

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการย่อที่ 1 การผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบา ในระบบอุตสาหกรรม

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. นายสุทธิชัย ทีปประสาร	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
2. ดร. วราณี ติรัมภกุล	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ทองประเสริฐ-
3. นายพะเวียง จงมีสุข	ศิลป์ชัยเซรามิก
4. นายธีระชัย รัตนโรจน์มงคล	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
5. นางสาวนงลักษณ์ บรรยงวิจัย	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
6. นายสุพะไชย จินดาวุฒิกุล	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
7. นายชนนสรณ์ โสตถิโสภา	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
8. นางสาวชนิตร์นันทน์ ตาตะนันทน์	สมาคมเซรามิกส์ไทย
9. นางสาวอัญชลี จงมีสุข	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ทองประเสริฐ-
	ศิลป์ชัยเซรามิก

ชุดโครงการอุตสาหกรรมขนาดย่อม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

คณบดีวิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยโครงการพัฒนาคุณภาพเชรามิกน้ำหนักเบา เพื่อใช้ในการตอกแต่งและการปลูกกล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับ และเจ้าหน้าที่ของ สกว. ทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดีเยี่ยม จนผลงานวิจัยประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ และผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเชรามิค ที่กรุณามอบนิญญาตให้เชื้อบุคลากรและเครื่องมืออุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย

ขอขอบคุณข้าราชการและลูกจ้างประจำศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเชรามิคที่ร่วมทำงานตลอดกระบวนการผลิตอย่างดีเยี่ยม และอำนวยความสะดวกในการทำงานทุกประการ ทำให้นักวิจัยสามารถแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการทำงานได้อย่างรวดเร็ว งานนำเสนอผลงานที่วางแผนงานที่วางไว้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการและข้าราชการสำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่จัดหาข้อมูลสิทธิบัตรและร่วมมือเขียนเอกสารอ้างอิง

ขอขอบคุณบริษัท วรวิทยกรุ๊ป จำกัด ที่นำกระถางเชรามิกน้ำหนักเบาและเม็ดเชรามิค น้ำหนักเบาลงกลมไปทดลองใช้ ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการปลูกกล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับเพิ่มเติม

ขอขอบคุณนายชิตโชค ถิรมงคล ในการจัดพิมพ์รายงานทุกฉบับได้ถูกต้องและสวยงาม และขอขอบคุณนายสมมารถ จรัสปรัชญา ที่ช่วยจัดทำรูปเล่มรายงานให้เสร็จสมบูรณ์

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเนื้อดินสำหรับใช้ผลิตผลิตภัณฑ์เชرامิกน้ำหนักเบา ดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว ดินกำแพงเพชร + ชีลีอย ดินอ่างทอง + ฟางข้าว ดินอ่างทอง + ชีลีอย ในอัตราส่วน เนื้อดิน : ฟางข้าว / ชีลีอย = 89 : 11 ซึ่งเนื้อดินดังกล่าวสามารถผลิตกระถางเชรามิกน้ำหนักเบาชนิดไม่เคลือบขนาด 4 นิ้ว 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว สำหรับนำไปปลูกกล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับที่ต้องการการถ่ายเทอากาศ (aeration) ดี นอกจากนี้ยังนำไปผลิตกระถางเชรามิกเคลือบสีดำ สีน้ำเงินเข้ม ฟ้า ครีม เขียว เหลือง แดง ชมพู และสีน้ำเงินจุดดำ สีเขียวจุดดำ สีเหลืองจุดดำ สีแดงจุดดำ สีชมพูจุดดำ และสีส้มจุดดำ ฯลฯ ขนาด > 4 นิ้ว > 6 นิ้ว > 8 นิ้ว เพื่อส่วนผลกระทบเชรามิกน้ำหนักเบาชนิดไม่เคลือบ ใช้สำหรับประดับตกแต่งห้องและอาคาร ส่วนผลิตภัณฑ์เชรามิกน้ำหนักเบาชนิดเม็ดเชรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมนั้นสามารถทดลองผลิตได้ขนาดระหว่าง 0.5 - 1.5 เซนติเมตร ท่อนเชรามิกน้ำหนักเบาและแผ่นเชรามิกน้ำหนักเบาฐานปูหัวใจ ก็เป็นอีกสูปแบบหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมาจากการเนื้อดินที่กล่าวมาข้างต้น

การผลิตผลิตภัณฑ์เชรามิกน้ำหนักเบาดังกล่าวสามารถผลิตได้ทั้งในระดับ Pilot Plant และระดับโรงงาน

ผลิตภัณฑ์เชรามิกน้ำหนักเบาตามที่กล่าวมาข้างต้นน่าจะผลิตข่ายได้เชิงพาณิชย์ เนื่องจากใช้วัตถุดิบทั้งหมดในประเทศไทย ยกเว้นสีเชรามิก ทำให้ต้นทุนต่ำ คาดการณ์ว่าควรจะทำกำไรให้แก่ผู้ผลิตในระบบคุณภาพรวมได้มากกว่าร้อยละ 50

Abstract

This research is successfully done on the development of light weight ceramic body. The light weight ceramic body is composed of Kampangpatch clay + hay, Kampangpatch clay + sawdust, Angthong clay + hay and Angthong clay + sawdust. The most appropriate proportion of clay : hay / sawdust is 89 : 11.

Non - glazed and glazed light weight ceramic pots are produced ranging from 4 inches, 6 inches to 8 inches in diameter. The colors of the glazed light weight ceramic pots are beautiful and various such as black, blue, green, yellow, red, pink and orange.

Light weight ceramic pellets ranging from 0.5 - 1.5 centimeter in diameter are also produced.

In addition, the cylindrical light weight ceramic tubes and heart shape light weight ceramic plates are designed in order to use for the cultivation of orchids.

The above mentioned light weight ceramic products should be commercialized in the future, as they are produced from the raw materials in Thailand.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก.
สารบัญตาราง	ค.
สารบัญรูป	ง.
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตและขั้นตอนของการวิจัย	4
1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 การดำเนินการศึกษาวิจัย	
2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวและปีลี่ย์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	11
2.2 ศึกษาสมบัติของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทอง	12
2.3 การเตรียมเนื้อดินกำแพงเพชรและเนื้อดินอ่างทอง	18
2.4 การทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาในระบบ Pilot Plant	26
2.5 การผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาในระบบอุตสาหกรรม	58
บทที่ 3 ต้นทุนการผลิตและสรุปผลการศึกษาวิจัย	
3.1 ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบา	64
3.2 สรุปผลการศึกษาวิจัย	76
3.3 ข้อเสนอแนะ	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 มูลค่าการส่งออกสินค้ากลุ่มเซรามิก	1
2 แสดงต้นทุนการผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาต่อใบ	8
3 แสดงต้นทุนการผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม	8
4 แสดงต้นทุนการผลิตท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว	9
5 แสดงผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี ของฟางข้าวและชีลีออย	11
6 แสดงผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบของดิน ด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence Spectrometer	12
7 แสดงผลของการ Loss on Ignition ของดิน	14
8 แสดงค่า Brightness และ Lightness ของดิน	14
9 แสดงผลการวิเคราะห์ความหมายและอิทธิพลเม็ดดิน ของดินกำแพงเพชร และดินอ่างทอง	16
10 แสดงปริมาณเม็ดดินขนาดใหญ่กว่า 5 ไมครอน และเล็กกว่า 2 ไมครอน	16
11 แสดงค่า Total shrinkage , Water absorption และ Modulus of rupture ของเนื้อดิน กำแพงเพชรผสมฟางข้าวในอัตราส่วนต่างๆ	21
12 แสดงค่า Total shrinkage , Water absorption และ Modulus of rupture ของเนื้อดิน กำแพงเพชรผสมชีลีออยในอัตราส่วนต่างๆ	21
13 แสดงค่า Total shrinkage , Water absorption และ Modulus of rupture ของเนื้อดิน อ่างทองผสมฟางข้าวในอัตราส่วนต่างๆ	22
14 แสดงค่า Total shrinkage , Water absorption และ Modulus of rupture ของเนื้อดิน อ่างทองผสมชีลีออยในอัตราส่วนต่างๆ	22
15 แสดงค่า Total shrinkage , Water absorption และค่า Modulus of rupture ของเนื้อดิน กำแพงเพชร หรือดินอ่างทองร้อยละ 89 ผสมฟางข้าวหรือชีลีออย ร้อยละ 11	25
16 แสดงจำนวนกระถางเคลือบที่ทดลองผลิต	36
17 แสดงสูตรเคลือบลีด้า ไลส์ น้ำเงิน ฟ้า ครีม เจียว และเหลือง ของเนื้อดินกำแพงเพชร	37

ตารางที่	หน้า
18 แสดงสูตรเคลือบสีดำ น้ำเงิน ฟ้า ครีม เงียว และเหลือง ของเนื้อดินอ่างทอง	38
19 แสดงต้นทุนกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาต่อใบ	64
20 แสดงราคาข่ายผลิตภัณฑ์กระถางเซรามิกน้ำหนักเบา	65
21 แสดงต้นทุนวัตถุคิดของกระถางแต่ละใบ	67
22 แสดงต้นทุนเชื้อเพลิงของกระถางแต่ละใบ	68
23 แสดงต้นทุนน้ำเคลือบสำหรับเนื้อดิน กฟ. และ กข อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส	69
24 แสดงต้นทุนน้ำเคลือบสำหรับเนื้อดิน อฟ. และ อข. อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส	70
25 แสดงต้นทุนน้ำเคลือบ สีดำ น้ำเงิน ฟ้า ครีม เงียว เหลือง ที่ใช้กับกระถางเคลือบ 4 นิ้วกระถางเคลือบ 6 นิ้ว และกระถางเคลือบ 8 นิ้ว เนื้อดิน กฟ และ กข	71
26 แสดงต้นทุนน้ำเคลือบ สีดำ น้ำเงิน ฟ้า ครีม เงียว เหลือง เงียวขึ้ม้า ที่ใช้กับกระถางเคลือบ 4 นิ้วกระถางเคลือบ 6 นิ้ว และกระถางเคลือบ 8 นิ้ว เนื้อดิน อฟ และ อข	72
27 แสดงต้นทุนผลิตภัณฑ์ของกระถางแต่ละใบ	73
28 แสดงต้นทุนดินกำแพงเพชร ดินอ่างทอง พางข้าว และปีเลือย	74
29 แสดงต้นทุนการผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม	74
30 แสดงต้นทุนดินกำแพงเพชร ดินอ่างทอง พางข้าว และปีเลือย	75
31 แสดงต้นทุนท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว	75

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 ดินกำแพงเพชร ประกอบด้วย Quartz, Kaolinite และMuscovite	13
2 ดินอ่างทอง ประกอบด้วย Quartz, Illite, Kaolinite และMuscovite	13
3 Three-dimensional representation of Hunter L, a, b coordinates the colors of surfaces (Hunter,R.S. Tappi, 45 (9) 203A-209A (1962)	15
4 แหล่งดินกำแพงเพชร (สีขาว) หน้าดินจะปักคลุมด้วยดินลูกรัง (สีแดง) ซึ่งชาวบ้านจะตักดินลูกรังไปขายสำหรับคนนอก	17
5 เมื่อขุดลงไปจะได้ดินกำแพงเพชรสีขาวอมชมพู เนื่องจากยังมีสีแดงของเหล็กปนอยู่ ถ้าขุดลึกลงไปมากกว่านี้ ข้าวจะได้ดินที่มีสีขาวเพิ่มขึ้น และปริมาณแร่เหล็กลดลง	17
6 ดินกำแพงเพชรซึ่งผ่านการบดในหม้อบดแล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช	18
7 หลังจากนั้นนำมากรองในอ่างปูนปลาสเตอร์ เพื่อเตรียมอนแห้ง	19
8 ดินอ่างทองที่กองไว้ในโรงงานคาวคูอิจิอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง	19
9 การบดดินอ่างทองให้ละเอียดเพื่อใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์	20
10 แสดงดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าวในอัตราส่วนต่างๆ ที่นำมาทำชิ้นทดสอบเพาท์อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส	20
11 เปรียบเทียบ Total shrinkage ของเซรามิกน้ำหนักเบาที่ผลิตได้	23
12 เปรียบเทียบ Water absorption ของเซรามิกน้ำหนักเบาที่ผลิตได้	23
13 เปรียบเทียบค่า Modulus of rupture ของเซรามิกน้ำหนักเบาที่ผลิตได้	23
14 การหันฟางข้าวให้มีขนาดเล็ก ก่อนจะนำไปบดให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่ง	26
15 ตากปี๊เลือยให้แห้งนอกอาคาร	27
16 ชั้นดินอ่างทอง	27
17 ชั้นปี๊เลือยที่บดละเอียด	28
18 ปี๊เลือยบดละเอียด (ซ้ายมือ) และดินอ่างทอง (ขวามือ) ที่ชั้งตามอัตราส่วนดิน : ปี๊เลือย = 89 : 11	28
19 ผสมปี๊เลือยกับดินอ่างทองด้วยกัน	29

รูปที่	หน้า
20 เทน้ำสะอาดใส่ในส่วนผสมของปีลีออยและดินอ่างทองคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน	29
21 เนื้อดินอ่างทอง + ปีลีออยที่ผสมเข้ากันดีแล้ว	30
22 นำมารีดให้เนื้อดินเข้ากันดีขึ้น ด้วยเครื่องรีดดิน (Extruder) 5 ครั้ง	30
23 เนื้อดินในอ่างที่ผ่านการรีดแล้ว	31
24 นำมาปั้นเป็นก้อนกลมให้พอดีเหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปด้วยเครื่องจิกเกอร์ (Jigger)	31
25 โมลด์ (Mold) ปูนพลาสเตอร์ที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถางขนาด 6 นิ้ว	32
26 การขึ้นรูปกระถางขนาด 6 นิ้ว ด้วยเครื่องจิกเกอร์ไฟฟ้า	32
27 ปักขอบกระถางให้เรียบ	33
28 กระถางดินอ่างทอง + ปีลีออยในโมลด์ปูนพลาสเตอร์ ทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง จึงนำออกจากโมลด์ได้	33
29 กระถางดินอ่างทอง + ปีลีออยผึ่งลมให้แห้งก่อนนำไปเผา	34
30 เรียงกระถางดินอ่างทอง + ปีลีออยในเตาแก๊สแล้วเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส	34
31 เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมก่อนเผา	35
32 เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมหลังเผา	35
33 ผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว ชนิดมีขอบและไม่มีขอบเคลือบด้วยสีเซรามิกหลายสี สำหรับสวมกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 4 นิ้ว ไม่เคลือบ	41
34 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชรมีขอบ เคลือบสีดำ	41
35 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีน้ำเงินเข้ม	42
36 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีฟ้า	42
37 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีครีม	43
38 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีเขียว	43
39 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีเหลือง	44
40 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีฟ้าจุดดำ	44
41 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีเขียวจุดดำ	45

รูปที่	หน้า
42 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีเหลืองจุดคำ	45
43 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร ไม่มีขอบเคลือบด้วยสีส้มจุดคำ, สีฟ้าจุดคำ, สีเขียวจุดคำ (แฉวหน้า), สีเหลืองจุดคำ, สีชมพูจุดคำ และสีน้ำเงินจุดคำ (แฉวหลัง)	46
44 ผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีน้ำเงินจุดคำสีเหลืองจุดคำ และสีเขียวจุดคำ (แฉวหน้า) สีเขียวจุดคำ, สีชมพูจุดคำ และสีส้มจุดคำ (แฉวหลัง)	46
45 แสดงกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสีต่าง ๆ ขนาด 6 นิ้ว (ด้านหน้า) และ 8 นิ้ว (ด้านหลัง) สำหรับรวมกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา ขนาด 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว ไม่เคลือบ	47
46 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีดำ	47
47 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ฟางข้าว เคลือบสีฟ้า ขนาด 6 นิ้ว	48
48 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ปี๊ลี่อย เคลือบสีเหลืองอ่อน	48
49 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ปี๊ลี่อย ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีเขียว	49
50 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ปี๊ลี่อย ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีเขียวปี๊ม้า	49
51 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีน้ำเงินจุดคำ	50
52 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ปี๊ลี่อย ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีเขียวจุดคำ	50
53 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีเหลืองจุดคำ	51
54 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ปี๊ลี่อย ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีส้มจุดคำ	51
55 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ปี๊ลี่อย ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีแดงจุดคำ	52
56 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ฟางข้าว ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีดำ	52
57 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ปี๊ลี่อย ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีฟ้า	53

รูปที่	หน้า
58 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ฟางข้าว ขนาด 8 นิ้ว เคลือบไอส์	53
59 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ปี๊ลี่อี้ยขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีน้ำเงิน จุดคำ พร้อมจานรอง	54
60 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีเหลือง จุดคำ พร้อมจานรอง	54
61 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ปี๊ลี่อี้ย ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีส้มจุดคำ พร้อมจานรอง	55
62 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีแดง จุดคำ พร้อมจานรอง	55
63 ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ฟางข้าวก่ออ่อนเผา	56
64 ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ปี๊ลี่อี้ยก่ออ่อนเผา	56
65 ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าวก่ออ่อนเผา	57
66 ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าวหลังเผา	57
67 ก้อนดินเครื่ยมสำหรับขึ้นรูปกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา ขนาด 6 นิ้ว ด้วย roller machine	58
68 กำลังขึ้นรูปกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาด้วย Roller machine	58
69 ภาพถ่ายไกล์ของกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาในโโนล็อต	59
70 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาสีแดงขนาด 6 นิ้ว หลังผ่านการเผา ล้วนสีขาวมีขนาด 4 นิ้ว ขามีสุดคือ เจ้าของโรงงานทองประเสริฐศิลป์ชัย ซีรามิก คุณพะเวียง งามสุข	59
71 เครื่องรีดดินในโรงงานทองประเสริฐศิลป์ชัย ซีรามิก และคนงานที่ใช้เครื่องนี้	60
72 ส่วนหัวของเครื่องรีดดินที่มีรังผึ้ง stainless ปิด ขนาดของรูกำหนดตามขนาดของเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบา	60
73 เมื่อเครื่องมือรีดดิน รีดดินออกมากได้ขนาดตามที่ต้องการ ก็ตัดให้ขาดออกมาก เป็นเม็ด	61
74 ถ้าไม่ตัดให้ก้อนดินขาด เครื่องรีดดินจะรีดออกมายาว	61
75 ภายใน 2-3 นาที สามารถผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาได้เต็มตะกร้า	62
76 แสดงการขึ้นรูปแผ่นเซรามิกน้ำหนักเบารูปหัวใจ ในระบบอุตสาหกรรม	62

รูปที่	หน้า
77 แผ่นเซรามิกน้ำหนักเบารูปหัวใจที่ขึ้นรูปแล้ว แต่ต้องนำไปตัดขอบให้เรียบร้อย	63
78 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 4 นิ้ว ปูลูกตันอาฟริกันไวโอลีต เป็นเวลา นานกว่า 3 เดือน โดยกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสีดำสวยงามอยู่ด้านนอก เติมน้ำในช่องว่างระหว่างกระถางทั้งสอง อาทิตย์ละ 1 ครั้ง	76
79 การปูลูกตันอาฟริกันไวโอลีตในกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา 2 ใบนี้ สามารถ วางบนโต๊ะในห้องทำงานได้ เป็นการประดับโต๊ะให้สวยงาม น้ำไม่รั่วซึมออก มาที่โต๊ะ	77

บทที่ 1บทนำ**1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง**

หลังจากเกิดปัญหาวิกฤตเศรษฐกิจขึ้นในประเทศไทยเมื่อ 5 ปีก่อน ทำให้โรงงานต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมเซรามิกต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับการเงิน และการขายสินค้าภายในประเทศ สินค้าเซรามิกของชำร่วย เช่น เบญจรงค์ เครื่องลายคราม ตุ๊กตา และเครื่องประดับตกแต่ง เป็นต้น รวมทั้งสินค้าในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ได้แก่ ถุงกระดาษ เครื่องปั้นดินเผา และเครื่องสุขภัณฑ์ ฯลฯ ขายไม่ได้ดีเช่นเดิม ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกต้องปิดโรงงานลงถึงประมาณร้อยละ 40 และบางโรงงานต้องลดกำลังการผลิต และบางโรงงานได้ถูกควบรวมกิจการ เช่น โรงงานผลิตกระเบื้องโซสูโก้ ได้ถูกโรงงานคotto ซึ่งอยู่ในเครือของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย ซึ่งกิจการเพื่อลดค่าใช้จ่ายในทางการค้า อย่างไรก็ตาม โรงงานที่มีพื้นฐานดีและมีการผลิตเพื่อการส่งออกก็ยังสามารถยืนหยัดอยู่ได้ รวมทั้งมีกำไรมีเพิ่มขึ้นจากอัตราค่าเงินบาทที่ลดลง ถึงแม้เศรษฐกิจของญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ลูกค้ารายใหญ่ของเราจะลดออเดอร์ตาม

ตารางที่ 1 มูลค่าการส่งออกสินค้ากลุ่มเซรามิก

ประเภท	มูลค่า (ล้านบาท)				
	2542	2543	2544	2544 (มค.-พย.)	2545 (มค.-พย.)
1 กระเบื้องปูนพื้นปิดผนังและโมเดล	1,802.10	2,077.20	2,339.30	2,120.60	2,211.40
2 เครื่องสุขภัณฑ์	2,896.70	3,446.40	3,647.20	3,341.10	2,404.10
3 ถุงถ้วยไฟฟ้า	352.8	639.4	491.8	464.7	387.4
4 ของชำร่วยและเครื่องประดับ	1,325.50	1,616.10	1,274.40	1,177.80	1,131.40
5 ถ้วยชามทำด้วยเซรามิก	5,057.50	6,059.50	6,445.90	5,893.10	6,550.60
6 ผลิตภัณฑ์เซรามิกอื่น ๆ	2,105.40	5,976.20	6,359.60	5,961.00	5,050.70
รวม	13,540.00	19,814.80	20,558.20	18,958.30	17,735.60

ที่มา : สำนักบริหารสารสนเทศการพาณิชย์ โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร

หมายเหตุ : 2545 (มค.-พย.) เป็นตัวเลขเบื้องต้น

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่ามูลค่าการส่งออกสินค้ากลุ่มเซรามิก ซึ่งมีรายการใหญ่ 5 รายการ คือ กระเบื้องปูนพื้นปิดผนังและโมเดล เครื่องสุขภัณฑ์ ถุงถ้วยไฟฟ้า ของชำร่วยและเครื่องประดับ ถ้วยชามทำด้วยเซรามิก เพิ่มขึ้นทุกปี แต่การส่งออกใน พ.ศ. 2545 เมื่อเทียบกับ พ.ศ. 2544 ลดลงในรายการของถุงถ้วยไฟฟ้าและของชำร่วยและเครื่องประดับ ถึงแม้จะเป็นเงินที่ไม่มากนัก แต่ก็เป็นเครื่องสังเกตได้ว่า ผู้ผลิตสินค้าเซรามิกในประเทศไทยจะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีรูปแบบและประเภทเพิ่มมากขึ้น

การที่ประเทศไทยสามารถเข้าเป็นสมาชิกของ WTO ทำให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเคมีกของไทยต้องทำการบ้านอย่างหนักในการที่จะต้องแบ่งขันกับจีนในการส่งสินค้าขายประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และ ยุโรป ขณะนี้โรงงานของเรามักจะเป็นผู้รับคำสั่งซื้อจากนายหน้า จากประเทศที่กล่าวมาข้างต้น โดยบริษัทนายหน้าจะอกรูปแบบเอง แล้วทดลองผลิตเมื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่พอใจก็นำไปเสนอขายกับผู้นำเข้า ในประเทศต่างๆ เมื่อได้คำสั่งซื้อจึงมาหาผู้ที่จะทำการผลิตให้ในประเทศไทยและเมีย ได้แก่ ไทย จีน เวียดนาม อินโดนีเซีย พิลิปปินส์ และมาเลเซีย ฯลฯ โรงงานได้ผลิตได้คุณภาพและราคาถูกก็จะได้รับคำสั่งให้ผลิตขาย ขณะนี้ประเทศไทยมีเทคโนโลยีในการผลิตสินค้าคุณภาพ ถึงแม้จะมีราคางานกว่าประเทศจีนบ้าง บริษัทนายหน้าเหล่านี้ยังคงให้โรงงานในประเทศไทยเป็นผู้ผลิต แต่ถ้าจีนพัฒนาวิธีการผลิตให้เท่าเทียมกับเราในราคานี้ถูกกว่า เนื่องจากค่าแรงถูกกว่า และสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก บริษัทนายหน้าเหล่านี้จะขับรานการผลิตไปประเทศจีนทันที

ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมเคมีในประเทศไทยในระยะ 5 ปีข้างหน้านี้ จะต้องมีวิสัยทัศน์ในการทำงาน และปรับปรุงกลยุทธ์ในการผลิต กระบวนการผลิต เนื้อดินคุณภาพสูง เช่น พอร์เชลิน โบนไซนา เป็นต้น ออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ รวมทั้งการสร้าง brand name เป็นของตนเอง ไม่ เช่นนั้นแล้วการปิดโรงงานรอบที่ 2 ต้องตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

นอกจากนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ราคามิ่งเพง กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยาก สามารถผลิตได้ครั้งละเป็นจำนวนมาก รวมทั้งใช้วัตถุดินส่วนใหญ่ในประเทศน่าจะเป็นกำตอบที่ดีในการที่จะแบ่งขันกับการค้าขายสินค้าเคมีในอนาคต

วุฒิ ถิรมงคล และคณะ (2544) ได้วิจัยเนื้อดินชนิดใหม่ ซึ่งประกอบด้วยดินเหนียว 10 ส่วน และผงหินแมกนีติค 1 ส่วนผสมเป็นเนื้อดีกวักัน นำไปขึ้นรูปกระถาง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ได้กระถางหินแมกนีติคที่มีรูพรุน น้ำหนักเบากว่ากระถางดินเผาระมดา เนื่องจากหินแมกนีติคได้สลายตัวไป และสามารถนำไปเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ที่ต้องการ aeration ถูกได้ผลดีกว่าปลูกในกระถางพลาสติก นอกจากนี้ยังได้วัสดุ ปลูกที่มีน้ำหนักเบาไม่รูพรุนสามารถอุ่มน้ำไว้ได้ ใช้ทดแทนวัสดุปลูกซึ่งต้องนำเข้า

จากการศึกษาเอกสารสิทธิบัตรพบว่ามีการจดสิทธิบัตรเกี่ยวกับวัสดุเคมีที่มีรูพรุนเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่ใช้เป็นสารกรองน้ำกรองอากาศ Doulton & Company, Limited จดสิทธิบัตรผลิตภัณฑ์เคมีที่มีรูพรุนใช้สำหรับเป็นสารกรอง (filters) แต่ไม่ได้แจ้งว่าใช้วัตถุดินอะไร Kimura และคณะ(พ.ศ. 2528) จดสิทธิบัตรสารกรองซึ่งผลิตจากผงอะลูมินา (Al_2O_3) กับสารยึดเหนี่ยวอินทรีย์ (organic binder) ทำให้เป็นเม็ดขนาดเล็กด้วยวิธี Spray Dry เผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส นำไปผสมกับ acrylic polymer ขึ้นรูปด้วยวิธีอัด (press) แล้วเผาที่อุณหภูมิ 1,600 องศาเซลเซียส เพื่อให้มีเดซิลเซอร์ทิก (Sinter) จะได้เซรามิกรูพรุนสำเนา Wisconsin Alumni Research Foundation จดสิทธิบัตร พ.ศ. 2535 การผลิตวัสดุเคมีจากโลหะออกไซด์สำหรับผลิตสาร Catalytic และสารดูดซับ (adsorbent) Titanium oxide membrane, Zirconium oxide membrane, Titanium membrane, และ Titanium Dioxide Pellets ฯลฯ ซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อน Rasto Brezny ได้จดสิทธิบัตร พ.ศ. 2537 เกี่ยวกับการผลิตลูกปัดที่มีรูพรุน (porous ceramic beads) โดยมีส่วนผสมของอะลูมินา, น้ำ, Darwan 821A และ Sodium borate หรือใช้ Aluminium titanate และ Zirconium titanate แทนอะลูมินา แล้วผสมกับ foam

ซึ่งเป็น prepolymer เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,600 องศาเซลเซียส พบว่า prepolymer จะหายไปทำให้ได้ porous ceramic

นอกจากนีเซรามิกที่มีรูพรุนอาจได้จากการใช้ diatomite ซึ่งเกิดจากซากสัตว์ทะเลขนาดเล็ก (diatom) ซึ่งเป็นสารซิลิกา (SiO_2) ที่มีรูพรุนเล็ก ๆ ทั่วไปในโครงสร้าง (skeleton) ตายทับกันแน่นเป็นเวลาหลายสิบล้านปี นำมาใช้เป็นสารกรองน้ำ

วิธีการผลิตอีกอย่างหนึ่งคือใช้สารเคมี เช่น กรด เติมลงไปในส่วนผสมที่มีการ์บอนเนต จะมีก้าวการบ่อน気にออกใช้เด็กน้ำทำให้เกิดฟองอากาศ

สำหรับการผลิตอิฐเบาน้ำใส่ปูเลื่อย (sawdust) ลงไปแล้วเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส จะได้รูพรุนจากการถลายน้ำปูของปูเลื่อย ซึ่งอิฐเบาน้ำไม่มีการเคลือบ

เนื่องจากภาคกลางและภูมิภาคอื่นๆ ของประเทศไทยมีการทำนาและมีโรงเลื่อย ดังนั้นวัสดุเหลือทิ้ง ได้แก่ ฟางข้าว และ ขี้เลือยจะหาได้่าย ด้วยเหตุนี้ในการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบา จะใช้ฟางข้าวและขี้เลือยแทนหินปูนซึ่งหาได้ยากกว่าวัสดุทั้ง 2 ชนิด ตามที่กล่าวมาข้างต้น

นอกจากนี้เพื่อให้ดันทุนในการขนส่งลดลง จึงจะใช้ดินกำแพงเพชร ซึ่งมีสีขาวอมชมพู แต่เมื่อเผาแล้วจะมีสีขาว และดินอ่างทองซึ่งเผาแล้วจะมีสีแดง โดยที่จะใช้ดินกำแพงเพชรในการผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาซึ่งเคลือบ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีสวยงามและชนิดไม่เคลือบ ส่วนดินอ่างทองจะใช้ในการศึกษาวิจัยทดลองผลิตภัณฑ์กระถางสีแดงใช้ในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับ เพื่อให้ผู้ใช้ซึ่งยังคงอยู่กับการใช้กระถางดินเผาแดงไม่มีความรู้สึกต่อต้านในช่วงแรก

สำหรับเคลือบที่ใช้ในการเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาน้ำหนักเบาน้ำหนักเบาจะทดลองผลิตเคลือบสีต่างๆ ให้เหมาะสมกับรูปแบบและประโยชน์การใช้สอย ได้แก่ สีดำ, สีน้ำเงินเข้ม, สีฟ้า, สีครีม และสีเขียว ฯลฯ

ส่วนเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมที่มีรูพรุนน้ำหนักเบาจะทดลองผลิตขนาดต่างๆ เพื่อให้โครงสร้างย่องที่ 2 นำไปศึกษาทดลองปลูกกล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับต่อไป พร้อมกับกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา เพื่อให้ได้ข้อมูลของการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ที่วิจัยได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อให้ได้เทคโนโลยีผลิตกระถางหรือภาชนะเซรามิกน้ำหนักเบา เพื่อใช้ในปลูกไม้ดอกไม้ประดับ และการประดับตกแต่งอาคาร

1.2.2 เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและการอุดออกของกล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับในกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาและเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม เปรียบเทียบกับกระถางพลาสติกและกระถางดินเผาแบบธรรมชาติ

1.3 ขอบเขตและขั้นตอนของการวิจัย

การศึกษาวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานต่อไปนี้

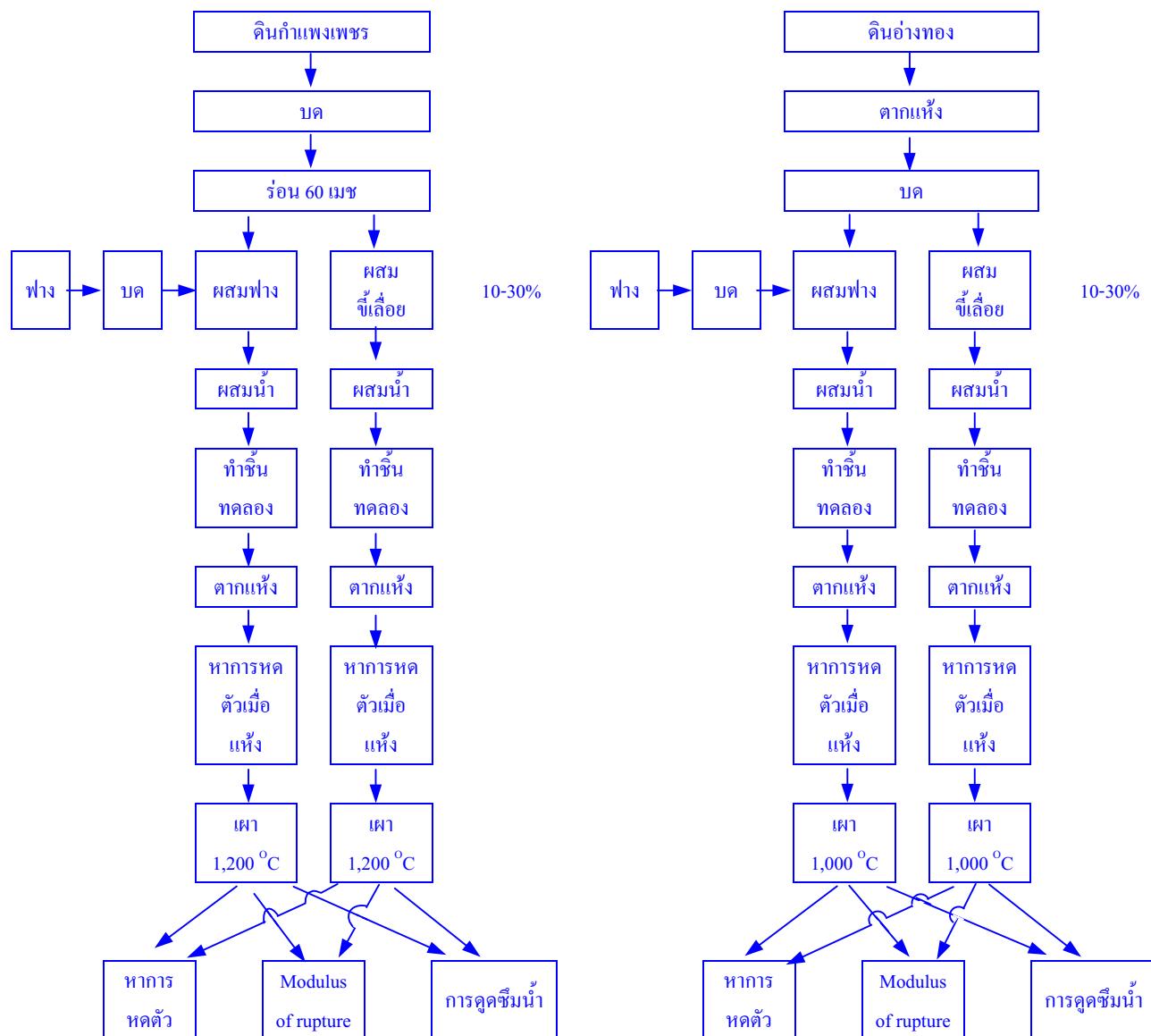
1.3.1 การวิจัยเนื้อดิน

1.3.1.1 ศึกษาวิจัยองค์ประกอบของตัวอย่างฟางข้าว และน้ำเลือย

1.3.1.2 ศึกษาองค์ประกอบของตัวอย่างดินกำแพงเพชร และดินอ่างทอง โดยใช้เครื่อง x – ray Fluorescence

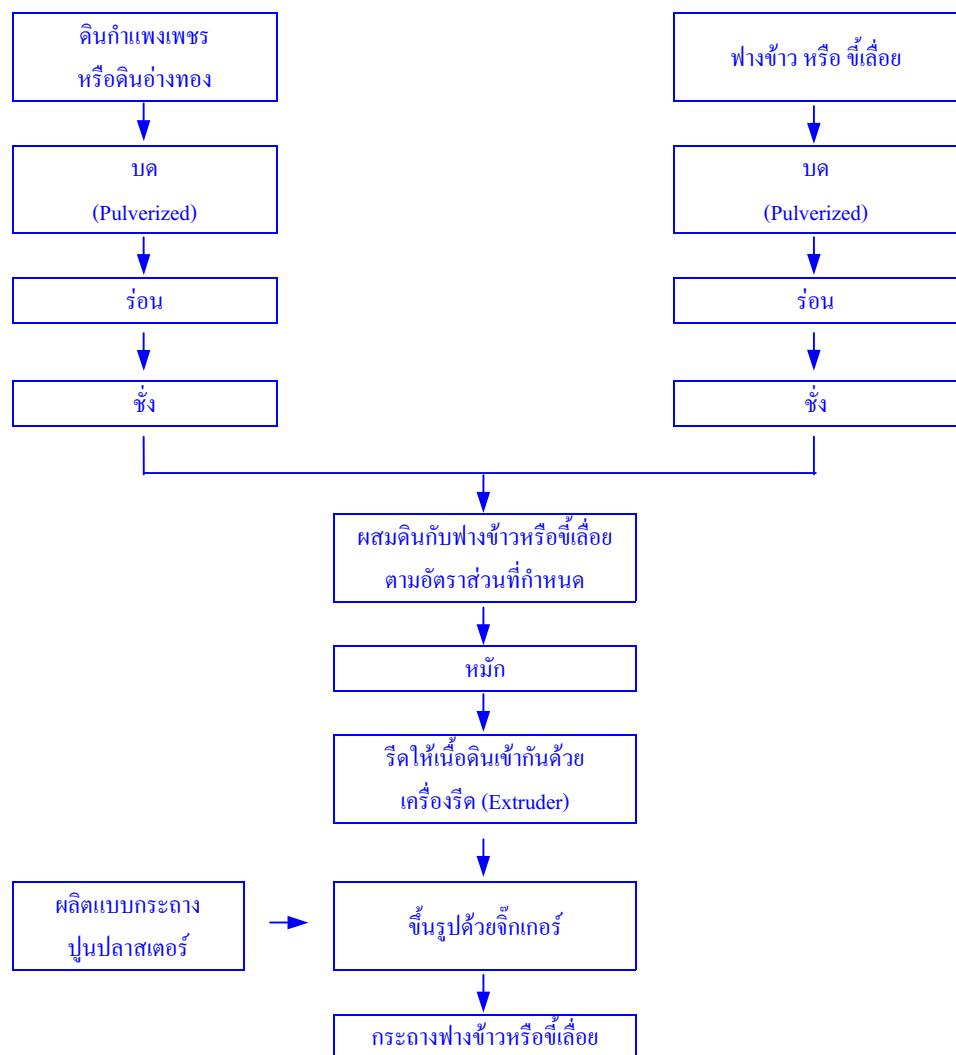
1.3.1.3 ศึกษาสมบัติของดินกำแพงเพชร และดินอ่างทอง ได้แก่ Total Shrinkage , Modulus of Rupture , Water Absorption ฯลฯ

แผนภูมิที่ 1 แสดง Flow Chart การเตรียมและการทดสอบเนื้อดินผสมฟางข้าว และ เนื้อดินผสมน้ำเลือย



จากแผนภูมิที่ 1 ในช่วงของผสมดินกับพางข้าวและขี้เลือยและดินอ่างทองผสมพางข้าว และขี้เลือยนั้น ได้ทดลอง 20 สูตร คือ ผสมพางข้าวและขี้เลือย ร้อยละ 10, 15, 20, 25, 30 โดยนำหันก เพื่อดูว่า สูตรใดสมควรนำไปทดลองทำผลิตภัณฑ์
หลังจากนั้นนำไปปั้นรูป

แผนภูมิที่ 2 แสดงขั้นตอนการผลิตกระถางพางข้าว และขี้เลือย



1.3.1.4 ศึกษาวิจัยนำเคลื่อน

วัตถุคือเคลื่อนประกอบด้วย แร่ฟันม้า พริต ดิน ควรตซ์ หินปูน ทัลก์ ซิงค์ออกไซด์ ฯลฯ ลีสำเร็จรูป และสีออกไซด์ของโลหะ

ดินกำแพงเพชร ใช้เคลือบไฟสูงอุณหภูมิประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส เป็นเคลือบชนิดใช้เร่ฟันม้า (Feldspar) เป็นตัวช่วยหลอม

ดินอ่างทอง ใช้เคลือบไฟต่ำอุณหภูมิประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเคลือบชนิดใช้ฟริต (Frit) เป็นตัวช่วยหลอม

สีเคลือบที่จะทำ สีดำ น้ำเงินเข้ม ฟ้า ครีม เขียว

การวิจัยเคลือบ หาส่วนผสมของเคลือบตามวัตถุคิดที่ใช้ให้เหมาะสมหรือเข้ากันเนื้อผลิตภัณฑ์ เชرامิกน้ำหนักเบาที่ทำจากดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าว/ผสมปูเลือย เพาเคลือบที่อุณหภูมิประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส และดินอ่างทองผสมฟางข้าว/ผสมปูเลือย เพาเคลือบที่อุณหภูมิประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส

1.3.1.5 การออกแบบ

แบบของผลิตภัณฑ์เชรามิกน้ำหนักเบาดังต่อไปนี้

- กระถางเชรามิกน้ำหนักเบาชนิดไม่เคลือบขนาด 4 นิ้ว , 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว ซึ่งจะใช้ roller machine ผลิต ใช้สำหรับปลูกกล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับ
- กระถางเชรามิกน้ำหนักเบาชนิดเคลือบสีต่างๆ เพื่อใช้สวมกระถางชนิดไม่เคลือบ ใช้สำหรับประดับตกแต่งห้องโดยมีขนาดกระถาง > 4 นิ้ว , > 6 นิ้ว , > 8 นิ้ว
- ผลิตภัณฑ์ท่อนเชรามิกน้ำหนักเบาสำหรับให้กล้วยไม้และเฟิร์นแกะ แบบต่างๆ และขนาดต่างๆ
- เม็ดเชรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม โดยการออกแบบเครื่องมือและวิธีการผลิตในระบบอุตสาหกรรมให้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายไม่สูง สามารถผลิตขายได้จำนวนมาก ในราคาที่จุนให้ผู้ซื้อ

ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

◆ ข้อ 1.3.1.1 – 1.3.1.3 เป็นงานในความรับผิดชอบของกรมวิทยาศาสตร์บริการ

เมื่อได้ข้อมูลเบื้องต้นนี้แล้วจะส่งไปให้โรงงานทองประเสริฐศิลป์รับซื้อ ดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์ เชرامิกน้ำหนักเบาในระบบอุตสาหกรรม ได้แก่ กระถางเชรามิกน้ำหนักเบาสำหรับปลูกกล้วยไม้และไม้ประดับ และเม็ดเชรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมสำหรับปลูกกล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับ เพื่อคุ้ว่าสูตรใดที่จะผลิตได้ง่าย กระถางไม่แตกร้าว มีความเสียหายน้อยที่สุด

หลังจากได้กระถางเชรามิกน้ำหนักเบาและเม็ดเชรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมแล้ว จะส่งไปให้ โครงการย่อยที่ 2 ทดลองใช้ปลูกกล้วยไม้ และไม้ดอกไม้ประดับต่อไป

◆ การศึกษาวิจัยเคลือบในข้อ 1.3.1.4 นี้ กรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นผู้รับผิดชอบและถ่ายทอด เทคโนโลยีให้แก่โรงงานทองประเสริฐศิลป์รับซื้อ ดำเนินการผลิตในระบบอุตสาหกรรมต่อไป

- ◆ การออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาชนิดต่าง ๆ ดำเนินการโดยโรงงานทองประเสริฐศิลปปั้นช์ ซีรามิก ร่วมกับผู้ใช้ปูลูกไม้ดอกไม้ประดับ ได้แก่ ดร.อรดี สาหวัชรินทร์ และ ดร.วรุณี ถิรมงคล ฯลฯ
- ◆ การวิจัยเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมดำเนินการโดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ และถ่ายทอดเทคโนโลยี ให้แก่ ห้างหุ้นส่วนจำกัดทองประเสริฐศิลปปั้นช์ ซีรามิกให้ดำเนินการผลิตในระบบอุตสาหกรรม รวมทั้งออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการผลิต

1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ด้านเทคโนโลยี

ได้เทคโนโลยีการผลิตเนื้อดินเซรามิกน้ำหนักเบา และผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาชนิดต่าง ๆ ดังนี้

- เทคโนโลยีการผลิตเนื้อดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว, กำแพงเพชร + ปูเลื่อย, อ่างทอง + ฟางข้าว และอ่างทอง + ปูเลื่อย ในอัตราส่วน เนื้อดิน : ฟางข้าว = 89 : 11 และเนื้อดิน : ปูเลื่อย = 89 : 11 เช่นเดียวกัน ซึ่งเนื้อดินตามสูตรดังกล่าว สามารถนำไปปั้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาได้ เช่น กระถาง และท่อเซรามิกน้ำหนักเบา เป็นต้น
- เทคโนโลยีการผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว, ดินกำแพงเพชร + ปูเลื่อย, ดินอ่างทอง + ฟางข้าว และดินอ่างทอง + ปูเลื่อย ขนาด 4 นิ้ว, 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว ชนิดไม่เคลือบสี โดยดินกำแพงเพชรเผาที่อุณหภูมิ 1,230 – 1,250 องศาเซลเซียส และดินอ่างทองเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาชนิดไม่เคลือบนี้จะเบากว่ากระถางเซรามิกชนิดเนื้อดินล้วน ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์
- เทคโนโลยีการผลิตท่อเซรามิกน้ำหนักเบาทึ้งชนิด เป็นท่อไม้ และชนิดผิวเรียบ สำหรับใช้ปูลูกกล้ำยไม้พื้นเมือง และกล้ำยไม้พalemชัย สำหรับดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว และดินกำแพงเพชร + ปูเลื่อย เผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ส่วนดินอ่างทอง + ฟางข้าว และดินอ่างทอง + ปูเลื่อย เผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส
- เทคโนโลยีการผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม เพื่อใช้ทดแทนการนำเข้าวัสดุปูลูกจากต่างประเทศ อุณหภูมิในการเผา เช่นเดียวกับการเผากระถางเซรามิกน้ำหนักเบา สามารถเผาไปพร้อมกันได้
- เทคโนโลยีการเคลือบสีกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา มีสูตรเคลือบกระถางดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว และดินกำแพงเพชร + ปูเลื่อย สีดำ สีฟ้าจุดดำ สีน้ำเงินจุดดำ สีเขียวจุดดำ สีเหลืองจุดดำ สีแดงจุดดำ สีชมพูจุดดำ โดยเผาดินที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,230 – 1,250 องศาเซลเซียส โดยใช้เฟล์สปาร์เป็นตัวช่วยหลอม (Flux)
- สำหรับสูตรเคลือบกระถางดินอ่างทอง + ฟางข้าว และดินอ่างทอง + ปูเลื่อย มีสีดำน้ำเงินเข้ม ฟ้า ครีม เกี้ยว และเหลือง ซึ่งใช้ต่ำกว่า หรือบนแรกซึ่งเป็นตัวช่วยหลอม เผาดินที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส

กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสีจะเบากว่ากระถางเซรามิกชนิดเนื้อดินล้วนเคลือบสี
ประมาณ 5 - 10 เปอร์เซ็นต์

1.4.2. ค้านเศรษฐกิจ ผลิตภัณฑ์ทั้งหมดตามที่กล่าวมาในข้อ 1.4.1 น่าจะขายได้ดี เนื่องจากเอกชน
ที่ทดลองนำกระถางขนาด 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว รวมทั้งเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมไปใช้ มีความประสงค์จะซื้อต้นกล้า
ดังกล่าว สำหรับกระถางเคลือบสีต่าง ๆ นั้น เมื่อนำไปแสดงนิทรรศการ จะมีผู้ซื้อซื้อไปใช้ทุกครั้ง

สำหรับต้นทุนการผลิตกระถาง แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนการผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาต่อใบ

ขนาดกระถาง	ต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่อใบ (บาท)			
	กฟ	กข	อฟ	อข
1. กระถาง 4 นิ้ว	2.05	1.99	2.47	2.36
2. กระถาง 6 นิ้ว	4.31	4.09	5.28	5.06
3. กระถาง 8 นิ้ว	11.04	10.59	12.67	12.22
4. กระถางเคลือบ 4 นิ้ว	12.32	12.07	25.27	25.01
5. กระถางเคลือบ 6 นิ้ว	24.02	23.69	41.79	41.46
6. กระถางเคลือบ 8 นิ้ว	42.09	41.55	66.33	65.79

ก = ดินกำแพงเพชร

อ = ดินอ่างทอง

ฟ = พางข้าว

ข = ชีลี่อย

ส่วนต้นทุนการผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงต้นทุนการผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม

รายการ	ราคาต้นทุนเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบา (บาท)			
	กฟ	กข	อฟ	อข
1. ค่าวัสดุดิน	58.71	46.24	148.43	135.96
2. ค่าเชื้อเพลิง	194.27	194.27	158.29	158.29
3. ค่าแรง ค่าเสื่อมราคา เครื่องจักร 10%	25.30	24.05	30.67	29.42
รวม	278.28	264.56	337.39	323.67
ราคาต้นทุน / กิโลกรัม	6.63	6.30	8.03	7.71

ต้นทุนการผลิตท่อเซรามิกน้ำหนักเบา แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงต้นทุนการผลิตท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว

รายการ	ราคาต้นทุนท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว (บาท)			
	กฟ	กข	อฟ	อข
4. ค่าวัสดุคิบ	97.31	76.63	245.97	225.29
5. ค่าเชื้อเพลิง	194.27	194.27	158.29	158.29
6. ค่าแรง ค่าเสื่อมราคา เครื่องจักร 10%	29.16	27.09	40.43	38.36
รวม	320.74	297.99	444.69	421.91
ราคาต้นทุน / ท่อน	0.67	0.62	0.93	0.88

จากตารางที่ 2, 3, และ 4 จะเห็นว่าต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาที่ผลิตจากดิน กำแพงเพชรจะถูกกว่าผลิตจากดินอ่างทอง เนื่องจากในการศึกษาวิจัยได้ชี้วัสดุคิบดินอ่างทองที่บดเรียบร้อยใน ราคาที่แพงคือ ตันละ 3,000 บาท แต่ดินกำแพงเพชรมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งจากจังหวัดกำแพงเพชรมาที่ กรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการดำเนินการล้างและบดดินเอง ทำให้ต้นทุนเนื้อดินกำแพงเพชร ถูกกว่าดินอ่างทอง

สำหรับรายละเอียดการคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบานั้น แสดงไว้ในบทที่ 3

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าสามารถผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 4 นิ้ว ขาย "ได้ในละ 4 บาท โดยจะได้กำไรเท่าตัว ขนาด 6 นิ้ว ถ้าขายในละ 6 บาท จะได้กำไรสำหรับดินกำแพงเพชร 39 – 46 % ส่วนดินอ่างทอง 13 – 18.5 % ส่วนกระถาง 8 นิ้ว ถ้าขายในละ 15 บาท จะได้กำไรในละสำหรับดินกำแพงเพชร 35.9 – 41 % ส่วนดินอ่างทองกำไร ระหว่าง 18.4 – 24 %

สำหรับเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมสามารถขายได้กิโลกรัมละ 10 บาท ซึ่งจะได้กำไรสำหรับ ดินกำแพงเพชร กิโลกรัมละ 50 – 58 % ส่วนดินอ่างทองกำไร กิโลกรัมละ 24.5 – 29.7 %

ในส่วนของท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว ถ้าขายห่อนละ 5 บาท จะได้กำไรสำหรับดิน กำแพงเพชรห่อนละ 646 – 706 % ส่วนดินอ่างทองกำไรห่อนละ 437 – 468 %

ทั้งนี้การผลิตที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการผลิตในระบบ pilot plant ถ้าจะผลิตขายเชิงพาณิชย์ ต้นทุน การผลิตจะลดลงได้มากกว่านี้ ซึ่งกำไรที่ได้จะครอบคลุมถึงการตลาดด้วย

1.4.3 ด้านความร่วมมือระหว่างภาครัฐ และเอกชน

จากการศึกษาวิจัยโครงการนี้ ระหว่างภาครัฐ และเอกชน คือ กรมวิทยาศาสตร์บริการ และภาคเอกชน ได้แก่ ห้างหุ้นส่วนจำกัดของประเทศไทย ซีรามิก ทำให้ภาครัฐได้ทราบถึงการดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ในระบบอุตสาหกรรมว่า จะต้องดำเนินการให้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ทำให้ไม่สามารถที่จะหยุดการผลิตได้ เนื่องจากการผลิตผลิตภัณฑ์เป็นรายได้ของโรงงาน และได้ทราบถึงการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาในระบบ อุตสาหกรรม ได้แก่ การผลิตด้วยเครื่อง Roller Machine และด้วยเครื่อง Ram Press ฯลฯ

สำหรับภาคเอกชนนั้น ได้ความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบา ซึ่งภาคเอกชนสามารถนำไปปรับใช้ในการผลิตของโรงงานได้ด้วยไป

ทั้งนี้การทำงานทั้งสองฝ่าย ได้ร่วมมือกันทำงานอย่างเต็มที่ ทำให้สิ่งที่ยาก และอุปสรรคต่าง ๆ ไม่ เป็นปัญหาในการทำงาน การศึกษาวิจัยดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.4.4 ด้านการเกษตร

ผลของการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อวงการปลูกกล้าwhy ไม้และไม้ดอกไม้ประดับต่อไปในอนาคต เนื่องจากได้ผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาชนิดต่าง ๆ สำหรับใช้ในการปลูกพรรณไม้ตามที่ผู้ปลูกกล้าwhy ไม้และ ไม้ดอกไม้ประดับต้องการ

บทที่ 2
การดำเนินการศึกษาวิจัย

2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวและน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าวและน้ำเสียที่เลือย แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ทางค์ประกอบทางเคมี ของฟางข้าวและน้ำเสียที่เลือย

รายการวิเคราะห์	ร้อยละของน้ำหนักองแห้ง	
	ฟางข้าว	น้ำเสีย
ปริมาณเถ้า (Ash content)	10.9	2.1
การละลายในน้ำร้อน (Hot – water solubility)	12.1	12.3
การละลายในด่างร้อนละ 1 (1% NaOH solubility)	54.0	26.7
การละลายในแอลกอฮอล์-เบนซีน (Alc-benzene solubility)	7.0	16.5
ปริมาณลิกนิน (Lignin content)	10.1	26.6
ปริมาณเพนโทซาน (Pentosans)	18.1	11.2
ไฮโลเซลลูโลส (Holocellulose)	59.3	61.3
อัลฟ่า – เซลลูโลส (alpha cellulose)	41.2	43.9
เบตา – เซลลูโลส (beta cellulose)	7.4	5.5
แคมมา – เซลลูโลส (gamma cellulose)	10.7	11.9

- ผลการทดลองจากตารางที่ 5 พบว่าฟางข้าวมีปริมาณเถ้าร้อยละ 10.9 ปริมาณอัลฟ่าเซลลูโลส ร้อยละ 41.2 และปริมาณเพนโทซานร้อยละ 18.1 และน้ำเสียมีปริมาณเถ้าร้อยละ 2.1 ปริมาณ ขัลฟ่าเซลลูโลส ร้อยละ 43.9 และปริมาณเพนโทซานร้อยละ 11.2 ซึ่งปริมาณเถ้าของฟางข้าว ค่อนข้างสูงเมื่อนำฟางข้าวมาบดละเอียดอาจส่งผลต่อเครื่องบดให้สึกหรอเร็วกว่าการใช้น้ำเสีย
- ในการผลิตกระถางโดยมีส่วนผสมของฟางข้าวและน้ำเสียในส่วนที่เป็นเส้น ใจจะช่วยยึดเหนี่ยวให้กระถางมีความแข็งแรงมากขึ้น

2.2 ศึกษาสมบัติของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทอง

2.2.1 การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบ (composition) ของดิน

ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบของดินด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence Spectrometer แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบของดิน ด้วยเครื่อง X-ray Fluorescence

Spectrometer

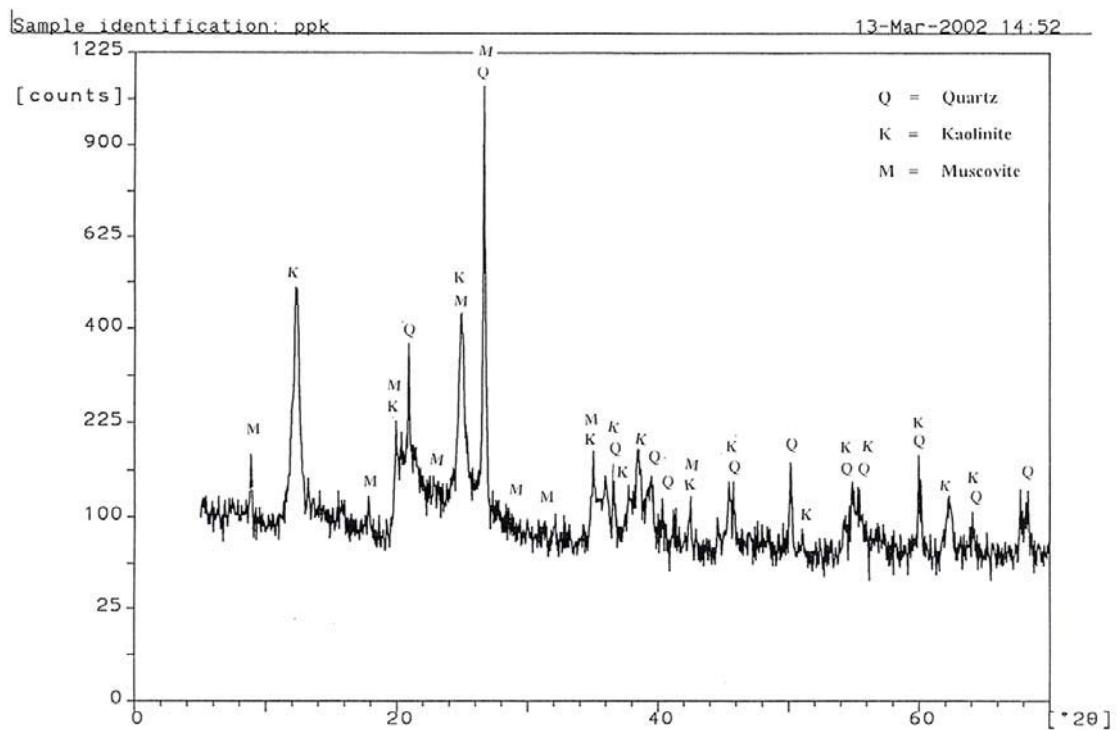
องค์ประกอบ,ร้อยละ	ดินกำแพงเพชร	ดินอ่างทอง
Silica (SiO_2)	62.6	62.6
Alumina (Al_2O_3)	24.1	17.1
Calcium oxide (CaO)	0.057	0.55
Magnesium oxide (MgO)	0.095	1.05
Iron oxide (Fe_2O_3)	2.59	7.30
Titanium dioxide (TiO_2)	0.67	1.06

- ผลการทดลองจากตารางที่ 6 พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทองมีปริมาณของซิลิกาเท่ากัน คือ ร้อยละ 62.6 สำหรับปริมาณอะลูมิโนและเหล็กมีร้อยละ 24.1 ,17.1 และ 2.59, 7.30 ตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณเหล็กในดินอ่างทองจะมีมากกว่าดินกำแพงเพชร ถึงร้อยละ 4.71 ทำให้เนื้อดินดินดินของดินอ่างทองมีสีน้ำตาลแดง ในขณะที่เนื้อดินกำแพงเพชรจะมีสีขาวอมชมพู ตั้งนั้นเมื่อเผากระถางเซรามิกกัน้ำหนักเบาจากเนื้อดินอ่างทองทำให้เกิดสีส้มจนลึ้งแดงเข้ม ส่วนกระถางจากดินกำแพงเพชรเมื่อเผาแล้วจะออกสีขาวนวล ซึ่งสีส้ม/สีแดงที่เกิดขึ้นมาเนื่องจากปริมาณเหล็กซึ่งมีอยู่ในปริมาณที่ไม่เท่ากันในเนื้อดิน

2.2.2 ศึกษาเรื่องที่เป็นองค์ประกอบของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทองด้วยเครื่อง X – ray

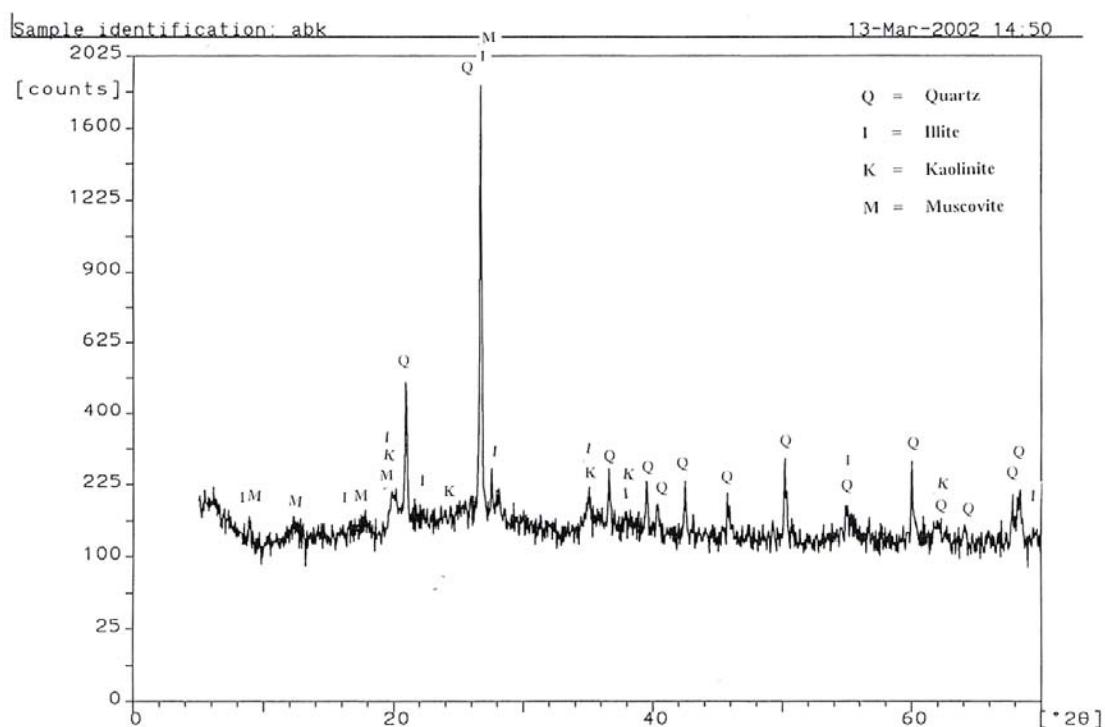
Diffractometer

2.2.2.1 จากการศึกษาองค์ประกอบของดินกำแพงเพชรด้วยเครื่อง X – ray Diffractometer พบว่า ประกอบด้วยแร่ Quartz, Kaolinite และ Muscovite (แสดงในรูปที่ 1)



รูปที่ 1 ดินกำแพงเพชร ประกอบด้วย Quartz, Kaolinite และMuscovite

2.2.2.2 ดินอ่างทองประกอบด้วยแร่ Quartz, Illite, Kaolinite และMuscovite (แสดงในรูปที่ 2)



รูปที่ 2 ดินอ่างทอง ประกอบด้วย Quartz, Illite, Kaolinite และMuscovite

2.2.3 คีกษามาก Loss on Ignition ที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลของการ Loss on Ignition ของคิน

รายการ	ดินกำแพงเพชร	ดินอ่างทอง
Loss on ignition, % (L.O.I)	8.70	6.67

- ดินกำแพงเพชรมีการ Loss on Ignition มากกว่าดินอ่างทอง แสดงว่ามีสารอินทรีย์ในส่วนประกอบของเนื้อดินมากกว่า

2.2.4 คีกษามั่นคงด้านแสงของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทอง

ผลการทดสอบสมบัติทางด้านแสงของคิน แสดงดังตารางที่ 8

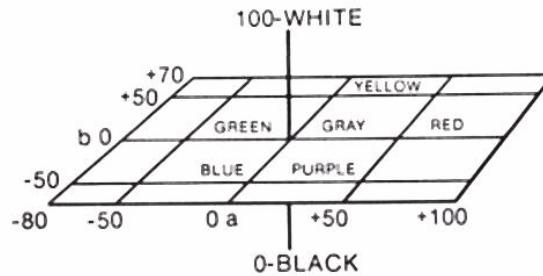
ตารางที่ 8 แสดงค่า Brightness และ Lightness ของคิน

คุณลักษณะ	ดินกำแพงเพชร	ดินอ่างทอง
ความขาวสว่าง (Brightness) , %	50.0	14.1
ความสว่างของสี (Lightness) , % L	79.1	51.4
a	58.5	54.8
b	11.0	16.6
ความขาว (CIE Whiteness) , %	5.70	-110.0

■ ผลการทดลองจากตารางที่ 8 พบว่า

2.2.4.1 ค่าความขาวสว่าง (Brightness) ของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทองมีค่าเท่ากับร้อยละ 50.0 และ 14.1 ตามลำดับ

2.2.4.2 ความสว่างของสี จากรูป 3 จะเห็นว่าความสว่างของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทอง มีค่าเท่ากับร้อยละ 79.1 และ 51.4 ซึ่งค่าแกนความสว่างจะมีค่าตั้งแต่ 0-100 % แสดงว่าดินกำแพงเพชรมีความสว่างมากกว่าดินอ่างทอง



รูปที่ 3 Three-dimensional representation of Hunter L, a, b coordinates the colors of surfaces (Hunter, R.S. Tappi, 45 (9) 203A-209A (1962)

- L = ความสว่างของสี (Lightness) มีค่า 0-100 %
 0 = สีดำสนิท (absolute black)
 100 = สีขาวบริสุทธิ์ (perfect white)
- แกน a แสดงแกนสีแดง-สีเขียว
 $+a$ = สีแดง
 $-a$ = สีเขียว
- แกน b แสดงแกนสีเหลือง-สีน้ำเงิน
 $+b$ = สีเหลือง
 $-b$ = สีน้ำเงิน

ผลจากการทดลองคืนกำแพงเพชรจะมีค่า a เท่ากับ 58.5 และ ค่า b เท่ากับ 11.0 ส่วนคืนอ่างทอง มีค่า a เท่ากับ 54.8 และ ค่า b เท่ากับ 16.6 จะเห็นว่าทั้งคืน กำแพงเพชรและคืนอ่างทอง มีค่า a และ b เป็น (+) แสดงว่าเนื้อดินทั้งสองมีสีเหลือง แม้ว่าดินทั้งสองจะมีสีเหลืองก็ตาม แต่เนื่องจากความสว่าง ของสีของคืนกำแพงเพชรมีค่าเท่ากับ 79.1 และคืนอ่างทองมีค่าเท่ากับ 51.4 จะเห็นว่า ความสว่างของคืนกำแพงเพชรมีค่าสูงกว่าคืนอ่างทองมากจึงทำให้สีที่ปรากฏแก่ สายตาของคืนกำแพงเพชรมีสีเหลืองเป็นสีขาวอมชมพู ส่วนคืนอ่างทองมีสีเหลือง ออกเป็นสีน้ำตาลเข้ม

2.2.4.3 ความขาวของคืนกำแพงเพชรและคืนอ่างทอง มีค่าเท่ากับ 5.70 และ -110.0 ซึ่ง ความขาวจะเกี่ยวข้องกับสีของวัตถุ คือ ถ้าวัตถุมีความขาวอย่างแท้จริง โดยมีสีใกล้ เคียงกับความขาวอุดมคติ (ideal white) ค่าการสะท้อนของแสงในทุก ๆ ความยาวคลื่น ของแสงสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินมีค่าเท่ากัน จะเห็นว่าค่าความขาวของคืนอ่างทอง มีค่าติดลบแสดงว่าไม่มีการสะท้อนแสงเลย แสงจะถูกดูดกลืน ไว้หมด

2.2.5 ความหมายและอี้ดของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทองโดยวิธีแอนเดรีเซ่น (Andreasen pipette) วัดโดยน้ำหนัก (by weight)

ผลการวิเคราะห์ความหมายและอี้ดของดิน แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ความหมายและอี้ดของเม็ดดิน ของดินกำแพงเพชร และดินอ่างทอง

ขนาดอนุภาค, ไมครอน	ดินกำแพงเพชร, ร้อยละ	ดินอ่างทอง, ร้อยละ
ใหญ่กว่า 10	35	27
5-10	11	14
4-5	4	5
3-4	5	6
2-3	6	8
0-2	39	40

- จากตารางที่ 9 พบว่า ดินกำแพงเพหร มีขนาดของอนุภาค 0-2 ไมครอน ร้อยละ 39 และ ขนาดอนุภาคที่ใหญ่กว่า 10 ไมครอน ร้อยละ 35 ส่วนดินอ่างทอง มีขนาดของอนุภาค 0-2 ไมครอน ร้อยละ 40 ซึ่งมีค่ามากกว่าดินกำแพงเพหรเพียงร้อยละ 1 เท่ากันนั้น แต่มีขนาด อนุภาคที่ใหญ่กว่า 10 ไมครอน เพียงร้อยละ 27 ซึ่งแสดงว่าดินกำแพงเพหรจะมีเนื้อดินที่ หมายกว่าดินอ่างทอง

ตารางที่ 10 แสดงปริมาณเม็ดดินขนาดใหญ่กว่า 5 ไมครอน และเล็กกว่า 2 ไมครอน

ขนาดของเม็ดดิน, ไมครอน	ดินกำแพงเพชร, ร้อยละ	ดินอ่างทอง, ร้อยละ
ใหญ่กว่า 5	46	41
เล็กกว่า 2	39	40

- ผลการทดลองจากตารางที่ 10 พบว่า ขนาดของดินทั้งดินกำแพงเพหรและดินอ่างทอง มี ขนาดของอนุภาคที่เล็กกว่า 2 ไมครอน มีปริมาณร้อยละ 39 และ 40 ขนาดของอนุภาคใน ช่วง 0-5 ไมครอน มีร้อยละ 46 และ 41 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าไม่แตกต่างกันมากนัก และ การที่ดินกำแพงและดินอ่างทอง มีขนาดของอนุภาคเล็ก ๆ ในปริมาณมาก เช่นนี้ทำให้ดินมี ความเนื้อขาวเทาแก่การที่จะนำมาผสานกับพังพื้นหัวหรือปูเลื่อยเพื่อผลิตเป็นกระถาง เชรามิกน้ำหนักเบาได้



รูปที่ 4 แห่ล่งดินกำแพงเพชร (สีขาว) หน้าดินจะปักคุณด้วยดินลูกรัง (สีแดง) ซึ่งชาวบ้านจะตักดินลูกรังไปขายสำหรับคนดูนน



รูปที่ 5 เมื่อขุดลงไปจะได้ดินกำแพงเพชรสีขาวอมชมพู เนื่องจากยังมีสีแดงของเหล็กปนอยู่ ถ้าขุดลึกลงไปมากกว่านี้เข้าใจว่าจะได้ดินที่มีสีขาวเพิ่มขึ้น และปริมาณแร่เหล็กลดลง

2.3 การเตรียมเนื้อดินกำแพงเพชร และเนื้อดินอ่างทอง

ดินกำแพงเพชรที่ขุดมาจากแหล่ง จังหวัดกำแพงเพชร รูปที่ 4 - รูปที่ 5 มีทรัพย์ปูนมาก จึงทำการล้าง เอ้าทรัพย์ออก โดยกรองด้วยตะแกรงขนาด 60 เมช

การเตรียมดินกำแพงเพชรทำได้ดังนี้

- นำดินกำแพงเพชรใส่หม้อบด (Ball mill) ประมาณ 200 กิโลกรัม
- ใส่น้ำในหม้อบดให้ท่วมเนื้อดิน
- เปิดไฟหม้อบด ใช้เวลาบดในหม้อบดครึ่งชั่วโมง
- ปิดไฟหม้อบด นำน้ำดินออกจากหม้อบดใส่ในภาชนะ
- ร่อนน้ำดินผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช
- เกรองน้ำดินในอ่างปูนปลาสเตอร์
- เมื่อดินหมาด นำไปอ่อนหรือตากแห้ง ได้ดินกำแพงเพชรที่ใช้ผลิตเซรามิกน้ำหนักเบาตามต้องการ



รูปที่ 6 ดินกำแพงเพชรซึ่งผ่านการบดในหม้อบดแล้วนำมา_r่อนผ่านตะแกรง
ขนาด 60 เมช



รูปที่ 7 หลังจากนั้นนำมากรองในอ่างปูนปลาสเตอร์ เพื่อเตรียมอบแห้ง

คืนอ่างทองที่ซื้อมาได้ผ่านการเตรียมมาแล้วจากโรงงานอิฐอ่างทอง สามารถพร้อมใช้ผลิตเซรามิก น้ำหนักเบาได้



รูปที่ 8 คืนอ่างทองที่กองไว้ในโรงงานคาวคู่อิฐอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง

กรรมวิธีการเตรียมคืนอ่างทอง ของโรงงานอิฐอ่างทองคือ นำคืนจากกองคืนที่ตากแห้งแล้ว มาตีด้วย เครื่อง Pulverizer ย่อยให้ก้อนคืนแห้งมีขนาดเล็กลง แล้วนำไปบดให้ขนาดเล็กลงต่อด้วยเครื่อง Edge runner

ส่วนที่เป็นผังจะลอดผ่านตะแกรงเครื่อง Edge runner ออกมา (รูตะแกรงขนาดประมาณ 10 เมช) ได้ดินผงตามต้องการ



รูปที่ 9 การบดดินอ่างทองให้ละเอียดเพื่อใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

2.3.1 ดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าว (กฟ) โดยใช้ดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าวในอัตราส่วนต่างๆ จำนวน 6 สูตร ผสมน้ำพอเปียก หมักส่วนผสมไว้ 1 วัน นวดจนสามารถขึ้นรูปได้แล้วนำมาอัดทำชิ้นทดสอบ จากนั้นเพาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ดินกำแพงเพชรจะสุกตัวที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสขึ้นไป จึงเพาที่ 1,230 องศาเซลเซียส เพราะปกติผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ของกรมวิทยาศาสตร์บริการจะเพาที่อุณหภูมนี้ สำหรับทาง หจก.ทองประเสริฐศิลปัชัยศิริมิค ปกติจะเพาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส



รูปที่ 10 แสดงดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าวในอัตราส่วนต่างๆที่นำมาทำชิ้นทดสอบ เพาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส

นำไปทดสอบหาค่า Total shrinkage ค่า Water absorption และค่า Modulus of rupture ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงค่า Total shrinkage , Water absorption และ Modulus of rupture ของเนื้อดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าวในอัตราส่วนต่างๆ

ตัวอย่างที่	อัตราส่วนดินกำแพงเพชร:ฟางข้าว	Total shrinkage, ร้อยละ	Water absorption, ร้อยละ	Modulus of rupture, Kg/cm ²
ก	100:0	5.96	20.43	105
กพ 10	90:10	3.23	46.81	42
กพ 11	89:11	4.28	47.11	28
กพ 15	85:15	5.90	61.02	26
กพ 20	80:20	3.14	70.59	4
กพ 25	75:25	4.79	105.95	3
กพ 30	70:30	5.71	110.74	2

2.3.2 ดินกำแพงเพชรผสมที่เลือย (กข) โดยใช้ดินกำแพงเพชรผสมที่เลือยในอัตราส่วนต่างๆ จำนวน 6 สูตร แล้วนำมาอัดทำขึ้นทดสอบ จากนั้นเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส และทดสอบ Total shrinkage, Water absorption และค่า Modulus of rupture ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงค่า Total shrinkage , Water absorption และ Modulus of rupture ของเนื้อดินกำแพงเพชรผสมที่เลือยในอัตราส่วนต่างๆ

ตัวอย่างที่	อัตราส่วนดินกำแพงเพชร:ที่เลือย	Total shrinkage, ร้อยละ	Water absorption, ร้อยละ	Modulus of rupture, Kg/cm ²
กข 10	90:10	5.51	31.59	55
กข 11	89:11	4.41	39.79	45
กข 15	85:15	3.71	43.88	38
กข 20	80:20	6.39	46.76	35
กข 25	75:25	6.96	56.88	33
กข 30	70:30	3.98	81.22	11

2.3.3 คืนอ่างทองผสมฟางข้าว (อฟ) โดยใช้คืนอ่างทองผสมฟางข้าวในอัตราส่วนต่างๆ จำนวน 7 สูตร แล้วนำมาอัดทำชิ้นทดสอบ จากนั้นเพาที่อุณหภูมิ 950 องศา และทดสอบ Total shrinkage และ Water absorption และ Modulus of rupture ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 13

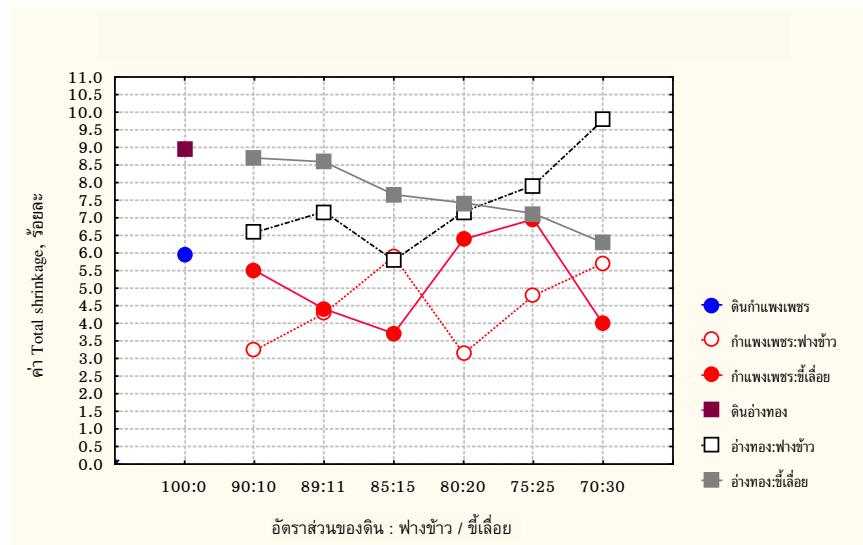
ตารางที่ 13 แสดงค่า Total shrinkage , Water absorption และ Modulus of rupture ของเนื้อคืนอ่างทองผสมฟางข้าวในอัตราส่วนต่างๆ

ตัวอย่างที่	อัตราส่วนคืนอ่างทอง : ฟางข้าว	Total shrinkage, ร้อยละ	Water absorption, ร้อยละ	Modulus of rupture, Kg/cm ²
อ	100:0	8.94	12.56	110
อฟ 10	90:10	6.58	34.90	72
อฟ 11	89:11	7.17	36.46	48
อฟ 15	85:15	5.79	51.10	29
อฟ 20	80:20	7.17	58.03	26
อฟ 25	75:25	7.92	81.56	18
อฟ 30	70:30	9.78	100.68	11

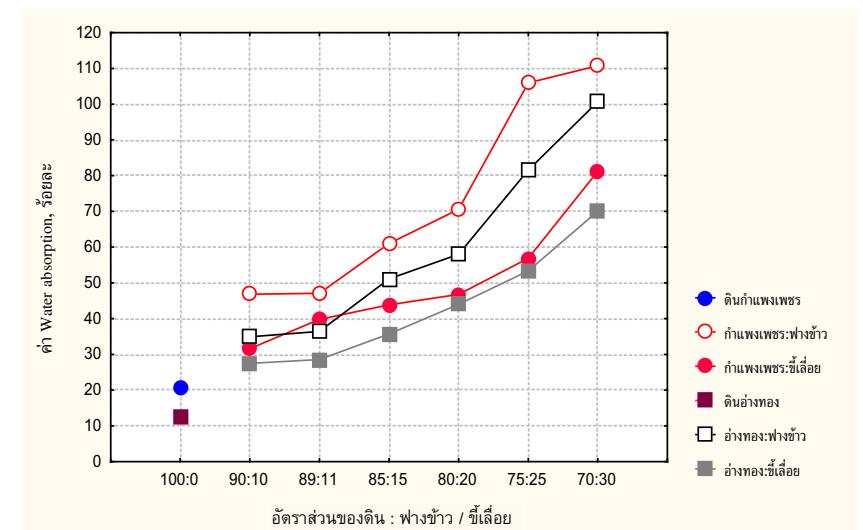
2.3.4 คืนอ่างทองผสมปีเลือย (อข) โดยใช้คืนอ่างทองผสมปีเลือยในอัตราส่วนต่างๆ จำนวน 7 สูตร แล้วนำมาอัดทำชิ้นทดสอบ จากนั้นเพาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส และทดสอบ Total shrinkage และ Water absorption และ Modulus of rupture ได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงค่า Total shrinkage , Water absorption และ Modulus of rupture ของเนื้อคืนอ่างทองผสมปีเลือยในอัตราส่วนต่างๆ

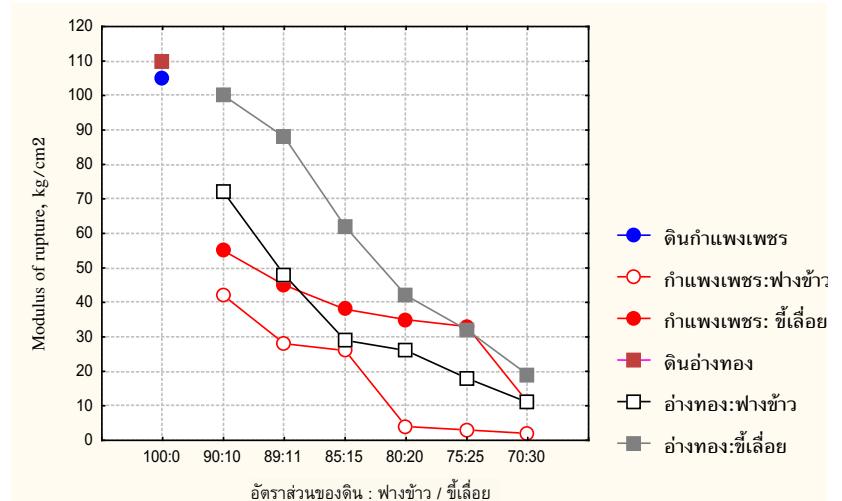
ตัวอย่างที่	อัตราส่วนคืนอ่างทอง : ปีเลือย	Total shrinkage, ร้อยละ	Water absorption, ร้อยละ	Modulus of rupture, Kg/cm ²
อข 10	90:10	8.70	27.47	100
อข 11	89:11	8.59	28.54	88
อข 15	85:15	7.66	35.70	62
อข 20	80:20	7.42	44.00	42
อข 25	75:25	7.12	53.36	32
อข 30	70:30	6.29	70.04	19



รูปที่ 11 เปรียบเทียบ Total shrinkage ของเซรามิกน้ำหนักเบาที่ผลิตได้



รูปที่ 12 เปรียบเทียบ Water absorption ของเซรามิกน้ำหนักเบาที่ผลิตได้



รูปที่ 13 เปรียบเทียบค่า Modulus of rupture ของเซรามิกน้ำหนักเบาที่ผลิตได้

ผลการศึกษาสมบัติของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทอง สรุปได้ดังต่อไปนี้

- การหดตัว (Total shrinkage)
 - ◆ การหดตัวของดินกำแพงเพชรและดินอ่างทองผสมฟางข้าว และจี๊ดจ๊อในสัดส่วนร้อยละ 10 – 30 มีค่าหดตัว คือไม่เกินร้อยละ 10
 - ◆ ที่ส่วนผสมของดินกำแพงเพชร หรือดินอ่างทองผสมฟางข้าว หรือจี๊ดจ๊อไม่เกินร้อยละ 15
 - ดินกำแพงเพชรผสมจี๊ดจ๊อมีค่าการหดตัวมากกว่าดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าวเล็กน้อย
 - ดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าวมีค่าการหดตัวร้อยละ 3.23 – 5.9
 - ดินกำแพงเพชรผสมจี๊ดจ๊อมีค่าการหดตัวร้อยละ 3.71 – 5.51
 - ดินอ่างทองผสมจี๊ดจ๊อมีค่าการหดตัวมากกว่าดินอ่างทองผสมฟางข้าวเล็กน้อย
 - ดินอ่างทองผสมฟางข้าวมีค่าการหดตัวร้อยละ 5.79 – 7.17
 - ดินอ่างทองผสมจี๊ดจ๊อมีค่าการหดตัวร้อยละ 7.66 – 8.70
 - ◆ ที่ส่วนผสมของดินกำแพงเพชร หรือดินอ่างทองผสมฟางข้าว หรือจี๊ดจ๊อเกินร้อยละ 15 มีค่าการหดตัวแก่กว่าตัวมาก ไม่เป็นระเบียบ มีสาเหตุจาก
 - ฟางข้าวและจี๊ดจ๊อที่ผสมในเนื้อดิน ดูดและอมน้ำมากจึงต้องการน้ำผสมจำนวนมาก ในขณะนวดดินไม่สามารถแยกแยะความแข็งของดินที่เหมาะสมแก่การขันรูปอย่างชัดเจนได้ คือผสมน้ำมากไปบ้าง หรือน้อยไปบ้างก็ได้ความแข็งของดินใกล้เคียงกัน ขึ้นกคลองที่ผสมน้ำมากเมื่อเผาแล้วจะหดตัวมากกว่าขึ้นกคลองที่ผสมน้ำน้อย
 - ฟางข้าวและจี๊ดจ๊อที่ผสมในเนื้อดิน จะมีปริมาณมาก ขณะที่ดินมีปริมาณน้อย จะทำให้ขึ้นกคลองยากมากหรือทำไม่ได้เลย เพราะมีความเหนียวไม่พอหรือไม่มีความเหนียว ต้องผสมตัวยึดเหนียว (Binder) เพื่อเพิ่มความเหนียวในการหดคลองนี้เพิ่มความเหนียวด้วย CMC (Carboxy methyl cellulose)
- การดูดซึมน้ำ (Water absorption)
 - ◆ การดูดซึมน้ำ (Water absorption) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อใช้ปริมาณฟางข้าวหรือจี๊ดจ๊อเพิ่มขึ้น
 - ◆ การดูดซึมน้ำของดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าว ในสัดส่วนร้อยละ 10 – 30 มีการดูดซึมน้ำมากกว่าดินกำแพงเพชรผสมจี๊ดจ๊อ
 - ดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าวมีการดูดซึมน้ำร้อยละ 46.81 – 110.74
 - ดินกำแพงเพชรผสมจี๊ดจ๊อมีการดูดซึมน้ำร้อยละ 31.59 – 81.22
 - ◆ การดูดซึมน้ำของดินอ่างทองผสมฟางข้าว ในสัดส่วนร้อยละ 10 – 30 มีการดูดซึมน้ำมากกว่าดินอ่างทองผสมจี๊ดจ๊อ
 - ดินอ่างทองผสมฟางข้าวมีการดูดซึมน้ำร้อยละ 34.90 – 100.68
 - ดินอ่างทองผสมจี๊ดจ๊อมีการดูดซึมน้ำร้อยละ 28.54 – 70.04

■ Modulus of rupture

- ◆ Modulus of rupture มีค่าลดลงเมื่อใช้ปริมาณฟางข้าวหรือปีลีอี้เพิ่มขึ้น
- ◆ Modulus of rupture ของดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าว ในสัดส่วนร้อยละ 10 – 30 มีค่า Modulus of rupture น้อยกว่าดินกำแพงเพชรผสมปีลีอี้

 - ดินกำแพงเพชรผสมฟางข้าว มี MOR 2 – 42 Kg/cm²
 - ดินกำแพงเพชรผสมปีลีอี้ มี MOR 11 – 55 Kg/cm²

- ◆ Modulus of rupture ของดินอ่างทองผสมฟางข้าว ในสัดส่วนร้อยละ 10 – 30 มีค่า Modulus of rupture น้อยกว่าดินอ่างทองผสมปีลีอี้

 - ดินอ่างทองผสมฟางข้าว มี MOR 11 – 72 Kg/cm²
 - ดินอ่างทองผสมปีลีอี้ มี MOR 19 – 88 Kg/cm²

■ การทดสอบ การดูดซึมน้ำ และ Modulus of rupture

ค่าทั้งสามอาจจะแก่วงไปบ้าง อีกสาเหตุหนึ่งจากการเผาชิ้นทดสอบไม่ได้เพาทั้งหมดในครั้งเดียว หรือเผาในเตาเดียว ความแตกต่างของอุณหภูมิเตาที่เผาในแต่ละครั้งย่อมเกิดขึ้นได้ และแม้แต่การเผาในเตาเดียวกัน ก็เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ (Temperature gradient) แต่ละจุดภายในเตาด้วย

- สมบัติของเนื้อดินที่มีส่วนผสมของดินกำแพงเพชรหรือดินอ่างทอง ร้อยละ 89 และฟางข้าวหรือปีลีอี้ร้อยละ 11 แสดงในตารางที่ 15
- ตารางที่ 15 แสดงค่า Total shrinkage, Water absorption และค่า Modulus of rupture ของเนื้อดินกำแพงเพชร หรือดินอ่างทองร้อยละ 89 ผสมฟางข้าวหรือปีลีอี้ร้อยละ 11

ตัวอย่างที่	Total shrinkage, ร้อยละ	Water absorption, ร้อยละ	Modulus of rupture, Kg/cm ²
กฟ 11	4.28	47.11	28
กข 11	4.41	39.79	45
อฟ 11	7.17	36.46	48
อข 11	8.59	28.54	88

ในการทดลองพัฒนาคุณภาพเซรามิกน้ำหนักเบา ได้ทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบา ไปด้วย โดยทดลองผลิตเป็นกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว ปรากฏว่า ส่วนผสมที่เหมาะสมแก่การทำกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาคือ เนื้อดินกำแพงเพชรหรือดินอ่างทองผสมฟางข้าวหรือปีลีอี้ 8 : 1 หรือร้อยละ 89 : 11

กระถางเซรามิกได้ทดลองขึ้นรูปโดยวิธีจีกเกอร์ ปรากฏว่าส่วนผสมดังกล่าวสามารถขึ้นรูปได้ดี แต่ก็เสียหายน้อย

2.4 การทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาในระบบ Pilot Plant

2.4.1 จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ได้นำมาวิเคราะห์ว่า ควรผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร และกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง รวมทั้งเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมจากดินกำแพงเพชร และจากดินอ่างทองขนาด 4 นิ้ว 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว และขนาด 0.5 - 1.5 เซนติเมตร ตามลำดับในระบบ pilot plant ในอัตราส่วนดิน + ฟางข้าว หรืออีกเลื่อย 89:11 ดังนี้

- กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ขี้เลื่อย จำนวนไม่ต่ำกว่า 300 ใบ
- กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว จำนวนไม่ต่ำกว่า 300 ใบ
- กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ขี้เลื่อย จำนวนไม่ต่ำกว่า 250 ใบ
- กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ฟางข้าว จำนวนไม่ต่ำกว่า 250 ใบ
- เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมดินกำแพงเพชร + ขี้เลื่อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร
- เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร
- เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมดินอ่างทอง + ฟางข้าว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร
- เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมดินอ่างทอง + ฟางข้าว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร
- เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมดินอ่างทอง + ฟางข้าว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร

การผลิตดังกล่าวสามารถแสดงได้ด้วยรูปภาพ ดังแสดงในรูปที่ 14 - 32



รูปที่ 14 การหันฟางข้าวให้มีขนาดเล็ก ก่อนจะนำไปบดให้ละเอียดอีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 15 ตากขี้เลื่อยให้แห้งนอกอาคาร



รูปที่ 16 ชั่งคินอ่างทอง



รูปที่ 17 ชั้งนี้เลือยทิบคละເອີຍ



รูปที่ 18 นີ້ເລື່ອຍນົບຄະເອີຍ (ຊ້າຍມືອ) ແລະ ດິນອ່າງທອງ (ບາມມືອ) ທີ່ ຂ່າງ
ຕາມອັຕຣາສ່ວນ ດິນ : ນີ້ເລື່ອຍ = 89 : 11



รูปที่ 19 ผสมปีลีอยกับดินอ่างทองด้วยกัน



รูปที่ 20 เทน้ำสะอาดใส่ในส่วนผสมของปีลีอยและดินอ่างทองคลุกเคล้าให้เป็นเนื้อเดียวกัน



รูปที่ 21 เนื้อดินอ่างทอง + ขี้เลือยที่ผสมเข้ากันดีแล้ว



รูปที่ 22 นำมารีดให้เนื้อดินเข้ากันดีขึ้น ด้วยเครื่องรีดดิน (Extruder) 5 ครั้ง



รูปที่ 23 เนื้อดินในอ่างที่ผ่านการรีดแล้ว



รูปที่ 24 นำมาปั้นเป็นก้อนกลมให้พอดีเหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปด้วยเครื่อง
จิกเกอร์ (Jigger)



รูปที่ 25 โอมลด์ (Mold) ปูนปลาสเตอร์ที่ใช้ในการขึ้นรูปกระถางขนาด 6 นิ้ว



รูปที่ 26 การขึ้นรูปกระถางขนาด 6 นิ้ว ด้วยเครื่องจิ๊กเกอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 27 ปั๊ดขอบกระถางให้เรียบ



รูปที่ 28 กระถางดินอ่างทอง + ชี้ล้อยในโนมล์ปูนปลาสเตอร์ ทึ่งไว้ประมาณ
ครึ่งชั่วโมงจึงนำเอกสารถางออกจากโนมล์ได้



รูปที่ 29 กระถางดินอ่างทอง + จี๊เลือยผึ่งломให้แห้งก่อนนำไปเผา

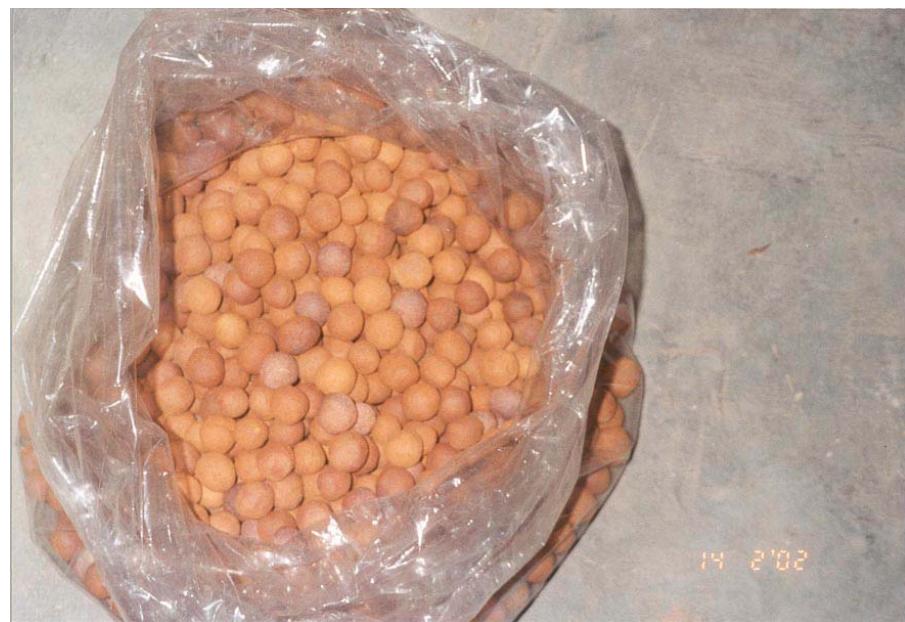


รูปที่ 30 เรียงกระถางดินอ่างทอง + จี๊เลือยในเตาแก๊ส
แล้วเผาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

ในการผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 - 1.5 เซนติเมตรนั้น ใช้การปั้นด้วยมือ ซึ่งต้องใช้แรงงานและเวลามาก



รูปที่ 31 เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมก่อนเผา



รูปที่ 32 เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมหลังเผา

การผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาทั้ง 10 ชนิด ตามที่กล่าวมาข้างต้น ดำเนินการตามความต้องการของโครงการย่อยที่ 2 ที่จะนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชชนิดต่างๆ ตามที่เสนอไว้ใน project proposal

2.4.2 การผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาชนิดเคลือบสีต่าง ๆ

กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาชนิดเคลือบสีต่าง ๆ ใช้สำหรับสวมกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาชนิดไม่เคลือบขนาด 4 นิ้ว, 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว เพื่อใช้สำหรับประดับตกแต่งห้อง

การออกแบบกระถาง

รูปทรงกระถางเป็นแบบเดียวกับกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาชนิดไม่เคลือบ แต่ขนาดใหญ่กว่า ซึ่งกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาชนิดไม่เคลือบ ได้ออกแบบด้านในกระถางให้เหมือนและเท่ากับกระถางพลาสติกทั้งขนาด 4 นิ้ว, 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว เพราะว่าต้องนำไปคลองปููกไม้ดอกไม้ประดับเบรี่ยนเพียงการเจริญเติบโตกับกระถางพลาสติก

การขึ้นรูป

วิธีขึ้นรูปกระถางเคลือบ 4 นิ้ว, 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว ทั้ง 3 ขนาด ทดลองผลิตที่กรมวิทยาศาสตร์ บริการ ด้วยเครื่องจีกเกอร์

ตารางที่ 16 แสดงจำนวนกระถางเคลือบที่ทดลองผลิต

รายการ	เนื้อดิน กฟ, กข (ใบ)		เนื้อดิน อฟ, อข (ใบ)	
	กฟ	กข	อฟ	อข
1. กระถางเคลือบ 4 นิ้ว	15	15	15	15
2. กระถางเคลือบ 6 นิ้ว	15	15	15	15
3. กระถางเคลือบ 8 นิ้ว	10	10	10	10

การเคลือบ

- ด้านในกระถาง เคลือบด้านในกระถางที่เผาดินแล้วด้วยเคลือบใส โดยวิธีกรอกน้ำเคลือบลงภายในกระถาง แฟร์ไว้ประมาณ 3 วินาที ให้เคลือบเกาะผิว ผลิตภัณฑ์หนาพอดี เท่าน้ำเคลือบที่เหลือออก
- ด้านนอกกระถาง เคลือบด้านนอกกระถางด้วยเคลือบสีต่าง ๆ โดยวิธีพ่นสเปรย์

การเผา

- เผาดิน เผาดินกระถางที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 8 ชั่วโมง
- เผาเคลือบ
 - กระถางเนื้อดิน อฟ, อข เผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 8 ชั่วโมง
 - กระถางเนื้อดิน กฟ, กข เผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 8 ชั่วโมง

เตาเผา

เป็นเตา shuttle ใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงขนาดเตาเผา 0.25 ลูกบาศก์เมตร พื้นที่วางเผา 0.35 × 0.4 ตารางเมตร (2 แผ่นรอง)

น้ำเคลือบ

◆ น้ำเคลือบ อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส สำหรับกระถางเคลือบเนื้อดิน กฟ, กข ทำน้ำเคลือบ 6 สี คือ สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีครีม สีเขียว และสีเหลือง

ตารางที่ 17 แสดงสูตรเคลือบสีดำ ใส น้ำเงิน ฟ้า ครีม เขียว และเหลือง ของเนื้อดินกำแพงเพชร

รายการ	สีเคลือบ	องค์ประกอบ, ร้อยละ	
สูตร 1	สีดำ	แร่ฟินมา	34
		หินปูน	17
		ดินขาวะนอง	8
		ควอตซ์	41
		เติม Fe_2O_3	13
สูตร 2	น้ำเงิน	แร่ฟินมา	35.3
		หินปูน	13.6
		ควอตซ์	28.5
		ดินขาวะนอง	11.1
		ซิงค์ออกไซด์	6.8
		ทัลค์	4.7
		เคลือบใส W 31	
สูตร 3	ฟ้า	เติม : CoO	3
		เคลือบใส W 31	
สูตร 4	ครีม	เติม : พ้า 220975	10
		เคลือบใส W 31	
สูตร 5	เขียว	เคลือบใส W 31	
		เติม : พ้า 220975	6
		เหลือง 23533	6
สูตร 6	เหลือง	เคลือบใส W 31	
		เติม : เหลือง 23533	10

หมายเหตุ สีดำเรี้ยวรูป จากบริษัท เฟอร์โร เซอร์เต็ค (ไทยแลนด์) จำกัด

◆ นำเคลือบ อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส สำหรับกระบวนการเคลือบเนื้อดิน อฟ อก ทำนำเคลือบ 6 สี คือ ลีน้ำเงิน ลีฟ้า สีครีม ลีเขียว (2 สี) และสีเหลือง

ตารางที่ 18 แสดงสูตรเคลือบสีดำ นำเงิน ฟ้า ครีม เขียว และเหลือง ของเนื้อดินอ่างทอง

รายการ	สีเคลือบ	องค์ประกอบ, ร้อยละ
สูตรเคลือบ	เคลือบใส	ฟริต PN 5520 90 ดินรอง 10
สูตร 1	ดำ	เคลือบใส ^{เติม : MnO₂} 3 CoO 3 Fe ₂ O ₃ 2
สูตร 2	นำเงิน	เคลือบใส ^{เติม : CoO} 3 ZrSiO ₄ 10
สูตร 3	ฟ้า	เคลือบใส ^{เติม : ZrSiO₄} 20 CoO 0.3
สูตร 4	ครีม	เคลือบใส ^{เติม : ZrSiO₄} 15 เหลือง 23533 2
สูตร 5	เขียว	เคลือบใส ^{เติม : ZrSiO₄} 15 CuO 5
สูตร 6	เหลือง	เคลือบใส ^{เติม : เหลือง 23533} 10
สูตร 7	เขียวเข้ม	เคลือบใส ^{เติม : Cr₂O₃} 2.5 Sb ₂ O ₃ 2.0

หมายเหตุ ฟริตจาก บริษัท เชอร์นิค จำกัด

ผลิตภัณฑ์กระถางเคลือบ

ผลิตภัณฑ์กระถางเคลือบที่ทำเสร็จแล้ว ลักษณะของเคลือบมีสีสวยงามเป็นงาน สรุปผลได้ดังนี้

- ◆ ผลิตภัณฑ์ส่วนที่เคลือบบาง ผิวเคลือบจะมีลักษณะเป็นรูเข็ม หรือเป็น Texture ของฟางข้าวหรือขี้เลือยที่เผาใหม่ๆไป
- ◆ ผลิตภัณฑ์ส่วนที่เคลือบหนา ผิวเคลือบจะเรียบไม่เป็นรู
- ◆ กระถางเคลือบเนื้อดิน กฟ และอข ชิ่งเผาไฟสูง 1,230 องศาเซลเซียส สามารถทำเคลือบสีเป็นสุดยอดคล้ายผลึก สวยงามมาก ซึ่งทำได้โดยเคลือบกระถางที่เผาดินแล้วด้วยเคลือบสีดำ (สูตร 1) ทั้งใบ และเคลือบทับสีดำเฉพาะด้านนอกกระถางด้วยเคลือบสีต่าง ๆ เช่น เคลือบสีฟ้า สีเขียว สีเหลือง สีแดง นำไปเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส จะได้เคลือบเป็นดอกดาว หรือเป็นฟ้าจุดดำ เงียวจุดดำ เหลืองจุดดำ แดงจุดดำ คล้ายผลึกสวยงามมาก
- ◆ นำเคลือบที่ใช้กับกระถางเคลือบเนื้อดิน อฟ และอข ชิ่งเผาไฟต่ำที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเคลือบสีเข็ม และเป็นเคลือบทิน จะปิดบังสีของเนื้อดิน อฟ, อข ชิ่งมีสีแดงได้สามารถเคลือบกระถางเนื้อดินแดงได้เลย โดยไม่ต้อง Engobe เนื้อดินแดงด้วยดินขาวก่อน
- ◆ กระถางที่ทำจากเนื้อดินกำแพงเพชร เพาแล้วเป็นสีครีม หรือสีงาช้าง เพียงแค่เคลือบด้วยเคลือบใส จะได้สีเป็นสีครีมสวยงามมาก
- ◆ กระถางที่ทำจากเนื้อดินอ่างทอง เพาแล้วเป็นสีแดง เพียงแค่เคลือบด้วยเคลือบใส จะได้สีเป็นสีแดงมันเป็นวัวสวยงามมาก

ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคในการผลิตมีดังนี้

- ผลิตภัณฑ์กระถางแตกที่ก้น

ลักษณะรอยแตก : แตกกลางก้นกระถาง ลักษณะเป็นวงโถง และแตกเป็นเส้นตรงข้าง เกิดกับกระถางเคลือบ 6 นิ้ว และกระถางเคลือบ 8 นิ้ว เกิดประมาณ 30 %

สาเหตุ : ฉีดน้ำหล่อลื่นในมีด (Template) มากเกินไปในขณะขึ้นรูปปืนจิกเกอร์

การแก้ไข : ฉีดน้ำหล่อลื่นในมีดให้น้อยที่สุด เพียงแค่พอลื่นให้ปืนจิกเกอร์ได้ หลังจากแก้ไขแล้ว ตัวหนีแตกก้นลดน้อยลงเหลือ 5 % (ห้างหุ้นส่วนจำกัด ทองประเสริฐคิดปัชย ซีรามิก ขึ้นรูปด้วยเครื่องโรลเลอร์ หล่อลื่นหัวปืนด้วยน้ำมัน น่าจะไม่เกิดปัญหาแตกที่ก้นกระถาง)

● การขึ้นรูปกระถางใหญ่

ปัญหา : เกิดกับกระถางเคลื่อน 8 นิ้ว ต้องตั้งใบมีดก่อนปั๊นจิกเกอร์และถอดใบมีด (Template) ออกทุกครั้งเมื่อปั๊นกระถางแต่ละใบเสร็จ เพื่อเอากระถางที่ปั๊นเสร็จแล้วออก ไม่เช่นนั้นใบมีดจะไปปูดกระถางที่ปั๊นเสร็จแล้วเสียหาย ขณะยกใบมีดขึ้น ไม่พ้นขอบกระถาง

ผลของปัญหา : - เสียเวลาในการตั้งและถอดใบมีดในการปั๊นกระถางแต่ละใบ และในการตั้งใบมีดแต่ละครั้งก็ยากมากที่จะปรับให้ได้เท่ากัน

- น้ำหนักกระถางแต่ละใบไม่เท่ากัน
- กระถางหนาบางไม่เท่ากัน

การแก้ไข :

- ออกแบบให้เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยเครื่องจิกเกอร์ (ในโครงการนี้ รูปแบบกระถางถูกนั่งคับให้เหมือนกระถางพลาสติก การติดตั้งใบมีด และถอดใบมีดทุกครั้งในการปั๊นกระถางแต่ละใบ ถ้าเป็นการแก้ปัญหาวิธีหนึ่ง ถ้าไม่เช่นนั้นจะปั๊นกระถางเคลื่อน 8 นิ้ว ไม่ได้ด้วยเครื่องจิกเกอร์นี้)
- ใช้เครื่องปั๊นจิกเกอร์แบบใบมีดเลื่อนได้ (Slide jigger) จะสามารถยกใบมีดขึ้นได้เมื่อปั๊นเสร็จแล้วโดยไม่ชนถูกกระถาง



รูปที่ 33 ผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว ชนิดมีขอบและไม่มีขอบ
เคลือบด้วยสีเซรามิกหลายสี สำหรับสวมกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา
ขนาด 4 นิ้ว ไม่เคลือบ



รูปที่ 34 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชรมีขอบ เคลือบสีดำ



รูปที่ 35 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีน้ำเงินเข้ม



รูปที่ 36 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีฟ้า



รูปที่ 37 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีครีม



รูปที่ 38 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีเขียว



รูปที่ 39 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีเหลือง



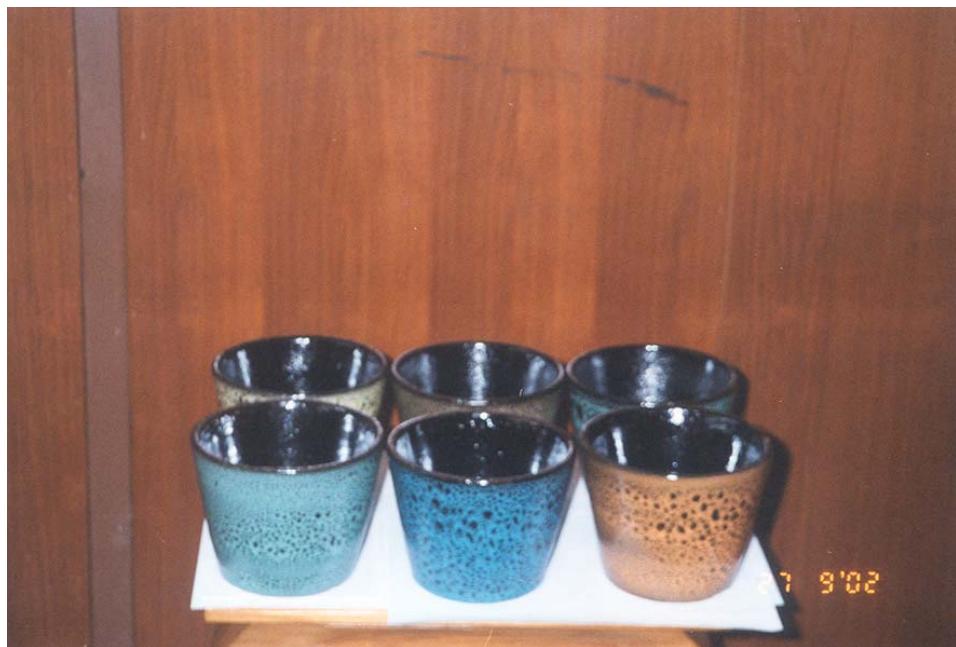
รูปที่ 40 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีฟ้าจุดดำ



รูปที่ 41 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีเขียวจุดดำ



รูปที่ 42 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีเหลืองจุดดำ



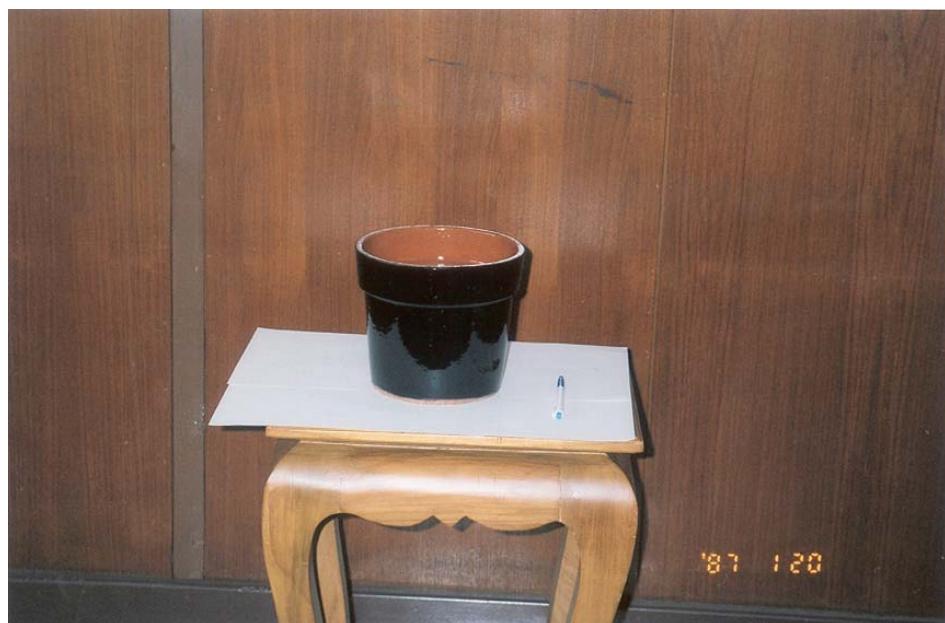
รูปที่ 43 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร ไม่มีขอบ
เคลือบด้วยสีส้มจุดดำ, สีฟ้าจุดดำ, สีเขียวจุดดำ (ถาวรห้า),
สีเหลืองจุดดำ, สีชมพูจุดดำ และสีน้ำเงินจุดดำ (ถาวหลัง)



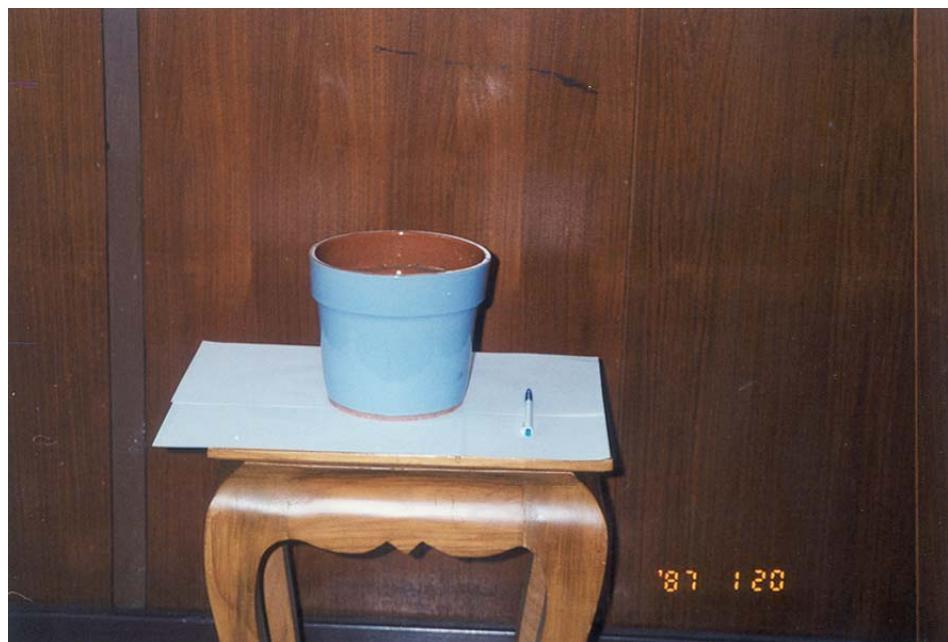
รูปที่ 44 ผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาเนื้อดินกำแพงเพชร เคลือบสีน้ำเงินจุดดำ
สีเหลืองจุดดำ และสีเขียวจุดดำ (ถาวรห้า) สีเขียวจุดดำ, สีชมพูจุดดำ
และสีส้มจุดดำ (ถาวหลัง)



รูปที่ 45 แสดงกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสีต่าง ๆ ขนาด 6 นิ้ว (ด้านหน้า)
และ 8 นิ้ว (ด้านหลัง) สำหรับสวมกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา
ขนาด 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว ไม่เคลือบ



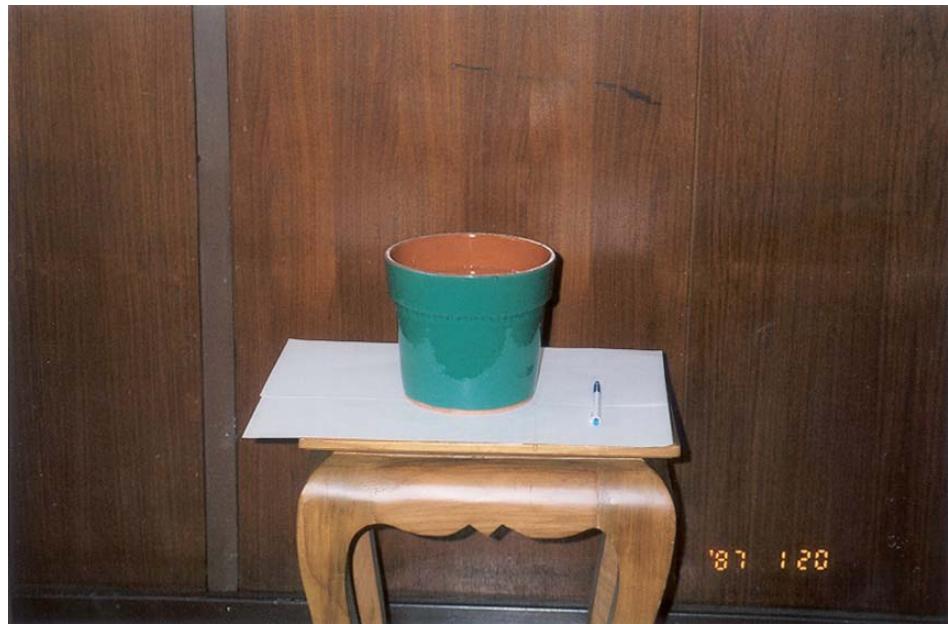
รูปที่ 46 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีดำ



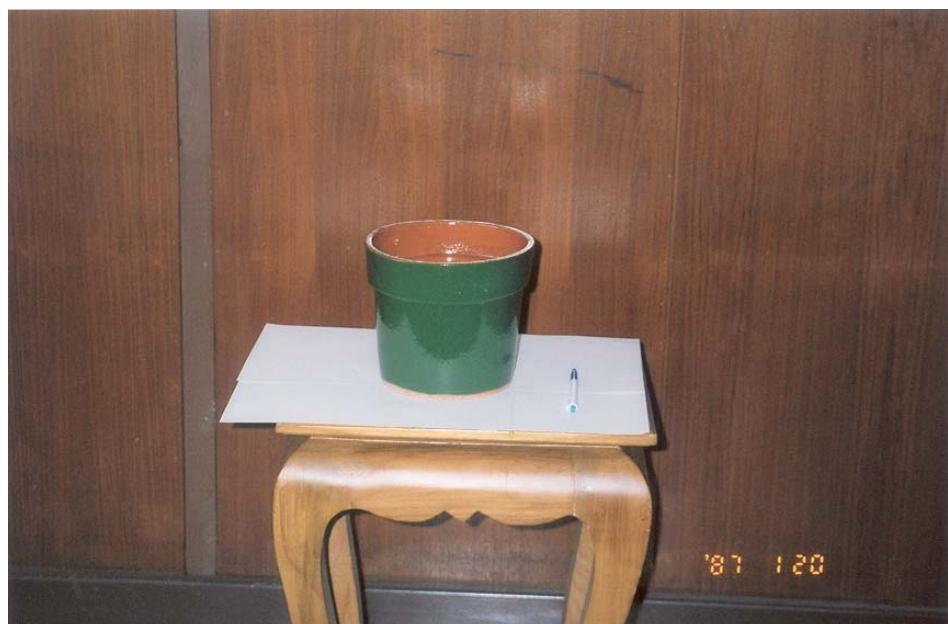
รูปที่ 47 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ฟางข้าว
เคลือบสีฟ้า ขนาด 6 นิ้ว



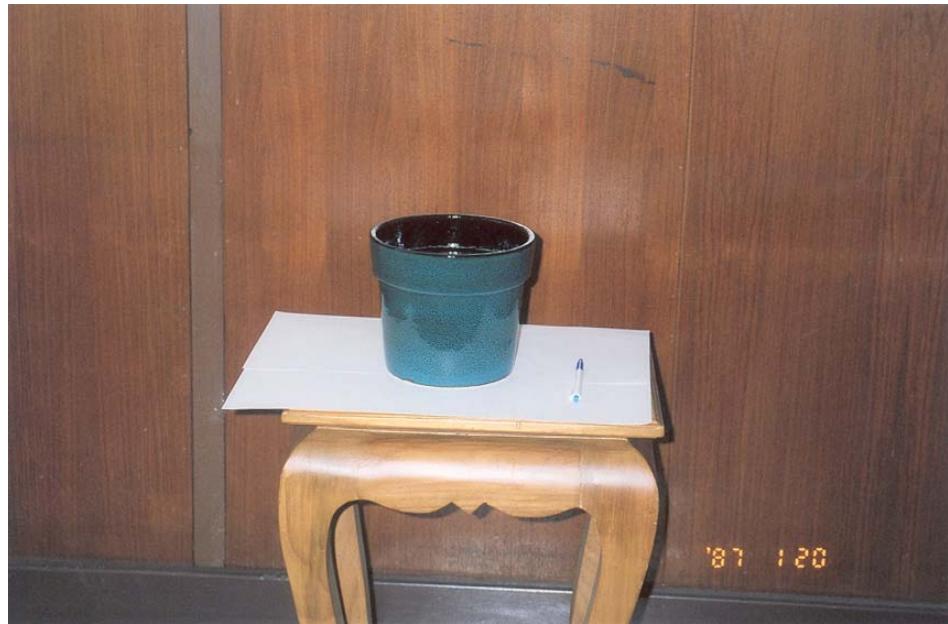
รูปที่ 48 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + จี๊เลี่ยม
เคลือบสีเหลืองอ่อน



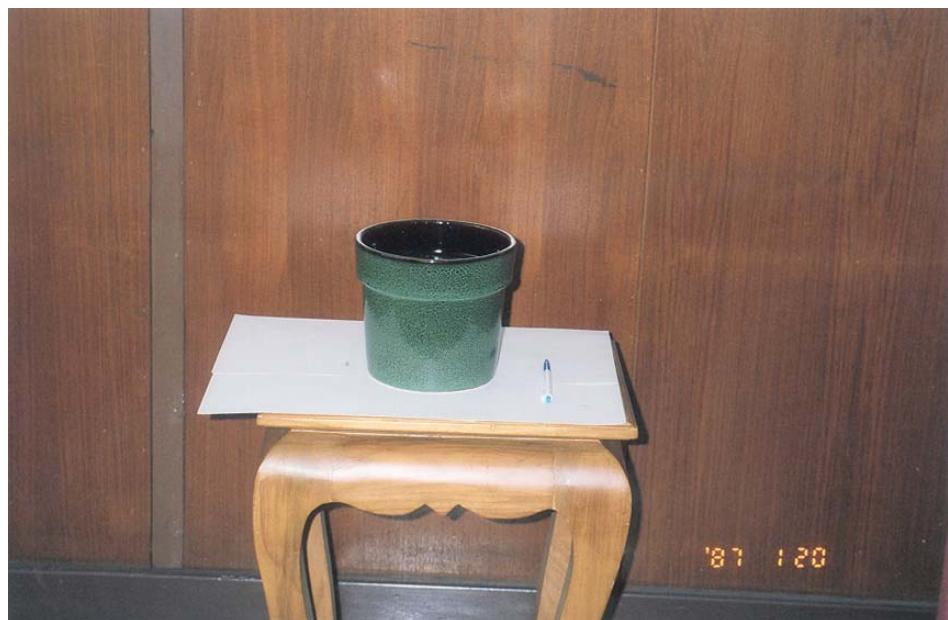
รูปที่ 49 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ปี๊เกี้ยว ขนาด 6 นิ้ว
เคลือบสีเจีย



รูปที่ 50 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ปี๊เกี้ยว ขนาด 6 นิ้ว
เคลือบสีเจียปี๊ม้า



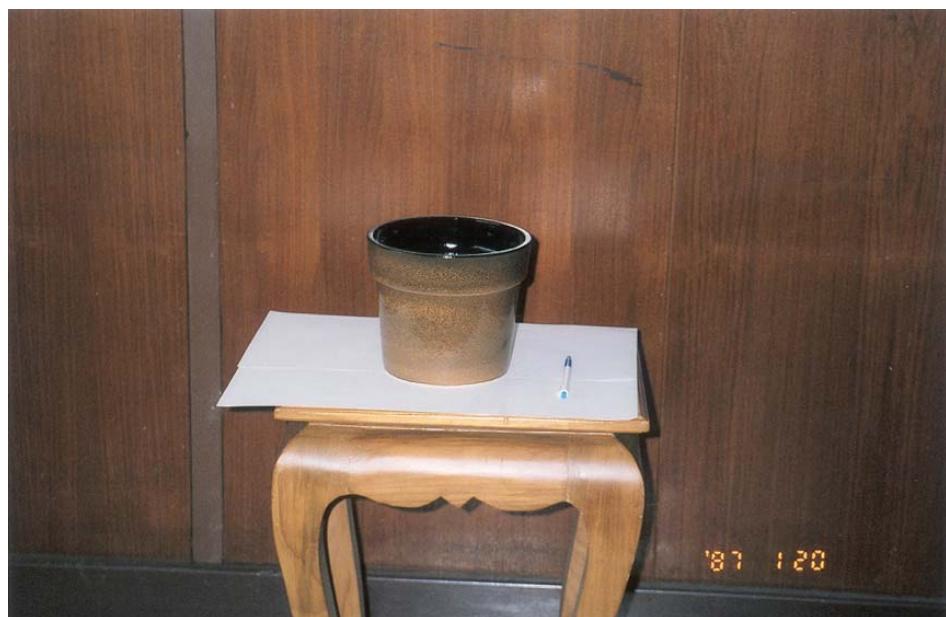
รูปที่ 51 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว
ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีน้ำเงินจุดดำ



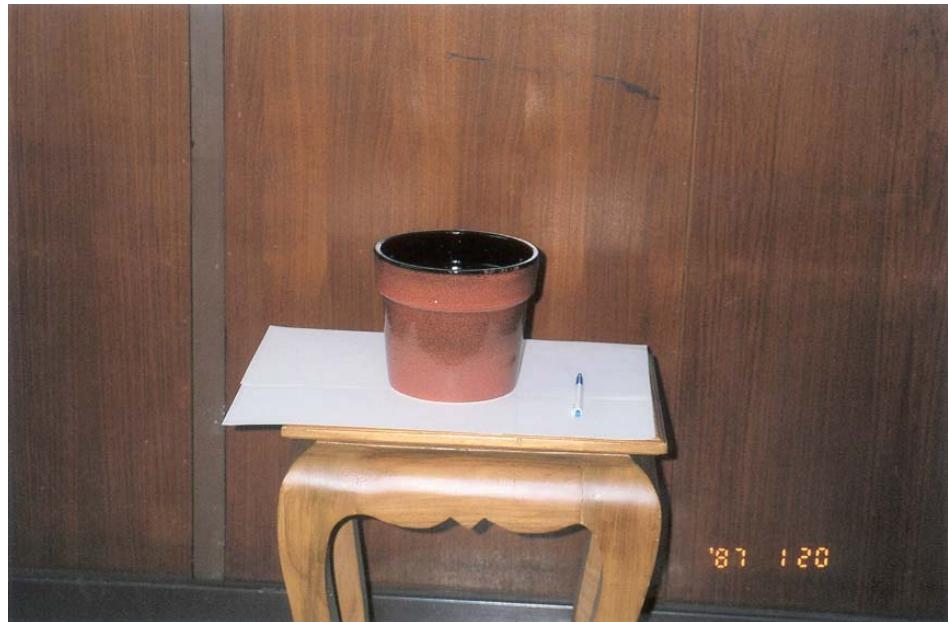
รูปที่ 52 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ขี้เลื่อย
ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีเขียวจุดดำ



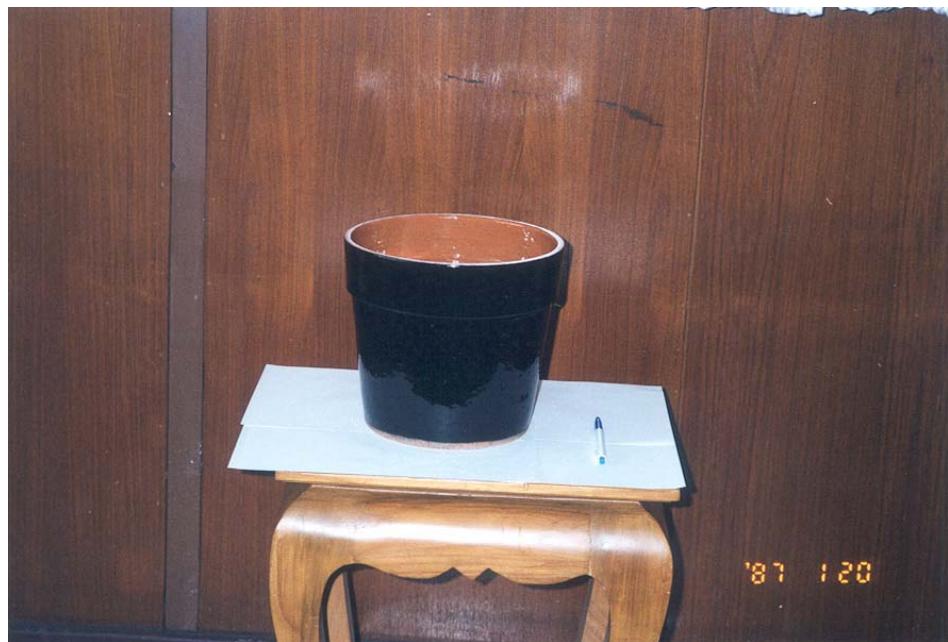
รูปที่ 53 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว
ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีเหลืองจุดดำ



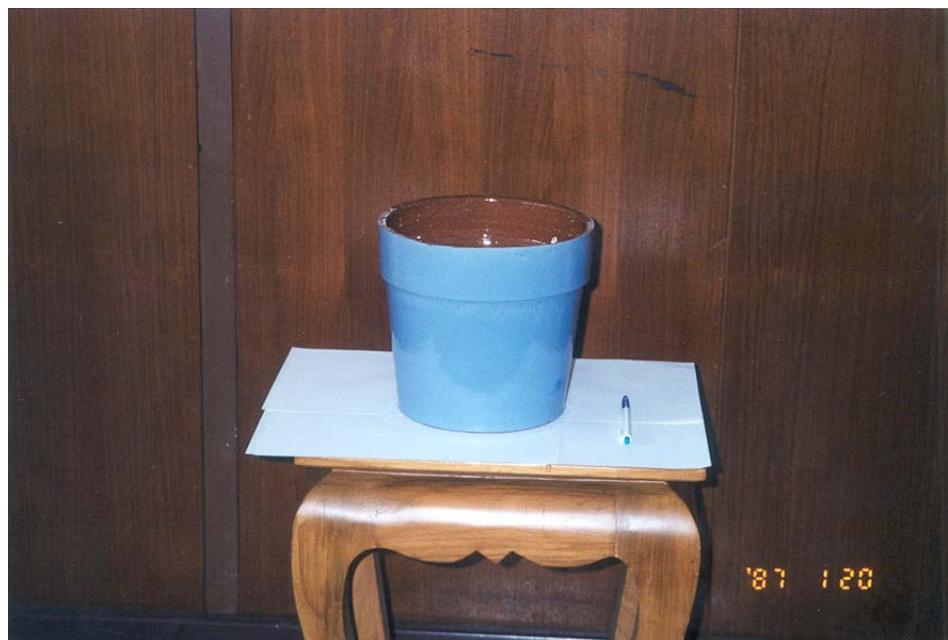
รูปที่ 54 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ปี๊ดี้อี่
ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีส้มจุดดำ



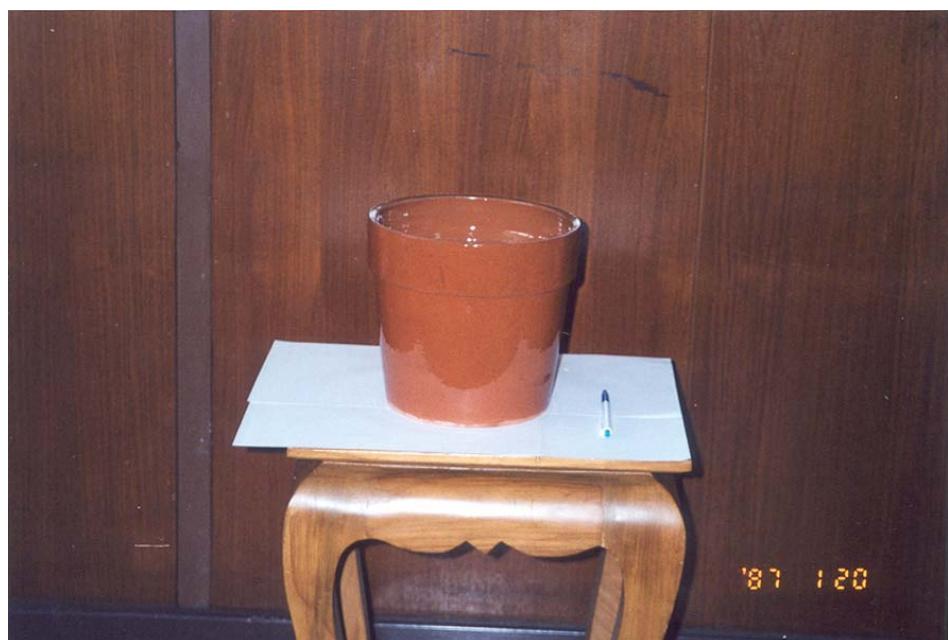
รูปที่ 55 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ชิ้นเลือย
ขนาด 6 นิ้ว เคลือบสีแดงจุกคำ



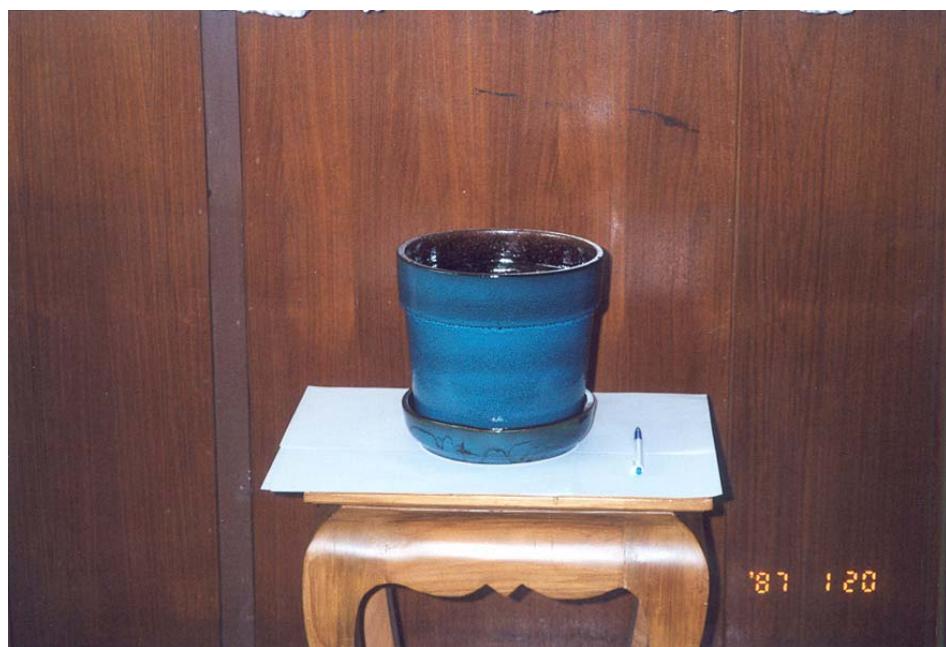
รูปที่ 56 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ฟางข้าว
ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีคำ



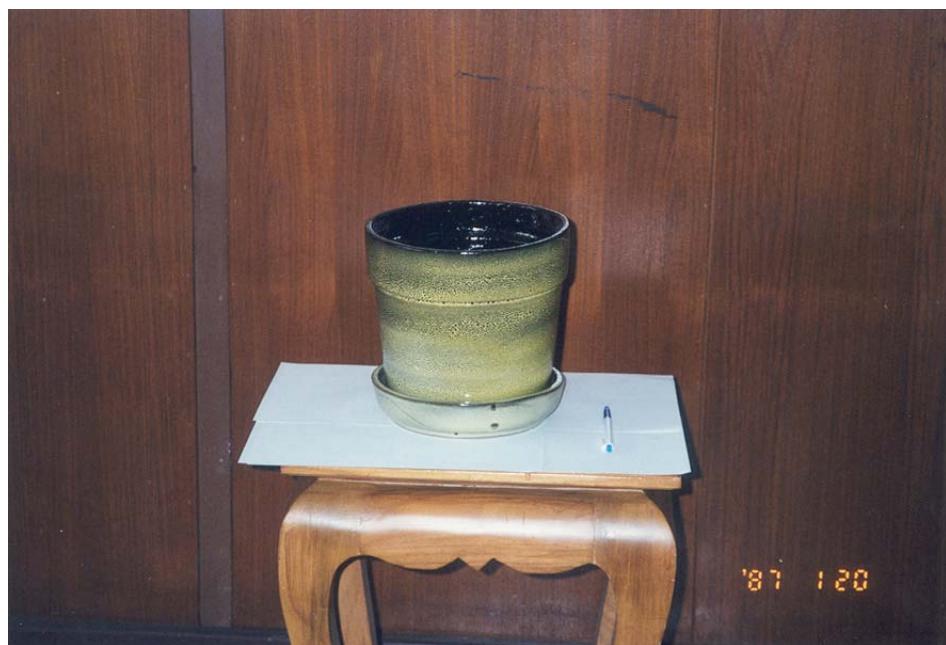
รูปที่ 57 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ปีเลื่อย
ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีฟ้า



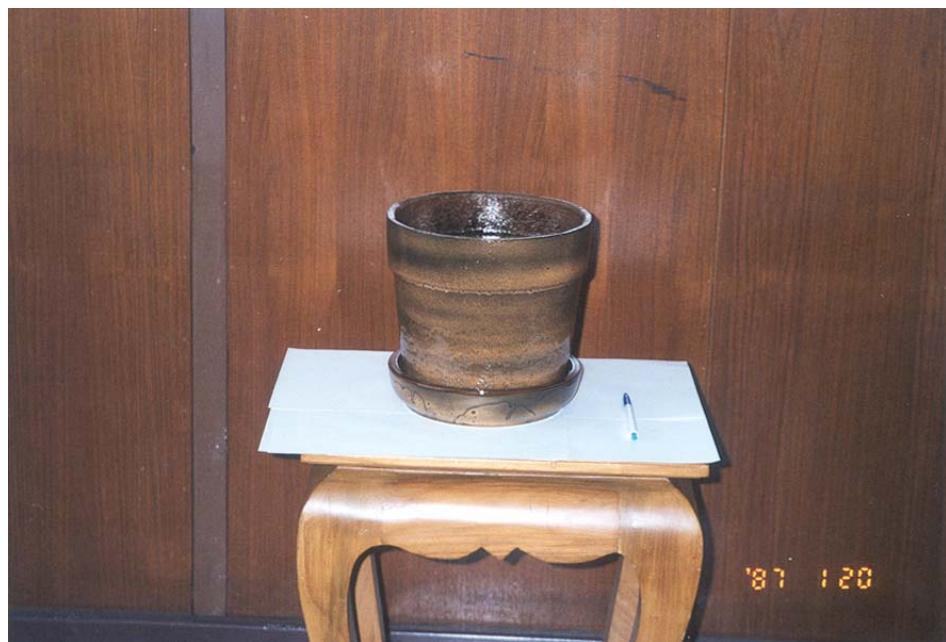
รูปที่ 58 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ฟางขาว
ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสี



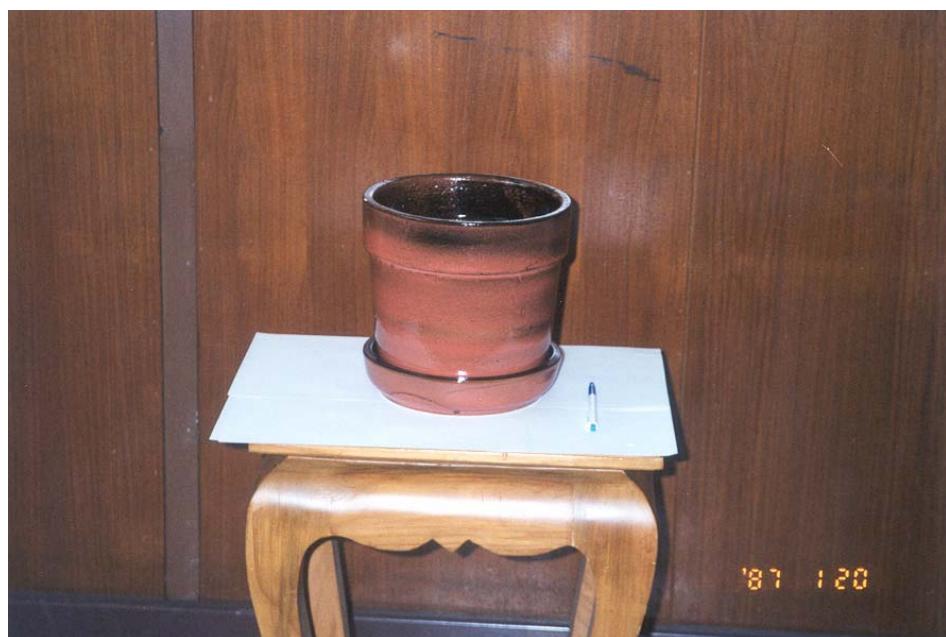
รูปที่ 59 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ปีเลื่อย
ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีน้ำเงินจุกคำ พร้อมงานรอง



รูปที่ 60 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางขาว
ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีเหลืองจุกคำ พร้อมงานรอง



รูปที่ 61 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ชีลีอย
ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีส้มจุดดำ พร้อมจานรอง



รูปที่ 62 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + พางข้าว
ขนาด 8 นิ้ว เคลือบสีแดงจุดดำ พร้อมจานรอง

2.4.3 การผลิตท่อนเซรามิกน้ำหนักเบา

ทดลองผลิตท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาด้วยเนื้อดินกฟ11 กข11 และ อฟ11 อข11 โดยปั้นเป็นท่อนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว และยาว 3 นิ้ว 6 นิ้ว และ 9 นิ้ว เนื้อดินละประมาณ 20 ท่อน เผาท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาดินกฟ11 กข11 ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส และอฟ11 อข11 ที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาได้ส่งให้โครงการย่อยที่ 2 ทดลองปลูกกล้วยไม้



รูปที่ 63 ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + ฟางข้าวก่อนเผา



รูปที่ 64 ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาดินอ่างทอง + น้ำเงี้ยว ก่อนเผา



รูปที่ 65 ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าวก่อนเผา



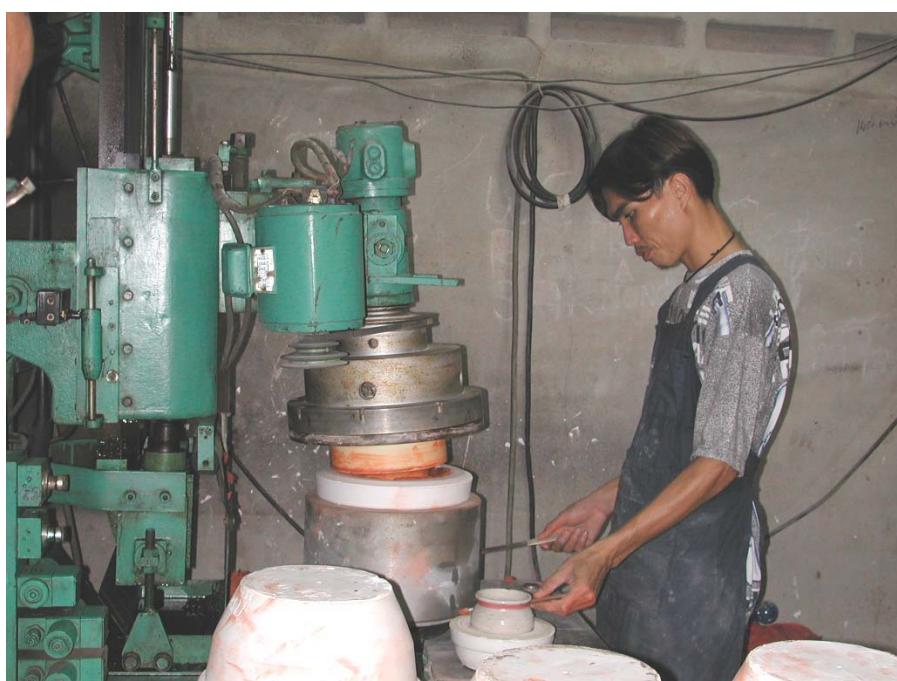
รูปที่ 66 ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบาดินกำแพงเพชร + ฟางข้าวหลังเผา

2.5 การผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาในระบบอุตสาหกรรม

หลังจากการวิทยาศาสตร์บริการได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา และเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมให้แก่ห้างหุ้นส่วนจำกัดทองประเสริฐศิลป์ชัย ซีรามิกแล้ว ห้างหุ้นส่วนจำกัดทองประเสริฐศิลป์ชัย ซีรามิก ได้ทดลองผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว ด้วยเครื่อง Roller Machine ดังแสดงในรูปที่ 67 - 70



รูปที่ 67 ก้อนดินเตรียมสำหรับขึ้นรูปกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว ด้วย roller machine



รูปที่ 68 กำลังขึ้นรูปกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาด้วย Roller machine



รูปที่ 69 ภาพถ่ายโกล้อของกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาในโไมล์



รูปที่ 70 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาสีขาวขนาด 6 นิ้ว หลังผ่านการเผา
ส่วนสีขาวมีขนาด 4 นิ้ว ขวามีอุสุดคือ เจ้าของโรงงาน-
ทองประเสริฐศิลป์ชัย ซีรามิก คุณพะเกียง จนมีสุข

สำหรับเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม ห้างหุ้นส่วนจำกัดห้องประเสริฐศิลป์ชัย ซีรามิก ได้ดำเนินการออกแบบรังผึ้งให้มีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ปิดไว้ที่ด้านหน้าของท่อเครื่องรีดดิน เมื่อรีดดินออกมานา จะได้แท่งดินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวนมาก เมื่อดินถูกรีดออกมานาได้ขนาดตามต้องการ ก็ใช้ลวดตัด จะได้เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาเต็มตะกร้าใหญ่ภายในเวลา 2 - 3 นาที ซึ่งเป็นการผลิตที่สะอาด และเร็วมาก ดังแสดงในรูปที่ 71 - 75



รูปที่ 71 เครื่องรีดดินในโรงงานห้องประเสริฐศิลป์ชัย ซีรามิก และคนงานที่ใช้เครื่องนี้



รูปที่ 72 ตัวหัวของเครื่องรีดดินที่มีรังผึ้ง stainless ปิด ขนาดของรูกำหนดตามขนาดของเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบา



รูปที่ 73 เมื่อเครื่องมือรีดดิน รีดดินออกมาได้ขนาดตามที่ต้องการ ก็ตัดให้ขาดออกมานเป็นเม็ด



รูปที่ 74 ถ้าไม่ตัดให้ก่อนดินขาด เครื่องรีดดินจะรีดออกมายาว



รูปที่ 75 ภายใน 2-3 นาที สามารถผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาได้เต็มตะกร้า

นอกจากนี้ห้างหุ้นส่วนจำกัดทองประเสริฐศิลป์ชั้ย ซีรามิก ได้ออกแบบแผ่นเซรามิกน้ำหนักเบา รูปหัวใจ สำหรับปัลอกล้ำยามีโดยวิชีอัด (Ram Press) ดังแสดงในรูปที่ 76 - 77



รูปที่ 76 แสดงการขึ้นรูปแผ่นเซรามิกน้ำหนักเบารูปหัวใจ
ในระบบอุตสาหกรรม



รูปที่ 77 แผ่นเซรามิกน้ำหนักเบาปูหัวใจที่ขึ้นรูปแล้ว
แต่ต้องนำไปตัดขอบให้เรียบร้อย

บทที่ 3

ต้นทุนการผลิตและสรุปผลการศึกษาวิจัย

3.1 ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบา

3.1.1 ผลิตภัณฑ์กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาที่ผลิตมี 2 ชนิดคือ ชนิดไม่เคลือบ 3 ขนาด คือ ขนาด 4 นิ้ว, 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว และชนิดเคลือบสีต่าง ๆ เพื่อใช้สวมกระถางชนิดไม่เคลือบ ใช้สำหรับประดับตกแต่ง ห้องมี 3 ขนาด เช่นเดียวกัน คือ กระถางเคลือบสำหรับสวมกระถาง 4 นิ้ว กระถางเคลือบสำหรับสวมกระถาง 6 นิ้ว และกระถางเคลือบสำหรับสวมกระถาง 8 นิ้ว

ต้นทุนผลิตภัณฑ์กระถางเซรามิกน้ำหนักเบา ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับปัจจัย ต่อไปนี้

- ◆ ต้นทุนวัตถุดินที่ใช้ผลิต ประกอบด้วย
 - คินกำแพงเพชร คินอ่างทอง ฟางข้าว และชีลีออย
- ◆ ต้นทุนเชื้อเพลิง ประกอบด้วย
 - ราคาน้ำเชื้อเพลิง
 - ขนาดเตาเผา (ขนาดเตาใหญ่ จะประหยัดกว่าเตาเล็ก)
 - อุณหภูมิเผา และเวลาที่ใช้เผา (เผาอุณหภูมิสูงจะใช้เชื้อเพลิงมากกว่าเผาอุณหภูมิต่ำ)
- ◆ ต้นทุนน้ำเคลือบ ประกอบด้วย
 - เคลือบอุณหภูมิ ประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส (แร่ฟันม้า เป็น Flux)
 - เคลือบอุณหภูมิ ประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส (เคลือบฟริต มีตะกั่วและบอร์มาต์ เป็น Flux)
 - สีสำเร็จรูป (stain)
 - สีออกไซด์ (oxide)
- ◆ ค่าแรง ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร

ต้นทุนของกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาที่ทดลองผลิตที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ คือ

ตารางที่ 19 แสดงต้นทุนกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาต่อไป

ขนาดกระถาง	ต้นทุนผลิตภัณฑ์ต่อไป, บาท			
	กฟ	กข	อฟ	อข
1. กระถาง 4 นิ้ว	2.05	1.99	2.47	2.36
2. กระถาง 6 นิ้ว	4.31	4.09	5.28	5.06
3. กระถาง 8 นิ้ว	11.04	10.59	12.67	12.22
4. กระถางเคลือบ 4 นิ้ว	12.32	12.07	25.27	25.01
5. กระถางเคลือบ 6 นิ้ว	24.02	23.69	41.79	41.46
6. กระถางเคลือบ 8 นิ้ว	42.09	41.55	66.33	65.79

(ต้นทุนวัตถุคิบ เข็อเพลิง น้ำเคลือบ ค่าแรงและค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร ได้แสดงไว้ตามตารางที่ 21 - 31)

ราคาขายผลิตภัณฑ์กระถางเซรามิกน้ำหนักเบา

จากต้นทุนกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาแต่ละใบ สมควรตั้งราคาขายผลิตภัณฑ์ดังนี้

ตารางที่ 20 แสดงราคาขายผลิตภัณฑ์กระถางเซรามิกน้ำหนักเบา

ขนาดกระถาง	ราคาขายผลิตภัณฑ์ต่อใบ, บาท	
	กฟ, กข	อฟ, อข
1. กระถาง 4 นิ้ว	4	4
2. กระถาง 6 นิ้ว	6	6
3. กระถาง 8 นิ้ว	15	15
4. กระถางเคลือบ 4 นิ้ว	20	30
5. กระถางเคลือบ 6 นิ้ว	40	50
6. กระถางเคลือบ 8 นิ้ว	90	95

การลดต้นทุนกระถาง

กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาที่ทดลองผลิตนี้ ต้นทุนจะแพงกว่าที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรม การลดต้นทุน การผลิตสามารถลดลงได้ดังนี้

- ◆ ต้นทุนเนื้อดิน เนื้อดินที่ซื้อมาทดลองผลิต ซื้อมาในปริมาณน้อย ถ้าซื้อมาผลิตในปริมาณมาก ราคากจะถูกลง เช่น คินอ่างทอง
- ◆ ต้นทุนเชื้อเพลิง
 - ขนาดเตาเผา ใช้เตาเผาน้ำดิบที่ใหญ่ขึ้นจะประหยัดเชื้อเพลิง ได้มากกว่าเตาเผาน้ำดิบ
 - การวางแผนผลิตภัณฑ์เผาในเตา ผลิตภัณฑ์ชนิดไม่เคลือบ ในการทดลองผลิตนี้ วางเผาเดี่ยว (ไม่ซ้อนกัน) ถ้าวางซ้อนกันเผา เช่น ซ้อน 2 ใบ หรือซ้อน 3 ใบ จะเผาจำนวนผลิตภัณฑ์ต่อเตาได้มากขึ้น
 - การวางแผนผลิตภัณฑ์เผาแทรก ในการคิดต้นทุนผลิตภัณฑ์กระถางคิดจากจำนวนกระถางแต่ละขนาดที่เผาได้ในหนึ่งเตา แต่ในทางปฏิบัติจริงการเผากระถางขนาดใหญ่ จะมีที่ว่างระหว่างกระถางที่วางกระถางขนาดเล็กแทรกได้เป็นสิบหรือหลายสิบใบต่อเตา ทำให้เผาได้มากขึ้น ต้นทุนเชื้อเพลิงลดลง

◆ ต้นทุนน้ำเคลือบ

- เคลือบอุณหภูมิสูง ประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส (มีแร่ฟันม้าเป็น Flux) ใช้เคลือบกระถางเนื้อดิน กฟ และกฟ มีราคาถูกประมาณ 9.80 บาท/กิโลกรัม
- เคลือบอุณหภูมิ ประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส (มีตะกั่วและน้ำแร่ซึ่งเป็น Flux) ใช้กับกระถางเนื้อดิน อฟ และอห เป็นเคลือบฟริต มีราคาแพง ประมาณ 174 บาท/กิโลกรัม ถ้าเลือกใช้ฟริตที่ราคาถูกกว่าที่ใช้นี้ ราคาน้ำเคลือบจะถูกลง
- สีสำเร็จรูป (stain) มีราคาแพงกว่า สีออกไซด์ (oxide) การใช้สีออกไซด์แทนสีสำเร็จรูปได้ จะทำให้ราคาน้ำเคลือบสีลดลง

ตารางที่ 21 แสดงต้นทุนต่ำต้นทุนของภาระทางแต่ละไป

รายการ	นำเข้าสู่ไทย			นำเข้าสู่ตุรกี			นำเข้าสู่ตุรกี, นาท			นำเข้าสู่ตุรกีของภาระทาง, นาท		
	กิโลม	ตัน ก.ก	พ.ย	ก	ต	พ	ก	กิโล	กิโล	กิโล	กิโล	กิโล
1. ภาระทาง ขนาด 4 นิ้ว	350	311.5	38.5	0.31	0.93	0.10	0.01	0.41	0.32	1.03	0.94	
2. ภาระทาง ขนาด 6 นิ้ว	800	712.0	88.0	0.71	2.14	0.22	0.02	0.93	0.73	2.36	2.16	
3. ภาระทาง ขนาด 8 นิ้ว	1,670	1,486.3	183.7	1.49	4.46	0.46	0.05	1.95	1.54	4.92	4.51	
4. ภาระทางค้อน ขนาด 4 นิ้ว	900	801.0	99.0	0.80	2.40	0.25	0.02	1.05	0.82	2.65	2.42	
5. ภาระทางค้อน ขนาด 6 นิ้ว	1,200	1068.0	132.0	1.07	3.20	0.33	0.03	1.40	1.10	3.53	3.23	
6. ภาระทางค้อน ขนาด 8 นิ้ว	2,000	1780.0	220.0	1.78	5.34	0.55	0.06	2.33	1.84	5.89	5.40	

ราคากัวตุร์บิบ : ตันของห้อง	จำนวน	1	ตัน	ราคา	3,000	นาท					
ตันกำเนิดเพื่อห้อง	จำนวน	1	ตัน	ราคา	1,000	นาท					
ห้องเข้าห้องติดต่อห้อง	จำนวน	80	กิโลกรัม	ราคา	200	นาท					
น้ำเสีย	จำนวน	20	กิโลกรัม	ราคา	5	นาท					
หมายเหตุ : ก	=	กำแพงเพชร	ต	=	อ่างทอง	พ	=	พะเยา	บ	=	ปัตตานี
กิโล	=	ตันกำแพงเพชร	พ.ย	=	ตันกำแพงเพชร	พ.ย	=	ตันกำแพงเพชร	พ.ย	=	ตันกำแพงเพชร
กิโล	=	ตันอ่างทองผสานฟ้างเขียว	11%		กิโล			ตันอ่างทองผสานฟ้างเขียว	11%		

ตารางที่ 22 แสดงต้นทุนร้อยเพดิงของรากชาตและใบ

รายการ	จำนวนกระถางและชนิดที่ เพาะดิน 1 เต่า ใบ	ค่าเชื้อเพลิงและก่อภูมิ	
		800 องศาเซลเซียส กฟ, กน, อฟ, อข	900-1,000 องศาเซลเซียส อฟ, อข
1. กระถาง ขนาด 4 นิ้ว	130	-	1.22
2. กระถาง ขนาด 6 นิ้ว	65	-	2.44
3. กระถาง ขนาด 8 นิ้ว	24	-	6.60
4. กระถางเคลือบ ขนาด 4 นิ้ว	65	1.59	2.44
5. กระถางเคลือบ ขนาด 6 นิ้ว	24	4.32	6.60
6. กระถางเคลือบ ขนาด 8 นิ้ว	12	8.63	13.19
			16.19

หมายเหตุ : - เตาเผาใช้กากพลัชช์หนา 0.25 ถูกบากก่ำมัตร (พื้น 2 แผ่นรองทามาด 35 X 40 เซนติเมตร)

- ราคากาก ปตท. 1 ถัง จำนวน 48 กิโลกรัม 690.741 บาท (รวม Vat 7 %)

- จำนวนกากที่ใช้

- เม้า 800 องศาเซลเซียส ใช้กากจำนวน 7.2 กิโลกรัม
- เม้า 950-1,000 องศาเซลเซียส ใช้กากจำนวน 11.0 กิโลกรัม
- เม้า 1,230 องศาเซลเซียส ใช้กากจำนวน 13.5 กิโลกรัม

- ต้นเผากระดาษ

- กระถางส่วน เนื้อดิน กฟ กข เม็ด 800 องศาเซลเซียส เผาเคลือบ 1,230 องศาเซลเซียส
- กระถางส่วน เนื้อดิน อฟ อข เม็ด 800 องศาเซลเซียส เผาเคลือบ 1,000 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 23 แสดงต้นทุนนำเคลือบสำหรับเนื้อดิน กฟ. และ กข อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

รายการ	สีเคลือบ	องค์ประกอบ (%)		ราคารวัตถุดิน ตามองค์ ประกอบ, บาท	ราคาน้ำ เคลือบ, บาท / กิโลกรัม	หมายเหตุ ราคารวัตถุดินที่ซื้อมาใช้, บาท / กิโลกรัม
สูตร เคลือบ ไอส์ W 31	เคลือบ ไอส์	แร่ฟินมา	35.3	0.219	9.80	5.8 + 7% = 6.206
		หินปูน	13.6	0.058		4.0 + 7% = 4.28
		ควอตซ์	28.5	0.091		3.0 + 7% = 3.21
		ดินขาวะนอง	11.1	0.048		4.0 + 7% = 4.28
		ซิงค์ออกไซด์	6.8	0.473		65 + 7% = 69.55
		ทัลค์	4.7	0.091		18 + 7% = 19.26
สูตร 1	สีดำ	แร่ฟินมา	34	0.211	5.83	5.8 + 7% = 6.206
		หินปูน	17	0.073		4.0 + 7% = 4.28
		ดินขาวะนอง	8	0.034		4.0 + 7% = 4.28
		ควอตซ์	41	0.132		3.0 + 7% = 3.21
		เติม Fe_2O_3	13	0.209		15.0 + 7% = 16.05
สูตร 2	น้ำเงิน	เคลือบไอส์ W31 เติม :CoO	3	4.815	141.89	1,500 + 7% = 1,605
สูตร 3	ฟ้า	เคลือบไอส์ W31 เติม:ฟ้า 220975	10	7.75	159.61	725 + 7% = 775.75
สูตร 4	ครีม	เคลือบไอส์ W31		0.98	9.80	
สูตร 5	เขียว	เคลือบไอส์ W31 เติม:ฟ้า 220975	6	4.65	183.48	725 + 7% = 775.75
		เติม:เหลือง 23533	6	6.10		950 + 7% = 1,016.5
สูตร 6	เหลือง	เคลือบไอส์ W31 เติม:เหลือง 23533	10	10.165	181.50	950 + 7% = 1,016.5

ตารางที่ 24 แสดงต้นทุนนำเข้าอิ่อมสำหรับเนื้อดิน อพ. และ อบ. อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส

รายการ	สีเคลือบ	องค์ประกอบ (%)		ราคารวัตถุดิน ตามองค์ ประกอบ, บาท	ราคาน้ำ เคลือบ, บาท / กิโลกรัม	หมายเหตุ ราคารวัตถุดินที่ซื้อมาใช้, บาท / กิโลกรัม
สูตรเคลือบ	เคลือบ ใส	ฟริต PN 5520 ดินรอง	90 10	17.334 0.043	173.77	$180 + 7\% = 192.6$ $4.0 + 7\% = 4.28$
สูตร 1	สีดำ	เติม : MnO_2 CoO Fe_2O_3	3 3 2	0.064 4.815 0.032	206.37	$20 + 7\% = 21.4$ $1,500 + 7\% = 1,605$ $15 + 7\% = 16.05$
สูตร 2	น้ำเงิน	เติม : CoO ZrSiO_4	3 10	4.815 0.588	207.59	$1,500 + 7\% = 1,605$ $55 + 7\% = 58.85$
สูตร 3	ฟ้า	เติม : ZrSiO_4 CoO	20 0.3	1.177 0.482	158.24	$55 + 7\% = 58.85$ $1,500 + 7\% = 1,605$
สูตร 4	ครีม	เติม : ZrSiO_4 เหลือง 23533	15 2	0.883 2.033	173.44	$55 + 7\% = 58.85$ $950 + 7\% = 1,016.5$
สูตร 5	เขียว	เติม : ZrSiO_4 CuO	15 5	0.883 2.140	170.00	$55 + 7\% = 58.85$ $400 + 7\% = 428$
สูตร 6	เหลือง	เติม : ZrSiO_4 เหลือง 23533	15 10	0.885 10.165	227.42	$55 + 7\% = 58.85$ $950 + 7\% = 1,016.5$
สูตร 7	เขียวเข้ม	เติม : Cr_2O_3 Sb_2O_3	2.5 2.0	0.722 0.206	175.17	$270 + 7\% = 288.9$ $300 + 7\% = 321$

ตารางที่ 25 ทดสอบต้นทุนนำค่าตอบสัมภ์ นำเงิน ฟ้า คริม เที่ยว แหล่งที่ใช้บ่มภาระทางคดีอย่าง 4 นิว
กรุงเทพครึ่งปี 6 นิว แลงกรุงเทพครึ่งปี 8 นิว เนื่องด้วย กฟฟ แหล่งฯ

รายการ	นำทุน เคลื่อน ประมาณ ก้าร์น	เคลื่อนสัมภ์		เคลื่อนสัมภ์เงิน		เคลื่อนสัมภ์ฟ้า		เคลื่อนสัมภ์ริม		เคลื่อนสัมภ์	
		เคลื่อน สัมภ์, นำ	เคลื่อน สัมภ์, นำ	เคลื่อน เงิน, นำ	เคลื่อน เงิน, นำ	เคลื่อน สัมภ์, นำ	เคลื่อน สัมภ์, นำ	เคลื่อน เงิน, นำ	เคลื่อน เงิน, นำ	เคลื่อน เงิน, นำ	เคลื่อน เงิน, นำ
1. กรุงเทพครึ่งปี บ้านด 4 นิว	90	0.44	0.26	0.70	0.44	6.38	6.82	0.44	7.18	7.62	0.88
2. กรุงเทพครึ่งปี บ้านด 6 นิว	130	0.64	0.38	1.02	0.64	9.22	9.86	0.64	10.37	11.01	1.27
3. กรุงเทพครึ่งปี บ้านด 8 นิว	180	0.88	0.52	1.40	0.88	12.77	13.65	0.88	14.36	15.24	1.76

หมายเหตุ: - กรุงเทพเคลื่อนภายนอกตัวอย่างไม่ใช่ เคลื่อนภายนอกตัวอย่างคดีอย่าง 4 นิว หนึ่งคดีอย่าง 50 %

- เคลื่อนสัมภ์ริมคดีอย่างเดียวเคลื่อนไป ส เพราจะว่าเนื่องด้วยคดีในภูมิภาคเดียวให้สัมภ์ริมหรือให้เคลื่อน
- กรุงเทพครึ่งปี 4 นิว ต้นทุนนำคดีอย่าง 0.7-8.70 บาท เคลีย 5.57 บาท
- กรุงเทพครึ่งปี 6 นิว ต้นทุนนำคดีอย่าง 1.02-12.57 บาท เคลีย 8.03 บาท
- กรุงเทพครึ่งปี 8 นิว ต้นทุนนำคดีอย่าง 1.40-17.39 บาท เคลีย 11.11 บาท

หมายเหตุ: - กรณีทางเดียวภายในด้วยเคลื่อนไป เคลื่อนงานภายนอกด้วยเคลื่อนไป ระบบจะนำหน้าก่อนไป ให้ 50 % นำหน้าก่อนถึง 50 %

- ห้องน้ำขนาดเล็ก 8 ห้อง ห้องน้ำขนาดใหญ่ 4 ห้อง ห้องน้ำสุขา 6 ห้อง ห้องน้ำสุขาขนาดใหญ่ 2 ห้อง ห้องน้ำสุขาขนาดใหญ่ 2 ห้อง ห้องน้ำสุขาขนาดใหญ่ 1 ห้อง ห้องน้ำสุขาขนาดใหญ่ 1 ห้อง ห้องน้ำสุขาขนาดใหญ่ 1 ห้อง ห้องน้ำสุขาขนาดใหญ่ 1 ห้อง

เอกสารที่ 27 แบบตัวบ่งชี้การประเมินทักษะภาษาไทย

3.1.2 ต้นทุนการผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม

ฐานคำนวณ น้ำหนักของเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมดิบ ขนาด 1 เซนติเมตร หนัก 50.4 กิโลกรัม บรรจุได้พอดี 1 เต้า โดยบรรจุในหีบดินจำนวน 12 ใบ ในละ 4.2 กิโลกรัม เมื่อเผาแล้วจะเหลือน้ำหนัก 42.0 กิโลกรัม

ตารางที่ 28 แสดงต้นทุนดินกำแพงเพชร ดินอ่างทอง ฟางข้าว และขี้เลือย

รายการ	น้ำหนัก, กิโลกรัม	น้ำหนักตุ้ดดิน, กิโลกรัม		ค่าวัตถุดิน, บาท			
		ดินกำแพงเพชร หรือ ดินอ่างทอง	ฟางข้าว หรือ ขี้เลือย	ดิน กำแพงเพชร	ดิน อ่างทอง	ฟาง ข้าว	ขี้เลือย
เม็ดเซรามิกน้ำหนักเบา ทรงกลม	50.4	44.86	5.54	44.86	134.58	13.85	1.38

ตารางที่ 29 แสดงต้นทุนการผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม

รายการ	ราคาต้นทุนวัสดุปลูก, บาท			
	กฟ	กข	อฟ	อข
1. ค่าวัตถุดิน	58.71	46.24	148.43	135.96
2. ค่าเชื้อเพลิง	194.27	194.27	158.29	158.29
3. ค่าแรง ค่าเสื่อมราคา เครื่องจักร 10%	25.30	24.05	30.67	29.42
รวม	278.28	264.56	337.39	323.67
ราคาต้นทุน / กิโลกรัม	6.63	6.30	8.03	7.71

ดังนั้นเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม ควรจะขายได้กิโลกรัมละ 10 - 15 บาท

3.1.3 ต้นทุนท่อเซรามิกน้ำหนักเบา

ฐานคำนวณ ปริมาณท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาดยาว 6 นิ้ว, $\varnothing 1 \frac{7}{8}$ นิ้ว ที่เพาได้ เตาละ 480 ท่อน หนักท่อนละ 174 กรัม ดังนั้น ท่อเซรามิกน้ำหนักเบาที่เพา 1 เตา หนัก 83.52 กิโลกรัม

ตารางที่ 30 แสดงต้นทุนคินกำแพงเพชร คินอ่างทอง ฟางข้าว และปีเลื่อย

รายการ	น้ำหนัก, กิโลกรัม	น้ำหนักต่ำสุด, กิโลกรัม		ค่าวัตถุคิด, บาท			
		คินกำแพงเพชร หรือ คินอ่างทอง	ฟางข้าว หรือ ปีเลื่อย	คิน กำแพงเพชร	คิน อ่างทอง	ฟางข้าว	ปีเลื่อย
ท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว	83.52	74.33	9.19	74.33	222.99	22.98	2.30

ตารางที่ 31 แสดงต้นทุนท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว

รายการ	ราคาน้ำหนักต่ำสุด 6 นิ้ว, บาท			
	กฟ	กข	อฟ	อข
4. ค่าวัตถุคิด	97.31	76.63	245.97	225.29
5. ค่าเชื้อเพลิง	194.27	194.27	158.29	158.29
6. ค่าแรง ค่าเสื่อมราคา เครื่องจักร 10%	29.16	27.09	40.43	38.36
รวม	320.74	297.99	444.69	421.91
ราคาน้ำหนักต่ำสุด / ท่อน	0.67	0.62	0.93	0.88

ท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 6 นิ้ว ควรจะขายท่อนละ 5 บาท ซึ่งได้กำไรอยู่ร้อย เปอร์เซ็นต์ ส่วนท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 3 นิ้ว ควรขายท่อนละ 3 บาท และท่อเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 9 นิ้ว ควรขายท่อนละ 8 บาท

3.2 สรุปผลการศึกษาวิจัย

3.2.1 ได้สูตรเนื้อดินกำแพงเพชร / ดินอ่างทอง : พางขาว / จี๊ล้อຍ = 89 : 11 ซึ่งเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบา

3.2.2 โครงการสามารถผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาไม่เคลือบขนาด 4 นิ้ว 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว ทั้งในระบบ pilot plant และระบบอุตสาหกรรม เพื่อให้โครงการย่อยที่ 2 นำไปทดลองปลูกกล้วยไม้ ไม้ดอกไม้ประดับ

กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาจะเบากว่ากระถางเซรามิกเนื้อดินล้วนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

3.2.3 ได้ผลิตกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสีต่าง ๆ ได้แก่ สีดำ สีเขียว สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเหลือง สีขาว และสีเขียวจุดดำ สีน้ำเงินจุดดำ สีเหลืองจุดดำ สีแดงจุดดำ สีชมพูจุดดำ และสีส้มจุดดำ ขนาดใหญ่กว่า 4 นิ้ว 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว สำหรับใช้สวมกระถางในข้อ 3.2.1 เพื่อการตกแต่งห้อง นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการที่กระถางเคลือบสีสามารถกักน้ำขังไว้ได้ทำให้ไม่ต้องรดน้ำทุกวัน เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่มีเวลาที่จะรดน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 78 - 79

กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสีจะมีน้ำหนักเบากว่ากระถางเซรามิกเนื้อดินล้วน เคลือบสีประมาณ 5 - 10 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 78 กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาขนาด 4 นิ้ว ปลูกต้นอาฟริกันไวโอลีต เป็นเวลานานกว่า 3 เดือน โดยกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสีดำสามารถอุ่นด้านนอก เติมน้ำในช่องว่างระหว่างกระถางทั้งสองอาทิตย์ละ 1 ครั้ง



รูปที่ 79 การปลูกต้นอาฟริกันไวโอลีตในกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา 2 ในนี้สามารถงานนั้นโดยทั่วไปที่ทำงานได้เป็นการประดับโดยให้สวยงามน้ำไม่ร้าวซึมออกมากที่โดย

3.2.4 ได้ผลิตท่อเซรามิกน้ำหนักเบาชนิดผิวเป็นรูบขรุระแห่มีอนท่อนไม้จริงและชนิดผิวเรียบให้โครงการย่อที่ 2 ไปทดลองปลูกกล้วยไม้

3.2.5 สามารถผลิตเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 - 1.5 เซนติเมตร ได้ในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถผลิตได้เร็วมาก เหมาะสำหรับการนำไปปลูกพรมไม้ทกดแทนวัสดุปลูกต่างประเทศ (Expanded clay)

3.2.6 ให้ออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาชนิดต่าง ๆ เช่น กระถางเซรามิกน้ำหนักเบา ขนาด 4 นิ้ว 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว ให้เหมือนกับกระถางพลาสติก เพื่อเปรียบเทียบผลการใช้กับกระถางพลาสติก นอกจากนี้ยังออกแบบท่อเซรามิกน้ำหนักเบา และแบบแผ่นเซรามิกน้ำหนักเบารูปหัวใจ ผลิตภัณฑ์ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถนำไปปลูกพรมไม้ที่ต้องการความชื้นสูง และมีการถ่ายเทอากาศ (aeration) ดี

3.3 ข้อเสนอแนะ

3.3.1 เนื่องจากการศึกษาวิจัยนี้ให้เวลาในการศึกษาเพียง 1 ปี ทำให้ต้องร่างรีบในการดำเนินการศึกษาวิจัย เพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์ และขอบเขตการวิจัยที่เสนอไว้ ซึ่งการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ทั้ง เนื้อดิน แบบ และเคลื่อนย้าย ควรจะได้ให้เวลาในการศึกษาวิจัย ระหว่าง 1 ปี 6 เดือน ถึง 2 ปี เพื่อให้ได้เวลาในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์

3.3.2 เนื้อดินเซรามิกน้ำหนักเบาสูตรที่วิจัยได้ในโครงการนี้ น่าจะนำไปทดลองผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดอื่นที่ต้องการน้ำหนักเบาและรูปสุน เนื่อง ผลิตภัณฑ์กรองของเสียจากโรงงาน หรือกรองน้ำน่าเป็นต้น ซึ่งจะช่วยกรองตะกอนได้ชั้นหนึ่ง และผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาสามารถนำมาขัดล้างด้วยน้ำธรรมชาติแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้

เอกสารอ้างอิง

1. วรุณี ถิรมงคล และคณะ. โครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฟกเพื่อปลูกป่า ณ ดอยตุง จังหวัดเชียงราย เพื่อเคลิน彷ร์เกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ฉลองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2544, 98 หน้า
2. Kimura, Hikari.(et.al) Manufacture of porous ceramics. JP Kokai 62,278,175 [87,278,175] In Chemical Abstracts Dec, 1988, no.12, abstract no.99994k.
3. W.R.Grace & Co. Porous ceramic beads. Rasto Brezny, Catonsville. Int.Cl.C04B 38/00. US Patent 5,322,821. 1993-08-23.
4. Wisconsin Alumni Research Foundation. Metal oxide Porous ceramic membranes with small pore sizes. Anderson, Marc A. and XU, Qunyin. Int.Cl.B01D 71/02. EP 0425252 B1. 1990-10-23.

ภาคผนวก

แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย ๕)

ตัวอย่างเลขที่ RDG 4550026 ชื่อโครงการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาเพื่อใช้ในการปลูกกล้ามไม้และไม้ดอกไม้ประดับ

หัวหน้าโครงการ นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ สถานบัน กรมวิทยาศาสตร์บริการ

โทรศัพท์ 0-2201-7104

โทรศัพท์ 0-2248-0106

E-mail : rung@mail.dss.go.th

ความสำคัญ / ความเป็นมา

หลังจากเกิดปัญหาวิกฤตเศรษฐกิจขึ้นในประเทศไทยเมื่อ ๕ ปีก่อน ทำให้โรงงานต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมเซรามิกต้องประสบปัญหาเกี่ยวกับการเงิน และการขายสินค้าภายในประเทศ สินค้าเซรามิกของชำร่วย เช่น เบญจรงค์ เครื่องลายคราม ตุ๊กตา และเครื่องประดับตกแต่ง เป็นต้น รวมทั้งสินค้าในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ได้แก่ ลูกกรงเซรามิก กระเบื้อง และเครื่องสุขภัณฑ์ ฯลฯ ขายไม่ได้เช่นเดิม ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกต้องปิดโรงงานลงถึงประมาณร้อยละ 40 และบางโรงงานต้องลดกำลังการผลิต และบางโรงงานได้ลูกค้ารวมกิจการ เช่น โรงงานผลิตกระเบื้องโซสุโก ได้ลูกโรงงานคอดิโตรช่องบิ๊กบูบู ซึ่งกิจการเพื่อลดค่าเช่าในทางการค้า อย่างไรก็ตาม โรงงานที่มีพื้นฐานดีและมีการผลิตเพื่อการส่งออกก็ยังสามารถยืนหยัดอยู่ได้ รวมทั้งมีกำไรมีเพิ่มขึ้นจากอัตราค่าเงินบาทที่ลดลง ถึงแม้เศรษฐกิจของญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา ลูกค้ารายใหญ่ของเราจะลดด้อยกีดาน

ตารางที่ 1 นวัตกรรมการส่งออกสินค้ากลุ่มเซรามิก

ประเภท	มูลค่า (ล้านบาท)				
	2542	2543	2544	2544 (มค.-พย.)	2545 (มค.-พย.)
1 กระเบื้องปูพื้นปิ้นปิ้นผนังและไม้สัก	1,802.10	2,077.20	2,339.30	2,120.60	2,211.40
2 เครื่องสุขภัณฑ์	2,896.70	3,446.40	3,647.20	3,341.10	2,404.10
3 ลูกกลิ้งไฟฟ้า	352.8	639.4	491.8	464.7	387.4
4 ของชำร่วยและเครื่องประดับ	1,325.50	1,616.10	1,274.40	1,177.80	1,131.40
5 ถ้วยชามทำด้วยเซรามิก	5,057.50	6,059.50	6,445.90	5,893.10	6,550.60
6 ผลิตภัณฑ์เซรามิกอื่น ๆ	2,105.40	5,976.20	6,359.60	5,961.00	5,050.70
รวม	13,540.00	19,814.80	20,558.20	18,958.30	17,735.60

ที่มา : สำนักบริหารสารสนเทศการพัฒน์ โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร

หมายเหตุ : 2545 (มค.-พย.) เป็นตัวเลขเบื้องต้น

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่ามูลค่าการส่งออกสินค้ากลุ่มเซรามิก ซึ่งมีรายการใหญ่ 5 รายการ คือ กระเบื้องปูพื้นปิดผนังและโมเสค เครื่องสุขภัณฑ์ ถุงถ้วยไฟฟ้า ของชำร่วยและเครื่องประดับ ถ้วยชามทำด้วยเซรามิก เพิ่มขึ้นทุกปี แต่การส่งออกใน พ.ศ. 2545 เมื่อเทียบกับ พ.ศ. 2544 ลดลงในรายการของถุงถ้วยไฟฟ้าและของชำร่วยและเครื่องประดับ ถึงแม้จะเป็นเงินที่ไม่มากนัก แต่ก็เป็นเครื่องสังเกตุได้ว่า ผู้ผลิตสินค้าเซรามิกในประเทศไทยจะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีรูปแบบและประเภทเพิ่มมากขึ้น

การที่ประเทศไทยสามารถเข้าเป็นสมาชิกของ WTO ทำให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิก ของไทยต้องทำการบ้านอย่างหนักในการที่จะต้องแข่งขันกับจีนในการส่งสินค้าขายประเทศสหราชอาณาจักร ญี่ปุ่น และ อุรุป ขณะนี้โรงงานของเรามักจะเป็นผู้รับคำสั่งซื้อจากนายหน้า จากประเทศที่กล่าวมาข้างต้น โดยบริษัทนายหน้าจะอกรูปแบบเอง แล้วทดลองผลิตเมื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่พอใจก็นำไปเสนอขายกับผู้นำเข้า ในประเทศต่างๆ เมื่อได้คำสั่งซื้อจึงมาหาผู้ที่จะทำการผลิตให้ในประเทศແคนເອເຊີຍ ได้แก่ ไทย จีน เวียดนาม อินโดนีเซีย พิลิปปินส์ และมาเลเซีย ฯລາ โรงงานใดผลิตได้คุณภาพและราคาถูกก็จะได้รับคำสั่งให้ผลิตขาย ขณะนี้ประเทศไทยมีเทคโนโลยีในการผลิตสินค้าคุณภาพ ถึงแม้จะมีราคาแพงกว่าประเทศจีนบ้าง บริษัทนายหน้า เหล่านี้ยังคงให้โรงงานในประเทศไทยเป็นผู้ผลิต แต่ถ้าจีนพัฒนาวิธีการผลิตให้เท่าเทียมกับเราในราคานี้ถูกกว่า เนื่องจากค่าแรงถูกกว่า และสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมาก บริษัทนายหน้าเหล่านี้จะย้ายฐานการผลิตไปประเทศจีนทันที

ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกในประเทศไทยในระยะ 5 ปีข้างหน้านี้ จะต้องมีวิสัยทัศน์ในการทำงาน และปรับปรุงกลยุทธ์ในการผลิต กระบวนการผลิต เนื้อดินคุณภาพสูง เช่น พอร์เชลิน โบนไซนา เป็นต้น ออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ รวมทั้งการสร้าง brand name เป็นของตนเอง ไม่ เช่นนั้นแล้วการปิดโรงงานรอบที่ 2 ต้องตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

นอกจากนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ราคาย่อมเยา กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยาก สามารถผลิตได้ครั้งละเป็นจำนวนมาก รวมทั้งใช้วัสดุคุณภาพสูงในประเทศไทย น่าจะเป็นคำตอบที่ดีในการที่จะแข่งขันกับการค้าขายสินค้าเซรามิกในอนาคต

วารุณี ถิรมงคล และคณะ (2544) ได้วิจัยเนื้อดินชนิดใหม่ ซึ่งประกอบด้วยดินเหนียว 10 ส่วน และผงหินทราย 1 ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปขึ้นรูปกระถาง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ได้กระถางหินทรายเผาที่มีรูพรุน น้ำหนักเบากว่ากระถางดินเผาธรรมด้า เนื่องจากหินทรายเผาได้สลายตัวไป และสามารถนำไปเพาะเลี้ยงกล้วยไม้ที่ต้องการ aeration สูงได้ผลดีกว่าปลูกในกระถางพลาสติก นอกจากนี้ยังได้วัสดุ ปลูกที่มีน้ำหนักเบาไม่รูพรุนสามารถอุ่นหน้าไว้ได้ ใช้ทดแทนวัสดุปลูกซึ่งต้องนำเข้า

จากการศึกษาเอกสารสารสิทธิบัตรพบว่ามีการจดสิทธิบัตรเกี่ยวกับวัสดุเซรามิกที่มีรูพรุนเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่ใช้เป็นสารกรองน้ำกรองอากาศ Doulton & Company, Limited จดสิทธิบัตรผลิตภัณฑ์เซรามิกที่มีรูพรุนใช้สำหรับเป็นสารกรอง (filters) แต่ไม่ได้เจลว่าใช้วัสดุคุณภาพ Kimura และคณะ(พ.ศ. 2528) จดสิทธิบัตรสารกรองซึ่งผลิตจากผงอะลูมินา (Al_2O_3) กับสารยึดเหนี่ยวอินทรีย์ (organic binder) ทำให้เป็นเม็ดขนาดเล็กด้วยวิธี Spray Dry เผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส นำไปผสมกับ acrylic polymer ขึ้นรูปด้วยวิธีอัด (press) แล้วเผาที่อุณหภูมิ 1,600 องศาเซลเซียส เพื่อให้มีค่าเชื่อมติดกัน (Sinter) จะได้เซรามิกรูพรุนสม่ำเสมอ

Wisconsin Alumni Research Foundation จดสิทธิบัตร พ.ศ. 2535 การผลิตวัสดุเซรามิกจากโลหะออกไซด์สำหรับผลิตสาร Catalytic และสารดูดซับ (adsorbent) Titanium oxide membrane, Zirconium oxide membrane, Titanium membrane, และ Titanium Dioxide Pellets ฯลฯ ซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อน Rasto Brezny ได้จดสิทธิบัตร พ.ศ. 2537 เกี่ยวกับการผลิตลูกปัดที่มีรูพรุน (porous ceramic beads) โดยมีส่วนผสมของอะลูมินา, น้ำ, Darwan 821A และ Sodium borate หรือใช้ Aluminium titanate และ Zirconium titanate แทนอะลูมินา แล้วผสมกับ foam ซึ่งเป็น prepolymer เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,600 องศาเซลเซียส พวก prepolymer จะหายไปทำให้ได้ porous ceramic

นอกจากนี้เซรามิกที่มีรูพรุนอาจได้จากการใช้ diatomite ซึ่งเกิดจากซากสัตว์ทะเลขนาดเล็ก (diatom) ซึ่งเป็นสารซิลิกา (SiO_2) ที่มีรูพรุนเล็ก ๆ ทั่วไปในโครงสร้าง (skeleton) ตายทับกันแน่นเป็นเวลาหลายสิบล้านปี นำมาใช้เป็นสารกรองน้ำ

วิธีการผลิตอีกอย่างหนึ่งคือใช้สารเคมี เข่น กรด เติมลงไปในส่วนผสมที่มีคาร์บอนเนต จะมีปฏิกิริยาบนไดออกไซด์เกิดขึ้นทำให้เกิดฟองอากาศ

สำหรับการผลิตอิฐเบาน์ไส้ขี้เลือย (sawdust) ลงไปแล้วเผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส จะได้รูพรุนจากการสลายตัวไปของไส้เลือย ซึ่งอิฐเบาน์ไส้ไม่มีการเคลือบ

เนื่องจากภาคกลางและภูมิภาคอื่นๆ ของประเทศไทยมีการทำนาและมีโรงเลือย ดังนั้นวัสดุเหลือทิ้ง ได้แก่ ฟางข้าว และ ปี่เลือยจะหาได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ในการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบา จะใช้ฟางข้าวและปี่เลือยแทนหินปูนซึ่งหาได้ยากกว่าหินปูน 2 ชนิด ตามที่กล่าวมาข้างต้น

นอกจากนี้เพื่อให้ตันทุนในการขนส่งลดลง จึงจะใช้ดินกำแพงเพชร ซึ่งมีลักษณะชุมพู แต่เมื่อเผาแล้วจะมีลักษณะ และดินอ่างทองซึ่งเผาแล้วจะมีลักษณะเดง โดยที่จะใช้ดินกำแพงเพชรในการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาชนิดเคลือบ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสวยงามและทนทานไม่เคลือบ ส่วนดินอ่างทองจะใช้ในการศึกษาวิจัยทดลองผลิตภัณฑ์กระถางลีดองใช้ในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับ เพื่อให้ผู้ใช้ซึ่งบังเกยชินอยู่กับการใช้กระถางดินเผาแดงไม่มีความรู้สึกต่อต้านในช่วงแรก

สำหรับเคลือบที่ใช้ในการเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบานั้นจะทดลองผลิตเคลือบลีดต่างๆ ให้เหมาะสมกับรูปแบบและประโยชน์การใช้สอย ได้แก่ สีดำ, สีน้ำเงินเข้ม, สีฟ้า, สีครีม และสีเขียว ฯลฯ

ส่วนเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลมที่มีรูพรุนนั้นจะทดลองผลิตขนาดต่างๆ เพื่อให้โครงสร้างยื่อยที่ 2 นำไปศึกษาทดลองปลูกกล้าไม้และไม้ดอกไม้ประดับต่อไป พร้อมกับกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา เพื่อให้ได้ข้อมูลของการใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ที่วิจัยได้

วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อให้ได้เทคโนโลยีพลิตกระถางหรือภาชนะเซรามิกน้ำหนักเบา เพื่อใช้ในปลูกไม้ดอกไม้ประดับ และการประดับตกแต่งอาคาร
 2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและการออกดอกของกล้วยไม้และไม้ดอกไม้ประดับในกระถางเซรามิกน้ำหนักเบาและเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม เปรียบเทียบกับกระถางพลาสติกและกระถางดินเผาแบบธรรมชาติ

ผลที่ได้รับ	บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่....	โดยทำให้.....
1. ได้เนื้อดินกำแพงเพชร + ฟางข้าว กำแพงเพชร + ปีลีออย อ่างทอง + ฟางข้าว และอ่างทอง + ปีลีออย ในอัตราส่วนที่เหมาะสม	1	1. สามารถนำไปผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก น้ำหนักเบาได้หลายชนิด ได้แก่ กระถาง เซรามิกน้ำหนักเบา ท่อนเซรามิกน้ำหนักเบา และเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม ฯลฯ
2. ได้กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาไม่เคลือบสี ขนาด 4 นิ้ว 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว	1	2. เป็นกระถางเซรามิกน้ำหนักเบา ที่มีรูพรุน ทึ้งกระถางทำให้ถ่ายเทอากาศ (aeration) ดี เหมาะสมสำหรับปลูกกล้าwhy ไม่ และไม่ดอกรไม่ ประดับที่ต้องการความชื้น และการถ่ายเท อากาศดี กระถางจะเบากว่ากระถางเซรามิก ธรรมดาประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์
3. ได้กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสี หลายสี ได้แก่ สีดำ สีน้ำเงิน สีฟ้า สีเขียว สีเหลือง สีแดง สีชมพู และสีเข้ม ทึ้งชนิด สีพื้น และเป็นจุดสวยงามมาก	1	3. ใช้กระถางใส่ต้นไม้ประดับตกแต่งห้อง หรืออาคารให้สวยงาม กระถางจะเบากว่า กระถางเซรามิกเคลือบสีชนิดธรรมดากว่า ประมาณ 5 – 10 เปอร์เซ็นต์
4. ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ในโลก คือ ห่อน เซรามิกน้ำหนักเบาและแผ่นเซรามิกน้ำหนัก เบารูปหัวใจ	1 และ 2	4. ใช้เป็นวัสดุปลูกแทนห่อนไม้ธรรมชาติ ซึ่ง จะพังภายในสองปี ห่อนเซรามิกน้ำหนักเบา และแผ่นเซรามิกน้ำหนักเบารูปหัวใจเหมาะสม สำหรับใช้ปลูกกล้าwhy ไม่ห่วยและกล้ำwhy ไม่ พื้นเมือง ซึ่งมีรากอากาศ สามารถเจริญเติบโต งอกงาม จอกหน่อใหม่ ออกดอกได้ตามฤดูกาล โดยรดน้ำให้ชุ่มชื้น เช้าเย็น กล้ำwhy ไม่พื้นเมือง ทุกชนิดเจริญเติบโตได้ในกรุงเทพฯ ถ้าปลูก ให้ต้นไม้ใหญ่ และรดน้ำให้เพียงพอ

ผลที่ได้รับ	บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่....	โดยทำให้.....
5. ได้มีเดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม ขนาดระหว่าง 0.5 – 1.5 เซนติเมตร	1	5. ใช้เป็นวัสดุปลูกไม้คอกไม้ประดับทดแทนวัสดุปลูกน้ำเข้าจากต่างประเทศ (Expanded clay) เนื่องจากมีรูพรุนและน้ำหนักเบา ต้นทุนการผลิตถูก เพราะใช้วัสดุในประเทศทั้งหมด
6. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกกล้วยไม้ ไม้ดอกและไม้ประดับ ในผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาข้อ 1- 5	2	6. ใช้เป็นข้อมูลในการปลูกพรรณไม้ด้วยผลิตภัณฑ์เซรามิกน้ำหนักเบาว่า พรรณไม้ชนิดไหนเหมาะสมสำหรับการปลูกในผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดจะไร รวมทั้งมีวิธีการเลี้ยงดูแลรักษาพรรณไม้แต่ละชนิดด้วย

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้ขายสินค้า 3 ราย ได้พงกับ คุณพะเวียง จงมีสุข เจ้าของและผู้จัดการห้างหุ้นส่วน ทองประเสริฐศิลป์ชัย ซีรามิก จำกัด ในวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2546 ตกลงในรายละเอียดเกี่ยวกับการสั่งซื้อสินค้าเซรามิกน้ำหนักเบาต่อไป

การประชาสัมพันธ์

- นำผลิตภัณฑ์กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสีไปแสดงในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ณ เมืองทองธานี ระหว่างวันที่ 15 – 25 สิงหาคม 2545
- นำผลิตภัณฑ์กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาเคลือบสีไปแสดงในงานสมาคมไม้ประดับในประเทศไทย ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างวันที่ 16 – 19 ธันวาคม 2545
- นำผลิตภัณฑ์กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาทุกชนิด ได้แก่ กระถางเซรามิกน้ำหนักเบาทั้งชนิดไม่เคลือบ และเคลือบสี ขนาด 4 นิ้ว 6 นิ้ว และ 8 นิ้ว หอนเซรามิกน้ำหนักเบา แผ่นเซรามิกน้ำหนักเบารูปหัวใจ และเม็ดเซรามิกน้ำหนักเบาทรงกลม ซึ่งปลูกกล้วยไม้ ไม้คอกไม้ประดับไปแสดงในงานประชุมวิชาการและนิทรรศการในหัวข้อ “ความรู้เพื่อชีวิ” 10 ปี สกอ. ระหว่างวันที่ 19 – 23 กุมภาพันธ์ 2546 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ มีผู้เยี่ยมชมผลงานจำนวนมาก ระหว่าง 500- 800 คนต่อวัน และทุกคนสนใจจะซื้อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว