำหรับค่า Trough viscosity ซึ่งเป็นความหนืดต่ำสุดหลังจากลดอุณหภูมิพร้อมกับให้แรงเฉือนซึ่งบอถึงความสามารถในการจับกับน้ำได้ดี พบว่า แป้งข้าวหอมมะลิมีค่าสูงสุด รองลงมาคือ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเก่าและ ข้าวเสาไห้ สำหรับค่าความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุด และความหนืดต่ำสุด (breakdown) ซึ่งจะบอถึงความสามารถในการคงทนต่ออุณหภูมิความร้อน พบว่าแป้งข้าวหอมมะลิมีค่าสูงสุด รองลงมาคือแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งข้าวเสาไห้และแป้งข้าวเก่า ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ในการบอถึงคุณภาพของแป้งและเป็นตัวบ่งชี้ถึงลักษณะของแป้งหรือผลิตภัณฑ์ว่ามีลักษณะเป็นแป้งเปียกหรือเจลเมื่อผ่านการให้ความร้อน และทำให้เย็น โดยแป้งที่ให้ลักษณะเจลที่แข็งที่สุดคือแป้งข้าวหอมมะลิ รองลงมา คือ แป้งข้าวเสาไห้ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และแป้งข้าวเก่า ตามลำดับ สำหรับค่าการคืนตัว (setback viscosity) สามารถทำการวิเคราะห์ได้จากผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (Setback from trough) หรือค่าผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด (Setback from peak) ซึ่งค่าการคืนตัวนี้จะมีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยถ้ามีการคืนตัวมากหรือมีค่าเป็นบวกจะมีลักษณะการเกิดรีโทรเกรเดชันได้ดีและมีแนวโน้มที่จะให้เจลแป้งที่แข็งมาก จากผลการทดลองพบว่าระดับการคืนตัวของแป้งที่มากที่สุด คือ แป้งข้าวเสาไห้ ระดับปานกลางคือแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวเก่า และระดับต่ำสุดคือ แป้งข้าวหอมมะลิ

ปัจจัยที่ส่งผลให้สตาร์ชข้าวพันธุ์ต่างๆมี Pasting temperature ต่างกันเนื่องจากอะมิโลสในสตาร์ชสามารถรวมตัวเป็นสารเชิงซ้อนกับไขมัน ทำให้โมเลกุลอะมิโลสมีโครงสร้างแบบเกลียวม้วนที่มีความแข็งแรงมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงความหนืดของสารละลายสตาร์ชในกลุ่มที่มีอะมิโลสสูงจึงเกิดที่อุณหภูมิสูงกว่าสตาร์ชที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ (Jacquier et al., 2006) อะมิโลสมีบทบาทสำคัญที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์เคมีของสตาร์ชข้าว ทั้งนี้เมื่อมีการให้ความร้อนกับสารละลายสตาร์ชในน้ำ พบว่าสตาร์ชมีการพองตัวอย่างถาวรและโครงสร้างแบบเรียงตัวเป็นระเบียบ (crystalline structure) ได้ถูกทำลายลง ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นที่ทราบกันดีว่าคือ การเกิดเจลลาตินเซชัน (gelatinization) โดยการที่สตาร์ชเกิดการพองตัวจึงเป็นคุณสมบัติของอะมิโลเปคติน ในขณะที่จะทราบกันดีว่าอะมิโลสจะจำกัดการเกิดเจลลาตินเซชัน (Tester and Morrison 1990). การเกิดเจลลาตินเซชันเป็นการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของสตาร์ชให้เป็นที่ต้องการในระบบการผลิตอาหารต่างๆ โดยเจลของสตาร์ชในทางเทอร์โมไดนามิกส์ไม่เสถียรและจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลต่อความเหมาะสมทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ (Lapasin and Pricl 1995). โดยเมื่อมีการทำให้เย็นลง (cooling) โมเลกุลของสตาร์ชจะกลับมามีความเกี่ยวข้องกับการเกิดกระบวนการจัดระเบียบโครงสร้างใหม่เชิงซ้อน (complex recrystallization process) ที่เรียกว่า การเกิดรีโทรเกรเดชัน

Formatted: Font: 16 pt, Complex Script Font: 16 pt, (Asian) Chinese (China)

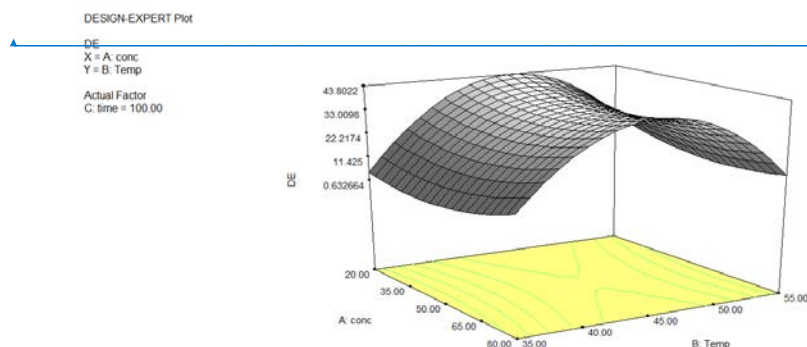
(retrogradation) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการที่น้ำเกิดการแยกตัวออกจากเจลสตาร์ช หรือที่เรียกว่าการเกิด ซินเนอเรซิส (syneresis) (Yeh and Yeh 1993; Hoover and Manuel 1995). ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสและการสลายของเจลที่มองเห็นได้ (visual gel deterioration) (Thomas and Atwell 1999; Fredriksson and others 2000). ดังนั้นคุณสมบัติทางด้านความหนืดจึงนำมาใช้ในการประเมินความเหมาะสมของสตาร์ชในเชิงหน้าที่วัตถุดิบอาหารและผลิตภัณฑ์ด้านอุตสาหกรรมต่างๆ

องค์ประกอบรองลงมาของสตาร์ชทั้งภายนอกผิวและภายในของสตาร์ชแกรนูล คือ ไขมันและโปรตีน โดยส่วนใหญ่สตาร์ชจากธัญพืชประกอบด้วยไขมันร้อยละ 1 และโปรตีนร้อยละ 0.25 (Baldwin, 2001) สำหรับกลุ่มข้าวเจ้า (nonwaxy rice starches) พบว่ามีปริมาณอะมิโลสอยู่ระหว่างร้อยละ 12.2 – 28.6 มีโปรตีนร้อยละ 0.9 - 1.3 มีองค์ประกอบของไขมันประกอบด้วยกรดไขมันร้อยละ 29 – 45 และ ฟอสโฟลิปิดร้อยละ 48 (Azudin and Morrison 1986) สำหรับกลุ่มข้าวเหนียว (waxy rice starches) พบว่ามีปริมาณอะมิโลสอยู่ระหว่างร้อยละ 1 – 2.3 และมีปริมาณไขมันเล็กน้อย (Azudin and Morrison 1986) โปรตีนสตาร์ชโดยส่วนใหญ่เป็นได้ทั้งโปรตีนที่เก็บสะสม (storage protein) หรือเพื่อการสังเคราะห์ (biosynthetic) หรือ เป็นเอนไซม์ย่อยสลาย (degradative enzymes) (Baldwin, 2001) โปรตีนเก็บสะสมในข้าวชนิดสำคัญหลักเป็นโปรตีนโครงร่าง (protein bodies, PB) เช่น PB I (มี prolamin เป็นหลัก) หรือ PB II (มี glutelin เป็นหลัก) (Resurreccion et al., 1993) สำหรับการเกิดการสังเคราะห์ หรือ การเกิดเอนไซม์ย่อยสลายจึงมีความเป็นไปได้มากที่จะกักเก็บอยู่ในสตาร์ชแกรนูลหลังจากมีการสังเคราะห์เกิดขึ้น (Denyer et al., 1995) นอกจากนี้องค์ประกอบของแร่ธาตุในสตาร์ชประกอบไปด้วยแร่ธาตุที่อยู่ในรูปไอออนิก (ionic form) ได้แก่ ฟอสฟอรัส แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียมและโซเดียม เป็นต้น

4.2.2 การศึกษาคุณสมบัติการย่อยของปลายข้าวในสภาวะการย่อยโดยใช้เอนไซม์

การศึกษาคุนสมบัติการย่อยปลายข้าวในสภาวะการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและอะไมโลกลูโคซิเดส

จากผลการศึกษาการวิเคราะห์ทางสถิติแบบรีเกรสชันเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากข้าว เช่น โอลิโกแซคคาไรด์ ปริมาณวิตามินและเกลือแร่ด้วยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง (Response surface methodology; RSM) แสดงดังต่อไปนี้



Formatted: Font:

Final Equation in Terms of Actual Factors:

$$\begin{aligned} \text{DE} = & -469.22904 + 0.078767 * \text{conc} + 26.48194 * \text{Temp} - 2.08911 * \text{time} + 6.68933\text{E-} \\ & 003 * \text{conc}^2 - 0.30910 * \text{Temp}^2 + 5.96530\text{E-}003 * \text{time}^2 - 0.011949 * \text{conc} * \text{Temp} - 2.41314\text{E-} \\ & 003 * \text{conc} * \text{time} + 0.023859 * \text{Temp} * \text{time} \end{aligned}$$

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Font:

รูปที่ 4.10 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมด้วยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนอง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณโอลิโกแซคคาไรด์ที่เหมาะสมจากค่าร้อยละของ Dextrose equivalent ด้วยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนองพบว่า การใช้แป้งข้าวสาลีให้ที่ย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสให้ผลการทดสอบด้านค่า DE ที่ดีที่สุด จึงเลือกมาผลิตเป็นเครื่องดื่มโอเลคโตรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา โดยสามารถสรุปกระบวนการผลิตแบบวิธีพาสเจอร์ไรเซชัน ได้ดังนี้

1) นำแป้งที่เตรียมไว้ผสมกับน้ำตามอัตราส่วน 1:6 (ต้องเป็นระดับน้ำบริโภคที่กฎหมาย GMP กำหนด) ใส่ลงในหม้อต้มแบบ 2 ชั้น โดยใช้แป้ง 20 กิโลกรัมและน้ำ 120 ลิตร จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิถึง 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้แป้งเกิดการ gelatinization หลังจากนั้นก็แป้งเป็นเจลเรียบร้อยแล้ว นำแป้งที่ได้ย้ายมาใส่ไว้ในเครื่องย่อยด้วยเอนไซม์และทำการเติมเอนไซม์ α -amylase ที่ความเข้มข้น 44.0150 หน่วยยูนิต์ต่อมิลลิลิตร (U/ml เป็นเวลา 62.68 นาที ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เมื่อครบตามเวลาจึงหยุดการทำงานของเอนไซม์ด้วยการเติมน้ำให้เดือดเป็นเวลา 5 นาทีและนำไปกรองใส่ในถุงเย็นโดยจะใส่แค่ส่วนใสเท่านั้น (ตะกอนที่ได้ให้ทำการเก็บไว้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ถัดไป)

Formatted: Not Highlight

Commented [๑๑1]: สภาพนี้แตกต่างจากสภาวะที่สรุปในตอน
4.6

2) เมื่อได้น้ำแป้งข้าวสาลีให้ทำการวัดค่าความหวานโดยใช้ Brix Refractometer ซึ่งเมื่อวัดออกมาจะได้ค่าเท่ากับ 17°Brix น้ำแป้งที่ได้ให้เก็บไว้เป็นสต็อกโดยเก็บไว้ในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene หรือ ถุงเย็นและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ในตู้แช่เยือกแข็งเพื่อรอพาสเจอร์ไรส์เซชันต่อไป

4.2.3 การศึกษาการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มโอเลคโตรไลต์จากข้าว

Formatted: Font color: Auto

การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มโอเลคโตรไลต์จากข้าวโดยดัดแปลงสูตรให้เหมาะสมโดยศึกษาจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและมาตรฐานอ้างอิงของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันหรือ

ใกล้เคียงกัน การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็กโตรไลต์จากข้าวทำโดยการเติมวิตามินบีรวม โซเดียมซิเตรท โซเดียมคลอไรด์ โดยอ้างอิงสูตรเบื้องต้นจากไพโรจน์ วิริยะจारी (2535) สามารถสรุปสูตร เครื่องดื่มเกลือแร่ 1 ลิตร ได้ดังนี้

Citric acid	1.5	g	Vitamin C	0.325	g
Sodium Citrate	1	g	Vitamin B รวม	0.060	g
Potassium Citrate	0.2	g	Benzoate	0.1	g***
Sodium Chloride	0.6	g			

***สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามที่โรงงานกำหนดแต่จะต้องไม่เกิน 0.2 กรัมเพื่อให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 381) พ.ศ. 2559 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 4) การใช้วัตถุเจือปนอาหาร กลุ่มเบนโซเอตในเครื่องดื่มแต่งกลิ่นรส

จากนั้นทำการเพิ่มสีและกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์แล้วจึงทำการทดสอบผู้บริโภครด้านความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

จากการทำแบบสำรวจความต้องการของผู้บริโภคจำนวน 100 คน โดยกลุ่มผู้ทำแบบสอบถามเป็น นักกีฬาวิ่งมาราธอนและนักวิ่งสมัครเล่นแบ่งเป็น เพศชายจำนวน 58 คน เพศหญิง 42 คน มีอายุน้อยกว่า 20 ปี จำนวน 8 คน, ระหว่าง 20-30 ปี จำนวน 45 คน, ระหว่าง 31-40 ปี จำนวน 28 คน, ระหว่าง 41-50 ปี จำนวน 14 คน, มากกว่า 50 ปี จำนวน 5 คน ข้อมูล ณ วันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ.2560 สรุปผลด้านความต้องการของผู้บริโภคในด้านกลิ่น-รสชาติ ที่ผู้บริโภคต้องการในเครื่องดื่มเกลือแร่ได้ว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความต้องการเครื่องดื่มเกลือแร่มีกลิ่นรสสามอันดับแรก ดังนี้ 1. กลิ่นรสซิตรัส, 2. กลิ่นรสแอปเปิ้ล, 3. กลิ่นรสองุ่น มีรสเปรี้ยว รสหวาน และรสเค็ม ในระดับปานกลาง ดังนั้นจึงนำน้ำแบ่งที่ผ่านการย่อยและกรองมาแล้วนั้นนำมาปรุงแต่งกลิ่น และรสชาติ เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้ระดับคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 hedonic scale) แบ่งเป็น คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด, คะแนน 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก, คะแนน 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง, คะแนน 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย, คะแนน 5 หมายถึง เฉยๆ, คะแนน 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย, คะแนน 7 หมายถึง ชอบปานกลาง, คะแนน 8 หมายถึง ชอบมาก และ คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโดยได้ผลดังนี้

คัดเลือกกลิ่นและที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุดโดยแต่งสีและกลิ่นรส โดยจะดังนี้ 1. กลิ่นรสซิตรัส, 2. กลิ่นรสแอปเปิ้ล, 3. กลิ่นรสองุ่น ด้วยความเข้มข้นกลิ่นสังเคราะห์เท่ากับ 1 มิลลิลิตร ต่อเครื่องดื่ม 1 ลิตร และสีสังเคราะห์เท่ากับ 0.1 มิลลิลิตร ต่อเครื่องดื่ม 1 ลิตร และทำการประเมินด้านความชอบด้านกลิ่น, สี, ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมโดยมีคะแนนความยอมรับโดยรวมเป็นดัชนีชี้วัดที่ใช้ตัดสินในการเลือกกลิ่นที่ดีที่สุดในการใช้ปรุงแต่งเครื่องดื่ม โดยกลุ่มที่ทำการทดสอบนั้นเป็นผู้บริโภคทั่วไปที่ออกกำลังกายเป็นประจำโดยเฉลี่ยอาทิตย์ละ 2-5 ครั้ง จำนวน 50 คน ผลการทดสอบมีดังนี้

Formatted: Font: 14 pt, Font color: Auto, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Font: 14 pt, Font color: Auto, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Font: 14 pt, Font color: Auto, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Font: 14 pt, Font color: Auto, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Font: 14 pt, Font color: Auto, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Font: 14 pt, Font color: Auto, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Font color: Auto

ตารางที่ 4.2 คะแนนความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ รสชาติและคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น

กลิ่นรส	สี	กลิ่น	ลักษณะปรากฏ	ความชอบโดยรวม
1. ชิตรัส	7.2±2.1 ^a	7.8±1.2 ^a	8.0±2.3 ^a	7.9±0.3 ^a
2. แอปเปิ้ล	7.1±2.4 ^a	6.4±1.0 ^b	7.0±1.0 ^a	6.9±0.6 ^b
3. องุ่น	6.9±2.5 ^a	5.1±0.4 ^c	6.4±2.5 ^a	6.5±1.6 ^b

abc หมายถึงความแตกต่างระหว่างกลิ่นรสในดัชนีต่างๆ ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยวิธี Duncan

จากตารางข้างต้นสรุปได้ว่า ผู้บริโภคให้คะแนนไม่แตกต่างในด้านคะแนนความชอบและลักษณะปรากฏของเครื่องดื่มและความชอบด้านสี โดยคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่ขอบเล็กน้อยถึงขอบปานกลาง แต่มีความแตกต่างของคะแนนความชอบในด้านกลิ่น และคะแนนความชอบโดยรวม โดยเครื่องดื่มที่แต่งกลิ่น สี และรสชิตรัสจะได้คะแนนด้านกลิ่นมากที่สุด การแต่งกลิ่น สีและรสแอปเปิ้ลและองุ่นนั้นได้คะแนนรองลงมาตามลำดับและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คะแนนความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มที่แต่งกลิ่น สี และรสแอปเปิ้ลและองุ่น ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากันอยู่ในระดับขอบเล็กน้อย ส่วนเครื่องดื่มที่แต่งกลิ่น สี และรสชิตรัสนั้นได้คะแนนความชอบมากที่สุด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเลือกกลิ่นและสีชิตรัสเพื่อนำมาปรุงแต่งกลิ่นเครื่องดื่มเพื่อนำไปวิเคราะห์คะแนนความชอบและการยอมรับของตัวผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อไป

เมื่อได้กลิ่น สีและที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดแล้วขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบคะแนนความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์สุดท้ายเพื่อเป็นการยืนยันผล และประเมินการยอมรับของผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อตัวผลิตภัณฑ์โดยทำการประเมินด้านความชอบด้านกลิ่น สี ลักษณะปรากฏ ความชอบโดยรวมและการยอมรับ โดยมีคะแนนความยอมรับโดยรวมและคะแนนการยอมรับของผลิตภัณฑ์เป็นดัชนีชี้วัดที่ใช้ตัดสินในการยืนยันความชอบและการยอมรับของผู้บริโภค ที่มีต่อตัวผลิตภัณฑ์ โดยกลุ่มที่ทำการทดสอบนั้นเป็นผู้บริโภคทั่วไปที่ออกกำลังกายเป็นประจำโดยเฉลี่ยอาทิตย์ละ 2-5 ครั้ง จำนวน 150 คน ผลการทดสอบมีดังนี้

ตารางที่ 4.3 คะแนนความชอบด้านกลิ่น สี ลักษณะปรากฏ ความชอบโดยรวมและ-การยอมรับ ของสูตรเครื่องดื่มอิเล็กโตรไลต์จากข้าว แบบพาสเจอร์ไรเซชันพาสเจอร์ไรซ์

คะแนนความชอบ	กลิ่นรส	สี	ลักษณะปรากฏ	ความชอบโดยรวม	การยอมรับ (ร้อยละ)
	6.9±2.2	7.8±1.3	8.0±1.3	7.9±1.7	74.08%

จากการทำแบบสอบถามด้านกลิ่นรส สี ลักษณะปรากฏ ความชอบโดยรวมและการยอมรับ ของ
ผลิตภัณฑ์สุดท้ายนั้นด้านกลิ่นรสนั้นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.9 ± 2.2 อยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย ด้านสีของ
ผลิตภัณฑ์นั้นกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.8 ± 1.3 อยู่ในระดับความชอบปานกลาง คะแนนความชอบ
ด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 8.0 ± 1.3 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบมาก คะแนนความชอบโดยรวมนั้น
เท่ากับ 7.9 ± 1.7 และการยอมรับโดยรวมนั้นมีร้อยละของการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์จากกลุ่มผู้ทดสอบชิมมาก
ถึงร้อยละ 74.08 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่เกินร้อยละ 70 ซึ่งเป็นระดับที่น่าพึงพอใจ

4.2.4 ทำการทดสอบหาค่า Dextrose Equivalent ต่อค่า °brix ของตัวอย่างในขั้นตอนการย่อยแป้ง

เพื่อให้ได้ standard curve สำหรับผู้ประกอบการนำไปใช้ในการติดตามขั้นตอนการย่อยแป้ง

4.2.4

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง °Brix และค่า DE ของสารละลาย ต่อระยะเวลาในการย่อย

เวลา (minute)	ค่า D.E.	ค่า Total soluble solids (°Brix)	เวลา (minute)	ค่า D.E.	ค่า Total soluble solids (°Brix)
0	3±0.03	12.3±0.01	140	18.91±0.01	14.76±0.05
10	4±0.01	12.5±0.02	150	19.96±0.01	14.93±0.00
20	5±0.01	12.5±0.01	160	21.02±0.01	15.09±0.01
30	6±0.03	12.7±0.01	170	22.07±0.06	15.26±0.03
40	7.86±0.01	12.9±0.01	180	23.13±0.40	15.43±0.01
50	8.44±0.01	13.1±0.05	190	24.19±0.01	15.6±0.03
60	9.08±0.01	13.3±0.01	200	25.24±0.60	15.77±0.01
70	10.22±0.02	13.4±0.00	210	26.3±0.00	15.93±0.05
80	11.51±0.01	13.58±0.01	220	27.35±0.03	16.1±0.03
90	12.57±0.01	13.75±0.01	230	28.41±0.01	16.27±0.04
100	13.63±0.02	13.92±0.01	240	29.47±0.01	16.44±0.01
110	14.68±0.04	14.09±0.00	250	30.52±0.03	16.6±0.00
120	15.74±0.01	14.26±0.00	260	31.58±0.01	16.77±0.01
130	16.79±0.00	14.42±0.01	270	32.63±0.01	16.94±0.03
เวลา (minute)	ค่า D.E.	ค่า Total soluble solids (°Brix)	เวลา (minute)	ค่า D.E.	ค่า Total soluble solids (°Brix)
0	3	12.3	150	18.91	14.76
10	4	12.5	160	19.96	14.93

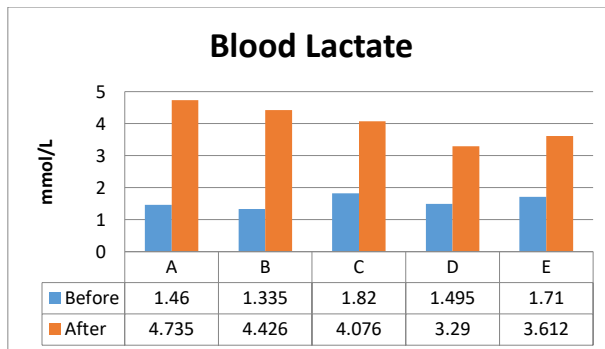
20	5	12.5	170	21.02	15.09
30	6	12.7	180	22.07	15.26
40	7.86	12.9	190	23.13	15.43
50	8.44	13.1	200	24.19	15.60
60	9.08	13.3	210	25.24	15.77
70	10.22	13.4	220	26.30	15.93
80	11.51	13.58	230	27.35	16.10
90	12.57	13.75	240	28.41	16.27
100	13.63	13.92	250	29.47	16.44
120	14.68	14.09	260	30.52	16.60
130	15.74	14.26	270	31.58	16.77
140	16.79	14.42	280	32.63	16.94

จากตารางที่ 4.4 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า D.E. และ °Brix มีความสัมพันธ์ที่แปรผันตามกันโดยเมื่อค่า D.E. เพิ่มขึ้น ค่า °Brix มีค่าเพิ่มขึ้นตามลำดับ จึงใช้ค่าดังกล่าวเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตต่อไป

4.2.5 ทำการทดสอบค่า osmolality ด้วยเครื่อง Advanced Instrument Osmometer: (Advanced Instrument, INC.,Massachusetts) ที่คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ผลการทดสอบค่า osmolality ของเครื่องดื่มเท่ากับ 411.6 mmol/kg- ซึ่งมีค่าที่สูงกว่าค่า osmolality ของเลือดจึงจัดเป็นเครื่องดื่มประเภท non-isotonic (นภัสกร, 2560) ซึ่งต่างจากเครื่องดื่มที่จัดว่าเป็น isotonic จะมีค่า osmolality อยู่ระหว่าง 280 – 290 mmol/kg ที่มีค่าใกล้เคียงกับค่า osmolality ในเลือดตามแนวทางของ Swiss government decree on specialty food ทั้งนี้โดยทั่วไปค่า osmolality จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณคาร์โบไฮเดรตรวม (Total carbohydrate) ขึ้นกับสัดส่วนของ monosaccharides, disaccharides และ polysaccharides ในเครื่องดื่มแต่ได้หมายความว่าค่า osmolality ของเครื่องดื่มจะมาจากคาร์โบไฮเดรตรวมเพียงอย่างเดียวเท่านั้น สำหรับในบางเครื่องดื่มที่มี ethanol อาจจะทำให้ค่า osmolality เพิ่มขึ้นได้เช่นกัน (Mettler et al., 2006)

ตอนที่ 4.3 การทดสอบในคน

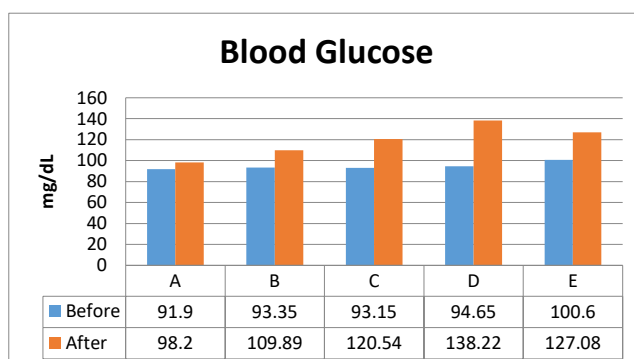
การทดสอบในคนของนักกีฬาฟุตบอล เพศชายของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีอายุระหว่าง 18 – 22 ปี จำนวน 20 คน มีประสบการณ์ในการแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย มีการออกกำลังกาย 6 วันต่อสัปดาห์ วันละ ประมาณ 2 ชั่วโมง ความหนักในการออกกำลังกาย ระดับปานกลางและหนักสูงสุด โดยทำการสุ่มเพื่อรับเครื่องดื่มก่อน-หลังซึ่งผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ทดสอบ มี 5 ชนิด ได้แก่ เครื่อง A, B, C, D และ E



รูปที่ 4.11 ผลการทดสอบค่าแลคเตทในเลือด

Formatted: Font color: Auto

ผลการทดสอบแลคเตทในเลือด คือ การตรวจสอบปริมาณกรดแลคติก โดยที่กรดแลคติกถูกผลิตขึ้นในกระบวนการเมแทบอลิซึมในกระบวนการไพรูเวท (pyruvate) ของสารอาหารที่ให้พลังงานโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต ในช่วงที่เซลล์ในร่างกายต้องการพลังงานอย่างเร่งด่วน โดยเฉพาะในส่วนของกล้ามเนื้อ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในปฏิกิริยาการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตให้ได้พลังงาน ในการศึกษา การทดสอบแลคเตทในเลือด บอกถึงการนำไปใช้ประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตจากเครื่องดื่มที่รับประทานเข้าไปก่อน และระหว่างการออกกำลังกาย นอกจากนี้การทดสอบแลคเตทในเลือด ยังบอกถึงสมรรถนะของร่างกายในการออกกำลังกายของผู้ทดสอบต่อเครื่องดื่มที่ได้รับ การออกกำลังกายที่ยาวนานและมีการปะทะกัน เช่น ฟุตบอล จะทำให้เกิดการสะสมของแลคเตท ซึ่งส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า ปวดกล้ามเนื้อภายหลังจากออกกำลังกายเพิ่มขึ้น (Hall et al., 2012) ดังนั้นเครื่องดื่มชนิด D จึงให้ประสิทธิภาพในการออกกำลังกายแก่นักกีฬาสูงที่สุด รองลงมาคือเครื่องดื่มชนิด E, C, B และ A ตามลำดับ



รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบค่ากลูโคสในเลือด

Formatted: Font color: Auto

ผลการทดสอบกลูโคสในเลือดการทดสอบกลูโคสในเลือด (blood glucose tests) เป็นการทดสอบปริมาณกลูโคสที่มีอยู่ เพิ่มขึ้น หรือลดลงในร่างกาย ในช่วงก่อนการออกกำลังกาย ระหว่างออกกำลังกาย และ หลังออกกำลังกาย เพื่อประเมินการนำกลูโคสที่ได้รับจากเครื่องดื่มไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในร่างกาย โดยดูทั้งในส่วนปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงและอัตราเร็วของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของกลูโคสนั้นๆ เพื่อประเมินคุณสมบัติของเครื่องดื่มว่ามีการย่อยและการดูดซึมเร็วหรือช้า ดังนั้นเครื่องดื่มชนิด D จึงให้ประสิทธิภาพในการให้พลังงานแก่นักกีฬาสูงสุด รองลงมาคือ เครื่องดื่มชนิด E, C, B และ A

กล่าวโดยสรุป คือ จากผลการทดสอบของค่าแลคเตทและกลูโคสในเลือดของนักกีฬาภายหลังจากได้รับเครื่องดื่มชนิดต่างๆ กันทั้ง 5 ชนิด พบว่าเครื่องดื่มชนิด D ซึ่งเป็นเครื่องดื่มออสโมไลต์จากข้าวชนิด hypertonic มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในอัตราส่วนร้อยละ 8-13 ให้พลังงานและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกกำลังกายแก่นักกีฬามากที่สุดจากเครื่องดื่มทั้งหมดที่ทำการทดสอบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงช่วยยืนยันเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬาที่เหมาะสมในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาควรมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8 - 13 (hypertonic drinks) เนื่องจากเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสำหรับกล้ามเนื้อที่ทำงาน โดยจะเก็บสะสมไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและช่วยยืดระยะเวลาในการออกกำลังกายให้ยาวนานขึ้นและสามารถนำคาร์โบไฮเดรตมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนโดยการรักษาระดับกลูโคสในเลือด ทำให้ลดปริมาณการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและด้อยอย่างจำกัด (Upton et al., 2018; Winter.,2016)

ตอนที่ 4.4 การประยุกต์ใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา

การศึกษากระบวนการผลิตและการจัดการความปลอดภัยอาหาร

จากการเข้าเยี่ยมชมโรงงานบริษัทคุมะ จำกัด ในวันที่ 27 ตุลาคม 2560 เพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นด้านกระบวนการผลิตและการฆ่าเชื้อเครื่องต้มแบบพาสเจอร์ไรส์ที่ทางโรงงานได้ปรับปรุงใหม่ ดังรูปที่ 4.13



ถังพาสเจอร์ไรส์



บริเวณผสมวัตถุดิบ



การเทวัตถุดิบลงเครื่องผสม



การจัดเตรียมขวดเพื่อล้าง



สายพานลำเลียงขวดเข้าเครื่องล้างและบรรจุ



เครื่องล้างและบรรจุ



การบรรจุ



เครื่องลำเลียงฝาและเรียงฝา



ตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา



สายพานลำเลียงขวดเพื่อหีบห่อ



เครื่องหีบห่อ

รูปที่ 4.13 การศึกษากระบวนการผลิตและการจัดการความปลอดภัยอาหารบ.คุมะ จำกัด

กระบวนการผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมของ บริษัทคุมะ จำกัด เริ่มต้นจากการส่งผ่านน้ำที่กรองด้วยเครื่องกรองน้ำแบบรีเวอร์ออสโมซิสเข้าเครื่องบอยเลอร์เพื่อทำให้เกิดไอน้ำ จากนั้นไอน้ำจะถูกผ่านเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Plate heat exchanger) เพื่อควบคุมอุณหภูมิน้ำที่เข้าสู่ถังพาสเจอร์ไรส์ขนาด 1,500 ลิตร จากนั้นเติมวัตถุดิบลงในถังผ่านเครื่องผสมที่ต่อเข้าโดยตรงกับถัง เมื่ออุณหภูมิคงที่ทำการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที จากนั้นลดอุณหภูมิลงจนถึง 65 องศาเซลเซียสโดยน้ำที่ผ่านจากถังน้ำหล่อเย็นและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจนกระทั่งได้อุณหภูมิที่คงที่ตามต้องการจึงทำการบรรจุ

Formatted: Font color: Auto

เครื่องตีลงขวดที่ผ่านเครื่องล้างขวดทำให้ร้อนแล้ว ทำการปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาอัตโนมัติ ผ่านกระบวนการ
รอให้เยลลี่แข็งตัวแล้วทำการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแล้วบรรจุหีบห่อเพื่อทำการจำหน่ายต่อไป

ขั้นตอนการจัดทำระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กทรอนิกส์ ไล่จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา

ตอนที่ 1 กระบวนการผลิตเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาจากข้าว

1. ขั้นตอนเตรียมแป้งข้าวสาลีก่อนการย่อยด้วยเอนไซม์ α -amylase

เริ่มจากการโม่เมล็ดข้าวสาลีให้ จำนวน 20 กิโลกรัม ด้วยเครื่อง hammer mil หลังจากโม่แป้งเสร็จ
แล้วทำการร่อนแป้งด้วยตะแกรงขนาด 100 mesh 2 รอบ เพื่อให้ได้แป้งที่มีขนาด 100 mesh มากที่สุด
จากนั้นจัดเก็บแป้งที่ร่อนแล้วใส่ถุงและแยกชั่งน้ำหนักของแป้งออกเป็น 3 ถุงเพื่อทำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็ก
ทรอนิกส์จากข้าวสาลีให้สูตร 3%, 7%, 11%

2. การเตรียมเครื่องดื่มอิเล็กทรอนิกส์ไล่จากข้าวสาลีโดยการพาสเจอร์ไรส์เซชัน

นำแป้งที่เตรียมไว้ผสมกับน้ำตามอัตราส่วน 1:6 (ต้องเป็นระดับน้ำบริโภคที่กฎหมาย GMP กำหนด) ใส่
ลงในหม้อต้มแบบ 2 ชั้น โดยใช้แป้ง 20 กิโลกรัมและน้ำ 120 ลิตร จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิถึง 90 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้แป้งเกิดการ gelatinization หลังจากที่ได้แป้งเป็นเจลเรียบร้อยแล้ว นำแป้งที่ได้ย้าย
มาใส่ไว้ในเครื่องย่อยด้วยเอนไซม์และทำการเติมเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสที่ความเข้มข้น 44.0150 หน่วยยูนิ
ตต่อมิลลิลิตร (U/ml เป็นเวลา 62.68 นาที ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เมื่อครบตามเวลาจึงหยุดการทำงาน
ของเอนไซม์ด้วยการเติมน้ำให้เดือดเป็นเวลา 5 นาทีและนำไปกรองใส่ในถุงเย็นโดยจะใช้แค่ส่วนใสเท่านั้น
(ตะกอนที่ได้ให้ทำการเก็บไว้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆต่อไป) เมื่อได้น้ำแป้งข้าวสาลีให้ทำการวัดค่าความ
หวานโดยใช้ Brix Refractometer ซึ่งเมื่อวัดออกมาจะได้ค่าเท่ากับ 17 °Brix เทียบเท่ากับ D.E. ประมาณ 33
น้ำแป้งที่ได้เก็บเป็นสต็อกโดยเก็บไว้ในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene หรือ ถุงเย็นและนำไปเก็บรักษาที่
อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ในตู้แช่เยือกแข็งเพื่อรอการทำพาสเจอร์ไรส์เซชัน

นำน้ำแป้งข้าวสาลีที่แช่แข็งตัวนำไปใส่ในหม้อต้มแบบ 2 ชั้น จากนั้นทำการละลายเพื่อให้ได้ของเหลว
อีกครั้ง คำนวณปริมาณน้ำแป้งข้าวสาลีเพื่อที่จะทำเครื่องดื่มอิเล็กทรอนิกส์ไล่จากข้าวสาลีให้โดยทำเป็น 3 สูตร
คือ 3%, 7%, 11% โดยสูตร 3% จะใช้น้ำแป้งจากสต็อก 7.04 ลิตรผสมกับน้ำ 32.96 ลิตร สูตร 7% ใช้น้ำแป้ง
จากสต็อก 16.48 ลิตร ผสมกับน้ำ 23.52 ลิตร และสูตร 11% ใช้น้ำแป้งจากสต็อก 14.12 ลิตร ผสมกับน้ำ
25.88 ลิตร โดยแต่ละสูตรที่จะได้เครื่องดื่มอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดสูตรละ 40 ลิตร ทำการเติมสารเติมแต่งโดยใช้
Sodium Chloride 24 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร, Trisodium Citrate Dihydrate 40 กรัม ต่อน้ำ 40 ลิตร,
Sodium Benzoate 4 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร, Multi B Complex 5.76 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร, Ascorbic Acid

Formatted: Not Highlight

Commented [๑๑7]: สมวาระนี้แตกต่างจากสมวาระที่สรุปในตอน
ที่ 4.6

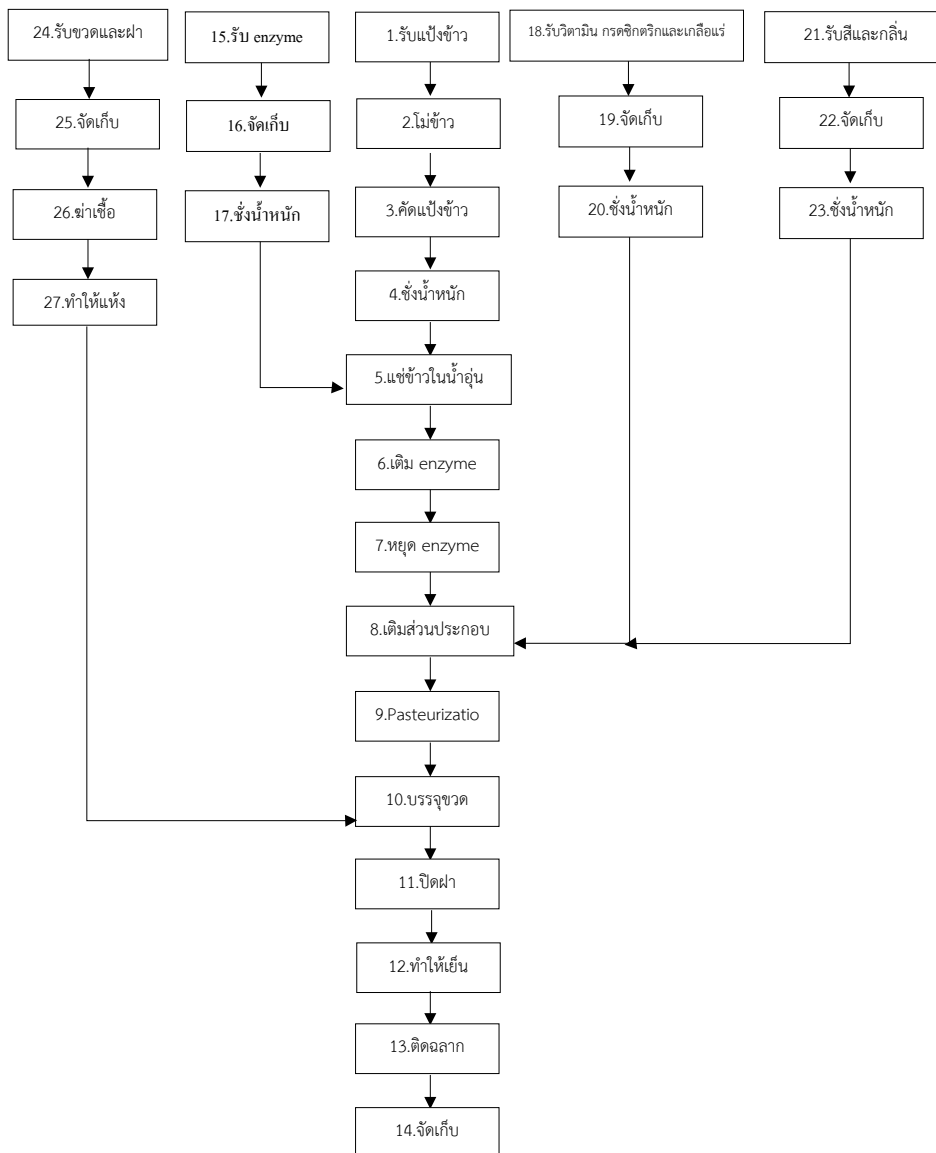
Formatted: Not Highlight

Formatted: Not Highlight

Commented [๑๑8]: ตามตารางที่ 4.4 เมื่อย่อยแล้วจะได้ brix
สูงสุดคือ 13.4 °Brix ที่ 70 นาที หากย่อยต่อไปจนได้ 17 °Brix จะ
เทียบเท่ากับ DE?

Formatted: Font color: Auto

4.8 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร Citric Acid 80 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร (ใช้สารเติมแต่งปริมาณเท่ากันทั้ง 3 สูตร) หลังจากเติมสารเติมแต่งทำการพาสเจอร์ไรส์เซชันโดยใช้อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที จากนั้นทำการบรรจุใส่ขวดพลาสติก HDPE ขนาด 250 มิลลิลิตร ในขณะที่ร้อนจากนั้นปิดฝาและนำไปผ่านน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิลงให้ถึงอุณหภูมิห้อง เมื่อบรรจุเครื่องตีมืออิเล็กทรอนิกส์จากข้าวลงขวดแล้วนำไปจัดเก็บในห้องแช่เย็น อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และรอทำการวิเคราะห์ลักษณะและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ต่อไป



รูปที่ 4.14 แผนภูมิการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กโตรไลต์จากข้าวด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์

ตารางที่ 4.5 แนวทางการจัดการกระบวนการผลิตของเครื่องดื่มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวผ่านการพาสเจอร์ไรซ์

รายละเอียดผลิตภัณฑ์	คำอธิบาย
ชื่อของผลิตภัณฑ์ Product Name (s)	เครื่องดื่มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวสำหรับนักกีฬา (ชนิดไฮเพอร์โทนิก)
คุณลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์ Important Product Characteristics	กำหนดค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ที่ร้อยละ 8 - 9 โดยประมาณปริมาณน้ำตาลร้อยละ 9 - 13 ของน้ำตาลทั้งหมดจากคาร์โบไฮเดรต 100 มิลลิกรัม เสริมวิตามินเอ ซี อี และโซเดียม แคลเซียม โปแทสเซียม เจือสีสังเคราะห์และแต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ
วิธีการใช้ Using Methods	ผลิตภัณฑ์พร้อมดื่ม
การบรรจุภัณฑ์ Packaging	ขวดพลาสติกชนิด HDPE ขนาด 250 มิลลิกรัม
การเก็บรักษาและอายุของผลิตภัณฑ์ Storage Condition and Shelf life	เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส เก็บนาน 1 เดือน
แหล่งจำหน่าย Market Place	ร้านค้าทั่วไป ห้างสรรพสินค้า
ผู้บริโภค Consumer	ผู้ออกกำลังกายและนักกีฬา ผู้ใช้แรงงาน
วัตถุประสงค์ของการใช้ Intended and Specific Consumer	เพื่อเป็นพลังงานสำหรับผู้ที่ใช้พลังงานเป็นเวลานาน
ข้อแนะนำที่เขียนในฉลาก Labeling Instructions	ผลิตจากข้าวสากัด อาจมีการเปลี่ยนแปลงของสี และอาจมีการเกิดตะกอนตามธรรมชาติ ซึ่งไม่มีผลต่อคุณภาพ ไม่มีอันตรายต่อร่างกายหรือสุขภาพ หลังจากเปิดแล้วควรเก็บในตู้เย็นและควรดื่มให้หมดภายใน 1 วัน
การควบคุมการกระจายสินค้า Special Distribution Control	เก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted

Formatted: Font: 14 pt, Complex Script Font: 14 pt

|

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดวิธีการในการผลิตเครื่องดื่มโอเลคโตรไลต์จากข้าวแบบพาสเจอไรเซชันพาสเจอไรซ์

ขั้นตอนที่	ชื่อขั้นตอน	รายละเอียดของขั้นตอน
1.	รับแป้งข้าว	รับแป้งข้าว
2.	ม่ข้าว	ม่ข้าวให้เป็นแป้ง
3.	คัดแป้งข้าว	คัดเลือกแป้งข้าวที่มีตำหนิออกและร่อนให้ได้ขนาด 100 mesh
4.	ชั่งน้ำหนัก	ชั่งน้ำหนักของแป้งต่อน้ำอัตราส่วน 1:6
5.	แช่ข้าวในน้ำอุ่น	ทำ gelatinization ที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที
6.	เติม enzyme	ใช้ α -amylase ที่ความเข้มข้น 44.0150 หน่วยยูนิต์ต่อมิลลิลิตร (U/ml เป็นเวลา 62.68 นาที ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
7.	หยุด enzyme	เติมน้ำเดือด 5 นาทีและนำไปกรอง (ใช้ผ้าส่วนใส)
8.	เติมส่วนผสม	ผสมวิตามิน เกลือแร่ สีและกลิ่น
9.	Pasteurization	ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 วินาที
10.	บรรจุขวด	เติมลงในขวดขนาด 250 มิลลิลิตร
11.	ปิดฝา	ปิดฝาด้วยเครื่องตอกฝาอัตโนมัติ
12.	ทำให้เย็น	ลดอุณหภูมิให้เย็นลงอย่างรวดเร็วด้วยพัดลม
13.	ติดฉลาก	ติดฉลากหลังจากทำการบรรจุขวดเสร็จ
14.	จัดเก็บผลิตภัณฑ์	นำไปแช่เย็น
15.	รับ enzyme	ปิเปตเอนไซม์ให้ปริมาตรในบัฟเฟอร์ (อะซิติก) pH 4.8 โดยใช้ปริมาตรเอนไซม์ 44.0150 หน่วยยูนิต์ต่อมิลลิลิตร (U/ml) และปรับด้วยบัฟเฟอร์ใน volumetric flask ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 0-25 องศาเซลเซียส
16.	จัดเก็บ	เก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส
17.	ชั่งน้ำหนัก	ใช้ปริมาตรเอนไซม์ความเข้มข้น 44.0150 หน่วยยูนิต์ต่อมิลลิลิตร (U/ml (ปิเปต 8.928 มิลลิลิตร)
18.	รับวิตามิน กรดซิตริก และเกลือแร่	ตรวจรับ วิตามิน B ₃ B ₅ B ₆ และ B ₁₂ และวิตามิน C และเกลือแร่
19.	จัดเก็บ	จัดเก็บในที่แห้งและเย็น หรือในตู้เย็น หลีกเลี่ยงแสงแดด
20.	ชั่งน้ำหนัก	ใช้ตามปริมาณที่กำหนด
21.	รับสีและกลิ่น	ตรวจรับสีและกลิ่น
22.	จัดเก็บ	จัดเก็บในที่แห้งและเย็น หรือในตู้เย็น หลีกเลี่ยงแสงแดด
23.	ชั่งน้ำหนัก	ใช้ตามปริมาณที่กำหนด
24.	รับขวดและฝา	ตรวจรับขวดและฝา
25.	จัดเก็บ	เก็บรักษาในกล่อง อยู่ในบริเวณที่แห้ง

26.	ฆ่าเชื้อ	ล้างฆ่าเชื้อด้วยเครื่องอัตโนมัติเป็นเวลา 5 นาที
27.	ทำให้แห้ง	ใช้ลมร้อนที่สะอาดเป่าให้แห้งแล้วจึงนำไปบรรจุ

Formatted: Font: (Default) TH Sarabun New, 14 pt, Complex Script Font: TH Sarabun New, 14 pt

Formatted: Font: (Default) TH Sarabun New, 14 pt, Complex Script Font: TH Sarabun New, 14 pt

Formatted: Space After: 0 pt

Formatted: Font: (Default) TH Sarabun New, 14 pt, Complex Script Font: TH Sarabun New, 14 pt

Formatted: Font: (Default) TH Sarabun New, 14 pt, Complex Script Font: TH Sarabun New, 14 pt

Formatted: Font: (Default) TH Sarabun New, 14 pt, Complex Script Font: TH Sarabun New, 14 pt

Formatted: Font: (Default) TH Sarabun New, 14 pt, Complex Script Font: TH Sarabun New, 14 pt

Formatted: Space After: 0 pt

135

ตอนที่ 3 HACCP

ตารางที่ 4.7 รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ (Product Description) และวัตถุประสงค์ในการใช้ (Intended Use) เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรเซชัน

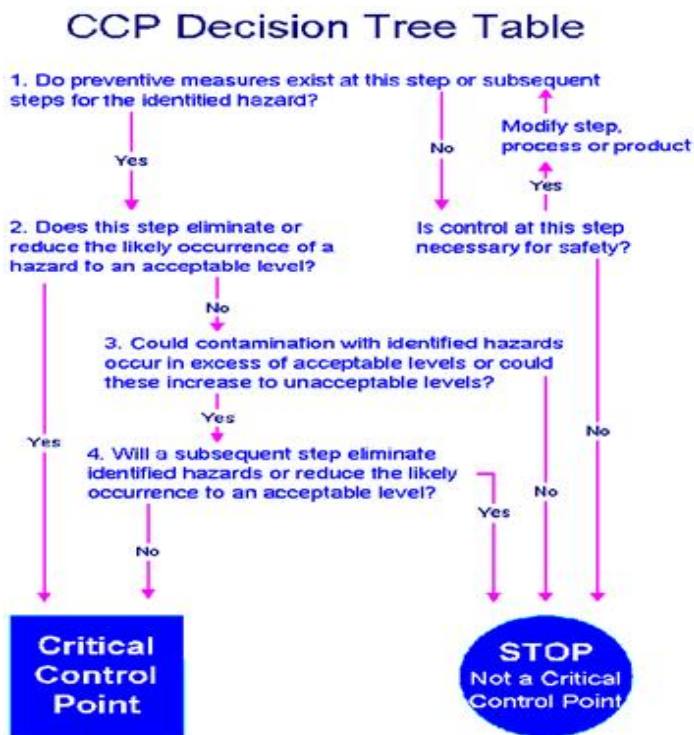
1. PRODUCT NAME (S)	เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวสำหรับนักกีฬา (ชนิดไอเพอร์โพรนิค)
ชื่อผลิตภัณฑ์	
2. IMPORTANT PRODUCT CHARACTERISTICS (OF END PRODUCT)	กำหนดค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ที่ร้อยละ 8 - 9 โดยประมาณปริมาณน้ำตาลร้อยละ 9 - 13 ของน้ำตาลทั้งหมด จากคาร์โบไฮเดรต 100 มิลลิกรัม เสริมวิตามินซี บี2 บี5 บี6 และโซเดียม เจือสีสังเคราะห์และแต่งกลิ่นเลียนธรรมชาติ
(a.w. pH PRESERVATIVES,...)	
คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์	
3. HOW IS TO BE USED?	ผลิตภัณฑ์พร้อมดื่ม
ลักษณะการใช้ของผลิตภัณฑ์	
4. PACKAGING	ขวดพลาสติกชนิดโพลิโพรพิลีน (Polypropylene)
ภาษาบรรจุ	
5. SHELF LIFE	เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส
อายุการเก็บรักษา	เก็บนาน 6 เดือน
6. WHERE WILL IT BE SOLD?	ร้านค้าทั่วไป ห้างสรรพสินค้า
ลักษณะการจำหน่าย	
7. LABELING INSTRUCTIONS	ผลิตจากน้ำข้าวสาคู อาจมีการเปลี่ยนแปลงของสี และอาจมีการเกิดตะกอนตามธรรมชาติ ซึ่งไม่มีผลต่อคุณภาพ
รายละเอียดที่กำกับบนฉลาก	ไม่มีอันตรายต่อร่างกายหรือสุขภาพ
	หลังจากเปิดแล้วควรเก็บในตู้เย็นและควรดื่มให้หมดภายใน 1 วัน
8. SPECIAL DISTRIBUTION CONTROL	เก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส
การดูแลรักษาระหว่างขนส่ง	
9. INTENDED USE	ผู้ออกกำลังกายและนักกีฬา ผู้ใช้แรงงาน
วัตถุประสงค์ในการใช้ เช่น กลุ่มผู้บริโภค	เพื่อเป็นพลังงานสำหรับผู้ที่ใช้พลังงานเป็นเวลานาน

|

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์อันตราย

อันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้จริงในขั้นตอน / สิ่งแวดล้อมของการผลิต

อันตรายชีวภาพ	อันตรายเคมี	อันตรายกายภาพ
<i>Bacillus cereus</i>	Pesticide	เศษแก้ว
<i>Clostridium perfringens</i>		เศษกรวด
<i>Escherichia coli</i>		
<i>Salmonella</i>		



Decision Tree adapted from NACMCF.

รูปที่ 4.15 แผนผังการตัดสินใจวิเคราะห์ความเสี่ยง

ตอนที่ 5 กำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

ตารางที่ 4.8 จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมของเครื่องต้มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรซ์พาสเจอร์ไรซ์

Step No.	วัตถุดิบ / ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ / แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนต่อไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
1	รับแป้งข้าว	B	Bacillus cereus	-ผลิตภัณฑ์มีการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.)	✓	-	✓	✓	N	9
		C	pesticide	-ขอใบ COA	✓	✓	-	-	Y	CCP1
		P	เศษแก้ว เศษกรวด	GMP						
2	ไม่ข้าว	B	-							
		C	-							
		P	-							
3	คัดแป้งข้าว	B	-							
		C	-							
		P	-							
4	ชั่งน้ำหนัก	B	-							
		C	-							
		P	-							
5	แช่ข้าวในน้ำอุ่น	B	-							
		C	-							
		P	-							
6	เติม enzyme	B	-							
		C	-							
		P	-							
7	หยุด enzyme	B	-							
		C	-							
		P	-							
8	เติมส่วนประกอบ	B	-							
		C	-							
		P	-							
9	Pasteurization	B	จุลินทรีย์ที่รอดชีวิตและจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจาก	ควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการให้ความร้อน	✓	✓	-	-		CCP 2

Step No.	วัตถุประสงค์ / ขั้นตอนของกระบวนการ	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ / แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนต่อไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
			ผู้ผลิตและอุปกรณ์							
		C	-							
		P	-							
10	บรรจุขวด	B	จุลินทรีย์ปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อมผู้ผลิตและอุปกรณ์	GMP	✓	-	✓	✓	N	CP1
		C	-							
		P	-							
11	ปิดฝา	B	-							
		C	-							
		P	-							
12	ทำให้เย็น	B	-							
		C	-							
		P	-							
13	ติดฉลาก	B	-							
		C	-							
		P	-							
14	จัดเก็บผลิตภัณฑ์	B	-							
		C	-							
		P	-							
15	รับ enzyme	B	-							
		C	-							
		P	-							
16	จัดเก็บ	B	-							
		C	-							
		P	-							
17	ชั่งน้ำหนัก	B	-							
		C	-							
		P	-							
18	รับวิตามินกรดซิตริกและเกลือแร่	B	E. Coli, Salmonella	-ผลิตภัณฑ์มีการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.)	✓	-	✓	✓	N	CP2

Step No.	วัตถุประสงค์ / ขั้นตอนของกระบวนการ	B/C/P	อันตรายและสาเหตุ / แหล่งที่มาของการเกิดอันตราย	มาตรการควบคุม	Decision Tree				CCP (Y/N)	ขั้นตอนต่อไป
					Q1	Q2	Q3	Q4		
	ผลิต									
		C	โลหะหนัก	-ขอใบ COA	✓	-	✓	✓	N	CP3
		P	-							
		B	-							
19	จัดเก็บ									
		C	-							
		P	-							
		B	-							
20	ชั่งน้ำหนัก				✓	✓	-	-	Y	CCP 3
		C	-							
		P	-							
		B	-							
21	รับสีและกลิ่น				✓	-	✓	✓	N	CP4
		C	โลหะหนัก	-ขอใบ COA	✓	-	✓	✓	N	CP5
		P	-							
		B	E. Coli, Salmonella	-ผลิตภัณฑ์ที่มีการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.)						
22	จัดเก็บ									
		C	-							
		P	-							
		B	-							
23	ชั่งน้ำหนัก									
		C	-							
		P	-							
		B	-							
24	รับขวดและฝา									
		C	-							
		P	-							
		B	-							
25	จัดเก็บ									
		C	-							
		P	-							
		B	-							
26	ฆ่าเชื้อ									
		C	-							
		P	-							
		B	-							
27	ทำให้แห้ง									
		C	-							
		P	-							
		B	-							

ตอนที่ 6 แผนปฏิบัติงาน HACCP

ตารางที่ 4.9 การตรวจติดตามและเฝ้าระวังจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

จุดควบคุม วิกฤต CCP	อันตราย Significant Hazard	ค่าวิกฤต Critical Limit (CL)	การตรวจติดตามและเฝ้าระวัง Monitoring				มาตรการ แก้ไข Corrective Action (CA)	การทวนสอบ Verification	เอกสาร Records
			What	How	When	Who			
1.รับแป้ง ข้าว	C: Pesticide	ไม่พบ	pesticide	ใบ COA	ทุกครั้งที่ มีการรับ	พนักงาน จัดซื้อ	ถ้าพบว่ามี การปนเปื้อน ให้ปฏิเสธการ รับ	1. Audit ที่ supplier	1.บันทึกการ รับแป้งข้าว 2.Approved Vendor list
2. การ พาสเจอร์ไร เซชัน(9)	B:จุลินทรีย์	อุณหภูมิ 75 -80 ° C เป็น เวลา 48 ชั่วโมง	อุณหภูมิ และเวลา	อ่านจาก เทอร์โม มิเตอร์ และ นาฬิกา จับเวลา	ทุกครั้งที่ มีการ ผลิต	พนักงาน ผลิต	เมื่ออุณหภูมิ ไม่ได้ตามที่ ต้องการให้ ลองใหม่	1. สอบเทียบการ ทำงานของ เทอร์โมมิเตอร์ทุก 1ปี 2.สอบเทียบการ ทำงานของ อุปกรณ์ฆ่าเชื้อทุก 1ปี 3. ตรวจสอบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ทุก 6 เดือน	1.ใบบันทึกการ ทำงาน 2.ใบสอบเทียบ เทอร์โมมิเตอร์
3. การซัง น้ำหนักร วิตามิน กรดซิตริก และเกลือ แร่	B:จุลินทรีย์ ประเภท mesophil e	p.H. ไม่ เกิน 4.3	ค่าความ เป็นกรด ต่าง	อ่านจาก เครื่องวัด ความเป็นกรด ต่าง	ทุกครั้งที่ มีการ ผลิต และทุก Batch	ผู้จัดการ	เมื่อ p.H. ต่ำ กว่า 4.3 ให้ นำไปปรับ กรดใหม่แล้ว นำไป reprocess	1.ทำการสอบ เทียบการทำงาน ของเครื่องซังทุก 1 ปี ทำการสอบเทียบ เครื่องวัดค่าความ เป็นกรดต่างทุก 1 ปี ทำการ calibrate เครื่องซังทุกครั้ง ก่อนการผลิต หลังการผลิตและ ระหว่างการผลิต ทุกๆ 2 ชั่วโมง	1.บันทึกการ ทำงาน 2.ใบสอบเทียบ เครื่องซัง น้ำหนักแบบ ทศนิยม 2 ตำแหน่ง 3. ใบสอบ เทียบเครื่องวัด ค่าความเป็น กรดต่าง

Formatted: Tab stops: Not at 6.32 cm

Formatted: Space Before: 0 pt

Formatted Table

Formatted: Indent: Left: 0 cm, First line: 0 cm, Tab stops: Not at 0.63 cm

ตอนที่ 4.5 การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาสีผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตทั้งแบบวิธีการใช้พาสเจอร์ไรเซชัน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ใช้ผลิตจริงและบรรจุในภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ใช้จำหน่ายจริงโดยวิธี Q 10 และแบบจำลองจลนพลศาสตร์ (Kinetic model) โดยการทดสอบในสภาวะเร่ง (Accelerated Shelf Life Test, ASLT) และวัดดัชนีการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ ภายนอกและทางเคมี สำหรับอุณหภูมิที่ใช้เร่งในการเก็บรักษาสามารถแยกผลการทดลองได้ตามผลิตภัณฑ์พร้อมดื่มผ่านการฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรเซชัน (pasteurized product) โดยผลการวิเคราะห์แสดงในแต่ละด้านดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

Color value (Color quest XE)

จากตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.11 ค่าสีของเครื่องดื่มเกลือแร่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอร์ไรเซชันนั้นจะมีค่าสีเริ่มต้น ณ วันที่ 0 คือ L^* เท่ากับ 87.63 ± 1.06 , a^* เท่ากับ -4.31 ± 0.60 , b^* เท่ากับ 26.42 ± 1.11 สีของเครื่องดื่มนั้นเป็นสีเหลืองใส เมื่อเก็บที่อุณหภูมิเร่งที่ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียสนั้นทั้งสามอุณหภูมิส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงคือค่าความสว่างหรือ L^* ลดลงหลังจากวันที่ 9 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ร้อยละ 95, ค่าสีแดงหรือ a^* ลดลงและค่าสีเหลืองหรือ b^* เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ร้อยละ 95 ทั้งสามอุณหภูมิการเก็บรักษา

โดยค่าความต่างของสีคือค่า ΔE คำนวณจากสมการ

$$\text{วันที่ 0 วัดค่าสีได้ } L_1^* \ a_1^* \ b_1^*$$

$$\text{วันที่ x วัดค่าสีได้ } L_2^* \ a_2^* \ b_2^*$$

จะได้ความแตกต่างของสี (ΔE) ระหว่างจุดที่ 1 และ 2 ตามสมการที่ 1

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2} \quad (1)$$

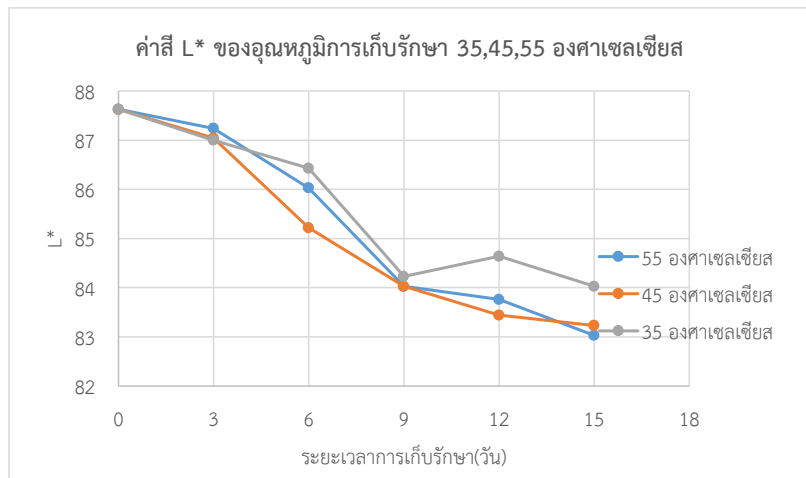
โดยทั่วไปค่าของสีที่นำมาเปรียบเทียบ ΔE มีค่ามากกว่า 1 ตามของมนุษย์จะสามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้ (เจริญชัย, 2553) โดยค่าที่ได้จากการคำนวณดังในตารางที่ 1 นั้นจะเห็นได้ว่าตั้งแต่วันที่ 6 เป็นต้นไปของทั้งสามอุณหภูมิการเก็บรักษานั้นสีของเครื่องดื่มนั้นมีการเปลี่ยนแปลงโดยค่า ΔE มีค่ามากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าหลังจากวันที่ 6 ของการเก็บรักษาสีเริ่มเปลี่ยนแปลงจนตามนุษย์สามารถจะรับรู้และแยกสีออกได้ ดังนั้น วันเก็บรักษาที่ 6 ที่อุณหภูมิ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส มีค่า ΔE เท่ากับ 1.62, 2.42, 1.37

ตารางที่ 4.10 ค่าสีในระบบ L^*, a^*, b^* ของเครื่องดื่มเกลือแร่จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรเซชันพาสเจอร์ไรซ์

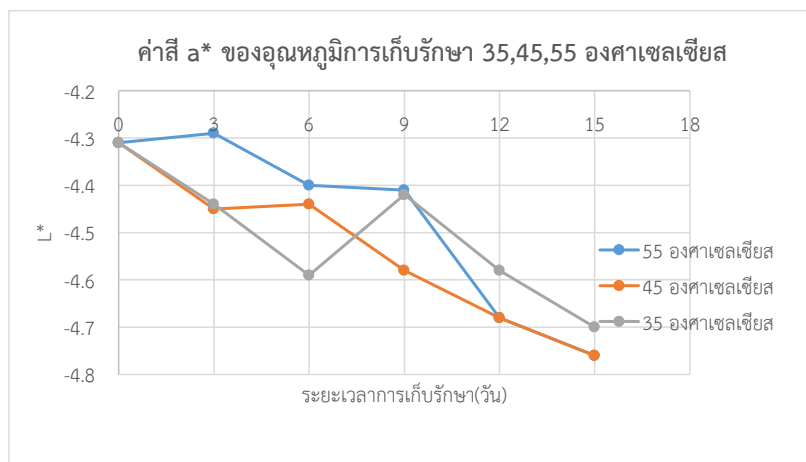
อายุการเก็บ (วัน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ค่าสี			ความต่างของสี เทียบกับวันแรก (ΔE)
		L*	a*	b*	
0	35	87.63 $\pm$ 1.06 ^a	-4.31 $\pm$ 0.60	26.42 $\pm$ 1.11	0.00
3		87.00 $\pm$ 0.65 ^a	-4.44 $\pm$ 0.84	26.36 $\pm$ 0.89	0.45
6		86.43 $\pm$ 1.18 ^a	-4.59 $\pm$ 0.76	27.02 $\pm$ 0.55	1.62*
9		84.23 $\pm$ 1.15 ^b	-4.42 $\pm$ 0.93	27.14 $\pm$ 0.99	3.68*
12		84.64 $\pm$ 0.97 ^b	-4.58 $\pm$ 0.35	28.13 $\pm$ 0.84	3.93*
15		84.03 $\pm$ 0.87 ^b	-4.70 $\pm$ 0.51	28.54 $\pm$ 1.01	4.69*
0	45	87.63 $\pm$ 1.06 ^a	-4.31 $\pm$ 0.60	26.77 $\pm$ 1.11	0.00
3		87.04 $\pm$ 1.70 ^a	-4.45 $\pm$ 0.94	26.44 $\pm$ 0.94	0.69
6		85.22 $\pm$ 0.85 ^{ab}	-4.44 $\pm$ 0.32	26.66 $\pm$ 0.85	2.42*
9		84.03 $\pm$ 1.23 ^b	-4.58 $\pm$ 0.77	27.50 $\pm$ 1.15	3.68*
12		83.44 $\pm$ 1.07 ^b	-4.68 $\pm$ 0.55	27.88 $\pm$ 0.54	4.35*
15		83.23 $\pm$ 0.86 ^b	-4.76 $\pm$ 0.73	28.54 $\pm$ 1.07	4.76*
0	55	87.63 $\pm$ 1.06 ^a	-4.31 $\pm$ 0.60	26.42 $\pm$ 1.11	0.00
3		87.24 $\pm$ 0.57 ^a	-4.29 $\pm$ 0.96	26.54 $\pm$ 0.78	0.65
6		86.03 $\pm$ 1.33 ^{ab}	-4.40 $\pm$ 0.23	27.03 $\pm$ 0.45	1.37*
9		84.03 $\pm$ 1.09 ^b	-4.41 $\pm$ 0.84	26.00 $\pm$ 1.15	3.48*
12		83.76 $\pm$ 0.97 ^b	-4.68 $\pm$ 0.74	28.04 $\pm$ 0.34	3.46*
15		83.03 $\pm$ 1.57 ^b	-4.76 $\pm$ 0.41	28.54 $\pm$ 1.07	4.20*

^{abc} แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ร้อยละ 95 เมื่อเทียบกับกันภายในอุณหภูมิเดียวกัน

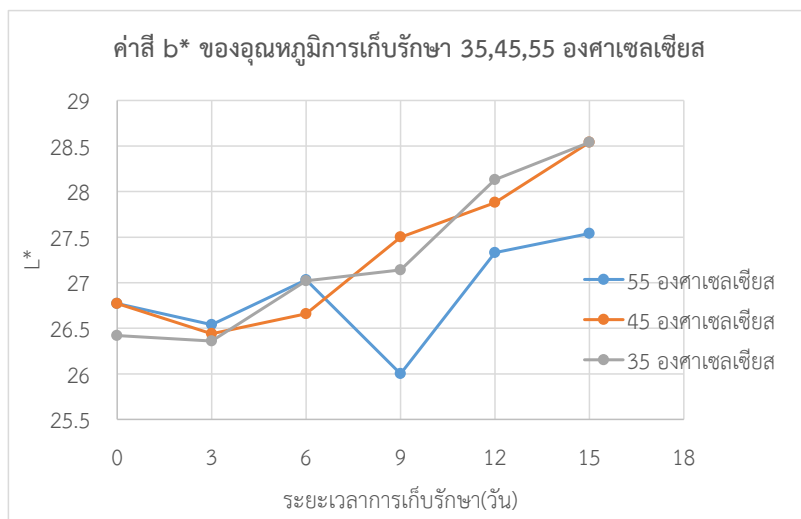
* แสดงถึงค่า ΔE ที่มากกว่า 1.00 แสดงถึงค่าที่ความสามารถของตามนุษย์นั้นสามารถจะแยกความต่างของสีได้



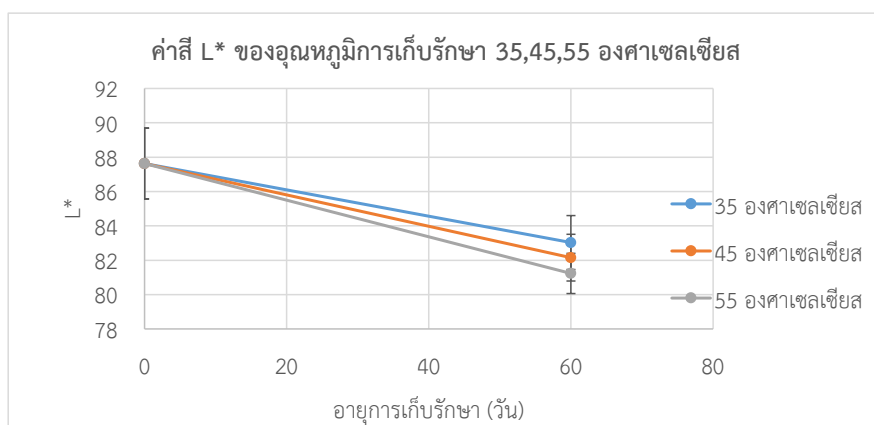
รูปที่ 4.16 ค่าสี L* ของของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าว [แบบพาสเจอร์ไรซ์](#) [ชั้นพาสเจอร์ไรซ์](#) โดยมีอุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส



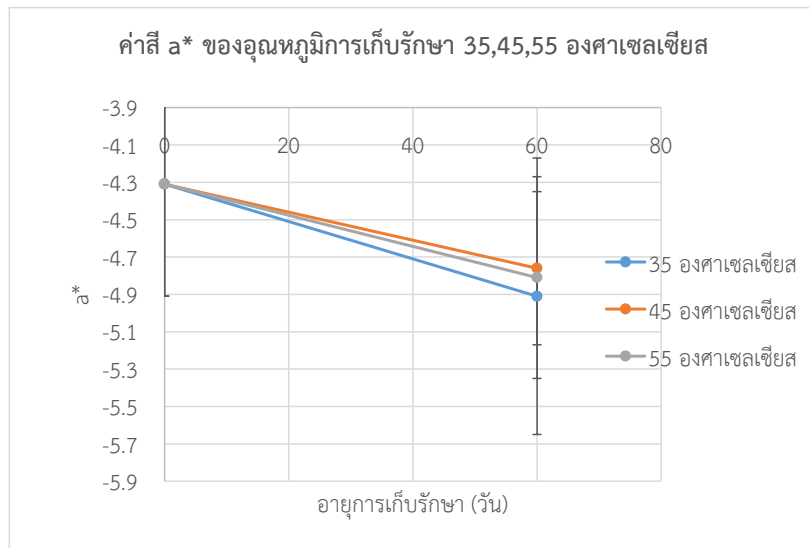
รูปที่ 4.17 ค่าสี a* ของของเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าว [แบบพาสเจอร์ไรซ์](#) [ชั้นพาสเจอร์ไรซ์](#) โดยมีอุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส



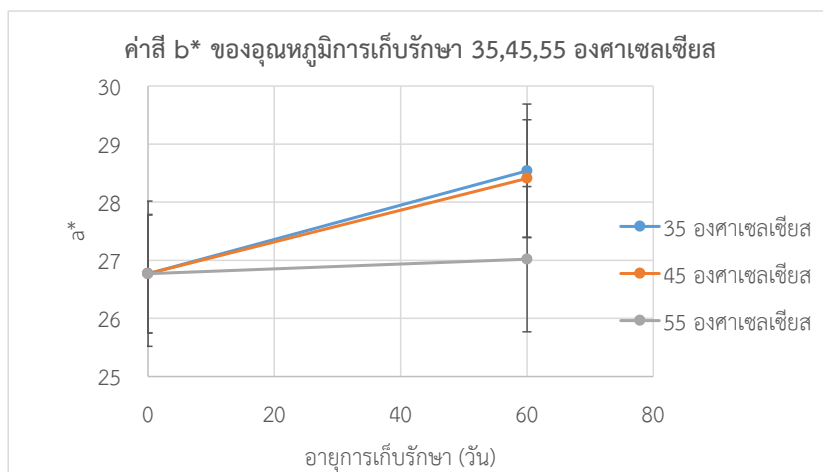
รูปที่ 4.18 ค่าสี b* ของของเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็นโดยมีอุณหภูมิกักเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.19 ค่าสี L* ของของเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็นโดยมีอุณหภูมิกักเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.20 ค่าสี a* ของของเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรเซชันพาสเจอร์ไรซ์โดยมีอุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.21 ค่าสี b* ของของเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรเซชันพาสเจอร์ไรซ์โดยมีอุณหภูมิการเก็บรักษา 35,45,55 องศาเซลเซียส

ทางด้านเคมี

ค่า pH

ค่า pH เริ่มต้นของเครื่องต้มเกลือแร่นั้นเท่ากับ 4.11 ± 0.00 จากตารางที่ 4.7 จะพบว่าค่า pH ของของเครื่องต้มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวพาสเจอไรซ์นั้นมีแนวโน้มที่ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน โดยช่วงสามวันแรกมีค่า pH ที่ลดลงมากกว่าวันอื่นๆที่เก็บรักษา

ตารางที่ 4.11 ค่า pH ของของเครื่องต้มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวแบบพาสเจอไรซ์ชั้นพาสเจอไรซ์

อายุการเก็บ (วัน)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)					
	35		45		55	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
0	4.11	0.00	4.11	0.00	4.11	0.00
3	4.07	0.01	4.07	0.01	4.09	0.01
6	4.07	0.00	4.06	0.00	4.06	0.01
9	4.05	0.01	4.06	0.01	4.03	0.02
12	4.01	0.00	4.05	0.00	4.04	0.00
15	4.03	0.01	4.04	0.01	4.01	0.02

วัดปริมาณกรดทั้งหมด (Total acidity)

ค่าปริมาณกรดทั้งหมดเทียบเท่าร้อยละของกรดซิตริกของเครื่องต้มเกลือแร่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรซ์ชั้นสอดคล้องกับค่า pH ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ปริมาณกรดทั้งหมด (%) ของเครื่องต้มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวแบบพาสเจอไรซ์ชั้นพาสเจอไรซ์

อายุการเก็บรักษา (วัน)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)					
	35		45		55	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
0	0.64	0.00	0.64	0.00	0.64	0.00
3	0.67	0.02	0.70	0.02	0.70	0.01
6	0.73	0.20	0.72	0.01	0.73	0.01
9	0.72	0.01	0.76	0.01	0.75	0.02
12	0.76	0.03	0.75	0.01	0.79	0.03
15	0.76	0.01	0.78	0.01	0.83	0.02

Formatted: Not Highlight

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณค่าความเป็นกรดต่าง ค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและค่าสมมูลน้ำตาล
 เดกซ์โตรส (Dextrose equivalent) ของเครื่องดื่มอิเล็กโตรไลต์จากข้าว **แบบพาสเจอร์ไรซ์**

อายุการเก็บ (วัน)	อุณหภูมิการเก็บรักษา 45 °C (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิการเก็บรักษา 55 °C (องศาเซลเซียส)		
	p.H.	Total soluble solidsTotal sugar ("Brix)	D.E.	p.H.	Total soluble solidsTotal sugar ("Brix)	D.E.
0	4.37±0.00	12.7±0.0	8.8±0.0	4.37±0.00	12.7±0.0	8.8±0.0
1	4.37±0.01	12.6±0.0	8.8±0.1	4.37±0.01	12.6±0.0	8.8±0.1
2	4.37±0.00	12.7±0.0	8.8±0.0	4.37±0.00	12.7±0.0	8.8±0.2
3	4.34±0.01	12.6±0.0	8.9±0.1	4.33±0.02	12.6±0.0	8.9±0.1
4	4.35±0.00	12.6±0.1	8.9±0.1	4.34±0.00	12.6±0.1	8.9±0.0
5	4.36±0.01	12.8±0.1	8.9±0.2	4.34±0.00	12.8±0.1	8.8±0.0
6	4.32±0.01	12.7±0.0	8.8±0.1	4.33±0.01	12.7±0.0	9.0±0.1
7	4.33±0.01	12.7±0.0	8.9±0.1	4.31±0.01	12.9±0.1	9.1±0.0
8	4.35±0.03	12.7±0.1	8.9±0.1	4.32±0.01	12.8±0.1	9.2±0.2
9	4.32±0.01	12.8±0.0	8.9±0.0	4.31±0.01	12.8±0.0	9.1±0.0
10	4.33±0.01	12.9±0.1	8.8±0.0	4.28±0.01	12.8±0.0	9.4±0.1
11	4.31±0.03	12.8±0.0	8.9±0.1	4.24±0.01	12.9±0.1	9.3±0.0
12	4.3±0.01	12.8±0.1	9.1±0.0	4.24±0.01	12.8±0.0	9.4±0.1
13	4.29±0.01	12.8±0.0	8.9±0.0	4.22±0.00	12.9±0.1	9.5±0.1
14	4.31±0.01	12.9±0.1	8.8±0.0	4.21±0.01	12.8±0.0	9.5±0.1
15	4.27±0.02	12.8±0.0	10.1±0.8	4.22±0.01	12.9±0.1	9.6±0.1
16	4.29±0.01	12.9±0.0	10.0±0.0	4.21±0.00	12.8±0.0	9.8±0.0
17	4.27±0.01	12.9±0.1	9.2±0.2	4.19±0.01	12.9±0.1	9.8±0.1
18	4.28±0.01	12.8±0.0	9.3±0.0	4.19±0.01	12.8±0.0	9.9±0.1
19	4.29±0.01	12.9±0.1	9.4±0.1	4.18±0.01	12.8±0.1	9.9±0.1
20	4.28±0.01	12.8±0.0	9.5±0.1	4.18±0.01	12.8±0.0	9.9±0.0
21	4.28±0.00	12.9±0.1	9.4±0.1	4.18±0.01	12.9±0.1	10.0±0.0

- Commented [๑๐10]: pH
- Formatted: Not Highlight
- Commented [๑๐11]: ระบุหน่วย
- Commented [๑๐9]: ระบุหน่วย

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ปริมาณค่าความเป็นกรดต่าง ค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและค่าสมมูลน้ำตาลเดกซ์โทรส (Dextrose equivalent) ของเครื่องต้มอีเลคโตรไลต์จากข้าวแบบพาสเจอร์ไรซ์

อายุการเก็บ (วัน)	อุณหภูมิการเก็บรักษา 45 °C (องศาเซลเซียส)			อุณหภูมิการเก็บรักษา 55 °C (องศาเซลเซียส)		
	p.H.	Total soluble solids ^{Total} sugar ("Brix")	D.E.	p.H.	Total soluble solids ^{Total} sugar ("Brix")	D.E.
22	4.26±0.01	12.8±0.0	9.5±0.1	4.18±0.01	12.8±0.0	10.1±0.1
23	4.27±0.01	12.8±0.1	9.6±0.1	4.18±0.01	12.9±0.0	10.1±0.0
24	4.28±0.01	12.8±0.0	9.8±0.0	4.18±0.00	12.8±0.0	10.0±0.0
25	4.27±0.00	12.9±0.1	9.7±0.1	4.18±0.01	12.9±0.1	10.1±0.1
26	4.28±0.00	12.8±0.0	9.8±0.2	4.19±0.00	12.8±0.0	10.1±0.1
27	4.28±0.01	12.8±0.0	9.6±0.1	4.18±0.00	12.9±0.1	10.1±0.1
28	4.28±0.00	12.9±0.0	9.6±0.0	4.18±0.00	12.8±0.0	10.0±0.0
29	4.28±0.00	12.9±0.1	9.6±0.0	4.18±0.01	12.8±0.1	10.1±0.1

Commented [๑๐]: pH

Formatted: Not Highlight

Commented [๑๑]: ระบุหน่วย

Commented [๑๑9]: ระบุหน่วย

Formatted: Font color: Auto

ค่าปริมาณความเป็นกรดต่าง ค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและค่าสมมูลน้ำตาลเดกซ์โทรสของเครื่องต้มที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์พบว่าตั้งแต่วันที่ 0 -16 ไม่พบว่าค่าความเป็นกรดต่างมีการเปลี่ยนแปลงมากนักที่การเก็บรักษาที่สภาวะแรงที่อุณหภูมิ 45 °C พบว่าที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 55 °C มีค่าความเป็นกรดต่างที่เริ่มลดลงในวันที่ 13 สำหรับค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดไม่พบว่ามีเปลี่ยนแปลงมากนักทั้งสองอุณหภูมิขณะที่ค่าสมมูลน้ำตาลเดกซ์โทรสมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 19 (D.E. = 10.0±0.0) และ 24 (D.E. = 9.8±0.0) ของการเก็บรักษาที่ 45 และ 55 องศาเซลเซียสตามลำดับ และมีแนวโน้มคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 29 ของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้โดยการย่อยแป้งข้าวสาลีด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสในกระบวนการผลิตเครื่องต้มอีเลคโตรไลต์จากข้าวสาลีได้ควรจะต้องได้ค่าสมมูลน้ำตาลเดกซ์โทรส (dextrose equivalent ; DE) ประมาณ 12 ซึ่งเป็นค่า DE ที่เหมาะสมสำหรับการย่อยแป้งให้เป็นพอลิเมอร์ของกลูโคสสายสั้นๆ เช่น มอลโตไดรอสและเดกซ์ทรินในปริมาณสูง (ปราณี, 2556; ยุทธชัย และคณะ, 2557) แต่เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ทำการวิจัยมีการเติมแป้งข้าวสาลีในผลิตภัณฑ์เริ่มต้นก่อนที่ใส่เอนไซม์ที่มีอัตราส่วนอยู่ที่ 1:6 และกำหนดค่าปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ที่ร้อยละ 9 โดยประมาณ โดยมีคาร์โบไฮเดรตอยู่

ในอัตราส่วนร้อยละ 8 – 13 เพื่อผลิตเป็นเครื่องต้มอิเล็กโตรไลต์ชนิด Hypertonic สำหรับในการศึกษาอายุ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ด้านการลดลงของค่า D.E. ที่สัมพันธ์กับค่า p.H. ในระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากการ เกิด hydrolysis สายพอลิเมอร์ของกลูโคส

ทางด้านจุลินทรีย์ ตามวิธีของ AOAC (1995)

- วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)
- วิเคราะห์ปริมาณยีสต์และเชื้อรา (yeast & mold)
- วิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย Coliforms และ เชื้อ *Escherichia Coli*.

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count), ปริมาณยีสต์และเชื้อรา (yeast & mold), ปริมาณแบคทีเรีย Coliforms และ เชื้อ *Escherichia Coli* ของเครื่องต้มไอเลคโตรไลต์จากข้าวพาสเจอไรซ์ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count), ปริมาณยีสต์และเชื้อรา (yeast & mold), ปริมาณแบคทีเรีย Coliforms และ เชื้อ *Escherichia Coli* ของเครื่องต้มไอเลคโตรไลต์จากข้าวแบบพาสเจอไรซ์

อายุการเก็บ (วัน)	อุณหภูมิการเก็บรักษา (องศาเซลเซียส)	Total Bacteria (CFU/ml)	Yeast and Mold (CFU/ml)	<i>E. coli</i> and Coliforms (MPN/ml)
0	35	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
3		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
6		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
9		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
12		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
15		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
0	45	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
3		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
6		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
9		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
12		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
15		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
0	55	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
3		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
6		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
9		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
12		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00
15		น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 10 ±0.00	น้อยกว่า 3 ± 0.00

วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใช้การทดสอบการยอมรับคุณลักษณะด้านต่างๆ ตามที่ประกาศของ สธ. 195/2543 ได้ระบุให้ เครื่องดื่มเกลือแร่จะต้องมีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของเครื่องดื่มนั้นๆ และไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนที่เกิดจากการใช้สารปรุงแต่งกลิ่นรสบางชนิดอันเป็นส่วนประกอบของเครื่องดื่มเกลือแร่ โดยทดสอบกับผู้ทำการฝึกฝนมาแล้วจำนวน 30 คน

ตารางที่ 4.15 คะแนนความชอบและร้อยละการยอมรับโดยรวมของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าว **แบบ** **พาสเจอร์ไรซ์ชั้นพาสเจอร์ไรซ์**

อายุการเก็บ (วัน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	คะแนนความชอบ		การยอมรับโดยรวม (เปอร์เซ็นต์)
		กลิ่นรส	ตะกอน	
0	35	7.5±1.3	7.5±0.3	100
3		7.0±1.7	7.0±1.3	96.7
6		7.3±0.3	7.0±0.5	96.7
9		7.5±1.8	7.4±0.6	86.7
12		6.8±1.4	6.0±1.4	73.3
15		6.0±1.5	6.5±1.8	63.3
0	45	7.5±1.3	7.5±0.3	100
3		7.4±0.9	7.0±1.3	93.3
6		7.0±1.7	7.0±0.0	90.0
9		6.5±1.4	7.4±0.6	83.3
12		6.0±0.4	6.0±1.4	73.3
15		6.2±0.3	6.5±1.8	66.7
0	55	7.5±1.3	7.5±0.3	100.0
3		7.0±1.7	7.0±1.3	86.7
6		7.3±0.3	6.8±1.7	83.3
9		7.5±1.8	6.4±0.6	76.7
12		6.0±1.4	6.5±1.0	66.7
15		6.0±1.5	6.3±1.8	60.0

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยลักษณะทั่วไปของเครื่องดื่มเกลือแร่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ โดยการพาสเจอร์ไรซ์ชั้น รสกลิ่นตามลักษณะเฉพาะ, ไม่มีตะกอน มีมีคะแนนต่ำสุดที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 55 องศาเซลเซียส วันที่ 15 คือ 6.0±1.5 และ 6.3±1.8 ตามลำดับปัจจัยทั้งสองและมีการยอมรับโดยรวมมีการยอมรับไม่ต่ำกว่า 60.0 % ของผู้ทดสอบ

โดยมีข้อคิดเห็นของเครื่องต้มเกลือแร่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอไรซ์นั้นคือตะกอนดูดซับสีของเครื่องต้มเข้าไปทำให้เห็นตะกอนได้ชัดขึ้น และเนื้อสัมผัสของเครื่องต้มนั้นมีความหนามากขึ้น เป็นต้น

ดัชนีการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเกลือแร่จากข้าวเสาไห้ ชนิด hypertonic

Formatted: Font color: Auto

ดัชนีการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเกลือแร่จากข้าวเสาไห้ ชนิด hypertonic คือ ค่าสมมูลน้ำตาลเดกซ์โตรสเกินกว่า 12 (ปราณี, 2556; ยุทธชัย และคณะ, 2557) จึงใช้วันสุดท้ายในการเก็บรักษาของที่อุณหภูมิ 45 °C มาทำนายเนื่องจากระยะเวลาของโครงการฯ สิ้นสุด

การคำนวณอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเกลือแร่จากข้าวเสาไห้ ชนิด hypertonic ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์

เมื่อดัชนีชี้วัดการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ คือ ค่าสมมูลน้ำตาลเดกซ์โตรสเกินกว่า 12

อายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 °C = 29 วัน

เมื่อคิด safety factor ที่ 10% จะได้อายุการเก็บรักษาเป็น $29 \times 0.9 = 26.1$ วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ ยังไม่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษาแต่หยุดการวิเคราะห์เนื่องจากระยะเวลาของโครงการฯ สิ้นสุด

ตอนที่ 4.6 การศึกษาประสิทธิภาพและต้นทุนในการผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จากข้าว

จากการศึกษาการย่อยแป้งข้าวสาลีให้โดยกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ ได้แก่ แอลฟาอะไมเลส จากบริษัทสยามวิศทอรี่ เคมีคอล จำกัดเพื่อให้ได้สารชนิดโอลิโกแซคคาไรด์และน้ำตาลอื่นๆ ที่ได้จากการบวนการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส พบว่าปริมาณสารชนิดโอลิโกแซคคาไรด์และน้ำตาลกลูโคสโดยผลการวิเคราะห์จาก บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด จากผลการวิเคราะห์ห้องค้ประกอบน้ำตาลพบว่าปริมาณกลูโคส 1.15 กรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตร ซูโครสน้อยกว่า 0.50 กรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตรและมอลโตส 2.92 กรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตร ผลการวิเคราะห์ห้องค้ประกอบวิตามินและแร่ธาตุพบว่ามีวิตามินบี 2 ปริมาณ 2.95 มิลลิกรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตร โพแทสเซียม 34.70 มิลลิกรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตร วิตามินซี 27.1 มิลลิกรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตร วิตามินบี 5 ปริมาณ 1.56 มิลลิกรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตร สำหรับข้อมูลโภชนาการพบว่าให้พลังงาน 100 กิโลแคลอรี พลังงานไขมัน 0 กิโลแคลอรี มีองค์ประกอบหลักตามร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน คือ คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 9 โซเดียมร้อยละ 7 วิตามินบี 2 ร้อยละ 170 วิตามินบี 6 ร้อยละ 28 วิตามินซีร้อยละ 45 และวิตามินบี 5 ร้อยละ 26 (แสดงดังภาคผนวก) เมื่อทำการคำนวณต้นทุนของกระบวนการเมื่อได้สภาวะการย่อยแป้งข้าวด้วยกรดและเอนไซม์ที่สามารถผลิตสารชนิดโอลิโกแซคคาไรด์ได้สูงที่สุดแล้วจึงนำมาศึกษาต้นทุนที่เกิดขึ้นในกระบวนการย่อย โดยแบ่งเป็นต้นทุนจากเมื่อต้องการทำเครื่องดื่มเกลือแร่ที่มีคาร์โบไฮเดรต 12 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 ลิตร จะต้องใช้แป้งข้าว ปริมาณน้ำในการใช้ย่อยแป้งข้าว ปริมาตรเอนไซม์ ความสิ้นเปลืองพลังงานโดยพิจารณาปัจจัยด้านระยะเวลาและอุณหภูมิร่วมด้วยได้แก่ น้ำ และไฟฟ้า โดยทำการย่อยในถังควบคุมอุณหภูมิความจุ 100 ลิตรใช้พลังงานไฟฟ้า 3,500 วัตต์ ดังนั้นต้นทุนจะคิดเป็นราคาต้นทุนต่อ 100 ลิตร ของสารละลายเริ่มต้น

สภาวะที่ใช้การย่อยแป้งข้าวด้วย enzyme

ชนิดของข้าว	Enzyme concentration (AU/ml)	Temp (°C)	time (minute)
ข้าวเสาไห้	44.01	55.00	62.68

กำหนดให้

ปริมาตรของเหลวเริ่มต้น (ลิตร) 100

% yeild ~ 75%

ของเหลวที่เหลือจากการกรอง (ลิตร) 75

ขนาดบรรจุ (มิลลิลิตร) 250

จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งหมด (ขวด) 300

รายการต้นทุนการผลิต	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนที่ใช้/น้ำ1ลิตร	ราคา (บาท)	ราคา/100 ลิตร	
ด้านวัตถุดิบ					Formatted: Font color: Auto
ข้าวเสาไห้ (กรัม)	0.02	166.67	3.3334	333.3	Formatted: Font color: Auto
เอนไซม์ (มิลลิลิตร)	0.75	0.1572	0.1179	11.7	Formatted: Font color: Auto
น้ำ (ลิตร)	0.25	1	0.25	25.0	Formatted: Font color: Auto
วิตามิน ซี (กรัม)	0.36	0.325	0.117	8.7	Formatted: Font color: Auto
วิตามิน บีรวม (กรัม)	1.7	0.06	0.102	7.6	Formatted: Font color: Auto
กรดซิตริก (กรัม)	0.042	1.5	0.063	4.7	Formatted: Font color: Auto
โซเดียมซิเตรท (กรัม)	0.045	1	0.045	3.3	Formatted: Font color: Auto
โซเดียมคลอไรด์ (กรัม)	0.038	0.6	0.0228	1.7	Formatted: Font color: Auto
โพแทสเซียมซิเตรท (กรัม)	0.076	0.2	0.0152	1.1	Formatted: Font color: Auto
โซเดียมเบนโซเอท (กรัม)	0.22	0.1	0.022	1.6	Formatted: Font color: Auto
รวมต้นทุนด้านวัตถุดิบ (บาท)				399.1	Formatted: Font color: Auto
ค่าบรรจุภัณฑ์					Formatted: Font color: Auto
ขวดพลาสติกขนาด 250 มิลลิลิตร	3.2	1	3.2	96	Formatted: Font color: Auto
ฉลาก (แผ่น)	1.8	1	1.8	54	Formatted: Font color: Auto
รวมค่าบรรจุภัณฑ์ (บาท)				150	Formatted: Font color: Auto
ด้านพลังงาน					Formatted: Font color: Auto
ค่าไฟฟ้าตลอดการผลิต (หน่วย)				10.5	Formatted: Font color: Auto
ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน					Formatted: Font color: Auto
ประเภทไฟฟ้า					Formatted: Font color: Auto
ประเภทที่ 2 (กิจการขนาดเล็ก อัตราปกติ)					Formatted: Font color: Auto
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าอัตโนมัติ (FT)					Formatted: Font color: Auto
(สตางค์/หน่วย)				11.1	Formatted: Font color: Auto
อัตราปกติ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน					Formatted: Font color: Auto
ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท)				41.3	Formatted: Font color: Auto
ค่าบริการ (บาท)				312.2	Formatted: Font color: Auto

รวมค่าไฟฟ้าฐาน (บาท)					353.5	Formatted: Font color: Auto
ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)						Formatted: Font color: Auto
จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า Ft (บาท)					1.2	Formatted: Font color: Auto
ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%						Formatted: Font color: Auto
(ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft) x 7/100 (บาท)					24.6	Formatted: Font color: Auto
รวมเงินค่าไฟฟ้า (บาท)					377.0	Formatted: Font color: Auto
ด้านแรงงาน						Formatted: Font color: Auto
บุคลากรการผลิต	300	2	600		30	Formatted: Font color: Auto
ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด (บาท)	10	1	10		1	Formatted: Font color: Auto
รวมค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด (บาท)					31	Formatted: Font color: Auto
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด/เครื่องดืม 300 ขวด (บาท)					2,596.7	Formatted: Font color: Auto
ต้นทุนต่อขวด (บาท)					8.6	Formatted: Font color: Auto
						Formatted: Font color: Auto

ตอนที่ 4.7 ถ่ายทอดผลการวิจัย

1. ถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้ประกอบการ

ทางโครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและการทดสอบสมรรถภาพของอาสาสมัครนักกีฬาทั่วไปได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้ประกอบการและหาแนวทางการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ร่วมกัน



การประชุมร่วมกับผู้ประกอบการเพื่อให้คำปรึกษา
ในการผลิตวันที่ 22 มิถุนายน 2561

การถ่ายทอดเทคโนโลยีวันที่ 25 สิงหาคม 2562



ตราสินค้าของผู้ผลิตที่เป็นทำเป็นต้นแบบ 1



ตราสินค้าของผู้ผลิตที่เป็นทำเป็นต้นแบบ 2

รูปที่ 4.22 กิจกรรมการถ่ายทอดเทคโนโลยี ณ บริษัทคุมะ จังหวัดนครปฐม

2. นักวิจัยได้ทำการยื่นขอจดสิทธิบัตรกับหน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและ

ถ่ายทอดเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งทางหน่วยงานดังกล่าวได้จัดทำบันทึกข้อตกลงความเข้าใจร่วมกัน (MOU) กับทางสกว. แล้ว ทั้งนี้การจดสิทธิบัตรจะยึดถือตามแนวปฏิบัติในการยื่นคำขอรับสิทธิบัตรอนุสิทธิบัตร พ.ศ.2554 ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และนักวิจัยจะได้ทำการแสดงผลงานที่อยู่ระหว่างยื่นคำขอรับสิทธิบัตรร่วมกับหน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและถ่ายทอดเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ณ สถาบันวิจัยการพลศึกษา วิทยาเขตเชียงใหม่ วันที่ 26 เมษายน 2562

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font: Font color: Auto, Not Highlight

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font: Font color: Auto, Not Highlight

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font: Font color: Auto, Not Highlight

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและ ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การศึกษาเรื่องการรับข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดและรูปแบบการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) ของผู้บริโภค

โดยกลุ่มประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือนักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปที่ทำการตอบแบบสอบถามออนไลน์จำนวน 27 คน แบ่งออกเป็นเพศชายจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 74.1 และเพศหญิงจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 25.9 โดยมีช่วงอายุระหว่าง 20-30 ปีจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 63 อายุ 30-40 ปี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 25.9 อายุ 41-50 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.1 สำหรับระดับการศึกษาส่วนใหญ่ จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 66.7 รองลงมาเป็นระดับสูงกว่าปริญญาตรีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 22.2 ระดับอนุปริญญาหรือปวส. จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.7 และระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 ซึ่งอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนักเรียน นิสิตและนักศึกษาจำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 44.4 รองลงมาเป็นพนักงานบริษัทจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 29.6 ข้าราชการหรือพนักงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 พนักงานบริษัทเอกชนจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 29.6 ประกอบธุรกิจส่วนตัวจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 รับจ้างทั่วไปจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.7 และอาชีพอื่นๆ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4 โดยระบุว่าทำอาชีพพนักงานมหาวิทยาลัยและครูโรงเรียนเอกชน ทั้งนี้กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 10,000 บาท จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 44.4 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 10,000-20,000 บาท จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.1 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 20,001-30,000 บาท จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 22.2 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 30,001-40,000 บาท จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 14.8 และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 40,000 บาท จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.4

การรับรู้ข้อมูลผ่านเครื่องมือสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าว เพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา พบว่าข้อคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามได้ให้คะแนนการรับรู้มากที่สุดของด้านต่างๆ โดยด้านที่ได้สัดส่วนมากที่สุดในระดับการรับรู้มาก (คะแนนเท่ากับ 4) ในด้านการโฆษณาผ่านทางอินเทอร์เน็ตหรือสังคมออนไลน์ การส่งเสริมการขายโดยให้ของแถม การประชาสัมพันธ์โดยการให้บุคคลมีชื่อเสียงเป็นพรีเซ็นเตอร์ เช่น นักร้อง/ นักแสดง/ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการออกร้านในงานแสดงสินค้า รูปแบบการดำเนินชีวิตเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพและการออกกำลังกายของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยส่วนใหญ่เป็นผู้ที่ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

ผลการศึกษาจากความคิดเห็นที่เป็นร้อยละส่วนใหญ่ของผู้ตอบแบบสอบถามด้านการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป พบว่าการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงาน

แก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยลดความเหนื่อยและเมื่อยล้าจากการออกกำลังกายได้ดีขึ้นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างมาก การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีรสชาติที่อร่อยและสีกลิ่นที่สวยงามอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างมาก พฤติกรรมการซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามมีพฤติกรรมส่วนใหญ่ในการซื้อเครื่องดื่มให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายในขนาด 250 มิลลิลิตร ซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายส่วนใหญ่ 1- 2 วันต่อสัปดาห์ โดยส่วนใหญ่ซื้อที่ร้านสะดวกซื้อ

5.1.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความหนืดของแป้ง

จากการศึกษาการวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความหนืดของแป้งข้าวต่างๆ พบว่ามีความแตกต่างไปตามสายพันธุ์ของข้าวแต่ละชนิด เมื่อนำแป้งข้าวทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเสาไห้ และข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเสาไห้ และข้าวหอมมะลิ มาวิเคราะห์พฤติกรรมทางด้านความหนืดโดยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) พบว่าอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (Pasting Temperature) หรืออุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้ในการทำให้แป้งสุกของแป้งข้าวหอมมะลิ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวเสาไห้ และข้าวหอมมะลิ เท่ากับ 79.75, 85.35, 90.80 และ 91.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สำหรับค่าการคืนตัว (setback viscosity) สามารถทำการวิเคราะห์ได้จากผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (Setback from trough) หรือค่าผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด (Setback from peak) ซึ่งค่าการคืนตัวนี้จะมีความสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยถ้ามีการคืนตัวมากหรือมีค่าเป็นบวกจะมีลักษณะการเกิดริ้วรอยแตกได้ดีและมีแนวโน้มที่จะให้เจลแข็งที่แข็งมาก จากผลการทดลองพบว่าระดับการคืนตัวของแป้งที่มากที่สุด คือ แป้งข้าวเสาไห้ ระดับปานกลางคือ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวหอมมะลิ และระดับต่ำสุดคือ แป้งข้าวหอมมะลิ

5.1.3 การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าว

การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเสาไห้จากการศึกษาโดยทำเป็น 3 สูตรคือ 3%, 7%, 11% โดยสูตร 3% จะใช้น้ำแป้งจากสต็อก 7.04 ลิตรผสมกับน้ำ 32.96 ลิตร สูตร 7% ใช้น้ำแป้งจากสต็อก 16.48 ลิตร ผสมกับน้ำ 23.52 ลิตร และสูตร 11% ใช้น้ำแป้งจากสต็อก 14.12 ลิตร ผสมกับน้ำ 25.88 ลิตร โดยแต่ละสูตรที่ทำจะได้เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์ทั้งหมดสูตรละ 40 ลิตร ทำการเติมสารเติมแต่งโดยใช้ SODIUM CHLORIDE 24 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร, TRISODIUM CITRATE DIHYDRATE 40 กรัม ต่อน้ำ 40 ลิตร, SODIUM BENZOATE 4 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร, MULTI B COMPLEX 5.76 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร, ASCORBIC ACID 4.8 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร CITRIC ACID 80 กรัมต่อน้ำ 40 ลิตร (ใช้สารเติมแต่งปริมาณเท่ากันทั้ง 3 สูตร) หลังจากเติมสารเติมแต่งทำการบรรจุ

5.1.4 การทดสอบในคน

ผลการทดสอบของค่าแลคเตทและกลูโคสในเลือดของนักกีฬาภายหลังจากได้รับเครื่องดื่มชนิดต่างๆ กันทั้ง 5 ชนิด พบว่าเครื่องดื่มชนิด D ซึ่งเป็นเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวชนิด hypertonic มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในอัตราส่วนร้อยละ 8-13 ให้พลังงานและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกกำลังกายแก่นักกีฬามากที่สุดจากเครื่องดื่มทั้งหมดที่ทำการทดสอบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงช่วยยืนยันเครื่องดื่มคาร์โบไฮเดรตในนักกีฬาที่เหมาะสมในการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาคือเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8 - 13 (hypertonic drinks) เนื่องจากเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสำหรับกล้ามเนื้อที่ทำงาน โดยจะเก็บสะสมไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและช่วยยืดระยะเวลาในการออกกำลังกายให้ยาวนานขึ้นและสามารถนำคาร์โบไฮเดรตมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนโดยการรักษาระดับกลูโคสในเลือด ทำให้ลดปริมาณการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและด้อยอย่างจำกัด

5.1.5 การประยุกต์ใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา

5.1.5.1 การศึกษากระบวนการผลิตและการจัดการความปลอดภัยอาหาร

กระบวนการผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมเยลลี่ของบริษัทคุณะ จำกัดเริ่มต้นจากการส่งผ่านน้ำที่กรองด้วยเครื่องกรองน้ำแบบรีเวอร์ออสโมซิสเข้าเครื่องบอยเลอร์เพื่อทำให้เกิดไอน้ำ จากนั้นไอน้ำจะถูกผ่านเข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Plate heat exchanger) เพื่อควบคุมอุณหภูมิ น้ำที่เข้าสู่พาสเจอร์ไรส์ขนาด 1,500 ลิตร จากนั้นเติมวัตถุติดสีลงในถังผ่านเครื่องผสมที่ต่อเข้าโดยตรงกับถัง เมื่ออุณหภูมิคงที่ให้การพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที จากนั้นลดอุณหภูมิลงจนถึง 65 องศาเซลเซียสโดยน้ำที่ผ่านจากถังน้ำหล่อเย็นและเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจนกระทั่งได้อุณหภูมิที่คงที่ตามต้องการจึงทำการบรรจุเครื่องดื่มลงขวดที่ผ่านเครื่องล้างขวดทำให้ร้อนแล้วทำการปิดฝาด้วยเครื่องปิดฝาอัตโนมัติผ่านกระบวนการรอให้เยลลี่แข็งตัวแล้วตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตาแล้วบรรจุหีบห่อเพื่อทำการจำหน่ายต่อไป

5.1.5.2 การจัดทำระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา

ในการจัดทำระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารสำหรับกระบวนการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวแบบ Pasteurization ด้วยระบบ HACCP พบว่ามีจุด CCP อยู่ 3 จุด ได้แก่ ขั้นตอนการรับแป้งข้าว ขั้นตอนการฆ่าเชื้อและขั้นตอนการชั่งน้ำหนักวิตามิน กรดซิตริกและเกลือแร่

5.1.6 การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือจากข้าวเสาไห้ชนิด hypertonic ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอไรซ์ได้ดำเนินการวิเคราะห์ตามปัจจัยต่างๆ ที่เหมาะสมโดยอ้างอิงตามมาตรฐานและกฎหมายอาหารที่มีตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เพื่อกำหนดค่าการวิเคราะห์และค่าการกำหนดจุดสิ้นสุดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นดัชนีการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ทั้งทางคุณภาพและความปลอดภัย กระบวนการประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้วิธีเร่งด้วยอุณหภูมิ (Accelerated shelf life testing, ASLT) โดยเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่ 35, 45, 55 องศาเซลเซียส ตั้งแต่วันที่ 0-15 ของเครื่องดื่มเกลือจากข้าวเสาไห้ ชนิด hypertonic ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอไรซ์ ได้พบว่ามีผลการวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัส ดังนี้

จากผลการวิเคราะห์ทางกายภาพการวัดค่าสี พบว่าค่าความสว่าง (L^*), ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ค่าสีของเครื่องดื่มเกลือแร่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอไรซ์นั้นมีค่าสีเริ่มต้น ณ วันที่ 0 คือ L^* เท่ากับ 87.63 ± 1.06 , a^* เท่ากับ -4.31 ± 0.60 , b^* เท่ากับ 26.42 ± 1.11 สีของเครื่องดื่มนั้นเป็นสีเหลืองใส เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิเร่งที่ 35, 45 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่าทั้งสามอุณหภูมิส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงคือค่าความสว่างหรือ L^* ลดลงหลังจากวันที่ 9 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ร้อยละ 95, ค่าสีแดงหรือ a^* ลดลงและค่าสีเหลืองหรือ b^* เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ร้อยละ 95 ทั้งสามอุณหภูมิการเก็บรักษา เครื่องดื่มที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยเชื้อโดยกระบวนการพาสเจอไรซ์นั้นในวันที่ 60 ของการเก็บรักษาทั้งสามอุณหภูมินั้นแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างด้านความสว่าง และไม่มีความต่างด้านค่าสีแดงและสีเหลืองโดยมีนัยยะทางสถิติร้อยละ 95 โดยจะสรุปได้ว่าเมื่อเก็บในอุณหภูมิเร่งนั้นแนวโน้มของสีที่จะเปลี่ยนแปลงคือค่าความสว่างหรือ L^* นั้นมีแนวโน้มที่ลดลง ค่าสีแดงหรือ a^* นั้นมีแนวโน้มลดลง และค่าสีเหลืองหรือ b^* นั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงว่าเมื่อเก็บไว้นานขึ้นในสภาวะเร่งนั้น ผลิตภัณฑ์มีสีที่คล้ำขึ้นอาจเกิดขึ้นจากการเก็บรักษาภายใต้สภาวะเร่งที่อุณหภูมิสูง อย่างไรก็ตามค่าการยอมรับผลิตภัณฑ์ก็มีการยอมรับอยู่ในระดับร้อยละ 50-60 ของจำนวนผู้ทดสอบ

จากผลการวิเคราะห์ด้านเคมี คือการวิเคราะห์ค่า pH และปริมาณกรดทั้งหมดโดยคิดเป็นร้อยละกรดซิตริกในผลิตภัณฑ์นั้นจะเป็นว่า ปริมาณกรดทั้งหมดนั้นสอดคล้องกับค่า pH ของเครื่องดื่มเกลือแร่ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์เช่นกัน ณ วันสุดท้ายที่มีค่า pH ในช่วง 4.01-4.03 และปริมาณกรดทั้งหมดเท่ากับ 0.60-0.84 โดยมีแนวโน้มที่ลดลง โดยจากผลการทดลองดังกล่าวสรุปได้ว่าค่า pH ของเครื่องดื่มเกลือแร่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อจนได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายนั้นอาจมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 4.00 เพราะว่าในวันที่ 60 ของผลิตภัณฑ์ที่ยังคงมีค่า pH เท่ากับ 4.0 หรืออยู่ในช่วงนี้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count), ปริมาณยีสต์และเชื้อรา (yeast & mold), ปริมาณแบคทีเรีย Coliforms และ เชื้อ *Escherichia Coli*. ของเครื่องต้มเกลือแร่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอไรซ์และผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของเครื่องต้มเกลือแร่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการพาสเจอไรซ์นั้นมีปริมาณน้อยกว่า 10 ± 0.00 , น้อยกว่า 10 ± 0.00 และ น้อยกว่า 3 ± 0.00 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานั้นผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์ที่ไม่เกินเกณฑ์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 195/2543 ว่าด้วยเรื่องของเครื่องต้มเกลือแร่ โดยสาเหตุที่ตรวจไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เติบโตนั้นมาจากส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ที่มีการใส่โซเดียมเบโซเตตในสูตรปริมาณไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยวัตถุเจือปนที่ห้ามให้ใส่ในเครื่องดื่มปรุงแต่งกลิ่นรสเกิน 2,000 ppm และค่า pH ที่ต่ำกว่า 4.6 ของผลิตภัณฑ์นั้นก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ประกอบทำให้ไม่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว

ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมทั้ง 30 คนนั้นสรุปได้ว่ามีผู้ที่ยอมรับผลิตภัณฑ์ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาของเครื่องต้มที่ผ่านการพาสเจอไรซ์อยู่ร้อยละ 60.0 ของผู้ทดสอบ สิ่งที่ทำให้ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้มากที่สุด คือ ปัจจัยด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ โดยมีข้อคิดเห็น คือ ตะกอนดูดซับสีของเครื่องต้มเข้าไปทำให้เห็นตะกอนได้ชัดเจนและเนื้อสัมผัสของเครื่องต้มนั้นมีความเข้มข้นมากขึ้น แต่หลังจากวิเคราะห์หาอายุของผลิตภัณฑ์นั้นประเมินได้ว่ายังไม่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

การศึกษายาอายุการเก็บรักษาสารเคมีที่ได้จากกระบวนการผลิตทั้งแบบวิธีการใช้พาสเจอไรเซชันและสเตอริไลเซชันซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ใช้ผลิตจริงและบรรจุในภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ใช้จำหน่ายจริงโดยวิธี Q 10 ยังไม่สิ้นสุดอายุการเก็บรักษาโดยใช้ดัชนีชี้วัดที่ค่าสมมูลน้ำตาลเดกซ์โตรสเกินกว่า 12 ซึ่งค่า D.E. ของผลิตภัณฑ์ยังไม่เกินตลอดอายุการเก็บ จึงใช้วันสุดท้ายในการเก็บรักษามาทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวสาลีให้ ชนิด hypertonic ที่ผ่านการพาสเจอไรซ์พบว่าอยู่ที่ 26 วัน

5.1.7 การศึกษาประสิทธิภาพและต้นทุนในการย่อยแป้งข้าวสาลีด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

จากการศึกษาการย่อยแป้งข้าวโดยกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ ได้แก่ แอลฟาอะไมเลส จากบริษัทสยามวิคทอรี่ เคมีคอล จำกัดเพื่อให้ได้สาร ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารชนิดโอลิโกแซคคาไรด์และน้ำตาลอื่นๆ ที่ได้จากกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส พบว่าปริมาณสารชนิดโอลิโกแซคคาไรด์และน้ำตาลกลูโคส โดยผลการวิเคราะห์จากบริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด พบว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณกลูโคส 1.15 กรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตร ซูโครสน้อยกว่า 0.50 กรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตรและ

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

มอลโตส 2.92 กรัม/เครื่องดื่ม 250 มิลลิลิตร และมีต้นทุนการผลิตเครื่องดื่มปริมาตร 250 มิลลิลิตรอยู่ที่ขวดละประมาณ 8 - 9 บาทเป็นต้นทุนขึ้นกับชนิดขวดและฉลาก

5.1.8 ถ่ายทอดผลงานวิจัย

นักวิจัยได้ทำการยื่นขอจดสิทธิบัตรกับหน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและถ่ายทอดเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งทางหน่วยงานดังกล่าวได้จัดทำบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ (MOU) กับทางสกว. ทั้งนี้การจดสิทธิบัตรจะยึดถือตามแนวปฏิบัติในการยื่นคำขอรับสิทธิบัตรอนุสิทธิบัตร พ.ศ.2554 ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และนักวิจัยจะทำการแสดงผลงานที่อยู่ระหว่างยื่นคำขอรับสิทธิบัตรร่วมกับหน่วยจัดการทรัพย์สินทางปัญญาและถ่ายทอดเทคโนโลยีของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ณ สถาบันวิจัยการพลศึกษาวิทยาเขตเชียงใหม่ วันที่ 26 เมษายน 2562

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาเรื่องการรับข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดและรูปแบบการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) ของผู้บริโภค

เนื่องจากการใช้วิธีการทำแบบสอบถามแบบออนไลน์มีผู้เข้าร่วมทำแบบสอบถาม 27 คนซึ่งน้อยกว่าเป้าหมายคือ 100 คน ดังนั้น ทางผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบสอบถามอีกชุดจำนวน 2 หน้าเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น ซึ่งได้ทำการแจกแบบสอบถามแก่นักวิ่งในงานวิ่งสวนดอกวิ่งปันน้ำใจ จัดโดยคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในวันที่ 28 กรกฎาคม 2560 โดยได้รับแบบสอบถามคืนกลับมามีข้อมูลจำนวน 180 ชุด เป็นนักกีฬาเฉพาะกลุ่มวิ่งมาราธอนเท่านั้นจึงไม่ครอบคลุมกลุ่มนักกีฬาที่เพียงพอ ดังนั้นจึงได้ทำแบบสอบถามในกลุ่มนักกีฬาประเภทอื่นๆ อีก 150 ชุด ซึ่งจะรวบรวมผลนำเสนอต่อไป

5.2.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมด้านความหนืดของแป้ง

การวิเคราะห์พฤติกรรมความหนืดของแป้งข้าวทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสาไห้ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวเก่า พบว่าสามารถนำมาใช้กำหนดอุณหภูมิที่เหมาะสมในการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์จากจุลินทรีย์การเกิดเจลลาตินในชั้นของแป้งแต่ละชนิดซึ่งเป็นคุณสมบัติของแป้งแต่ละชนิด เนื่องจากการบอกคุณสมบัติของแป้งข้าวแต่ละชนิดว่ามีความเหมาะสมในการใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในเบื้องต้น จึงต้องมีการทดสอบวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีต่างๆ ต่อไป ได้แก่ การศึกษาหาค่า Dextrose Equivalent และปริมาณ reducing sugar ภายหลังการย่อยด้วยเอนไซม์ต่อไป

5.2.3 การทดสอบในคน

เนื่องจากระยะเวลาในการยื่นขอการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ใช้ระยะเวลาค่อนข้างนาน ประมาณเกือบปี จึงต้องทำการเพื่อระยะเวลาการยื่นข้อเสนอโครงการฯเพื่อขอการรับรองล่วงหน้าให้ทัน กำหนดการได้เร็วขึ้น

5.2.4 การศึกษากระบวนการผลิตและการจัดการความปลอดภัยอาหาร

จากการเข้าเยี่ยมชมกระบวนการผลิตปรับปรุงใหม่ของบริษัทคุมะ จำกัด เพื่อศึกษานำเครื่องตีมักก็หาจากข้าวไปประยุกต์ใช้ในโรงงานให้ได้ประสิทธิภาพดี โดยพบว่าปริมาตรของเครื่องตีมักก็หาที่ทางโรงงานใช้และบรรจุภัณฑ์ขวดที่ใช้มีปริมาตร 300 มิลลิลิตร ซึ่งมากกว่าปริมาตรที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามนักวิ่งมาราธอนในด้านปริมาตรของเครื่องตีมักก็หาที่แนะนำที่เหมาะสม คือ 250 มิลลิลิตร ดังนั้น จึงต้องทำการปรับปรุงต่อไปให้เหมาะสม

5.2.5 การประยุกต์ใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา

สถานประกอบการที่ผู้วิจัยเข้าทำการทดลองการผลิตเครื่องดื่มโอเลคโตรไลท์จากข้าว มีศักยภาพในการผลิตเครื่องดื่มชนิดน้ำเชื่อมด้วยความร้อนแบบพาสเจอร์ไรส์เพียงอย่างเดียว จึงควรหาสถานประกอบการที่สามารถผลิตแบบสเตอริไลเซชันเพื่อมาเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพิ่มเติมต่อไป

5.2.6 การศึกษาการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

การศึกษาศักยภาพการประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ในโครงการมีระยะเวลาไม่เพียงพอ แม้ว่าจะใช้วิธีการ Accerlated shelf life evaluation จึงควรมีการเก็บผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้นแล้วทำการทดสอบหาอายุการเก็บที่อุณหภูมิแท้จริงต่อไป

5.2.7 การศึกษาประสิทธิภาพและต้นทุนในการย่อยแป้งข้าวสาลีด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

จากศึกษาการย่อยแป้งข้าวสาลีให้โดยกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ ได้แก่ แอลฟาอะไมเลส ยังเป็น การคำนวณต้นทุนในระดับ pilot scale ของโรงงานต้นแบบคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทั้งนี้ เมื่อผลิตในระดับ SMEs แล้วต้นทุนอาจต่ำกว่า เนื่องจากปัจจัยด้านต้นทุนวัตถุดิบที่ต่ำกว่า

Formatted: Font color: Auto

Formatted: Font color: Auto

บรรณานุกรม

- ACSM, 2010, American College of Sports Medicine, ACSM's guideline for exercise testing & prescription. 8th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia,
- Ávila-Fernández, Á., Galicia-Lagunas, N., Rodríguez-Alegria, M. E., Olvera, C., & López-Munguía, A. ,2011, Production of functional oligosaccharides through limited acid hydrolysis of agave fructans. Food Chemistry, Vol. 129, No.2, 380-386.
- Azudin MN, Morrison WK., 1986, Non-starch lipids and starch lipids in milled rice, Journal of Cereal Science, Vol. 4, pp. 23-31.
- Baldwin, 2001, Starch Granule-Associated Proteins and Polypeptides: A Review, Starch, Volume 53, No.10, pp. 475-503.
- Bonetti, D. L., & Hopkins, W. G., 2010, Effects of Hypotonic and Isotonic sports drinks on endurance performance and physiology. Sport science, Vol. 14, pp.63-70.
- Chantrasekaran, M., basher Sreeja Chellappan, S.M. Krishna, J.G. and Beenab, P. S., 2016, Enzyme in food and beverage processing, Enzyme in food and beverage production An overview, pp. 123-149.
- Chockchaisawasdee, S. and Poosaran, N., 2013, Production of isomaltooligosaccharides from banana flour, Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 93, pp. 180-186.
- Cindrić, I. J., Zeiner, M., Kröppl, M., & Stingeder, G., 2011, Comparison of sample preparation methods for the ICP-AES determination of minor and major elements in clarified apple juices. Microchemical journal, Vol. 99, No.2, pp. 364-369.
- Coggan, A. R. and Coyle, E. F. (1991), 'Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: effects on metabolism and performance, in J. Holloszy (ed.), Exercise and Sports Science Reviews, vol. 19 (Baltimore: Williams & Wilkins), pp. 1-40.
- Dancan, T., 2005, IMC: Using Advertising and Promotion to Build Brands. McGRAW-HILL. US
- Denyer K, Barber LM, Burton R, Hedley CL, Hylton CM, Johnson S, JonesDA, Marshall J, Smith AM, Tatge H, Tomlinson K, Wang TL., 1995, The isolation and characterization of novel low-amylose mutants of *Pisum sativum* L. Plant Cell Environ, Vol. 18, pp.1019-1026.

- Dong, M. , 2015, The Effect of oligosaccharides in sports drink on exercise performance and endurance time of athletes. Advance Journal of Food Science and Technology, Vol.8, pp. 232-237.
- Du, B., Song, Y., Hu, X., Liao, X., Ni, Y., & Li, Q., 2011, Oligosaccharides prepared by acid hydrolysis of polysaccharides from pumpkin (*Cucurbita moschata*) pulp and their prebiotic activities. International Journal of Food Science & Technology, Vol. 49, No.5, pp. 982-987.
- Hilary, E.M.M., Catherine, T.K. and William, M.F., 1999, High maltose-producing amylolytic system of *Streptomyces* sp., Biotechnology Letter, vol. 21, pp. 23-26
- Eerlingen, R.C., Delcour, J.A. 1995. Formation, Analysis, Structure and Properties of Type III Enzyme Resistant Starch. Journal of Cereal Science, Vol. 22, pp.129 – 138.
- Elyas, K. K., Mathew, A., Sukumaran, R. K., Ali, P. M., Sapna, K., Kumar, S. R., & Mol, K. R., 2010, Production optimization and properties of beta glucosidases from a marine fungus *Aspergillus*-SA 58. New biotechnology, Vol. 27, No.4, pp. 347-351.
- Fredriksson H, Björck I, Andersson R, Liljeberg H, Silverio J, Eliasson AC, Aman P. 2000. Studies on α -amylase degradation of retrograded starch gels from waxy maize and high-amylopectin potato. Carbohydr Polym, Vol. 48, pp. 81–87.
- Fuentes-Zaragoza, E., Riquelme-Navarrete, M.J., Sanchez-Zapata, E., Perez-Alvarez, J.A, 2010, Resistant starch as functional ingredient: A review, Food Research International, Vol. 43, pp. 931 – 942.
- Goyal, N., Gupta, J. K., & Soni, S. K. (2005). A novel raw starch digesting thermostable α -amylase from *Bacillus* sp. I-3 and its use in the direct hydrolysis of raw potato starch. Enzyme and Microbial Technology, Vol. 37, No.7, pp.723-734.
- Hao, L., Chen, Q., Lu, J., Li, Z., Guo, C., Qian, P., ... & Xing, X. ,2014, A novel hypotonic sports drink containing a high molecular weight polysaccharide. Food & function, Vol.5, No.5, pp. 961-965.

- Haralampu, S.G., 2000, Resistant starch – a review of the physical properties and biological impact of RS3. Carbohydrate polymers, Vol.41, pp.285 – 292.
- Hoover R, Manuel H. 1995. A comparative study of the physicochemical properties of starches from two lentil cultivars. Food Chemistry, Vol.53, pp.275–84.
- Hornsby, J., 2011, The effects of carbohydrate-electrolyte sports drinks on performance and physiological function during an 8km cycle time trial. The Plymouth Student Scientist, Vol. 4, No.2, pp. 30-49.
- Jacquier, J.C., Kar, A., Lyng, L.G., Morgan, D.J. and McKenna, B.M., 2006, Influence of granule
- Kanthamoon, w., 2011. Properties of Bio Material and Foo, pp.1-10, http://202.44.47.77/tam/SubjectsbyWASAN/673349%20Properties%20of%20Bio%20Material%20and%20Food/lesson5_Optical%20Property.pdf.
- Khatoon, S., Sreerama, Y. N., Raghavendra, D., Bhattacharya, S., and Bhat, K. K., 2009, Properties of enzyme modified corn, rice and tapioca starches. Food research international, Vol. 42, No.10, pp. 1426-1433.
- Labuzsa, T.P., 1982, Open Shelf-life Dating of Food, Food and Nutrition Press Inc., West Port, Connecticut, USA. 499 pages.
- Labuza, T.P. and Schmidl, M.K. 1985. Accelerated Shelf Life Testing of Foods. Food Technology, Vol. 39, No.9, pp. 57-62
- Labuza, T.P., Lillemo, J.H. and Taoukis, P.S., 1990, Inhibition polyphenol oxidase by proteolytic enzyme “Killer Enzyme”, In Symposium on the 20th: Internatinol symposium International Federation of Fruit Juice Producers, Paris, France.
- Lapasin R, Pricl S., 1995, Rheology of industrial polysaccharides: theory and applications. Glasgow: Blackie Academic and Professional, pp. 134–161.
- Lin, H. Q., Xiao, J. Zhao, L. Li, F. Yu, X. Liu and X. Cheng, 2011, Production of isomalto oligosaccharide syrup from rice starch using an one-step conversion method,' Journal Food Technology, vol. 46, No. 6, pp. 1194- 1200.

- Lin, L. L., Chyau, C. C., & Hsu, W. H., 1998, Production and properties of a raw starchdegrading amylase from the thermophilic and alkaliphilic *Bacillus* sp. TS23. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, Vol. 28, No.1, pp. 61-68.
- Lukaski, H. C., 2004, Vitamin and mineral status: effects on physical performance, *Nutrition*, pp. 632-644.
- Melvin, W.H., 1989, Vitamin supplementation and athletic performance." *International journal for vitamin and nutrition research. Supplement= Internationale Zeitschrift fur Vitamin- und Ernährungsforschung. Supplement 30*, pp.163-191.
- Mettler, S. Rusch, C., and Colombani, P.C., 2006, Osmolality and pH of sport and other drinks available in Switzerland, *Sportmedizin und Sporttraumatologie*, Vol. 54, No. 3, pp.92–95
- Miao, M., Jiang, B., Zhang, T., 2009, Effect of pullulanase debranching and recrystallization on structure and digestibility of waxy maize starch, *Carbohydrate Polymer*, Vol. 76, pp.214 – 221.
- Miller, G. L., 1959, Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, *Analytical chemistry*, Vol. 31, No.3, pp. 426 - 428.
- Mitranun, W., 2018, Supramaximal vs Functional High-Intensity Interval Training Effects on Macrovascular Reactivity in Young Male Athletes, *Songklanakarin Journal of Science & Technology*, Vol. 40, No.3. pp. 710 – 717.
- Peroni-Okita, F.H.G., Simao, R.A., Cardoso, M.B., Soares, C.A., Lajolo, F.M., Cordenunsi, B.R. ,2010, In vivo degradation of banana starch: Structural characterization of the degradation process. *Carbohydrate Polymers*, Vol.81, pp.291–299.
- Pongjanta, J., Utaipattanaceep, A., Naivikul, O., & Piyachomkwan, K., 2009, Debranching enzyme concentration effected on physicochemical properties and α -amylase hydrolysis rate of resistant starch type III from amylose rice starch, *Carbohydrate polymers*, Vol. 78, No.1, pp. 5-9.

- Resurreccion. A.P, Li, X., Okita T.W., Juliano B.O. 1993. Characterization of poorly digested protein of cooked rice protein bodies. *Journal of Cereal Chemistry*, Vo. 70, pp. 101–104.
- Shi, M. M., & Gao, Q. Y., 2011, Physicochemical properties, structure and in vitro digestion of resistant starch from waxy rice starch, *Carbohydrate polymers*, Vol. 84, No.3, pp. 1151-1157.
- Steele, R., 2004, *Understanding and measuring the shelf-life of food*. Cambridge: Woodhead Publishing, 448 pages.
- Suzuki, K., Hashimoto, H., Oh, T., Ishijima, T., Mitsuda, H., M. PEAKE, J., and Higuchi, M., 2013, The effects of sports drink osmolality on fluid intake and immunoendocrine responses to cycling in hot conditions, *Journal of nutritional science and vitaminology*, Vol. 59, No.3, pp. 206-212.
- Tester RF, Morrison WR. 1990a. Swelling and gelatinization of cereal starches I. Effects of amylopectin, amylose and lipid, *Cereal Chemistry*, Vol. 67, pp.551–557.
- Upton, C.M., Brown, F.C.W, and Hill, J. A., 2017, Efficacy of Compression Garmentson Recovery From a Simulated Rugby Protocol. *Journal of Strength & Conditioning Research*, Vol. 31, No. 11, pp. 2977-2982.
- Winter, 2016, Mitigating Erectional Heat Illness in Military Personnel: The Science Behind a Rice-Based Electrolyte and Rehydration Drink, *Journal of Special Operations Medicine*, Vol. 16 No. 4, pp. 49-53.
- Varavinit, S., Shobsngob, S., Varayanond, W., Chinachoti, P., & Naivikul, O., 2003, Effect of amylose content on gelatinization, retrogradation and pasting properties of flours from different cultivars of Thai rice. *Starch-Stärke*, Vol. 55, No.9, pp. 410-415.
- Wang, Q., Ellis, P. R., & Ross-Murphy, S. B., 2000, The stability of guar gum in an aqueous system under acidic conditions. *Food hydrocolloids*, Vol.14, No.2, pp. 129-134.

Wasserman, K., Hansen, J.E., Sue, D.Y., Stringer, W., and Whipp, B.J., 2004, Principles of exercise testing and interpretation, 3rd edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA, 612 pages

Yeh A, Yeh L. 1993. Some characteristics of hydroxyl propilated and cross-linked rice starch. Cereal Chemistry. Vol. 70, pp.273-276.

Zhang, B., Dhital, S., and Gidley, M. J., 2013, Synergistic and antagonistic effects of α -amylase and amyloglucosidase on starch digestion, Biomacromolecules. Vol. 14, pp. 1945-1954.

Labuzsa, T.P., 1982, Open Shelf-life Dating of Food, Food and Nutrition Press Inc., West Port, Connecticut, USA. 499p.

มมป., 2557, อิเล็กทรอนิกส์, <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%81%E0%B9%82%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B9%84%E0%B8%A5%E0%B8%95%E0%B9%8C>.

เจริญชัย เหลืองอ่อน, 2553, การวัดสีด้วยเทคนิค UV-VIS-NIR SPECTROPHOTOMETRY, ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ MTEC, หน่วยปฏิบัติการวิจัยด้านสิ่งแวดล้อม ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, เมษายน - มิถุนายน 2553, หน้า 8-13.

ไพโรจน์ วิริยจรี. 2535. วิธีทางอุตสาหกรรมเครื่องต้ม. เรื่องเครื่องต้มเกลือแร่, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่, หน้า 108 -- 197.

กรณทิพย์ ลิ่มนรรัตน์ และวีรยุทธ แก้วศรี , 2555, สมรรถภาพอากาสนิยมของนักกีฬาฟุตบอลชายที่ได้รับเครื่องต้มผสมคาร์โบไฮเดรตก่อนแบบจำลองการแข่งขัน วารสารวิชาการ สถาบันการพลศึกษา, ปีที่ 4 ฉบับที่ 2, พฤษภาคม - สิงหาคม 2555 หน้า 11-18.

กรมการข้าว, 2552, เอกสารวิชาการ ข้าวโภชนาการ, สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 72 หน้า.

กฤษฎี โพธิ์ทิต, 2558, ผู้ที่ออกกำลังกายหนัก กินอย่างไรถึงจะเหมาะสม, http://www.healthtoday.net/thailand/dietary/dietray_104.html

กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2541, ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ. 2541 เรื่องฉลากโภชนาการ ในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับปรับปรุง ปี 2562)

กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2543, ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 195)95/2543 เรื่องเครื่องดื่มเกลือแร่, ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง., 24 มกราคม พ.ศ.2544 ในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับปรับปรุง ปี 2562)

กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุขกระทรวงสาธารณสุข, 2556, ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 356) พ.ศ.2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท ในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับปรับปรุง ปี 2562)

กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2559, ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 38) พ.ศ. 2559 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 4) บัญชีหมายเลข 1 แนบท้ายประกาศ BENZOATES (กลุ่มเบนโซเอต), หน้า 64-65, ในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมกฎกระทรวงและประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับปรับปรุง ปี 2562).

กัลยา กิจบุญชู, 2551, โภชนาการเพื่อสมรรถนะการออกกำลังกายและกีฬา, วารสารโภชนาการ, ปีที่ 43, ฉบับที่ 3, หน้า 39-45.

จิราภรณ์ ยอดเลื่อน, วลัยรัตน์ จันทพานนท์, หทัยรัตน์ ริมศิริ, การคัดเลือกเชื้อบริสุทธิ์โดยทดสอบการย่อยแป้งและการผลิตแอลกอฮอล์เพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวหมาก, ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ, 2553, หน้า 132-138.

ณธีรา เสงเจริญ, สุวิมล ทรัพย์วโรบล และดรณวรรณ สุขสม, 2557, ผลของการดื่มนมช็อคโกแลตที่มีต่อการออกซิเดชันของคาร์โบไฮเดรตและระยะเวลาการออกกำลังกายจนเหนื่อยหมดแรงในเยาวชนชาย, วารสารวิชาการ สถาบันการพลศึกษา, ปีที่ 15, ฉบับที่ 1, หน้า 14-30.

นภัสกร แสนแก้วทอง, 2560, Osmolality กับเครื่องดื่มสุขภาพ, http://www.spcgroup.co.th/news/spcnews/spcnews_51.pdf.

นัฏพร จิรเจษฎา, นทยา กัมพลานนท์ และ อาริรัตน์ เชื้อบุญเกิด, 2551 , “พฤติกรรม การยอมรับ ทศนคติ ของ ผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหาร และเครื่องสำอางจากผักดกแด่ใหม่และโปรตีนใหม่” ขอนแก่น , แหล่งที่มา : <http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4807001.pdf>

นิธยา รัตนพานนท์และวิบูลย์ รัตนพานนท์, 2537, โภชนศาสตร์เบื้องต้น, กรุงเทพฯ: โอเอส พรินติ้ง เฮาส์, 512 หน้า.

นิพัทธา ชาตสุวรรณ และ วรพัทธ์ อารีกุล, 2553, Color Parameters, Total Phenolic and Anthocyanin Content in Various Rice Cultivar, www.kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4806031.pdf.

ปราณี พัฒนพิพิธไพศาล, 2556, เอนไซม์เทคโนโลยี, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556, 271 หน้า.

พจมาน เตียวัฒนรัฐติกาล, 2554, การจัดการและบริหารองค์กรอุตสาหกรรม (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 256 หน้า.

พัทธพรประไพ ประจำเมือง และ วิเชียร สิลาวัชรมาศ, 2546, เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยแป้งวารสาร ศูนย์บริการวิชาการ ปีที่ 11 ฉบับที่ 4, หน้า 28-31.

พิมพ์เพ็ญ และ นิธยา, 2561, Amyloglucosidase / อะไมโลกลูโคซิเดส, <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3211/amyloglucosidase>

ภัทรพร สิทธิเลิศพิศาล, 2554, เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 518724 การวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจน คณะเทคนิคการแพทย์ ภาควิชากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มาร์เก็ตเทียร์ (Marketeer), 2558, ตลาดเครื่องดื่มเกลือแร่, <http://marketeer.co.th/archives/43534>.

ยุทธชัย เพชรรัตนไพศาล, อนันต์ บุญปาน และสิริแซ พงษ์สวัสดิ์, 2557, การผลิตน้ำเชื่อมมอลโตสความเข้มข้นสูงด้วยกระบวนการทางเอนไซม์, การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ครั้งที่ 3 จังหวัดภูเก็ต, หน้า 435 – 443.

ยุรี วันดี, 2553, ผลของการเจลาติไนซ์และการเก็บเจลที่สภาวะต่างๆ ต่อการเกิด RESISTANT STARCH ของ แป้งพุทธรักษา, กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2548, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, การประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารในสภาวะเร่ง
www.ttc.most.go.th/stvolunteer/UploadClinic/FoodSafety/L2_SL-ASLT.pdf.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, กล้านรงค์ ศรีรอด, เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ, ไชยรัตน์ เพ็ชรชลาณวัฒน์, รุ่งทิพา วันสุขศรี และ บุญทิศา นิลจันทร์, 2546, การศึกษาคุณสมบัติของแป้งข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ในประเทศไทยเพื่อเป็นกลยุทธิ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม : รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 160 หน้า.

วิรุฬห์ เหล่าภัทรเกษม, พิสมัย เหล่าภัทรเกษม และบรรจบ ศรีภา, 2537,. กีฬาเวชศาสตร์, ขอนแก่น: พี.บี. ฟอเรน บุคส์เซนเตอร์.

วิสิฐ จະวะสิต, 2553, การเสริมสารอาหารในอาหาร, สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน, หน้า 61-82

ศรีเวียง ทิพทานนท์, เสาวภาภย์ วัฒนพาหุ และ พิสิฐ ธรรมวิถี, 2552, การพัฒนาแนวความคิดผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเกลือแร่และผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายเครื่องต้มเกลือแร่ด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบรวม. การนำเสนองานวิจัยภาคโปสเตอร์. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. 17-20 มี.ค. 2552, ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. 2554,. Water Activity กับการควบคุมอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร. <http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?alD=12> .

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว, 2554, ความปลอดภัยกับการยืดอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ <http://www.phtnet.org/article/view-article.asp?alD=18>.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2558, อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม (Foods and Beverages) http://www.kasikornbank.com/SME/Documents/KSMEAnalysis/IndustrySolution_FoodsAndBeverages_2015.pdf

สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตชุมพร, 2558, เรื่อง สารอาหารที่ช่วยเพิ่มการทำงานของร่างกาย, <http://www.ipecp.ac.th/ipecp/cgi-bin/vni/Program/unit6/p8.html>

สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตมหาสารคาม, 2558, เรื่อง โภชนาการสำหรับนักกีฬา, https://kmipemk.files.wordpress.com/2011/03/km53_e0b884e0b8a5e0b8b1e0b887_e0b982e0b8a0e0b88ae0b899e0b8b2e0b881e0b8b2e0b8a3e0b881e0b8b1e0b89ae0b881e0b8b2e0b8a3e0b881e0b8b5e0b8ac.pdf, 5 หน้า

สสว. (สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ), 2554, Innovation Trend ของการผลิตเครื่องดื่ม, <http://www.smeservicecenter.net/public/uploads/p13758483295108131883.pdf>

สัญชัย ยอดมณี, 2552, คุณภาพของข้าวพื้นเมืองมีสีภาคใต้ของประเทศไทย, วิทยานิพนธ์ระดับมหาบัณฑิต วิทยาพนธ์ระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2544, แนวทางการผลิตอาหารตามหลักเกณฑ์ วิธีการที่ดี (จี.เอ็ม.พี.) . กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

สุกัญญา เจริญวัฒน์, 2558, โภชนาการการกีฬาเพื่อการแข่งขันกีฬาทางน้ำ, วารสารวิชาการ สถาบันการพลศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2558, หน้า 199-210.

สุกัญญา วิชชุกิจ, ศศิธร นาคทอง, ศรีสมัย วิริยารัมมะ และ สุวรรณ ทิพย์รักษ์, 2552, การศึกษาผลการให้ความร้อนแบบสเตอริไลซ์ต่อนมแพะในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 65 หน้า

สุนันทา ทองทา, 2560, แป้งข้าวที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์จากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในอาหารเพื่อสุขภาพ, ออกอากาศช่อง ETV วันที่ 4 กรกฎาคม 2560.

สุนันทา วงศ์ปิยชน, รุจิรา ปรีชา, ละม้ายมาศ ยังสุข, วิไลศรี ลิ้มพะยอม, 2547, โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปข้าว ใน รายงานประจำปี 2547 ของสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, 8 หน้า.

สุพิศา สมโต, 2547, คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี และความคงตัวของข้าวไทยที่มีรังควิน, นครปฐม: วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุริย์พร บุญนา, 2552, ผลของสภาวะการบ่มและวิธีการแยกน้ำต่อการเกิดแป้งทนต่อการย่อยของแป้งข้าว, นครราชสีมา: วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สุวิมล กิระติพิบูล, 2543, GMP ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหาร, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. : กรุงเทพฯ, 184 หน้า.

สุวิมล กิระติพิบูล, 2544, ระบบการประกันคุณภาพของอาหาร HACCP, . สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. : กรุงเทพฯ, 212 หน้า.

หมอชาวบ้าน, 2546, น้ำผึ้ง...ความหวานที่มากคุณค่า, <https://www.doctor.or.th/article/detail/1646>

หมอชาวบ้าน, 2552, น้ำตาลโพรตีนจากแป้งข้าวเจ้า...แก้ทารก "แพ้นม",
<http://www.doctor.or.th/article/detail/10235>

อังคณา คงกัน, 2543, แนวทางการดำเนินงาน HACCP-TQM ในสถานประกอบการด้านอาหารรายย่อย, ม.
ป.ท. : ม.ป.พ., 172 หน้า.

ภาคผนวก

ก. บทความสำหรับเผยแพร่ (ถ้ามี)



www.cbees.org
Address: Unit B, 6/F, Dragon Industrial Building, 80 King Lam Street, Lai Chi Kok, Kowloon, Hong Kong. Email: admin@cbees.org
Tel: +852-3550-0137 (Hong Kong) / +1-202-456-4022 (USA) / +86-28-85284495 (China)

Notification of Acceptance of the ICNFS 2019

Bali, Indonesia, May 27-29, 2019

<http://www.icnfs.org/>



Paper ID : Y9007
Paper Title : Product Development of Rice Energy Gel and Effect on Blood Glucose and Lactate Concentration in General Sport Subject

Dear Nutt Thampichet,

First of all, thank you for your concern. 2019 8th International Conference on Nutrition and Food Sciences (ICNFS 2019) review procedure has been finished. We are delighted to inform you that your manuscript has been accepted for presentation at 2019 8th International Conference on Nutrition and Food Sciences (ICNFS 2019), Bali, Indonesia, May 27-29, 2019. Your paper was tripling blind-reviewed and based on the evaluations. The reviewers' comments are enclosed.

The conference received papers from about 40 different countries and regions during the submission period. And there are about 80 papers accepted by our reviewers who are the international experts from all over the world. The selected papers could be published in our conference journals with high quality. According to the recommendations from reviewers and technical program committees, we are glad to inform you that your paper identified above have been selected for publication and oral presentation. You are invited to present your paper and studies during our ICNFS 2019 conference that would be held on May 27-29, 2019, Bali, Indonesia.

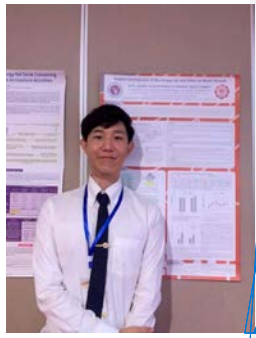
The ICNFS 2019 is co-sponsored by Hong Kong Chemical, Biological & Environmental Engineering Society (HKCBEEES).

Your paper will be published in International Journal of Food Engineering (IJFE, ISSN: 2301-3664), and all papers will be included in the Engineering & Technology Digital Library, and indexed by WorldCat, Google Scholar, Crossref.

(Important Steps for your registration): Please do finish all the 6 steps on time to guarantee the registration successful:

1. Revise your paper according to the Review Comments in the attachment carefully. (Seven authors at most each paper)

- 1 -

Formatted: Font:

Formatted: Font:

Formatted: Font:

ผลงานวิจัยได้นำเสนอโดยนายณัฐ ธารพิเชฐ รหัสนักศึกษา 591331022 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ชื่อเรื่อง Product Development of Rice Energy Gel and Effect on Blood Glucose and Lactate Concentration in General Sport Subject ในรูปแบบโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการนานาชาติ 8th International conference on Nutrition and Food Sciences (ICNFS 2019) ระหว่างวันที่ 27 – 29 พฤษภาคม 2562 ณ ประเทศอินโดนีเซียและได้รับคัดเลือกให้ตีพิมพ์ในวารสาร International Journal of Food Engineering (IJFE, ISSN: 2301-3664)

ก.1 แบบฟอร์มที่ใช้ในการสำรวจข้อมูล

แบบสอบถามเรื่อง “การรับข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดและรูปแบบการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) ของผู้บริโภค”

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเรื่องการรับข้อมูลจากการสื่อสารทางการตลาดและรูปแบบการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) ของผู้บริโภค ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2560 สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) โดยความร่วมมือระหว่าง 2 สถาบัน คือ

- 1) สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 2) ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บเป็นความลับและใช้เพื่อการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านได้สละเวลาในการให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2) การรับข้อมูลผ่านเครื่องมือการสื่อสารทางการตลาดของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา

ส่วนที่ 3) รูปแบบการดำเนินชีวิตเกี่ยวกับเรื่องการออกกำลังกาย

ส่วนที่ 4) การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา

คำอธิบายศัพท์ในแบบสอบถาม

เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) ในการวิจัยนี้ หมายถึง เครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์ที่มีการผลิตโดยใช้ส่วนผสมจากข้าว ซึ่งอาจได้จากข้าวพันธุ์ต่างๆ เพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

*Required

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องว่างหน้าข้อความที่ตรงกับท่านมากที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. 1) เพศ *

Tick all that apply.

- ☐ ชาย
☐ หญิง

2. 2) อายุ *

Tick all that apply.

- ☐ น้อยกว่า 20 ปี
☐ 20-30 ปี
☐ 31-40 ปี
☐ 41-50 ปี
☐ 51-60 ปี
☐ มากกว่า 60 ปี

3. 3) ระดับการศึกษาสูงสุด *

Tick all that apply.

- ☐ ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนต้น
- ☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.
- ☐ อนุปริญญา/ปวส.
- ☐ ปริญญาตรี
- ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

4. 4) อาชีพ *

Tick all that apply.

- ☐ นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา
- ☐ ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ
- ☐ พนักงานบริษัทเอกชน
- ☐ ประกอบธุรกิจส่วนตัว
- ☐ รับจ้างทั่วไป
- ☐ อื่นๆ โปรดระบุในช่องหมายเหตุด้านล่าง

5. หมายเหตุ สำหรับระบุอาชีพอื่นๆ

6. 5) รายได้เฉลี่ยต่อเดือน *

Tick all that apply.

- ☐ น้อยกว่า 10,000 บาท
- ☐ 10,000 – 20,000 บาท
- ☐ 20,001 – 30,000 บาท
- ☐ 30,001 – 40,000 บาท
- ☐ มากกว่า 40,000 บาท

**ส่วนที่ 2 การรับข้อมูลผ่านเครื่องมือการสื่อสารทางการตลาดแบบ
บูรณาการของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา
(Rice Based Electrolyzed Sports Drink)**

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความรู้ที่เป็นจริงของท่านต่อการใช้เครื่องมือสื่อสารทางการตลาดแบบบูรณาการของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) เพียงคำตอบเดียว โดยมีความหมายหรือข้อบ่งชี้ในการเลือกดังนี้

ระดับการรับข้อมูล 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
ระดับการรับข้อมูล 4 หมายถึง รับรู้มาก
ระดับการรับข้อมูล 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
ระดับการรับข้อมูล 2 หมายถึง รับรู้น้อย
ระดับการรับข้อมูล 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

7. การโฆษณาผ่านทางโทรทัศน์ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

8. การโฆษณาผ่านทางวิทยุ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

9. การโฆษณาผ่านทางอินเทอร์เน็ต/สังคมออนไลน์ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

10. การโฆษณาผ่านทางนิตยสาร *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

11. การส่งเสริมการขายโดยการแจกสินค้าตัวอย่างเพื่อให้ทดลองดื่ม *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

12. การส่งเสริมการขายโดยการแจกคูปองส่วนลด *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

13. การส่งเสริมการขายโดยการให้ของแถม *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

14. การส่งเสริมการขายโดยการลุ้นรับรางวัล/การจัดชิงโชค *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

15. การประชาสัมพันธ์โดยการจัดแถลงข่าวเปิดตัวสินค้าใหม่ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

16. การประชาสัมพันธ์โดยการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อสังคม เช่น การช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วม *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

17. การประชาสัมพันธ์โดยการตีพิมพ์เผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของเครื่องต้มอิเล็กทรอนิกส์จากข้าวเพื่อให้องค์งานแก่นักกีฬาในสิ่งพิมพ์ต่างๆ เช่นหนังสือพิมพ์ นิตยสาร *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

18. การประชาสัมพันธ์โดยการให้บุคคลมีชื่อเสียงเป็นพรีเซ็นเตอร์ เช่น นักร้อง/นักแสดง ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

19. การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการออกร้านในงานแสดงสินค้า *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

20. การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดกิจกรรมตามเทศกาล/ช่วงเวลา เช่น เทศกาลปีใหม่ งานวิ่ง งานกีฬาต่างๆ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

21. การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดกิจกรรมเปิดตัวสินค้าใหม่ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

22. การตลาดเชิงกิจกรรมโดยการจัดการประกวด หรือการแข่งขันในกิจกรรมต่าง ๆ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง รับรู้มากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง รับรู้มาก
- ☐ 3 หมายถึง รับรู้ปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง รับรู้น้อย
- ☐ 1 หมายถึง รับรู้น้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 รูปแบบการดำเนินชีวิตเกี่ยวกับเรื่องสุขภาพและการออกกำลังกาย

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยมีความหมายหรือข้อบ่งชี้ในการเลือกดังนี้

ระดับการรับข้อมูล 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับการรับข้อมูล 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
ระดับการรับข้อมูล 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
ระดับการรับข้อมูล 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
ระดับการรับข้อมูล 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

23. ด้านกิจกรรม- ทำนออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาอย่างสม่ำเสมอ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

24. ด้านกิจกรรม- ทำนเป็นสมาชิกชมรมเกี่ยวกับสุขภาพ หรือสपोर्टคลับ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

25. ด้านความสนใจ - ทำนสนใจทดลองบริโภคสินค้าให้พลังงานสำหรับนักกีฬาชนิดใหม่ๆ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

26. ด้านความสนใจ - ท่านสนใจข้อมูล หรือข่าวสารเกี่ยวกับสุขภาพและการออกกำลังกาย *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

27. ด้านความสนใจ - ท่านสนใจออกกำลังกายเพื่อสุขภาพของตนเองอย่างสม่ำเสมอ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

28. ด้านความสนใจ - ท่านสนใจตรวจสุขภาพของตนเองอย่างสม่ำเสมอ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

29. ด้านความคิดเห็น - ท่านคิดว่าการบริโภคอาหาร หรือเครื่องดื่มให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เช่น สารสกัดจากข้าว สามารถช่วยให้น้ำหนักตัวลดลงได้มีประสิทธิภาพขึ้น *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

30. ด้านความคิดเห็น - ท่านคิดว่าการบริโภคอาหาร หรือเครื่องดื่มให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เช่น สารสกัดจากข้าว สามารถช่วยลดความเหนื่อยล้าจากการออกกำลังกาย *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

31. ด้านความคิดเห็น - ท่านคิดว่าการออกกำลังกายเพื่อมีสุขภาพที่ดีมีความสำคัญอย่างมาก *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ส่วนที่ 4 การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ ออกกำลังกายทั่วไป

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยมีความ
หมายหรือข้อบ่งชี้ในการเลือกดังนี้

ระดับการรับข้อมูล 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับการรับข้อมูล 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
ระดับการรับข้อมูล 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
ระดับการรับข้อมูล 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
ระดับการรับข้อมูล 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

32. ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยให้
ประสิทธิภาพในการออกกำลังกายดีขึ้น *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

33. ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะช่วยลดความ
เหนื่อยและเมื่อยล้าจากการออกกำลังกายได้ดีขึ้น *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

34. ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมีรสชาติที่
อร่อยและสีที่สวยงาน *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

35. ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์มีความน่าสนใจ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

36. ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะกิจกรรมส่งเสริมการตลาด เช่น การลดราคา การจัดชิงโชคเป็นต้น *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ส่วนที่ 5 พฤติกรรมการซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงคำตอบเดียว

37. ท่านซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายขนาดใด *

Tick all that apply.

- ☐ 250 มิลลิลิตร
- ☐ 380 มิลลิลิตร
- ☐ 450 มิลลิลิตร
- ☐ 500 มิลลิลิตร
- ☐ อื่นๆ โปรดระบุในช่องหมายเหตุด้านล่าง

38. หมายเหตุ

39. ท่านซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายบ่อยครั้งแค่ไหน *

Tick all that apply.

- ☐ 1-2 วัน/สัปดาห์
- ☐ 3-4 วัน/สัปดาห์
- ☐ 5-6 วัน/สัปดาห์
- ☐ ทุกวัน
- ☐ อื่นๆ โปรดระบุในช่องหมายเหตุด้านล่าง

40. หมายเหตุ

41. ท่านซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายจากสถานที่ใดเป็นประจำ *

Tick all that apply.

- ☐ ร้านสะดวกซื้อ เช่น ร้าน 7-11
- ☐ Lotus Express
- ☐ Tops daily supermarket
- ☐ Mini Big C
- ☐ ห้างสรรพสินค้า
- ☐ ร้านโชห่วยใกล้ที่พักอาศัย
- ☐ อื่นๆ โปรดระบุในช่องหมายเหตุด้านล่าง

42. หมายเหตุ

43. เหตุผลสำคัญที่สุดที่ท่านตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกาย *

Mark only one oval.

- ☐ ด้านคุณภาพ เช่น ผ่านการรับรองจากอ.ย.
- ☐ ด้านราคา
- ☐ ด้านความปลอดภัย เช่น ได้รับการรับรองจากกระทรวงสาธารณสุข
- ☐ ด้านความสะดวก
- ☐ ด้านรูปทรง
- ☐ ด้านขนาด
- ☐ ด้านชื่อเสียงของตราสินค้า
- ☐ ด้านอื่นๆ โปรดระบุในช่องหมายเหตุด้านล่าง

44. หมายเหตุ

ส่วนที่ 6 ความคาดหวังของผู้บริโภคต่อการซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยมีความหมายหรือข้อบ่งชี้ในการเลือกดังนี้

ระดับการรับข้อมูล 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับการรับข้อมูล 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
ระดับการรับข้อมูล 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
ระดับการรับข้อมูล 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
ระดับการรับข้อมูล 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

45. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะรูปทรงและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ดูดี มีเอกลักษณ์ หินสมัย ได้มาตรฐานและดึงดูดความสนใจ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
☐ 3 หมายถึงเห็นด้วยปานกลาง
☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

46. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะข้อความบนฉลากมองเห็นง่ายและชัดเจน ระบุรายละเอียดส่วนผสม สถานที่ผลิต และวันที่ผลิตอย่างชัดเจน *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
☐ 3 หมายถึงเห็นด้วยปานกลาง
☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

47. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์เปิดง่ายและสะดวกต่อการดื่ม *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
☐ 3 หมายถึงเห็นด้วยปานกลาง
☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

48. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยส่งเสริมและรักษาสีและรสชาติ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
☐ 3 หมายถึงเห็นด้วยปานกลาง
☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

49. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะรสชาติอร่อยถูกปาก *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

50. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะมีสีที่ดึงดูดใจ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

51. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะมีความหวานในระดับที่พอดี *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

52. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะสะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

53. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะมีให้เลือกหลายขนาดตามความเหมาะสม *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

54. ด้านผลิตภัณฑ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะช่วยต้นกระหาย คลายร้อน สร้างความสดชื่นและให้พลังงานแก่ร่างกาย *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

55. ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะราคามีความเหมาะสมกับปริมาณสินค้า *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

56. ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะราคามีความเหมาะสมกับคุณค่าที่ได้รับ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

57. ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะมีราคาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

58. ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะมีราคาที่ถูกกว่ายี่ห้ออื่นโดยมีคุณภาพใกล้เคียงกัน *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

59. ด้านราคา - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไปเพราะมี
ส่วนลดเมื่อซื้อในปริมาณมาก *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

60. ด้านช่องทางจำหน่าย - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกาย
ทั่วไปเพราะกระจายสินค้าทั่วถึง หาซื้อได้ง่าย *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

61. ด้านช่องทางจำหน่าย - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกาย
ทั่วไปเพราะสินค้าวางจำหน่ายตลอด เพียงพอต่อความต้องการ *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

62. ด้านช่องทางจำหน่าย - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกาย
ทั่วไปเพราะมีการวางตำแหน่งของสินค้าที่โดดเด่น จับต้องได้ง่าย *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

63. ด้านประชาสัมพันธ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป
เพราะการใช้ดารา นักร้อง นักแสดง ที่มีชื่อเสียงเป็นพรีเซนเตอร์ในการโฆษณาสินค้า *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

64. ด้านประชาสัมพันธ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะการโฆษณาและประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

65. ด้านประชาสัมพันธ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายตามห้างสรรพสินค้า *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

66. ด้านประชาสัมพันธ์ - ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและผู้ออกกำลังกายทั่วไป เพราะมีการแจกตัวอย่างสินค้าให้ทดลองดื่ม *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

67. ส่วนที่ 7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต ท่านเห็นด้วยสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปในอนาคต ถ้ามีผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นๆ ของเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬา (Rice Based Electrolyzed Sports Drink) เช่น ผงซองพร้อมดื่ม เจล หรือเยลลี่ สำหรับพกพาไปในที่ต่างๆ ได้สะดวกกว่าจำหน่าย *

Tick all that apply.

- ☐ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด
- ☐ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก
- ☐ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง
- ☐ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย
- ☐ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

68. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

69. ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามอย่างครบถ้วน และตามความเป็นจริง

ก.2 หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์



รับเข้า อ.ดร. สุคันธา

บันทึกข้อความ

เลขที่ 503.54
29 ต.ค. 2561
15.22
น

ส่วนงาน งานบริหารงานวิจัย คณะแพทยศาสตร์ โทร. 36643
ที่ ศร 6593(8).3 บจ.จธ/ 2780 วันที่ 26 ต.ค. 2561

เรื่อง แจ้งผลความเห็นชอบการขอรับการพิจารณารับรองเชิงจริยธรรมการวิจัย โครงการวิจัย
RDG06T0103 Research ID: NONE-2561-05258

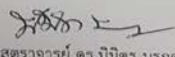
เรียน คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร มช.

ตามที่ สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร ได้เสนอการแก้ไข โครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มอิเล็กโทรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและการทดสอบสมรรถภาพของอาสาสมัครนักกีฬาทั่วไป” (Product Development and Application of Food Safety Management System in the Production of Rice Based Electrolyzed Sports Drink and Testing in General Sport Subjects on Their Performance) STUDY CODE: RDG06T0103 Research ID: NONE-2561-05258 ของ อ.ดร.สุคันธา โอศิริพันธุ์ มาเพื่อขอรับการพิจารณารับรองเชิงจริยธรรม ดังรายละเอียดในบันทึกที่ ศร 6393(20) / 1506 ลงวันที่ 12 ตุลาคม 2561 ตามความแจ้งแล้ว นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย (ชุดที่ 3) ได้พิจารณาแล้ว มีความเห็นชอบให้ดำเนินการวิจัยได้ ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ระบุในเอกสารรับรองโครงการวิจัยเป็นต้นไป ดังได้แนบเอกสารรับรองโครงการมาพร้อมนี้ อนึ่ง หลังจากได้รับเอกสารรับรอง ขอให้ผู้วิจัยปฏิบัติตามดังนี้

1. โปรดพิจารณาส่งสำเนาหนังสือยินยอมที่มีลายเซ็นของอาสาสมัครรายแรกที่เข้าสู่โครงการวิจัย ให้คณะกรรมการฯ ทราบภายใน 15 วันของการรับอาสาสมัครเข้าสู่โครงการวิจัย
2. โปรดพิจารณาส่งรายงานความก้าวหน้าให้คณะกรรมการจริยธรรมอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หรือมากกว่านั้น ถ้าคณะกรรมการฯ ร้องขอ หากการศึกษามีระยะเวลาไม่ถึงหนึ่งปี ขอให้รายงานฯ เมื่อสิ้นสุดโครงการ รายงานฯ ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งที่ใช้ประกอบการพิจารณาอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยในปีต่อไป ทั้งนี้ สามารถ Download แบบฟอร์มได้จาก website จริยธรรม ดังนี้
<http://www.medicine.cmu.ac.th/research/ethics/default.htm>
3. การทดสอบ VO_2max ที่ระดับสูง จำเป็นต้องเริ่มที่อาสาสมัครจำนวนน้อย ที่พอเหมาะกับการควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดโดยผู้วิจัย ดังนั้น หากเกิดอุบัติเหตุหรือการเจ็บป่วยใดๆ ที่อาจเป็นผลจากการทดสอบ VO_2max ขอให้รายงานต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยเร็ว และควรรายงานต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒด้วยเป็นลำดับแรก

จึงเรียนมาเพื่อทราบ และแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องได้รับทราบต่อไปด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง



(รองศาสตราจารย์ ดร.นิมิตร มรกต)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ชุดที่ 3

ก.3 สำเนาผลการตรวจวิเคราะห์ผลลากโภชนาการ



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาหลัก : 9/116 ถนนกาญจนาภิเษก ตำบลพลาใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110 ประเทศไทย
Songkhla Branch : 9/116 Kanchanawarich Rd., Hat Yai, Hat Yai, Songkhla 90110, Thailand
Tel : (66) 74 558871-3, (66) 74 558901 Fax : (66) 74 558870
http://www.centralabthai.com



HAC-MRA



Central Lab
One Stop Food Inspection

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 03 มกราคม 2562
เลขที่รายงาน TRSK62/00121
หน้า 01/04

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า อาจารย์วชิระ จิระรัตนวังมัย
155 หมู่ที่ 2 ตำบลแม่เหี๊ยะ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50100

รายละเอียดตัวอย่าง เครื่องดื่มให้พลังงาน
(ข้อมูลจากลูกค้า) ปริมาณสุทธิ 250 มิลลิลิตร
รหัสตัวอย่าง SK61/09070-001

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : เครื่องดื่มให้พลังงาน
ภาชนะบรรจุ : แก้วพลาสติก
จำนวน : 2 แก้วลอน น้ำหนักปริมาตร 3 ลิตร/แก้วลอน
อุณหภูมิ : แช่เย็น, สภาพตัวอย่างปกติขณะรับ

วันที่รับตัวอย่าง 29 พฤศจิกายน 2561
วันที่ทดสอบ 30 พฤศจิกายน 2561 - 19 ธันวาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ค่า 100 มิลลิลิตร	ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	%RDI	วิธีทดสอบอ้างอิง
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)*	43.67	100	-	Journal of AOAC INTERNATIONAL; 1993 p.106
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)*	1.35	0	-	Journal of AOAC INTERNATIONAL; 1993 p.106
ไขมันทั้งหมด (ก.)*	0.15	0	0	AOAC (2016) 948.15
ไขมันอิ่มตัว (ก.)	0.00	0	0	In-house method TE-CH-208 by GC Technique
โคเลสเตอรอล (มก.)	ไม่พบ	0	0	In-house method TE-CH-143 based on AOAC (2016) 976.26
โปรตีน (ก.) (%N x 6.25)*	0.00	0	-	AOAC (2016) 981.10
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ก.)*	10.58	26	9	Journal of AOAC INTERNATIONAL; 1993 p.106
ใยอาหาร (ก.)*	0.10	0	0	AOAC (2016) 985.29
น้ำตาล (ก.)*	3.21	8	-	AOAC (2016) 925.35 (B)
โซเดียม (มก.)	54.928	135	7	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2016) 984.27
วิตามินเอ (มก.)*	0.00	(0.00)	0	In-house method TE-CH-024 based on Compendium of Methods for Food Analysis Thailand, 1st Edition, 2003

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพื่อใช้งาน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ
FM-QP-24-01-001-R04(03/12/61)P1/4-SK



รูปที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ

Formatted: Font color: Auto



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.
สาขาเชียงใหม่ : 144/88 หมู่ที่ 3 ต.หนองบัว อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่ 50180
Chiangmai Branch : 144/88 Moo 3 Dongkew, Maeom, Chiangmai 50180 Thailand
Tel : (060) 0 5389 8131, (060) 0 5389 8133 Fax : (060) 0 5389 8052, (060) 0 5389 8131 Alt 705
http://www.centralthai.com

Central Lab
For Your Success

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 14 มกราคม 2562

เลขที่รายงาน TRCM62/01697 Rev.1

หน้า 01/01

รายงานฉบับนี้ออกทดแทน TRCM62/01697 ที่ถูกยกเลิก

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า อ.วชิระ จิระรัตนรังษี
155 ม. 2 ต. แม่เหิระ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ 50100

รายละเอียดตัวอย่าง เครื่องดื่มไอศกรังงาน
(ข้อมูลจากลูกค้า)

รหัสตัวอย่าง CM61/09833-001

ลักษณะและสภาพตัวอย่าง ประเภทตัวอย่าง : เครื่องดื่มไอศกรังงาน
ภาชนะบรรจุ : แกลงอนพลาสติกปิดสนิท, จำนวน : 1 แกลงอน, น้ำหนักปริมาณ : 5 ลิตร
อุณหภูมิขณะรับ : แช่เย็น, สภาพตัวอย่างปกติ

วันที่รับตัวอย่าง 26 พฤศจิกายน 2561

วันที่ทดสอบ 27 พฤศจิกายน 2561 - 28 ธันวาคม 2561

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
Total Sugar				
Fructose	Not Detected	g/250ml	0.20	In-house method based on compendium of method for food analysis (2003) p 2-80 to p 2-81
Glucose	1.15	g/250ml	-	
Sucrose	<0.50	g/250ml	-	
Maltose	2.92	g/250ml	-	
Lactose	Not Detected	g/250ml	0.20	
Total Sugar (Sum of Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose and Lactose)	4.57	g/250ml	-	

~End of Report~



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่
CERTIFIED

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพื่อบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำทั้งฉบับ

FM-QP-24-01-001-R04(28/09/61)P1/1-CM



รูปที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดน้ำตาล



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขากรุงเทพฯ : 9/116 ถนนกาญจนาภิเษก ตำบลหลักหญ้า อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี 11110 ประเทศไทย
Songkhro Branch : 9/116 Kanachonawarich Rd., Hat Yai, Hat Yai, Songkhro 90110, Thailand
Tel : (66) 74 558871-3, (66) 74 558901 Fax : (66) 74 558870
http://www.centralabthai.com



Accreditation No. 1085/49



Central Lab
Chemical & Food Services

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 03 มกราคม 2562
เลขที่รายงาน TRSK62/00121
หน้า 02/04

ผลการทดสอบ

รายการทดสอบ	ต่อ 100 มิลลิกรัม	ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	%RDI	วิธีทดสอบอ้างอิง
วิตามินบี 1 (มก.)	ไม่พบ	(0.00)	0	In-house method TE-CH-311 based on Journal of AOAC International, Vol.85, No.4, 2002
วิตามินบี 2 (มก.)*	1.18	(2.95)	170	In-house method TE-CH-225 based on Journal of Agriculture Food Chemistry (1984) 32,p.1326-1341
แคลเซียม (มก.)	น้อยกว่า 1.120	(0.00)	0	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2016) 984.27
เหล็ก (มก.)	น้อยกว่า 0.1000	(0.00)	0	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2016) 999.10
โพแทสเซียม (มก.)	13.878	(34.70)	0	In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2016) 984.27
วิตามินซี (มก.)	10.84	(27.1)	45	In-house method TE-CH-177 based on Bull. Dept. Med. Sci. 1998; 40(3) : 347-57
วิตามินบี 12 (มก.)	0.00195	(0.00)	0	In-house method based on Analytica Chimica Acta569 (2006) 169-175
วิตามินบี 3 (มก.)	0.02228	(0.06)	0	In-house method based on Analytica Chimica Acta569 (2006) 169-175
วิตามินบี 6 (มก.)	0.22296	(0.56)	28	In-house method based on Analytica Chimica Acta569 (2006) 169-175
วิตามินบี 5 (มก.)	0.62219	(1.56)	26	In-house method based on Analytica Chimica Acta569 (2006) 169-175
เถ้า (ก.)	0.31	-	-	AOAC (2016) 923.03
ความชื้น (ก.)*	88.96	-	-	In-house method TE-CH-357 based on AOAC (2016) 925.45

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น
รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพื่อบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ อนึ่งทำที่เจอนันท์
FM-QP-24-01-001-R04(03/12/61)P2/4-SK



รูปที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดวิตามินและแร่ธาตุ



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.

สาขาsongkhla : 9/116 ถนนกาญจนาภิเษย์ ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110 ประเทศไทย
Songkhla Branch : 9/116 Kanchanawarich Rd., Hat Yai, Hat Yai, Songkhla 90110, Thailand
Tel : (66) 74 556871-3, (66) 74 556901 Fax : (66) 74 556870
http://www.centralbthai.com

Central Lab
One Stop & Full Service

วันที่ออกรายงาน 03 มกราคม 2562
เลขที่รายงาน TRSK62/00121
หน้า 03/04

รายงานผลการทดสอบ

ข้อมูลโภชนาการ			
หนึ่งหน่วยบริโภค : 1 ชวด (250 มิลลิกรัม)			
จำนวนหน่วยบริโภคต่อขวด : 1			
คุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค			
พลังงานทั้งหมด 100 กิโลแคลอรี (พลังงานจากไขมัน 0 กิโลแคลอรี)			
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*			
ไขมันทั้งหมด 0 ก.			0 %
ไขมันอิ่มตัว 0 ก.			0 %
โคเลสเตอรอล 0 มก.			0 %
โปรตีน 0 ก.			
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 26 ก.			9 %
ใยอาหาร 0 ก.			0 %
น้ำตาล 8 ก.			
โซเดียม 135 มก.			7 %
ร้อยละของปริมาณที่แนะนำต่อวัน*			
วิตามินเอ 0 %	วิตามินบี 1 0 %		
วิตามินบี 2 170 %	แคลเซียม 0 %		
เหล็ก 0 %	วิตามินซี 45 %		
วิตามินบี 6 28 %	วิตามินบี 5 26 %		
วิตามินบี 3 0 %	วิตามินบี 12 0 %		
โพแทสเซียม 0 %			
*ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (ตาม RDI) โดยคิดจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี			
ความต้องการพลังงานของผลิตภัณฑ์แต่ละค่าขึ้นอยู่กับความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี			
ควรได้รับสารอาหารต่าง ๆ ดังนี้			
ไขมันทั้งหมด	น้อยกว่า 65 ก.		
ไขมันอิ่มตัว	น้อยกว่า 20 ก.		
โคเลสเตอรอล	น้อยกว่า 300 มก.		
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	300 ก.		
ใยอาหาร	25 ก.		
โซเดียม	น้อยกว่า 2000 มก.		
พลังงาน (กิโลแคลอรี) ต่อกรัม : ไขมัน=9 , โปรตีน=4 , คาร์โบไฮเดรต=4			

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำสำเนา

FM-QP-24-01-001-R04(03/12/61)P3/4-SK



รูปที่ 4 ข้อมูลโภชนาการแบบเต็ม



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co., Ltd.
สาขาสงขลา : 9/116 ถนนกาญจนาภิเษย์ ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110 ประเทศไทย
Songkhlo Branch : 9/116 Kanchanawach Rd., Hat Yai, Hat Yai, Songkhlo 90110, Thailand
Tel : (066) 74 558871-3, (066) 74 558901 Fax : (066) 74 558870
http://www.centralab-thai.com

Central Lab
One Stop Laboratory

รายงานผลการทดสอบ

วันที่ออกรายงาน 03 มกราคม 2562

เลขที่รายงาน TRSK62/00121

หน้า 04/04

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 ขวด

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
100 กิโลแคลอรี	8 กรัม	0 กรัม	135 มิลลิกรัม
*5%	*12%	*0%	*7%

* คิดเป็นร้อยละของปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้ต่อวัน

~End of Report~

อนุมัติโดย


(บก.ฉ.สงขลา-สงขลา)

ผู้มีอำนาจลงนาม

CERTIFIED
บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาสงขลา

รายงานฉบับนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รายงานผลการทดสอบต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพื่อบางส่วน โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการ ยกเว้นทำรายงาน

FM-QP-24-01-001-R04(03/12/61)P4/4-SK



รูปที่ 5 ข้อมูลโภชนาการแบบจีดีเอ

ก.4 ตารางแผนงานการใช้งบประมาณ

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. งบบุคลากร ค่าจ้างผู้ช่วยวิจัยทาง ระดับปริญญาโท เงินเดือนๆ ละ 16,400 บาท/คน/เดือน จำนวน 2 คน 12 เดือน	393,600
2. งบดำเนินงาน 2.1 ค่าตอบแทนนักวิจัย 2.2 ค่าใช้สอย ค่าเบี้ยเลี้ยง ค่าเช่าที่พัก ค่าพาหนะ ค่าเดินทางสำหรับตัวโดยสารเครื่องบินไปกลับเชียงใหม่ – กรุงเทพฯ เพื่อ รายงานความก้าวหน้าระยะ 2 เดือน ในวันที่ 12 กันยายน 2560 ค่าจัดทำรายงานวิจัย/ค่าถ่ายเอกสาร (ประมาณค่าถ่ายเอกสารรายงาน ความก้าวหน้าระยะ 2 เดือนและระยะ 6 เดือน)	6,360 2,000
2.3 ค่าวัสดุ ค่าสารเคมีที่ใช้ในการวิจัยทางกายภาพ เคมี และเอนไซม์ (โดยประมาณ)	100, 000
รวมโดยประมาณ	501,960

ภาคผนวก ข กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์ (ถ้ามี)

ข.1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการแสดงผลงาน



การประชุมร่วมกับผู้ประกอบการเพื่อให้คำปรึกษา
ในการผลิต



การศึกษาระบบการผลิตในโรงงานเพื่อ
ประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ใหม่



ตราสินค้าของผู้ผลิตที่เป็นทำเป็นต้นแบบ 1



ตราสินค้าของผู้ผลิตที่เป็นทำเป็นต้นแบบ 2



การเข้าร่วมแสดงผลงานในงานวันทรัพย์สินทาง
ปัญญาโลก ณ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขต
เชียงใหม่ วันที่ 26 เมษายน 2562



ตัวอย่างผลงานที่เข้าร่วมแสดงในงานวันทรัพย์สิน
ทางปัญญาโลก ณ สถาบันการพลศึกษา วิทยาเขต
เชียงใหม่ วันที่ 26 เมษายน 2562

Formatted: Font: Not Highlight

Formatted: Font: Not Highlight

Formatted: Font: Not Highlight

ภาคผนวก ค ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

Formatted: Font: (Default) TH Sarabun New, 16 pt, Complex Script Font: TH Sarabun New, 16 pt

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติการย่อยของปลายข้าว 4 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสาไห้ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวท่า ในสภาวะการย่อยทางเอนไซม์ เพื่อใช้ส่วนประกอบที่ได้จากการย่อยเป็นส่วนประกอบหลักในการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา 2. เพื่อพัฒนาสูตรเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาทั้งสามชนิด คือ hypotonic sport drinks isotonic sport drinks และ hypertonic sport drinks จากปลายข้าวที่ผ่านการคัดเลือกจากองค์ประกอบของสายโพลีแซคคาไรด์ที่ผ่านการย่อย ในสภาวะที่เหมาะสม และสามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม 3. เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตสำหรับเครื่องดื่มจากปลายข้าว ที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม	ศึกษาคุณสมบัติการย่อยของปลายข้าว 4 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสาไห้ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวท่า ในสภาวะการย่อยทางเอนไซม์ เพื่อใช้ส่วนประกอบที่ได้จากการย่อยเป็นส่วนประกอบหลักในการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา	ศึกษาคุณสมบัติการย่อยของปลายข้าว 4 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสาไห้ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวท่า ในสภาวะการย่อยทางเอนไซม์ เพื่อใช้ส่วนประกอบที่ได้จากการย่อยเป็นส่วนประกอบหลักในการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา	1. ข้อมูล/องค์ความรู้ที่ได้ - คุณสมบัติการย่อยของของปลายข้าว 4 ชนิด คือ ข้าวหอมมะลิ ข้าวเสาไห้ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวท่า ในสภาวะการย่อยทางเอนไซม์ เพื่อใช้ส่วนประกอบที่ได้จากการย่อยเป็นส่วนประกอบหลักในการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬา - สูตรต้นแบบเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาทั้งสามชนิด คือ hypotonic sport drinks, isotonic sport drinks และ hypertonic sport drinks จากปลายข้าวที่ผ่านการคัดเลือกจากองค์ประกอบของสายโพลีแซคคาไรด์ที่ผ่านการย่อย ในสภาวะที่เหมาะสม และสามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม 2. กระบวนการผลิตสำหรับเครื่องดื่มจากปลายข้าว ที่สามารถใช้ได้
	พัฒนาสูตรเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาทั้งสามชนิด คือ hypotonic sport drinks isotonic sport drinks และ hypertonic sport drinks จากปลายข้าวที่ผ่านการคัดเลือกจากองค์ประกอบของสายโพลีแซคคาไรด์ที่ผ่านการย่อย ในสภาวะที่เหมาะสม และสามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม	1. พัฒนาสูตรเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาทั้งสามชนิด คือ hypotonic sport drinks isotonic sport drinks และ hypertonic sport drinks จากปลายข้าวที่ผ่านการคัดเลือกจากองค์ประกอบของสายโพลีแซคคาไรด์ที่ผ่านการย่อย ในสภาวะที่เหมาะสม และสามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม	
	พัฒนากระบวนการผลิตสำหรับเครื่องดื่มจากปลายข้าว ที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมทั้งชนิดพาสเจอร์ไรส์หรือชนิดสเตอริไรซ์	พัฒนากระบวนการผลิตสำหรับเครื่องดื่มจากปลายข้าว ที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมทั้งชนิดพาสเจอร์ไรส์หรือชนิดสเตอริไรซ์	
	ออกแบบ และประเมินกระบวนการผลิต รวมถึงความปลอดภัยในอาหาร สำหรับเครื่องดื่ม	ออกแบบ และประเมินกระบวนการผลิต รวมถึงความปลอดภัยในอาหาร สำหรับเครื่องดื่ม	

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
ระดับอุตสาหกรรมทั้งชนิดพาสเจอร์ไรส์ หรือชนิดสเตอริไรซ์	นักกีฬาจากปลายข้าว ที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม โดยจัดทำร่วมกับผู้ผลิต บริษัท คุมะ จำกัด	นักกีฬาจากปลายข้าว ที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม โดยจัดทำร่วมกับผู้ผลิต บริษัท คุมะ จำกัด	จริงในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมทั้งชนิดพาสเจอร์ไรส์หรือชนิดสเตอริไรซ์
4. เพื่อออกแบบ และประเมินกระบวนการผลิต รวมถึงความปลอดภัยในอาหาร สำหรับเครื่องตีมักกีฬาจากปลายข้าว ที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม โดยจัดทำร่วมกับผู้ผลิต บริษัท คุมะ จำกัด	ทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบในหลอดทดลอง และในกลุ่มอาสาสมัคร นักกีฬา หรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นระยะเวลานาน เพื่อทดสอบสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์จากการใช้จริงในกลุ่มอาสาสมัครเปรียบเทียบกับอาหาร หรือเครื่องตีมักกีฬาที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด	ทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบในหลอดทดลอง และในกลุ่มอาสาสมัคร นักกีฬา หรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นระยะเวลานาน เพื่อทดสอบสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์จากการใช้จริงในกลุ่มอาสาสมัครเปรียบเทียบกับอาหาร หรือเครื่องตีมักกีฬาที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด	3. ออกแบบ และประเมินกระบวนการผลิตรวมถึงความปลอดภัยในอาหาร สำหรับเครื่องตีมักกีฬาจากปลายข้าว ที่สามารถใช้ได้จริงในการผลิตในอุตสาหกรรม โดยจัดทำร่วมกับผู้ผลิต บริษัท คุมะ จำกัด
5. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบในหลอดทดลอง และในกลุ่มอาสาสมัครนักกีฬา หรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นระยะเวลานาน เพื่อทดสอบสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์จากการใช้จริงในกลุ่มอาสาสมัครเปรียบเทียบกับอาหาร หรือเครื่องตีมักกีฬาที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด			4. ข้อมูลประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ สำหรับการทดสอบในหลอดทดลอง และในกลุ่มอาสาสมัครนักกีฬาหรือผู้ที่ออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานเพื่อทดสอบสมรรถภาพของผลิตภัณฑ์จากการใช้จริงในกลุ่มอาสาสมัครเปรียบเทียบกับอาหาร หรือเครื่องตีมักกีฬาที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด
			5. ได้ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในฐานข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือในระดับชาติและนานาชาติ

วัตถุประสงค์โครงการ	กิจกรรมที่วางแผน	กิจกรรมที่ดำเนินการ	ผลที่ได้รับตลอดโครงการ
			6. ผู้ประกอบสามารถนำไปผลิตได้จริง และมีส่วนร่วมในงานวิจัย และมีการถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ผู้ประกอบการ และนักวิจัย 7. หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ - หน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ มหาวิทยาลัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง - หน่วยงานภาคเอกชน ได้แก่ ผู้ผลิต เครื่องดื่มเพื่อบริโภค ผู้ประกอบการ อาหาร นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป

1.10 แบบฟอร์ม ตาราง Output

สัญญาเลขที่ RDG60T0103

Formatted: Font: (Default) TH Sarabun New, 16 pt,
Complex Script Font: TH Sarabun New, 16 pt

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประยุกต์ใช้ระบบการจัดการความปลอดภัยอาหารใน
กระบวนการผลิตเครื่องดื่มโอเลคโตรไลต์จากข้าวเพื่อให้พลังงานแก่นักกีฬาและการทดสอบสมรรถภาพของ
อาสาสมัครนักกีฬาทั่วไป

สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3

ตาราง เปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 12 เดือน

Output		ในกรณีล่าช้า (ผลสำเร็จไม่ถึง 100%) ให้ท่านระบุ สาเหตุและการแก้ไขที่ท่านดำเนินการ
กิจกรรมในข้อเสนอโครงการ/หรือจากการปรับแผน	ผลสำเร็จ (%)	
1. ผลการย่อยปลายข้าวทั้ง 4 ชนิดด้วยเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลส และอะไมโลกลูโคซิเดส โดยทราบถึงปริมาณน้ำตาล โมเลกุลเดี่ยว น้ำตาลโมเลกุลคู่ และอัตราส่วนของโพลิแซคคาไรด์สายสั้น และสายยาว	100%	ไม่มี
2. สูตรเครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาจากปลายข้าวที่เหมาะสมที่สุด พัฒนาจนได้สูตรของทั้งสามผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ ทำการศึกษาโดยกระบวนการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์หรือ กระบวนการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไรซ์	100%	ไม่มี
3. ผลของอัตราการย่อยในหลอดทดลอง และคุณค่าทางโภชนาการ ของผลิตภัณฑ์ทั้งสามชนิด	100%	สรุปผลจากห้องปฏิบัติการกลางกับผลการวิจัยในห้องทดลอง
4. การวิจัยสำหรับการทดสอบในนักกีฬา	100%	ผลการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เพื่อให้ผลมีความถูกต้องตามที่คณะกรรมการจริยธรรมแนะนำ
5. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสำหรับนักกีฬาจากปลายข้าว	100%	
6. การศึกษากระบวนการผลิตและการจัดการความปลอดภัยอาหาร	100%	ไม่มี
7. การศึกษาหาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์	100%	ไม่มี
8. รายงานความก้าวหน้าระยะ 12 เดือน	100%	ไม่มี

ลงนาม... 
(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)
วันที่.....28 ก.พ. 2562.....

1.11 แบบฟอร์ม ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.

☒ ประชุม..... จำนวน ครั้ง

☒

☐

ลงนาม..... สตีนา โตโงโง

(หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน)

วันที่.....28 ก.พ. 2562.....

Formatted: Font: (Default) TH Sarabun New, 16 pt,
Complex Script Font: TH Sarabun New, 16 pt