

โครงการวิทยาศาสตร์
เรื่อง น้ำส้มสายชูชะลอข้าวบูด
vinegar slow down the rotting of rice

โดย

1. นางสาวรัชัญชนก ชนะกาญจน์
2. นายภูมิวิสิทธิ์ พจนารถ
3. นายศุภิสร์ ถาเป็นบุญ

โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อำเภอเมืองลำปาง จังหวัด ลำปาง

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ประเภท ทีม
ในการประกวดโครงการวิทยาศาสตร์เนื่องในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
วันที่ 31 สิงหาคม - 2 กันยายน 2566 ณ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
จัดโดยสมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

โครงการวิทยาศาสตร์
เรื่อง น้ำส้มสายชูชะลอข้าวบูด
vinegar slow down the rotting of rice

โดย 1. นางสาวรัชชนก ชนะกาญจน์
2. นายภูมิวิสิทธิ์ พจนารถ
3. นายสุกฤษ ธารเป็นบุญ

อาจารย์ที่ปรึกษา
1. นางวรลักษณ์ เสารแก้ว
2. นางสาวชนกานต์ เนตรรัศมี

ชื่อโครงการ :	น้ำส้มสายชูชะลอข้าวบูด
ชื่อภาษาอังกฤษ :	vinegar slow down the rotting of rice
รายชื่อนักเรียน :	1. นางสาวรัชชนก ชนะกาญจน์ 2. นายภูมิวิสิทธิ์ พจนารถ 3. นายศุภิศร ถาเป็นบุญ
อาจารย์ที่ปรึกษา :	1. นางวรลักษณ์ เสาร์แก้ว 2. นางสาวชนกกานต์ เนตรรัศมี
โรงเรียน :	บุญวาทย์วิทยาลัย
ที่อยู่ :	230 ถนน ลำปาง-แม่ทะ ตำบล หัวเวียง อำเภอเมืองลำปาง ลำปาง 52000
โทรศัพท์ :	0-5422-7603
โทรสาร :	0-5422-2122
ระยะเวลาทำโครงการ :	ตั้งแต่ 21 มกราคม 2566 ถึง 23 กรกฎาคม 2566

บทคัดย่อ

เนื่องจากในฤดูร้อนมักจะพบปัญหาการบูดของข้าวที่หุงไว้แล้ว จึงได้หาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีชะลอการบูดของข้าว จากการค้นหาพบว่าการใช้ น้ำส้มสายชูเป็นสิ่งที่คนพูดถึงอย่างแพร่หลาย จึงเกิดแนวคิดในการหาปริมาณน้ำส้มสายชูต่ออัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่เหมาะสมในการชะลอการบูดของข้าว และปัจจัยที่นอกเหนือจากนี้ อาทิ ภาชนะที่ต่างกันส่งผลต่อการบูดของข้าวที่ต่างกัน โดยนำข้าวสารไปตวงปริมาตร 150 กรัม เติมน้ำสะอาด 250 มิลลิลิตร กับน้ำส้มสายชูในปริมาณต่าง ๆ ได้แก่ 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 มิลลิลิตร นำไปนึ่งเป็นเวลา 40 นาที รอคายความร้อน 30 นาที แบ่งใส่ภาชนะสองชุดคือ แก้วพลาสติกกับจานเพาะเชื้อ ปริมาณละ 50 กรัม จะได้ชุดละ 3 ข้าง รวมเป็นภาชนะละ 12 แก้ว และ 12 ใบ นำตัวอย่างข้าวทั้งหมดมาแบ่งเป็น 2 กรัม บดละลายน้ำ 5 มิลลิลิตร เพื่อวัดค่า pH ทุก 2 ชั่วโมงใน 24 ชั่วโมงแรกหลังจากหุงเสร็จ หลังจาก 24 ชั่วโมง เก็บค่า pH ห่างเป็น 12 ชั่วโมงครั้งจนถึงชั่วโมงที่ 32 ผลที่ได้จากการทดลองคือ ภาชนะที่ต่างกันส่งผลต่อการชะลอการบูดของข้าวที่ต่างกันโดยแก้วพลาสติกจะช่วยในการชะลอการบูดได้ดีกว่าจานเพาะเชื้อ และที่อัตราส่วนปริมาณน้ำส้มสายชู 1 มิลลิลิตรช่วยในการชะลอการบูดของข้าวได้ดีกว่าปริมาณอื่น ๆ นอกจากนี้หากนำไปปรับใช้ในครัวเรือนจะต้องเทียบอัตราส่วนกับปริมาณข้าวที่จะนำไปหุงก่อน เนื่องจากอัตราส่วนที่ใช้เป็นอัตราส่วนข้าวต่อ 1 cup ที่ใช้ในครัวเรือนจึงต้องปรับปริมาตรตามก่อน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาให้แนวคิด ข้อเสนอแนะหลายประการ การช่วยเหลือเป็นอย่างดีที่ทำให้โครงการฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นจาก คุณครูวรลักษณ์ เสาร์แก้ว และ คุณครูชนกกานต์ เนตรรัศมี ซึ่งผู้ศึกษารู้สึกซาบซึ้งและเป็นพระคุณอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณที่ได้มาช่วยเหลือการทำโครงการในครั้งนี้และขอขอบคุณผู้ให้ความช่วยเหลืออีกหลายท่าน ซึ่งไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
สมมติฐานของโครงการ	1
ขอบเขตของโครงการ	1
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	5
วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง	5
วิธีการทดลอง	6
บทที่ 4 ผลการทดลอง	7
บทที่ 5 อภิปรายผลการทดลอง	10
สรุปผลการทดลอง	10
อภิปรายผลการทดลอง	10
เอกสารอ้างอิง	12
ภาคผนวก	13

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1	7
ตารางที่ 2	8

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในช่วงฤดูร้อนมักจะพบปัญหาการหุงข้าวและเกิดการบูดเร็ว แม้ว่าจะหุงข้าวในปริมาณเท่าเดิมเหมือนปกติ แต่ข้าวก็จะบูดก่อนที่คาดไว้ ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรอาหารอย่างเลื่องไม่ได้ และเมื่อค้นหาวิธีในการชะลอการบูดของข้าวตามแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ก็จะแนะนำให้ใช้น้ำส้มสายชูในการชะลอการบูดของข้าว แต่ไม่มีแหล่งใดระบุได้แน่ชัดว่า ปริมาณน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมในการหุงเป็นเท่าใด จึงเกิดแนวคิดในการทดลองหาอัตราส่วนของน้ำส้มสายชูต่อข้าวต่อน้ำที่เหมาะสมในการหุงข้าวในครัวเรือน รวมถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ภาชนะเมื่อบรรจุในภาชนะที่ต่างกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาอัตราส่วนของปริมาณน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมในการชะลอการบูดของข้าว
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH เมื่อเวลาผ่านไป
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์กับเวลาที่ผ่านไป
4. เพื่อศึกษาการบูดของข้าวในภาชนะที่ต่างกันคือ แก้วพลาสติกปิดฝา กับจานเพาะเชื้อปิดฝา

สมมติฐาน

1. ค่า pH จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป
2. ปริมาณของน้ำส้มสายชูมีผลต่อการชะลอการบูดของข้าว
3. ภาชนะที่ต่างกันส่งผลต่อระยะเวลาในการชะลอการบูดของข้าว

ขอบเขตการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการหาปริมาณของน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมต่อการชะลอการบูดของข้าว ค่า pH ที่เปลี่ยนไปเมื่อเวลาผ่านไป และภาชนะปิดฝาที่ต่างกัน คือ แก้วพลาสติกและจานเพาะเชื้อที่ส่งผลต่อการบูดของข้าว ระยะเวลาไม่เกิน 32 ชั่วโมง

ตัวแปรตอนที่ 1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH เมื่อเวลาผ่านไป

ตัวแปรต้น : ระยะเวลา

ตัวแปรตาม : ค่า pH ของข้าวที่ผสมน้ำส้มสายชู ที่เปลี่ยนแปลงไป

ตัวแปรควบคุม : ช่วงเวลาในการเก็บผล ขนาดภาชนะ อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ระยะเวลาที่ใช้ในการหุงข้าว กระบอกตวง ปิเปตต์ หม้อนึ่ง ชนิดของข้าว สถานที่วางภาชนะ อุปกรณ์วัดค่า pH

ตัวแปรตอนที่ 2 ปริมาณของน้ำส้มสายชูมีผลต่อการชะลอการบูดของข้าว

ตัวแปรต้น : ปริมาณของน้ำส้มสายชู

ตัวแปรตาม : การบูดของข้าว

ตัวแปรควบคุม : ช่วงเวลาในการเก็บผล ขนาดภาชนะ อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ระยะเวลาที่ใช้ในการหุงข้าว กระบอกลง ปิเปตต์หม้อมือหนึ่ง ชนิดของข้าว สถานที่วางภาชนะ

ตัวแปรตอนที่ 3 เพื่อศึกษาการบูดของข้าวในภาชนะที่ต่างกัน

ตัวแปรต้น : ภาชนะคือ แก้วพลาสติกและจานเพาะเชื้อ (ภาชนะแบบปิดฝา)

ตัวแปรตาม : การบูดของข้าว

ตัวแปรควบคุม : ช่วงเวลาในการเก็บผล ขนาดภาชนะ อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ ระยะเวลาที่ใช้ในการหุงข้าว กระบอกลง ปิเปตต์ หม้อมือหนึ่ง ชนิดของข้าว สถานที่วางภาชนะ

นิยามศัพท์เฉพาะ

การบูด คือ การที่ข้าวมีลักษณะของข้าว กลิ่น และรสชาติต่างจากปกติ เช่น เกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยว รสชาติเปรี้ยว ข้าวเนื่ออยู่ มีน้ำซึม และและน้ำที่ออกมามีลักษณะเหนียวเหนอะ หรืออาจจะมีฟอง

การเน่า คือ เป็นช่วงหลังจากการบูดและเริ่มมีสปอร์เชื้อราเกิดขึ้นเป็นต้นไป

น้ำส้มสายชุก้น คือ น้ำส้มสายชูที่ได้จากการกลั่นน้ำส้มสายชูหมักโดยเอาแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักมากลั่นแยกแอลกอฮอล์ออกเสียก่อน แล้วจึงนำไปหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชู (Acetic acid bacteria) ให้เป็นน้ำส้มที่หลัง หรือเอามาแลดข้าวต่างๆ มาหมัก เช่นเอาข้าวเหนียวมานึ่งแล้วผสมแป้งข้าวหมากหรือยีสต์ลงไป เพื่อให้เกิดการหมักเป็นแอลกอฮอล์ แยกเอาส่วนที่เป็นน้ำที่มีแอลกอฮอล์ไปกลั่นเป็นน้ำเหล้าแล้วเอาส่วนที่เหลือที่เป็นสาเหล้า สาเบียร์ หรือน้ำเชื้อแอลกอฮอล์ หรือแอลกอฮอล์กลั่นเจือจาง หรือปล่อยให้ข้าวหมากนั้นเกิดการหมักต่อไปอีกกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ ก็จะเกิดกรดอะซิติก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้อัตราส่วนของน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมกับข้าวต่อน้ำ และสามารถชะลอการบูดของข้าวได้
2. เพื่อทราบว่าภาชนะที่ต่างกันส่งผลต่อการเก็บรักษาและยืดระยะเวลาการบูดออกไป
3. เพื่อใช้เป็นนําวีการและอัตราส่วนไปประยุกต์ใช้ชีตอายุของข้าวได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเติมกรดนั้นจะทำให้อุณหภูมิการเกิดเจล (gelatinous point) ของแป้งในข้าวนั้นมีค่าลดลง นั่นก็หมายความว่า เม็ดข้าวจะเกิดการดูดน้ำเข้ามาในโครงสร้างได้ไวขึ้น โดยกรดที่แก่กว่าอย่างกรดแลคติกนั้นจะส่งผลได้มากกว่าและน้ำสัสมายชูก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน ซึ่งการดูดน้ำเข้ามาได้ไวกว่านั้นก็จะทำให้ข้าวนั้นมีความนุ่มเพิ่มขึ้นและมีรูพรุนน้อยลง รวมไปถึงการดูดซับน้ำมันที่เติมลงไปขณะหุงข้าวนั้นน้อยลงด้วย (อ้างอิง: Mosavian, Khodaparast, 2008)

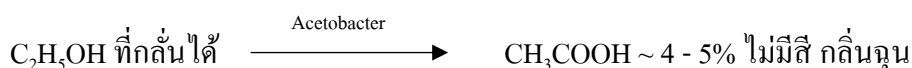
การเติมน้ำสัสมายชูนั้นจะมีผลทำให้ข้าวนั้นเกิดยางข้าวน้อยลงด้วย (แป้งที่จะละลายเร็วหลุดออกมาเมื่อต้มนานเกินไป จากการสุกช้ากว่า) เนื่องจากว่าข้าวนั้นสุกไวขึ้นจากการดูดน้ำที่ไวขึ้น เลยทำให้ข้าวเรียงเม็ดสวยและมีความนุ่มเพิ่มขึ้นและความสามารถกันข้าวบูดนั้น เป็นเพราะว่าสถานะที่เป็นกรดเล็กน้อยที่ไม่เหมาะกับการดำรงชีพของเชื้อนั้น อาจจะมีผลบ้างเล็กน้อยเท่านั้น ผลที่เป็นหลักนั้นเกิดจากยางข้าวของข้าวที่หุงแล้วลดลงจนแทบจะไม่มีเลย ซึ่งตัวยางข้าวนั้นแหละที่เชื้อสามารถแทรกซึม (penetrate) ได้ง่ายมาก ๆ เนี่ย มันหายไป เหลือแต่ตัวเม็ดข้าวเปล่า ๆ ที่เชื้อสามารถแทรกซึมปนเปื้อนได้น้อยกว่ามาก ๆ เนื่องจากความเป็นระเบียบของโครงสร้างทางเคมีที่ดีกว่ายางข้าว อีกทั้งทำให้ระบบนั้นมีความชื้นและลดลงด้วยทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า water activity ลดลง ส่งผลทำให้เป็นอุปสรรคต่อการทำเชื่อนั้นเติบโต จึงส่งผลทำให้ข้าวนั้นบูดช้าลงไปอีก อีกทั้งข้าวนั้นมีโปรตีนบางส่วนที่สามารถดูดซับกรดเข้าไปได้เวลาสุกทำให้รสชาติเปรี้ยวที่แทบจะหายไปหมด รวมไปถึงว่าจุดเดือดของกรดน้ำสัสนั้นอยู่ที่แค่ 118.1 °C ซึ่งสูงกว่าน้ำประมาณ 20 °C เท่านั้นเอง ซึ่งอาจจะระเหยออกไปบ้าง (อ้างอิง: “น้ำสัสมายชูช่วยให้ข้าวนุ่ม”, 2560)

นภา โล่ห์ทอง (2534) กล่าวว่า ลูกแป้งน้ำสัสมายชู หรือเชื่อน้ำสัสมายชูเป็นแบคทีเรียที่มักพบในลูกแป้งทั้ง Acetobacter SPP. 4 สายพันธุ์ พบว่าส่วนผสมของสมุนไพรที่เหมาะสมที่สุดในการขึ้นลูกแป้งน้ำสัสมายชู ได้แก่ พริกไทยขาวและดอกจันทน์ร้อยละ 3 และลูกจันทน์ ร้อยละ 1 โดยที่ส่วนผสมของสมุนไพรดังกล่าวไม่ยับยั้งการเจริญของ Acetobacter SPP. ได้อย่างสมบูรณ์ ในการปั้นลูกแป้งต้องต้มน้ำหรือน้ำมะพร้าวให้เดือดทิ้งให้เย็น แล้วเติมส่วนผสมของเชื้อซึ่งมี Acetobacter SP.249 -1 ประมาณ 10 เซลล์มิลลิลิตร ผสมแป้งและสมุนไพรที่บดละเอียดด้วยแรงนวดผสมด้วยน้ำหรือน้ำมะพร้าวที่เตรียมไว้ปั้นเป็นก้อนและบ่ม 48 ชั่วโมง เช่นเดียวกันการผลิตลูกแป้งข้าวหมากหรือลูกแป้งเหล้า ลูกแป้งที่ขึ้นด้วยน้ำมะพร้าวจะมีปริมาณเชื้อมากกว่าลูกแป้งที่ปั้นด้วยน้ำ ประมาณ 2 เท่า และมีอายุการเก็บดีกว่า ลูกแป้งที่ปั้นเสร็จก่อนนำไปบ่มจะมีความชื้น 45.3% มีเชื้อ 3.8×10^4 เซลล์ต่อกรัม ภายหลังจากความชื้นจะลดลงเหลือ 24.4% โดยเชื้อเพิ่มปริมาณเป็น 2.2×10^8 เซลล์ต่อกรัมของลูกแป้งการผลิตลูกแป้งน้ำสัสมายชูดังกล่าวเป็นการผลิตโดยใช้จุลินทรีย์เพียงชนิดเดียว ซึ่งการนำไปใช้เป็นก้ำเชื้อหมักน้ำสัสม จะต้องใช้วัตถุดิบที่ผ่านการ

หมักด้วยยีสต์ ได้แอลกอฮอล์แล้วแต่จากการศึกษาผลของสมุนไพรต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการขึ้นลูกแป้งที่มีเชื้อจุลินทรีย์

น้ำส้มสายชูกลั่น เป็นน้ำส้มสายชูที่ได้จากการกลั่นน้ำส้มสายชูหมักโดยเอาแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักมากลั่นแยกแอลกอฮอล์ออกเสียก่อน แล้วจึงนำไปหมักกับเชื้อน้ำส้มสายชู (Acetic acid bacteria) ให้เป็นน้ำส้มทิหลัง หรือเอามาต้กลั่นซ้ำต่างๆ มาหมัก เช่นเอาข้าวเหนียวมานึ่งแล้วผสมแป้งข้าวหมากหรือยีสต์ลงไป เพื่อให้เกิดการหมักเป็นแอลกอฮอล์ แยกเอาส่วนที่เป็นน้ำที่มีแอลกอฮอล์ไปกลั่นเป็นน้ำเหล้าแล้วเอาส่วนที่เหลือที่เป็นสาเหล้า สาเบียร์ หรือน้ำเชื้อแอลกอฮอล์ หรือแอลกอฮอล์กลั่นเจือจาง หรือปล่อยให้ข้าวหมากนั้นเกิดการหมักต่อไปอีกกับเชื้อน้ำส้มสายชูตามกรรมวิธีธรรมชาติ ก็จะเกิดกรดอะซิติก เอาของเหลวมากลั่นจะได้ น้ำส้มสายชูกลั่น ซึ่งน้ำส้มสายชูชนิดนี้จะมึกลิ่น รส เข้มข้นกว่าชนิดแรก มักจะไม่มีสี ใสกว่า และราคาก็ถูกกว่าชนิดแรกด้วย เนื่องจากน้ำส้มชนิดนี้ได้จากการกลั่น ซึ่งใช้ความร้อนจึงผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โอกาสที่จะมีหมอน้ำส้มสายชูก็ยากจึงเก็บไว้ได้นานโดยไม่จืด และน้ำส้มสายชูจะมีค่า pH อยู่ที่ประมาณ 2.4-3.4 (อ้างอิง : ค้วน ขาวหนู, 2556)

น้ำส้มสายชูกลั่น (distilled vinegar)



(อ้างอิง : Chinnavuth Vatanashevanopakorn, ม.ป.ป.)

ทำไมอาหารจึงบูด เน่า เเฉ เสีย

ธรรมชาติของอาหารเกือบทุกชนิด เมื่อเก็บไว้นาน ๆ ย่อมเปลี่ยนสภาพ จากของสดใหม่กลายเป็นเน่าเสีย นั่นก็เพราะฝีมือของจุลินทรีย์ในอากาศที่รายล้อมตัวเรามากมาย ทั้งในรูปของแบคทีเรีย ยีสต์ หรือเชื้อรา เมื่อใดที่จุลินทรีย์เหล่านี้ปะปนลงไป ในอาหารนั้นหมายความว่ากระบวนการเน่าเสียได้เริ่มต้นขึ้นแล้ว หลังจากจุลินทรีย์ใช้อาหารของเราเป็นที่อยู่อาศัย เจริญเติบโต แพร่พันธุ์ ไปจนถึงการขับถ่าย โดยเฉพาะขั้นตอนสุดท้ายที่เป็นส่วนสำคัญให้อาหารเปลี่ยนสภาพ ไม่ว่าจะเป็นสี กลิ่น หรือรสชาติเปลี่ยนไป เช่น ขนมปังขึ้นราจะมีจุดสีดำหรือเขียวเป็นหย่อมๆ เนื้อสัตว์ที่เน่าจะมีสีซีดพร้อมกลิ่นเหม็น ข้าวบูดจะมีน้ำขุ่นและส่งกลิ่นเหม็นเปรี้ยวไม่พึงประสงค์ เป็นต้น เพราะการเน่าเสียเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงได้ยาก กระบวนการถนอมอาหารจึงเกิดขึ้น ทั้งการใช้ความร้อน ความเย็น ความเค็มของเกลือ การฉายรังสี หรือแม้แต่สารเคมีสังเคราะห์ที่เรียกกันทั่วไปว่าสารกันบูดนั่นเอง (อ้างอิง : “บูด เน่า เเฉ เสีย”, 2018)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลอง

1. น้ำส้มสายชูความเข้มข้น 4 %w/v
2. จานเพาะเชื้อ 12 คู่
3. ถ้วยสเตนเลส 4 ใบ
4. เครื่องชั่งดิจิทัล 1 เครื่อง
5. ช้อนสเตนเลส 1 อัน
6. แก้วพลาสติกและฝาแก้ว 12 แก้ว
7. แก๊สหุงต้มและหัวแก๊ส 1 ถัง
8. หม้อนึ่ง 2 ชั้น 1 หม้อ
9. ถังพลาสติกซีปล็อกขนาดเล็ก 40 ลิตร
10. ขวดบรรจุน้ำกลั่น 1 ขวด
11. น้ำสะอาดสำหรับบริโภค 1.5 ลิตร
12. pH meter 1 เครื่อง
13. กระบอกตวง ปริมาตร 500 มิลลิลิตร
14. กระบอกตวง ปริมาตร 10 มิลลิลิตร
15. ปิเปตต์ 1 อัน
16. ลูกยางปิเปตต์ 1 อัน

วิธีการทดลอง

1. ชั่งข้าวสารปริมาณ 150 กรัม ลงในถ้วยสแตนเลส 4 ใบ
2. ตวงน้ำสะอาดสำหรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร ลงในถ้วยสแตนเลส 4 ใบ
3. ปิเปตต์น้ำส้มสายชูปริมาณ 0 มิลลิลิตร., 0.5 มิลลิลิตร., 1.0 มิลลิลิตร., 1.5 มิลลิลิตร. ลงในภาชนะตามลำดับ
4. ตั้งเตาและเตรียมหม้อนึ่ง
5. นำข้าววางในหม้อนึ่ง หม้อนึ่งมีทั้งหมด 2 ชั้น โคนวางภาชนะชั้นละ 2 ใบ ในแต่ละชั้นวางภาชนะสับหว่างกัน
6. ใช้เวลานึ่งข้าว 40 นาที ทุก 20 นาที สลับชั้นหนึ่งชั้นบนลงไปชั้นล่าง เพื่อให้ข้าวในภาชนะสุกเสมอกัน พักรอให้ข้าวคายความร้อน

ตอนที่ 1

1. นำข้าวที่นึ่งในแต่ละสูตร ไปชั่งปริมาณ 2 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกซิปล็อค
2. ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในถุงพลาสติกตามลำดับ
3. บดข้าวและละลายน้ำละเอียดเข้ากัน
4. วัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter และบันทึกผล
5. วัดค่า pH ทุก 2 ชั่วโมง เวลาทั้งหมด 0 – 32 ชั่วโมง

ตอนที่ 2

นำข้าวที่นึ่งในแต่ละสูตร ไปใส่ในภาชนะ 2 ชุดที่แตกต่างกัน

2.1. ชุดที่ 1 ใส่ในภาชนะแก้วพลาสติกฝาปิด

1. ชั่งข้าวแต่ละสูตรปริมาณ 50 กรัม ใส่ลงในแก้วพลาสติก สูตรละ 3 ใบ มีทั้งหมด 12 ใบ
2. ปิดฝาให้สนิท สังเกตและบันทึกผล 3 สัปดาห์

2.2. ชุดที่ 2 ใส่ในภาชนะจานเพาะเชื้อ

1. ชั่งข้าวแต่ละสูตรปริมาณ 50 กรัม ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ สูตรละ 3 ใบ มีทั้งหมด 12 ใบ
2. ปิดฝาให้สนิท สังเกตและบันทึกผล 3 สัปดาห์

บทที่ 4

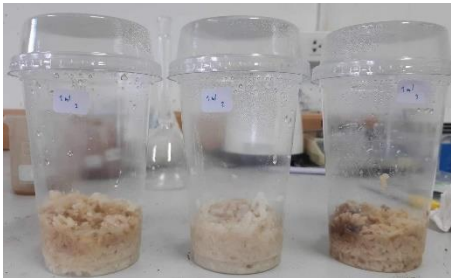
ผลการทดลอง

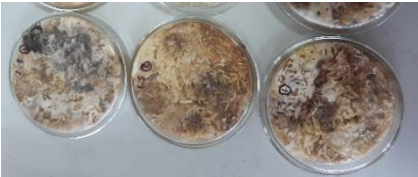
ตารางที่ 1 แสดงการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และการบูดของข้าว

เวลา	ค่า pH : ปริมาณน้ำส้มสายชู			
	0 (มิลลิลิตร)	0.5 (มิลลิลิตร)	1 (มิลลิลิตร)	1.5 (มิลลิลิตร)
0	6.30	5.73	5.34	4.97
2	6.37	5.88	5.63	5.28
4	6.64	5.75	5.35	4.92
6	6.58	5.65	5.34	4.98
8	6.53	5.77	5.56	5.11
10	6.72	5.92	5.65	5.32
12	6.65	5.84	5.50	5.15
22	6.72	5.72	5.48	5.23
26	6.57	5.85	5.55	5.22
36	6.69	5.84	5.62	5.30

จากตารางที่ 1 ข้อมูลข้างต้นแสดงการใช้น้ำส้มสายชูปริมาณต่าง ๆ ผสมในข้าว พบว่าเมื่อเวลาผ่านไป มีการเปลี่ยนแปลงของค่า pH เรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ที่ปริมาตรน้ำส้มสายชู 0 มิลลิลิตร มีค่า pH 6.30 - 6.72 ที่ 0.5 มิลลิลิตร มีค่า pH 5.65 - 5.92 ที่ 1 มิลลิลิตร มีค่า pH 5.34 - 5.65 และที่ 1.5 มีค่า pH 4.92 - 5.32

ตารางที่ 2 การศึกษาความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์และการบูดของข้าวในระยะเวลา 3 สัปดาห์

ปริมาณน้ำส้มสายชู	ภาพผลการทดลองชุดที่ 1 (แก้วพลาสติก)
0	
0.5	
1	
1.5	

ปริมาณน้ำส้มสายชู	ภาพผลการทดลองชุดที่ 2 (จานเพาะเชื้อ)
0	 
0.5	 
1	 
1.5	 

จากตาราง พบว่า จากการนำข้าวที่ผสมน้ำส้มสายชูไปใส่ในภาชนะ 2 ชุดที่แตกต่างกันทิ้งไว้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าน้ำส้มสายชูปริมาณ 1 มิลลิลิตร สังเกตได้ว่ามีเชื้อจุลินทรีย์เกิดน้อยกว่าน้ำส้มสายชูปริมาณอื่น ๆ และพบว่าผลการทดลองในภาชนะทั้งสองชุดคือ แก้วพลาสติกและจานเพาะเชื้อ มีผลการทดลองที่สอดคล้องกันในส่วนของคุณภาพน้ำส้มสายชู แต่แก้วพลาสติกมีการบูดและเน่าเสียได้ช้ากว่าในจานเพาะเชื้อจากข้อมูลภาพที่นำมาเทียบกัน

บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

ในการดำเนินการทดลองเรื่อง น้ำส้มสายชูชะลอการบูดของข้าว ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนของปริมาณน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมในการชะลอการบูดของข้าว เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH เมื่อเวลาผ่านไป เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์กับเวลาที่ผ่านไป เพื่อศึกษาการบูดของข้าวในภาชนะที่ต่างกันคือ แก้วพลาสติกปิดฝา กับจานเพาะเชื้อปิดฝา โดยใช้การทดลองนำข้าวไปนึ่งกับน้ำส้มสายชูปริมาณต่าง ๆ และตัดแบ่งเป็นอย่างละ 2 กรัม บดละลายในน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตรจากนั้นนำไปวัดค่า pH ทุก 2 ชม. เก็บผลเป็นเวลา 32 ชั่วโมง ผู้จัดทำได้ดำเนินการทดลองขั้นตอนต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์และสรุปผลได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

สรุปผล

1. อัตราส่วนที่ได้จากการทดลองคือ ข้าวปริมาณ 150 กรัม ต่อน้ำปริมาณ 250 มิลลิลิตร ต่อน้ำส้มสายชูปริมาณ 1 มิลลิลิตร เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด ในการชะลอการบูดของข้าว
2. ความสัมพันธ์ของค่า pH เมื่อเวลาผ่านไปที่ปริมาณน้ำส้มสายชูต่าง ๆ มีผลการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกับค่า pH เดิม ตามปริมาณน้ำส้มสายชูที่ใส่ลงไป ที่อัตราส่วนน้ำส้มสายชูมากก็จะส่งผลให้มีค่า pH น้อยลงตามลำดับ
3. เมื่อระยะเวลาผ่านไปปริมาณจุลินทรีย์ก็จะเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มขึ้นมาน้อยขึ้นอยู่กับค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์
4. แก้วพลาสติกที่ปิดฝาช่วยในการชะลอการบูดของข้าวได้ดีกว่าจานเพาะเชื้อที่ปิดฝา

อภิปรายผลการทดลอง

ผลการทดลองและข้อค้นพบในการทดลองครั้งนี้สามารถนำผลมาอภิปรายได้ดังนี้

1. อัตราส่วนที่ได้จากการทดลองคือ ข้าวปริมาณ 150 กรัม ต่อน้ำปริมาณ 250 มิลลิลิตร ต่อน้ำส้มสายชูปริมาณ 1 มิลลิลิตร เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจาก ในการชะลอการบูดของข้าว จากการวิจัยของ Mosavian และ Khodaparast (2008) กล่าวว่า การเติมกรดนั้นจะทำให้อุณหภูมิการเกิดเจล (gelatinous point) ของแป้งในข้าวนั้นมีค่าลดลง นั่นก็หมายความว่า เม็ดข้าวจะเกิดการดูดน้ำเข้ามาในโครงสร้างได้ไวขึ้น โดยกรดที่แก่กว่าอย่างกรดแลกติกนั้นจะส่งผลได้มากกว่าและน้ำส้มสายชูก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน ซึ่งการดูดน้ำเข้ามาได้ไวกว่านั้นก็จะทำให้ข้าวนั้นมีความนุ่มเพิ่มขึ้นและมีรูพรุนน้อยลง รวมไปถึงการดูดซับน้ำมันที่เติมลงไปขณะหุงข้าวนั้นน้อยลงด้วย

2. ความสัมพันธ์ของค่า pH เมื่อเวลาผ่านไปที่ปริมาณน้ำส้มสายชูต่าง ๆ มีผลการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกับค่า pH เดิม ตามปริมาณน้ำส้มสายชูที่ใส่ลงไป ที่อัตราส่วนน้ำส้มสายชูมากก็จะส่งผลให้มีค่า pH น้อยลง ตามลำดับ เนื่องจากน้ำส้มสายชูมีส่วนประกอบของกรดอะซิติก จึงส่งผลให้ค่า pH ลดลงตามปริมาณของน้ำส้มสายชูที่เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของถ้วน ขาวหนู (2556) พบว่าน้ำส้มสายชูจะมีค่า pH อยู่ที่ประมาณ 2.4-3.4

3. เมื่อระยะเวลาผ่านไปปริมาณจุลินทรีย์ก็จะเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มขึ้นมาน้อยขึ้นอยู่กับค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จากการวิจัยของ นภา โล่ห์ทอง (2534) กล่าวว่า จากการศึกษาผลของลูกแป้งน้ำส้มสายชูสามารถใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในข้าวหมักสาโทได้ และจากข้อมูลเรื่องน้ำส้มสายชูช่วยให้ข้าวนุ่มกล่าวว่า การเติมน้ำส้มสายชูนั้นจะมีผลทำให้ข้าวนั้นเกิดยางข้าว น้อยลงด้วย (แป้งที่จะละลายแล้วหลุดออกมาเมื่อต้มนานเกินไป จากการสุกช้ากว่า) เนื่องจากว่าข้าวนั้นสุกไวขึ้นจากการดูดน้ำที่ไวขึ้น เลยทำให้ข้าวเรียงเม็ดสวยและมีความนุ่มเพิ่มขึ้นและสามารถกันข้าวบูดนั้น เป็นเพราะว่าสภาวะที่เป็นกรดเล็กน้อยที่ไม่เหมาะกับการดำรงชีพของเชื้อนั้น อาจจะมีผลบ้าง ผลที่เป็นหลักนั้นเกิดจากยางข้าวของข้าวที่หุงแล้วลดลงจนเกือบหมด ซึ่งตัวยางข้าวเป็นเหตุที่เชื้อสามารถแทรกซึม (penetrate) ได้ง่ายหายไป เหลือเพียงตัวเม็ดข้าวเปล่า ๆ ที่เชื้อสามารถแทรกซึมปนเปื้อนได้น้อยกว่า เนื่องจากความเป็นระเบียบของโครงสร้างทางเคมีที่ดีกว่ายางข้าว อีกทั้งทำให้ระบบนั้นมีความชื้นและลดลงด้วย ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า water activity ลดลง ส่งผลทำให้เป็นอุปสรรคต่อการทำเชื่อนั้นเติบโต จึงส่งผลทำให้ข้าวนั้นบูดช้าลงไปอีก อีกทั้งข้าวนั้นมีโปรตีนบางส่วนที่สามารถดูดซับกรดเข้าไปได้เวลาสุกทำให้รสเปรี้ยว นั้นแทบจะหายไปหมด รวมไปถึงว่าจุดเดือดของกรดน้ำส้มที่อยู่ที่แค่ 118.1 °C ซึ่งสูงกว่าน้ำประมาณ 20°C เท่านั้นเอง ซึ่งอาจจะระเหยออกไปบ้าง

4. แก้วพลาสติกที่ปิดฝาช่วยในการชะลอการบูดของข้าวได้ดีกว่าจานเพาะเชื้อที่ปิดฝาจากการหาข้อมูลพบว่าการเก็บไว้ในภาชนะที่สะอาดและปิดสนิทจะช่วยป้องกันจุลินทรีย์สัมผัสกับอาหารโดยตรง และป้องกันอากาศเข้าไปในอาหารที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

George Lew. (2559). When does cooked rice spoil. สืบค้นวันที่ 18 มิถุนายน 2567, จาก <https://www.quora.com/When-does-cooked-rice-spoil>

isotactic. (n.d.). Is Rice Acidic. สืบค้นวันที่ 18 มิถุนายน 2567, จาก <https://isitacidic.com/is-rice-acidic/>

Carla N Molina, Raquel Garzón, Cristina M Rosell. (2565). Unraveling seasonings impact on cooked rice quality: Technological and nutritional implications for sushi. สืบค้นวันที่ 15 มิถุนายน 2567, จาก <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521022000315>

เคมีฟิสิกส์ของสิ่งทอ อาหารและของรอบตัว. (2562). น้ำส้มสายชูช่วยทำให้ข้าวนุ่ม. สืบค้น 18 มิถุนายน 2567, จาก <https://textilefoodcolorchem.wordpress.com/2018/03/25/น้ำส้มสายชูช่วยทำให้ข้าว/>

Mosavian, Khodaparast . (2008) The Effect of Acetic and Lactic Acid on the Oil Uptake, Texture and Color of Rice (Sang Tarom) During Cooking. สืบค้น 18 มิถุนายน 2567, จาก https://www.semanticscholar.org/paper/The-Effect-of-Acetic-and-Lactic-Acid-on-the-Oil-and-Mosavian-Khodaparast/20ebe4e68b66f5ec53259a5881fcel1709bab8bd6?p2df&fbclid=IwAR0WhcMM46cmHa_GfcE4u3YkkOWmG0U9XLwBNxvxkDyS4h0jpiv8IYT8Dxk_aem_AVoI6UbUrm7jpm54jwSffcDxA93SuXM77T2fPT0OvthF5UtTXAingBEwzGPnbPH-kBw

(ม.ป.พ.). (2018). บูด เน่า เเฉา เสีย. สืบค้น 18 มิถุนายน 2567, จาก https://assist-impact.net/th/articles/130600-บูด%20เน่า%20เเฉา%20เสีย?fbclid=IwAR2ORLA1AOHsBH3rUEE-JukOVkXnQTz0fhGNjWOSH_US5pUDbky4cHWivjk_aem_AVrywnIpV6qV_0DTt8eQogz-tVWNGP-M2rUGzm9K2-IZFrlj5qoWU3BZ_A3FmydlwpY

(ม.ป.พ.). (ม.ป.ป.). น้ำส้มสายชู (vinegar). สืบค้น 17 มิถุนายน 2567, จาก https://www.healthcarethai.com/%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%AA%E0%B9%89%E0%B8%A1%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%8A%E0%B8%B9-vinegar/?fbclid=IwAR2fdM7h18tag75Pp70ylSKDW2-WyPjJH4FmbEWALgsY3hZ5Lq_v6xxZ78Y_aem_AVrEdN1nMgzzb0pjGij1xFN7ahP5eI_mcGUpc6OUYL_s4X49ENaOwgkFh3DO644OcDs

ภาคผนวก

การชั่งปริมาณข้าว ตวงปริมาณน้ำและน้ำส้มสายชู เพื่อเตรียมนำข้าวไปหุง



การหุงข้าวโดยใช้หม้อนึ่ง โดยจะวางข้าวสับหว่างกัน ชั้นละ 2 ถ้วยดังรูป หุงเป็นเวลา 40 นาที



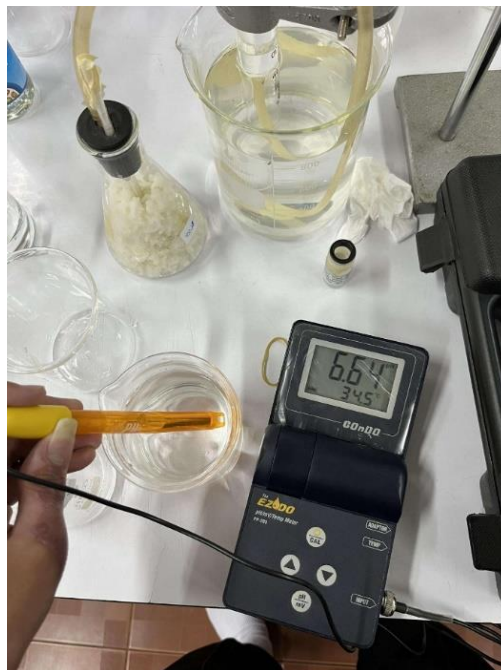
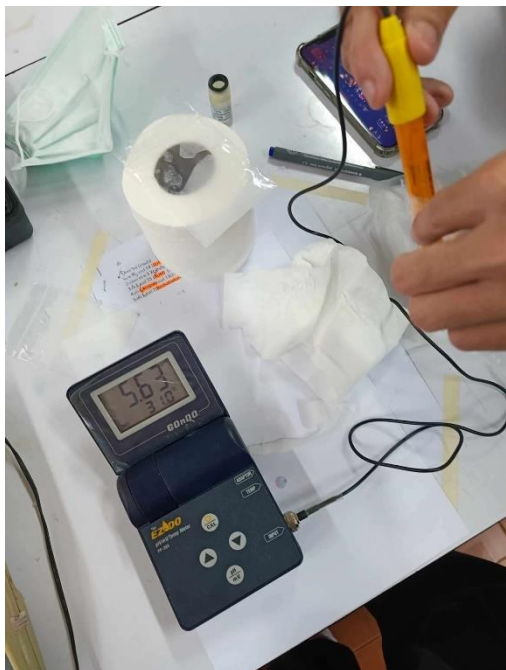
รอให้ข้าวหายร้อน เตรียมภาชนะ



การชั่งข้าวใส่ภาชนะ



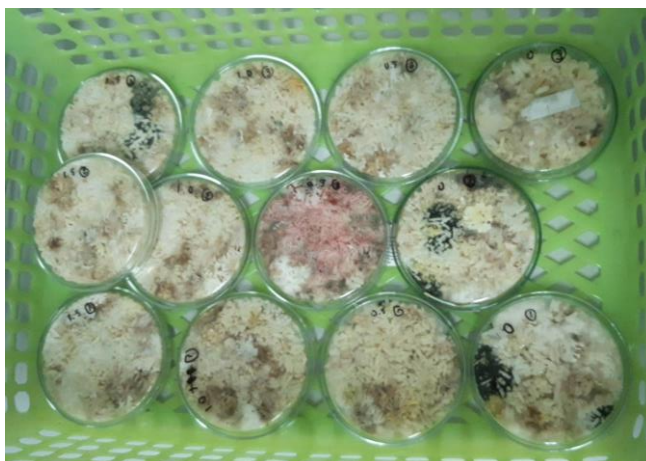
การเตรียม pH meter วัดค่า pH น้ำส้มสายชู, ข้าวที่บดละเอียดละลายในน้ำ



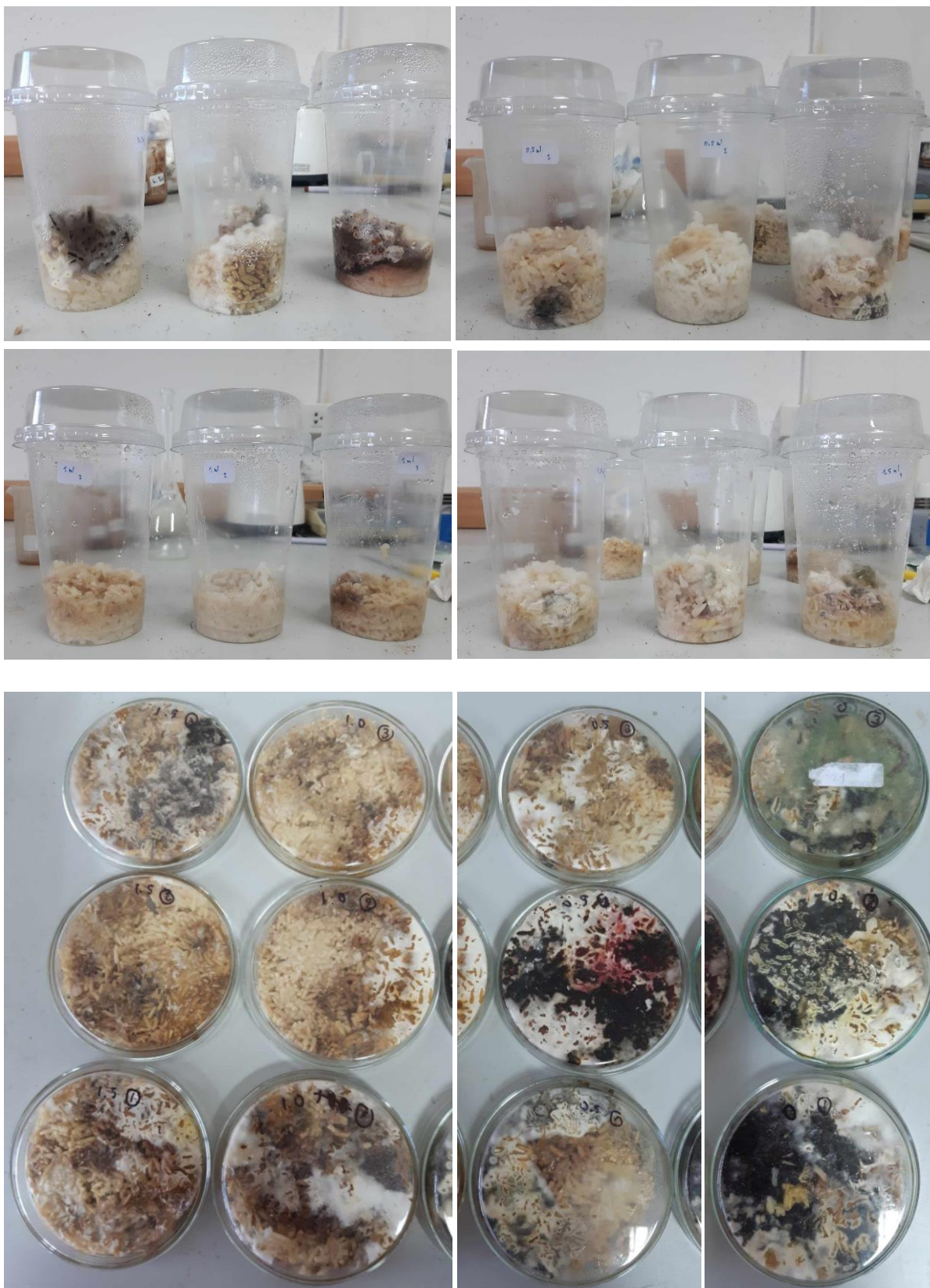
ผลช่วงสองวันแรก



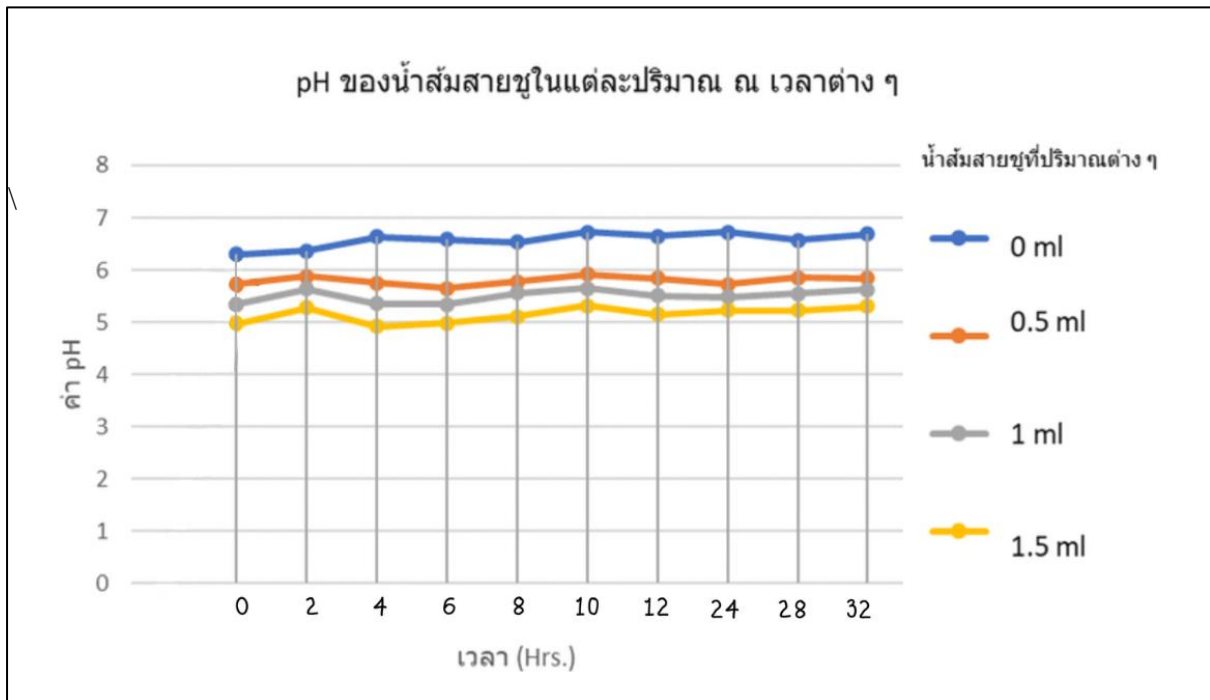
สัปดาห์ที่ 2



สัปดาห์ที่ 3



กราฟ ความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า pH กับ เวลา



ภาพข้าวในแก้วและจานเพาะเชื้อใน 36 ชั่วโมง

ชั่วโมงที่	ภาพแก้ว				ภาพจานเพาะเชื้อ			
	0 ml	0.5 ml	1 ml	1.5 ml	0 ml	0.5 ml	1 ml	1.5 ml
0 ชม.								
12 ชม.								
24 ชม.								
36 ชม.								