บทวิจารณ์

งานวิจัยนี้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของพอร์ซเลน 4 ชนิด ได้แก่ เฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน อะลูมินัสพอร์ซเลน พอรซ์เลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง และฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลน เมื่อแช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ กรดอะซิติกความเข้มร้อยละ 4 และน้ำผลไม้รสเปรี้ยวได้แก่ น้ำมะม่วงและน้ำสับปะรด โดยมีน้ำกลั่นเป็นกลุ่มควบคุม และเปรียบเทียบผลการกัดกร่อนจากน้ำผลไม้รสเปรี้ยวต่อพอร์ซเลน 4 ชนิด เพื่อนำผลทดลองที่ได้เป็นข้อมูลหนึ่งที่ช่วยตัดสินใจทางคลินิกในการบูรณะฟันเพื่อรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาฟันสึกและเป็นแนวทางในการป้องกันการลุกลามของฟันสึก โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงจากค่าความแข็งผิว ความหยาบพื้นผิว ตรวจหาปริมาณธาตุที่ละลายออกจากชิ้นตัวอย่าง และตรวจสอบสภาพผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด

การเปลี่ยนแปลงสภาพผิวของพอร์ซเลนหรือการเสื่อมเป็นผลจากปัจจัยหลายประการได้แก่ องค์ประกอบ โครงสร้างทางจุลกายวิภาค และสภาวะบริเวณพื้นผิวของพอร์ซเลน สภาวะความเป็นกรด-ด่างของสารตัวกลางที่พอร์ซเลนแช่อยู่ และสุดท้ายคือปัจจัยทางกายภาพได้แก่ อุณหภูมิ เวลา พื้นที่ผิว และลักษณะของสารตัวกลางที่สัมผัสกับพอร์ซเลนว่าเป็นลักษณะแช่หรือไหลผ่าน (static or dynamic nature) (Anusavice and Zhang, 1997; White, 1992) ผลจากการเสื่อมของพอร์ซเลนนั้นเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกล กายภาพ หรือทางแสง (Anusavice, 1992) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าสภาพพื้นผิวของพอร์ซเลนทั้งสี่ชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สามารถตรวจพบได้ เมื่อผ่านการแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด

พอร์ซเลนเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพผิวจาก 2 กระบวนการคือ การแลกเปลี่ยนระหว่างไฮโดรเจนอิออนหรือไฮโดรเนียมอิออน (H_3O^+) ในสารตัวกลางกับอิออนบวกในพอร์ซเลนได้แก่ โซเดียมอิออน โปแทสเซียมอิออน และลิเทียมอิออน ซึ่งเป็นอิออนหลักที่เป็นตัวแลกเปลี่ยน (Milleding Karlsson and Nyborg, 2003) โดยปฏิกิริยานี้เป็นกระบวนการหลักเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของสารตัวกลางน้อยกว่า 5 และการทำลายโครงร่างซิลิกาของพันธะไซลอกเซนระหว่างซิลิกอนและออกซิเจน (Si-O-Si) โดยปฏิกิริยานี้เป็นกระบวนการหลักเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของสารตัวกลางมากกว่า 9 ผลจากกระบวนการเหล่านี้ทำให้พอร์ซเลนลดความแข็งแรงลง พื้นผิวขรุขระส่งผลให้ฟันคู่สบสึกมากขึ้น (Anusavice and Zhang 1997; Charles 1958) และทำให้แผ่นคราบจุลินทรีย์สะสมมากยิ่งขึ้น (Quirynen *et al.*, 1990; Castellani *et al.*, 1996) จากการศึกษานี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งผิวของพอร์ซเลนแต่ละชนิดเกิดมากที่สุดเมื่อผ่านการแช่ในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มร้อยละ 4 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 168 ชั่วโมง ซึ่งวิธีการนี้ดัดแปลงจากการทดสอบการละลายของพอร์ซเลนตามมาตรฐาน ISO 6872 (1995)

เนื่องจากกรดอะซิติกทำให้พอร์ซเลนเสื่อมเร็ว จึงสามารถแสดงผลการทำนายการเสื่อมของพอร์ซเลนในอนาคตได้ นอกจากนี้กรดอะซิติกมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูง จึงเป็นตัวทดสอบสภาวะในช่องปากที่สภาวะความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนแปลงบ่อย (Jakovac *et al.*, 2006) และพอร์ซเลนละลายในกรดอะซิติกความเข้มร้อยละ 4 ใกล้เคียงกับการละลายในน้ำลาย (Anusavice, 1992) ผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อแช่พอร์ซเลนในกรดอะซิติกจึงเป็นผลจากค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิสูง ในขณะที่น้ำผลไม้รสเปรี้ยวทั้งสองชนิดนั้นพบว่า น้ำมะม่วงทำให้พอร์ซเลนมีค่าความแข็งผิวลดลงมากกว่าน้ำสับปะรดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) สอดคล้องกับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำมะม่วง (2.56 ± 0.08) ที่สูงกว่าน้ำสับปะรด (3.68 ± 0.08) และค่าไทเทรตความเป็นกรดของน้ำมะม่วงและน้ำสับปะรดเมื่อไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่น้ำมะม่วงมีค่าไทเทรตความเป็นกรดสูงกว่าน้ำสับปะรด (Kukiattrakoon Hengtrakool and Kedjarune, 2004) อันแสดงถึงปริมาณกรดซิตริก (Singleton and Gortner, 1965) ในน้ำมะม่วงที่มากกว่าน้ำสับปะรด และอาจมีองค์ประกอบอื่นที่มิได้วิเคราะห์ในการศึกษานี้ ซึ่งควรศึกษาองค์ประกอบอื่นของน้ำผลไม้รสเปรี้ยวทั้งสองชนิดที่อาจมีผลต่อค่าความแข็งผิวในการศึกษาต่อไป ปริมาณกรดซิตริกสูงแสดงถึงการมีไฮโดรเจนอิออนมากกว่า เกิดการแลกเปลี่ยนกับอิออนบวกในพอร์ซเลนมากกว่า จึงทำให้พอร์ซเลนกร่อนได้มากกว่า และแสดงออกในค่าความแข็งผิวที่ลดลง สอดคล้องกับผลของน้ำมะม่วงที่มีผลต่อวัสดุบูรณะอื่นเช่นกัน (Kukiattrakoon Hengtrakool and Kedjarune, 2004)

ความแข็งผิวของพอร์ซเลนทั้ง 4 ชนิดที่เปลี่ยนแปลงแตกต่างกันเมื่อผ่านการแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิด โดยพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงมีค่าความแข็งผิวสูงที่สุดทั้งเมื่อเริ่มทดสอบและหลังจากผ่านการแช่ในทุกสารทดสอบ ส่วนฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนมีค่าความแข็งผิวต่ำที่สุด แม้ว่าค่าความแข็งผิวเริ่มต้นของเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน อะลูมินัสพอร์ซเลน และฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) โดยฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนมีแนวโน้มความแข็งผิวต่ำที่สุด เหตุผลหนึ่งที่อาจอธิบายได้คือ วัฏภาคผลึกที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการกร่อนที่แตกต่างกัน เฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนและพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงมีวัฏภาคผลึกคือลูไซต์ โดยเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนมีผลึกลูไซต์ร้อยละ 17-25 ส่วนพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงมีผลึกลูไซต์ร้อยละ 40-55 (Milleding *et al.*, 1999) อะลูมินัสพอร์ซเลนมีผลึกอะลูมินาร้อยละ 10 และฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนมีผลึกฟลูออแอพพาไทต์น้อยกว่าร้อยละ 5 (Isgro *et al.*, 2005) พอร์ซเลนที่มีผลึกลูไซต์ปริมาณมากกว่ามีแนวโน้มกร่อนมากกว่า (Demirhanoglu and Sahin, 1992) แต่ผลึกลูไซต์ขนาดเล็กกว่ากร่อนน้อยกว่า (Barreiro Riesgo and Vicente, 1989) ดังนั้นพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงแม้ว่ามีผลึกลูไซต์มากกว่าแต่มีขนาดเล็กกว่าเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน ค่าความแข็งผิวจึงยังคงมากกว่าเมื่อผ่านการแช่ในสารทดสอบ ส่วนผลึกฟลูออแอพพาไทต์มีคุณสมบัติความคงตัวสูง การละลายตัวต่ำแม้ว่าวัฏภาคผลึกมีน้อยกว่าพอร์ซเลนอีกสามชนิด แต่เนื่องจากค่าความแข็งผิว

เริ่มต้นน้อยกว่าพอร์ซเลนชนิดอื่น เมื่อค่าความแข็งผิวเปลี่ยนแปลงแม้ในระดับที่ใกล้เคียงกับพอร์ซเลนชนิดอื่น ค่าความแข็งผิวของฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนนั้นยังคงต่ำที่สุดเช่นเดิม ซึ่งยืนยันได้จากร้อยละความแข็งผิวที่ลดลง (ตารางที่ 7) พบว่าฟลูออแอพพาไทต์มีร้อยละความแข็งผิวลดลงมากที่สุด อย่างไรก็ตามแม้ว่าค่าความแข็งผิวของพอร์ซเลนทั้งสี่ชนิดลดลงเมื่อแช่ในสารทดสอบ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับความแข็งผิวของเคลือบฟัน (340 kg/mm²) (Craig and Power, 2002) พบว่า ยังคงมีค่าที่สูงกว่าเคลือบฟัน ซึ่งปัจจัยที่ควรพิจารณาร่วมด้วยเมื่อพอร์ซเลนมีความแข็งผิวสูงคือ ความหยาบผิว เพราะถ้าพอร์ซเลนยังคงมีความแข็งผิวสูงในขณะที่ความหยาบผิวสูงด้วยแล้ว ย่อมทำให้เคลือบฟันสึกมากขึ้น และจากการศึกษาของ Lambropoulos และคณะ (2005) พบว่าความหยาบผิวมีความสัมพันธ์ผกผันกับความแข็งผิว .

ความหยาบผิวเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวของวัสดุเช่นพอร์ซเลนได้ดังหลายการศึกษา (Demirhanoglu and Sahin, 1992; Demirel *et al.*, 2005) อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้กลับไม่พบการเปลี่ยนแปลงของพอร์ซเลนทั้งสี่ชนิดเมื่อแช่ในสารทดสอบแต่ละชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ยกเว้นสารละลายกรดอะซิติก แต่ค่า Rmax และ Rz มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในพอร์ซเลนทั้งสี่ชนิดเมื่อแช่ในสารละลายซิเทรตบัฟเฟอร์ น้ำมะม่วง และน้ำสับปะรด แม้การเปลี่ยนแปลงที่ไม่อาจตรวจพบได้ด้วยการวัดความหยาบผิวนี้ยังคงยืนยันได้จากผลการวัดการละลายของแร่ธาตุ การตรวจวิเคราะห์ธาตุ และจากการตรวจสภาพผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่ตรวจพบการเปลี่ยนแปลง ผลนี้อาจอธิบายได้ว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิวของพอร์ซเลนหลังการแช่ในสารทดสอบ (ยกเว้นกรดอะซิติก) นั้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อย เครื่องมือวัดความหยาบผิวซึ่งเป็นหัวเข็มขนาด 5 ไมครอนอาจไม่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ และจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดพบการเปลี่ยนแปลงเป็นจุด มิได้เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ ซึ่งหัวเข็มอาจไม่ลากผ่านจุดที่เกิดการเปลี่ยนแปลง แม้ว่าการออกแบบการทดลองได้พยายามออกแบบลากเส้นที่ทำให้เกิดการครอบคลุมพื้นที่มากที่สุดเพื่อเป็นตัวแทนของการเปลี่ยนแปลงนี้ ซึ่งหากการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดในพื้นที่ขนาดกว้างดังเช่นในกรดอะซิติก การเปลี่ยนแปลงนั้นย่อมตรวจพบได้ ดังที่พบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทุกตัวของพอร์ซเลนทุกชนิดเมื่อแช่ในกรดอะซิติก ดังนั้นควรมีการศึกษาการวัดความหยาบผิวด้วยเครื่องมือชนิดอื่นเช่นเครื่องเลเซอร์ส่องกราด (laser scanner) หรือกล้องจุลทรรศน์อะตอมมิกฟอร์ซ (atomic force microscopy) ซึ่งตรวจสอบพื้นที่กว้างกว่า อาจแสดงผลการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนขึ้น

การวิเคราะห์แร่ธาตุด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ชนิดแจกแจงพลังงานแสดงองค์ประกอบที่เป็นจริงของพอร์ซเลนแต่ละชนิดที่ได้จากการเตรียมด้วยวิธีการที่เลียนแบบการใช้งานจริง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลองค์ประกอบของพอร์ซเลนที่ได้จากบริษัทผู้ผลิตพบว่ามีแร่ธาตุบางชนิดไม่พบในข้อมูลที่ได้จากบริษัทแต่ตรวจพบได้จากการวิเคราะห์แร่ธาตุ หรือในทางกลับกันมีแร่ธาตุบางชนิดในข้อมูลที่ได้จากบริษัทแต่ไม่

พบจากการวิเคราะห์แร่ธาตุ เหตุผลนี้อาจเนื่องจากการเตรียมชิ้นตัวอย่างพอร์ซเลนมีการปนเปื้อน หรือการวิเคราะห์แร่ธาตุนั้นเป็นการตรวจวิเคราะห์เฉพาะพื้นผิว แร่ธาตุบางชนิดอาจมิได้อยู่บริเวณพื้นผิว อีกทั้งลำแสงอิเล็กตรอนที่ใช้ตรวจสอบ มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100 ไมครอน ซึ่งมิได้ตรวจสอบครอบคลุมพื้นผิวชิ้นตัวอย่างพอร์ซเลนทั้งหมด อย่างไรก็ตามการตรวจสอบนี้ได้สุ่มตรวจพื้นผิวจำนวน 10 จุด ซึ่งน่าจะเพียงพอต่อการใช้เป็นตัวอย่างพื้นผิวของชิ้นตัวอย่างนั้น ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบพื้นผิวทั้งหมดวิธีหนึ่งที่อาจใช้ได้คือการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุด้วยการเรืองรังสีเอ็กซ์ (x-ray fluorescence spectrophotometer) แต่วิธีนี้ใช้ตรวจสอบได้เฉพาะธาตุที่มวลอะตอมมากกว่าออกซิเจน ดังนั้นจึงไม่ได้เลือกใช้

ผลจากการวิเคราะห์แร่ธาตุพบว่า ซิลิกอนเป็นธาตุที่พบมากที่สุดของพอร์ซเลนทั้งสี่ชนิด แม้ว่าพอร์ซเลนทั้งสี่ชนิดถูดจัดเป็นพอร์ซเลนคนละประเภท VMK 95 จัดเป็นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลน Vitadur Alpha จัดเป็นอะลูมินัสพอร์ซเลน IPS Empress จัดเป็นพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูง และ IPS Eris จัดเป็นฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลน ซึ่งพิจารณาจากวัฏภาคผลึกที่เกิดขึ้นเป็นหลัก อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มิได้มุ่งเน้นศึกษาวัฏภาคผลึกที่เกิดขึ้น VMK 95 ซึ่งจัดเป็นเฟลด์สปาทิกพอร์ซเลนควรมีวัฏภาคผลึกลูไซต์ประมาณร้อยละ 17-25 IPS Empress ซึ่งจัดเป็นพอร์ซเลนที่มีลูไซต์ปริมาณสูงควรมีวัฏภาคผลึกลูไซต์สูงประมาณร้อยละ 40-55 ส่วน IPS Eris ซึ่งจัดเป็นฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนควรมีวัฏภาคผลึกฟลูออแอพพาไทต์น้อยกว่าร้อยละ 5 ในขณะที่ Vitadur Alpha ซึ่งจัดเป็นอะลูมินัสพอร์ซเลนควรมีวัฏภาคผลึกอะลูมินาค่อนข้างมาก แต่เมื่อพิจารณาดูสัดส่วนองค์ประกอบแล้วกลับพบว่าไม่แตกต่างจากพอร์ซเลนชนิดอื่นมากนั้น อันเป็นจุดน่าสนใจในการศึกษาต่อว่าวัฏภาคผลึกของพอร์ซเลนทั้งสี่ชนิดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผามีข้อแตกต่างกันหรือไม่ หรือมีบางผลึกคล้ายคลึงกันแล้วมีลักษณะวัฏภาคผลึกใดเด่น ซึ่งอาจเป็นเหตุผลหนึ่งในการอธิบายการกร่อนที่เกิดแตกต่างกันของพอร์ซเลนทั้งสี่ชนิดเมื่อแช่ในน้ำผลไม้รสเปรี้ยวได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามองค์ประกอบหนึ่งที่เป็นข้อแตกต่างเด่นชัดคือฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนพบฟอสฟอรัสและฟลูออไรด์ ในขณะที่พอร์ซเลนอีกสามชนิดไม่พบ ซึ่งทั้งฟอสฟอรัสในรูปของฟอสฟอรัสเพนทะออกไซด์และฟลูออไรด์เป็นตัวเริ่มต้นการเกิดผลึกฟลูออแอพพาไทต์ (Jana Holand and Vogel, 1994) ซึ่งผลึกนี้ตรวจพบได้จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดในการศึกษานี้ แต่พบเป็นจำนวนน้อยและตรวจไม่พบเมื่อเวลาผ่านไป และจากการศึกษานี้พบว่า อะลูมินัสพอร์ซเลนเกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับพอร์ซเลนอีกสามชนิดจากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดเมื่อแช่ในกรดอะซิติก สอดคล้องกับการศึกษาของ Milleding และคณะ (1999)

การวิเคราะห์การละลายของธาตุเครื่องวิเคราะห์ปริมาณธาตุอินดักทีฟคูเปิลพลาสมาเป็นการตรวจการละลายของธาตุจากชิ้นตัวอย่างพอร์ซเลนเมื่อผ่านการแช่ในสารทดสอบ ซึ่งข้อมูลเริ่มต้นของแร่ธาตุในสารทดสอบเป็นสิ่งสำคัญเพื่อพิจารณาว่าธาตุใดมีการละลายออกมาหรือไม่ ผลที่ได้คล้ายคลึงกับการ

วิเคราะห์ด้วยเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ชนิดแจกแจงพลังงานกล่าวคือ ตรวจพบธาตุบางชนิดที่ไม่พบในข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตแต่พบจากการวิเคราะห์ธาตุที่ละลายออกมา และพบการละลายของธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของการกร่อนของพอร์ซเลนทั้งธาตุหมู่โลหะ และซิลิกอน ซึ่งเมื่อพิจารณาซิลิกอนอันเป็นธาตุโครงสร้างหลักของพอร์ซเลนพบว่า ฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนมีซิลิกอนละลายออกมามากที่สุด สอดคล้องกับค่าความแข็งผิวที่ต่ำที่สุด

ประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจคือการละลายของแร่ธาตุออกจากชิ้นตัวอย่างพอร์ซเลนเมื่อแช่ในน้ำกลั่น (ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 5.30 ± 0.07) ผลการศึกษานี้พบการละลายแร่ธาตุออกมาของพอร์ซเลนทั้งสี่ชนิด แต่ในปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อแช่ในสารทดสอบอื่น แสดงให้เห็นว่าแม้ในน้ำกลั่นพอร์ซเลนยังกร่อนได้ ปฏิกิริยาการกร่อนของพอร์ซเลนในน้ำเกิดจาก 2 กระบวนการคือ การแลกเปลี่ยนระหว่างไฮโดรเนียมอิออน (H_3O^+) ในน้ำกับอิออนบวกในพอร์ซเลนได้แก่ โซเดียมอิออน โปแทสเซียมอิออน และลิเทียมอิออน ซึ่งเป็นอิออนหลักที่เป็นตัวแลกเปลี่ยน (Milleding Karlsson and Nyborg, 2003) และปฏิกิริยานี้ดำเนินต่อโดยการแพร่ผ่านของโมเลกุลน้ำกลับเข้าทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่ไม่ได้เกิดพันธะ (nonbridging oxygen atom) เกิดเป็นไฮดรอกซิลอิออน แล้วแพร่ผ่านออกมาพร้อมกับอิออนบวกเพื่อรักษาสภาพประจุไฟฟ้า (Anusavice, 1992; Naraev, 2004) โดยปฏิกิริยานี้เป็นกระบวนการหลักเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของสารตัวกลางน้อยกว่า 5 และกระบวนการที่สองคือการทำลายโครงร่างซิลิกาของพันธะไซลอกเซนระหว่างซิลิกอนและออกซิเจน (Si-O-Si) โดยปฏิกิริยานี้เป็นกระบวนการหลักเมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างของสารตัวกลางมากกว่า 9 (Anusavice and Zhang 1997; Charles 1958) อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้น่าจะพบทั้ง 2 กระบวนการเนื่องจากตรวจพบการละลายของแร่ธาตุหลักดังที่กล่าวมา และจากการตรวจสภาพผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดพบสภาพผิวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย แม้ว่าค่าความแข็งผิวและความหยาบผิวไม่เปลี่ยนแปลง อันเป็นข้อที่ควรคำนึงถึงเมื่อใช้เป็นวัสดุบูรณะฟันให้แก่ผู้ป่วย และควรศึกษาต่อในสภาวะที่ใกล้เคียงกับในช่องปาก เช่นการใช้น้ำลายเทียมเป็นสารทดสอบ

แร่ธาตุที่ละลายออกมาจากชิ้นตัวอย่างพอร์ซเลนมีแร่ธาตุที่อาจเป็นพิษต่อร่างกายได้แก่ ลิเทียม ซึ่ง Gelenberg และคณะ (1989) แนะนำว่าระดับลิเทียมในกระแสเลือดควรมีค่าไม่เกิน 2000 ไมโครกรัม/ลิตร และหากเกิน 4000 ไมโครกรัม/ลิตรอาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตได้ ลิเทียมทำให้เกิดโรคทางระบบได้แก่ หน่วยไตเป็นพิษ (nephrotoxicity) อาการสั่น (tremor) ท้องร่วง ปัสสาวะบ่อย น้ำหนักเพิ่ม และรู้สึกรสชาติโลหะ (metallic taste) (Gelenberg *et al.*, 1987) อย่างไรก็ตามจากการศึกษานี้พบลิเทียมละลายออกมามากที่สุดประมาณ 277.7 ไมโครกรัมเท่านั้น ซึ่งไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย แร่ธาตุอีกตัวหนึ่งที่มีในข้อมูลองค์ประกอบของฟลูออแอพพาไทต์พอร์ซเลนจากบริษัทผู้ผลิตคือฟลูออไรด์ ซึ่งระดับของฟลูออไรด์ไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่พบฟลูออไรด์ละลายออกมาจากฟลูออแอพพาไทต์

พอร์ซเลน เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ปริมาณธาตุอินดักทีฟคูเปิลพลาสมาไม่สามารถตรวจวัดฟลูออไรด์ได้ และเครื่องสเปกโทรมิเตอร์ชนิดแจกแจงพลังงานอาจสุ่มตรวจไม่พบเนื่องจากผลึกฟลูออแอพพาไทต์มีปริมาณน้อย และไม่พบกระจัดกระจาย

แม้ว่าผลการศึกษานี้พบการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของพอร์ซเลนหรือการกร่อน และปล่อยแร่ธาตุออกมา อย่างไรก็ตามระดับแร่ธาตุนี้ไม่ได้อยู่ในระดับที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วย ยกเว้นในกรณีที่อาจเกิดอุบัติเหตุทำให้ผู้ป่วยกลืนชิ้นงานพอร์ซเลนเข้าไป และจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาที่แช่ชิ้นตัวอย่างพอร์ซเลนในสารทดสอบอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน 168 ชั่วโมง ซึ่งหากอนุมานเทียบกับการใส่ชิ้นงานในช่องปากแล้วสัมผัสกับสารทดสอบหรือน้ำผลไม้รสเปรี้ยวเหล่านี้ หลายการศึกษาได้ให้การอนุมานโดยพบว่า การแช่ในสารละลายกรดอะซิติกความเข้มร้อยละ 4 ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 168 ชั่วโมง เท่ากับการแช่ในน้ำลายเทียม ณ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ปี (Sundar and Amber, 2000) หรือเท่ากับการแช่ในน้ำลายเทียม ณ อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 22 ปี (Milleding *et al.*, 1999) หรือการแช่ในกรดซิตริกความเข้มร้อยละ 2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมงเทียบเท่ากับการสัมผัสกับกรดซิตริกในช่องปากเป็นเวลา 1 ปี (Demirhanoglu and Sahin, 1992; Demirel *et al.*, 2005) แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลอื่นใดที่สามารถอ้างอิงได้ใกล้เคียงกับการศึกษานี้ จึงอาจอนุมานว่าจากการศึกษานี้ การแช่ชิ้นตัวอย่างพอร์ซเลนในน้ำผลไม้รสเปรี้ยวเป็นเวลา 168 ชั่วโมงน่าจะใกล้เคียงกับการใช้งานในช่องปากเป็นเวลา 22 ปี (Milleding *et al.*, 1999) หรือ 42 ปี (Demirhanoglu and Sahin, 1992; Demirel *et al.*, 2005)

อนึ่ง งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ สภาพแวดล้อมจึงอาจมีลักษณะแตกต่างจากสภาพในช่องปาก ซึ่งมีปัจจัยอื่นที่อาจเกี่ยวข้องกับการกร่อนของพอร์ซเลน ไม่ว่าจะเป็นบัฟเฟอร์คาพาซิตี (buffer capacity) อัตราการไหลของน้ำลาย หรือความเป็นกรดด่างของน้ำลายที่อาจช่วยลดความแรงของกรดในการทำให้ผิวพอร์ซเลนกร่อนได้ ผลการทดลองครั้งนี้จึงอาจก่อให้เกิดผลรุนแรงเกินจริง เนื่องจากไม่มีปัจจัยดังกล่าวข้างต้น อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้น่าจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานอ้างอิงเพื่อการศึกษาต่อได้ ดังนั้นควรศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มปัจจัยดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาอ้างอิงใช้ในการบูรณะฟันด้วยพอร์ซเลนต่อไป