บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของกากตะกอนและวัตถุดิบ

ผลการวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ในกากตะกอน และดินที่เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงธาตุที่มีอยู่ในกากตะกอนและวัตถุดิบ

ธาตุ	ปริมาณของธาตุในตัวอย่าง (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	
	กากตะกอน	ดิน
SiO_2	0.83	57.02
Al_2O_3	4.91	18.16
Fe_2O_3	0.39	5.73
K_2O	0.27	2.74
MgO	0.32	1.30
TiO_2	0.04	1.18
CaO	1.56	0.92
Na_2O	0.66	0.43
MnO_2	0.01	0.05
P_2O_5	6.09	0.07
BaO	0.01	0.06
SO_3	0.23	0.06

ผลการวิเคราะห์พบว่าวัตถุดิบหลักคือดินพบว่าแร่ธาตุที่พบเป็นส่วนใหญ่คือซิลิกอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการทำให้ดินเผาสุกตัวได้เร็วและเกิดความแข็งแรงหลังการเผา แร่ธาตุที่พบรองลงมา คืออะลูมิเนียมไดออกไซด์ที่ส่งผลให้ดินมีความสามารถในการทนไฟได้ดี และออกไซด์เหล็กที่ทำให้ดินเผาที่ผ่านการเผาแล้วเป็นสีแดง และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของกากตะกอนพบว่ากากตะกอนจากโรงงานอาหารมีองค์ประกอบหลักคือ อะลูมิเนียมออกไซด์ และไดฟอสฟอรัสเพนตะออกไซด์

การวิเคราะห์ผลของกากตะกอนต่อสมบัติทางกายภาพ

1.ความหนาแน่น

เมื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นของชิ้นงานตัวอย่างได้ผลดังตารางที่ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชิ้นงานที่เติมแกลบกับเถ้าแกลบโดยการเผาที่อุณหภูมิเดียวกันชิ้นงานที่เติมเถ้าแกลบจะมีความหนาแน่นมากกว่าแกลบทั้งนี้เนื่องจากเถ้าแกลบมีอนุภาคที่ละเอียดกว่าแกลบ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นชิ้นงานจะมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น

เพื่อพิจารณาชิ้นงานที่มีการเติมกากตะกอนพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้ความหนาแน่นลดลงทั้งนี้เนื่องจากเกิดการสลายตัวของสารอนทรีย์ที่อยู่ในชิ้นงานนั่นเอง

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความหนาแน่นของชิ้นงานทดสอบ

ชิ้นงาน	ความหนาแน่น (กรัมต่อตารางเซนติเมตร)	ชิ้นงาน	ความหนาแน่น (กรัมต่อตารางเซนติเมตร)
400r	1.3138	400ra	1.2995
500r	1.1487	500ra	1.3019
600r	1.1637	600ra	1.3721
400rw	1.1402	400raw	1.1563
500rw	1.1173	500raw	1.1305
600rw	1.0986	600raw	1.115

2 ค่าการดูดซึมน้ำ

เมื่อวิเคราะห์ค่าการดูดซึมน้ำของชิ้นงานตัวอย่างได้ผลดังตารางที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชิ้นงานที่เติมแกลบกับเถ้าแกลบโดยการเผาที่อุณหภูมิเดียวกันชิ้นงานที่เติมเถ้าแกลบจะมีค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำมากกว่าแกลบทั้งนี้เนื่องจากเถ้าแกลบมีอนุภาคที่ละเอียดกว่าแกลบทำให้ความหนาแน่นสูงกว่าแกลบซึ่งส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำน้อยกว่าชิ้นงานที่เติมแกลบนั่นเอง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นชิ้นงานจะมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำลดลงตามไปด้วย

เพื่อพิจารณาชิ้นงานที่มีการเติมกากตะกอนพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นลดลงนั่นเอง

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าผลการวิเคราะห์ค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำ

ชิ้นงาน	ร้อยละการดูดซึมน้ำ	ชิ้นงาน	ร้อยละการดูดซึมน้ำ
400r	58.392	400ra	57.401
500r	74.026	500ra	57.143
600r	71.538	600ra	60
400rw	74.272	400raw	72.376
500rw	78.313	500raw	70.862
600rw	81.006	600raw	63.274

3.ความพรุนตัว

เมื่อวิเคราะห์ค่าการดูดซึมน้ำของชิ้นงานตัวอย่างได้ผลดังตารางที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชิ้นงานที่เติมแกลบกับเถ้าแกลบโดยการเผาที่อุณหภูมิเดียวกันชิ้นงานที่เติมเถ้าแกลบจะมีค่าร้อยละของความพรุนตัวมากกว่าแกลบทั้งนี้เนื่องจากเถ้าแกลบมีอนุภาคที่ละเอียดกว่าแกลบทำให้ความหนาแน่นสูงกว่าแกลบซึ่งส่งผลให้ความพรุนตัวน้อยกว่าชิ้นงานที่เติมแกลบนั่นเอง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นชิ้นงานจะมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความพรุนตัวลดลงตามไปด้วย

เพื่อพิจารณาชิ้นงานที่มีการเติมกากตะกอนพบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้ความพรุนตัวสูงขึ้นตามไปด้วยทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นลดลงนั่นเอง โดยผลของความพรุนตัวจะสอดคล้องกับความหนาแน่นและค่าการดูดซึมน้ำ

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าร้อยละของความพรุนตัวชิ้นงาน

ชิ้นงาน	ร้อยละของความพรุนตัว	ชิ้นงาน	ร้อยละของความพรุนตัว
400r	38.9655	400ra	40.3553
500r	42.3792	500ra	40.2516
600r	41.1504	600ra	40.8088
400rw	40.4762	400raw	40.9375
500rw	42.3453	500raw	41.0256
600rw	42.029	600raw	43.3333

5.การนำไฟฟ้า

การวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของชิ้นงานแสดงดังตารางที่ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าระหว่างชิ้นงานที่เติมแกลบกับเถ้าแกลบพบว่าชิ้นงานที่เติมเถ้าแกลบจะมีค่านำไฟฟ้าสูงกว่าชิ้นงานที่เติมแกลบเล็กน้อย และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิเผาสำหรับชิ้นงานที่ไม่เติมกากตะกอน ค่าการนำไฟฟ้าจะสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลตรงข้ามกับชิ้นงานที่เติมกากตะกอนที่ค่าการนำไฟฟ้าลดลงเพื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผา ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าค่าการนำไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความหนาแน่นของชิ้นงานโดยชิ้นงานที่มีความหนาแน่นสูงจะมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าชิ้นงานที่มีความหนาแน่นต่ำ

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าการนำฟ้า

ชิ้นงาน	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	ชิ้นงาน	การนำไฟฟ้า
400r	0.11	400ra	0.23
500r	0.12	500ra	0.25
600r	0.13	600ra	0.26
400rw	0.21	400raw	0.36
500rw	0.16	500raw	0.27
600rw	0.11	600raw	0.23

6.ความเป็นกรด เบส

ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเบสของชิ้นงานแสดงผลดังตารางที่ 4.6 พิจารณาจากตารางพบว่าชิ้นงานจะมีค่าความเป็นกรดเบสที่ไม่แตกต่างกันมากนักโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.9 – 6.1 ซึ่งมีค่าที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติมโตของพืชเป็นอย่างดี

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าความเป็นกรดเบส

ชิ้นงาน	PH	ชิ้นงาน	PH
400r	5.9	400ra	5.9
500r	5.7	500ra	6
600r	5.9	600ra	6.1
400rw	6.1	400raw	5.8
500rw	6	500raw	6.1
600rw	6.1	600raw	6

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุที่อยู่ในชิ้นงานเม็ดดินเผา

1.ปริมาณสารอินทรีย์

การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในชิ้นงานเม็ดดินเผาแสดงผลดังตารางที่ 4.7 จากตารางพบว่าชิ้นงานที่มีการเติมกากตะกอนจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารจะมีปริมาณของสารอินทรีย์สูงกว่าชิ้นงานที่ไม่ได้เติม ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในกากตะกอนโรงงานอุตสาหกรรมอาหารนั่นเอง เมื่อพิจาณาเปรียบเทียบอุณหภูมิในการเผาที่แตกต่างกันพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิเผาจะส่งผลให้ค่าร้อยละของสารอินทรีย์ที่อยู่ในชิ้นงานจะลดลงตามไปด้วยทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มของอุณหภูมิจะส่งผลให้เกิดการสลายตัวของสารอินทรีย์ในชิ้นงานนั่นเอง โดยชิ้นงานที่มีการเติมกากตะกอนและเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสจะมีปริมาณร้อยละสารอินทรีย์มากที่สุดเท่ากับ 1.56 เมื่อเติมเถ้าแกลบ และ 1.45 เมื่อเติมแกลบ

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าปริมาณสารอินทรีย์

ชิ้นงาน	ร้อยละปริมาณสารอินทรีย์	ชิ้นงาน	ร้อยละปริมาณสารอินทรีย์
400r	0.21	400ra	0.55
500r	0.12	500ra	0.35
600r	0.08	600ra	0.25
400rw	1.85	400raw	1.81
500rw	1.45	500raw	1.56
600rw	1.3	600raw	1.32

2. ปริมาณไนโตรเจน (N)

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในชิ้นงานแสดงดังตารางที่ 4.8 จากตารางพบว่าการเติมกากตะกอนลงไปในชิ้นงานดินเผาส่งผลให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนในชิ้นงานเพิ่มขึ้นทั้งชิ้นงานที่เติมแกลบและเถ้าแกลบ โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผาให้สูงขึ้นปริมาณของธาตุไนโตรเจนก็จะลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการสลายตัวของธาตุไนโตรเจนในระหว่างอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยชิ้นงานที่มีค่าของธาตุไนโตรเจนมากที่สุดคือชิ้นงานที่เติมกากตะกอนและเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเท่ากับ 0.27 ppm เมื่อเติมแกลบ และเท่ากับ 0.30 ppm เมื่อเติมเถ้าแกลบ

ตารางที่ 4.8 แสดงปริมาณธาตุไนโตรเจน

ชิ้นงาน	ปริมาณธาตุ N (ppm)	ชิ้นงาน	ปริมาณธาตุ N (ppm)
400r	0.13	400ra	0.17
500r	0.07	500ra	0.07
600r	0.03	600ra	0.04
400rw	0.27	400raw	0.30
500rw	0.18	500raw	0.28
600rw	0.15	600raw	0.14

3 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (P)

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ที่อยู่ในชิ้นงานแสดงดังตารางที่ 4.9 จากตารางพบว่าการเติมกากตะกอนลงไปในชิ้นงานดินเผาส่งผลให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ในชิ้นงานเพิ่มขึ้นทั้งชิ้นงานที่เติมแกลบและเถ้าแกลบ โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผาให้สูงขึ้นปริมาณของธาตุฟอสฟอรัส ก็จะลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการสลายตัวของธาตุฟอสฟอรัส ในระหว่างอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยชิ้นงานที่มีค่าของธาตุฟอสฟอรัส มากที่สุดคือชิ้นงานที่เติมกากตะกอนและเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเท่ากับ 0.19 ppm เมื่อเติมแกลบ และเท่ากับ 0.21 ppm เมื่อเติมเถ้าแกลบ

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณธาตุฟอสฟอรัส

ชิ้นงาน	ปริมาณธาตุ P (ppm)	ชิ้นงาน	ปริมาณธาตุ P (ppm)
400r	0	400ra	0
500r	0	500ra	0
600r	0	600ra	0
400rw	0.19	400raw	0.21
500rw	0.15	500raw	0.16
600rw	0.09	600raw	0.1

4. ปริมาณธาตุโปตัสเซี่ยม (K)

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ที่อยู่ในชิ้นงานแสดงดังตารางที่ 4.10 จากตารางพบว่าการเติมกากตะกอนลงไปในชิ้นงานดินเผาส่งผลให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส ในชิ้นงานเพิ่มขึ้นทั้งชิ้นงานที่เติมแกลบและเถ้าแกลบ โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการเผาให้สูงขึ้นปริมาณของธาตุโปตัสเซี่ยม ก็จะเพิ่มตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยชิ้นงานที่มีค่าของธาตุโปตัสเซี่ยม มากที่สุดคือชิ้นงานที่เติมกากตะกอนและเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเท่ากับ 2.38 ppm เมื่อเติมแกลบ และเท่ากับ 1.93 ppm เมื่อเติมเถ้าแกลบ

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณธาตุโปตัสเซี่ยม

ชิ้นงาน	ปริมาณธาตุ K (ppm)	ชิ้นงาน	ปริมาณธาตุ K (ppm)
400r	0.54	400ra	0.32
500r	0.52	500ra	0.62
600r	0.86	600ra	0.6
400rw	1.27	400raw	1.57
500rw	1.67	500raw	1.58
600rw	2.38	600raw	1.93