

## การเพิ่มคุณภาพหินเพอร์ไลต์(Perlite) ด้วยวิธีการเผาเพื่อใช้เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและกันความร้อน

กลุ่มนวัตกรรมอุตสาหกรรมแร่ กองนวัตกรรมวัสดุและอุตสาหกรรมต่อเนื่อง  
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

### ๑. บทนำ

เพอร์ไลต์เป็นหินภูเขาไฟชนิดเนื้อแก้ว มีองค์ประกอบหลักคือแร่ซิลิกา ประมาณ ๗๐ % และมีน้ำเป็นองค์ประกอบอีกประมาณ ๓ % ทำให้เพอร์ไลต์มีลักษณะพิเศษ คือเมื่อได้รับความร้อน น้ำที่อยู่ในเพอร์ไลต์จะกลายเป็นไอและระเหยออกอย่างรวดเร็ว จนทำให้เพอร์ไลต์พองตัวออกคล้ายกับการทำข้าวโพดคั่ว “ป๊อปคอร์น” โดยเพอร์ไลต์สามารถขยายตัวได้ถึง ๗-๑๖ เท่าของปริมาตรและมีโครงสร้างที่เปลี่ยนไปจากเดิม ทำให้เพอร์ไลต์ที่เผาจนขยายตัวแล้ว จะมีคุณสมบัติเด่น คือ เบา (ความหนาแน่นประมาณ ๓๔-๔๐๐ kg/m<sup>3</sup>) มีค่าการนำความร้อนที่ต่ำ (๐.๐๔ - ๐.๐๖ W·m<sup>-๑</sup>·K<sup>-๑</sup>) และมีความทนต่อกรดต่างสูง รวมถึงมีความพรุน ทำให้ถูกมองว่า เป็นวัสดุที่มีศักยภาพสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานต่างๆ มากมาย เช่น งานด้านวิศวกรรมก่อสร้าง ด้านเกษตรกรรม ทำวัสดุทนความร้อนสูง รวมถึงนำไปใช้ในการทำวัสดุที่ทันสมัย เช่น พวกโฟมโลหะ (Metal Foam) สำหรับใช้เป็นวัสดุในยานยนต์สมัยใหม่ที่ต้องการน้ำหนักเบา แต่ยังคงความแข็งแรงไว้ดังเดิม

ในประเทศไทยนั้นมีการผลิตเพอร์ไลต์ ประมาณ ๘,๐๐๐ ตันต่อปี โดยแบ่งได้เป็นเพอร์ไลต์เกรดสูงประมาณ ๒๐๐๐ ตัน/ปี ส่งโรงเผาสำหรับทำวัสดุรองคุณภาพสูงและถูกจำหน่ายให้กับโรงงานน้ำผลไม้ การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Hydroponic) ตัวเติมสำหรับปูนฉาบสำเร็จ และอิฐทนไฟ ส่วนเกรดต่ำถูกใช้ในการปรับสภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งและใช้เป็นสารเติมในการถลุง โดยเพอร์ไลต์เกรดต่ำจะมีราคาประมาณ ๒,๐๐๐ บาทต่อตัน ในขณะที่ เพอร์ไลต์ที่ผ่านการเผาแล้ว จะมีราคาประมาณ ๑๐,๐๐๐ - ๑๕,๐๐๐ บาทต่อตัน แต่ก็ยังคงไม่เพียงพอสำหรับความต้องการใช้ภายในประเทศ ทำให้ผู้ใช้เพอร์ไลต์บางส่วนต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ญี่ปุ่น และจีน

เทคโนโลยีเผาเพอร์ไลต์ในไทย จะใช้การโปรยเพอร์ไลต์ไปยังเปลวไฟโดยตรง (อุณหภูมิประมาณ ๑,๒๐๐ - ๑,๓๐๐ °C) แล้วอาศัยแรงลมเป็นตัวพาเพอร์ไลต์ที่ผ่านการเผาแล้วออกมา ซึ่งกระบวนการนี้มีข้อด้อยที่สำคัญ คือ จะไม่สามารถควบคุมอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์ที่เผาแล้ว ดังนั้น หากจะเพิ่มประสิทธิภาพการเผาให้ดียิ่งขึ้น จะต้องมีการออกแบบกระบวนการเผาที่สามารถควบคุมอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์ ให้ตรงกับความต้องการของการใช้งาน ดังนั้น วัตถุประสงค์หลักการศึกษานี้ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวแร่ อุณหภูมิที่เผา เวลาในการเผา และขนาดเม็ดแร่ที่นำไปเผา

## ๒. วัตถุประสงค์

๒.๑ ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ เวลา และอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์ในการเผาแร่

๒.๒ ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดแร่และอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์ในการเผาแร่

## ๓. ขอบเขตการดำเนินงาน

๓.๑ หาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ เวลา และอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์ในการเผาแร่ โดยใช้เพอร์ไลต์ที่ผ่านการบดขนาด -๓๐ เมช มาเผาที่อุณหภูมิ ๘๕๐ - ๑๒๕๐ °C โดยในแต่ละอุณหภูมิจะเผาที่เวลา ๓๐ - ๑๒๐ วินาที

๓.๒ หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดแร่และอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์ในการเผาแร่โดยใช้แร่โดยการเอาเม็ดแร่ที่ช่วงขนาดเม็ดแร่ -๓๐ จนถึง -๒๐๐ เมช

## ๔. ขั้นตอนการดำเนินการ

๔.๑ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ เวลา และอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์ในการเผาแร่

๑) ชักตัวอย่างแร่ที่นำมาจากแหล่งแร่ จังหวัดลพบุรี ซึ่งผ่านการบดขนาดประมาณ -๓๐ เมช แล้วเพื่อส่งวิเคราะห์หาค่าประกอบเคมีและทดสอบหาการกระจายตัวของขนาดเม็ดแร่ด้วยวิธี Sieve Analysis

๒) จากคุณสมบัติของแร่เพอร์ไลต์ที่จะเริ่มอ่อนตัวและเกิดกระบวนการบดได้ที่อุณหภูมิ ๘๗๑ - ๑๐๙๓°C และมีจุดเริ่มหลวมตัวที่ ๑๒๖๐ °C จึงได้เริ่มทดลองเผาที่อุณหภูมิ ๘๕๐ - ๑๒๕๐ °C โดยชักตัวอย่างแร่ปริมาตร ๕ ลบ.ซม. มาเผาที่อุณหภูมิ ๘๕๐ ๙๐๐ ๙๕๐ ๑๐๐๐ ๑๐๕๐ ๑๑๐๐ ๑๑๕๐ ๑๒๐๐ และ ๑๒๕๐ °C โดยในแต่ละอุณหภูมิที่เผาจะเผาที่เวลา ๓๐ ๔๕ ๖๐ ๗๕ ๙๐ ๑๐๕ และ ๑๒๐ วินาที จากนั้นก็เอาแร่หลังการเผามาวัดปริมาตรอีกครั้งเพื่อหาอัตราการขยายตัวของแร่

๔.๒ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของเม็ดแร่และอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์

๑) เลือกอุณหภูมิและเวลาจากผลการทดลองข้อ ๔.๑ โดยพิจารณาจากอัตราการขยายตัวของแร่ที่ได้มากที่สุด

๒) เอาแร่ที่ช่วงขนาด -๓๐+๕๐ , -๕๐+๗๐ , -๗๐+๑๐๐ , -๑๐๐+๑๔๐ , -๑๔๐+๒๐๐ และ -๒๐๐ เมช แต่ละตัวอย่างปริมาตร ๕ ลบ.ซม. มาเผาตามอุณหภูมิและเวลา ข้อ ๑) จากนั้นก็เอาแร่หลังการเผามาวัดปริมาตรอีกครั้งเพื่อหาอัตราการขยายตัวของแร่

๕. ผลการทดลอง

๕.๑ ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างหินเพอร์ไลต์

ตารางที่ ๑ ผลวิเคราะห์ทางเคมี

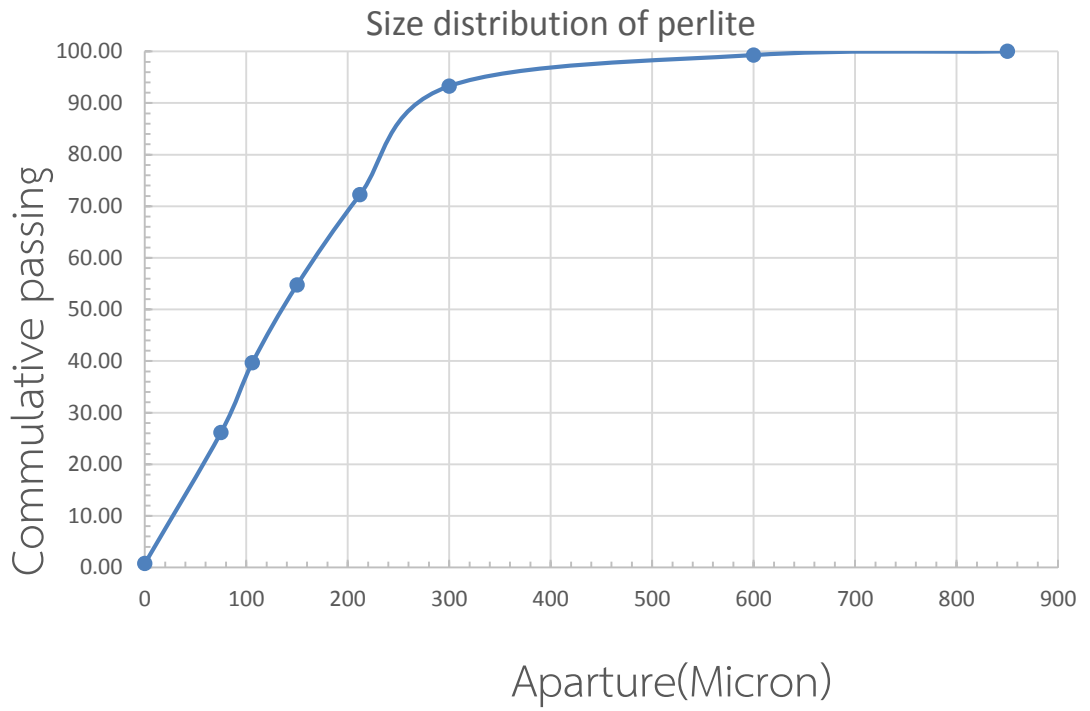
ธาตุ	%
SiO <sub>๒</sub>	๕๘.๑๐
Al <sub>๒</sub> O <sub>๓</sub>	๑๗.๐๐
Fe <sub>๒</sub> O <sub>๓</sub>	๗.๗๙
CaO	๗.๒๖
MgO	๓.๒๙
Na <sub>๒</sub> O	๒.๖๕
K <sub>๒</sub> O	๒.๒๐

๕.๒ ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของเม็ดแร่ ( Sieve Size Analysis)

ตารางที่ ๒ แสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดแร่

ขนาดตะแกรง		น้ำหนัก ค้างตะแกรง (g.)	Retained Sieve (%)	Cumulative Retaining (%)	Cumulative Passing (%)
Aperture (Microns)	Mesh No.				
๘๕๐	๒๐	๐	๐.๐๐	๐.๐๐	๑๐๐.๐๐
๖๐๐	๓๐	๓.๕๙	๐.๗๒	๐.๗๒	๙๙.๒๘
๓๐๐	๕๐	๓๐.๐๖	๖.๐๑	๖.๗๓	๙๓.๒๗
๒๑๒	๗๐	๑๐๕.๒	๒๑.๐๔	๒๗.๗๗	๗๒.๒๓
๑๕๐	๑๐๐	๘๗.๓๙	๑๗.๔๘	๔๕.๒๕	๕๔.๗๕
๑๐๖	๑๔๐	๗๕.๓๔	๑๕.๐๗	๖๐.๓๒	๓๙.๖๘
๗๕	๒๐๐	๖๗.๗๖	๑๓.๕๕	๗๓.๘๗	๒๖.๑๓
๐	pan	๑๒๖.๘๑	๒๕.๓๖	๙๙.๒๓	๐.๗๗
นน.หลัง Sieve		๔๙๖.๑๕	๙๙.๒๓		
สูญเสียน้ำ		๓.๘๕	๐.๗๗	๑๐๐.๐๐	๐.๐๐
นน.ก่อน Sieve		๕๐๐	๑๐๐.๐๐		

กราฟที่ ๑ แสดงการกระจายตัวของขนาดเม็ดแร่



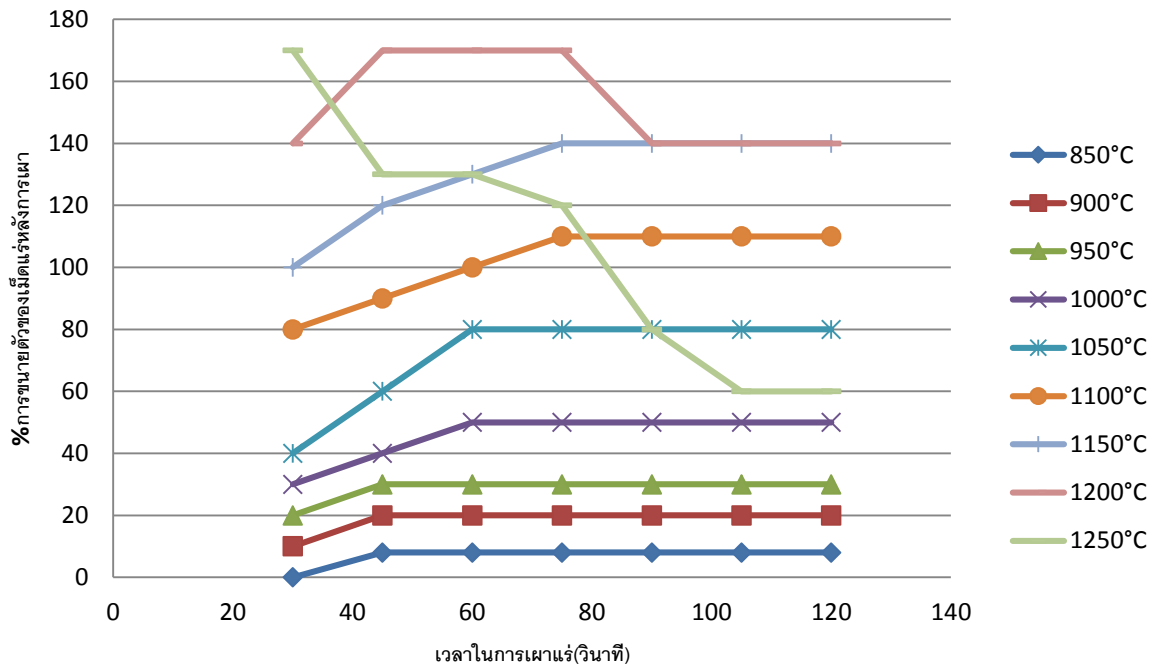
๕.๓ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ เวลา ละการขยายตัวของเม็ดแร่

โดยนำไปเผาในเตาเผาความร้อนสูงที่อุณหภูมิประมาณ ๘๕๐ , ๙๐๐ , ๙๕๐ , ๑๐๐๐ , ๑๐๕๐ , ๑๑๐๐, ๑๑๕๐,๑๒๐๐ และ ๑๒๕๐ °C โดยในแต่ละอุณหภูมิจะเผาที่ช่วงเวลา ๓๐, ๔๕,๖๐,๗๕,๙๐,๑๐๕ และ ๑๒๐ วินาที ได้ผลดังนี้

ตารางที่ ๓ แสดง อัตราการขยายตัว(%) ของแร่ที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ °C	เวลาการเผา(วินาที)						
	๓๐	๔๕	๖๐	๗๕	๙๐	๑๐๕	๑๒๐
๘๕๐	๐	๘	๘	๘	๘	๘	๘
๙๐๐	๑๐	๒๐	๒๐	๒๐	๒๐	๒๐	๒๐
๙๕๐	๒๐	๓๐	๓๐	๓๐	๓๐	๓๐	๓๐
๑๐๐๐	๓๐	๔๐	๕๐	๕๐	๕๐	๕๐	๕๐
๑๐๕๐	๔๐	๖๐	๘๐	๘๐	๘๐	๘๐	๘๐
๑๑๐๐	๘๐	๙๐	๙๐	๑๑๐	๑๑๐	๑๑๐	๑๑๐
๑๑๕๐	๑๐๐	๑๒๐	๑๓๐	๑๔๐	๑๔๐	๑๔๐	๑๔๐
๑๒๐๐	๑๔๐	๑๗๐	๑๗๐	๑๗๐	๑๔๐	๑๔๐	๑๔๐
๑๒๕๐	๑๗๐	๑๓๐	๑๓๐	๑๒๐	๘๐	๖๐	๖๐

กราฟที่ 2 แสดง%การขยายตัวของเม็ดแร่ในการเผาที่ช่วงอุณหภูมิและเวลา



จากผลการทดลองพบว่า การเผาเพอร์ไลต์ที่อุณหภูมิ ๘๕๐ - ๑๑๕๐ °C เพอร์ไลต์มีการขยายตัวแปรผันตรงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยมีระยะเวลาการเผาเฉลี่ยประมาณ ๖๐ วินาที และมีอัตราการขยายตัวที่ ๑๐ - ๑๔๐ %

ที่อุณหภูมิ ๑๒๐๐ และ ๑๒๕๐ °C พบว่ามีการขยายตัวสูงสุดคือที่ ๑๗๐ %

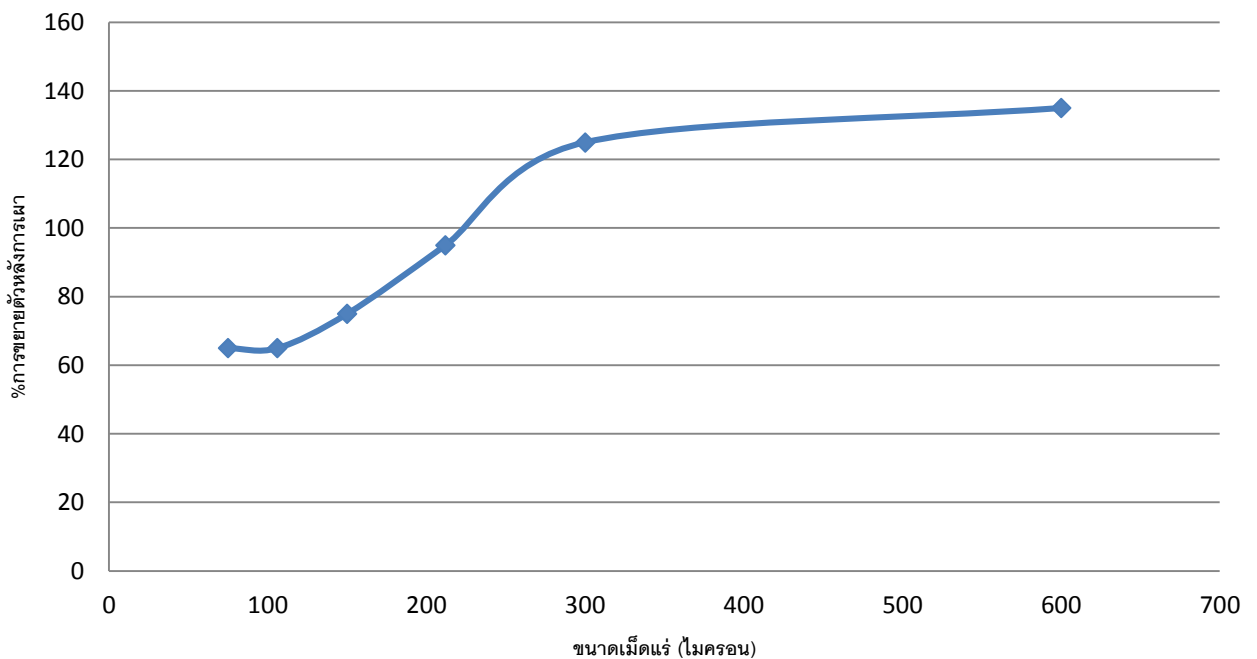
### ๕.๔ ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเม็ดแร่และการขยายตัวของเม็ดแร่

โดยการเอาเม็ดแร่ที่ช่วงขนาดเม็ดแร่ -๓๐+๕๐ , -๕๐+๗๐ , -๗๐+๑๐๐ , -๑๐๐+๑๕๐ , -๑๕๐+๒๐๐ และ -๒๐๐ เมช

ตารางที่ ๔ แสดงอัตราการขยายตัวของแร่ (%) ขนาดเม็ดต่างๆที่เผาที่อุณหภูมิ ๑๒๐๐ °C เวลา ๖๐ วินาที

ขนาดเม็ดแร่(เมช)	Microns	การขยายตัวของเม็ดแร่เมื่อเผาที่ ๑๒๐๐ °C เวลา ๖๐ วินาที(%)
-๓๐+๕๐	๖๐๐	๑๓๕
-๕๐+๗๐	๓๐๐	๑๒๕
-๗๐+๑๐๐	๒๑๒	๙๕
-๑๐๐+๑๕๐	๑๕๐	๗๕
-๑๕๐+๒๐๐	๑๐๖	๖๕
-๒๐๐	๗๕	๖๕

กราฟที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเม็ดแร่กับการขยายตัวหลังการเผาที่ 1200 องศาเซลเซียส เวลา 75 วินาที



## ๖. สรุปผลการทดลอง

๖.๑ การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ เวลา และอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์ในการเผา พบว่า อัตราการขยายตัวของตัวอย่างมีการแปรผันตรงกับอุณหภูมิการเผาที่เพิ่มขึ้น

๖.๒ การเผาเพอร์ไลต์ ที่อุณหภูมิ ๑,๒๐๐ °C พบว่า หากเผาเพอร์ไลต์เป็นระยะเวลามากกว่า ๗๕ วินาที เพอร์ไลต์จะมีอัตราการขยายตัวที่ลดลง

๖.๓ การเผาเพอร์ไลต์ ที่อุณหภูมิ ๑,๒๕๐ °C พบว่า เพอร์ไลต์มีอัตราการขยายตัวที่ลดลงเรื่อยๆ โดยเฉพาะเมื่อระยะเวลาการเผามากกว่า ๓๐ วินาที สาเหตุอาจเป็นเพราะอุณหภูมิดังกล่าวอยู่จุดหลอมเหลวของเพอร์ไลต์ ตัวอย่างอาจจะมีการหลอมตัวเกิดขึ้น

๖.๔ การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเม็ดของตัวอย่างและการขยายตัวของเม็ดตัวอย่าง สามารถสรุปได้ พบว่า ช่วงขนาดเม็ดตัวอย่าง ระหว่าง ๑๐๖ – ๓๐๐ ไมครอน ( -๕๐ + ๑๔๐ เมช ) กราฟจะมีความชันสูงที่สุด จะสรุปได้ว่า ณ ที่ช่วงขนาดของตัวอย่างกล่าว เป็นขนาดของตัวอย่างที่มีอัตราการขยายตัวที่สูงที่สุด ดังนั้น ขนาดวัตถุดิบที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการเผาเพอร์ไลต์ คือ ระหว่าง ๑๐๖ – ๓๐๐ ไมครอน ( -๕๐ + ๑๔๐ เมช )

๖.๕ ผลจากการทดลองนี้ ทำให้คณะผู้ศึกษาทราบความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ ขนาดตัวอย่างที่ จะต้องป้อน ระยะเวลาการเผา โดยผลจากการทดลองนี้ สามารถนำไปประกอบการออกแบบกระบวนการเผาเพอร์ไลต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ และสามารถนำไปใช้ออกแบบเตาเผาเพอร์ไลต์ที่สามารถควบคุมอัตราการขยายตัวของเพอร์ไลต์ ให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ได้