

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลและวิเคราะห์ผลการหาสูตรเนื้อดินปั้นสำหรับเคลือบ และสูตรเคลือบ

##### 1.เนื้อดินปั้นสำหรับเคลือบ

ตาราง 4.1 อิทธิพลของปริมาณน้ำในการขึ้นรูปแบบอัดแห้งต่อคุณภาพเนื้อดินปั้นหลังการเผา

ชุดที่	ปริมาณน้ำในเนื้อดินปั้น ร้อยละ	ชิ้นงานเสีย <sup>1</sup> เผาที่ อุณหภูมิ 800°ซ. (ร้อยละ)	ชิ้นงานเสีย <sup>1</sup> เผาที่ อุณหภูมิ 1,250°ซ. (ร้อยละ)	รวมชิ้นงานเสีย (ร้อยละ)	หมายเหตุ
1	0	10	40	50	แยกชิ้นร้อยละ 10 ร้าว 40
2	1	10	50	60	แยกชิ้นร้อยละ 10 ร้าว 50
3	2	20	70	90	
4	3	10	0	10	
5	4	40	40	80	แยกชิ้นร้อยละ 10 ร้าว 70
6	5	50	50	100	แยกชิ้นร้อยละ 10 ร้าว 90

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตาราง 4.1 เมื่อพิจารณาเผาที่อุณหภูมิ 800°ซ ส่วนผสมที่มีปริมาณน้ำในเนื้อดินปั้นร้อยละ 0, 1 และ 3 มีชิ้นงานเสียน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 10 เมื่อเผาชิ้นงานชุดเดียวกันที่อุณหภูมิ 1,250°ซ. พบว่าชิ้นงานเสีย ร้อยละ 40,50 และ 0 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาชิ้นงานเสียรวมแล้ว ชิ้นงานที่มีปริมาณน้ำผสมร้อยละ 3 จะเสียน้อยที่สุด จึงได้ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ปริมาณน้ำร้อยละ 3 ดังตาราง 4.2 ซึ่งได้ผลสรุปว่าการใช้ปริมาณน้ำในเนื้อดินปั้นร้อยละ 3 จะได้ชิ้นงานที่เหมาะสมที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ จึงใช้ปริมาณน้ำในเนื้อดินปั้นร้อยละ 3

ตาราง 4.2 การหาชิ้นงานเสีย เมื่อใช้ปริมาณน้ำร้อยละ 3

ชิ้นที่	เผาที่อุณหภูมิ 800°ซ	เผาที่อุณหภูมิ 1,250°ซ	หมายเหตุ
1	✓	✓	ชิ้นงานร้าว
2	✓	✓	
3	เสีย	✓	
4	✓	✓	
5	✓	✓	
6	✓	✓	
7	✓	✓	
8	✓	✓	
9	✓	✓	
10	✓	✓	

ตาราง 4.3 ผลการหดตัวของเนื้อดินปั้นภายใต้การเผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.

ชั้นที่	$L_1$ (ซม.)	$L_2$ (ซม.) (ครั้งที่ 1)	$L_2$ (ซม.) (ครั้งที่ 2)	$L_1 - L_2$	$(L_1 - L_2)/L_1$	ร้อยละของ การหดตัว
1	1.750	1.500	1.555	0.222	0.127	12.7
2	1.750	1.575	1.580	0.172	0.098	9.8
3	1.750	1.515	1.500	0.242	0.138	13.8
4	1.750	1.605	1.580	0.157	0.091	9.1
5	1.750	1.600	1.500	0.200	0.114	11.4
6	1.750	1.540	1.500	0.230	0.131	13.1
7	1.750	1.530	1.510	0.230	0.131	13.1
8	1.750	1.550	1.530	0.210	0.120	12.0
9	1.750	1.545	1.550	0.202	0.116	11.6
10	1.750	1.500	1.510	0.245	0.140	14.0
11	1.750	1.440	1.545	0.258	0.147	14.7
12	1.750	1.510	1.635	0.178	0.101	10.1
13	1.750	1.415	1.520	0.283	0.161	16.1
14	1.750	1.515	1.525	0.230	0.131	13.1
15	1.750	1.540	1.620	0.170	0.097	9.7
16	1.750	1.510	1.600	0.195	0.111	11.1
17	1.750	1.520	1.555	0.212	0.121	12.1
18	1.750	1.610	1.530	0.180	0.103	10.3
19	1.750	1.570	1.650	0.140	0.080	8.0
20	1.750	1.415	1.575	0.255	0.146	14.6
21	1.750	1.415	1.575	0.255	0.146	14.6
22	1.750	1.555	1.565	0.190	0.109	10.9

ตารางที่ 4.3 ต่อ

ชั้นที่	$L_1$ (ซม.)	$L_2$ (ซม.) (ครั้งที่ 1)	$L_2$ (ซม.) (ครั้งที่ 2)	$L_1 - L_2$	$(L_1 - L_2)/L_1$	ร้อยละของ การหดตัว
23	1.750	1.505	1.510	0.242	0.139	13.9
24	1.750	1.455	1.500	0.273	0.156	15.6
25	1.750	1.455	1.500	0.273	0.156	15.6
26	1.750	1.625	1.630	0.123	0.070	7.0
27	1.750	1.610	1.655	0.117	0.067	6.7
28	1.750	1.570	1.555	0.188	0.107	10.7
29	1.750	1.550	1.600	0.175	0.100	10.0
30	1.750	1.500	1.530	0.235	0.134	13.4
ค่าเฉลี่ยการหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 <sup>o</sup> ซ. $11.94 \pm 0.5$						

ตาราง 4.4 ผลการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250° ซ.

ชั้นที่	W <sub>1</sub> (กรัม)	W <sub>2</sub> (กรัม)	W <sub>1</sub> - W <sub>2</sub> (กรัม)	(W <sub>1</sub> - W <sub>2</sub> )/W <sub>1</sub>	ร้อยละการสูญเสีย น้ำหนัก
1	25.1149	22.3914	2.7235	0.1084	10.84
2	25.7026	22.8997	2.8099	0.1091	10.91
3	25.7464	22.9438	2.8026	0.1089	10.89
4	23.9129	21.3634	2.5495	0.1066	10.66
5	23.6700	21.1201	2.5499	0.1077	10.77
6	25.0540	22.3714	2.6826	0.1071	10.71
7	23.7867	21.2502	2.5365	0.1066	10.66
8	26.2815	23.4250	2.8565	0.1087	10.87
9	26.6354	23.8058	2.8296	0.1062	10.62
10	26.1403	23.3363	2.8040	0.1073	10.73
11	26.9741	24.1350	2.8391	0.1053	10.53
12	27.9261	24.9638	2.9623	0.1061	10.61
13	26.8786	24.0139	2.8647	0.1066	10.66
14	25.2514	22.5491	2.7023	0.1070	10.70
15	24.7710	22.6379	2.7151	0.1061	10.61
16	25.3530	22.6379	2.7151	0.1071	10.71
17	27.6964	24.7341	2.9623	0.1070	10.70
18	26.2256	23.4202	2.8054	0.1070	10.70
19	27.3366	24.4454	2.8912	0.1058	10.58
20	25.3538	22.6332	2.7206	0.1073	10.73

ตาราง 4.4 ต่อ

ชั้นที่	$W_1$ (กรัม)	$W_2$ (กรัม)	$W_1 - W_2$ (กรัม)	$(W_1 - W_2)/W_1$	ร้อยละการสูญเสีย น้ำหนัก
21	26.4906	23.6804	2.8102	0.1061	10.61
22	27.0764	24.2013	2.8751	0.1062	10.62
23	26.7532	23.9309	2.8223	0.1055	10.55
24	27.3544	24.4426	2.9118	0.1064	10.64
25	27.1154	24.2402	2.8752	0.1060	10.60
26	27.7322	24.7724	2.9598	0.1067	10.67
27	28.6465	25.5951	3.0541	0.1065	10.65
28	27.8317	24.8599	2.9718	0.1068	10.68
29	27.5503	24.6133	2.9370	0.1066	10.66
30	27.2479	24.3529	2.8950	0.1061	10.61
ค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ $1,250^\circ \text{C}$ . $10.68 \pm 0.05$					

ตาราง 4.5 ผลการดูดซึมน้ำของเนื้อดินป็นภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.

ชั้นที่	W <sub>1</sub> (กรัม)	W <sub>2</sub> (กรัม)	W <sub>2</sub> - W <sub>1</sub> (กรัม)	(W <sub>2</sub> - W <sub>1</sub> )/W <sub>1</sub>	ร้อยละของการดูดซึมน้ำ
1	22.3914	23.4118	1.0204	0.0456	4.56
2	22.8997	23.5293	0.6296	0.0275	2.75
3	22.9438	23.8744	0.9306	0.0406	4.06
4	21.3634	23.0543	1.6909	0.0791	7.91
5	21.1201	21.9726	0.8524	0.0404	4.04
6	22.3714	23.3021	0.9307	0.0416	4.16
7	21.2502	22.3803	1.1301	0.0532	5.32
8	23.4250	24.2064	0.7814	0.334	3.34
9	23.8058	24.9033	1.0975	0.0461	4.61
10	23.3363	24.4217	1.0854	0.0465	4.65
11	24.1350	25.4658	1.3308	0.0551	5.51
12	24.9638	26.3840	1.4202	0.0569	5.69
13	24.0139	25.8351	1.8212	0.0758	7.58
14	22.5491	23.5004	0.9513	0.0422	4.22
15	22.1431	23.1203	0.9772	0.0441	4.41
16	22.6379	24.0716	1.4337	0.0633	6.33
17	24.7341	26.4075	1.6734	0.0676	6.76
18	23.4202	24.6195	1.1993	0.0512	5.12
19	24.4454	25.4583	1.0129	0.0414	4.14
20	22.6332	23.6580	1.0248	0.0453	4.53
21	23.6804	25.1277	1.4473	0.0611	6.11
22	24.2013	25.6136	1.4123	0.0584	5.84
23	23.9309	25.5914	1.6605	0.0694	6.94

ตาราง 4.5 ต่อ

ชั้นที่	$W_1$ (กรัม)	$W_2$ (กรัม)	$W_2 - W_1$ (กรัม)	$(W_2 - W_1)/W_1$	ร้อยละของการดูดซึมน้ำ
24	24.4426	26.1503	1.7077	0.0699	6.99
25	24.2404	25.8044	1.5642	0.0645	6.45
26	24.7724	25.9774	1.2050	0.0486	4.86
27	25.5951	27.0084	1.4133	0.0552	5.52
28	24.8599	25.7203	0.8604	0.0346	3.46
29	24.6133	25.7824	1.1691	0.0475	4.75
30	24.3529	25.3755	1.0227	0.0420	4.20
ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250°C ร้อยละ 5.16±0.05					



ตาราง 4.6 ผลการทดสอบความต้านทานแรงตามขวางของเนื้อดินปั้นภายหลัง การเผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.

ชั้นที่	t (ซม.) ครั้งที่ 1	t (ซม.) ครั้งที่ 2	ชั้นที่	b (ซม.)	p1 (นิวตัน)	F <sup>2</sup> (ปาสคาล) 10 <sup>7</sup>
1	0.560	0.590	0.595	4.600	4280	16.1
2	0.520	0.535	0.515	4.675	1712	7.8
3	0.535	0.530	0.535	4.710	1819	8.0
4	0.565	0.555	0.580	4.520	3531	14.2
5	0.555	0.525	0.580	4.580	2461	10.3
6	0.555	0.530	0.560	4.635	1605	6.7
7	0.555	0.570	0.565	4.460	5029	20.8
8	0.525	0.540	0.515	4.470	3745	17.6
9	0.535	0.525	0.515	4.540	4494	21.0
10	0.515	0.570	0.540	4.665	2889	12.3
11	0.610	0.600	0.585	4.600	2247	8.0
12	0.600	0.545	0.555	4.600	2461	9.7
13	0.500	0.500	0.520	4.600	3210	15.9
14	0.525	0.545	0.540	4.600	3424	15.1
15	0.515	0.525	0.525	4.600	2782	13.0
16	0.565	0.535	0.510	4.650	3103	13.5
17	0.500	0.465	0.485	4.650	3210	17.3
18	0.535	0.520	0.540	4.480	3317	14.3
19	0.500	0.500	0.500	4.500	3745	19.5
20	0.540	0.530	0.535	4.500	2140	9.7

ตาราง 4.6 ต่อ

ชั้นที่	t(ชม) ครั้งที่ 1	t(ชม.) ครั้งที่ 2	ชั้นที่	b(ชม.)	p1 (นิวตัน)	F2 (ปาสคาล) 10 <sup>7</sup>
21	0.500	0.470	0.465	4.575	2247	12.6
22	0.545	0.540	0.530	4.700	2675	11.5
23	0.555	0.545	0.555	4.570	3103	13.0
24	0.600	0.600	0.600	4.600	2996	10.6
25	0.580	0.600	0.600	4.600	2782	10.1
26	0.555	0.570	0.560	4.510	2568	10.5
27	0.545	0.500	0.520	4.620	2461	11.4
28	0.570	0.565	0.575	4.600	3852	15.1
29	0.520	0.545	0.555	4.650	2354	10.2
30	0.515	0.515	0.550	4.675	3210	14.5

ค่าเฉลี่ยการทดสอบความต้านทานแรงตามขวางของเนื้อดินปั้นภายหลัง

การเผาที่อุณหภูมิ 1,250°C. ร้อยละ  $(13.0 \times 10^7) \pm 0.5 \text{ Pa}$

<sup>1</sup>น้ำหนักกดที่ทำให้ชิ้นงานแตกหัก, กิโลกรัมคูณด้วยค่าแรงโน้มถ่วงของโลก กำหนดให้ ค่าแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup>

<sup>2</sup>ระยะห่างของขารับน้ำหนักกด, L เท่ากับ 3.900 ซม.

## 2.ผลและการวิเคราะห์ของเกลือบ

ตาราง4.7 ผลการทดสอบหาสูตรเกลือบ

สูตรที่	อัตราส่วนของ โซเดียมเฟลด์สปาร์: ดินผสม : ทรายแก้ว (กรัม)	ลักษณะเกลือบ เผาที่อุณหภูมิ 1,250 <sup>o</sup> ซ.	การรานตัว จำนวนช่อง ต่อ ตร.ซม.
1	64 : 16 : 20	เกลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	>50
2	64 : 16 : 16	เกลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและรูเข็ม	>50
3	64 : 16 : 10	เกลือบใส ผิวด้าน เกิดการ ลอกตัว แยกออกจากเนื้อ ดินปั้น	-
4	66 : 16 : 20	เกลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและรูเข็ม	38
5	66 : 20 : 14	เกลือบใส ผิวกึ่งด้าน เกิด การรานตัวถี่กและเกิดรู เข็ม	38
6	66 : 24 : 10	เกลือบใส ผิวด้าน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	>50
7	68 : 12 : 20	เกลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและรูเข็ม	22
8	68 : 20 : 12	เกลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและรูเข็ม	24
9	68 : 22 : 10	เกลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและรูเข็ม	21
10	70 : 10 : 20	เกลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและรูเข็ม	25
11	70 : 15 : 15	เกลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและรูเข็ม	30

ตาราง 4.7 ต่อ

สูตรที่	อัตราส่วนของ โซเดียมเฟลด์สปาร์: ดินผสม : ทราายแก้ว (กรัม)	ลักษณะเคลือบ เผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.	การรานตัว จำนวนช่อง ต่อ ตร.ซม.
12	70 : 18 : 12	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	22
13	70 : 20 : 10	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	15
14	70 : 23 : 7	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	28
15	70 : 25 : 5	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	30
16	72 : 10 : 18	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	>50
17	72 : 18 : 10	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	40
18	72 : 20 : 8	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ ลอกตัว แยกออกจากเนื้อ ดินปั้น	-

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.7 การหาสูตรเคลือบที่ประกอบด้วยโซเดียมเฟลด์สปาร์ ดินผสมและทรายแก้ว

1. เคลือบทุกสูตรที่ทำการทดลองได้ ผลเป็นเคลือบใส สีของเคลือบเป็นสีครีม

2. จากทดลองพบว่าลักษณะของผิวเคลือบที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณ โซเดียมเฟลด์สปาร์เป็นสำคัญ ถ้าโซเดียมเฟลด์สปาร์น้อย จะทำให้เกิดเคลือบด้านหรือกึ่งด้าน แต่ถ้าใช้โซเดียมเฟลด์สปาร์ในเคลือบมากเพียงพอ จะทำให้เคลือบมีความมันวาว

3. การรานตัวเคลือบจุดหลอมตัวต่ำหลอมตัวเร็วกว่าวัตถุดิบที่มีจุดหลอมตัวสูง ทำให้เกิดการยุบตัวเป็นรูเข็ม เพื่อแก้ปัญหานี้ได้โดยการบดเคลือบให้มีขนาดเล็ก

4. การเกิดรูเข็มเคลือบทุกสูตรเกิดรูเข็ม ซึ่งเกิดจากสาเหตุดังนี้

- ขณะหลอมตัวมีความหนืดสูง ทำให้แก๊สถูกกักอยู่ระหว่างชั้นเคลือบกับผิวเนื้อดินปั้นเพื่อแก้ปัญหานี้อาจเติมสารช่วยลดความหนืด ได้แก่ ซิงค์ออกไซด์ โคโลไมด์ และแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น

- วัตถุดิบที่มีจุดหลอมตัวต่ำ หลอมตัวเร็วกว่า วัตถุดิบที่มีจุดหลอมตัวสูง ทำให้เกิดการยุบตัวเป็นรูเข็ม เพื่อเป็นการแก้ปัญหาได้ โดยการบดเคลือบให้มีขนาดเล็กกลงกว่าเดิม

ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

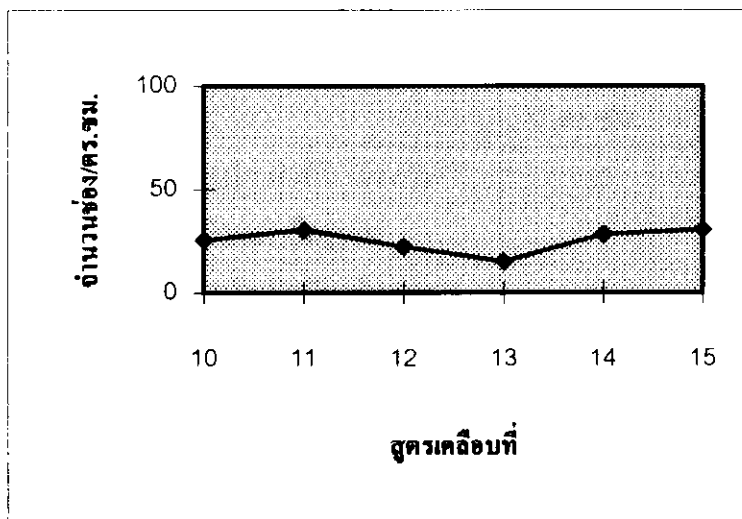
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมเฟลด์สปาร์ที่ใช้กับการรานตัวพบว่า

สูตรเคลือบที่ 1-9 ใช้โซเดียมเฟลด์สปาร์น้อยกว่า 70 กรัม พบว่าเคลือบเกิดการรานตัวสูง เนื่องจากเคลือบมีจุดหลอมตัวสูงเกินไป การหลอมตัวไม่สมบูรณ์

สูตรเคลือบที่ 10-15 ใช้โซเดียมเฟลด์สปาร์ 70 กรัม พบว่าเคลือบมีบางสูตรมีการรานตัวน้อยที่สุด

สูตรเคลือบที่ 16-18 ใช้โซเดียมเฟลด์สปาร์มากกว่า 70 กรัม พบว่าเคลือบมีการรานตัวมากขึ้นอีก เนื่องจากเคลือบมีจุดหลอมตัวต่ำเกิดการหดตัวมากเมื่อเทียบกับเนื้อดินปั้น ดังนั้นเคลือบที่ดีที่สุดในการทดลอง คือ เคลือบที่ประกอบด้วยโซเดียมเฟลด์สปาร์ 70 กรัม

ใช้โซเดียมเฟลด์สปาร์คงที่ที่ 70 กรัมแต่เปลี่ยนแปลงดินผสมและทรายแก้วในปริมาณต่างๆกัน 6 สูตร(สูตรที่ 10-15) พบว่าลักษณะของเคลือบที่ได้ไม่แตกต่างกัน คือ ได้เคลือบใส ผิวมัน เกิดรูเข็ม และเกิดการรานตัว แต่เมื่อพิจารณาการรานตัวแล้ว สูตรที่ 13 (ดิน 20 กรัม) มีจำนวนช่องเกิดการรานตัว ประมาณ 15 ช่องต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งน้อยกว่าสูตรอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสูตรเคลือบที่โซเดียมเฟลด์สปาร์คงที่ที่ 70 กรัมกับการรานตัว

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณดินผสมที่ใช้กับการรานตัว พบว่า

-เมื่อใช้ดินผสมน้อยกว่า 20 กรัม (สูตรที่ 1และ2) เคลือบเกิดการรานตัวมากขึ้นเนื่องจากใช้ดินผสมน้อยทำให้ใช้ทรายมาก เคลือบจึงเกิดการหดตัวน้อย(ทรายมีการหดตัวน้อยมาก)

--เมื่อใช้ดินผสมมากกว่า 20 กรัม (สูตรที่ 6) เคลือบเกิดการรานตัวมากขึ้นเนื่องจากใช้ปริมาณดินมากเกินไปทำให้จุดหลอมตัวของเคลือบสูงขึ้น จึงหลอมตัวอย่างไม่สมบูรณ์(ใช้อุณหภูมิในการหลอมคงที่ 1,250 °ซ)

ทำการปรับสูตรเคลือบที่ 13 เพื่อหาสูตรใกล้เคียงที่มีการรานตัวต่ำที่สุดดังแสดงในตาราง  
ปรับสูตรเคลือบที่ 13 นี้

สูตรที่	อัตราส่วนของ โซเดียมเฟลด์สปาร์: ดินผสม : ทราชแก้ว (กรัม)	ลักษณะเคลือบ เผาที่อุณหภูมิ 1,250°ซ.	การรานตัว จำนวนช่อง ต่อ ตร.ซม.
	69 : 19 : 10	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	22
	69 : 20 : 9	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	25
	70 : 19 : 11	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	19
13	70 : 20 : 10	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	16
	70 : 21 : 9	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	20
	71 : 19 : 10	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	24
	71 : 20 : 9	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการลอก ตัว แยกออกจากเนื้อดินปั้น	31

สรุปได้ว่าสูตรเคลือบที่มีอัตราส่วน(กรัม) โซเดียมเฟลด์สปาร์ : ดิน : ทราชแก้วเป็น 70 : 20 : 10  
ให้ผลเคลือบทางกายภาพดีที่สุด แต่มีปัญหาการเกิดรูเข็มและการรานตัวจึงต้องมีการเติมสารเติมแต่ง(adding  
materials) เพื่อแก้ปัญหการานตัวและเกิดรูเข็ม

## ผลและการวิเคราะห์ของการปรับปรุงเคลือบ

## 1 โดยการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต

ตาราง 4.8 ผลการปรับปรุงสูตรเคลือบ โดยการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ )

สูตรที่	อัตราส่วนของ โซเดียมเฟลด์สปาร์: ดินผสม : ทราชแก้ว (กรัม)	แคลเซียม- คาร์บอเนต (กรัม)	ลักษณะเคลือบ เผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.	การรานตัว จำนวนช่อง ต่อ ตร.ซม.
19	70 : 20 : 10	2	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัวและเกิดรูเข็ม	17
20	70 : 20 : 10	4	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัว	27
21	70 : 20 : 10	6	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัว	19
22	70 : 20 : 10	8	เคลือบใส ผิวมัน เกิดการ รานตัว	23
23	70 : 20 : 10	10	เคลือบใส ผิวมัน มีสีเหลืองใส รอยรานตัวลึกและกว้าง	9
24	70 : 20 : 10	15	เคลือบใส ผิวมัน มีสีเหลืองใส รอยรานตัวลึกและกว้าง	8
25	70 : 20 : 10	20	เคลือบใส ผิวมัน มีสีเหลืองใส รอยรานตัวลึกและกว้าง	17
26	70 : 20 : 10	30	เคลือบใส ผิวมัน มีสีเหลืองใส รอยรานตัวลึกและกว้าง	10
27	70 : 20 : 10	54	เคลือบใส ผิวมัน มีสีเหลืองใส รอยรานตัวลึกและกว้าง	9



## วิเคราะห์การทดลอง

สรุปได้ดังนี้ ทุกสูตรไม่มีรูเข็ม แต่เกิดการรานตัว โดยสูตรที่ 20 - 22 จะเกิดการรานตัวคิดเป็นจำนวนช่องต่อตารางเซ็นติเมตร มากกว่าสูตรเคลือบที่ไม่มีการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตส่วนสูตรอื่นๆ(23-27) จะเกิดการรานตัวเป็นรอยลึกและกว้างสังเกตเห็นได้ชัดเจนกว่าสูตร 13

ดังนั้นสรุปได้ว่าการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตในปริมาณที่มากกว่า 2 กรัม (ร้อยละ 1.97)สามารถแก้ปัญหาการเกิดรูเข็มได้แต่ไม่สามารถแก้ปัญหาการรานตัวได้ จึงทำการปรับปรุงสูตรที่ 13 โดยการเติมซิงค์ออกไซด์และโคโลไมต์

## 2 โดยการเติมซิงค์ออกไซด์และโคโลไมต์

ตาราง 4.9 ผลการสรุปสูตรเคลือบโดยการเติมซิงค์ออกไซด์และโคโลไมต์ชุดที่ 1

สูตรที่	อัตราส่วนของ โซเดียมเฟลด์สปาร์: ดินผสม : ทรายแก้ว (กรัม)	ซิงค์ออกไซด์	โคโลไมต์	ลักษณะเคลือบ เผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.	การรานตัว จำนวนช่อง ต่อ ตร.ซม.
28	70 : 20 : 10	10	5	เคลือบใส ผิวมัน มีสี เหลืองใสเกิดการรานตัว และเกิดรูเข็ม	10
29	70 : 20 : 10	10	7	เคลือบใสผิวมัน มีสี เหลืองใสเกิดการรานตัว และเกิดรูเข็ม	21
30	70 : 20 : 10	10	10	เคลือบใสผิวมัน มีสี เหลืองใสเกิดการรานตัว และเกิดรูเข็ม	23
31	70 : 20 : 10	7	5	เคลือบใสผิวมัน มีสี เหลืองใสเกิดการรานตัว และเกิดรูเข็ม	23
32	70 : 20 : 10	7	7	เคลือบใสผิวมัน มีสี เหลืองใสเกิดการรานตัว และเกิดรูเข็ม	22
33	70 : 20 : 10	7	10	เคลือบใสผิวมัน มีสี เหลืองใสเกิดการรานตัว	25

34	70 : 20 : 10	5	5	และเกิดรูเข็ม เคลือบใสผิวมัน มีสี เหลืองใสเกิดการรานตัว และเกิดรูเข็ม	30
35	70 : 20 : 10	5	7	เคลือบใสผิวมัน มีสี เหลืองใสเกิดการรานตัว และเกิดรูเข็ม	28
36	70 : 20 : 10	5	10	เคลือบใสผิวมัน มีสี เหลืองใสเกิดการรานตัว และเกิดรูเข็ม	32

### วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตาราง 4.9 การปรับปรุงเคลือบโดยการเติมซิงค์ออกไซด์และโคโลไมด์ชุดที่ 1 สรุปผลได้ว่าทุกสูตรให้เคลือบใส ผิวมัน มีสีเหลืองใสเกิดการรานตัวและเกิดรูเข็ม

โดยพบว่าการรานตัวของเคลือบลดลงเมื่อใช้ซิงค์ออกไซด์มากที่สุด 10 กรัมและปริมาณโคโลไมด์ลดลงจากการทดลองนี้ได้สูตรเคลือบที่มีการรานตัวต่ำสุด คือ สูตรเคลือบที่มีซิงค์ออกไซด์ 10 กรัม และโคโลไมด์ 5 กรัม จึงทำการทดลองโดยการเติมซิงค์ออกไซด์มากขึ้นและเติมโคโลไมด์น้อยลง

ตาราง 4.10 ผลการสรุปสูตรเคลือบโดยการเติมซิงค์ออกไซด์และโคโลไมด์ชุดที่ 2

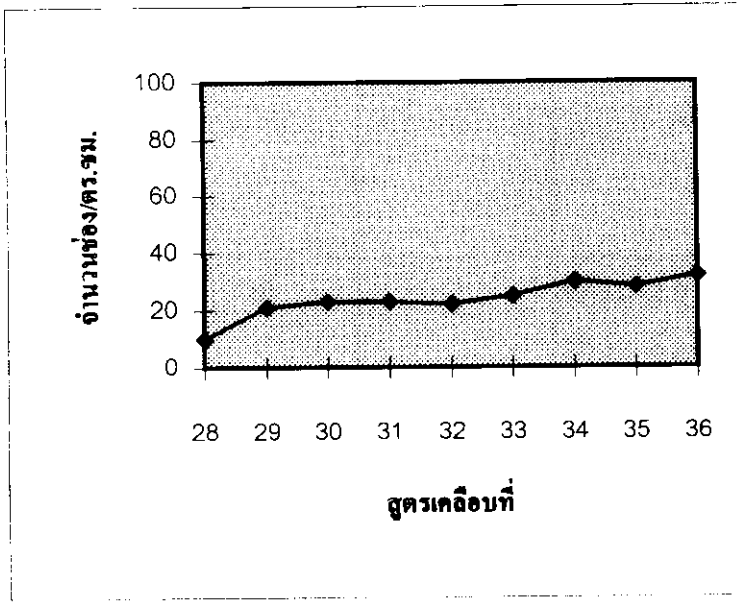
สูตรที่	อัตราส่วนของ โซเดียมเฟลด์สปาร์: ดินผสม : ทราชแก้ว (กรัม)	ซิงค์ออกไซด์	โคโลไมด์	ลักษณะเคลือบ เผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.	การรานตัว จำนวนช่อง ต่อ คร.ชม.
37	70 : 20 : 10	10	1	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ขุ่นเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม	7
38	70 : 20 : 10	10	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ขุ่นเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม	11
39	70 : 20 : 10	10	3	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ขุ่นเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม	8
40	70 : 20 : 10	10	4	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ขุ่นเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม	9
41	70 : 20 : 10	10	1	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ขุ่นเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม	9
42	70 : 20 : 10	12	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสี ขาวขุ่นเกิดการรานตัว และเกิดรูเข็ม	7
43	70 : 20 : 10	12	3	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ขุ่นเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม	6
44	70 : 20 : 10	12	4	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ขุ่นเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม	6
45	70 : 20 : 10	14	1	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว	6

46	70 : 20 : 10	14	2	ขุนเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว	4
47	70 : 20 : 10	14	3	ขุนเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว	7
48	70 : 20 : 10	14	4	ขุนเกิดการรานตัวและ เกิดรูเข็ม เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว	6

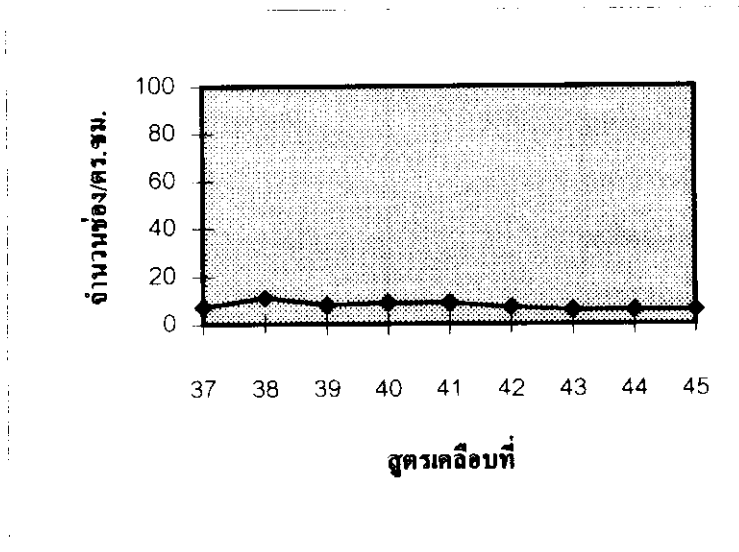
### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ลักษณะของเคลือบที่ได้มีลักษณะเหมือนกันคือ เป็นเคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ขุน เกิดรูเข็มและเกิดการรานตัว เมื่อเปรียบเทียบจำนวนช่องของการรานตัวกลุ่มที่มีซิงค์ออกไซด์มากที่สุด (14 กรัม) มีการรานตัวน้อยกว่ากลุ่มอื่น ๆ คือ รานตัวประมาณ 6 ช่องต่อตารางเซนติเมตร (รูปที่ 4.2) เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มนี้ พบว่าการรานตัวของเคลือบน้อยที่สุด เมื่อมีโคโลไมต์ 2 กรัม มีการรานตัวเพียง 4 ช่อง ต่อตารางเซนติเมตร (รูปที่ 4.3)

ดังนั้น สำหรับสูตรเคลือบที่เติมสารเติมแต่ง 2 ชนิด คือ ซิงค์ออกไซด์และโคโลไมต์ ต้องเติมซิงค์ออกไซด์มากกว่า 14 กรัม และเติมโคโลไมต์ 2 กรัม อาจทำให้การรานตัวหมดไป การทดลองชุดต่อไปจึงกำหนดให้ โคโลไมต์คงที่ที่ 2 กรัมและทดลองปรับปริมาณซิงค์ออกไซด์ให้มากกว่า 14 กรัม



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสูตรเคลือบที่เดิมซึ่งคัดออก ไซค์ชุดที่ 2 กับการรันตัว



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสูตรเคลือบที่เดิมซึ่งคัดออก ไซค์ชุดที่ 2 กลุ่มที่ 3 กับการรันตัว

ตาราง 4.11 ผลการสรุปสูตรเคลือบโดยการเติมซิงค์ออกไซด์และโคโลไมด์ชุดที่ 3

สูตรที่	อัตราส่วนของ โซเดียมเฟลด์สปาร์: ดินผสม : ทราชแก้ว (กรัม)	ซิงค์ออกไซด์	โคโลไมด์	ลักษณะเคลือบ เผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.	การรานตัว จำนวนช่อง ต่อ ตร.ซม.
49	70 : 20 : 10	15	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิด การรานตัวและเกิดรูเข็ม	0.12
50	70 : 20 : 10	16	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิด การรานตัวและเกิดรูเข็ม	0.16
51	70 : 20 : 10	17	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสี ขาวขุ่นเกิดการรานตัวและเกิดรู เข็ม	0.08
52	70 : 20 : 10	18	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิด การรานตัวและเกิดรูเข็ม	0
53	70 : 20 : 10	19	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิด การรานตัวและเกิดรูเข็ม	0
54	70 : 20 : 10	20	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิด การรานตัวและเกิดรูเข็ม	0
55	70 : 20 : 10	21	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิด การรานตัวและเกิดรูเข็ม	0
56	70 : 20 : 10	22	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิด การรานตัวและเกิดรูเข็ม	0
57	70 : 20 : 10	23	2	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิด การรานตัวและเกิดรูเข็ม	0

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

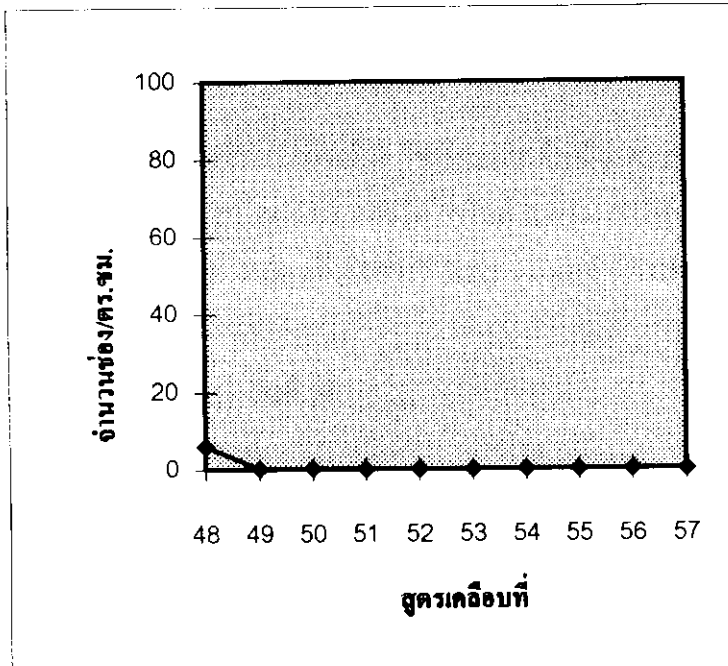
จากตาราง 4.11 สูตรที่ 49-57 ปริมาณซิงค์ออกไซด์เป็น 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 และ 23 กรัม ตามลำดับ และใช้ปริมาณโคโลไมด์ 2 กรัม คงที่

ลักษณะของเคลือบที่ได้แบ่งเป็น 2 ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 4.4 คือ

สูตร 49-51 ได้เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิดรูเข็ม และเกิดการรานตัว

สูตร 52-57 ได้เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นเกิดรูเข็ม ไม่เกิดการรานตัว

สรุปได้ว่า สำหรับเคลือบที่มีอัตราส่วน (กรัม) โซเดียมเฟลด์สปาร์ : ดินผสม : ทราชแก้ว เป็น 70 : 20 : 10 ซึ่งมีปัญหาการรานตัวและเกิดรูเข็ม นั้นสามารถแก้ปัญหาการรานตัวโดยการเติมซิงค์ออกไซด์มากกว่า 17 กรัม และเติมโคโลไมต์ 2 กรัม



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสูตรเคลือบที่เติมซิงค์ออกไซด์ชุดที่ 3 กับการรานตัว

ตาราง 4.12 ผลการทำซ้ำสูตรเคลือบที่ 52-57<sup>1</sup>

สูตรที่	ลักษณะเคลือบ เหนือที่อุณหภูมิ 1,250°C.	จำนวนชั้นที่เกิด การรานตัว	หมายเหตุ
52	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่น เกิดรูเข็ม	6	
53	" " " "	3	
54	" " " "	0	
55	" " " "	0	เกิดผลึก
56	" " " "	0	เกิดผลึก
57	" " " "	0	เกิดผลึก

<sup>1</sup>เคลือบชิ้นงานสูตรละ 10 ชิ้น

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตาราง 4.12 ทดสอบสูตรเคลือบที่ 52-57 จำลองโดยการเพิ่มขึ้นทดสอบเป็น 10 ชั้น ทุกสูตรให้ผลเคลือบเหมือนกันคือ เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นและเกิดรูเข็มส่วนการรานตัวเกิดเฉพาะ สูตรที่ 52 และ 53 ซึ่งเกิดการรานตัว 6 และ 3 ชั้น ตามลำดับ เนื่องจากซิงค์ออกไซด์ที่ใช้มีปริมาณไม่มากพอ สำหรับสูตรที่ 55,56 และ 57 เกิดผลึกเล็กๆขึ้น

ดังนั้นการปรับปรุงเคลือบที่ประกอบด้วย โซเดียมเฟลด์สปาร์ 70 กรัม ดินผสม 20 กรัม ทราายแก้ว 10 กรัม โดยใช้ซิงค์ออกไซด์ในช่วง 20-23 กรัม และโคโลไมต์ 2 กรัม ทำให้การรานตัวของเคลือบหมดไป แต่เคลือบที่ได้มีอายุการใช้งานต่ำโดย เคลือบก็เกิดการรานตัว 1 วันหลังการเผา ดังตาราง 4.13

ตาราง 4.13 ผลเคลือบสูตรที่ 54-57 วันที่ 21

สูตรที่	ลักษณะเคลือบ เผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.	จำนวนชั้นที่เกิด การรานตัว
54	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่น เกิดรูเข็ม	10
55	” ” ” ”	10
56	” ” ” ”	10
57	” ” ” ”	10

หลังจากวันที่อุณหภูมิในเตาเผาตกลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง

จากตาราง 4.13 เมื่อเวลาผ่านไป 1 วันเคลือบเกิดการรานตัว ลักษณะการรานตัวที่เกิดขึ้นเหมือนกันทุกสูตรคือ 2-3 เส้นต่อชิ้นงาน แสดงว่าซิงค์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นไม่ช่วยทำให้เคลือบมีอายุการใช้งานนานขึ้น แต่ทำให้ได้เคลือบผลึก ซึ่งในการวิจัยนี้ไม่ได้ให้ความสำคัญต่อเคลือบผลึก ดังนั้นเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานของเคลือบและแก้ปัญหการเกิดรูเข็มสูตรเคลือบที่ 54 จะใช้ในการปรับปรุงเคลือบต่อไป ประกอบด้วย

โซเดียมเฟลด์สปาร์	70	กรัม
ดินผสม	20	กรัม
ทราายแก้ว	10	กรัม
ซิงค์ออกไซด์	20	กรัม
โคโลไมต์	2	กรัม



### 3 โดยการเติมแบเรียมคาร์บอเนต

ตาราง 4.14 ผลการปรับปรุงเคลือบโดยการเติมแบเรียมคาร์บอเนต<sup>1</sup>

สูตรที่	ลักษณะเคลือบ เหนืออุณหภูมิ 1,250°	จำนวนชั้นที่เกิดการรานตัว		หมายเหตุ
		วันที่ 1	วันที่ 2	
58 <sup>2</sup>	เคลือบใส ผิวมัน สีเหลืองใส เกิดรูเข็ม	3	2	
59 <sup>3</sup>	“ “ “ “	5	-	รานตัวลึกและกว้าง
60 <sup>4</sup>	“ “ “ “	5	-	รานตัวลึกและกว้าง
61 <sup>5</sup>	“ “ “ “	5	-	รานตัวลึกและกว้าง

<sup>1</sup>เคลือบชิ้นงานทดสอบสูตรละ 5 ชิ้น

2 ประกอบด้วย โซเดียมเฟลด์สปาร์ 70 กรัม ดินผสม 20 กรัม ทราชแก้ว 10 กรัม ซิงค์ออกไซด์ 20 กรัม โคลโลไมด์ 2 กรัม แบเรียมคาร์บอเนต 3 กรัม

3 ประกอบด้วย โซเดียมเฟลด์สปาร์ 70 กรัม ดินผสม 20 กรัม ทราชแก้ว 10 กรัม ซิงค์ออกไซด์ 20 กรัม โคลโลไมด์ 2 กรัม แบเรียมคาร์บอเนต 5 กรัม

4 ประกอบด้วย โซเดียมเฟลด์สปาร์ 70 กรัม ดินผสม 20 กรัม ทราชแก้ว 10 กรัม ซิงค์ออกไซด์ 20 กรัม โคลโลไมด์ 2 กรัม แบเรียมคาร์บอเนต 7 กรัม

5 ประกอบด้วย โซเดียมเฟลด์สปาร์ 70 กรัม ดินผสม 20 กรัม ทราชแก้ว 10 กรัม ซิงค์ออกไซด์ 20 กรัม โคลโลไมด์ 2 กรัม แบเรียมคาร์บอเนต 10 กรัม

หมายเหตุ ชั้นที่รานตัวในวันที่ 1 จะไม่นำไปทดสอบการรานตัวในวันที่ 2

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางที่ 4.14 ทำการทดลองโดยการเติมแบเรียมคาร์บอเนตในปริมาณต่างๆกัน คือ สูตรที่ 58-61 ลักษณะของเคลือบที่ได้ เป็นเคลือบใสผิวมัน สีเหลืองใส เกิดรูเข็ม ส่วนปัญหาการรานตัว แยกทดสอบเป็นวันที่ 1 และ 2

สรุปได้ว่าการเติมแบเรียมคาร์บอเนตไม่สามารถแก้ปัญหาการเกิดรูเข็มได้และไม่ทำให้อายุการใช้งานของเคลือบเพิ่มขึ้นแต่กลับเพิ่มปัญหาการรานตัวมากขึ้น สูตรที่เติมแบเรียมคาร์บอเนตน้อยที่สุด คือ สูตรที่ 58 เคลือบเกิดการรานตัววันที่แรกถึง 3 ชั้น เปรียบเทียบกับสูตรเดียวกันแต่ไม่เติมแบเรียมคาร์บอเนตไม่เกิดการรานตัวในวันแรก ดังนั้นสูตรเคลือบที่ดีที่สุดคือสูตรเคลือบที่ 54 ที่ไม่มีการเติมแบเรียมคาร์บอเนต

## 4 โดยการใช้โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์แทนโซเดียมเฟลด์สปาร์บางส่วน

ตาราง 4.15 แสดงการปรับปรุงเคลือบโดยการใช้โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์แทนโซเดียมเฟลด์สปาร์บางส่วน<sup>1</sup>

สูตรที่	ลักษณะเคลือบ เเผาที่อุณหภูมิ 1,250°C.	จำนวนชั้นที่เกิดการรานตัว	
		วันที่ 1	วันที่ 2
62 <sup>2</sup>	เคลือบใส ผิวมัน สีขาวขุ่น เกิดรูเข็ม	1	4
63 <sup>3</sup>		4	1
64 <sup>4</sup>	.. ผิวกึ่งด้าน .. ..	5	-
65 <sup>5</sup>	.. .. .. ..	5	-
66 <sup>6</sup>	.. ผิวด้าน .. ..	5	-

<sup>1</sup> ชั้นทดสอบ สูตรละ 5 ชั้น

2 โซเดียมเฟลด์สปาร์ 60 กรัม

โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ 10 กรัม

3 โซเดียมเฟลด์สปาร์ 55 กรัม

ดินผสม 20 กรัม

โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ 15 กรัม

ทรายแก้ว 10 กรัม

4 โซเดียมเฟลด์สปาร์ 50 กรัม

+ ซิงค์ออกไซด์ 20 กรัม

โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ 20 กรัม

โคโตะไมด์ 2 กรัม

5 โซเดียมเฟลด์สปาร์ 45 กรัม

โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ 25 กรัม

6 โซเดียมเฟลด์สปาร์ 40 กรัม

โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ 30 กรัม

### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตาราง 4.15 การปรับปรุงเคลือบสูตรที่ 62-66 โดยการใช้โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์แทนโซเดียมเฟลด์สปาร์บางส่วน ซึ่งจากการทดลองพบว่าปริมาณของโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์มีผลต่อลักษณะของเคลือบคือ

ให้ผิวเคลือบต่างกัน ถ้าใช้ในช่วง 15-10 กรัม จะได้เคลือบผิวมัน ถ้าใช้ในช่วง 25-20 จะได้เคลือบผิวกึ่งด้าน ถ้าใช้มากกว่า 30 กรัม จะได้เคลือบผิวด้าน โดยแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ได้เคลือบใส ผิวมัน สีขาวขุ่นและเกิดรูเข็ม คือ สูตรที่ 62 และ 63

กลุ่มที่ 2 ได้เคลือบใส ผิวกึ่งด้าน สีขาวขุ่นและเกิดรูเข็ม คือ สูตรที่ 64 และ 65

กลุ่มที่ 3 ได้เคลือบใส ผิวด้าน สีขาวขุ่นและเกิดรูเข็ม คือ สูตรที่ 66

เมื่อพิจารณาการรานตัวโดยแยกทดสอบการรานตัวในวันที่ 1 และวันที่ 2 หลังการเคลือบ พบว่าสูตรที่ 64-66 เกิดการรานตัวทั้งหมด จึงไม่ทดสอบการรานตัวในวันที่ 2 ส่วนสูตรที่ 62 และ 63 มีการรานตัววันแรก 1 และ 4 ชิ้น ตามลำดับ วันที่ 2 ส่วนที่เหลือทั้งหมดเกิดการรานตัว ปรากฏว่าสูตร ที่ 62-64 ค่อนข้างดีกว่าสูตรที่ 54 ซึ่งเป็นสูตรหลักที่ไม่มีการใช้โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์

สรุปได้ว่าการใช้โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์แทนโซเดียมเฟลด์สปาร์บางส่วน ไม่สามารถแก้ปัญหาการเกิดรูเข็มได้ และไม่ทำให้อายุการใช้งานของเคลือบเพิ่มขึ้น แต่เพิ่มปัญหาการรานตัว ดังนั้นสูตรเคลือบที่ดีที่สุดยังคงเป็น สูตรที่ 54

## 5 โดยการลดขนาดอนุภาควัตถุคืบ

ตาราง 4.16 แสดงการลดขนาดอนุภาคของเคลือบสูตรที่ 54 จากเล็กกว่า 195 ไมครอนเป็นเล็กกว่า 74 ไมครอน

ชั้นที่	ลักษณะเคลือบ	การรานตัว	
		วันที่ 1	วันที่ 2
1	เคลือบใส ผิวมัน ไม่เกิดรูเข็ม	ไม่รานตัว	รานตัว
2	“ “ “	“	“
3	“ “ “	“	“
4	“ “ “	“	“
5	“ “ “	“	“
6	“ “ “	“	“
7	“ “ “	“	“
8	“ “ “	“	“
9	“ “ “	“	“
10	“ “ “	“	“

### วิเคราะห์ผลการทดลอง

ตาราง 4.16 จากการทดลองการปรับปรุงเคลือบ โดยการลดขนาดอนุภาคของเคลือบจากเล็กกว่า 195 ไมครอนเป็นเล็กกว่า 74 ไมครอน ลักษณะของเคลือบ ได้เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นและไม่เกิดรูเข็ม การรานตัวพบว่าวันที่ 1 ทุกชั้นไม่เกิดการรานตัว และ วันที่ 2 ทุกชั้นเกิดการรานตัว

สรุปได้ว่าการลดขนาดอนุภาคของเคลือบให้เล็กกว่า 74 ไมครอน สามารถแก้ปัญหาการเกิดรูเข็มได้ แต่ไม่ทำให้อายุการใช้งานของเคลือบเพิ่มขึ้น

## 6 โดยการเพิ่มอุณหภูมิ

ตาราง 4.17 ผลการปรับปรุงสูตรเคลือบที่ 54 โดยการเผาที่ 1,270°C.

ชั้นที่	ลักษณะเคลือบ	การรานตัว		
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
1	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ไม่เกิดรูเข็ม	ไม่รานตัว	รานตัว	-
2	” ” ” ”	”	”	-
3	” ” ” ”	”	”	-
4	” ” ” ”	”	”	-
5	” ” ” ”	”	”	-
6	” ” ” ”	”	”	-
7	” ” ” ”	”	”	-
8	” ” ” ”	”	ไม่รานตัว	รานตัว
9	” ” ” ”	”	”	-
10	” ” ” ”	”	”	-

## วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตาราง 4.17 ผลการทดลองการปรับปรุงสูตรเคลือบที่ 54 โดยการเพิ่มอุณหภูมิ จาก 1,250°C. เป็น 1,270°C. ได้เคลือบใส ผิวมัน ไม่เกิดรูเข็ม เมื่อพิจารณาการรานตัว ในวันที่ 1 เคลือบไม่รานตัว วันที่ 2 เกิดการรานตัว 7 ชั้น วันที่ 3 รานตัว 3 ชั้น (ทดสอบการรานตัวเพียง 3 วัน เพราะหลังจากนี้แล้วการรานตัวไม่เพิ่มขึ้น)

สรุปได้ว่าการเพิ่มอุณหภูมิช่วยทำให้อายุการใช้งานของเคลือบนานขึ้น แต่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามตาราง 4.17 อาจต่ำเกินไป จึงทดลองเพิ่มอุณหภูมิเป็น 1,300°C.

ตาราง 4.18 ผลการปรับปรุงสูตรเคลือบที่ 54 โดยการเผาที่ 1,300°C.

ชั้นที่	ลักษณะเคลือบ	การรานตัว		
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
1	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ไม่เกิดรูเข็ม	ไม่รานตัว	รานตัว	-
2	” ” ” ”	”	”	-
3	” ” ” ”	”	”	-
4	” ” ” ”	”	”	-
5	” ” ” ”	”	ไม่รานตัว	รานตัว
6	” ” ” ”	”	”	”
7	” ” ” ”	”	”	”
8	” ” ” ”	”	”	”
9	” ” ” ”	”	”	”
10	” ” ” ”	”	”	”

### วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตาราง 4.18 ผลการทดลองการปรับปรุงสูตรเคลือบที่ 54 โดยการเพิ่มอุณหภูมิจาก 1,270°C เป็น 1,300°C. ได้เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาวขุ่นและไม่เกิดรูเข็ม เมื่อพิจารณาการรานตัว วันที่ 1 ไม่เกิดการรานตัว วันที่ 2 รานตัว 4 ชั้น วันที่ 3 รานตัว 6 ชั้น จากผลการทดลองการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 1,300°C. ให้ผลที่ดีกว่า การเพิ่มอุณหภูมิ ที่ 1,270°C แต่จากการทดลองเผาที่ 1,300°C. อาจยังต่ำไป จึงทดลองเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น ดังตาราง 4.19

ตาราง 4.19 ผลการปรับปรุงสูตรเคลือบที่ 54 โดยการเผาที่ 1,310°C.

ชั้นที่	ลักษณะเคลือบ	การรานตัว		
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
1	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ไม่เกิดรูเข็ม	ไม่รานตัว	ไม่รานตัว	รานตัว
2	” ” ” ”	”	”	-
3	” ” ” ”	”	”	-
4	” ” ” ”	”	”	-
5	” ” ” ”	”	”	ไม่รานตัว
6	” ” ” ”	”	”	”
7	” ” ” ”	”	”	”
8	” ” ” ”	”	”	”
9	” ” ” ”	”	”	”
10	” ” ” ”	”	”	”

### วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตาราง 4.19 การทดลองการปรับปรุงสูตรเคลือบที่ 54 โดยการเพิ่มอุณหภูมิจาก 1,300°C เป็น 1,310°C. ได้เคลือบใส ผิวมัน ไม่เกิดรูเข็ม เมื่อพิจารณาการรานตัว วันที่ 1 ไม่รานตัว วันที่ 2 ไม่รานตัวและ วันที่ 3 รานตัว 5 ชั้น จากผลการทดลองเมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 1,310°C. ทำให้อายุการใช้งานของเคลือบนานขึ้น ดังนั้นจึงทดลองเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเป็น 1,330°C. ดังตาราง 4.20

ตาราง 4.20 ผลการปรับปรุงสูตรเคลือบที่ 54 โดยการเผาที่ 1,330°C.

ชั้นที่	ลักษณะเคลือบ	การรานตัว		
		วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
1	เคลือบใส ผิวมัน มีสีขาว ไม่เกิดรูเข็ม	ไม่รานตัว	ไม่รานตัว	ไม่รานตัว
2	” ” ” ”	”	”	”
3	” ” ” ”	”	”	”
4	” ” ” ”	”	”	”
5	” ” ” ”	”	”	”
6	” ” ” ”	”	”	”
7	” ” ” ”	”	”	”
8	” ” ” ”	”	”	”
9	” ” ” ”	”	”	”
10	” ” ” ”	”	”	”

#### วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตาราง 4.20 ผลการทดลองปรับปรุงสูตรเคลือบที่ 54 โดยการเพิ่มอุณหภูมิจาก 1,310°C. เป็น 1,330°C. ได้เคลือบใส ผิวมัน ไม่เกิดรูเข็มและไม่เกิดการรานตัว เมื่อทิ้งไว้ 3 วัน แสดงให้เห็นสูตรเคลือบที่ 54 เป็นสูตรเคลือบที่เหมาะสมกับเนื้อดินปั้น เมื่อเผาที่ 1,330°C. ดังนั้นจึงนำสูตรนี้ไปทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม



## ผลการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องดินเผาโมเสก

ตาราง 4.21 ผลการทดสอบการรานตัวด้วยอโดเครฟ

ชั้นที่	ผลการทดสอบ
1	ไม่เกิดการรานตัว
2	..
3	..
4	..
5	..
6	..
7	..
8	..
9	..
10	..
11	..
12	..
13	..

ตาราง 4.22 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ

ชั้นที่	$W_d$ (กรัม)	$W_w$ (กรัม)	$W_w - W_d$ (กรัม)	$(W_w - W_d)/W_d$	ร้อยละการดูดซึมน้ำ
1	25.8	26.4	0.6	0.023	2.3
2	26.5	27.1	0.6	0.023	2.3
3	25.8	26.3	0.5	0.019	1.9
4	25.1	25.6	0.5	0.020	2.0
5	25.4	26.1	0.7	0.028	2.8
6	26.6	27.2	0.6	0.022	2.2
7	27.5	28.0	0.5	0.018	1.8

ตาราง 4.22 ต่อ

ชั้นที่	$W_d$ (กรัม)	$W_w$ (กรัม)	$W_w - W_d$ (กรัม)	$(W_w - W_d)/W_d$	ร้อยละการดูดซึมน้ำ
8	26.0	26.4	0.4	0.015	1.5
9	25.0	25.5	0.5	0.020	2.0
10	25.0	25.5	0.5	0.020	2.0
11	26.1	26.6	0.5	0.019	1.9
12	25.3	25.7	0.4	0.016	1.6
13	27.1	27.4	0.3	0.011	1.1

ตาราง 4.23 ผลการทดสอบการทนทานต่อสารเคมี

การทนทานต่อกรด

ชั้นที่	ผลการทดสอบ
1	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
2	..
3	..
4	..
5	..
6	..
7	..

การทนทานต่อด่าง

ชั้นที่	ผลการทดสอบ
1	ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
2	..
3	..
4	..
5	..
6	..

ตาราง 4.24 ผลการทดสอบการทนทานต่อการขจัดสี

ชั้นที่	$W_1$ (กรัม)	$W_2$ (กรัม)	$W_1 - W_2$ (กรัม)
1	28.0	28.0	0.0
2	25.5	25.5	0.0
3	25.6	25.6	0.0
4	25.9	25.9	0.0
5	25.9	25.9	0.0
6	26.6	26.6	0.0
7	25.8	25.8	0.0
8	24.6	24.6	0.0
9	25.8	25.8	0.0
10	24.5	24.5	0.0
11	24.5	24.5	0.0
12	26.2	26.2	0.0
13	25.8	25.8	0.0

### วิเคราะห์ผลการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาโมเสก

จากผลการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาโมเสกผลิตภัณฑ์ที่ได้ผ่านมาตรฐาน ยกเว้นค่าการดูดซึมน้ำ เนื่องจากวิธีการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ เป็นการทดสอบทั้งชิ้นงาน (เนื้อดินปั้นและเคลือบ) ดังนั้นเมื่อทำการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำเฉพาะเคลือบ ได้ผลดังตาราง 4.25

ตาราง 4.25 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำเฉพาะเคลือบ

ชั้นที่	$W_d$ (กรัม)	$W_w$ (กรัม)	$W_w - W_d$ (กรัม)	$(W_w - W_d)/W_d$	ร้อยละการดูดซึมน้ำ
1	24.5	24.5	0.0	0.0	0.0
2	26.4	26.4	0.0	0.0	0.0
3	24.3	24.3	0.0	0.0	0.0
4	25.7	25.7	0.0	0.0	0.0
5	24.8	24.8	0.0	0.0	0.0
6	23.2	23.2	0.0	0.0	0.0
7	27.1	27.1	0.0	0.0	0.0
8	26.0	26.0	0.0	0.0	0.0
9	25.5	25.5	0.0	0.0	0.0
10	24.3	24.3	0.0	0.0	0.0
11	25.8	25.8	0.0	0.0	0.0
12	24.9	24.9	0.0	0.0	0.0
13	26.2	26.2	0.0	0.0	0.0

จากตาราง 4.25 เคลือบไม่มีการดูดซึมน้ำ ดังนั้นเคลือบที่ได้มีคุณสมบัติผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์

อุตสาหกรรม