สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... a
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... b
กิตติกรรมประกาศ c
สารบัญ ..... d
สารบัญตาราง ..... e
สารบัญรูป ..... g

บทนำ 1
โครงการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
วิธีการวิจัย 11
ผลการวิจัย 17
ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำผลไม้รสเปรี้ยว 17
ค่าความแข็งผิว 17
ความหยาบผิว 24
การละลายของธาตุจากชิ้นตัวอย่าง 36
การวิเคราะห์ธาตุในชิ้นตัวอย่าง 62
การตรวจสภาพผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด 87
บทวิจารณ์ 93
บทสรุป 99
เอกสารอ้างอิง 100

ประวัติผู้วิจัย 105

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1. องค์ประกอบทางเคมีของพอร์ซเลนแต่ละชนิด 13
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ 18
3. ค่าเฉลี่ยความแข็งผิวและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 20
4. ความแข็งผิวของพอร์ซเลนแต่ละชนิดในสารทดสอบต่างชนิดกัน 22
5. ลำดับค่าความแข็งผิวของพอร์ซเลนทั้ง 4 ชนิดในแต่ละสารทดสอบ 23
6. ร้อยละความแข็งผิวลดลงเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างความแข็งผิวก่อนเริ่มทดสอบและหลังจากทดสอบ 168 ชั่วโมง 23
7. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ 25
8. ค่าเฉลี่ย Ra และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 26
9. ค่าเฉลี่ย Rmax และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 28
10. ค่าเฉลี่ย Rz และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 31
11. ค่าเฉลี่ย Sm และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 33
12. ลำดับค่าความหยาบผิวของพอร์ซเลนทั้ง 4 ชนิดในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มร้อยละ 4 35
13. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ 37
14. ปริมาณธาตุเริ่มต้นเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสารทดสอบแต่ละชนิด 37
15. ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุแต่ละชนิดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 39
16. ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุแต่ละชนิดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 44
17. ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุแต่ละชนิดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

18. ค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุแต่ละชนิดและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลน เมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 54
19. ลำดับการละลายของธาตุของพอร์ซเลนทั้ง 4 ชนิดในแต่ละสารทดสอบ 60
20. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ 63
21. องค์ประกอบธาตุเริ่มต้นของพอร์ซเลนแต่ละชนิด 63
22. ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 65
23. ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 69
24. ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง เมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 74
25. ค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 79
26. ลำดับการละลายของธาตุของพอร์ซเลนทั้ง 4 ชนิดในแต่ละสารทดสอบ 83
27. ลำดับการละลายของธาตุในแต่ละสารทดสอบของพอร์ซเลนทั้ง 4 ชนิด 85

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1. แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งผิวและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 21
2. แสดงค่าเฉลี่ย Ra และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 27
3. แสดงค่าเฉลี่ย Rmax และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 29
4. แสดงค่าเฉลี่ย Rz และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด เวลาต่างกัน 32
5. แสดงค่าเฉลี่ย Sm และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ซเลน 4 ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด ณ เวลาต่างกัน 34
6. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) ณ เวลาต่างกัน 41
7. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ ณ เวลาต่างกัน 41
8. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำมะม่วง ณ เวลาต่างกัน 42
9. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำสับปะรด ณ เวลาต่างกัน 42
10. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มร้อยละ 4 ณ เวลาต่างกัน 43
11. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) ณ เวลาต่างกัน ... 46
12. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ ณ เวลาต่างกัน 46
13. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำมะม่วง ณ เวลาต่างกัน 47
14. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำสับปะรด ณ เวลาต่างกัน 47
15. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายกรดอะซิติก ณ เวลาต่างกัน 48
16. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) ณ เวลาต่างกัน 51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

17. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในสารละลายซเทรตบัฟเฟอร์ ณ เวลาต่างกัน 51
18. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในน้ำมะม่วง ณ เวลาต่างกัน 52
19. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในน้ำสับปะรด ณ เวลาต่างกัน ... 52
20. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในสารละลายกรดอะซิติก ณ เวลาต่างกัน 53
21. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) ณ เวลาต่างกัน 56
22. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ ณ เวลาต่างกัน 56
23. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำมะม่วง ณ เวลาต่างกัน 57
24. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำสับปะรด ณ เวลาต่างกัน 57
25. แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายกรดอะซิติก ณ เวลาต่างกัน 58
26. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) ณ เวลาต่างกัน 66
27. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ ณ เวลาต่างกัน 66
28. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำมะม่วง ณ เวลาต่างกัน 67
29. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำสับปะรด ณ เวลาต่างกัน ... 67
30. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายกรดอะซิติก ความเข้มร้อยละ 4 ณ เวลาต่างกัน 68
31. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) ณ เวลาต่างกัน 70
32. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ ณ เวลาต่างกัน 70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

33. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำมะม่วง ณ เวลาต่างกัน 71
34. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำสับปะรด ณ เวลาต่างกัน ... 71
35. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายกรดอะซิติก ความเข้มร้อยละ 4 ณ เวลาต่างกัน 72
36. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) ณ เวลาต่างกัน 75
37. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในสารละลายซิเทรต บัฟเฟอร์ ณ เวลาต่างกัน 75
38. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในน้ำมะม่วง ณ เวลาต่างกัน 76
39. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในน้ำสับปะรด ณ เวลาต่างกัน 76
40. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มร้อยละ 4 ณ เวลาต่างกัน 77
41. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุม) ณ เวลาต่างกัน 80
42. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายซิเทรต บัฟเฟอร์ ณ เวลาต่างกัน 80
43. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำมะม่วง ณ เวลาต่างกัน 81
44. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำสับปะรด ณ เวลาต่างกัน 81
45. แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณธาตุในฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารละลายกรดอะซิติก ความเข้มร้อยละ 4 ณ เวลาต่างกัน 82

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

46. แสดงภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (กำลังขยาย 2000 เท่า) ของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิดเป็นเวลา 24 96 และ 168 ชั่วโมง ตามลำดับ A) ก่อนเริ่มทดสอบ B)-D) แช่ในน้ำกลั่น E)-G) แช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ H)-J) แช่ในน้ำมะม่วง K)-M) แช่ในน้ำสับปะรด และ N)-P) แช่ในสารละลายกรดอะซิติก ความเข้มร้อยละ 4 88

47. แสดงภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (กำลังขยาย 2000 เท่า) ของอะลูมินัสพอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิดเป็นเวลา 24 96 และ 168 ชั่วโมงตามลำดับ A) ก่อนเริ่มทดสอบ B)-D) แช่ในน้ำกลั่น E)-G) แช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ H)-J) แช่ในน้ำมะม่วง K)-M) แช่ในน้ำสับปะรด และ N)-P) แช่ในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มร้อยละ 4 89

48. แสดงภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (กำลังขยาย 2000 เท่า) ของพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิดเป็นเวลา 24 96 และ 168 ชั่วโมง ตามลำดับ A) ก่อนเริ่มทดสอบ B)-D) แช่ในน้ำกลั่น E)-G) แช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ H)-J) แช่ในน้ำมะม่วง K)-M) แช่ในน้ำสับปะรด และ N)-P) แช่ในสารละลายกรดอะซิติก ความเข้มร้อยละ 4 91

49. แสดงภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (กำลังขยาย 2000 เท่า) ของฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิดเป็นเวลา 24 96 และ 168 ชั่วโมง ตามลำดับ A) ก่อนเริ่มทดสอบ B)-D) แช่ในน้ำกลั่น E)-G) แช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ H)-J) แช่ในน้ำมะม่วง K)-M) แช่ในน้ำสับปะรด และ N)-P) แช่ในสารละลายกรดอะซิติก ความเข้มร้อยละ 4 (ลูกศรชี้แสดงผลึกฟลูออแอพพาไทต์) 92