ประสิทธิผลของเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีฟันมนุษย์

In Vitro Effectiveness of Rice Gel as Bleaching Carrier on Color Alteration of Human Tooth

ณัฐชัย จรัสพันธุ์กุล[1], มาริสา สุขพัทธี[2], ชวนชม ศิริสุวัฒน์[3], พาฝัน ลาวัลย์ตระกูล[4], ธนพัฒน์ ศาสตระรุจิ[5], อัจฉรียา แก้วปินตา[6], ศิริพร โอโกโนกิ[7], สาครรัตน์ คงขุนเทียน[8], พิสัยศิษฏ์ ชัยจรีนนท์[2]
[1]โรงพยาบาลนาวังเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา จ.หนองบัวลำภู
[2]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[3]โรงพยาบาลบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา
[4]โรงพยาบาลบางกล่ำ จ.สงขลา
[5]ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยทางทันตแพทยศาสตร์ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[6]นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์นาโนและเทคโนโลยีนาโน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[7]คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[8]ภาควิชาทันตกรรมบูรณะและปริทันตวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Natthachai Jaraspankul[1], Marisa Sukapattee[2], Chuanchom Sirisuwat[3], Phafan Lawantrakul[4], Thanapat Sastraruji[5], Adchareeya Keawpinta[6], Siriporn Okonogi[7], Sakornrat Kongkhuntien[8], Pisaisit Chaijareenont[2]
[1]Nawang Chaloem Phra Kiat 80 Phansa Hospital, Nongbualamphu
[2]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
[3]Bangpakong Hospital, Chachoengsao
[4]Bangklam Hospital, Songkhla
[5]Dentistry Research Center, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University
[6]Student of Nanoscience and Nanotechnology Program, The Graduate School, Chiang Mai University
[7]Faculty of Pharmacy, Chiang Mai University
[8]Department of Restorative Dentistry and Periodontology, Faculty of Dentistry, Chiang Mai University

ชม. ทันตสาร 2561; 39(3) : 59-69
CM Dent J 2018; 39(3) : 59-69

Received : September 13, 2017
Revised : March 6, 2018
Accepted : May 8, 2018

Corresponding Author:

พิสัยศิษฏ์ ชัยจรีนนท์
อาจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Pisaisit Chaijareenont
Lecturer, Dr., Department of Prosthodontics,
Faculty of Dentistry, Chiang Mai University,
Chiang Mai, 50200, Thailand
E-mail: ***yodent@hotmail.com***

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: ศึกษาประสิทธิผลของเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีฟันมนุษย์เปรียบเทียบกับเจลฟอกสีฟันทางการค้า

วัสดุและวิธีการ: แบ่งชิ้นตัวอย่างฟันมนุษย์จำนวน 60 ชิ้น ออกเป็น 6 กลุ่ม (กลุ่มละ 10 ชิ้น) วัดสีชิ้นทดสอบทั้งก่อนและหลังการฟอกสีเป็นเวลา 2 สัปดาห์ด้วยเครื่องวัดและเทียบสีโดยใช้เจลฟอกสีฟันทางการค้ากลุ่มคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 20 และ 35 เปรียบเทียบกับเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 ซึ่งมีระยะเวลาในการแช่ชิ้นทดสอบเป็นเวลา 8 ชั่วโมงในกลุ่มที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 เวลา 4 ชั่วโมงในกลุ่มที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 ตามคำแนะนำที่บริษัทกำหนด และ 8 ชั่วโมงในกลุ่มเจลข้าวที่ไม่มีสารฟอกสีฟันที่กำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุมผลลบ ในขณะที่กลุ่มที่แช่ในคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 35 เป็นเวลา 1 ชั่วโมงกำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุมผลบวก ชิ้นทดสอบทุกชิ้นเก็บในความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ค่าสีที่เปลี่ยนแปลงไปถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยสถิติชนิดความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียวและทดสอบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมแฮนที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ผลการศึกษา: เจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นร้อยละ10 มีค่าการเปลี่ยนแปลงของสีสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของสีที่เปลี่ยนแปลงไปเท่ากับ 15.17±1.51 ตามด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมผลบวก (12.67±2.39) โดยกลุ่มควบคุมผลลบมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีน้อยที่สุด (2.13±0.89) ในขณะที่กลุ่มทดสอบอื่น ๆ มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงสีใกล้เคียงกัน (11.14±4.37 – 10.98±3.51)

สรุป: เจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันและเจลฟอกสีฟันทางการค้ามีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงสีใกล้เคียงกัน โดยเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันที่มีคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 10 มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงสีสูงที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มทดสอบอื่น ๆ

คำสำคัญ: เจลฟอกสีฟัน คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ การเปลี่ยนแปลงสี เจลข้าว การฟอกสีฟัน

Abstract

Objectives: The purpose of this study was to investigate the effectiveness of rice gel with bleaching agents on human tooth color alteration compared with commercial bleaching gels.

Material and methods: Sixty human teeth were randomly divided into 6 groups (10 for each group). The color of all specimens was measured before and after bleaching for 2 weeks by spectrophotometer. The concentration of 10%, 20% and 35% commercial carbamide peroxide (CP) gel as well as 10% and 20% CP in rice gel were used in experimental groups. For the duration, the specimens were immersed 8 hours with 10% CP and 4 hours with 20% CP as commercial recommendation and 8 hours with placebo rice gel that was used as a negative control while 35% commercial CP gel was used as a positive control for 1 hour period. All specimens were kept in 100% relative humidity at 37ºC. The alteration of color was compared by one way ANOVA and Tamhane's test with a significant level of 0.05.

Results: Rice gel with 10% CP was the most effective agent to change the tooth color with the mean and SD delta change of 15.17±1.51, followimg by 35% CP positive control (12.67±2.39). The negative control group showed significantly less efficacy (2.13±0.89) while other test groups demonstrated similar efficacy in color alteration (11.14±4.37 – 10.98±3.51).

Conclusion: CP rice gel and commercial CP gel have similar efficacy in tooth color alteration. Rice gel with 10% CP shows the best result in color alteration with no significant difference comparing to other groups.

Keywords: bleaching gel, carbamide peroxide, color alteration, rice gel, tooth bleaching

บทนำ

ปัจจุบันความสวยงามของฟันทั้งสีและรูปร่างนั้นเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาทางทันตกรรมเพื่อความสวยงาม โดยมีรายงานว่าร้อยละ 34 ของผู้ใหญ่ในสหรัฐอเมริกาไม่พึงพอใจต่อสีฟันของตนเอง[1] ซึ่งการจัดการด้านความสวยงามสามารถจัดการได้หลายวิธี เช่น การบูรณะ (restoration) ด้วยการทำครอบฟันหรือการทำวีเนียร์ (veneer)[2] นอกจากนี้ยังมีวิธีการฟอกสีฟันซึ่งเป็นการรักษาที่อนุรักษ์เนื้อฟันไว้ให้ประสิทธิภาพที่ดี ทำได้ง่าย และค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการทำวัสดุบูรณะ จึงเป็นที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น

ปัจจุบันสารฟอกสีฟันแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ การฟอกสีฟันโดยทันตแพทย์ในคลินิก (in office bleaching) และการฟอกสีฟันโดยผู้ป่วยเอง (home bleaching) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทั้งในแง่ของประสิทธิภาพ ผลของสีที่เปลี่ยนแปลง ความพึงพอใจของผู้ป่วย และผลลัพธ์ระยะยาวภายหลังการฟอกสีฟันไปแล้ว 9 เดือน[3] สอดคล้องกับการศึกษาของ Aushill และคณะที่เปรียบเทียบการฟอกสีฟันด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ (carbamide peroxide) ร้อยละ 10 โดยผู้ป่วยเองกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) ร้อยละ 38 โดยทันตแพทย์พบว่าประสิทธิภาพในการฟอกสีฟันใกล้เคียงกัน[4] แต่มีการศึกษาที่เปรียบเทียบการฟอกสีฟันด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 โดยผู้ป่วยเองกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ร้อยละ 35 โดยทันตแพทย์พบว่าร้อยละ 48 ของผู้เข้าร่วมทดสอบพึงพอใจกับกับสีฟันที่ขาวขึ้นจากการฟอกสีฟันด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 โดยผู้ป่วยเองมากกว่าการฟอกสีฟันโดยทันตแพทย์[5]

ส่วนประกอบหลักในสารฟอกสีฟันที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีฟันคือ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์หรือคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์[6] โดยพบว่าคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 เมื่อสัมผัสโดนน้ำจะแตกตัวเป็นไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ร้อยละ 3.35 และยูเรีย (urea) ร้อยละ 6.65[7] โดยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จะแตกตัวเป็นสารออกซิไดซ์ (oxidize agents) ที่แพร่กระจายเข้าสู่ฟันเพื่อสร้างเป็นอนุมูลอิสระที่ไม่เสถียร (unstable free radicals) และเข้าไปทำให้โมเลกุลของเม็ดสีของฟันแตกตัวในตำแหน่งพันธะคู่ เป็นผลให้โมเลกุลมีขนาดเล็กลง น้ำหนักน้อยลงและการดูดซับแสงลดลง ผลที่เกิดขึ้นจึงเห็นว่าฟันเป็นสีขาวขึ้น[8-10] นอกจากส่วนที่ทำปฏิกิริยาแล้วสารฟอกสีฟันยังประกอบไปด้วยส่วนที่ไม่ทำปฏิกิริยาในการเปลี่ยนสีของฟันซึ่งได้แก่

1. สารเพิ่มความหนืด (thickening agents) ส่วนทำละลาย (suspending agent) และสารคงเสถียรภาพ (stabilizer)[6]

นิยมใช้คาร์โบพอล [Carbopol (carboxypolymethylene)] ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 0.5 ถึงร้อยละ 1 เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากของเหลวไปเป็นเจล ลดการไหลของสารฟอกสีฟันออกจากถาดพิมพ์ปาก และยืดระยะเวลาการปลดปล่อยของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์จากสารคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ เพิ่มการยึดติดระหว่างเพอร์ออกไซด์ (peroxide) กับฟันทำให้สารเพอร์ออกไซด์ทำปฏิกิริยากับฟันมากกว่าปกติสี่เท่า[11]

2. สารตัวนำ (carrier)[6]

นิยมใช้กลีเซอรีน (glycerin) และโพรพิลีนไกลคอล (propylene glycol) เพื่อคงความชุ่มชื้น และเป็นตัวทำละลายให้กับส่วนประกอบอื่น ๆ ของน้ำยาฟอกสีฟัน

3. สารลดแรงตึงผิว (surfactant) และสารกระจายเม็ดสี (pigment dispersant)[6]

สารลดแรงตึงผิวจะช่วยให้ส่วนประกอบที่ทำหน้าที่ในการฟอกสีฟันกระจายตัวได้ดียิ่งขึ้น ส่วนสารกระจายเม็ดสีจะช่วยคงสีของรงควัตถุในสารละลายของน้ำยาฟอกสีฟันไว้ได้นานยิ่งขึ้น

4. สารกันเสีย (preservative)[6]

สารกันเสียที่ใช้กันแพร่หลายคือ เมททิลโพรพิลพาราเบน (methyl propylparaben) และโซเดียมเบนโซเอต (sodium benzoate) ป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เพิ่มการแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์โดยการปลดปล่อยโลหะที่ปรับเปลี่ยนได้ (transitional metals) เช่น เหล็ก ทองแดง และแมกนีเซียม

5. สารเพิ่มรสชาติ (flavoring)[6]

สารเพิ่มรสชาติจะใช้เพื่อปรับรสของผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้นและทำให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์มากขึ้น

เมื่อศึกษาส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เจลฟอกสีฟันในท้องตลาดพบว่า ส่วนที่ไม่ทำปฏิกิริยาไม่ได้ทำหน้าที่แตกตัวให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเม็ดสีแต่ทำหน้าที่ในการหล่อลื่นและเพิ่มความหนืดให้กับสารฟอกสีฟันเสมือนเป็นเจลพื้น (gel

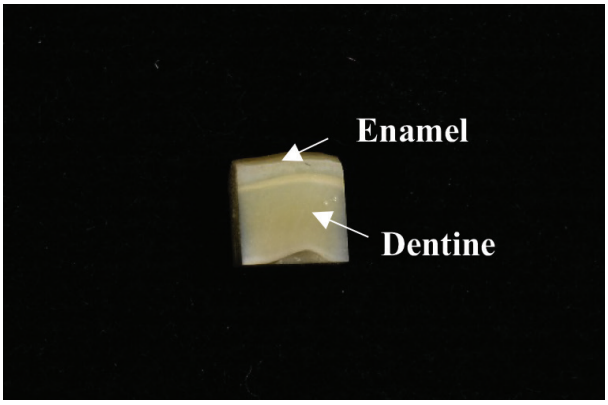
base) ให้แก่สารที่ทำหน้าที่แตกตัว (ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์หรือคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์) ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเม็ดสี จากการศึกษาของ Preston และ Finch ปี 2003 พบรายงานการแพ้กลีเซอรีน แบบผิวหนังอักเสบจากการสัมผัส (contact dermatitis)[12] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hannuksela ปี 1976 ที่พบว่ามีการแพ้กลีเซอรีน และโพรพิลีนไกลคอล[13] จากการวิจัยของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีการนำข้าวที่เป็นพืชเศรษฐกิจมาพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่าเจลข้าว ซึ่งมีความใกล้เคียงกับเจลพื้นที่ใช้ในสารฟอกสีฟันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

โดยในการศึกษานี้เน้นที่การฟอกสีฟันโดยผู้ป่วยเอง เนื่องจากเป็นที่นิยม ใช้งานง่าย สะดวก ต้นทุนต่ำและค่าใช้จ่ายน้อยกว่า โดยระยะเวลาในการฟอกสีฟันขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์[14] ซึ่งทั้งความเข้มข้นและระยะเวลาในการฟอกนั้นถือเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการฟอกฟันขาว โดยมีรายงานการศึกษาปรียบเทียบการฟอกสีฟันด้วยไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 5-35 พบว่าเมื่อความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการฟอกจะลดลง นอกจากนี้ยังมีรายงานการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการฟอกสีฟันด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 10 และ 16 พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 16 ฟันที่ทดสอบนั้นขาวได้เร็วที่สุด[9] การศึกษาครั้งนี้จึงนำเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันมาทดสอบประสิทธิผลเปรียบเทียบกับเจลฟอกสีฟันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ทั้งนี้เจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิต เพิ่มมูลค่าให้กับข้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย รวมทั้งลดการใช้สารเคมีที่มีการสัมผัสโดยตรงกับเนื้อเยื่อในช่องปากของผู้ป่วยที่อาจมีโอกาสก่อให้เกิดการแพ้ได้ เนื่องจากองค์ประกอบหลักของเมล็ดข้าวคือคาร์โบไฮเดรต ที่ประกอบด้วยอะไมเลส (amylase) และเอมิลโลเพ็กทิน (amylopectin) เป็นหลัก ซึ่งเป็นพอลิเมอร์สายยาว (linear polymer chain) และพอลิเมอร์สายยาวที่มีสาขา (branch polymer chain) ตามลำดับ โดยขั้นตอนการผลิตเจลข้าวจะนำข้าวมาทำการดัดแปลงโครงสร้างผ่านกระบวนการทำให้เกิดสารอีเทอร์ (etherification) และนำไปผสมกับน้ำกลั่นเพื่อให้ก่อรูปเป็นลักษณะเจล[15] ซึ่งจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้แก่ผู้บริโภคในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ฟอกสีฟัน ทั้งนี้การศึกษาที่ผ่านมาเจลข้าวดังกล่าวถูกนำมาทดลองเพื่อเป็นสารพื้นให้แก่สารหลายชนิดเช่น ยาชา ฟลูออไรด์ (fluoride) ยาเททราไซคลิน (tetracyclin)[16] ซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงมีความเป็นไปได้ที่เจลข้าวจะมาทดแทนสารพื้นในเจลฟอกสีฟันได้ เนื่องจากมีลักษณะใกล้เคียงกับเจลพื้นที่ใช้ในสารฟอกสีฟันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเจลข้าวฟอกสีฟันที่ทางคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่พัฒนาขึ้น มาทดสอบประสิทธิผลเปรียบเทียบกับเจลฟอกสีฟันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีสมมติฐานงานวิจัยคือการเปลี่ยนแปลงสีฟันมนุษย์ภายหลังจากการฟอกโดยเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันและเจลฟอกสีฟันทางการค้าไม่มีความแตกต่างกัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการเตรียมชิ้นทดสอบ

งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองโครงการศึกษาวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิทักษ์สวัสดิภาพและป้องกันภยันตรายของผู้ถูกวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เอกสารเลขที่ 21/2558 นำซี่ฟันหน้าตัดบนที่ยังอยู่ในสภาพดีปราศจากรอยผุ รอยร้าว หรือมีตำหนิจากการเจริญน้อยเกินไป (hypoplastic defects) จำนวน 60 ซี่ ทำความสะอาดและเก็บไว้ในสารละลายไทมอลความเข้มข้นร้อยละ 0.1 (0.1 % thymol solution) หน่วยบริการสถานที่และเครื่องมือวิจัย สำนักงานการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และเก็บไว้ไม่เกิน 4 สัปดาห์หลังถอน ล้างตัวอย่างฟันให้สะอาด กำจัดเนื้อเยื่อเกี่ยวพันรอบรากฟันด้วยใบมีดก่อนนำมาเริ่มทดลอง ตัดรากฟันต่ำกว่ารอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและเคลือบรากฟัน 2-3 มิลลิเมตร นำตัวฟันที่สมบูรณ์ไปตัดด้วยเครื่องตัดความเร็วต่ำ (cutting machine, IsoMet® 1000 precision saw, Buehler, USA) ภายใต้น้ำหล่อลื่น ให้ได้ชิ้นตัวอย่างที่มีทั้งชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟันที่มีขนาด 4x4x4 ลูกบาศก์มิลลิเมตรดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 *แสดงชิ้นฟันทดสอบขนาด 4x4x4 ลูกบาศก์มิลลิเมตร*

Figure 1 *Demonstrated human dental tooth size 4x4x4 mm^3*

การแบ่งกลุ่มทดสอบและกระบวนการฟอกสีฟัน

แบ่งชิ้นตัวอย่างฟันออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ชิ้น ด้วยวิธีแบบสุ่ม โดยกำหนดอุณหภูมิในการฟอกสีฟันที่ 37 องศาเซลเซียส และมีวิธีการรวมถึงระยะเวลาในการฟอกสีฟันเพื่อทดสอบตามคำแนะนำของผู้ผลิตดังนี้

กลุ่มที่ 1 แช่ชิ้นฟันไว้ในเจลข้าวที่ไม่มีสารฟอกสีฟัน ใช้เวลา 8 ชั่วโมง (กลุ่มควบคุมผลลบ)

กลุ่มที่ 2 แช่ชิ้นฟันไว้ในเจลคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ (carbamide peroxide, CP) ทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 10 [Opalescence potassium nitrate and fluoride (Opalescence PF) 10%, Ultradent Product Inc., Salt Lake City, UT, USA] ใช้เวลา 8 ชั่วโมง

กลุ่มที่ 3 แช่ชิ้นฟันไว้ในเจลข้าวที่มีคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 10 ใช้เวลา 8 ชั่วโมง

กลุ่มที่ 4 แช่ชิ้นฟันไว้ในเจลคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 20 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

กลุ่มที่ 5 แช่ชิ้นฟันไว้ในเจลข้าวที่มีคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 20 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง

กลุ่มที่ 6 แช่ชิ้นฟันไว้ในเจลคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ทางการค้า ความเข้มข้นร้อยละ 35 ใช้เวลา 1 ชั่วโมง (กลุ่มควบคุมผลบวก)

เปลี่ยนน้ำยาฟอกสีฟันใหม่ทุกวันในทุกกลุ่มการทดลอง เป็นเวลา 14 วัน

ทั้งนี้กลุ่มเจลข้าวผสมคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ได้จากการผสมเจลข้าวและคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ใหม่ทุกวัน ในโกร่งผสมยาให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ด้วยเทคนิคการเจือจางแบบเรขาคณิต (geometric dilution) ลักษณะทางกายภาพของเจลข้าวที่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 *ลักษณะทางกายภาพของเจลข้าวและคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ ที่ผสมโดยเทคนิคการเจือจางทางเรขาคณิต*

Figure 2 *Physiological structure of rice gel and carbamide peroxide mixing with geometric dilution technique*

ใส่ชิ้นฟันลงในถาดหลุมที่มีเจลฟอกสีฟันปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำลายเทียม 0.05 มิลลิลิตรเพื่อจำลองให้มีสภาวะแวดล้อมใกล้เคียงในช่องปากรวมทั้งป้องกันสภาวะการสูญเสียน้ำ (dehydrate) ของชิ้นฟันซึ่งส่งผลให้ชิ้นฟันมีสีที่สว่างขึ้นกว่าความเป็นจริง[17] แช่ชิ้นฟันให้จมอยู่ในเจลฟอกสีฟันแล้ววางถาดหลุมไว้ในตู้อบที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เจลฟอกสีฟันแต่ละชนิดทำงานตามระยะเวลาที่กำหนด จากนั้นนำชิ้นฟันมาล้างโดยการผ่านด้วยน้ำที่ปราศจากประจุ (deionized water) เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำชิ้นฟันมาใส่ในถาดหลุมใหม่ที่มีน้ำลายเทียม 0.5 มิลลิลิตร วางถาดหลุมไว้ในตู้อบที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จนกว่าจะถึงเวลาฟอกสีชิ้นฟันในวันถัดไป โดยล้างน้ำลายเทียมออกจากชิ้นฟันก่อนด้วยน้ำที่ปราศจากประจุเป็นเวลา 30 วินาที แล้วจึงทำการฟอกสีชิ้นฟันใหม่ทำเช่นนี้ทุกวันจนครบ 14 วัน

วิธีการวัดการแตกตัวของเพอร์ออกไซด์[18]

นำเจลข้าวที่มีคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 ผสมในน้ำที่ปราศจากประจุ ปริมาตร 200 มิลลิลิตรในขวดแก้วรูปชมพู่ (elenmeyer flask) ที่มีปริมาตร 500 มิลลิลิตรและใช้เครื่องกวนสารละลาย (stirrer) เพื่อผสมให้เข้ากันหลังจากนั้นจึงเติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (potassium iodide : 10% solution in ionized water) และกรดผสมแอมโมเนียมโมลิบเดต (ammonium molybdate acid mixture : 0.18 g of ammonium molybdate , 750 ml of water and 300 ml of concentrated sulfuric acid) ผสมให้เข้ากันแล้วจึงปิดฝาขวดและตั้งทิ้งไว้ 5 นาทีโดยจะสังเกตเห็นว่าสีของสารละลายนั้นจะเปลี่ยนเป็นได้ตั้งแต่สีเหลืองอ่อน (light yellow) จนถึงน้ำตาลเข้ม (dark brown) หลังจากนั้นให้นำสารละลายดังกล่าวมาไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตมาตรฐาน (standardize sodium thiosulfate : 0.1 N) ในบิวเรตต์ (burette) ปริมาตร 50 มิลลิลิตรให้ได้สีเหลืองอ่อนคล้ายฟางข้าว (light straw) ตามด้วยสารละลายแป้ง (stratch solution 10g/l) ซึ่งจะทำให้สีของสารละลายเป็นสีน้ำเงิน แล้วทำการไทเทรตด้วยโซเดียมไทโอซัลเฟตกระทั่งสีของสารละลายเปลี่ยนจากน้ำเงินเป็นไม่มีสี วัดปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไทเทรตโดยกำหนดให้มีค่าเป็น A หลังจากนั้นทำการไทเทรตซ้ำด้วยวิธีข้างต้นโดยไม่มีการใส่เจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันในสารละลายตั้งแต่ต้น จะได้ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตโดยกำหนดให้มีค่าเป็น B แล้วจึงนำเข้าสูตรคำนวณเพื่อหาร้อยละของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ โดยค่า N คือความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตซึ่งในการทำครั้งนี้ใช้ที่ความเข้มข้น 0.1 N

$$\text{Hydrogen peroxide \% w/w} = (A-B)(N)(1.7007) / \text{sample weight}$$

วิธีการวัดสีชิ้นฟัน

ชิ้นทดสอบแต่ละกลุ่มจะถูกแช่ในน้ำที่ปราศจากประจุ 0.5 มิลลิลิตรที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในตู้ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาวัดสีด้วยเครื่องวัดและเทียบสีโดยวัดสีที่ตำแหน่งกลางชิ้นทดสอบ (spectrocolormeter, UltraScan XE, Hunter Lab, USA) ซึ่งค่าสีที่วัดได้จะออกมาในค่า ซีไออี แอล เอ บี (CIE L* a* b*)[19] โดยค่าแอลคือความสว่างของสีโดยมีขอบเขตคือ 100 แสดงถึงสว่างที่สุด และ 0 แสดงถึงสีมืดที่สุด (Luminance, L*) ค่าเอ (a*) คือแกนสีแดง-ม่วง/น้ำเงิน-เขียว โดย +a* แสดงสีแดง-ม่วงเด่น ส่วน –a* แสดงสีน้ำเงิน-เขียวเด่น และบี (b*) คือแกนสีเหลือง-ม่วง/น้ำเงินโดย +b* แสดงสีเหลืองเด่น ส่วน -b* แสดงสีม่วง/น้ำเงินเด่น ทำการวัดสีฟันก่อนฟอกสีฟันโดยกำหนดให้เป็นค่าที่ได้จากวันเริ่มทำการทดสอบ (T0)

จากนั้นนำชิ้นฟันที่ผ่านการฟอกสีแล้ว 14 วันมาวัดสีอีกครั้งด้วยเครื่องวัดและเทียบสี กำหนดให้เป็นค่าหลังการฟอกสีฟัน (T14) นำค่าที่ได้จาก T0 และ T14 มาเปรียบเทียบสีที่เปลี่ยนแปลงไปทีละค่าคือค่าการเปลี่ยนแปลงความสว่าง (ΔL) ค่าการเปลี่ยนแปลงสีเอ (Δa) ค่าการเปลี่ยนแปลงสีบี (Δb) และนำค่าที่วัดได้ทั้ง 3 ค่ามาคำนวณออกมาเป็นค่าการเปลี่ยนแปลงสี (ΔE) ซึ่งคือความแตกต่างของสีของแต่ละชิ้นทดสอบที่เกิดขึ้นโดยคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้[20]

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{(1/2)}$$

นำค่า ΔE ก่อนและหลังการฟอกสี มาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (one-way ANOVA) รวมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ณ เวลาเดียวกันโดยใช้การทดสอบเปรียบเทียบเชิงซ้อนด้วยวิธีแทมแฮน (Tamhane's Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ผลการศึกษา

ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงสี

ในกลุ่มที่ 1 ถึงกลุ่มที่ 6 พบว่ามีค่าการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวมอยู่ในช่วง 2.13 - 15.17 จากการคำนวณค่าสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว พบว่าในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมผลลบมีค่าการเปลี่ยนแปลงสีแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มทดสอบอื่น ในขณะที่กลุ่มที่ 2 ถึงกลุ่มที่ 6 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 และเมื่อคำนวณค่าสถิติพบว่ากลุ่มร้อยละ 10 คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์

ในเจลข้าวมีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสีมากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 15.17±1.51 รองลงมาคือกลุ่มร้อยละ 35 คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ทางการค้าโดยมีค่าเท่ากับ 12.67±2.39 ทั้งนี้กลุ่มร้อยละ 10 คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ทางการค้า กลุ่มร้อยละ 20 คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ในเจลข้าวและกลุ่มร้อยละ 20 คาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ทางการค้ามีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสีใกล้เคียงกันโดยมีค่าเท่ากับ 11.14±4.37, 11.10±3.44 และ 10.98±3.51 ตามลำดับซึ่งมีค่าต่ำกว่าสองกลุ่มแรกที่กล่าว ในขณะที่กลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมพบว่าชิ้นฟันทดสอบที่แช่ในเจลข้าวที่ไม่ผสมสารฟอกสีฟันคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ ให้ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสีต่ำที่สุดคือ 2.13±0.89 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 *ค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงสี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในทุกกลุ่มทดสอบ*

Table 1 *Means and standard deviations of color change in all experimental groups*

Group	Mean of Delta E (SD)
Rice gel without CP (Control)	2.13 (0.89)b
10% CP Opalescence PF	11.14 (4.37)a
10% CP Rice bleaching gel	15.17 (1.51)a
20% CP Opalescence PF	10.98 (3.51)a
20% CP Rice bleaching gel	11.10 (3.44)a
35% CP Opalescence PF	12.67 (2.39)a

*carbamide peroxide= CP
potassium nitrate and fluoride = PF

ผลการทดสอบการแตกตัวของเพอร์ออกไซด์

จากการทดสอบการแตกตัวของเพอร์ออกไซด์ในเจลข้าวที่มีคาร์บาร์ไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 ด้วยวิธีการออกซิเดชันรีดักชันไทเทรชัน (oxidation reduction titration) พบว่ามีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เท่ากับ 3.54 และ 6.42 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ทางการค้าความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 20 ที่มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เท่ากับ 3.40 และ 6.31 ตามลำดับดังตารางที่ 2

บทวิจารณ์

ผลการวิจัยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงสีฟันมนุษย์ภายหลังการฟอกระหว่างเจลข้าว กับเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันและเจลฟอกสีฟันทางการค้า โดยเจลที่ผสมคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ในทุกความเข้มข้นไม่ว่าจะเป็นเจลข้าวหรือเจลทางการค้าให้ผลในการฟอกสีฟันให้ขาวขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมผลลบที่ไม่มีสารฟอกสี นอกจากนั้น

ตารางที่ 2 *แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละของความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นและที่คาดหวังไว้ในผลิตภัณฑ์สารฟอกสีฟันทางการค้าและค่าเฉลี่ยร้อยละของความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นในเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟัน*

Table 2 *Means of hydrogen peroxide concentration percent and expected hydrogen peroxide in commercial bleaching gel and means of hydrogen peroxide concentration percent in rice gel with bleaching agent*

Product	Active ingredient	Expected H_2O_2	Mean H_2O_2 concentration (%)
Opalescence® PF (Majeed A. et al 2015)	10% CP	3-3.35	3.40
Opalescence® PF (Majeed A. et al 2015)	20% CP	6-6.67	6.31
Rice gel with bleaching agent	10% CP	-	3.54
	20% CP	-	6.42

*carbamide peroxide= CP
potassium nitrate and fluoride = PF

ยังพบว่าเจลข้าวผสมคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิผลในการฟอกสีฟันได้ไม่ต่างจากเจลฟอกสีฟันทางการค้าในทุกความเข้มข้น รวมทั้งกลุ่มควบคุมผลบวกด้วย แต่ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงได้ผลการศึกษาที่เป็นไปตามสมมติฐานหลักคือ เจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันสามารถเปลี่ยนแปลงสีฟันมนุษย์ได้เทียบเสมือนเจลฟอกสีฟันทางการค้า แต่อย่างไรก็ตามมีการศึกษาที่พบว่าเมื่อค่าการเปลี่ยนแปลงสีมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 3.7 จะสามารถแยกสีที่เปลี่ยนแปลงไปด้วยตาเปล่าได้[21] ในขณะที่บางการศึกษาพบว่าสามารถแยกสีที่เปลี่ยนแปลงไปด้วยตาเปล่าได้เมื่อค่าการเปลี่ยนแปลงสีมีค่ามากกว่า 2 ขึ้นไป[21] ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบความแตกต่างของสีที่เปลี่ยนแปลงไปของกลุ่มทดสอบ เมื่อเทียบกับวันเริ่มต้นการทดสอบมีค่ามากกว่า 3.7 ดังนั้นการฟอกสีฟันในการศึกษานี้อาจสามารถสังเกตสีที่เปลี่ยนแปลงด้วยตาเปล่าได้

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าเจลข้าวที่นำมาใช้เป็นสารพื้นในการนำส่งสารฟอกสีฟัน ไม่มีผลขัดขวางการแตกตัวของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ในการเปลี่ยนแปลงสีของฟัน ทำให้สารฟอกสีฟันสามารถออกฤทธิ์ได้ ดังนั้นจึงสามารถนำเจลข้าวมาใช้เป็นสารพื้นทดแทนสารเคมีที่เป็นสารพื้นของเจลฟอกสีฟันทางการค้าได้ ซึ่งคุณสมบัติของเจลข้าวที่ไม่ส่งผลในการลดประสิทธิภาพสารออกฤทธิ์ที่ผสมอยู่ในนั้นเป็นคุณสมบัติที่ดีของสารพื้น สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาในการพัฒนาเจลข้าวมาทำเป็นเจลพื้นในระบบนำส่งยาสำหรับใช้ทางทันตกรรม ทำให้ลดการนำสารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้[22]

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลในการฟอกสีฟันมนุษย์ระหว่างกลุ่มทดสอบที่มีคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ทั้งในเจลข้าวและเจลทางการค้า พบว่ากลุ่มที่มีความเข้มข้นของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 มีการเปลี่ยนแปลงสีได้มากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มร้อยละ 20 เพราะระยะเวลาที่กำหนดให้ใช้ฟอกสีฟันมีความแตกต่างกันมาก คือกลุ่มที่มีความเข้มข้นของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 ใช้เวลาในการฟอกสีฟันนานกว่ากลุ่มที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 ประมาณสองเท่า จึงส่งผลต่อการแตกตัวของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาโดยประมาณครึ่งหนึ่งของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ในสารฟอกสีฟันจะแตกตัวภายใน 1-2 ชั่วโมงแรก และจะค่อย ๆ แตกตัวต่อไปเรื่อย ๆ[23] ทำให้กลุ่มที่มีความเข้มข้นของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 ที่มีระยะเวลาฟอกสีฟันยาวนานกว่ามีโอกาสจะปลดปล่อยสารฟอกสีฟันออกมาได้มากกว่า จึงให้ผลการเปลี่ยนแปลงสีที่มากกว่า

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสารฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นสูงสามารถเปลี่ยนแปลงสีได้เร็วกว่า และเกิดการเปลี่ยนแปลงของความสว่างและความเข้มของสีได้มากกว่าสารฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นต่ำ แต่ด้านชีวภาพแนะนำให้ใช้สารฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยงอาการข้างเคียง คือ อาการเสียวฟัน[24] อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าสารฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 และร้อยละ 17 ให้ผลการฟอกสีฟันใกล้เคียงกันภายหลังจากฟอกสีฟัน 1 สัปดาห์[25] สอดคล้องกับการวิจัยครั้งนี้ที่สารฟอกสีฟันทางการค้าที่มีความเข้มข้นของสารฟอกสีร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ให้ผลในการเปลี่ยนแปลงสีไม่แตกต่างกันมากนัก เช่นเดียวกันกับการศึกษาการฟอกสีเคลือบฟันวัวในห้องทดลองพบว่า ภายหลังการฟอกสีฟันด้วยคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ร้อยละ 10, 16 และ 37) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อวัดการเปลี่ยนแปลงสีเทียบกับตอนเริ่มต้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มความเข้มข้น[26]

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ฟอกสีฟันถูกผลิตออกมาจำหน่ายใน 2 ระบบ ได้แก่ ระบบหนึ่งส่วน (one-part system) ซึ่งประกอบด้วยสารฟอกสีฟันที่ออกฤทธิ์อยู่ในเจลหรืออีมัลชั่นและมีส่วนของสารคงเสถียรภาพ (stabilizer) ทำหน้าที่ป้องกันการแตกตัวของสารฟอกสีฟัน ระบบหนึ่งส่วนนี้จะสะดวกในการใช้งานแต่ใช้ได้เฉพาะกับสารฟอกสีฟันที่ความเข้มข้นต่ำเท่านั้น เพราะในความเข้มข้นสูงจะไม่เสถียรและแตกตัวได้ง่าย ส่วนระบบสองส่วน (two-part system) จะประกอบด้วยส่วนของสารฟอกสีฟันที่มีลักษณะเหลวเป็นน้ำและส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ช่วยเพิ่มความหนืด เมื่อผสมสองส่วนนี้เข้าด้วยกันแล้วต้องใช้งานทันที โดยระบบนี้มีข้อดีคือไม่มีการแตกตัวในบรรจุภัณฑ์ จึงใช้กับสารฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นสูงได้ ทำให้ฟอกสีฟันได้เร็วขึ้น แต่มีข้อเสียคือ

ต้องเสียเวลาผสมสารก่อนการฟอกสีฟัน อัตราส่วนในการผสมต้องไม่คลาดเคลื่อน และเมื่อผสมแล้วไม่สามารถเก็บส่วนที่เหลือไว้ใช้ครั้งต่อไปได้ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ที่เป็นระบบสองส่วน โดยนำเจลข้าวมาผสมกับคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ก่อนการฟอกสีฟัน เนื่องจากเจลข้าวที่นำมาใช้ในการศึกษานี้เป็นนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ทำให้ยังไม่มีการศึกษาเรื่องเสถียรภาพและผลต่อการแตกตัวของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษาต่อไปเกี่ยวกับเสถียรภาพและผลการแตกตัวของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ ในเจลข้าวเพื่อพัฒนาต่อยอดการใช้เจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันในรูปแบบระบบหนึ่งส่วน ในขณะที่เจลฟอกสีฟันทางการค้าที่นำมาศึกษาอยู่ในรูปของระบบหนึ่งส่วน[27]

เมื่อพิจารณาประสิทธิผลในการฟอกสีของเจลที่มีความเข้มข้นของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ที่เท่ากัน พบว่าเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันให้ผลการเปลี่ยนแปลงสีไม่แตกต่างทางสถิติจากเจลฟอกสีฟันทางการค้า แต่ค่าการเปลี่ยนแปลงสีที่มากกว่าอาจเป็นเพราะเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันเป็นระบบสองส่วนที่ทำการผสมแล้วใช้งานทันที ทำให้ไม่มีการแตกตัวของสารฟอกสีฟันก่อนหรือหากมีการแตกตัวก็เกิดขึ้นน้อยมาก ขณะที่เจลฟอกสีฟันทางการค้าเป็นระบบหนึ่งส่วน ซึ่งมีการศึกษาที่พบว่าหากเก็บเจลฟอกสีฟันระบบหนึ่งส่วนไว้เป็นเวลา 1 เดือน ปริมาณของสารฟอกสีฟันจะมีความเข้มข้นเหลือร้อยละ 95 ของสารฟอกสีฟันตั้งต้น เมื่อเวลาผ่านไป 2 เดือน สารฟอกสีฟันจะมีความเข้มข้นลดลงเหลือร้อยละ 90 และเมื่อผ่านไป 3 เดือน ความเข้มข้นของสารฟอกสีฟันจะลดลงอีก คือเหลือร้อยละ 80[27] นอกจากนี้สารฟอกสีฟันสามารถแตกตัวเสื่อมสลายได้เมื่อถูกกระตุ้นด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นและเวลาที่ผ่านไป ดังนั้นเจลฟอกสีฟันทางการค้าที่เป็นระบบหนึ่งส่วนจึงมีโอกาสเสื่อมสลายหลังจากผลิตออกมาจากบริษัทได้มากกว่าเจลฟอกสีฟันที่เป็นระบบสองส่วน ทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงสีลดลงได้

ทั้งนี้มีการศึกษาเกี่ยวกับร้อยละความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจริงกับความเข้มข้นไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่คาดไว้ โดยพบว่าในเจลฟอกสีฟันทางการค้าที่มีคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 และ 20 มีความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจริงใกล้เคียงกับความเข้มข้นไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่คาดหวังไว้ ดังตารางที่ 2[18] โดยเจลฟอกสีฟันทางการค้ายี่ห้อ Opalescence® PF ที่มีความเข้มข้นของคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 และร้อยละ 20 มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจริงร้อยละ 3.4 และ 6.31 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นจริงในเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันที่มีคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 และร้อยละ 20 ที่วัดโดยวิธีการออกซิเดชันรีดักชันไทเทรชัน (oxidation reduction titration) ได้ร้อยละ 3.54 และ 6.42 ตามลำดับซึ่งอยู่ในระดับใกล้เคียงกับเจลฟอกสีฟันทางการค้าที่มีร้อยละของสารฟอกสีฟันเท่ากัน

จากผลการศึกษาพบว่าเจลฟอกสีฟันทุกชนิดสามารถฟอกสีฟันได้ดีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากเจลฟอกสีฟันที่เป็นตัวควบคุมผลบวกที่มีคาร์บาไมด์-เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 35 ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ผลิตภัณฑ์เจลฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นต่ำกว่าเพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อฟันและเนื้อเยื่อ รวมทั้งควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันที่มีคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ความเข้มข้นต่ำให้มีระยะเวลาในการฟอกน้อยลง เพื่อลดโอกาสการเกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อบริเวณช่องปาก เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพของเจลฟอกสีฟัน จะพบว่าเจลฟอกสีฟันทางการค้ามีความข้นและจับตัวเป็นก้อนมากกว่าเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันโดยเจลฟอกสีฟันทางการค้าจะไหลแผ่ไปบนฟันได้ยากกว่าเมื่อไม่ได้ใช้งานร่วมกับถาดฟอกสีฟัน ในขณะที่เจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันนั้นมีความไหลแผ่ไปบนฟันได้ดีกว่า ทำให้ผิวฟันถูกเคลือบไปด้วยสารฟอกสีฟันในขณะทำการทดลองได้ดีกว่า ซึ่งอาจส่งผลให้กลุ่มเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีฟันมากกว่าได้ แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเมื่อใช้เจลฟอกสีฟันร่วมกับถาดฟอกสีฟัน เจลฟอกสีฟันควรมีความข้นหนืดในระดับหนึ่งโดยไม่ไหลลงมาโดนเหงือกของผู้ป่วย และควรเคลือบติดบนผิวฟันได้นานทำให้ออกฤทธิ์การทำงานตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแต่ละความเข้มข้นที่แตกต่างกันได้

การศึกษาครั้งนี้พิจารณาฟอกสีฟันทั้งชั้นเคลือบฟันและเนื้อฟันซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการวิเคราะห์อภิมาน (meta-analysis) ของ Kwon และคณะที่กล่าวว่าการ

เปลี่ยนแปลงของสีฟันขึ้นกับส่วนของทั้งเคลือบฟันและเนื้อฟัน โดยเคลือบฟันเกิดจากการที่ความโปร่งแสงลดลงและเนื้อฟันที่จะเกิดปฏิกิริยากับองค์ประกอบที่เป็นอินทรีย์ (organic matrix)[7] แต่ในทางคลินิกแล้วการฟอกสีฟันจะไม่ได้มีการเผยผึ่งของชั้นเนื้อฟันซึ่งส่งผลให้งานวิจัยนี้ไม่สามารถจำลองสภาวะในช่องปากได้อย่างสมบูรณ์ ประกอบกับเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันเป็นระบบสองส่วนซึ่งมีอายุการใช้งานสั้น จึงควรพัฒนาเจลข้าวผสมสารฟอกสีฟันที่มีความเข้มข้นของสารฟอกสีฟันให้เป็นระบบหนึ่งส่วนเพื่อให้สะดวกในการใช้งาน โดยยังคงมีประสิทธิภาพไม่ด้อยกว่าระบบสองส่วนและควรมีความเหนียวข้นมากขึ้น เพื่อจำกัดการไหลแผ่ นอกจากนี้ควรศึกษาเกี่ยวกับการยึดติดของฟันที่ผ่านการฟอกสีฟันกับวัสดุบูรณะฟันชนิดต่าง ๆ หรือผลทางกายภาพอื่น ๆ ที่มีผลต่อฟันที่ผ่านการฟอกสีฟัน

บทสรุป

การศึกษานี้สรุปว่าเจลข้าวที่ผสมสารฟอกสีฟันคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์สามารถฟอกสีชิ้นฟันมนุษย์ได้เทียบเสมือนกับเจลฟอกสีฟันทางการค้าเมื่อประเมินโดยใช้เครื่องวัดและเทียบสี โดยเจลข้าวที่มีคาร์บาไมด์เพอร์ออกไซด์ร้อยละ 10 สามารถเปลี่ยนแปลงสีของชิ้นฟันได้มากที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มทดลองอื่น ทั้งนี้สามารถใช้เจลข้าวเป็นตัวนำส่งสารฟอกสีฟันเข้าสู่ช่องปากได้โดยยังคงประสิทธิภาพการฟอกสีฟันได้เทียบเสมือนเจลทางการค้า

เอกสารอ้างอิง

1. Odioso L, Gibb R, Gerlach R. Impact of demographic, behavioral, and dental care utilization parameters on tooth color and personal satisfaction. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 2000; (29): 35-41.
2. Sarrett DC. Tooth whitening today. *J Am Dent Assoc* 2002; 133(11): 1535-1538.
3. Giachetti L, Bertini F, Bambi C, Nieri M, Scaminaci Russo D. A randomized clinical trial comparing at-home and in-office tooth whitening techniques: A nine-month follow-up. *J Am Dent Assoc* 2010; 141(11): 1357-1364.
4. Auschill T, Hellwig E, Schmidale S, Sculean A, Arweiler N. Efficacy, side-effects and patients' acceptance of different bleaching techniques (OTC, in-office, at-home). *Oper Dent* 2005; 30(2): 156-163.
5. Zekonis R, Matis B, Cochran M, Shetri SA, Eckert G, Carlson T. Clinical evaluation of in-office and at-home bleaching treatments. *Oper Dent* 2003; 28(2): 114-121.
6. Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J* 2014; 26(2): 33-46.
7. Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent* 2015; 27(5): 240-257.
8. Dahl J, Pallesen U. Tooth bleaching—a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003; 14(4): 292-304.
9. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent* 2006; 34(7): 412-419.
10. Minoux M, Serfaty R. Vital tooth bleaching: Biologic adverse effects—A review. *Quintessence Int* 2008; 39(8): 645-659.
11. Rodrigues JA, Oliveira GP, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz Oral Res* 2007; 21(2): 170-175.
12. Preston PW, Finch TM. Allergic contact dermatitis from glycerin in a moisturizing cream. *Contact Dermatitis* 2003; 49(4): 221-222.
13. Hannuksela M, Forstrom L. Contact hypersensitivity to glycerol. *Contact Dermatitis* 1976; 2(5): 291.
14. American Dental Association (ADA) Council of Scientific Affairs. *Tooth whitening/bleaching: treatment considerations for dentists and their patients*. Chicago: ADA. 2009.
15. Okonogi S, Kaewpinta A, Khongkhunthian S, Yotsawimonwat S. Effect of rice variety on the physicochemical properties of the modified rice

powders and their derived mucoadhesive gels. *Drug Discov Ther* 2015; 9(3): 221-228.

16. Okonogi S, Kaewpinta A, Yotsawimonwat S, Khongkhunthian S. Preparation and characterization of lidocaine rice gel for oral application. *Drug Discov Ther* 2015; 9(6): 397-403.
17. Burki Z, Watkins S, Wilson R, Fenlon M. A randomised controlled trial to investigate the effects of dehydration on tooth colour. *J Dent* 2013; 41(3): 250-257.
18. Majeed A, Farooq I, Grobler SR, Moola MH. In vitro evaluation of variances between real and declared concentration of hydrogen peroxide in various tooth-whitening products. *Acta Odontol Scand* 2015; 73(5): 387390.
19. Sikri VK. Color: Implications in dentistry. *J Conserv Dent* 2010; 13(4): 249.
20. Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent* 2014; 42(6): 637-644.
21. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A new, small-color-difference equation for dental shades. *J Dent Res* 1990; 69(11): 1762-1764.
22. Kaewpinta A, Khongkhunthian S, Chaijareenont P, Okonogi S, Tooth whitening efficacy of piymented rice gels containing carbamide percxide. *Drug Discov Ther*. 2018; 12(3): 126-132
23. Haywood VB. A comparison of at-home and in-office bleaching. *Dent Today* 2000; 19(4): 44-53.
24. Carlos NR, Bridi EC, Amaral F, Franca F, Turssi CP, Basting RT. Efficacy of Home-use Bleaching Agents Delivered in Customized or Prefilled Disposable Trays: A Randomized Clinical Trial. *Oper Dent* 2017; 42(1): 30-40.
25. Braun A, Jepsen S, Krause F. Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dent Mater* 2007; 23(2): 165-169.
26. Meireles SS, Fontes ST, Coimbra LA, Della Bona A, Demarco FF. Effectiveness of different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching: an in vitro study. *J Appl Oral Sci* 2012; 20(2): 186-191.
27. Jensen SD, Fischer DE. *Dental bleaching compositions with high concentrations of hydrogen peroxide*. Google Patents; 1999.