

การศึกษาการเคลือบผิวแบบพิมพ์พลาสติกด้วยสารประกอบเซรามิก ชนิดแคลเซียมซิลิเกตจากเปลือกไข่เพื่อการประยุกต์ใช้งานด้านน้ำยาง

Study of Plaster Mold Coating with Calcium Silicate Ceramic Compound from Eggshell for Latex Applications

นางสาวศิริกาญจน์ ภัคตินิติ

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ดร.นุชนภา ตั้งบริบูรณ์

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail : mizore_paradize@yahoo.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ยางจากน้ำยางข้นหรือน้ำยางผสมเคมีได้มีการใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น เช่น ถุงมือยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ถุงมือยางสำหรับแม่บ้าน ถุงยางอนามัย จุกนมเด็ก ลูกโป่ง เป็นต้น โดยกระบวนการจุ่มโดยใช้สารช่วยน้ำยางจับตัวเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีนิยมใช้ผลิตผลิตภัณฑ์เหล่านี้ แต่กระบวนการดังกล่าวเป็นกระบวนการที่เสียเวลาและมีการใช้พลังงานมาก เนื่องจากต้องทำการอบแบบพิมพ์โดยใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงปริมาณมากเมื่อผ่านขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการจุ่ม ด้วยเหตุนี้ทำให้มีการปรับแก้กระบวนการผลิต เพื่อวัตถุประสงค์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม แต่มีกระบวนการผลิตที่สั้นขึ้นและประหยัดพลังงานได้มากขึ้น โดยลดขั้นตอนในการอบอย่างน้อย 1 ขั้นตอนคือ เมื่อจุ่มแบบพิมพ์ลงในสารช่วยจับตัวแล้ว จะนำไปจุ่มในน้ำยางต่อโดยไม่ ต้องนำไปอบ ทำให้ลดปริมาณในการ ใช้แก๊สลงได้และช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ ด้วยการทดลองใช้สารช่วยจับตัวคือสารประกอบแคลเซียมซิลิเกตที่ได้จากการนำเปลือกไข่ไปเผาเผาได้แคลเซียมออกไซด์ผสมกับฟลูมซิลิกา แล้วนำสารที่ได้นี้ไปทดลองใช้เป็นสารช่วยจับตัวด้วยกระบวนการจุ่มโดยใช้ปูนพลาสติกเป็นแบบพิมพ์ เทียบกับการใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารช่วยน้ำยางจับตัวซึ่งมีอยู่เดิม พบว่า สารประกอบแคลเซียมซิลิเกตใช้เป็นสารช่วยจับตัวได้ อีกทั้งยังเป็นตัวเลือกในการเลือกใช้ในกระบวนการผลิตที่ต้องการความหนาต่างๆ กันทั้งนี้ความหนาที่ได้จากการใช้แคลเซียมซิลิเกตเป็นสารช่วยน้ำยางจับตัวจะ หนาน้อยกว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์ ทั้งนี้สารช่วยน้ำยางจับตัวทั้ง 2 สารยังให้ฟิล์มยางที่มีความแข็งแรงใกล้เคียงกันอีกด้วย

คำสำคัญ : กระบวนการจุ่ม น้ำยาง สารช่วยน้ำยางจับตัว เปลือกไข่ ไข่ แคลเซียมซิลิเกต

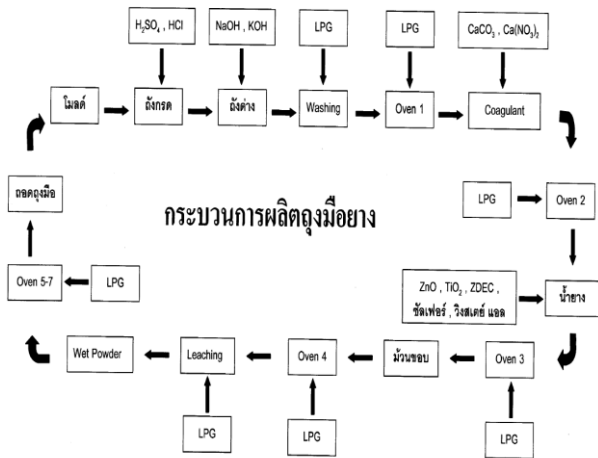
Abstract

Nowadays, there are widely uses of latex products such as rubber glove, condom, balloon, etc. The coagulant is widely uses to fabricate these products. This process takes a lot of time and energy from oven after each process. To oven the products, it has to use much fuel like LPG in each oven which cause pollution problems. So, it has a new idea to change the process in order to get the products which their properties are the same like before, but it is a faster process and energy saving by reducing at least 1 step process. This experiment is to make a new coagulant called calcium silicate ceramic compound. It produced by chicken egg shell to get calcium oxide by firing. The calcium oxide mixed with fumed silica to obtain calcium silicate. Then, this coagulant is used in the dipping process and compares with calcium chloride as coagulant in normal process. From this experiment, calcium silicate gives a thin film while calcium chloride gives thicker film at the same dipping time. So, it can use calcium silicate ceramic compound in forming of coagulant, and it becomes a choice to choose coagulant in a process which gives the same properties.

Keywords: Dipping Process, Latex, Coagulant, Chicken Eggshell, Calcium Silicate

1. บทนำ

จากการผลิตผลิตภัณฑ์ยางสมัยก่อน เช่น ถุงมือยาง จุกนม ถุงยางอนามัย มักมีความยุ่งยากในการผลิตเนื่องจากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องผ่านกระบวนการขั้นตอนที่หลากหลาย สามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 1 กระบวนการจุ่มในอุตสาหกรรมทั่วไป

กระบวนการที่กล่าวมาข้างต้นนี้จัดว่าเป็นกระบวนการที่ทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองพลังงานในการผลิต เนื่องจากต้องผ่านการอบในแต่ละครั้งเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนต่างๆ อีกทั้งต้องใช้แก๊สจำนวนมาก โดยเฉพาะ แก๊สหุงต้ม (LPG)

ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้เกิดการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสมบัติไม่เปลี่ยนไปจากเดิม แต่มีกระบวนการผลิตที่สั้นขึ้นและประหยัดพลังงานได้มากขึ้นโดยลดขั้นตอนในการอบอย่างน้อย 1 ขั้นตอนคือ เมื่อจุ่มแบบพิมพ์ลงในสารช่วยจับตัวแล้ว จะนำไปจุ่มในน้ำยางต่อโดยไม่ต้อง นำไปอบ ทำให้ลดปริมาณในการใช้แก๊สลงได้และช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้

จากจุดประสงค์ดังกล่าวข้างต้นทำให้เกิดความคิดในการทดลองโดยการใช้สารประกอบแคลเซียมซิลิเกต (CaSiO_3) ที่ได้จากการเผาเปลือกไข่ไก่ มาผสมกับฟุ้งซิลิกาจนได้แคลเซียมซิลิเกต จากนั้นจึงนำมาเคลือบแบบพิมพ์เซรามิกแทนสารช่วยจับตัวเดิม โดยในการทดลองนี้จะใช้พลาสติกอร์เป็นแบบพิมพ์ แล้วนำไปศึกษาการเคลือบผิวของแคลเซียมซิลิ-เกต ต่อจากนั้นนำไปจุ่มในน้ำยางเพื่อ ตรวจสอบการยึดเกาะกับตัวชิ้นงาน และสมบัติของแผ่นฟิล์มยางต่อไป

2. วิธีการทดลอง

2.1. การทำแบบพิมพ์พลาสติกอร์

จะใช้ปูนพลาสติกอร์ราช่างมาผสมกับน้ำด้วยสัดส่วนปูนพลาสติกอร์ 100 กรัมต่อน้ำ 60 กรัม จากนั้นเทใส่แบบที่เตรียมไว้ซึ่งมีสองแบบคือ แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส กว้าง 2 นิ้ว สูง 0.5 นิ้ว และแบบวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว สูง 0.5 นิ้ว ทั้งให้แข็งตัวและแกะออกจากแบบ

2.2. การเตรียมสารประกอบแคลเซียมซิลิเกตจากเปลือกไข่ไก่

นำเปลือกไข่ไก่มาล้างให้สะอาดด้วยน้ำและลอกเนื้อเยื่อออกจากนั้นนำมาบดให้ละเอียดด้วยโถรงบคสาร แล้วนำมาใส่ในครุชีเบล (Crucible) ถ้วยละประมาณ 20-25 กรัม แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จะได้สารประกอบแคลเซียมออกไซด์ (CaO) จากนั้นนำสารประกอบที่ได้มาผสมกับกรดไฮโดรคลอริก (HCl) และฟุ้งซิลิกา (Fumed Silica) จะได้เจลเปียกของแคลเซียมซิลิเกต นำเจลเปียกส่วนหนึ่งมาอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จะได้เจลแห้งของสารประกอบแคลเซียมซิลิเกตอีกส่วนหนึ่งเก็บไว้ใช้ในการทดลองต่อไป

2.3. การเตรียมสารช่วยน้ำยางจับตัว

เมื่อได้เจลแห้งของสารประกอบแคลเซียมซิลิเกตแล้ว จึงนำไปทดสอบการละลายโดยใช้แคลเซียมซิลิเกต 0.5 กรัม มาละลายในตัวทำละลาย 3 มิลลิลิตร ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก 37% (HCl 37%) กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 โมลาร์ (2M HCl) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) อะซิโตน (Acetone) กรดอะซิติก (Acetic Acid) และกรดไนตริก (HNO_3) พร้อมทั้งวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) แล้วพบว่ากรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 37% เป็นเพียงตัวเดียวที่ทำให้แคลเซียมซิลิเกตละลายได้ จึงทดสอบปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ละลายแคลเซียมซิลิเกต โดยเริ่มใช้ทีละ 5 มิลลิลิตร และเพิ่มทีละ 1 มิลลิลิตร จนพบว่า จะต้องใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 37% 6 มิลลิลิตรในการละลายแคลเซียมซิลิเกต 0.5 กรัม

หลังจากที่ทดสอบการละลายของสารประกอบแคลเซียมซิลิ-เกตแล้ว จึงเตรียมสารช่วยน้ำยางจับตัว โดยสาร วัยน้ำยางจับตัวที่จะใช้ในการทดลองนี้ได้แก่

- สารละลายของแคลเซียมซิลิเกตกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 37%
- เจลของแคลเซียมซิลิเกตที่แบ่งแยกไว้ในตอนแรก
- สารประกอบแคลเซียมซิลิเกตที่กรองมาจากแคลเซียมซิลิเกตเจล
- สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2) ที่ซื้อมาจากสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

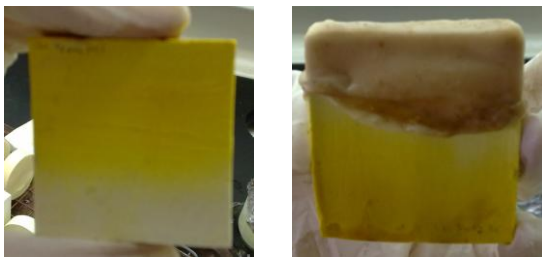
2.4. การเคลือบแบบพิมพ์พลาสติกอร์ด้วยสารช่วยน้ำยางจับตัวและน้ำยาง และการทดสอบสมบัติ

การทดสอบการเคลือบผิวแบบพิมพ์พลาสติกอร์นี้จะใช้วิธีการจุ่มลงในสารช่วยจับตัว จับเวลาในการจุ่ม แล้วยกขึ้นมาและจับเวลาในการแห้ง จากนั้นจะนำไปจุ่มในน้ำยางขึ้น 60% ต่อ จับเวลาในการจุ่มและเวลาที่แห้ง จากนั้นนำฟิล์มยางที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติต่างๆ

3. ผลการทดลอง

3.1. ผลของการเคลือบแบบพิมพ์พลาสติกด้วยสารละลายของแคลเซียมซilikเกตกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 37%

จากการศึกษาพบว่า การใช้สารละลายของแคลเซียมซilikเกตกับกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นเป็นสารช่วยจับตัวทำให้แบบพิมพ์พลาสติกนั้นเสียหาย เนื่องจากเกิดการกัดกร่อนจากสารละลายที่มีความเป็นกรด ต่อมานำไปจุ่มในน้ำยางชั้นต่อปรากฏว่าน้ำยางมีสีน้ำตาลซึ่งจับตัวกันอย่างรวดเร็วแต่ไม่ชิดเกาะกับแบบพิมพ์ ทำให้เกิดการเสียรูปร่างไปจากที่กำหนด และในระหว่างนั้นเกิดไอกรดขึ้นมาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่จุ่มแบบพิมพ์ลงในสารช่วยจับตัวจนกระทั่งทิ้งให้แห้งหลังจากจุ่มน้ำยางทำให้เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม



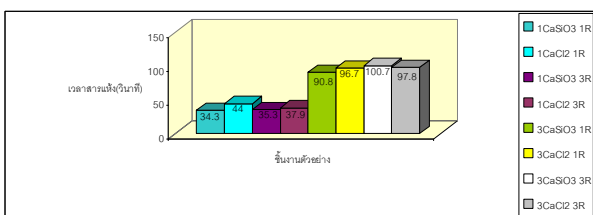
(ก) (ข)

รูปที่ 2 (ก) ผลการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารละลายของแคลเซียมซilikเกตกับกรดไฮโดรคลอริก

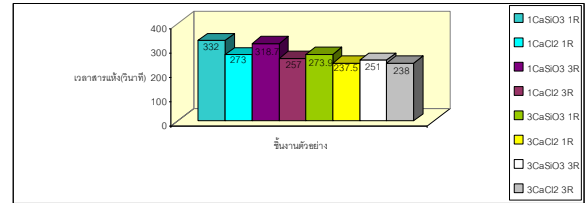
รูปที่ 2 (ข) ผลการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในน้ำยางชั้นหลังจากจุ่มลงในสารละลายของแคลเซียมซilikเกตกับกรดไฮโดรคลอริก

3.2. ผลของการเคลือบแบบพิมพ์ด้วยสารประกอบแคลเซียมซilikเกตเปรียบเทียบกับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

จากการที่ใช้สารประกอบแคลเซียมซilikเกตมาเป็นสารช่วยน้ำยางจับตัวพบว่า เมื่อจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารช่วยจับตัวที่เตรียมไว้ แบบพิมพ์พลาสติกนั้นจะดูดสารช่วยจับตัว ทำให้แห้งได้เร็ว จากนั้นนำไปจุ่มในน้ำยางชั้นต่อ ได้ผลดังนี้



รูปที่ 3 เวลาสารช่วยน้ำยางจับตัวแห้งเมื่อจุ่มแบบพิมพ์ในเวลาต่างๆ

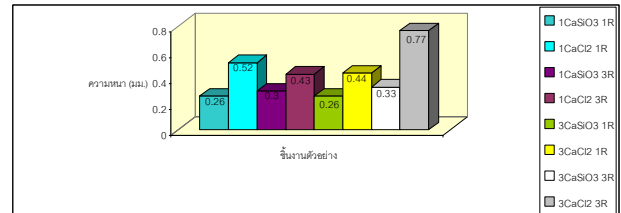


รูปที่ 4 เวลาน้ำยางแห้งเมื่อจุ่มแบบพิมพ์ในเวลาต่างๆ

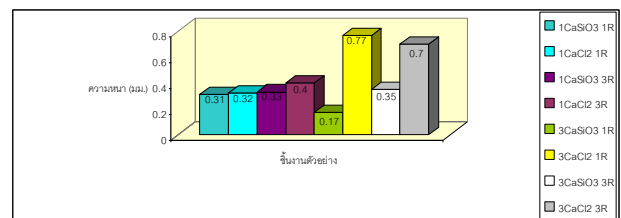
จากรูปที่ 3 และ 4 พบว่าเมื่อจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกในสารช่วยน้ำยางจับตัวในเวลาต่างๆ เวลาในการแห้งตัวของสารประกอบแคลเซียมซilikเกตจะแห้งเร็วกว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์ แต่เมื่อจุ่มแบบพิมพ์ลงในน้ำยางที่ผ่านการเคลือบด้วยสารประกอบแคลเซียมซilikเกต น้ำยางจะแห้งและคงตัวช้ากว่าการใช้สารแคลเซียมคลอไรด์เป็นสารช่วยน้ำยางจับตัว

3.3. ผลการทดสอบความหนาของแผ่นฟิล์มยาง

จากการวัดความหนาพบว่าเมื่อใช้สารแคลเซียมคลอไรด์เป็นสารช่วยจับตัวจะให้น้ำยางเกาะกันมาก ฟิล์มยาง จึงมีความหนามากกว่าการใช้สารประกอบแคลเซียมซilikเกตเป็นสารช่วยจับตัวดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 ความหนาโดยเฉลี่ยของฟิล์มยางที่ได้จากการจุ่มด้วยแบบพิมพ์สี่เหลี่ยม



รูปที่ 6 ความหนาโดยเฉลี่ยของฟิล์มยางที่ได้จากการจุ่มด้วยแบบพิมพ์วงกลม

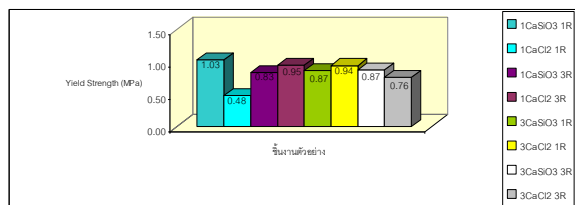
หมายเหตุ

1CaSiO₃ 1R หมายถึง เวลาที่ใช้ในการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารประกอบแคลเซียมซilikเกต 1 นาที และจุ่มลงในน้ำยางชั้น 1 นาที
1CaCl₂ 1R หมายถึง เวลาที่ใช้ในการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารประกอบแคลเซียมคลอไรด์ 1 นาที และจุ่มลงในน้ำยางชั้น 1 นาที

1CaSiO₃ 3R หมายถึง เวลาที่ใช้ในการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารประกอบแคลเซียมซิลิเกต 1 นาที และจุ่มลงในน้ำยางชั้น 3 นาที
 1CaCl₂ 3R หมายถึง เวลาที่ใช้ในการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารประกอบแคลเซียมคลอไรด์ 1 นาที และจุ่มลงในน้ำยางชั้น 3 นาที
 3CaSiO₃ 1R หมายถึง เวลาที่ใช้ในการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารประกอบแคลเซียมซิลิเกต 3 นาที และจุ่มลงในน้ำยางชั้น 1 นาที
 3CaCl₂ 1R หมายถึง เวลาที่ใช้ในการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารประกอบแคลเซียมคลอไรด์ 3 นาที และจุ่มลงในน้ำยางชั้น 1 นาที
 3CaSiO₃ 3R หมายถึง เวลาที่ใช้ในการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารประกอบแคลเซียมซิลิเกต 3 นาที และจุ่มลงในน้ำยางชั้น 3 นาที
 3CaCl₂ 3R หมายถึง เวลาที่ใช้ในการจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในสารประกอบแคลเซียมคลอไรด์ 3 นาที และจุ่มลงในน้ำยางชั้น 3 นาที

3.4. ผลการทดสอบความหนาของฟิล์มยาง

จากการทดสอบฟิล์มยางโดยใช้ Load Cell 900 นิวตัน และความเร็วในการดึง 50 มิลลิเมตรต่อนาที ได้ผลของ Yield Strength ดังนี้



รูปที่ 7 ค่า Yield Strength ที่ได้จากการจุ่ม

จากรูปที่ 7 จะพบว่าค่า Tensile Strength ที่ได้นั้นมีความใกล้เคียงกัน แต่การจุ่มแบบพิมพ์พลาสติกลงในแคลเซียมซิลิเกต 1 นาที และจุ่มลงในน้ำยาง 1 นาทีจะให้ค่า Tensile Strength สูงที่สุด แต่ก็มีค่าใกล้เคียงกับการจุ่มด้วยกรรมวิธีอื่นๆ แต่อาจเป็นตัวเลือกหนึ่งในการเลือกใช้เป็นสารช่วยน้ำยางจับตัว และเลือกใช้ในกระบวนการผลิตได้

4. สรุปผลการทดลอง

สามารถนำสารประกอบแคลเซียมซิลิเกตมาใช้เป็นสารช่วยจับตัวได้ ทั้งยังเป็นตัวเลือกในการเลือกใช้ในกระบวนการผลิตที่ต้องการความหนาต่างๆ กัน แม้จะใช้เวลาในการผลิตที่ต่างกันแต่สมบัติที่ได้ก็ไม่ต่างกันหรือต่างกันไม่มากเท่าใดนัก กล่าวคือความหนาที่ได้จากการใช้แคลเซียมซิลิเกตเป็นสารช่วยน้ำยางจับตัวจะหนาน้อยกว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์ โดยการที่ได้ความหนาที่ต่างกัน ทำให้กลายเป็นตัวเลือกในการเลือกกระบวนการผลิต และแม้จะได้รับความหนาที่ต่างกัน แต่สารช่วยจับตัวทั้งสองสาร จะให้ความแข็งแรงที่เท่าๆ กัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนและการสนับสนุนในการทำโครงการครั้งนี้
 ขอขอบคุณอ.ดร.นุชนภา ตั้งบริบูรณ์ ที่คอยเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำโครงการในครั้งนี้
 ขอขอบคุณผศ.ดร.ดวงฤดี ฉายสุวรรณ ที่ได้คิดชมและแนะนำในการนำเสนอโครงการและรายงาน
 ขอขอบคุณอ.ดร.อรทัย จงประทีป ที่ได้ให้คำแนะนำที่ดีต่อการนำเสนอทั้งในรูปแบบของการเขียนรูปเล่มรายงาน และการทำไฟล์การนำเสนอ
 ขอขอบคุณมารดาและบิดาที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในการทำโครงการ
 และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจให้กันและกันเสมอมา

6. เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- [1] กิตติศักดิ์ชัย แนนจันทร์. การศึกษาผลของความร้อนของเปลือกไข่ไก่ ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ ความร้อนโน้มถ่วง ฟลูเรียวทรานสฟอรัมอินฟราเรด และอิเล็กทรอนิกส์สปินเรโซแนนซ์. ปริญญาตรีนิพนธ์. ภาควิชาฟิสิกส์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2551.
- [2] ชัยชนก กงนคร และสุภาวีนี กิตติกุล. การเตรียมสารประกอบไดออกไซด์ทริกแคลเซียมซิลิเกตจากเปลือกไข่ไก่. ปริญญาตรีนิพนธ์, ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.
- [3] พงษ์ธร แซ่ฮุย. ยาง : ชนิด สมบัติ และการใช้งาน. พิมพ์ครั้งที่ 2. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. ซีอีอูเคชั่น. 2548
- [4] วรากรณ์ ขจรไชยกูล. การผลิตถุงมือยาง. กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง. ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ยาง. สถาบันวิจัยยางสงขลา. 2532
- [5] วรากรณ์ ขจรไชยกูล. ผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติ. กลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง. ศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ยาง. สถาบันวิจัยยางสงขลา. 2537
- [6] Arias, J. L.; Fernandez, M. S. 2001. Role of extracellular matrix molecules in shell formation and structure. World's Poultry Science Journal 57: 349–357.
- [7] Romanoff, A.L. and A.J. Romanoff. 1949. The avian egg. New York, Wiley.
- [8] Wichitra Daengprok. 2003. Study on Bioavailability of calcium Lactate from Chicken Eggshell and Its Application in Nham (Thai-Style Fermented Pork Sausage). Doctor of Philosophy (Food Science), Kasetsart University.