



โครงการวิทยาศาสตร์
เรื่อง กล่องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอ
(Insulated food container from pomelo peel foam)

โดย 1. นางสาวฉันทันภรณ์ ถากว้าง
2. นางสาวโรจนรัตน์ วงศ์กระจ่าง
3. นางสาวรุจิรา แก้วบุญเรือง

โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการวิทยาศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
ในงานเวทีวิชาการนวัตกรรมสะเต็มศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งชาติครั้งที่ 1 (ออนไลน์)
The 1st National STEM Innovation E-Forum 2021
วันที่ 18-19 กันยายน พ.ศ.2564

โครงการวิทยาศาสตร์
เรื่อง กล่องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอ
(Insulated food container from pomelo peel foam)

โดย	1. นางสาวชันทันถรณ์	தாகว้าง
	2. นางสาวโรจนรัตน์	วงศ์กระจำง
	3. นางสาวรุจิรา	แก้วบุญเรือง

อาจารย์ที่ปรึกษา นางสาวสุทธีวรรณ เมืองนสุวรรณ

ชื่อโครงการ	กล่องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอ
ชื่อนักเรียน	นางสาวชลันภรณ์ ถากว้าง นางสาวโรจนรัตน์ วงศ์กระจ่าง นางสาวรุจิรา แก้วบุญเรือง
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	นางสาวสุทธีวรรณ เมืองนสุวรรณ
โรงเรียน	ยุพราชวิทยาลัย
ที่อยู่	238 ถนนพระปกเกล้า ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200
โทรศัพท์	053-418673-5 โทรสาร 053-418673-5 ต่อ 111
ระยะเวลาทำโครงการ	ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 - วันที่ 30 มิถุนายน 2564

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตกล่องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และศึกษาประสิทธิภาพของโฟมเปลือกส้มโอในการเก็บรักษาอุณหภูมิเพื่อใช้ทดแทนฉนวนความร้อนจากโฟม PSP ที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ และมีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม โดยได้จัดทำผงเปลือกส้มโอจากเปลือกส่วนที่เป็นสีขาวนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กแล้วอบด้วยเครื่องอบที่อุณหภูมิ 80°C เวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องปั่นจนเป็นผงละเอียด จากนั้นทำการผสม โพลีไวนิล แอลกอฮอล์ : กลีเซอริน : น้ำ : ผงเปลือกส้มโอ ด้วยอัตราส่วน 11 : 6 : 15 : 10 นำมาผสมให้เข้ากัน แล้วทำการขึ้นรูปเป็นแผ่นเพื่อนำไปใส่ในกล่องเก็บอุณหภูมิโดยมีความหนา 0.5-1 นิ้ว จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 150°C เวลา 15 นาที นำแผ่นโฟมที่ได้ไปใส่ในกล่องผ้าที่เย็บไว้ตามรูปทรงของกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไปตามท้องตลาด

การทดสอบประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอุณหภูมิแบ่งเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ การเก็บความร้อนและความเย็น จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อทดสอบกับอาหารร้อนการลดลงของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของอาหารในกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล่องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ อาหารที่วางไว้ในอุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ย 0.225 , 0.226 และ 0.304 ตามลำดับ เมื่อทดสอบกับอาหารเย็นพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของอาหารในกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล่องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ และอาหารที่วางไว้ในอุณหภูมิห้อง มีค่าเฉลี่ย 0.185 , 0.183 และ 0.219 ตามลำดับ ดังนั้นกล่องเก็บอุณหภูมิจากโฟมส้มโอจึงสามารถเก็บอุณหภูมิได้ดีใกล้เคียงกับกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไปตามท้องตลาดสามารถนำไปใช้แทนกันได้โดยกล่องโฟมที่ผลิตขึ้นนี้สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิทยาศาสตร์เรื่องการผลิตกล่องเก็บอุณหภูมิจากเปลือกส้มโอ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการผลิตโฟมเพื่อนำมาทำเป็นกล่องเก็บอุณหภูมิที่สามารถใช้ได้จริง

โดยได้รับการสนับสนุนจากคุณครู สุทธิวรรณ เมืองนสุวรรณ คุณครูที่ปรึกษาโครงการที่ได้ช่วยให้ข้อเสนอแนะ อำนวยความสะดวก คอยช่วยเหลือ แก้ไข ให้คำปรึกษา บอกข้อผิดพลาดของโครงการที่ทางคณะผู้จัดทำได้พลาดไป ทำให้สามารถรู้จุดบกพร่อง จึงทำให้แก้ไขปรับปรุงจนโครงการเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ คุณแม่ และผู้ปกครอง ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆรวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในโรงเรียน โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย ที่ช่วยสละเวลา และคอยช่วยเหลือในด้านต่างๆ สำหรับโครงการนี้

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 โฟมพลาสติกและโฟมชีวภาพ	
2.2 สัมไอ	
2.3 ฉนวนกันความร้อน	
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	5
3.1 วัสดุ/อุปกรณ์	
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	7
4.1 ผลการทดสอบการเก็บอุณหภูมิความร้อน	
4.2 ผลการทดสอบการเก็บอุณหภูมิความเย็น	
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา	9
5.1 อภิปรายผล	
5.2 สรุปผลการดำเนินงาน	
5.3 ข้อเสนอแนะ	
บรรณานุกรม	10
ภาคผนวก	11

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจากผลการทดสอบการเก็บความร้อน 3 ครั้ง	7
4.2 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจากผลการทดสอบการเก็บความเย็น 3 ครั้ง	8

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
3.2.1.1 หั่นส้มโอเป็นแผ่นบางๆ	5
3.2.1.2 อบแห้งด้วยเครื่อง Drying oven	5
3.2.1.3 นำมาปั่นจนกลายเป็นผง	5
4.1 กราฟการลดลงของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของ กล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล่องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ และอาคารที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง	7
4.2 กราฟการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของ กล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล่องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ และอาคารที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง	8

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันกล่องเก็บอุณหภูมิ เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น โดยได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการเก็บรักษาอุณหภูมิของอาหารมากขึ้น เนื่องจากวิถีชีวิตและพฤติกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยี โดยด้านในกล่องเก็บอุณหภูมิเหล่านี้ส่วนใหญ่ โดยโพนบรรจุอาหารเหล่านี้ส่วนใหญ่ผลิตจาก Polystyrene Paper Foam (PSP foam) เป็นวัสดุที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ การรีไซเคิลทำได้ยาก ยังเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งในมนุษย์หากนำโพน PSP มาบรรจุอาหารที่ร้อนจัดและมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบจะทำให้โพนเหล่านี้เกิดการสลายตัวให้สารสไตรีนออกมาปนเปื้อนในอาหารที่บรรจุในภาชนะโพน ซึ่งสารสไตรีนนี้เป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งได้ เราจึงได้ผลิตโพนจากเปลือกส้มโอมาเป็นตัวเก็บรักษาอุณหภูมิไว้ด้านในกล่องแทนฟรอยล์ด้านใน

จากผลกระทบต่างๆ ของการใช้โพน PSP ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของมนุษย์โดยคิดค้นผลิตจากเปลือกส้มโอส่วนที่เป็นสีขาว ซึ่งเหลือทิ้ง นำมาใช้รับประทาน สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ โดยนำโพนจากส้มโอมาเป็นตัวกักเก็บอุณหภูมิไว้ด้านใน เป็นสิ่งที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการพัฒนากล่องเก็บอุณหภูมิจากเปลือกส้มโอ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อผลิตกล่องเก็บอุณหภูมิจากเปลือกส้มโอ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโพนจากเปลือกส้มโอที่ใช้ในการเก็บรักษาอุณหภูมิของอาหาร

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

โพนจากเปลือกส้มโอสามารถเก็บรักษาอุณหภูมิของอาหารได้

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ เพื่อการแปรรูปเปลือกส้มโอที่เหลือทิ้งให้เป็นผงเปลือกส้มโอซึ่งเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์นำไปขึ้นรูปเป็นโพนแข็งสีขาว โดยเปลือกส้มโอสามารถหาได้ตามท้องถิ่น รับจากพ่อค้าแม่ค้าผลไม้รายย่อยในจังหวัดเชียงใหม่

สถานที่ทำการทดลอง คือ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กล่องเก็บอุณหภูมิจากเปลือกส้มโอที่สามารถย่อยสลายได้
2. ได้ทราบประสิทธิภาพของโพนจากเปลือกส้มโอที่ใช้ในการเก็บรักษาอุณหภูมิในกล่องอาหาร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาโครงการเรื่องการผลิตกล่องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอ ผู้ศึกษาได้ค้นคว้ารวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยมีเนื้อหา ดังนี้

1. โฟมพลาสติก (Plastic Foam) และโฟมชีวภาพ

1.1 ความหมายและคำจำกัดความ

โฟม หรือ โฟมพลาสติก เป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากเป็น วัสดุที่น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายง่ายและนำมาใช้ได้อย่างกว้างขวาง เช่น กล่องใส่อาหาร ถ้วยขนม หวาน นอกจากนี้ยังใช้เป็นรองก้นการกระแทกในภาชนะบรรจุภัณฑ์และฉนวนกันความร้อน โฟมพลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์ที่หาซื้อได้ง่าย ผิวเรียบ สะอาด และสวยงาม เก็บรักษาความร้อนหรือความเย็นของผลิตภัณฑ์อาหารไว้ได้คูลน้ำ และน้ำมัน มีความเป็นกลางและปลอดภัยในการสัมผัสอาหาร แต่ทว่าก็ยังมีย่อเสียอีกหลายประการ คือเหมาะต่อการบรรจุอาหารร้อนจัดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 85°C เป็นบรรจุภัณฑ์แบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง (มยุรา, 2547)

การเกิดโฟมในขั้นตอนแรก คือ การก่อตัวของฟองก๊าซเล็กๆ จำนวนมากในเนื้อของพอลิเมอร์เหลว อาจเกิดได้เองจากการสลายตัวของสารเคมีซึ่งจะคายความร้อนออกมาทำให้แรงตึงผิวของพอลิเมอร์เหลวลดต่ำลงหรือจากการกระตุ้น โดยของแข็งที่อนุภาคเล็กๆ การเกิดฟองเล็กๆ พบได้บริเวณผิวสัมผัสระหว่างของเหลวกับของแข็ง โดยการแพร่กระจายไปในเนื้อของเหลวอย่างรวดเร็ว หลังจากที่มีฟองเล็กๆ เกิดขึ้นจนใกล้จุดอิ่มตัว ฟองก๊าซจะเริ่มขยายตัว (Bubble Growth) ใหญ่ขึ้น โดยมีปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การขยายตัวเนื่องจากความร้อน การแพร่ของก๊าซจากพอลิเมอร์เหลวเข้าสู่ฟองก๊าซ การขยายตัวเนื่องจากการลดลงของความดัน แรงตึงผิวของพอลิเมอร์ พบว่าลดต่ำลงจากการคายความร้อนของสารเคมี ถ้าแรงตึงผิวดำรงการขยายตัวของฟองก๊าซจะทำให้ดีขึ้น และการรวมตัวเข้าด้วยกันเอง เนื่องจากแรงดันที่ต่างกันของฟองก๊าซ ซึ่งฟองก๊าซขนาดเล็ก จะมีแรงดันมากจึงสามารถขยายขนาดใหญ่ขึ้นได้เรื่อยๆ และสามารถรวมเข้ากับฟองก๊าซอื่นๆ ทำให้ได้ขนาดใหญ่มากกว่าเดิม

1.2 ประเภทของโฟม

โฟมสามารถจำแนกประเภทได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. โฟมเทอร์โมเซต (Thermoset Foam) เป็นโฟมพลาสติกที่ไม่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ ที่รู้จักกันดี ได้แก่ โฟมพอลิยูรีเทน และโฟมยาง หรือฟองน้ำยาง เป็นต้น

2. โฟมเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic Foam) เป็นโฟมพลาสติกที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลได้ เช่น โฟมพอลิสไตรีน โฟมพอลิเอทิลีน เป็นต้น

2. สัมโอ (Pomelo)

ผลรูปทรงกลมหรือรูปแป้น เส้นผ่านศูนย์กลาง 11-17 ซม. บริเวณขั้วผลนูนขึ้นเป็นกระจุก ผลอ่อนมีสีเขียวพอกแก่มีสีเขียวอมเหลือง เปลือกผลหนา 1-2 ซม. ผิวผลเรียบ มีต่อมน้ำมันมาก ข้างในมีเยื่อสีขาวหรือสีชมพู ลักษณะหยุ่นนุ่มรสหวานหรือขมเล็กน้อยกินเนื้อผลที่เป็นถุงน้ำ เปลือกผล มีรสขมฝืด ปรา หอมร้อน

โดยส่วนที่นำมาผลิตโฟมในโครงการนี้คือ Mesocarp เป็นเนื้อเยื่อชั้นกลางของเปลือก ถัดจากเปลือกชั้นนอก (exocarp) เนื้อเยื่อชั้นนี้ จะเป็นเนื้อเยื่อหนากลายเป็นเนื้อของผลไม้ เช่น มะม่วง พุทรา มีโซคาร์บของผลบางชนิดเป็นเนื้อเยื่อนุ่ม เช่น เปลือกของส้มโอส่วนที่เป็นสีขาว แต่บางชนิดเป็นเส้นใยเหนียว เช่น มะพร้าว ช่วยป้องกันผลจากการกระแทก

3. ฉนวนกันความร้อน (Thermal insulation)

ฉนวนกันความร้อน คือ วัสดุหรือวัสดุที่มีความสามารถในการสกัดกั้นความร้อนไม่ให้ส่งผ่านจากด้านใดด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ง่าย ฉนวนกันความร้อนที่ดีจะทำหน้าที่ด้านทานหรือป้องกันมิให้พลังงานความร้อนส่งผ่านจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้สะดวก

1. อะลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium Foil)

มีความมันวาวของผิวแผ่นฟอยล์ เป็นแผ่นเคลือบอะลูมิเนียมที่ถูกทำให้หนาขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนและรังสียูวี มีความเหนียวคงทนไม่ขาดง่าย ราคาประหยัด ตามขนาดและคุณสมบัติ

2. โฟมโพลียูรีเทน (Polyurethane)

โฟมชนิดนี้เรียกกันสั้นๆว่า โฟม PU เป็นวัสดุป้องกันความร้อน-เย็น รั่วซึม และลดเสียงดังได้ดี ทนทานต่อกรดและด่าง น้ำหนักเบา แข็งแรง สามารถคงสภาพเดิมได้แม้จะโดนน้ำหรือความชื้น โดยโครงสร้างเป็นเซลล์ปิด(Closed Cell) มีช่องอากาศเป็นโพรง เรียกว่า Air Gap เป็นจำนวนมาก

3. ฉนวนใยแก้ว (Microfiber)

ประกอบด้วยเส้นใยไฟเบอร์เล็กๆ โพรงอากาศเล็กๆ จำนวนมาก ซึ่งแทรกอยู่ระหว่างเส้นใยแก้ว ทำหน้าเก็บกักความร้อนไว้ มีประสิทธิภาพทนความร้อนสูง จึงสามารถช่วยลดปริมาณความร้อนที่จะผ่านเข้าได้มาก รวมถึงป้องกันความชื้นสูง มีความยืดหยุ่นได้ดีเมื่อถูกกดทับจะสามารถคืนตัวได้เร็ว มีน้ำหนักเบา ทนทาน ไม่เสื่อมสภาพ และป้องกันแมลงหรือเชื้อราได้

4. ฉนวนใยหิน (Mineral Wool)

จัดเป็นเส้นใยจากธรรมชาติที่ไม่มีสารประกอบของแอสเบสตอส (Asbestos) จึงปลอดภัยต่อสุขภาพ สามารถกันความร้อนและดูดซับเสียง เทียบเท่ากับฉนวนกันความร้อนใยแก้ว และสามารถทนไฟได้ดีกว่า

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จักรกริศน์ (2554) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนความร้อนที่ผลิต จากใบยางพารากับฉนวนความร้อนที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป การศึกษาดำเนินการโดยใช้

ห้องทดลองขนาดกว้าง 3.50 ม. ยาว 5.00 ม. สูง 2.50 ม. ภายในแบ่งเป็นห้องทดลองขนาด 1.00 x 2.00 ม. จำนวน 4 ห้องทดลอง ห้องทดลองถูกป้องกันความร้อนด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยด้านทิศใต้เป็นเพียงด้านเดียว ที่ติดตั้งวัสดุทดลอง ห้องทดลองมีสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกันและไม่มีการปรับอากาศ ห้องทดลองที่ 1 ติดตั้ง ฉนวนใยพาราพารา 1 นิ้ว และอีก 3 ห้องทดลองติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ฉนวนใยเซลโลกรีตหนา 1 นิ้ว และฉนวนโพลียูรีเทนโฟมหนา 1 นิ้ว ตามลำดับ การเก็บข้อมูลใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ เก็บข้อมูลทุกๆ 2 นาที เป็นเวลา 2 วัน หรือ 48 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า ฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากใยพาราพารา มีประสิทธิภาพในการ ป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ใกล้เคียงกับฉนวนใยแก้วที่มีความหนา 2 นิ้ว จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการผลิตและพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากใยพาราพาราหรือวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ เพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคาร โดยที่เกษตรกร และประชาชนโดยทั่วไปที่สนใจสามารถผลิตขึ้นใช้ได้เอง

อนุภา (2559) ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำขี้ข้าวโพดมาผลิตเป็นแผ่นฉนวนกันความร้อนโดยใช้ น้ำยางพาราเป็นตัวประสานในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน แล้วนำไปทดสอบและวิเคราะห์สมบัติเชิงกายภาพเชิงกลและเชิงความร้อนแล้วเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความร้อนกับฉนวนในห้องทดลอง ผลการวิจัยพบว่า แผ่นฉนวนที่ใช้ น้ำยางและน้ำสัดส่วน น้ำยางต่อ น้ำ 1:0 และ 2:1 มีการยึดจับกันภายในได้ดีกว่าสัดส่วนอื่นๆ และผลการเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความร้อนของแผ่นฉนวนขี้ข้าวโพดที่ใช้น้ำยางและน้ำสัดส่วน 2:1 ที่มีความหนา 1.5 ซม. และมีความหนาแน่น 300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร กับฉนวนโฟมโพลีเอทิลีนหนา 1 ซม. พบว่าสามารถลดความร้อนได้ใกล้เคียงกัน

โรสลีลา (2559) ศึกษาวิจัยเพื่อผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติโดยทดสอบ สมบัติทางกายภาพ และสมบัติเชิงกลความร้อนของฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากเส้นใยหญ้าคา ไยมะพร้าว กาบกล้วย ฟางข้าว และกาบหมาก และใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานให้วัสดุสามารถยึดติดแผ่น ฉนวนที่ผลิตได้มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ ผลการทดสอบพบว่า ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 0.020-0.021 g/cm³ ค่าการดูดซึมน้ำของหญ้าคา ไยมะพร้าว กาบกล้วย ฟางข้าว และกาบหมาก มีค่าเท่ากับ 5.76%, 6.06%, 7.08% ,3.12%, 6.45% ตามลำดับ ค่าทนต่อแรงดึงสูงสุดที่ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาตินั้นมีค่าเท่ากับ 0.003 Mpa, 0.0013 Mpa, 0.0014 Mpa, 0.0016 Mpa, 0.0034 Mpa และ 0.0006 Mpa ตามลำดับ ค่าประสิทธิภาพการนำความร้อนมีค่าเท่ากับ 0.022 W/m·K , 0.023 W/m·K ,0.028 W/m·K ,0.021 W/m·K ,0.017 W/m·K ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของ ฉนวน กาบหมากกับฉนวนใยแก้วที่ได้มีค่าเท่ากับ 0.035W/m·K จะเห็นได้ว่า ฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยธรรมชาติ มีค่าการนำความร้อนที่น้อยกว่าฉนวนใยแก้ว จากผลการวิจัยพบว่า สามารถนำวัสดุธรรมชาติทั้ง 5 มาผลิตเป็นฉนวนกันความร้อนได้ และผลการวิเคราะห์ สภาพพื้นผิวจาก ภาพถ่าย SEM ได้ผลสอดคล้องว่า ฉนวนกันความร้อนจากกาบหมากเป็นฉนวนที่ดีที่สุดในงานวิจัยนี้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 วัสดุ / อุปกรณ์

1. ส้มโอ	5	ลูก	10. แท่งแก้วคนสาร	2	แท่ง
2. อุปกรณ์สำหรับหั่น	1	ชุด	11. เครื่องชั่งสาร	1	เครื่อง
3. กะละมัง	2	ใบ	12. ปีกเกอร์ ขนาด 100 ml	5	ใบ
4. เครื่อง Drying oven	1	เครื่อง	13. ผ้าขนาด 1 เมตร	1	ผืน
5. เครื่องปั่น	1	เครื่อง	14. อุปกรณ์เย็บผ้า	1	ชุด
6. Glycerin 99.5%	1	ลิตร	15. น้ำเปล่าแช่เย็น	1	แก้ว
7. PVA แบบน้ำ	1	ลิตร	16. ข้าวต้ม	1	ถ้วย
8. น้ำ	1	ลิตร	17. เทอร์โมมิเตอร์สำหรับ	1	อัน
9. กล่องเก็บอุณหภูมิ	1	กล่อง	วัดอุณหภูมิอาหาร		
			18. กระบอกลง	3	ใบ

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงงาน เรื่อง การผลิตกล่องเก็บอุณหภูมิจากเปลือกส้มโอ ผู้จัดทำโครงงานมีวิธีการดำเนินโครงการตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ขั้นตอนการผลิตผงเปลือกส้มโอ

ขั้นตอนนี้ นำเปลือกส้มโอเฉพาะส่วนที่เป็นสีขาว (pomelo albedo) มาหั่นเป็นแผ่นบางๆ ขนาดเล็ก นำเปลือกส้มโอที่หั่นเสร็จเรียบร้อยแล้วไปอบแห้งด้วยเครื่อง Drying oven อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จนเปลือกส้มโอมีลักษณะแห้งกรอบ จากนั้นนำมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นจนกลายเป็นผง



ภาพที่ 3.2.1.1 หั่นส้มโอเป็นแผ่นบางๆ



ภาพที่ 3.2.1.2 อบแห้งด้วยเครื่อง Drying oven



ภาพที่ 3.2.1.3 นำมาปั่นจนกลายเป็นผง

3.2.2 ขั้นตอนการผลิตเป็นกล่องเก็บอุณหภูมิ

1. กำหนดขนาดของชิ้นส่วนที่จะมาประกอบเป็นกล่องเก็บอุณหภูมิ โดยวัดความกว้างยาวของแต่ละส่วน จะได้ส่วนที่เป็นชิ้นพื้นกับฝา 2 ชิ้น ด้านกว้าง 2 ชิ้น และด้านยาว 2 ชิ้น
2. กำหนดอัตราส่วนของ Polyvinyl alcohol : Glycerin : น้ำ : แป้ง เป็น 11 : 6 : 15 : 10
3. เตรียมเครื่องชั่งสาร ชั่งสารตามอัตราส่วนที่กำหนด โดยคิดปริมาณทั้งหมดจะใช้ Polyvinyl alcohol 143 มิลลิลิตร , Glycerin 78 มิลลิลิตร , น้ำ 195 มิลลิลิตร และแป้ง 130 กรัม
4. นำทั้งหมดมาผสมกันในกะลามัง
5. คนทุกอย่างให้เข้ากัน
6. นำมาปั่นเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม หนาประมาณ 0.5-1 นิ้ว
7. นำเข้าเครื่อง Drying oven ใช้อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
8. ใช้ผ้าเย็บหุ้มชิ้นส่วนให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมแล้วนำมาประกอบให้ได้ทรงและขนาดเหมือนแม่แบบ

3.2.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพการเก็บอุณหภูมิของกล่อง

เราจะทำการทดสอบการเก็บความร้อนและความเย็นของกล่องเก็บอุณหภูมิ 2 ชนิด ได้แก่ กล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป และกล่องเก็บอุณหภูมิที่ทำมาจากโพลีเอทิลีน และชุดควบคุมที่นำอาหารวางไว้บนโต๊ะที่อุณหภูมิห้อง

1. ออกแบบตารางการทดลอง
 2. กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
- ทดสอบการเก็บความร้อน
- ตัวแปรต้น คือ กล่องเก็บอุณหภูมิ
 - ตัวแปรตาม คือ อุณหภูมิที่วัดได้โดย Thermometer
 - ตัวแปรควบคุม คือ ข้าวต้ม 1 ถ้วยและเวลา

ทดสอบการเก็บความเย็น

- ตัวแปรต้น คือ กล่องเก็บอุณหภูมิ
 - ตัวแปรตาม คือ อุณหภูมิที่วัดได้โดย Thermometer
 - ตัวแปรควบคุม คือ น้ำเปล่าแช่เย็น 200 มิลลิลิตร 1 แก้ว และเวลา
3. ทำการทดลอง เริ่มจากกล่องเก็บอุณหภูมิแบบปกติ นำของที่ต้องการจะเก็บอุณหภูมิและ Thermometer สำหรับวัดอุณหภูมิของอาหาร วัดอุณหภูมิเริ่มต้น จากนั้นปิดฝานับเวลาให้ครบ 30 60 และ 90 นาที ตามลำดับ บันทึกอุณหภูมิที่วัดได้ ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยกล่องเก็บอุณหภูมิที่ทำมาจากโพลีเอทิลีนก็ทำเช่นเดียวกัน

บทที่ 4

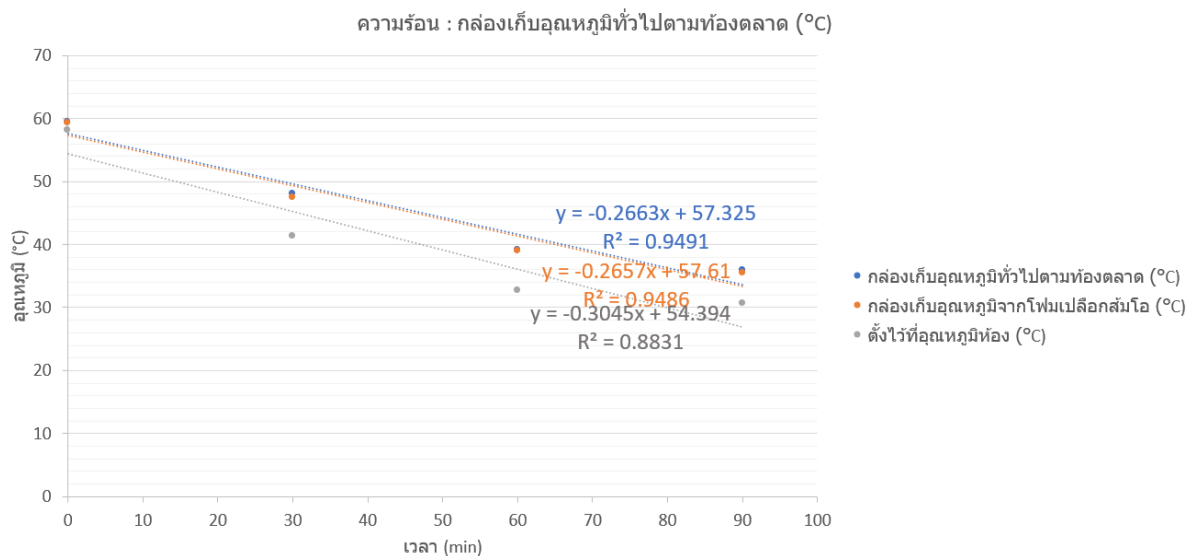
ผลการศึกษา

จากการทดลอง กล้องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอ ซึ่งได้ดำเนินการทดสอบเก็บความร้อนและความเย็นของกล้องเก็บอุณหภูมิ 2 ชนิด ได้แก่ กล้องเก็บอุณหภูมิทั่วไปตามท้องตลาด และกล้องเก็บอุณหภูมิที่ทำมาจากโฟมเปลือกส้มโอ

4.1 ผลการทดสอบการเก็บอุณหภูมิความร้อน

เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิข้าวต้ม (°C)		
	กล้องเก็บอุณหภูมิทั่วไปตามท้องตลาด	กล้องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอ	ตั้งไว้ในอุณหภูมิห้อง
0	59.5	59.3	58.2
30	48.06	47.53	41.26
60	39.16	39.03	32.7
90	35.9	35.5	30.6

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจากผลการทดสอบการเก็บความร้อน 3 ครั้ง



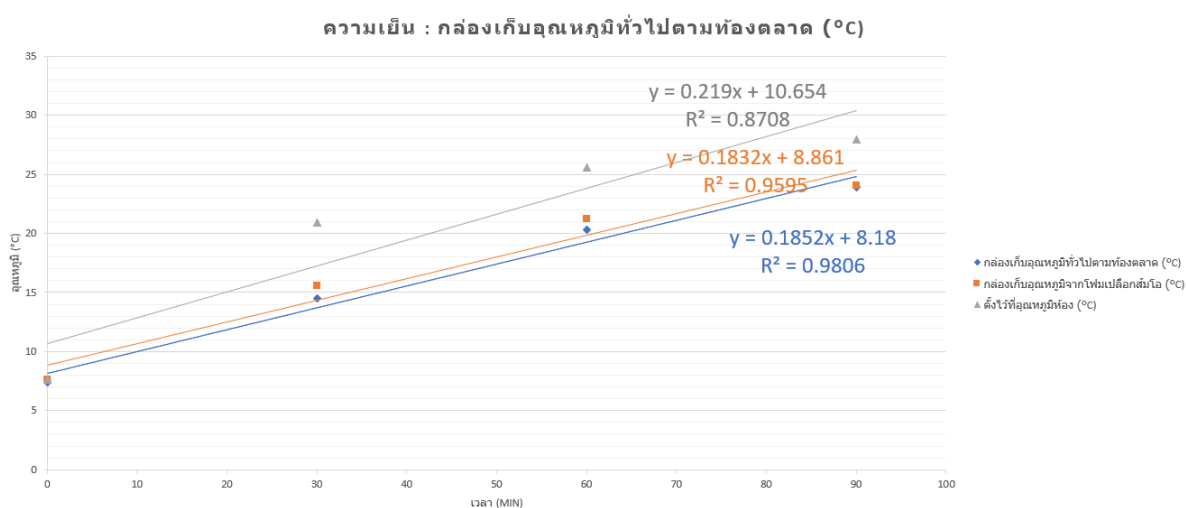
ภาพที่ 4.1 กราฟการลดลงของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของกล้องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล้องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ และอาหารที่ตั้งไว้ในอุณหภูมิห้อง

จากภาพที่ 4.1 ผลการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการลดลงของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของอาหารในกล้องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล้องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ อาหารตั้งไว้ในอุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 0.265 , 0.266 และ 0.304 ตามลำดับ

4.2 ผลการทดสอบการเก็บอุณหภูมิความเย็น

เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำเย็น (°C)		
	กล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไปตามท้องตลาด	กล่องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอ	ตั้งไว้ในอุณหภูมิห้อง
0	7.36	7.63	7.6
30	14.46	15.53	20.9
60	20.3	21.2	25.6
90	23.93	24.06	27.93

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจากผลการทดสอบการเก็บความเย็น 3 ครั้ง



ภาพที่ 4.2 กราฟการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล่องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ และอาหารที่ตั้งไว้ในอุณหภูมิห้อง

จากภาพที่ 4.2 ผลการศึกษาเฉลี่ยการเพิ่มของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของอาหารในกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล่องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ อาหารตั้งไว้ในอุณหภูมิห้อง มีค่าเท่ากับ 0.185 , 0.183 และ 0.219 ตามลำดับ

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

ในการจัดทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เรื่องกล่องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอนี้สามารถอภิปรายสรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 อภิปรายผล

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อทดสอบกับอาหารร้อน การลดลงของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของอาหารในกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล่องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ และอาหารที่วางไว้ในอุณหภูมิห้อง พบว่ากล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไปและกล่องเก็บอุณหภูมิส้มโอสามารถเก็บอุณหภูมิของอาหารได้ใกล้เคียงกันมาก และเมื่อทดสอบกับอาหารเย็น การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่อหนึ่งหน่วยเวลาของอาหารในกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป กล่องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอ และอาหารที่วางไว้ในอุณหภูมิห้อง พบว่ากล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไปและกล่องเก็บอุณหภูมิโฟมส้มโอก็สามารถเก็บอุณหภูมิของอาหารได้ใกล้เคียงกันเหมือนกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับการศึกษาของ อนุภา (2559) ที่ผลิตฉนวนโฟมจากขี้ข้าวโพดเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพกับฉนวนโฟมโพลีเอทรีลีน ซึ่งพบว่าสามารถลดความร้อนได้ใกล้เคียงกัน

5.2 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทดลองกล่องเก็บอุณหภูมิจากโฟมเปลือกส้มโอสามารถเก็บอุณหภูมิได้ดีใกล้เคียง กับกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไปตามท้องตลาดสามารถนำไปใช้แทนกันได้ โดยกล่องโฟมที่ผลิตขึ้นนี้สามารถ ข่อยสลายได้ทางชีวภาพอีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากโฟมส้มโอย่อยสลายได้ทางชีวภาพที่ได้ยังมีข้อจำกัดทางด้านการใช้งานกับผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นมาก ไม่กั้นน้ำ ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอายุการใช้งานและอัตราส่วนการย่อยสลายหลังจากมีการใช้งานแล้ว

บรรณานุกรม

- Encyclopedia. (2019). **ฉนวนกันความร้อน (Sound insulation)** กับคุณสมบัติที่น่ารู้ก่อนจะนำไปใช้งาน. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 13 มิถุนายน 2564, จาก <https://www.wazzadu.com/article/1367?fbclid=IwAR0GgXqL6Axo7a42qB-1aIk7ZC8ehsVYmNEZdUR4Kq6MFX8DWDnJalcyOU>
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, นิธิยา รัตนูปนนท์. **Mesocarp / มีโซคาร์ป**. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 13 มิถุนายน 2564, จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2753/mesocarp-มีโซคาร์ป?fbclid=IwAR1h8fnRm-r9LKv9MP3IBeNZw2mHJ-WIab3U6LFgq_-NTAPO0W0Q_TDZVpM
- โรสลีนา จาราว. (2016). **การพัฒนาฉนวนกันความร้อนจากพืชในเขตท้องถิ่น**. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 13 มิถุนายน 2564, จาก <http://wb.yru.ac.th/bitstream/yr/249/1/16โรสลีนา.pdf?fbclid=IwAR3pChvXbFndUYvOZiJOYRD0SmLQJo2NyDCij078trkzXdP95eP9xV1dWd4>
- พรรณพิสุทธิ์ สันติกราดร. (2016). **บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน กล้องโฟมบรรจุอาหาร อันตรายอย่ามองข้าม**. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 13 มิถุนายน 2564, จาก <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/317/กล้องโฟมบรรจุอาหารอันตรายอย่ามองข้าม/>
- จักรกริษฐ์ พิสูตรเสียง. **ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของฉนวนใยพารา**. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 24 มิถุนายน 2564, จาก http://eservices.dpt.go.th/eservice_6/ejournal/34/34-07.pdf?journal&fbclid=IwAR2u1xOIMtjEQL5zFYWrEYmsQWzyLL4Br8m-lAz_7yz73JRZlcjq2GVql1E
- อนุภา สกฤพาณิชย์. (2015). **การพัฒนาฉนวนกันความร้อนสู่อาคารจากขังข้าวโพดและน้ำยางธรรมชาติ**. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 13 มิถุนายน 2564, จาก <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/690/1/57054228%20%20อนุภา%20%20สกฤพาณิชย์.pdf>

ภาคผนวก

ก. แสดงภาพผลิตภัณฑ์ที่จัดทำจากเปลือกส้มโอที่ใช้ในการศึกษา



ภาพที่ 1 แผ่นโฟมจากเปลือกส้มโอ



ภาพที่ 2 โฟมส้มโอเทียบขนาดกับกกล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไปตามท้องตลาด



ภาพที่ 3 กระเป๋าเก็บอุณหภูมิโฟมสั่นโอที่เสร็จสมบูรณ์



ภาพที่ 4 ทดสอบเก็บความร้อนจากข้าวต้ม

ข. ตารางบันทึกผลการทดลองเรื่องการเก็บอุณหภูมิของโฟมเปลือกส้มโอ

1. ผลการทดสอบการเก็บอุณหภูมิกความเย็น

เวลา (นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้ (°C)											
	กล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป				กล่องโฟมเปลือกส้มโอ				วางไว้อุณหภูมิห้อง			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	8.6	6.5	7.0	7.36	8.9	6.5	7.5	7.63	8.4	7.7	6.9	7.6
30	15.9	14.9	12.6	14.46	16.9	15.8	13.9	15.53	19.7	22.7	20.3	20.9
60	21.3	20.7	18.9	20.3	21.9	21.5	20.2	21.2	25.3	26.7	24.8	25.6
90	24.5	24.2	23.1	23.93	24.3	24.3	23.6	24.06	27.8	28.6	27.4	27.93

2. ผลการทดสอบการเก็บอุณหภูมิกความร้อน

เวลา (นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้ (°C)											
	กล่องเก็บอุณหภูมิทั่วไป				กล่องโฟมเปลือกส้มโอ				วางไว้อุณหภูมิห้อง			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
0	68.7	53.8	56	59.5	68.9	54.8	54.3	59.3	66.3	54.3	54.0	58.2
30	52.8	44.8	46.6	48.06	52.4	45.0	45.5	47.63	44.3	38.6	40.9	41.26
60	39.3	38.9	39.3	39.16	39.3	39.2	38.6	39.03	32.2	32.6	33.3	32.7
90	36.3	35.9	35.5	35.9	36.2	35.7	35.2	35.7	30.7	30.5	30.6	30.6