

รายการอ้างอิง

1. Jha, L. J., *et al.* Preparation and characterization of fluoride-substituted apatites. Journal of Material Science: Materials in Medicine 8 (1997): 185-191.
2. กลศาสตร์ คณาวัง. การศึกษาการดัดวัสดุเปราะชนิดมีรูพรุน. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2545.
3. สุจินต์ วุฒิชัยวัฒน์. การศึกษาปัจจัยของกระบวนการขึ้นรูปที่มีผลต่อการเกิดรูพรุนของสาร
ไฮดรอกซีอะพาไทต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
4. ศุภชัย วงศ์พิเชษฐชัย. รายงานผลการวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาลูกตาเทียม ตาปลอม
เคลื่อนไหวได้ หน้ากากหนังตา-คิ้ว-ตาปลอม-ครึ่งหน้า. ภาควิชาจักษุ กอการศึกษา
วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า กรมแพทยทหารบก, 2542.
5. วิริยะ สิริสิงห, มั่นเกียรติ โกศลนิตติวงษ์, และ ยิ่งศักดิ์ นิตยฤกษ์. 110 ชาติ คุณสมบัติ และ
การค้นพบ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา, (ม.ป.ป.).
6. Tadic, D., Peters, F., and Epple, M. Continuous synthesis of amorphous carbonated
apatites. Biomaterials 23 (2002): 2553-2559.
7. ดุจฤทัย พงษ์เก่า. พฤติกรรมการละลายของไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่เตรียมจากเถ้ากระดูก
วัวควาย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
8. Hench, L. L. Bioceramics. Journal of the American Ceramic Society 81, 7 (1998):
1705-1728.
9. Goto, T., *et al.* Resorption of synthetic porous hydroxyapatite and replacement by
newly formed bone. Journal of Orthopaedic Science 6 (2001): 444-447.
10. U.S. patent 3,929,971 Roy, D.M. Porous biomaterial and method of making same.
1975.
11. นฤมล สุวรรณจันทร์ดี. การสังเคราะห์และศึกษาสมบัติพิเศษเฉพาะตัวของเซรามิกส์
ไฮดรอกซีอะพาไทต์. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2535.

12. Kim, W., and Saito, F. Mechanochemical synthesis of hydroxyapatite from constituent powder mixtures by dry grinding. Journal of Chemical Engineering of Japan 33, 5 (2000): 768-772.
13. Raynaud, S., Champion, E., Bernache-Assollant, D., and Thomas, P. Calcium phosphate apatites with variable Ca / P atomic ratio I. Synthesis, characterization and thermal stability of powders. Biomaterials 23 (2002): 1065-1072.
14. Victoria, E. C., and Gnanam, F. D. Synthesis and characterisation of biphasic calcium phosphate. Trends in Biomaterials for Artificial Organs 16 (2002): 12-14.
15. Golden, D. C., and Ming, D. W. Nutrient-substituted hydroxyapatites: Synthesis and characterization. American Soil Science Society 63 (May-June 1999): 657-664.
16. Kweh, S. W. K., Khor, K. A., and Cheang, P. The production and characterization of hydroxyapatite (HA) powders. Journal of Materials Processing Technology 89-90 (1999): 373-377.
17. Vargas, G., Lopez, J., Acevedo, J., Mendez, J., and Mendez, M. Effect of ultrasonic vibration on the particle size distribution of hydroxyapatite chemically precipitated from $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and H_3PO_4 . Bioceramics 11 (November 1998): 711-714.
18. Slosarczyk, A., and Piekarczyk, J. Ceramic materials on the basis of hydroxyapatite and tricalcium phosphate. Ceramics International 25 (1999): 561-565.
19. Koumoulidis, G. C., *et al.* Preparation of hydroxyapatite nanoparticles using a modified precipitation method. In Y. G. Gogotsi; and I. V. Uvarova (eds.), Nanostructured Materials and Coatings in Biomedical and Sensor Applications, pp. 83 – 91. Boston : Kluwer, 2002.
20. Georgiou, G., and Knowles, J. C. Glass reinforced hydroxyapatite for hard tissue surgery – Part 1: mechanical properties. Biomaterials 22 (2001): 2811-2815.
21. ภูมิ เหลืองจามีกร. PLC. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา 2104458 Automation. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

22. พรจิต ประทุมสุวรรณ. เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม: เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์. กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์, 2541.
23. จิตติพัฒน์ องค์กรวัฒน์. สิ่งที่ควรรู้ในการควบคุมอุณหภูมิ. *Industrial Technology Review* 8, 98 (ฉบับพิเศษ 2545): 93 – 94.
24. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. ภาควิชาเคมี. เคมีทั่วไป เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
25. Dean, J. A., *et al.* Lange's handbook of chemistry. 15th ed. New York: McGraw Hill, 1999.
26. Lide, D. R., *et al.* CRC Handbook of chemistry and physics. 75th ed. Florida: CRC, 1994.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

รายการวัสดุและครุภัณฑ์ทั้งหมดที่ใช้ในงานวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในงานวิจัยนี้สามารถจำแนกพัสดุต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยออกได้เป็นวัสดุและครุภัณฑ์ โดยที่วัสดุนั้นสามารถแยกย่อยออกได้เป็นวัสดุสิ้นเปลืองและวัสดุคงทนถาวร ทั้งวัสดุและครุภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้มีทั้งหมดที่มีอยู่พร้อมแล้วในห้องปฏิบัติการวิจัยและส่วนที่ต้องจัดหาเพิ่มเติม ซึ่งในส่วนที่ต้องจัดหาเพิ่มเติมนั้นได้มาด้วยวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

- การจัดซื้อพัสดุเพิ่มเติมของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
- การหาซื้อพัสดุด้วยเงินทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ของบัณฑิตวิทยาลัย
- การหาซื้อพัสดุโดยผู้วิจัยออกเงินส่วนตัว
- การขอยืมพัสดุจากหน่วยงานอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ในงานในระหว่างการวิจัย
- การขอใช้บริการพัสดุจากหน่วยงานอื่นๆ โดยคิดค่าบริการ

ดังนั้นจึงสามารถจำแนกรายการพัสดุที่ใช้ในงานวิจัยนี้ออกเป็นส่วนย่อยต่างๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ ก.1 ถึงตารางที่ ก.6 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ ก.1 รายการวัสดุสิ้นเปลืองที่มีอยู่พร้อมแล้วในห้องปฏิบัติการวิจัย

ลำดับที่	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	หน่วย	จำนวน	วัตถุประสงค์	หมายเหตุ
1	ผงแคลเซียมไนเตรด	UNIVAR	-	กระป๋อง	2	เป็นสารตั้งต้น	กระป๋องละ 500 กรัม
2	ผงได-แอมโมเนียมไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต	UNIVAR	-	กระป๋อง	1	เป็นสารตั้งต้น	กระป๋องละ 500 กรัม
3	สารละลายแอมโมเนียความเข้มข้น 28% w/w	UNIVAR	-	ขวด	1	เป็นสารตั้งต้น	ขวดละ 2.5 ลิตร
4	ท่อซิลิโคนขนาด 3/16"	WATSON MARLOW	910.0048 .016	ถุง	1	ลำเลียงสารตั้งต้น	ถุงละ 3 เมตร
5	กระดาษกรอง	MN	615	กล่อง	1	กรองตะกอน	บรรจุกล่องละ 100 แผ่น
6	กระดาษทราย เบอร์ 100	-	-	แผ่น	2	ขัดแต่งยางฝาปิดภาชนะปฏิกรณ์	

ตารางที่ ก.2 รายการวัสดุสิ้นเปลืองที่ต้องจัดหาเพิ่มเติม

ลำดับที่	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	หน่วย	จำนวน	วัตถุประสงค์	หมายเหตุ
1	ผงแคลเซียมไนเตรด	UNIVAR	-	กระป๋อง	1	เป็นสารตั้งต้น	กระป๋องละ 500 กรัม
2	ผงได-แอมโมเนียมไฮโดรเจนออร์โธฟอสเฟต	UNIVAR	-	กระป๋อง	1	เป็นสารตั้งต้น	กระป๋องละ 500 กรัม
3	สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.01	ORION	-	ขวด	1	สอบเทียบเครื่องวัดค่า pH	ขวดละ 475 ml
4	สารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.00	ORION	-	ขวด	1	สอบเทียบเครื่องวัดค่า pH	ขวดละ 475 ml
5	สารละลายบัฟเฟอร์ pH 10.01	ORION	-	ขวด	1	สอบเทียบเครื่องวัดค่า pH	ขวดละ 475 ml
6	ปลั๊กหัวสัญญาณแบบ 25 ทาง	-	-	เส้น	1	เชื่อมต่อวงจรควบคุมการเติมผสมของบิ๊ม	
7	สายไฟ ขนาด 1 ตารางมม.	-	-	มัด	2	ต่อวงจรควบคุม	มัดละ 10 เมตร
8	หัวต่อสายไฟแบบปากจระเข้	-	-	หัว	4	ต่อวงจรควบคุม	
9	หัวต่อสายไฟแบบหางปลาขนาดใหญ่	-	-	หัว	6	ต่อวงจรควบคุม	
10	หัวต่อสายไฟแบบหางปลาขนาดเล็ก	-	-	หัว	9	ต่อวงจรควบคุม	
11	หัวต่อสายไฟแบบหางปลาชนิดกลม	-	-	หัว	7	ต่อวงจรควบคุม	
12	หัวต่อสายไฟแบบแท่งเสียบตัวผู้	-	-	หัว	2	ต่อวงจรควบคุม	
13	ตัวเชื่อมหัวต่อสายไฟ	-	-	ตัว	1	ต่อวงจรควบคุม	
14	เทปพันสายไฟ	-	-	ตลับ	1	พันสายไฟ	

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) รายการวัสดุสิ้นเปลืองที่ต้องจัดหาเพิ่มเติม

ลำดับที่	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	หน่วย	จำนวน	วัตถุประสงค์	หมายเหตุ
15	เทปพันท่อ	-	-	ตลับ	2	พันเกลียว ข้อต่อสแตนเลส	
16	ตะกั่วบัดกรี	-	-	ตลับ	1	บัดกรีสายไฟ	
17	จุกยาง เบอร์ 10	-	-	อัน	1	ปิดภาชนะบรรจุ สารละลาย แอมโมเนีย	
18	ยางธรรมชาติ (NR) ขนาด 5"x5"x1"	-	-	ก้อน	2	ทำฝาปิดภาชนะ ปฏิกรณ์	
19	ท่อซิลิโคนขนาด 1/2"	-	-	เมตร	1	ท่อทางของ สารละลาย แอมโมเนีย	
20	ท่อซิลิโคนขนาด 1/4"	-	-	เมตร	3	ท่อทางของ สารละลาย แอมโมเนียและ ท่อน้ำก๊าซ	
21	ท่อสแตนเลส เกรด 316 ขนาด 1/4"	-	-	ซ.ม.	15	ติดตั้งอุปกรณ์ ตรวจวัดระดับ ตามที่กำหนด	
22	ถุงมือยาง	-	-	คู่	1	อุปกรณ์ป้องกัน	
23	กล่องพลาสติกชนิดมี ฝาปิด	-	-	ใบ	6	บรรจุผงไฮดรอกซี อะพาไทต์	

ตารางที่ ก.3 รายการวัสดุคงทนถาวรที่มีอยู่พร้อมแล้วในห้องปฏิบัติการวิจัย

ลำดับที่	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	หน่วย	จำนวน	วัตถุประสงค์	หมายเหตุ
1	บีกเกอร์ ขนาด 1000 ml	SCHOTT	-	ใบ	1	ภาชนะปฏิกรณ์ ที่ 1	
2	บีกเกอร์ ขนาด 600 ml	PYREX	-	ใบ	1	ภาชนะปฏิกรณ์ ที่ 2	
3	ขวด Funnel Dropping ขนาด 500 ml	PYREX	-	ขวด	1	ภาชนะปฏิกรณ์ ที่ 3	
4	เวอร์เนียคาลิเปอร์	Mitutoyo	-	อัน	1	วัดขนาดชิ้นงาน	
5	เทอร์โมมิเตอร์ชนิด ปรอท	-	-	อัน	1	สอบเทียบ อุปกรณ์ RTD	
6	แท่นยึดอุปกรณ์ทดลอง	-	-	อัน	1	ติดตั้งระบบ เครื่องกลไก	
7	ที่ยึดมือจับเหล็ก	-	-	อัน	2	ติดตั้งระบบ เครื่องกลไก	
8	มือจับเหล็ก	-	-	อัน	1	ติดตั้งระบบ เครื่องกลไก	
9	จานแก้ว	-	-	ใบ	2	ตวงสารเพื่อชั่ง น้ำหนัก	
10	กระบอกตวงสาร ขนาด 100 ml	PYREX	-	กระบอก	1	ตวงน้ำกลั่นและ สารละลาย แอมโมเนีย	
11	กระบอกตวงสาร ขนาด 25 ml	SCHOTT	-	กระบอก	1	ตวงน้ำกลั่นและ สารละลาย แอมโมเนีย	
12	แท่งกวนแม่เหล็กขนาด 50x8 mm	Spinbar	-	แท่ง	1	กวนสารละลาย ในภาชนะ ปฏิกรณ์ที่ 1	

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) รายการวัสดุคงทนถาวรที่มีอยู่พร้อมแล้วในห้องปฏิบัติการวิจัย

ลำดับที่	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	หน่วย	จำนวน	วัตถุประสงค์	หมายเหตุ
13	แท่งกวนแม่เหล็กขนาด 30x8 mm	Spinbar	-	แท่ง	1	กวนสารละลาย ในภาชนะ ปฏิกรณ์ที่ 2	
14	แท่งแก้วกวน	-	-	แท่ง	1	กวนตะกอน	
15	ขวด Buchner Flask ขนาด 1,000 ml	PYREX	-	ขวด	1	ภาชนะกรอง ตะกอน	
16	กรวยกรอง ขนาด 110 ml	HCT	-	ใบ	1	กรองตะกอน	
17	มีมัสตัญญากาศพร้อม ชุดสายยาง	-	-	ชุด	1	กรองตะกอน	
18	ครกบดยา	-	-	ใบ	1	บดตะกอน	
19	ถ้วยทนความร้อน	-	-	ใบ	1	บรรจุผงไฮดรอกซี อะพาไทต์เพื่อ นำไปเข้าเตาเผา	

ตาราง ก.4 รายการวัสดุคงทนถาวรที่ต้องจัดหาเพิ่มเติม

ลำดับที่	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	หน่วย	จำนวน	วัตถุประสงค์	หมายเหตุ
1	อุปกรณ์ PLC	Koyo	D0-05DD	เครื่อง	1	ควบคุมลำดับกระบวนการ	
2	การ์ดอนาล็อก	Koyo	F0-2AD2DA-2	อัน	1	แปลงสัญญาณดิจิตอล / อนาล็อก	
3	แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 24V	MEAN WELL	S-100-24	เครื่อง	1	จ่ายไฟกระแสตรง 24V	
4	รีเลย์แบบสองทาง	OMRON	G5C-1	ตัว	1	ตัดต่อการทำงานของปั๊ม	
5	โซลินอยด์วาล์ว	Parker	121S122 JV-I-1S-C2	ตัว	2	ควบคุมการเปิดปิดการจ่ายสารละลายแอมโมเนีย	
6	อุปกรณ์ RTD ชนิด Pt -100	-	-	ตัว	2	ตรวจวัดอุณหภูมิของสารละลาย	
7	อุปกรณ์ตรวจวัดระดับอย่างต่อเนื่อง	Leveltrak	LK 3022	ตัว	1	ตรวจวัดระดับสารละลายในภาชนะปฏิกรณ์ที่ 1	
8	อุปกรณ์ตรวจวัดระดับตามที่กำหนด	NOHKEN	OLV-5	ตัว	1	ตรวจวัดระดับสารละลายในภาชนะปฏิกรณ์ที่ 2	
9	ขวดปากแคบ ขนาด 30 ml	-	-	ขวด	3	บรรจุสารละลายบัฟเฟอร์	
10	กรวยแก้ว	-	-	ใบ	1	เติมสารละลายแอมโมเนีย	
11	ที่ยึดมือจับเหล็ก	-	-	อัน	3	ติดตั้งระบบเครื่องกลไก	
12	มือจับเหล็ก	-	-	อัน	4	ติดตั้งระบบเครื่องกลไก	

ตาราง ก.4 (ต่อ) รายการวัสดุคงทนถาวรที่ต้องจัดหาเพิ่มเติม

ลำดับที่	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	หน่วย	จำนวน	วัตถุประสงค์	หมายเหตุ
13	วาล์วแบบยก ขนาด 1/4"	KITZ	-	ตัว	2	ควบคุมการไหลของสารละลายแอมโมเนีย	
14	วาล์วแบบรูปทรงกลม ขนาด 1/4"	-	-	ตัว	1	ควบคุมการระบายความดัน	
15	ข้อต่อ 3 ทางสแตนเลส ขนาด 1/2"	-	-	ตัว	1	เชื่อมต่อท่อทางของสารละลายแอมโมเนีย	
16	ข้อต่อ 4 ทางสแตนเลส ขนาด 1/4"	-	-	ตัว	1	เชื่อมต่อท่อทางของก๊าซ	
17	ข้อต่อตรงสแตนเลส ขนาด 1/4"	-	-	ตัว	3	เชื่อมต่อวาล์วกับข้อต่ออื่นๆ	
18	ข้อลดสแตนเลส ขนาด 1/2" เป็น 1/4"	-	-	ตัว	2	ลดขนาดการเชื่อมต่อ	
19	ข้อต่อทางปลาไหล สแตนเลส ขนาด 1/2"	-	-	ตัว	1	เชื่อมต่อท่อซิลิโคน	
20	ข้อต่อทางปลาไหล สแตนเลส ขนาด 1/4"	-	-	ตัว	10	เชื่อมต่อท่อซิลิโคน	
21	แหวนรัดท่อ ขนาด 1/2"	-	-	วง	2	รัดท่อซิลิโคน	
22	แหวนรัดท่อ ขนาด 1/4"	-	-	วง	10	รัดท่อซิลิโคน	
23	หัวแรง	-	-	อัน	1	บัดกรีสายไฟ	
24	เครื่องมือช่าง	-	-	ชุด	1	ประกอบติดตั้งระบบ	

ตาราง ก.5 รายการครุภัณฑ์ที่มีอยู่พร้อมแล้วในห้องปฏิบัติการวิจัย

ลำดับที่	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	หน่วย	จำนวน	วัตถุประสงค์	หมายเหตุ
1	ตู้กำจัดกลิ่น	AIRONE	1200-GS (VAV)	เครื่อง	1	กำจัดไอระเหย แอมโมเนีย	
2	เครื่องผลิตน้ำบริสุทธิ์	ELGASTAT	OPTIMA	เครื่อง	1	ผลิตน้ำบริสุทธิ์	
3	เครื่องชั่งน้ำหนัก	Sartorius	BP 310 S	เครื่อง	1	ชั่งน้ำหนักสารตั้งต้น	
4	เครื่องออสซิลโลสโคป	DIGICON	PS-320	เครื่อง	1	วัดค่าพื้นฐานทาง ไฟฟ้า	
5	เครื่องกวนสารระบบ แม่เหล็กพร้อมแผ่นทำ ความร้อน	CAT	M17.5	เครื่อง	2	กวนสารและ ควบคุมอุณหภูมิ	
6	เครื่องวัดค่า pH	WPA	CD7400	เครื่อง	1	วัดค่า pH ของ สารละลายใน ภาชนะปฏิกรณ์ที่ 1	
7	ปั๊มควบคุมการไหล	WATSON MARLOW	313U	เครื่อง	1	ควบคุมการเติมผสม สารตั้งต้น	
8	เครื่องคอมพิวเตอร์	POWELL	CL 566	เครื่อง	1	ประมวลผลข้อมูล	
9	เครื่องบันทึกข้อมูล	YOKOGAWA	DX208- 1-2	เครื่อง	1	แสดงผลข้อมูลแบบ real time	
10	เตาอบสูญญากาศ	WTB Binder	VD23	เครื่อง	1	อบแห้งตะกอน ไฮดรอกซีอะพาไทต์	
11	เตาเผาชิ้นงาน	Nabertherm	LH 30/12	เครื่อง	1	เผาผงไฮดรอกซี อะพาไทต์	

ตารางที่ ก.6 รายการครุภัณฑ์ที่ต้องจัดหาเพิ่มเติม

ลำดับที่	รายการ	ยี่ห้อ	รุ่น	หน่วย	จำนวน	วัตถุประสงค์	หมายเหตุ
1	เครื่อง Potentiometric automatic titrator	KEM	AT-400	เครื่อง	1	วัดค่า pH ของ สารละลายใน ภาชนะปฏิกรณ์ ที่ 2	ของภาควิชา วิศวกรรม เหมืองแร่ คณะวิศวกรรม
2	เครื่อง XRD	Jeol	JDX-8030	เครื่อง	1	ตรวจสอบ ลักษณะ เฉพาะตัวของ ผงไฮดรอกซี อะพาไทต์	ของศูนย์ เครื่องมือวิจัย วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
3	เครื่อง XRD	Bruker	D8Advance	เครื่อง	1	ตรวจสอบ ลักษณะ เฉพาะตัวของ ผงไฮดรอกซี อะพาไทต์	ของภาค ธรณีวิทยา คณะ วิทยาศาสตร์
4	เครื่อง FT-IR	Perkin Elmer	1760X	เครื่อง	1	ตรวจสอบ ลักษณะ เฉพาะตัวของ ผงไฮดรอกซี อะพาไทต์	ของศูนย์ เครื่องมือวิจัย วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
5	เครื่อง PSLA	Mastersizer S	2.11	เครื่อง	1	ศึกษาลักษณะ การกระจายตัว ของขนาด อนุภาค	ของศูนย์ เครื่องมือวิจัย วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
6	เครื่อง SEM	Jeol	JSM6400	เครื่อง	1	ศึกษาลักษณะ รูปทรง	ของศูนย์ เครื่องมือวิจัย วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี



ภาคผนวก ข

เงินลงทุนและต้นทุนประมาณการของ
การผลิตสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ด้วยระบบอัตโนมัติที่ได้จากงานวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารไฮดรอกซีอะพาไทต์บริสุทธิ์ที่มีคุณภาพในเกรดดีและมีสิ่งเจือปนน้อยโดยเฉลี่ยแล้ว ตั้งราคาขายไว้ในท้องตลาดที่ประมาณ 15 - 20 ปอนด์สเตอร์ลิงค์ ต่อปริมาณสารไฮดรอกซีอะพาไทต์บริสุทธิ์ 1 กรัม ซึ่งเมื่อคิดเป็นเงินบาทจะได้ราคาขายโดยประมาณเป็น 1,200 บาทต่อกรัม ในการผลิตด้วยระบบอัตโนมัติที่ได้ออกแบบจากงานวิจัยนี้ทำให้สามารถผลิตสารไฮดรอกซีอะพาไทต์บริสุทธิ์ออกมาได้ 30 กรัมต่อรอบการผลิตโดยประมาณ ซึ่งคิดเป็นราคาสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ได้ประมาณ 36,000 บาทต่อรอบการผลิต

เงินลงทุนและต้นทุนประมาณการสำหรับการผลิตสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ในระบบอัตโนมัติที่ได้จากงานวิจัยนี้ เมื่อคิดที่กำลังการผลิต 30 กรัมต่อรอบการผลิตนั้นสามารถจำแนกออกเป็นส่วนต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) เงินลงทุน ประกอบด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในการผลิต ซึ่งสามารถแจกแจงรายละเอียดได้ดังนี้

(1) ตู้กำจัดกลิ่น	600,000	บาท
(2) เครื่องผลิตน้ำบริสุทธิ์	200,000	บาท
(3) เครื่องชั่งน้ำหนัก	50,000	บาท
(4) เครื่องออสซิลโลสโคป	50,000	บาท
(5) เครื่องกวนสารระบบแม่เหล็กพร้อมแผ่นทำความร้อน (2 เครื่อง)	100,000	บาท
(6) เครื่องวัดค่า pH (2 เครื่อง)	200,000	บาท
(7) บีมควบคุมการไหล	50,000	บาท
(8) เครื่องคอมพิวเตอร์	20,000	บาท
(9) เครื่องบันทึกข้อมูล	200,000	บาท
(10) เตอบสฤญญากาศ	350,000	บาท
(11) เตาเผาชิ้นงาน	500,000	บาท
(12) อุปกรณ์ PLC และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม	16,500	บาท
(13) โซลินอยด์วาล์ว (2 ตัว)	5,000	บาท
(14) อุปกรณ์ RTD (2 ตัว)	3,600	บาท
(15) อุปกรณ์ตรวจวัดระดับ	10,540	บาท
(16) ภาชนะปฏิกรณ์	3,000	บาท
(17) อุปกรณ์จับยึดภาชนะปฏิกรณ์	700	บาท

(18) ภาชนะแก้วใสสารเคมี	3,400	บาท
(19) ท่อซิลิโคน	900	บาท
(20) สายไฟและอุปกรณ์เชื่อมต่อสายไฟ	530	บาท
(21) วัสดุจำพวกยาง	100	บาท
(22) เครื่องมือและอุปกรณ์ช่าง	400	บาท
(23) วาล์วและข้อต่อ	1,300	บาท
(24) เวอร์เนียคาลิเปอร์	350	บาท
(25) เทอร์โมมิเตอร์	150	บาท
(26) แท่งกวนแม่เหล็ก	230	บาท
(27) วัสดุจำพวกสเตนเลส	500	บาท
(28) กรวยกรอง	1,800	บาท
(29) ป้อนสุญญากาศพร้อมชุดสายยาง	1,350	บาท
(30) ครกบดยา	1,550	บาท
(31) ถ้วยทนความร้อน	1,200	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	<u>2,373,100</u>	บาท

2) ต้นทุนการผลิต ประมาณการต่อรอบการผลิตหนึ่งรอบ โดยที่แต่ละรอบการผลิตใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 2 วันทำการ

ก) วัตถุดิบ ประกอบด้วย

(1) ผงแคลเซียมไนเตรด (70.518 กรัม)	92	บาท
(2) ผงไต-แอมโมเนียมไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต (23.661 กรัม)	32	บาท
(3) สารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 28% w/w (500 ml)	120	บาท
(4) น้ำกลั่น (480 ml)	0.005	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น ในแต่ละรอบการผลิต	<u>244</u>	บาท

ข) แรงงานทางตรง ประกอบด้วย

(1) ผู้ควบคุมระบบอัตโนมัติ จำนวน 1 คน		
จ่ายค่าแรงวันละ 500 บาท	1,000	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น ในแต่ละรอบการผลิต	<u>1,000</u>	บาท

ค) ใส่หุ้ย ประกอบด้วย• ใส่หุ้ยผัันแปร ได้แก่

(1) ค่าไฟฟ้า	60	บาท
(2) ค่าน้ำประปา	5	บาท
(3) กระดาษกรอง	1.35	บาท
(4) สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.01	5	บาท
(5) สารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.00	5	บาท
(6) สารละลายบัฟเฟอร์ pH 10.01	5	บาท
(7) กล่องพลาสติกชนิดมีฝาปิด	5	บาท
(8) ฟิลเตอร์ของเครื่องทำน้ำบริสุทธิ์ ที่ต้อง เปลี่ยนตามอายุการใช้งาน	154	บาท
(9) ฟิลเตอร์ของตู้กำจัดกลิ่น ที่ต้องเปลี่ยน ตามอายุการใช้งาน	64	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น ในแต่ละรอบการผลิต	<u>304</u>	บาท

• ใส่หุ้ยคงที่

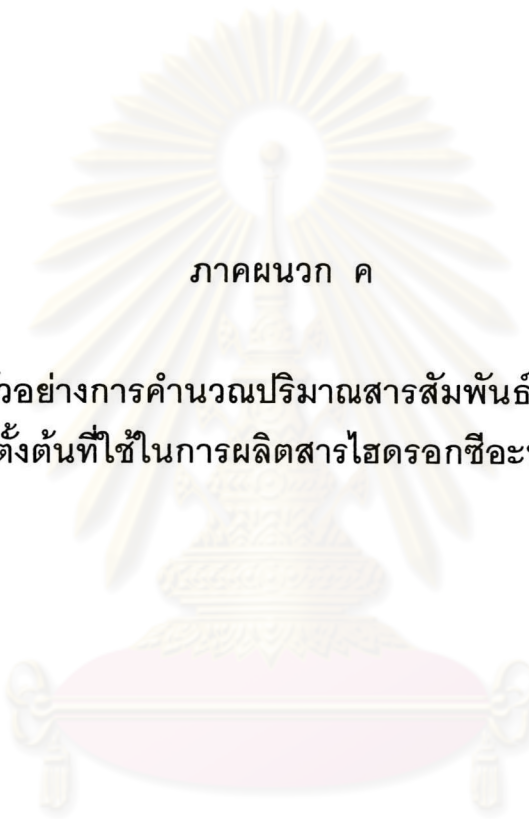
(1) ค่าเช่าห้องปฏิบัติการ (เดือนละ 3,000 บาท โดยมีรอบการผลิต 10 รอบต่อเดือน)	300	บาท
(2) ค่าเสื่อมราคา (คิด 3 ปี) จากเงินลงทุน ทั้งหมด 2,373,100 บาท จะประมาณ ค่าเสื่อมราคาได้ปีละ 80,000 บาท โดยแต่ละปีมีรอบการผลิต 120 รอบ	667	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น ในแต่ละรอบการผลิต	<u>967</u>	บาท

คำนวณต้นทุนการผลิตทั้งหมดจากต้นทุนการผลิตต่อรอบการผลิตในแต่ละอย่างได้ดังนี้

ต้นทุนวัตถุดิบทั้งหมด	244	บาท
ต้นทุนแรงงานทางตรงทั้งหมด	1,000	บาท
ใส่หุ้ยผัันแปรทั้งหมด	304	บาท
ใส่หุ้ยคงที่ทั้งหมด	967	บาท

∴ ต้นทุนการผลิตทั้งหมดต่อรอบการผลิต 2,515 บาท

หมายเหตุ ต้นทุนที่ได้จากการคำนวณนี้มีได้รวมถึงค่าใช้จ่ายในการบริหาร

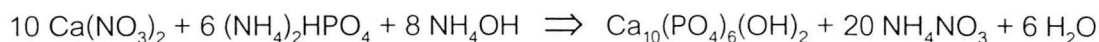


ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารสัมพันธ์ของ
สารตั้งต้นที่ใช้ในการผลิตสารไฮดรอกซีอะพาไทต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการคำนวณปริมาณสารสัมพันธ์ของสารตั้งต้นที่ใช้ในปฏิกิริยาเคมีของการผลิตสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ปริมาณ 10 กรัม สามารถพิจารณาได้จากสมการเคมีที่ (2.7) และใช้วิธีการเทียบอัตราส่วนโมลของสารประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้



จากสมการเคมีดังกล่าว จะพบว่าอัตราส่วนโมลของ Ca / P มีค่าเท่ากับ 1.667 ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยให้สามารถสังเคราะห์สารไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่บริสุทธิ์เพียงเฟสเดียว

สารประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในแต่ละอย่างสามารถคำนวณน้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบ 1 โมลได้ดังต่อไปนี้

$\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$	=	1004.64314	กรัม
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	=	164.0898	กรัม
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	=	236.15116	กรัม
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	=	132.05653	กรัม
NH_3	=	17.03061	กรัม
NH_4OH	=	35.04595	กรัม

สำหรับสารละลายแอมโมเนียที่ใช้มีความเข้มข้น 28% โดยมวล มีความหนาแน่น 0.89 g / ml สามารถคำนวณความเข้มข้นให้อยู่ในรูปโมลาร์ (M หรือ mol / l) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{NH}_3 \text{ 28\% (w/w)} &= \text{NH}_3 \text{ 28 g / สารละลาย 100 g} \\ &= \text{NH}_3 \text{ 28 g / สารละลาย (100/0.89) ml} \\ &= \text{NH}_3 \text{ 28 g / สารละลาย 112.360 ml} \\ &= \left(\frac{28}{112.360} \times 1000 \right) \text{ g / l} \\ &= 249.199 \text{ g / l} \\ &= (249.199 / 17.03061) \text{ M} \\ &= 14.632 \text{ M} \end{aligned}$$

จากการเทียบอัตราส่วน หากต้องการสังเคราะห์สารไฮดรอกซีอะพาไทต์ ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) ปริมาณ 10 กรัม จะต้องกำหนดปริมาณสารตั้งต้นดังต่อไปนี้

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	=	23.506 g
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	=	7.887 g

ปริมาณสารละลายแอมโมเนียที่ใช้

$$\text{NH}_4\text{OH} = 2.791 \text{ g}$$

$$\text{หรือ NH}_3 = 1.356 \text{ g}$$

เมื่อความหนาแน่นของสารละลายแอมโมเนียคือ 0.89 g / ml ดังนั้น เทียบเป็นปริมาตรที่ต้องใช้สำหรับสารละลายแอมโมเนีย 28% (w/w)

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรสารละลายแอมโมเนีย} &= (100 \times 1.356 / 28) / 0.89 \\ &= 5.4 \text{ ml} \end{aligned}$$

กำหนดความเข้มข้นของสารละลายของสารตั้งต้นเป็น 1 M ดังนั้นสามารถคำนวณปริมาตรของสารละลายที่ต้องเติมน้ำกลั่นเข้าไปเป็นตัวทำละลายดังต่อไปนี้

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ปริมาณ 23.506 g ความเข้มข้น 1M

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของสารละลาย} &= (1,000 / 236.15116) \times 23.506 \\ &= 99.5 \text{ ml} \end{aligned}$$

$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ปริมาณ 7.887 g ความเข้มข้น 1M

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของสารละลาย} &= (1,000 / 132.05653) \times 7.887 \\ &= 59.7 \text{ ml} \end{aligned}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

การสอบเทียบอุปกรณ์ RTD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุปกรณ์ RTD ที่ใช้ในกระบวนการผลิตซึ่งมีด้วยกันทั้งหมด 4 ชิ้น (ใช้อุปกรณ์ RTD 2 ชิ้นต่อภาชนะปฏิกรณ์ 1 ใบ) จะต้องนำไปทำการสอบเทียบให้สามารถวัดค่าได้ตรงกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิมาตรฐานเสียก่อน อุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่นำมาใช้เป็นมาตรฐานในการสอบเทียบคือ เทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอทที่มีช่วงการวัดอุณหภูมิอยู่ที่ $0.0 - 100.0^{\circ}\text{C}$ และความละเอียด 1°C ทั้งนี้ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นมาตรฐานได้นั้นจะต้องนำไปทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงเสียก่อนโดยการวัดค่าอุณหภูมิของน้ำแข็งและน้ำเดือดที่ความดัน 1 บรรยากาศโดยทดลองวัดหลายๆครั้ง พบว่าอ่านค่าอุณหภูมิได้ 0.0°C และ 100.0°C ตามลำดับซึ่งถือว่าสามารถนำไปใช้เป็นมาตรฐานในการสอบเทียบได้

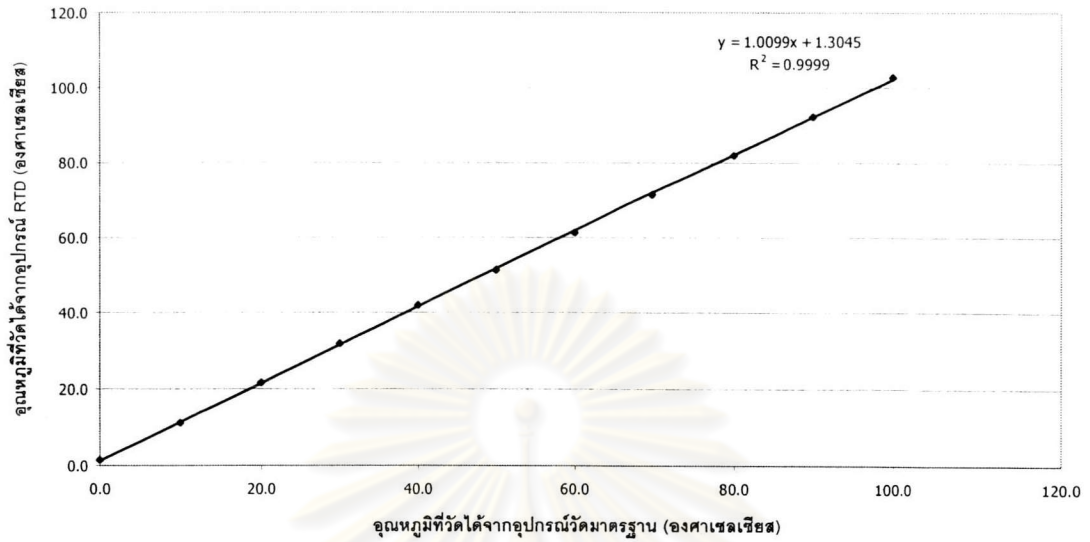
ในการสอบเทียบอุปกรณ์ RTD แต่ละชิ้นทำได้โดยการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิที่วัดได้จากอุปกรณ์ RTD แต่ละชิ้นโดยแปรเปลี่ยนค่าอุณหภูมิไปจนครอบคลุมช่วงที่ใช้งานทั้งหมด จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดไปพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ RTD แต่ละชิ้นกับค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์มาตรฐาน แล้วจึงสร้างเส้นแนวโน้มของการสอบเทียบขึ้นมาโดยใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุด กำหนดให้เส้นแนวโน้มดังกล่าวมีลักษณะเป็นเส้นตรงเนื่องจากย่านการวัดอุณหภูมิของงานวิจัยนี้ถือได้ว่า RTD ชนิดแพลทินัมความต้านทาน 100Ω ที่ 0°C มีผลตอบสนองที่ค่อนข้างเป็นเชิงเส้นในย่านการวัดช่วงนี้ ดังนั้นสมการเส้นแนวโน้มของการสอบเทียบจึงเป็นสมการเส้นตรงซึ่งสามารถนำไปใช้ในการปรับแก้ข้อมูลของอุณหภูมิที่วัดค่าได้สำหรับอุปกรณ์ RTD แต่ละชิ้น ข้อมูลของการสอบเทียบอุปกรณ์ RTD ทั้ง 4 ชิ้นได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ ง.1 และสามารถนำไปพล็อตเส้นแนวโน้มเพื่อหาสมการปรับแก้ข้อมูลได้ดังรูปที่ ง.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลการสอบเทียบอุปกรณ์ RTD ครอบคลุมย่านการวัดที่ใช้งานทั้งหมด

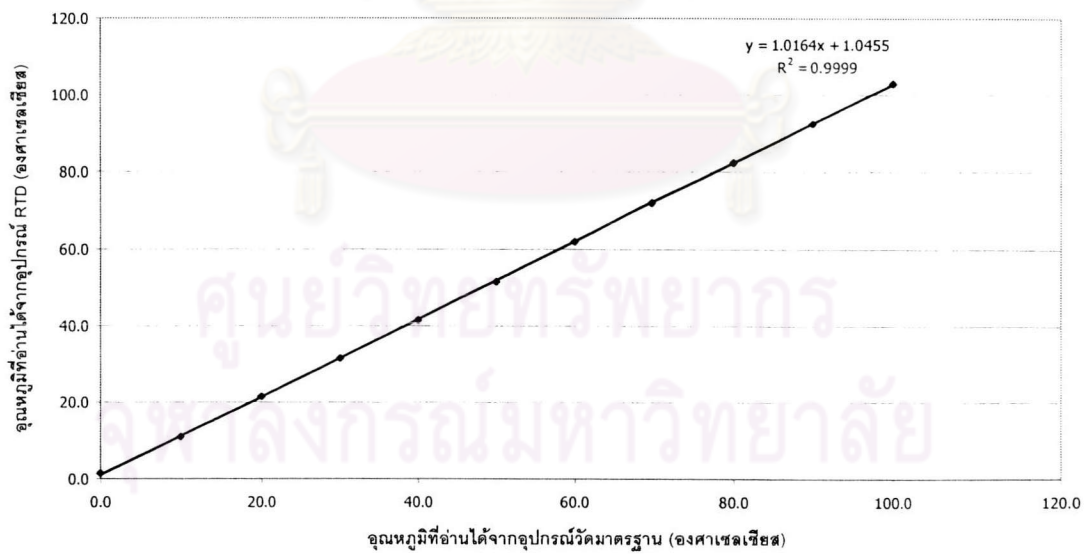
อุณหภูมิที่วัดได้ จากอุปกรณ์วัด อุณหภูมิ มาตรฐาน (°C)	อุณหภูมิที่วัดได้ จาก RTD ของ เครื่องวัดค่า pH ของภาชนะ ปฏิกรณ์ที่ 1 (°C)	อุณหภูมิที่วัดได้ จาก RTD ของ เครื่องกวนสารฯ ของภาชนะ ปฏิกรณ์ที่ 1 (°C)	อุณหภูมิที่วัดได้ จาก RTD ของ เครื่องวัดค่า pH ของภาชนะ ปฏิกรณ์ที่ 2 (°C)	อุณหภูมิที่วัดได้ จาก RTD ของ เครื่องกวนสารฯ ของภาชนะ ปฏิกรณ์ที่ 2 (°C)
0.0	1.5	1.5	-0.1	3.5
10.0	11.2	11.0	10.1	12.5
20.0	21.7	21.5	20.4	22.5
30.0	31.9	31.5	30.5	32.0
40.0	42.0	41.5	40.3	41.5
50.0	51.4	51.5	50.2	53.0
60.0	61.4	62.0	60.6	64.0
70.0	71.5	72.0	70.4	73.5
80.0	82.0	82.5	80.3	84.0
90.0	92.3	92.5	90.2	93.5
100.0	102.9	103.0	100.3	103.0

กราฟการสอบเทียบ RTD ของเครื่องวัดค่า pH ของภาชนะปฏิกรณ์ที่ 1



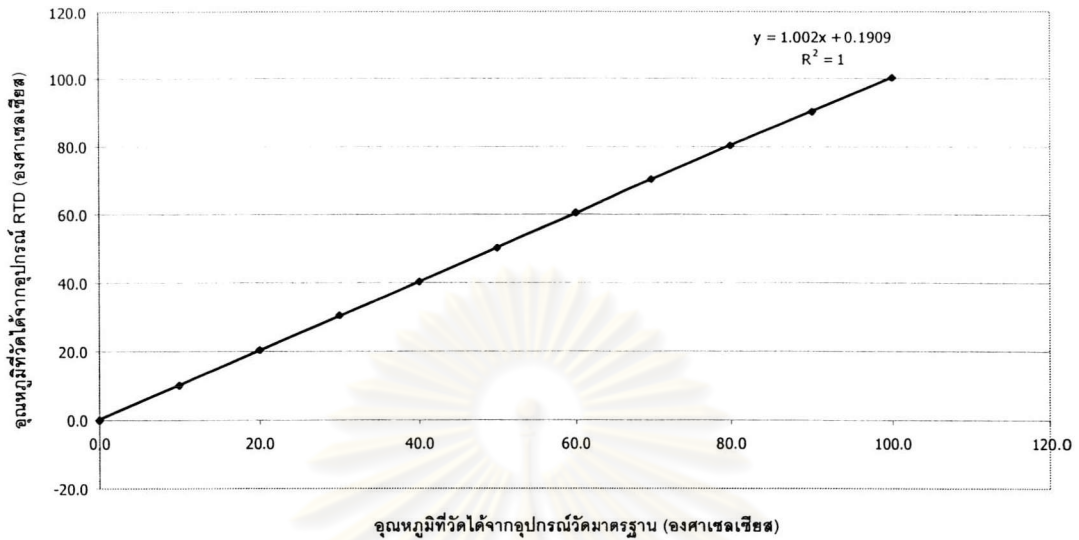
(ก)

กราฟการสอบเทียบ RTD ของเครื่องกวนสารระบบแม่เหล็กพร้อมแผ่นทำความร้อนของภาชนะปฏิกรณ์ที่ 1



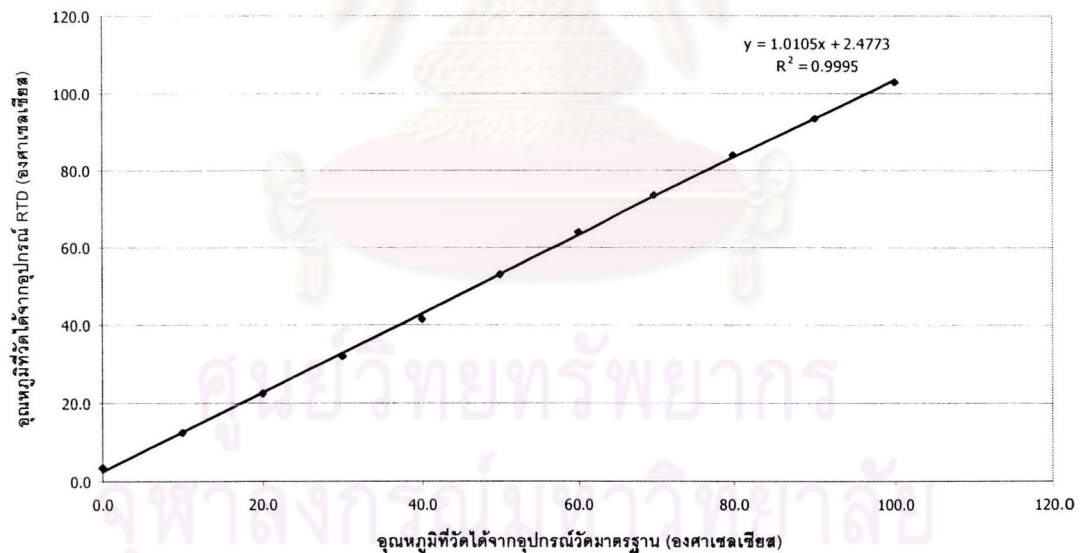
(ข)

กราฟการสอบเทียบ RTD ของเครื่องวัดค่า pH ของภาชนะปฏิกรณ์ที่ 2



(ค)

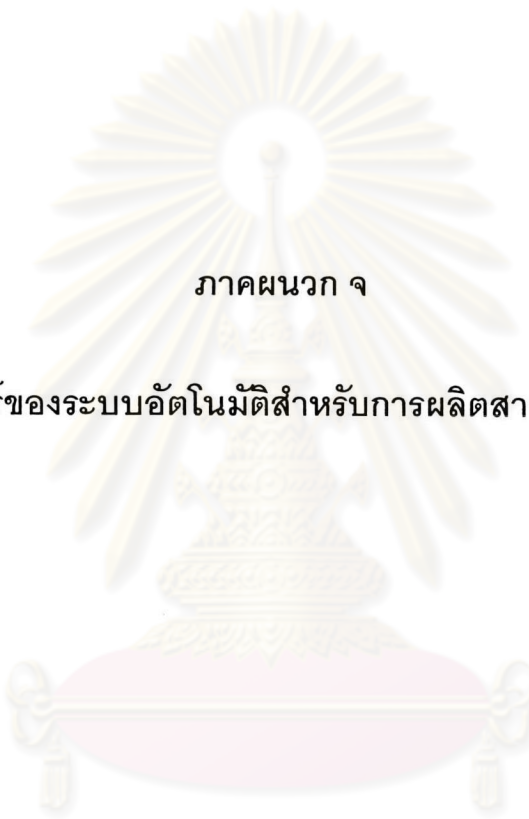
กราฟการสอบเทียบ RTD ของเครื่องกวนสารระบบแม่เหล็กพร้อมแผ่นทำความร้อนของภาชนะปฏิกรณ์ที่ 2



(ง)

รูปที่ ง.1 กราฟการสอบเทียบของอุปกรณ์ RTD ทั้ง 4 ชิ้น

- (ก) อุปกรณ์ RTD ของเครื่องวัดค่า pH ของภาชนะปฏิกรณ์ที่ 1
- (ข) อุปกรณ์ RTD ของเครื่องกวนสารฯ ของภาชนะปฏิกรณ์ที่ 1
- (ค) อุปกรณ์ RTD ของเครื่องวัดค่า pH ของภาชนะปฏิกรณ์ที่ 2
- (ง) อุปกรณ์ RTD ของเครื่องกวนสารฯ ของภาชนะปฏิกรณ์ที่ 2



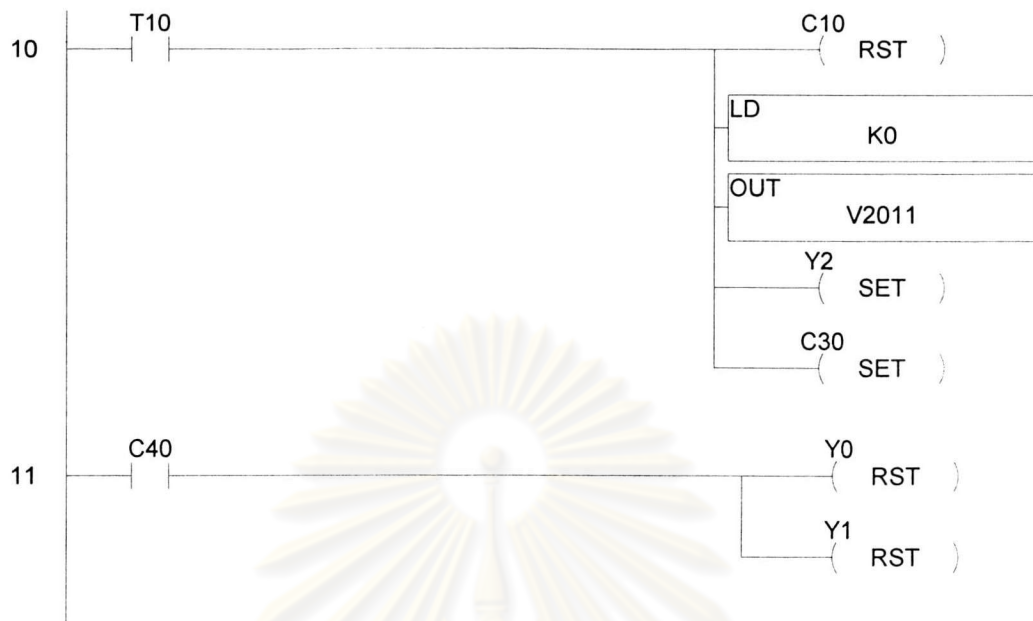
ภาคผนวก จ

แผนภาพแลตเตอร์ของระบบอัตโนมัติสำหรับการผลิตสารไฮดรอกซีอะพาไทต์

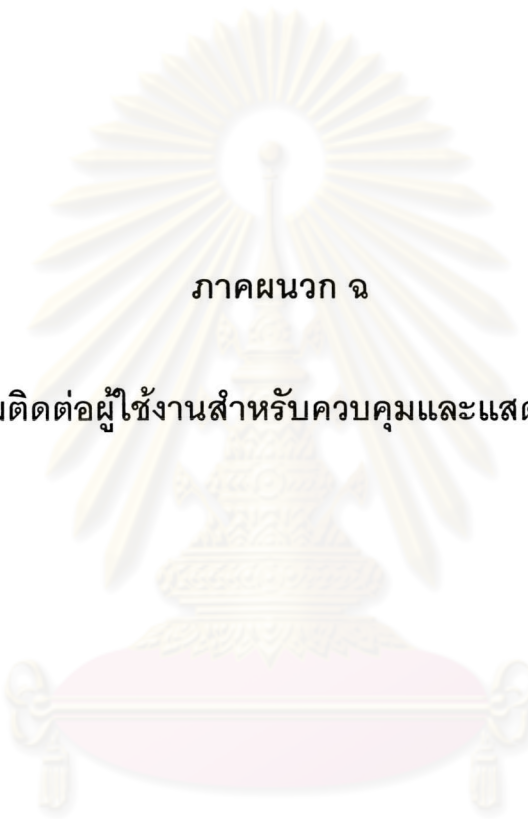
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย







ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



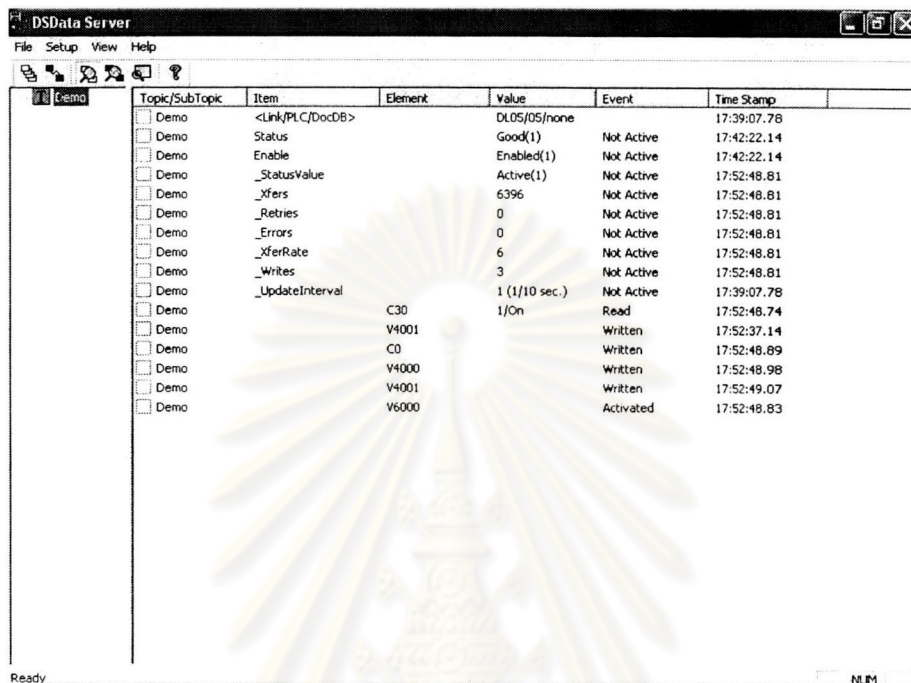
ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างโปรแกรมติดต่อผู้ใช้งานสำหรับควบคุมและแสดงผลการดำเนินงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

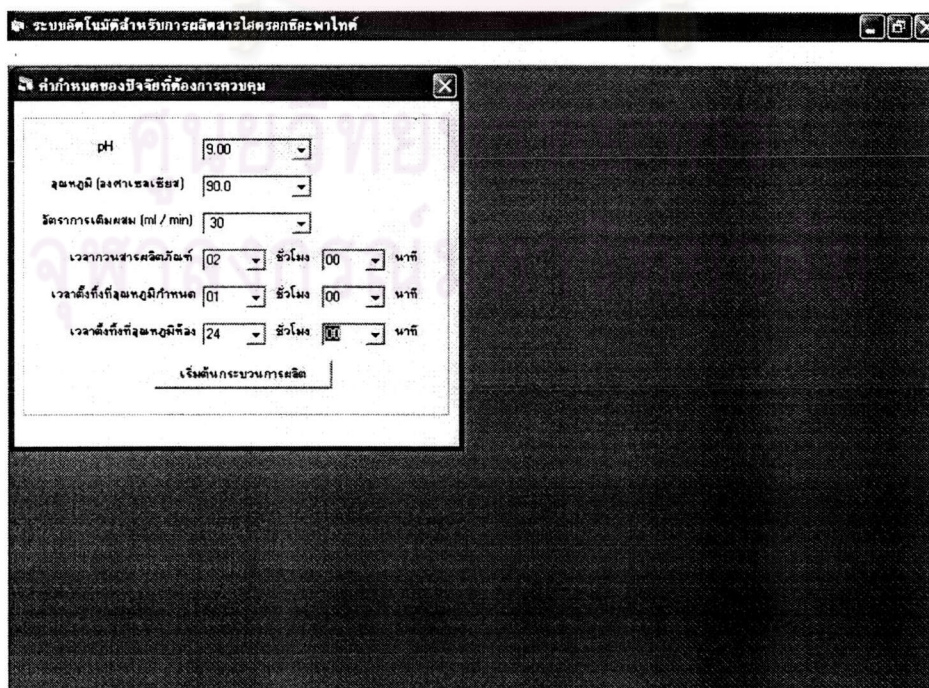
ผู้ใช้ระบบอัตโนมัติในการผลิตสารไฮดรอกซีอะพาไทต์สามารถดำเนินการเกี่ยวกับระบบซอฟต์แวร์ควบคุมและแสดงผลการดำเนินงานตามลำดับขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) เปิดโปรแกรม DSData Server



Topic/SubTopic	Item	Element	Value	Event	Time Stamp
Demo	<Link/PLC/DocDB>		DL05/05/none		17:39:07.78
Demo	Status		Good(1)	Not Active	17:42:22.14
Demo	Enable		Enabled(1)	Not Active	17:42:22.14
Demo	_StatusValue		Active(1)	Not Active	17:52:48.81
Demo	_Xfers		6396	Not Active	17:52:48.81
Demo	_Retries		0	Not Active	17:52:48.81
Demo	_Errors		0	Not Active	17:52:48.81
Demo	_XferRate		6	Not Active	17:52:48.81
Demo	_Writes		3	Not Active	17:52:48.81
Demo	_UpdateInterval		1 (1/10 sec.)	Not Active	17:39:07.78
Demo		C30	1/On	Read	17:52:48.74
Demo		V4001		Written	17:52:37.14
Demo		C0		Written	17:52:48.89
Demo		V4000		Written	17:52:48.98
Demo		V4001		Written	17:52:49.07
Demo		V6000		Activated	17:52:48.83

2) เปิดโปรแกรมระบบอัตโนมัติสำหรับการผลิตสารไฮดรอกซีอะพาไทต์ โดยในตอนเริ่มต้นจะให้ผู้ใช้ระบบกำหนดค่าปัจจัยต่างๆ ตามที่ต้องการแล้วคลิกที่ปุ่ม “เริ่มต้นกระบวนการผลิต” เพื่อเริ่มดำเนินการกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติ



ระบบอัตโนมัติสำหรับการผลิตสารไฮดรอกซีอะพาไทต์

ค่ากำหนดของปัจจัยที่ต้องการควบคุม

pH: 9.00

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส): 90.0

อัตราการเติมผสม (ml / min): 30

เวลากระบวนการผลิตมีนั้: 02 ชั่วโมง 00 นาที

เวลาตั้งทิ้งที่อุณหภูมิกำหนด: 01 ชั่วโมง 00 นาที

เวลาตั้งทิ้งที่อุณหภูมิตั้ง: 24 ชั่วโมง 00 นาที

เริ่มต้นกระบวนการผลิต

- 3) ระบบอัตโนมัติจะเริ่มต้นเข้าสู่ขั้นตอนที่ 1 กล่าวคือการปรับค่า pH และอุณหภูมิของสารตั้งต้น

ระบบอัตโนมัติสำหรับการสังเคราะห์สารโคโรนารีโพรโท : [โปรแกรมรับค่าข้อมูล pH และ อุณหภูมิ]

ค่ากำหนดเริ่มต้น
 เวลาเริ่มต้นระบบ : 17:51:29

ค่า pH : 9.00 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) : 90.0
 อัตราการเติมผสม (ml / นาที) : 30
 เวลาจนสารผสมดีดน้ำ (ชั่วโมง : นาที) : 2:00
 เวลาตั้งที่อุณหภูมิกำหนด (ชั่วโมง : นาที) : 1:00
 เวลาตั้งที่อุณหภูมิทิ้ง (ชั่วโมง : นาที) : 12:00

ข้อมูลปัจจุบัน
 วันที่ : 20/3/2547
 เวลาจริง : 17:59:17 เวลาในระบบ : 00:07:48
 ค่า pH : 9.02
 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) : 59.2
 กำลังดำเนินการเชื่อมอนท์ : จากทั้งหมด 5 ขั้นตอน
 ชื่อดำเนินการ : ปรับค่า pH และอุณหภูมิของสารตั้งต้น

ชื่อเครื่องตรวจสอบ :
 ดำเนินการแล้ว

00:07:54 ปิดโปรแกรม

ข้อมูลที่ผ่านมา

วันที่	เวลาจริง	เวลาในระบบ	ขั้นตอน	ค่า pH	อุณหภูมิ
20/3/2547	17:59:17	00:07:48	1	9.02	59.2
20/3/2547	17:59:05	00:07:36	1	8.96	57.7
20/3/2547	17:58:53	00:07:24	1	9	55.7
20/3/2547	17:58:41	00:07:12	1	9.02	54.7
20/3/2547	17:58:29	00:07:00	1	8.98	54.1
20/3/2547	17:58:17	00:06:48	1	9.01	53.4
20/3/2547	17:58:05	00:06:36	1	9.01	51.6
20/3/2547	17:57:53	00:06:24	1	9.03	51.4
20/3/2547	17:57:41	00:06:12	1	8.99	50.2
20/3/2547	17:57:29	00:06:00	1	9	49
20/3/2547	17:57:17	00:05:48	1	9	47.5
20/3/2547	17:57:05	00:05:36	1	9.01	45.9
20/3/2547	17:56:53	00:05:24	1	9.02	46
20/3/2547	17:56:41	00:05:12	1	9.02	43.7
20/3/2547	17:56:29	00:05:00	1	8.97	43
20/3/2547	17:56:17	00:04:48	1	9.01	42.4
20/3/2547	17:56:05	00:04:36	1	9.04	40.3
20/3/2547	17:55:53	00:04:24	1	9.05	39.9
20/3/2547	17:55:41	00:04:12	1	8.98	38.7
20/3/2547	17:55:29	00:04:00	1	9	37.1
20/3/2547	17:55:17	00:03:48	1	9.02	36.9
20/3/2547	17:55:05	00:03:36	1	9.03	36.4
20/3/2547	17:54:53	00:03:24	1	9.04	35.2
20/3/2547	17:54:41	00:03:12	1	8.98	34.8
20/3/2547	17:54:29	00:03:00	1	9	34.1
20/3/2547	17:54:17	00:02:48	1	9.01	34
20/3/2547	17:54:05	00:02:36	1	9.03	33.1
20/3/2547	17:53:53	00:02:24	1	9.03	33.6
20/3/2547	17:53:41	00:02:12	1	9.04	32.6
20/3/2547	17:53:29	00:02:00	1	9.04	32.3

- 4) เมื่อค่า pH และอุณหภูมิของสารตั้งต้นถูกต้องตามค่าที่กำหนด ระบบจะดำเนินการต่อไปในขั้นตอนที่ 2 กล่าวคือการเติมผสมสารตั้งต้น

ระบบอัตโนมัติสำหรับการสังเคราะห์สารโคโรนารีโพรโท : [โปรแกรมรับค่าข้อมูล pH และ อุณหภูมิ]

ค่ากำหนดเริ่มต้น
 เวลาเริ่มต้นระบบ : 17:51:29

ค่า pH : 8.00 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) : 90.0
 อัตราการเติมผสม (ml / นาที) : 30
 เวลาจนสารผสมดีดน้ำ (ชั่วโมง : นาที) : 2:00
 เวลาตั้งที่อุณหภูมิกำหนด (ชั่วโมง : นาที) : 1:00
 เวลาตั้งที่อุณหภูมิทิ้ง (ชั่วโมง : นาที) : 12:00

ข้อมูลปัจจุบัน
 วันที่ : 20/3/2547
 เวลาจริง : 18:11:17 เวลาในระบบ : 00:19:48
 ค่า pH : 8.97
 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) : 81.5
 กำลังดำเนินการเชื่อมอนท์ : จากทั้งหมด 5 ขั้นตอน
 ชื่อดำเนินการ : เติมผสมสารตั้งต้น

ชื่อเครื่องตรวจสอบ :
 ดำเนินการแล้ว

00:19:50 ปิดโปรแกรม

ข้อมูลที่ผ่านมา

วันที่	เวลาจริง	เวลาในระบบ	ขั้นตอน	ค่า pH	อุณหภูมิ
20/3/2547	18:11:17	00:19:48	2	8.97	81.5
20/3/2547	18:11:05	00:19:36	2	8.97	80.2
20/3/2547	18:10:53	00:19:24	2	9.01	81.3
20/3/2547	18:10:41	00:19:12	2	8.99	81.7
20/3/2547	18:10:29	00:19:00	2	9.03	82.1
20/3/2547	18:10:17	00:18:48	2	8.99	82
20/3/2547	18:10:05	00:18:36	2	8.98	83.8
20/3/2547	18:09:53	00:18:24	2	8.95	84.5
20/3/2547	18:09:41	00:18:12	2	9.01	85.6
20/3/2547	18:09:29	00:18:00	2	9.02	87.1
20/3/2547	18:09:17	00:17:48	2	8.96	88.6
20/3/2547	18:09:05	00:17:36	2	8.93	89.2
20/3/2547	18:08:53	00:17:24	2	8.95	90
20/3/2547	18:08:41	00:17:12	2	8.96	89.9
20/3/2547	18:08:29	00:17:00	2	8.97	89.4
20/3/2547	18:08:17	00:16:48	2	8.98	89.1
20/3/2547	18:08:05	00:16:36	2	9	90.4
20/3/2547	18:07:53	00:16:24	2	9.01	90.4
20/3/2547	18:07:41	00:16:12	2	8.99	91.1
20/3/2547	18:07:29	00:16:00	1	9	90.1
20/3/2547	18:07:17	00:15:48	1	9.02	89.2
20/3/2547	18:07:05	00:15:36	1	8.99	88.7
20/3/2547	18:06:53	00:15:24	1	9	88.4
20/3/2547	18:06:41	00:15:12	1	9.01	89.3
20/3/2547	18:06:29	00:15:00	1	9.02	88
20/3/2547	18:06:17	00:14:48	1	8.98	87.8
20/3/2547	18:06:05	00:14:36	1	9	87
20/3/2547	18:05:53	00:14:24	1	9.02	85.5
20/3/2547	18:05:41	00:14:12	1	9.04	85.8
20/3/2547	18:05:29	00:14:00	1	9.05	85.6

- 5) หลังจากเติมผสมสารตั้งต้นจนหมดแล้ว จะเข้าสู่ขั้นตอนที่ 3 กล่าวคือการกววนสารผลิตภัณฑ์ โดยระบบอัตโนมัติจะเริ่มจับเวลาในการกววนสารผลิตภัณฑ์

ระบบอัตโนมัติสำหรับการสังเคราะห์สารไดครอกลีคิเดนาโท - [โปรแกรมรับค่าข้อมูล pH และ อุณหภูมิ]

ค่ากำหนดเริ่มต้น
เวลาเริ่มต้นกระบวนการ 17:51:29

ค่า pH 9.00 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) 90.0

อัตราการเติมผสม (ml / min) 90

เวลาการกววนผลิตภัณฑ์ (ชั่วโมง : นาที) 2:00

เวลาตั้งทิ้งที่อุณหภูมิกำหนด (ชั่วโมง : นาที) 1:00

เวลาตั้งทิ้งที่อุณหภูมิตั้ง (ชั่วโมง : นาที) 12:00

ข้อมูลปัจจุบัน
วันที่ 20/3/2547
เวลาจริง 18:21:17 เวลาในระบบ 00:29:48
ค่า pH 8.97
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) 89.7
กำลังดำเนินการขั้นตอนที่ 3 จากทั้งหมด 5 ขั้นตอน
ชื่อผู้ดำเนินการ กระบวนการผลิต

ชื่อเครื่องตรวจสอบ
ดำเนินการแล้ว

00:29:59 ติไปบนกรม

ข้อมูลที่ผ่านมา

วันที่	เวลาจริง	เวลาในระบบ	เฟรมรวม	ค่า pH	อุณหภูมิ
20/3/2547	18:21:17	00:29:48	3	8.97	89.7
20/3/2547	18:21:05	00:29:36	3	8.96	89.1
20/3/2547	18:20:53	00:29:24	3	9	89.8
20/3/2547	18:20:41	00:29:12	3	8.96	88.9
20/3/2547	18:20:29	00:29:00	3	9	88.5
20/3/2547	18:20:17	00:28:48	3	9.02	90.8
20/3/2547	18:20:05	00:28:36	3	8.97	90
20/3/2547	18:19:53	00:28:24	3	9	88.7
20/3/2547	18:19:41	00:28:12	3	9.01	88.7
20/3/2547	18:19:29	00:28:00	3	9.03	91
20/3/2547	18:19:17	00:27:48	3	8.99	90.1
20/3/2547	18:19:05	00:27:36	3	9	89.9
20/3/2547	18:18:53	00:27:24	3	9.01	89.5
20/3/2547	18:18:41	00:27:12	3	9.05	89.6
20/3/2547	18:18:29	00:27:00	3	8.99	90.8
20/3/2547	18:18:17	00:26:48	3	8.95	90.7
20/3/2547	18:18:05	00:26:36	3	9	90.5
20/3/2547	18:17:53	00:26:24	3	8.99	90.3
20/3/2547	18:17:41	00:26:12	3	8.98	90.1
20/3/2547	18:17:29	00:26:00	3	8.97	90.6
20/3/2547	18:17:17	00:25:48	3	8.95	89.9
20/3/2547	18:17:05	00:25:36	3	8.9	89.1
20/3/2547	18:16:53	00:25:24	3	8.88	89.1
20/3/2547	18:16:41	00:25:12	2	9.01	89.9
20/3/2547	18:16:29	00:25:00	2	8.94	89.8
20/3/2547	18:16:17	00:24:48	2	8.97	88.7
20/3/2547	18:16:05	00:24:36	2	9	87.8
20/3/2547	18:15:53	00:24:24	2	9.01	89
20/3/2547	18:15:41	00:24:12	2	9	87.8
20/3/2547	18:15:29	00:24:00	2	8.99	86.5

- 6) เมื่อกววนสารผลิตภัณฑ์จนครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว ระบบจะดำเนินการต่อไปในขั้นตอนที่ 4 โดยเริ่มจับเวลาตั้งทิ้งสารผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิที่กำหนดและแจ้งข้อความเตือนผู้ใช้งานระบบเป็นตัวอักษรสีแดงให้ปิดการกววนสารผลิตภัณฑ์

ระบบอัตโนมัติสำหรับการสังเคราะห์สารไดครอกลีคิเดนาโท - [โปรแกรมรับค่าข้อมูล pH และ อุณหภูมิ]

ค่ากำหนดเริ่มต้น
เวลาเริ่มต้นกระบวนการ 17:51:29

ค่า pH 9.00 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) 90.0

อัตราการเติมผสม (ml / min) 90

เวลาการกววนผลิตภัณฑ์ (ชั่วโมง : นาที) 2:00

เวลาตั้งทิ้งที่อุณหภูมิกำหนด (ชั่วโมง : นาที) 1:00

เวลาตั้งทิ้งที่อุณหภูมิตั้ง (ชั่วโมง : นาที) 12:00

ข้อมูลปัจจุบัน
วันที่ 20/3/2547
เวลาจริง 20:17:14 เวลาในระบบ 02:25:45
ค่า pH 9.02
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) 89.1
กำลังดำเนินการขั้นตอนที่ 4 จากทั้งหมด 5 ขั้นตอน
ชื่อผู้ดำเนินการ ตั้งทิ้งสารผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิกำหนด

ชื่อเครื่องตรวจสอบ
กำลังดำเนินการ

02:25:53 ติไปบนกรม

ข้อมูลที่ผ่านมา

วันที่	เวลาจริง	เวลาในระบบ	เฟรมรวม	ค่า pH	อุณหภูมิ
20/3/2547	20:17:14	02:25:45	4	9.02	89.1
20/3/2547	20:17:02	02:25:33	4	9.03	89.9
20/3/2547	20:16:50	02:25:21	3	9.03	89.7
20/3/2547	20:16:38	02:25:09	3	8.99	90.3
20/3/2547	20:16:26	02:24:57	3	9.02	89.6
20/3/2547	20:16:14	02:24:45	3	9.02	89.8
20/3/2547	20:16:02	02:24:33	3	9.02	89.1
20/3/2547	20:15:50	02:24:21	3	9.03	90.5
20/3/2547	20:15:38	02:24:09	3	9.04	89.3
20/3/2547	20:15:26	02:23:57	3	8.98	90.1
20/3/2547	20:15:14	02:23:45	3	9	90.2
20/3/2547	20:15:02	02:23:33	3	8.98	89.9
20/3/2547	20:14:50	02:23:21	3	9	89.8
20/3/2547	20:14:38	02:23:09	3	8.98	90.5
20/3/2547	20:14:26	02:22:57	3	9	90.4
20/3/2547	20:14:14	02:22:45	3	9	89.3
20/3/2547	20:14:02	02:22:33	3	8.98	89.4
20/3/2547	20:13:50	02:22:21	3	9	89.9
20/3/2547	20:13:38	02:22:09	3	8.98	89.8
20/3/2547	20:13:26	02:21:57	3	9	90.3
20/3/2547	20:13:14	02:21:45	3	9.01	90.1
20/3/2547	20:13:02	02:21:33	3	8.98	90.2
20/3/2547	20:12:50	02:21:21	3	9.01	89.1
20/3/2547	20:12:38	02:21:09	3	8.98	89.4
20/3/2547	20:12:26	02:20:57	3	9	90.1
20/3/2547	20:12:14	02:20:45	3	9.01	91.1
20/3/2547	20:12:02	02:20:33	3	9.02	89.6
20/3/2547	20:11:50	02:20:21	3	8.98	90
20/3/2547	20:11:38	02:20:09	3	9.01	89.5
20/3/2547	20:11:26	02:19:57	3	9.01	88.9

- 7) หลังจากที่ใช้ผู้จาระบบปิดการกวนสารผลิตภัณฑ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และคลิกตอบรับระบบที่ปุ่ม "ดำเนินการแล้ว" ข้อความเตือนสีแดงจะหายไป

ระบบอัตโนมัติสำหรับการสังเคราะห์สารโคโรนาคืออะไร? [โปรแกรมรับค่าข้อมูล pH และ อุณหภูมิ]

ค่ากำหนดเริ่มต้น
เวลาเริ่มต้นกระบวนการ: 17:51:29

ค่า pH: 9.00 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส): 90.0
อัตราการเติมผสม (ml / นาที): 30
เวลาการวนผสม (ชั่วโมง : นาที): 2:00
เวลาที่ถึงอุณหภูมิกำหนด (ชั่วโมง : นาที): 1:00
เวลาที่ถึงอุณหภูมิห้อง (ชั่วโมง : นาที): 12:00

ข้อมูลปัจจุบัน
วันที่: 20/3/2547
เวลาที่: 20:31:13 เวลาในระบบ: 02:39:44
ค่า pH: 9.02
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส): 89.5
กำลังดำเนินการเริ่มต้นที่: 4 จากทั้งหมด 5 ขั้นตอน
สิ่งที่ดำเนินการ: ตั้งสารผลิตภัณฑ์อุณหภูมิกำหนด

วันที่ออกตรวจสอบ: _____ ส่วนในการแก้ไข

02:39:44 ปิดโปรแกรม

ข้อมูลที่ผ่านมา

วันที่	เวลาที่	เวลาในระบบ	ขั้นตอน	ค่า pH	อุณหภูมิ
20/3/2547	20:31:13	02:39:44	4	9.02	89.5
20/3/2547	20:31:01	02:39:32	4	9.03	89.4
20/3/2547	20:30:49	02:39:20	4	9.04	90.3
20/3/2547	20:30:37	02:39:08	4	8.99	89.9
20/3/2547	20:30:25	02:38:56	4	9	90.2
20/3/2547	20:30:13	02:38:44	4	9.02	89.9
20/3/2547	20:30:01	02:38:32	4	9.02	89
20/3/2547	20:29:49	02:38:20	4	8.96	90.7
20/3/2547	20:29:37	02:38:08	4	9	89.6
20/3/2547	20:29:25	02:37:56	4	9	90.6
20/3/2547	20:29:13	02:37:44	4	9.02	90
20/3/2547	20:29:01	02:37:32	4	8.99	89.9
20/3/2547	20:28:49	02:37:20	4	9	88.9
20/3/2547	20:28:37	02:37:08	4	9	89.3
20/3/2547	20:28:25	02:36:56	4	8.99	89.3
20/3/2547	20:28:13	02:36:44	4	9	91
20/3/2547	20:28:01	02:36:32	4	8.99	90.2
20/3/2547	20:27:49	02:36:20	4	9.01	90.1
20/3/2547	20:27:37	02:36:08	4	9.03	90.7
20/3/2547	20:27:25	02:35:56	4	9.04	89
20/3/2547	20:27:13	02:35:44	4	8.96	89.2
20/3/2547	20:27:01	02:35:32	4	9	89.4
20/3/2547	20:26:49	02:35:20	4	9	89.4
20/3/2547	20:26:37	02:35:08	4	8.99	90.6
20/3/2547	20:26:25	02:34:56	4	9	89.8
20/3/2547	20:26:14	02:34:45	4	8.96	89.9
20/3/2547	20:26:02	02:34:33	4	9.01	89.9
20/3/2547	20:25:50	02:34:21	4	9.02	89.3
20/3/2547	20:25:38	02:34:09	4	9.02	88.9
20/3/2547	20:25:26	02:33:57	4	9.02	89.6

- 8) เมื่อครบกำหนดเวลาดังตั้งตั้งสารผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิกำหนดแล้ว ระบบจะดำเนินการต่อไปในขั้นตอนที่ 5 โดยเริ่มจับเวลาดังตั้งตั้งสารผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง และแจ้งข้อความเตือนผู้จาระบบเป็นตัวอักษรสีแดงให้ปิดเครื่องทำความร้อน

ระบบอัตโนมัติสำหรับการสังเคราะห์สารโคโรนาคืออะไร? [โปรแกรมรับค่าข้อมูล pH และ อุณหภูมิ]

ค่ากำหนดเริ่มต้น
เวลาเริ่มต้นกระบวนการ: 17:51:29

ค่า pH: 9.00 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส): 90.0
อัตราการเติมผสม (ml / นาที): 30
เวลาการวนผสม (ชั่วโมง : นาที): 2:00
เวลาที่ถึงอุณหภูมิกำหนด (ชั่วโมง : นาที): 1:00
เวลาที่ถึงอุณหภูมิห้อง (ชั่วโมง : นาที): 12:00

ข้อมูลปัจจุบัน
วันที่: 20/3/2547
เวลาที่: 21:17:12 เวลาในระบบ: 03:25:43
ค่า pH: 8.82
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส): 89.3
กำลังดำเนินการเริ่มต้นที่: 5 จากทั้งหมด 5 ขั้นตอน
สิ่งที่ดำเนินการ: ตั้งสารผลิตภัณฑ์อุณหภูมิห้อง

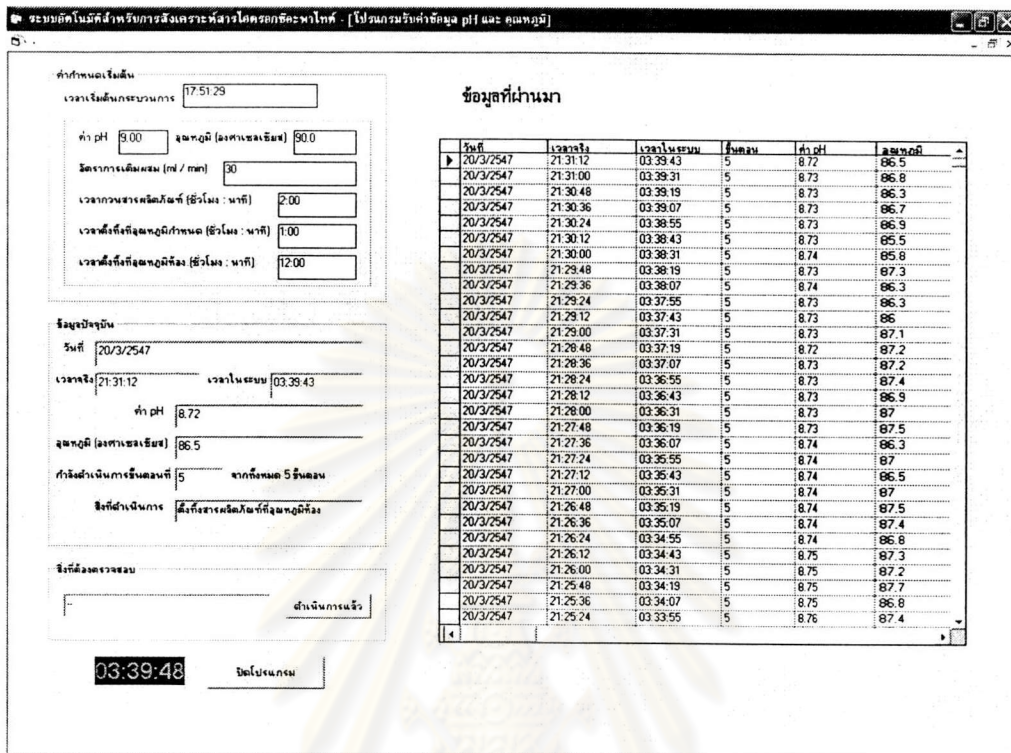
วันที่ออกตรวจสอบ: _____ ส่วนในการแก้ไข

03:25:46 ปิดโปรแกรม

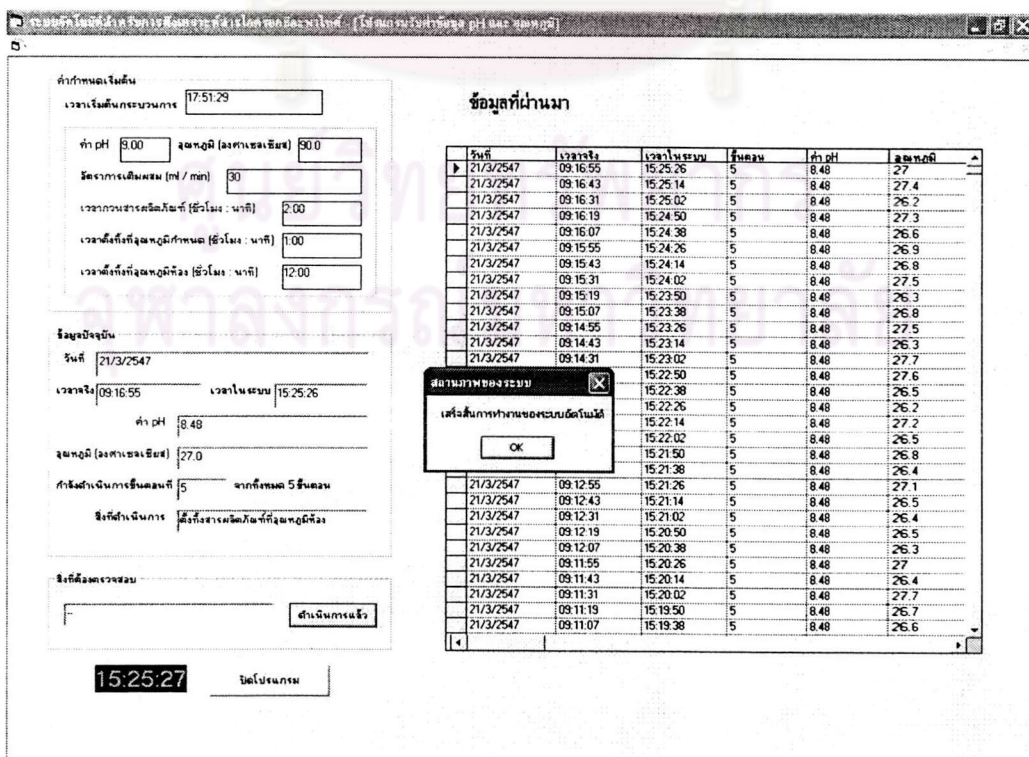
ข้อมูลที่ผ่านมา

วันที่	เวลาที่	เวลาในระบบ	ขั้นตอน	ค่า pH	อุณหภูมิ
20/3/2547	21:17:12	03:25:43	5	8.82	89.3
20/3/2547	21:17:00	03:25:31	4	8.83	89.9
20/3/2547	21:16:48	03:25:19	4	8.82	90.1
20/3/2547	21:16:36	03:25:07	4	8.82	89
20/3/2547	21:16:24	03:24:55	4	8.82	89.9
20/3/2547	21:16:12	03:24:43	4	8.83	90.1
20/3/2547	21:16:00	03:24:31	4	8.83	91
20/3/2547	21:15:48	03:24:19	4	8.84	89.2
20/3/2547	21:15:36	03:24:07	4	8.84	90.7
20/3/2547	21:15:24	03:23:55	4	8.85	91.1
20/3/2547	21:15:12	03:23:43	4	8.85	89.2
20/3/2547	21:15:00	03:23:31	4	8.86	90.5
20/3/2547	21:14:48	03:23:19	4	8.85	89.5
20/3/2547	21:14:36	03:23:07	4	8.85	89.6
20/3/2547	21:14:24	03:22:55	4	8.86	89.2
20/3/2547	21:14:12	03:22:43	4	8.86	90.8
20/3/2547	21:14:00	03:22:31	4	8.86	90.6
20/3/2547	21:13:48	03:22:19	4	8.86	89.1
20/3/2547	21:13:36	03:22:07	4	8.87	89.8
20/3/2547	21:13:24	03:21:55	4	8.87	89.1
20/3/2547	21:13:12	03:21:43	4	8.87	90.7
20/3/2547	21:13:00	03:21:31	4	8.87	89.2
20/3/2547	21:12:48	03:21:19	4	8.88	90.2
20/3/2547	21:12:36	03:21:07	4	8.87	89.2
20/3/2547	21:12:24	03:20:55	4	8.87	90.3
20/3/2547	21:12:12	03:20:43	4	8.87	89.9
20/3/2547	21:12:00	03:20:31	4	8.87	90.8
20/3/2547	21:11:48	03:20:19	4	8.88	89.1
20/3/2547	21:11:36	03:20:07	4	8.88	90.7
20/3/2547	21:11:24	03:19:55	4	8.88	89.3

9) หลังจากที่ผู้ใช้ระบบปิดเครื่องทำความร้อนเรียบร้อยแล้ว และคลิกตอบรับระบบที่ปุ่ม “ดำเนินการแล้ว” ข้อความเตือนสีแดงจะหายไป



10) เมื่อครบกำหนดเวลาดังตั้งทั้งสารผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องแล้ว ระบบจะแสดงกล่องข้อความแจ้งให้ผู้ใช้ระบบทราบว่าเสร็จสิ้นการทำงานของระบบอัตโนมัติแล้ว



- 11) หลังจากที่ผู้ใช้ระบบรับทราบว่าจะระบบดำเนินการเสร็จสิ้นโดยการคลิกที่ปุ่ม "OK" แล้ว ผู้ใช้ระบบสามารถคลิกที่ปุ่ม "ปิดโปรแกรม" แล้วเลือก "OK" เพื่อออกจากระบบ

The screenshot shows a software interface for data collection. On the left is a form with fields for 'ค่า pH' (pH value), 'อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)' (Temperature in Celsius), and 'อัตราการเดินเข็ม (ml / min)' (Injection rate). Below the form is a 'ข้อมูลปัจจุบัน' (Current Data) section with fields for 'วันที่' (Date), 'เวลาจริง' (Actual Time), 'เวลาในระบบ' (System Time), and 'ค่า pH' (pH value). At the bottom left, there is a digital clock showing '15:28:30' and a 'ปิดโปรแกรม' (Close Program) button.

On the right is a table titled 'ข้อมูลที่ผ่านมา' (Previous Data). The table has columns for 'วันที่' (Date), 'เวลาจริง' (Actual Time), 'เวลาในระบบ' (System Time), 'ขั้นตอน' (Step), 'ค่า pH' (pH value), and 'อุณหภูมิ' (Temperature). A dialog box titled 'ปิดโปรแกรม' (Close Program) is overlaid on the table, asking 'ต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่?' (Do you want to exit the program?). The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons.

วันที่	เวลาจริง	เวลาในระบบ	ขั้นตอน	ค่า pH	อุณหภูมิ
21/3/2547	09:19:55	15:28:26	-	8.48	27.2
21/3/2547	09:19:43	15:28:14	-	8.48	27.2
21/3/2547	09:19:31	15:28:02	-	8.48	26.2
21/3/2547	09:19:19	15:27:50	-	8.48	26
21/3/2547	09:19:07	15:27:38	-	8.48	26.8
21/3/2547	09:18:55	15:27:26	-	8.48	26.5
21/3/2547	09:18:43	15:27:14	-	8.48	26.8
21/3/2547	09:18:31	15:27:02	-	8.48	26.4
21/3/2547	09:18:19	15:26:50	-	8.48	26.6
21/3/2547	09:18:07	15:26:38	-	8.48	27.4
21/3/2547	09:17:55	15:26:26	-	8.48	27.3
21/3/2547	09:17:43	15:26:14	-	8.48	27.1
21/3/2547	09:17:31	15:26:02	-	8.48	27.2
21/3/2547	09:17:19	15:25:50	-	8.48	27.3
21/3/2547	09:17:07	15:25:38	-	8.48	26
21/3/2547	09:16:55	15:25:26	5	8.48	27
21/3/2547	09:16:43	15:25:14	5	8.48	27.4
21/3/2547	09:16:31	15:25:02	5	8.48	26.2
21/3/2547	09:16:19	15:24:50	5	8.48	27.3
21/3/2547	09:16:07	15:24:38	5	8.48	26.6
21/3/2547	09:15:55	15:24:26	5	8.48	26.9
21/3/2547	09:15:43	15:24:14	5	8.48	26.8
21/3/2547	09:15:31	15:24:02	5	8.48	26.8
21/3/2547	09:15:19	15:23:50	5	8.48	27.5
21/3/2547	09:15:07	15:23:38	5	8.48	26.3
21/3/2547	09:14:55	15:23:26	5	8.48	26.8
21/3/2547	09:14:43	15:23:14	5	8.48	27.5
21/3/2547	09:14:31	15:23:02	5	8.48	26.3
21/3/2547	09:14:19	15:22:50	5	8.48	27.7
21/3/2547	09:14:07	15:22:38	5	8.48	27.6
21/3/2547	09:13:55	15:22:26	5	8.48	26.5

- 12) ผู้ใช้ระบบสามารถเรียกดูข้อมูลทั้งหมดได้จากไฟล์ฐานข้อมูลซึ่งเปิดโดยใช้โปรแกรม Microsoft Access XP

The screenshot shows the Microsoft Access XP interface. The main window displays a table with the following columns: 'วันที่' (Date), 'เวลาจริง' (Actual Time), 'เวลาในระบบ' (System Time), 'ขั้นตอน' (Step), 'ค่า pH' (pH value), and 'อุณหภูมิ' (Temperature). The table contains multiple rows of data, with the first row highlighted. The status bar at the bottom indicates 'Record: 14 | of 4643' and 'Datasheet View'.

วันที่	เวลาจริง	เวลาในระบบ	ขั้นตอน	ค่า pH	อุณหภูมิ
20/3/2547	17:51:41	00:00:12	1	5.63	32.7
20/3/2547	17:51:53	00:00:24	1	8.75	31.3
20/3/2547	17:52:05	00:00:36	1	8.96	31.9
20/3/2547	17:52:17	00:00:48	1	9.06	31.3
20/3/2547	17:52:29	00:01:00	1	9.06	31.3
20/3/2547	17:52:41	00:01:12	1	9.06	31.8
20/3/2547	17:52:53	00:01:24	1	9.05	32.4
20/3/2547	17:53:05	00:01:36	1	9.05	31.7
20/3/2547	17:53:17	00:01:48	1	9.04	32.1
20/3/2547	17:53:29	00:02:00	1	9.04	32.3
20/3/2547	17:53:41	00:02:12	1	9.04	32.6
20/3/2547	17:53:53	00:02:24	1	9.03	33.6
20/3/2547	17:54:05	00:02:36	1	9.03	33.1
20/3/2547	17:54:17	00:02:48	1	9.01	34.0
20/3/2547	17:54:29	00:03:00	1	9.00	34.1
20/3/2547	17:54:41	00:03:12	1	8.98	34.8
20/3/2547	17:54:53	00:03:24	1	9.04	35.2
20/3/2547	17:55:05	00:03:36	1	9.03	36.4
20/3/2547	17:55:17	00:03:48	1	9.02	36.9
20/3/2547	17:55:29	00:04:00	1	9.00	37.1
20/3/2547	17:55:41	00:04:12	1	8.98	38.7
20/3/2547	17:55:53	00:04:24	1	9.05	39.9
20/3/2547	17:56:05	00:04:36	1	9.04	40.3
20/3/2547	17:56:17	00:04:48	1	9.01	42.4
20/3/2547	17:56:29	00:05:00	1	8.97	43.0
20/3/2547	17:56:41	00:05:12	1	9.02	43.7
20/3/2547	17:56:53	00:05:24	1	9.02	46.0
20/3/2547	17:57:05	00:05:36	1	9.01	45.9
20/3/2547	17:57:17	00:05:48	1	9.00	47.5
20/3/2547	17:57:29	00:06:00	1	9.00	49.0
20/3/2547	17:57:41	00:06:12	1	8.99	50.2
20/3/2547	17:57:53	00:06:24	1	9.03	51.4
20/3/2547	17:58:05	00:06:36	1	9.01	51.6
20/3/2547	17:58:17	00:06:48	1	9.01	53.4
20/3/2547	17:58:29	00:07:00	1	8.98	54.1



ภาคผนวก ซ

มาตรฐาน XRD ของสารไฮดรอกซีอะพาไทต์

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

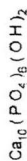
Pattern : 74-566		Radiation = 1.540600		Quality : Calculated							
		2 θ	I	h	k	l	2 θ	I	h	k	l
<p>$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$</p> <p>Hydroxyapatite / Calcium Hydroxide Phosphate</p> <p>Lattice : Hexagonal</p> <p>S.G. : P63/m (176)</p> <p>a = 9.42400</p> <p>c = 6.87900</p> <p>Mol. weight = 1004.64</p> <p>Volume [CD] = 529.09</p> <p>Dx = 3.153</p> <p>Z = 1</p> <p>I/cor = 1.06</p> <p>ICSD COLLECTION CODE : 026205</p> <p>TEMPERATURE FACTOR : ATF</p> <p>SAMPLE SOURCE OR LOCALITY : Specimen from Holly Springs, GA, USA.</p> <p>ADDITIONAL PATTERN : See PDF 9-432.</p> <p>DATA COLLECTION FLAG: Ambient.</p>											
10.832	17			1	0	0	69.673	2	5	1	2
16.842	5			1	0	0	70.075	<1	4	3	0
16.817	2			1	0	0	70.517	<1	6	0	1
21.762	7			2	0	0	70.799	<1	5	0	3
22.858	6			1	1	1	71.362	<1	1	1	5
25.357	2			2	0	1	71.596	4	4	3	1
25.883	36			0	0	2	72.232	3	5	2	0
28.131	9			1	0	0	72.436	2	2	0	5
28.921	16			2	1	0	72.947	<1	3	3	3
31.766	100			2	1	1	73.735	2	5	2	1
32.195	51			1	1	1	74.012	4	2	4	3
32.897	61			3	0	0	74.916	1	2	3	4
34.063	21			0	0	2	75.031	1	6	0	2
35.455	4			4	3	0	75.622	5	2	1	5
36.168	4			2	2	1	76.085	2	3	4	2
39.197	5			2	1	2	76.473	2	6	1	0
39.791	21			1	3	0	77.021	5	1	4	4
40.436	2			2	2	0	77.174	4	5	1	3
40.845	1			1	0	3	77.720	<1	3	0	5
41.986	6			1	1	3	77.947	6	1	6	1
42.325	1			3	0	1	78.179	6	2	5	2
43.876	5			1	1	3	80.836	<1	2	2	5
44.362	1			4	0	0	81.180	1	5	0	4
45.330	4			2	0	0	81.673	2	4	4	0
46.381	1			4	0	0	81.870	1	1	3	5
46.694	28			2	2	2	82.323	1	1	6	2
48.081	12			1	3	2	*82.323	1	6	0	3
48.586	4			2	3	0	82.703	1	7	0	0
48.490	31			2	1	3	83.123	1	4	4	1
50.475	16			3	2	1	83.240	1	3	3	4
51.255	12			1	4	0	83.391	4	4	3	3
52.075	12			4	0	2	84.268	3	2	4	4
*52.075	12			3	0	3	84.423	2	0	0	6
53.220	14			0	0	4	84.953	<1	4	0	5
54.484	1			1	0	4	85.443	2	5	2	3
55.863	6			3	2	2	*85.443	2	1	0	6
56.318	<1			5	0	0	85.782	1	2	6	0
57.134	4			3	1	3	87.338	2	5	1	4
58.027	2			5	0	1	87.494	4	4	4	2
58.164	1			4	0	4	*87.494	4	1	1	6
58.295	1			2	1	2	88.021	2	2	3	5
58.737	4			3	3	0	88.471	2	2	3	5
59.925	4			2	4	0	89.530	6	3	5	2
60.404	3			3	3	1		<1	1	6	3
61.571	3			3	2	4					
61.704	5			1	2	4					
62.982	8			5	0	2					
63.404	2			5	1	0					
63.998	7			3	0	4					
64.165	9			3	3	0					
65.000	7			5	1	1					
66.412	2			1	4	3					
67.359	<1			2	2	4					
68.461	<1			3	1	4					
68.985	<1			6	0	0					
69.193	<1			1	0	5					

Calculated from ICSD using POWD-12+, (1997) primary reference:
 **Acta Crystallogr., Sec. B, volume 25, page 1534, (1969) :

Pattern : 74-566

Radiation = 1.540600

Quality : Calculated



Hydroxylapatite / Calcium Hydroxide Phosphate

Mol. weight = 1004.64

Volume [CD] = 529.09

Dx = 3.153

I/|cor = 1.06

Z = 1

Lattice : Hexagonal

S.G. : P63/m (176)

a = 9.42400

c = 6.87900

ICSD COLLECTION CODE : 026205

TEMPERATURE FACTOR : ATF

SAMPLE SOURCE OR LOCALITY : Specimen from Holly Springs, GA, USA.

ADDITIONAL PATTERN : See PDF 9-432.

DATA COLLECTION FLAG : Ambient.

d (Å)	h	k	l	d (Å)	h	k	l
8.16142	1	0	0	1.34848	5	1	2
5.25985	1	0	1	1.34173	4	3	0
4.71200	2	1	0	1.33440	6	0	1
4.08071	7	2	0	1.32977	5	0	3
3.88745	6	1	1	1.32066	1	1	5
3.50965	2	0	1	1.31691	4	3	1
3.43950	36	0	2	1.30687	3	5	0
3.16953	9	1	0	1.30370	2	0	5
3.08473	16	2	1	1.29582	3	3	3
2.81468	100	2	1	1.28391	2	5	2
2.77811	51	1	2	1.27979	4	2	4
2.72047	61	3	0	1.26657	1	2	3
2.62992	21	0	2	1.26491	1	6	0
2.52983	4	3	1	1.25649	5	2	4
2.35600	<1	2	0	1.24998	2	4	2
2.29645	5	2	1	1.24461	2	6	1
2.26357	21	1	3	1.23712	5	1	4
2.22890	2	2	2	1.23504	4	5	1
2.20753	<1	1	0	1.22773	<1	3	0
2.15016	6	1	3	1.22472	1	1	6
2.13372	1	3	0	1.22166	6	2	5
2.06183	5	1	1	1.18807	2	5	2
2.04036	1	4	0	1.18391	1	5	0
1.99802	4	0	3	1.17800	2	4	4
1.95812	1	4	0	1.17567	1	1	3
1.94372	28	2	2	1.17034	1	6	2
1.89084	12	1	3	*1.17034	1	1	0
1.87236	4	2	3	1.16592	1	7	0
1.84027	31	2	1	1.16110	1	4	4
1.80663	16	3	2	1.15976	1	3	4
1.78097	12	4	0	1.15905	4	3	3
1.75482	12	4	0	1.14822	3	2	4
*1.75482	12	3	0	1.14650	2	0	6
1.71975	14	0	4	1.14070	<1	4	0
1.68280	1	1	0	1.13541	2	5	2
1.64449	6	3	2	*1.13541	2	1	0
1.63228	<1	5	0	1.13179	1	2	6
1.61089	4	3	1	1.11558	2	5	1
1.58819	2	5	0	1.11400	4	4	2
1.58477	2	0	4	*1.11400	4	1	6
1.56153	1	4	1	1.10888	2	2	3
1.57087	4	3	3	1.10420	6	3	5
1.54236	4	2	4	1.09386	<1	1	3
1.53126	3	3	3				
1.50500	3	2	4				
1.50209	5	1	2				
1.47465	8	5	0				
1.46583	2	5	1				
1.45365	7	3	0				
1.45028	9	3	3				
1.43365	7	5	1				
1.40655	2	1	4				
1.38906	<1	2	2				
1.36936	<1	3	1				
1.36024	<1	6	0				
1.35666	<1	1	0				

Calculated from ICSD using POWD-12+, (1997) primary reference :

*Acta Crystallogr., Sec. B, volume 25, page 1534, (1969) :

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นาย สุรปรีดิ์ เมาลีกุล เกิดเมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วุฒิการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล เมื่อปี พ.ศ. 2544 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2544



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย