การตั้งตำรับและประเมินสารหล่อลื่นในช่องปากที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักสำหรับงานทันตกรรมผู้สูงอายุ

วรายุทธ โชติประกายเกียรติ* นุชวรา สารสิทธิ์ ปภาวี เกิดวังหิน** ปรัชญา ยายอด** พันไมล์ เพชรประดับ** ภัชรพล สำเนียง*****

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อตั้งตำรับและประเมินคุณสมบัติของสารหล่อลื่นในช่องปากที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ: ตั้งตำรับสารหล่อลื่นจากน้ำปราศจากไอออน สารก่อเนื้อเจล และสารเพิ่มความชุ่มชื้น ประเมินคุณสมบัติโดยเปรียบเทียบค่าความหนืดจากเครื่องวัดความหนืดบรุคฟิลด์ชนิดโคนและแผ่นเรียบ ใช้สถิติ Kruskal-Wallis test และ Mann-Whitney U Test เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดและความเข้มข้นของสารไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลในสารรูปเจลและเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพกับเควายเจลลี่

ผลการทดลอง: ค่าความหนืดของสารรูปเจลมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของสารก่อเนื้อเจล โดยที่สารรูปเจลสูตรที่ 3 (2.8%ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส) มีความหนืดมากที่สุด สารรูปเจลสูตรที่ 2 (2.7% ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส) มีความหนืดรองลงมาซึ่งมีค่าความหนืดใกล้เคียงกับเควายเจลลี่ (KY® jelly) และสารรูปเจลสูตรที่ 1 (2.6% ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส) มีความหนืดน้อยที่สุด โดยความหนืดของสารทุกสูตรที่ 25 องศาเซลเซียส มีค่ามากกว่าที่ 37 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ค่าความหนืดของสารทุกสูตรมีแนวโน้มลดลงที่เวลา 1 เดือนและ 3 เดือน ภายหลังการผสม

สรุป: สารรูปเจลสูตรที่ 2 มีโอกาสพัฒนาต่อเพื่อใช้สำหรับการทำหัตถการในผู้สูงอายุ เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพและความหนืดใกล้เคียงกับสารหล่อลื่นเควายเจลลี่และคาดว่ามีความเหมาะสมในการใช้ในช่องปากมากที่สุด

คำสำคัญ: สารหล่อลื่นในช่องปาก สุขภาพช่องปาก ผู้สูงอายุ

Received Date: Oct 11, 2021
Revised Date: Nov 24, 2021
Accepted Date: Mar 10, 2022

**ภาควิชาชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000*

***คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000*

****ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000*

Formulation and evaluation of a water-based oral lubricant for using in geriatric dentistry

Warayut Chotprakaikiat* Nuchwara Sarasit Papawi Kerdwanghin** Pratya Yayord** Panmile Phetpradub** Patcharaphol Samnieng*****

Abstract

Objective: The purpose of this study was to formulate and evaluate water-based oral lubricants for using in elderly patients.

Materials and Methods: Chief components of the water-based oral lubricants were deionized water, gel-forming agent (Hydroxypropyl methylcellulose; HPMC) and moisturizer. Viscosity was evaluated by cone and plate Brookfield viscometer. The statistics of Kruskal-Wallis test and Mann-Whitney U Test were used to determine the relationship between the viscosity and concentration of hydroxypropyl methylcellulose in the gel formulation and to compare the physical properties with KY® jelly.

Results: This study showed that viscosity of the water-based oral lubricants was increased as a concentration manner of gel-forming agent. Viscosity of formula 3 lubricant (2.8% HPMC) was highest and followed by viscosity of formula 2 lubricant (2.7% HPMC), which was as similar as of KY® jelly, and formula 1 lubricant (2.6% HPMC), respectively. Viscosity of all lubricants at 25 °C was higher than at 37 °C. Furthermore, viscosity of all lubricant was decreased at 1 and 3 months after formulation.

Conclusions: It is possible to develop formula 2 lubricant for using in elders, because physical character and viscosity are as same as KY® jelly. It may be suitable for using in oral cavity as expected.

Keywords: Oral lubricant, Oral health, Elderly

**Department of Oral Biology, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Tha Pho, Mueang, Phitsanulok District, Phitsanulok 65000, Thailand.*

***Faculty of Dentistry, Naresuan University, Tha Pho, Mueang, Phitsanulok District, Phitsanulok 65000, Thailand.*

****Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Tha Pho, Mueang, Phitsanulok District, Phitsanulok 65000, Thailand.*

บทนำ (Introduction)

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากรโดยมีสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น ประเทศไทยจะกลายเป็นสังคมสูงอายุอย่างสมบูรณ์ในปี 2564 เมื่อสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปสูงถึงร้อยละ20จำนวนประชากรสูงอายุที่จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในอนาคต (1) “ผู้สูงอายุ” หมายความว่า บุคคลซึ่งมีอายุเกินหกสิบปีบริบูรณ์ขึ้นไปและมีสัญชาติไทย (2) ผู้สูงอายุจะมีความเสื่อมถอยของสภาพทางร่างกายในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การเคลื่อนไหวที่ช้าลง ระบบประสาทและสมองทำงานช้าลง มีปัญหาด้านการมองเห็นและการได้ยิน ผิวหนังเหี่ยวย่น ผมหงอก กระดูกเปราะแตกง่าย รวมถึงระบบอื่น ๆ ภายในร่างกาย เช่น ระบบย่อยอาหารจะมีการหลั่งน้ำย่อยต่าง ๆ ลดลง มีผลต่อการย่อยและดูดซึมอาหาร อาจทำให้เกิดภาวะขาดสารอาหารตามมา (3) นอกจากนี้ สภาวะภายในช่องปากของผู้สูงอายุได้มีการเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ เยื่อบุบริเวณกระพุ้งแก้ม เพดานปาก ริมฝีปาก บริเวณใต้ลิ้น เหงือก และลิ้น โดยเนื้อเยื่อเหล่านี้จะมีความหนาและมีความยืดหยุ่นลดลง สังเกตได้จากลักษณะเส้นเลือดขอดใต้ลิ้นที่มักพบในผู้สูงอายุ แสดงถึงการมีชั้นเนื้อเยื่อที่บางลง นอกจากนี้ในผู้สูงอายุยังปริมาณมีน้ำลายลดลง ทำให้ริมฝีปากและเนื้อเยื่อในช่องปากขาดความชุ่มชื้น ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บได้ง่าย และเกิดภาวะปากแห้ง โดยอาจเกิดการบาดเจ็บได้ในระหว่างทำหัตถการในช่องปาก เกิดจ้ำเลือดและบางกรณีอาจทำให้แผลหายช้า (4-7) ซึ่งการใช้สารหล่อลื่นทาในช่องปากให้กับผู้ป่วยสูงอายุก่อนและระหว่างทำหัตถการทางทันตกรรม สามารถช่วยลดโอกาสการเกิดการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อในช่องปากได้

ในผู้สูงอายุที่พบภาวะปากแห้งและน้ำลายน้อยส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ ในช่องปากในขณะทำการรักษาทางทันตกรรม โดยสารหล่อลื่นจะช่วยเพิ่มความชุ่นชื้นในช่องปากและลดโอกาสการเกิดการบาดเจ็บได้ ซึ่งสารหล่อลื่นที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักและได้รับความนิยมที่มีขายตามท้องตลาด คือสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้มีการนำสารหล่อลื่นเควายเจลลี่มาใช้ในการเปรียบเทียบค่าความหนืดกับสารหล่อลื่นชนิดใหม่ที่ได้ตั้งตำรับขึ้น ส่วนการนำสารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลักมาใช้ในการเปรียบเทียบค่าความหนืดกับสารที่ได้ตั้งตำรับขึ้นนั้น เนื่องจากทางทันตกรรมได้มีการนำสารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลักมาใช้ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บในช่องปากระหว่างการทำหัตถการ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการสำลักสารนี้เข้าไปในปอดได้ในผู้ป่วยบางรายและทำให้เกิดภาวะปอดอักเสบจากน้ำมัน (exogenous lipoid pneumonia) ได้ (11)

คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภายในช่องปากของผู้สูงอายุจึงสนใจที่จะผลิตสารหล่อลื่นในช่องปากที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักขึ้นมา เพื่อใช้ในช่องปากของผู้ป่วยและลดโอกาสการบาดเจ็บในระหว่างทำหัตถการ ซึ่งสารดังกล่าว หมายถึง สารที่ใช้ทาในช่องปากเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่ริมฝีปากและเนื้อเยื่อในช่องปากขณะทำหัตถการ รวมทั้งประเมินคุณสมบัติของสารหล่อลื่นในช่องปากที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ทั้งนี้เพื่อนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการต่อยอดงานวิจัยต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)
การตั้งตำรับ

สารหล่อลื่นในช่องปากที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก คือ สารที่มีความหนืดที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถคงตัวอยู่ในช่องปากได้ และสามารถให้ความชุ่มชื้นกับเยื่อเมือกในช่องปากได้ ซึ่งส่วนประกอบที่มีผลต่อคุณสมบัติของสารหล่อลื่น คือ ตัวทำละลาย (solvent) สารก่อเนื้อเจล (gel-forming compound) สารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) สารเก็บความชื้น (humectant) สารกันเสีย (preservative)

ในการตั้งตำรับนี้สารที่ใช้ได้แก่ น้ำปราศจากไอออน (deionized water) เป็นตัวทำละลาย ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (hydroxypropyl methylcellulose, HPMC) เป็นสารก่อเนื้อเจล ไดโซเดียม อีดีทีเอ (disodium EDTA) เป็นสารเพิ่มความคงตัว กลีเซอรีน (glycerin) และโพรไพลีน ไกลคอล (propylene glycol) เป็นสารเก็บความชื้น โพแทสเซียม ซอร์เบต (potassium sorbate) เป็นสารกันเสีย

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสารหล่อลื่นในช่องปากที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักแต่ละสูตร
Table 1. The 3 formula of ingredient of water-based oral lubricant.

ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
Deionized water (ml)	166.4	166.2	166.0
Disodium EDTA (g)	0.20	0.20	0.20
Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) (g)	5.20	5.40	5.60
Glycerin (ml)	16	16	16
Propylene glycol (ml)	12	12	12
Potassium sorbate (g)	0.20	0.20	0.20
ปริมาตรรวมของสารหล่อลื่นในช่องปาก โดยประมาณ (ml)	200	200	200
อัตราส่วนของ HPMC ต่อปริมาตรรวม (%w/v)	2.6	2.7	2.8

ขั้นตอนการผสม (8)

ตั้งอุณหภูมิเครื่องกวนสารชนิดแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 นาที แล้วใส่น้ำปราศจากไอออน ปริมาณตามตารางที่ 1 สูตรที่ 1 ร่วมกับใส่แท่งแม่เหล็กคนสารลงในขวดเก็บสารเคมี จากนั้นหมุนปรับความเร็วในการผสมให้เหมาะสม แล้วใส่ไดโซเดียม อีดีทีเอปริมาณตามสูตรที่ 1 ลงในขวดเก็บสารเคมี แล้วตั้งทิ้งไว้ 5 นาที บนเครื่องกวนสารชนิดแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นโปรยสารไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส ตามสูตรที่ 1 ลงในขวดเก็บสารเคมีเป็นเวลา 5 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 45 นาที บนเครื่องกวนสารชนิดแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสหรือจนสารละลายทั้งหมด ทำการตั้งอุณหภูมิเครื่องกวนสารชนิดแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อน อีกเครื่องหนึ่งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วนำขวดเก็บสารเคมีมาตั้งบนเครื่องกวนสารชนิดแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จากนั้นหมุนปรับความเร็วในการผสมให้เหมาะสม แล้วใส่กลีเซอรีนปริมาณ ตามสูตรที่ 1 และโพรไพลีน ไกลคอลปริมาณ ลงในขวดเก็บสารเคมีแล้วตั้งทิ้งไว้ 3 นาที บนเครื่องกวนสารชนิดแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส แล้วใส่โพแทสเซียม ซอร์เบต ลงในขวดเก็บสารเคมี แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที บนเครื่องกวนสารชนิดแม่เหล็กพร้อมให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เย็น และวัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยใช้กระดาษวัดค่าพีเอ ก่อนนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและความหนืดทันทีภายหลังการผสมและทำการเตรียมสารรูปเจล สูตรที่ 2 และ 3 โดยเปลี่ยนแปลงปริมาณของไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสตามสูตรที่ 2 และ 3 ในตารางที่ 1 ตามลำดับโดยใส่น้ำปราศจากไอออน ปริมาณตามสูตรที่ 2 และ 3 ในตารางที่ 1 ตามลำดับ และทำการเตรียมสารรูปเจลสูตรที่ 1-3 อีกจำนวน 2 ชุด แล้วเก็บสารรูปเจลที่ตั้งตำรับไว้ในตู้เก็บสารที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สำหรับการทดสอบที่ 1 และ 3 เดือนต่อไป

การศึกษาคุณสมบัติของสารหล่อลื่นในช่องปากที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก

การวัดค่าความหนาแน่น (density) (9)

ชั่งน้ำหนักของสารรูปเจลสูตรที่ 1 ในหน่วยกรัม โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้ววัดปริมาตรของสารรูปเจลสูตรที่ 1 ในหน่วยมิลลิลิตร โดยใช้ไมโครปิเปตและบรรจุสารลงในไมโครทิวป์ คำนวณหาค่าความหนาแน่นจากสูตร จากนั้นทำซ้ำในสารรูปเจลสูตรที่ 2 และ 3 โดยทำซ้ำสูตรละ 3 ครั้ง

การวัดค่าความหนืด (viscosity) (10)

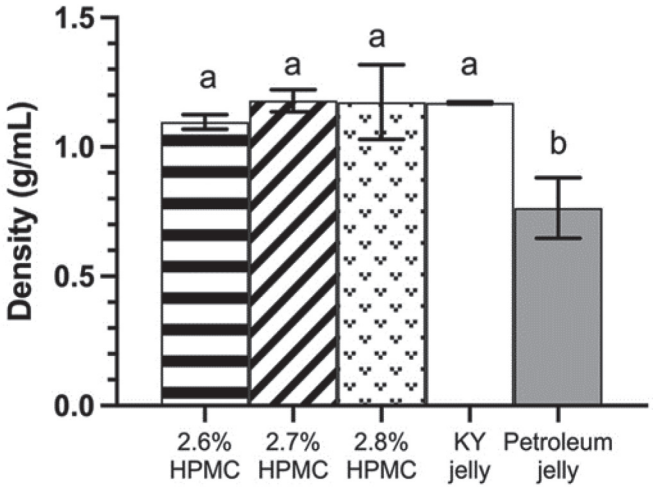
นำสารรูปเจลสูตรที่ 1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงชุดใส่ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องวัดความหนืดบรุคฟิลด์ ชนิดโคนและแผ่นเรียบร่วมกับหัวเข็มเบอร์ 51 (CPA-51Z) จากนั้นปรับความเร็วรอบของการหมุนให้มีค่าเท่ากับ 3 รอบต่อนาที โดยบันทึกค่าเฉลี่ยความหนืดทุก ๆ 10 วินาที เป็นระยะเวลา 5 นาที (multipoint average) ในหน่วยเซ็นติพอยส์ แล้วทำซ้ำในสารรูปเจลสูตรที่ 1-3 สูตรละ 3 ชุด ชุดละ 5 ครั้ง จากนั้นทดสอบค่าความหนืดของสารรูปเจลทั้งหมดทันทีภายหลังการผสม 1 และ 3 เดือน ที่ 25 องศาเซลเซียสและ 37 องศาเซลเซียส โดยที่ 25 องศาเซลเซียสแทนการใช้สารที่อุณหภูมิห้อง และ 37 องศาเซลเซียสแทนการใช้สารภายในช่องปาก

สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

ใช้โปรแกรมสถิติ SPSS version 20 (SPSS Inc., Chicago, USA) ใช้สถิติ Kruskal-Wallis test และ Mann-Whitney U Test เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดและความเข้มข้นของสารไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลในสารรูปเจลและเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพกับเควายเจลลี่ โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ 0.05

ผลการทดลอง (Results)

เมื่อโปรยสารก่อเนื้อเจลไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (HPMC) ในระหว่างการผสมสาร สารละลายที่ได้มีลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนไป คือ มีความหนืดของสารละลายเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม สารรูปเจลทั้ง 3 สูตรมีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายกัน คือเป็นเจลใส ไม่มีสี ไม่มีตะกอน ไม่เป็นสารแขวนลอย มีความเป็นเนื้อเดียวกัน และมีกลิ่นของสารเคมีร่วมด้วย จากการทดสอบคุณสมบัติของสาร ด้วยการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารรูปเจลทั้ง 3 สูตร พบว่าอยู่ในช่วง 4.0-5.0 ส่วนการทดสอบค่าความหนาแน่น (D) ของสารหล่อลื่นที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักและสารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก (petroleum jelly) แสดงผลดังรูปที่ 1



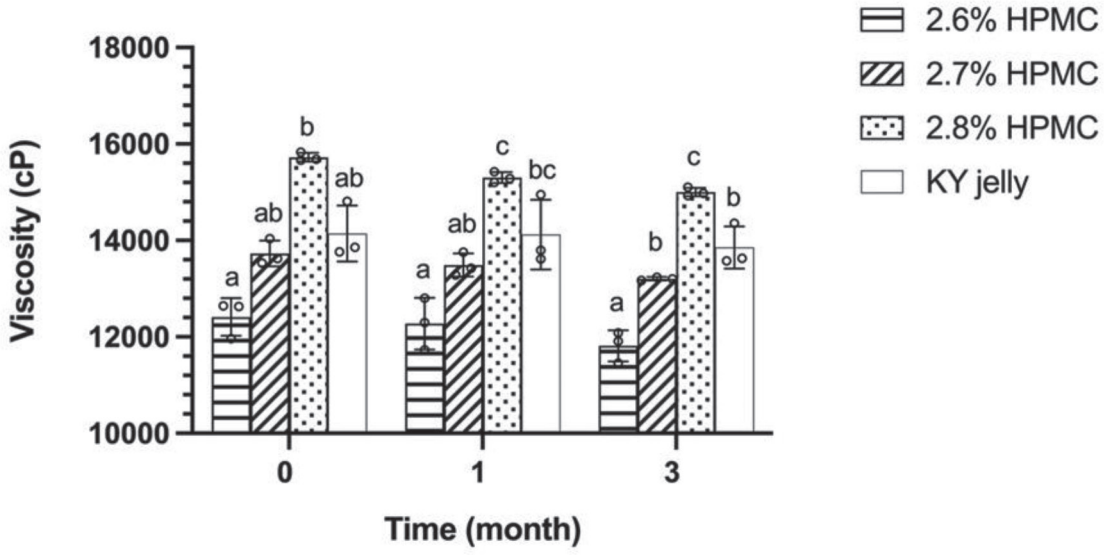
(X= oral lubricant, Y= density (g/mL)

รูปที่ 1 กราฟแสดงความหนาแน่นของสารหล่อลื่นที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักเทียบกับสารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก

Fig 1. Graph compared density of water-based oral lubricant and petroleum-based oral lubricant.

โดยที่แกนแนวนอนคือสารหล่อลื่นแต่ละชนิด และแกนแนวตั้งแสดงค่าความหนาแน่น หน่วยเป็นกรัมต่อมิลลิลิตร (กรัม/มิลลิลิตร) กำหนดให้ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง กลุ่มทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $n = 3$) และให้ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง กลุ่มทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากรูปที่ 1 พบว่า สารรูปเจลทุกสูตรและสารหล่อลื่นเควายเจลลี่มีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกัน คือ สารรูปเจลสูตรที่ 1 (2.6% HPMC) สูตรที่ 2 (2.7% HPMC) สูตรที่ 3 (2.7% HPMC) และสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ มีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1.097 ± 0.028, 1.179 ± 0.43, 1.174 ± 0.145 และ 1.170 ± 0.004 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่สารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลักมีความหนาแน่นน้อยที่สุด (D = 0.764 ± 0.117) และค่าความหนาแน่นของสารรูปเจลทุกสูตรและสารหล่อลื่นเควายเจลลี่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าความหนาแน่นของสารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก ($p < 0.01$)



รูปที่ 2 กราฟแสดงค่าความหนืดของสารหล่อลื่นที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักภายหลังการผสมทันที 1 เดือนและ 3 เดือน ที่ 25 องศาเซลเซียส

Fig. 2 Graph showing the viscosity of water-based lubricants after 1 month and 3 months of mixing at 25 °C.

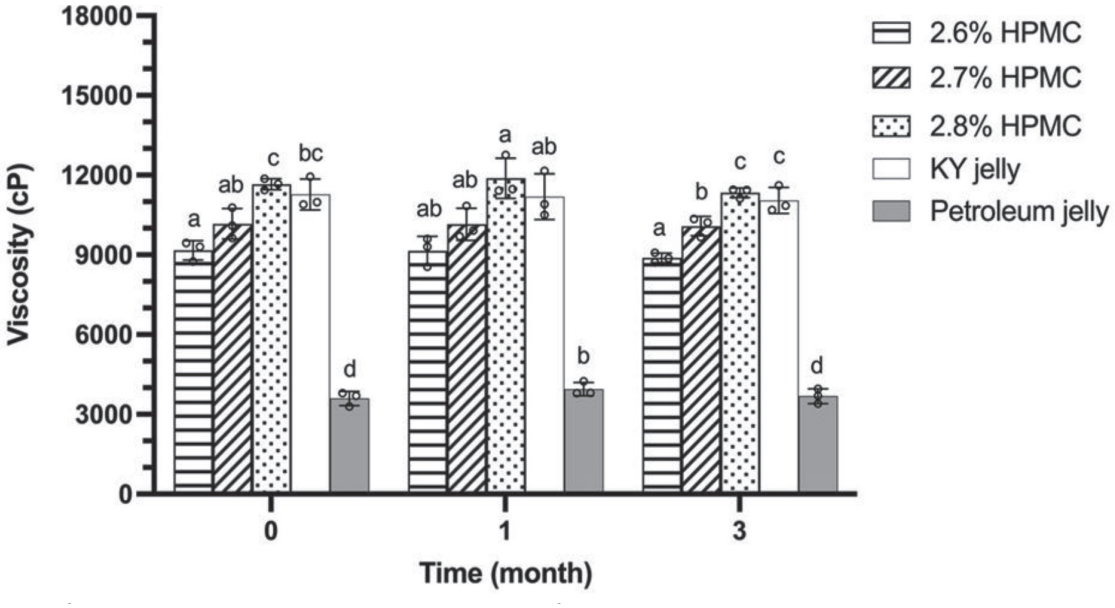
โดยที่แกนแนวนอนคือระยะเวลาภายหลังการผสมสารรูปเจลและแกนแนวตั้งแสดงค่าความหนืด หน่วยเป็น เซนติพอยส์ และกำหนดให้ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง กลุ่มทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $n = 3$) และให้ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง กลุ่มทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดสอบด้วยเครื่องวัดความหนืดชนิดโคนและแผ่นเรียบที่ 25 องศาเซลเซียส ภายหลังการผสมทันที (รูปที่ 2) พบว่าความหนืดของสารรูปเจลสูตรที่ 1 มีค่าความหนืดน้อยที่สุด โดยที่มีค่าความหนืดเฉลี่ยเท่ากับ 12,411.78 ± 390.87 เซนติพอยส์ ในขณะที่สารรูปเจลสูตรที่ 2 มีค่าความหนืดเฉลี่ยเท่ากับ 13,728.88 ± 268.45 เซนติพอยส์ สารรูปเจลสูตรที่ 3 มีค่าความหนืดเฉลี่ย

เท่ากับ 15,725.22±91.75 เซนติพอยส์และสารหล่อลื่นเควายเจลลี่มีค่าความหนืดเฉลี่ยเท่ากับ 14,143.25 ± 581.42 เซนติพอยส์ โดยมีค่าความหนืดของสารรูปเจลสูตรที่ 1 ที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารรูปเจลสูตรที่ 3 ($p = 0.0134$) เท่านั้น และค่าความหนืดของสารรูปเจลสูตรที่ 2 และสารหล่อลื่นเควายเจลลี่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับค่าความหนืดของสารรูปเจลสูตรที่ 1 หรือของสารรูปเจลสูตรที่ 3 ($p > 0.05$)

ที่ระยะเวลา 1 เดือนภายหลังการผสม ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ค่าความหนืดของสารรูปเจลสูตรที่ 1 ยังคงมีค่าความหนืดน้อยที่สุด (12,274.81 ± 538.29 เซนติพอยส์) และรูปเจลสูตรที่ 3 มีค่าความหนืดมากที่สุด (15,303.03 ± 114.11 เซนติพอยส์) โดยทั้ง 2 สูตรมีค่าความหนืดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ในขณะที่ค่าความหนืดของสารรูปเจลสูตรที่ 2 (13,489.80 ± 241.45 เซนติพอยส์) และสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ (14,121.08 ± 721.73 เซนติพอยส์) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้สารหล่อลื่นเควายเจลลี่มีค่าความหนืดแตกต่างกับสารรูปเจลสูตรที่ 1 ($p = 0.005$) แต่ไม่แตกต่างกับสารรูปเจลสูตรที่ 3 ($p > 0.05$)

เมื่อเก็บสารรูปเจลไว้ที่ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 เดือน ค่าความหนืดของสารรูปเจลสูตรที่ 2 (13,205.11 ± 35.09 เซนติพอยส์) และสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ (13,853.92 ± 433.93 เซนติพอยส์) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าความหนืดแตกต่างกับสารรูปเจลสูตรที่ 1 (11,815.72 ± 322.86 เซนติพอยส์; $p = 0.001$, $p < 0.001$ ตามลำดับ) และสารรูปเจลสูตรที่ 3 (15,002.14 ± 88.34 เซนติพอยส์; $p < 0.001$, $p = 0.004$ ตามลำดับ)



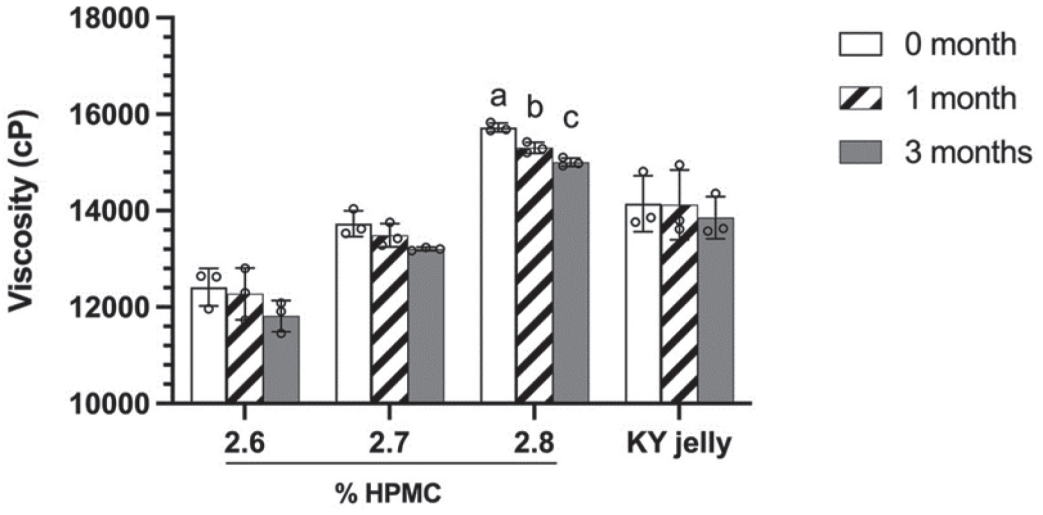
รูปที่ 3 กราฟแสดงค่าความหนืดของสารหล่อลื่นภายหลังการผสมทันที 1 เดือนและ 3 เดือนที่ 37 องศาเซลเซียส

Fig. 3 Graph showing the viscosity of the lubricant immediately after mixing at 1 month and 3 months at 37 °C.

โดยที่แกนแนวนอนคือระยะเวลาภายหลังการผสมสารรูปเจล และแกนแนวตั้งแสดงค่าความหนืดหน่วยเป็น เซนติพอยส์ และกำหนดให้ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง กลุ่มทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $n = 3$) และให้ตัวอักษรที่เหมือนกัน หมายถึง กลุ่มทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดสอบด้วยเครื่องวัดความหนืดที่ 37 องศาเซลเซียส (รูปที่ 3) พบว่าภายหลังการผสมทันทีสารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลักมีค่าความหนืดน้อยที่สุดและต่างจากค่าความหนืดของสารกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3,597.16 ± 266.92 เซนติพอยส์; $p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าสารรูปเจลสูตรที่ 3 มีค่าความหนืดมากที่สุด (11,657.62 ± 208.49 เซนติพอยส์) ซึ่งไม่แตกต่างจากค่าความหนืดของสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ (11,270.46 ± 577.27 เซนติพอยส์ ; $p > 0.05$) ในขณะที่สารรูปเจลสูตรที่ 1 (9,170.42 ± 366.75 เซนติพอยส์) และสารรูปเจลสูตรที่ 2 (10,169.06 ± 573.05 เซนติพอยส์) มีค่าความหนืดไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบค่าความหนืดของสารหล่อลื่นเควายเจลลี่กับสารรูปเจลสูตรที่ 1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) แต่ไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับสารรูปเจลสูตรที่ 2 ($p > 0.05$)

ที่ระยะเวลา 1 และ 3 เดือนภายหลังการผสมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความหนืดของสารทุกตัวมีแนวโน้มเหมือนกับภายหลังผสมทันทีโดยที่ 1 เดือนภายหลังการผสม สารรูปเจลสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 สารหล่อลื่นเควายเจลลี่ และสารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก มีค่าความหนืดเท่ากับ 9,155.64 ± 537.54, 10,149.18 ± 606.25, 11,882.17 ± 757.88, 11,188.80 ± 864.45 และ 3,947.03 ± 255.30 เซนติพอยส์ ตามลำดับ และที่ 3 เดือนภายหลังการผสมค่าความหนืดของสารแต่ละสูตรเท่ากับ 8,886.31 ±180.23, 10,079.54 ± 364.45, 11,337.53 ± 183.33, 11,050.95 ± 489.96 และ 3,683.39 ± 278.03 เซนติพอยส์ ตามลำดับ และสารรูปเจลสูตรที่ 3 และสารหล่อลื่นเควายเจลลี่มีค่าความหนืดไม่แตกต่างกันทั้งสองระยะเวลา ($p > 0.05$)

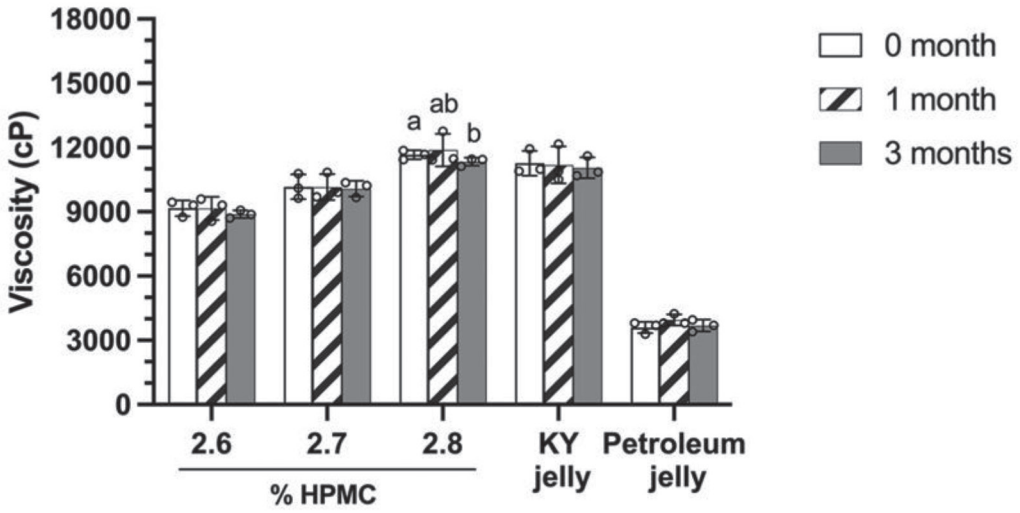


รูปที่ 4 กราฟแสดงค่าความหนืดของสารหล่อลื่นที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ภายหลังการผสมทันที 1 เดือน และ 3 เดือน ที่ 25 องศาเซลเซียส

Fig. 4 Viscosity curve of a water-based lubricant. Immediately after 1 month and 3 months after mixing at 25 °C.

โดยที่แกนแนวนอนคือชนิดของสารหล่อลื่นและแกนแนวตั้งแสดงค่าความหนืด หน่วยเป็น เซนติพอยส์ และกำหนดให้ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง กลุ่มทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $n = 3$) และให้ตัวอักษรที่เหมือนกันหรือไม่มีตัวอักษร หมายถึง กลุ่มทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดสอบด้วยเครื่องวัดความหนืดที่ 25 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4) พบว่าสารรูปเจลทุกสูตรและสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน มีค่าความหนืดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ยกเว้นสารรูปเจลสูตรที่ 3 ที่ภายหลังการผสมทันที (15,725.22 ± 91.75 เซนติพอยส์) 1 เดือน (15,303.03 ± 114.11 เซนติพอยส์) และ 3 เดือน (15,002.14 ± 88.34 เซนติพอยส์) ($p < 0.01$)

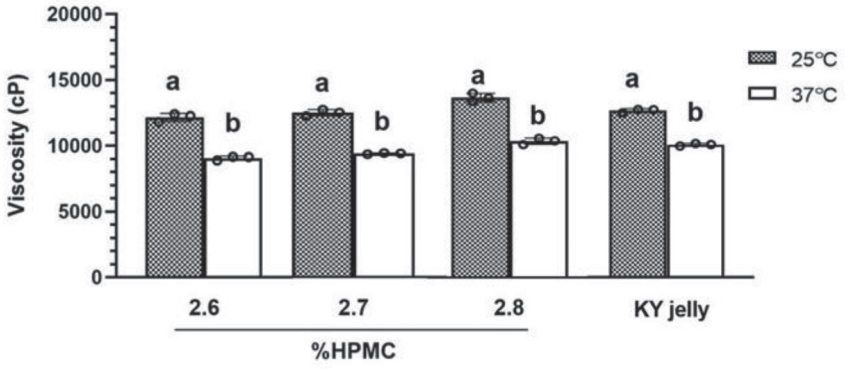


รูปที่ 5 กราฟแสดงค่าความหนืดของสารหล่อลื่นภายหลังการผสมทันที 1 เดือน และ 3 เดือน ที่ 37 องศาเซลเซียส

Fig. 5 Graph showing the viscosity of the lubricant immediately after 1 month and 3 months after mixing at 37 °C.

โดยที่แกนแนวนอนคือชนิดของสารหล่อลื่นและแกนแนวตั้งแสดงค่าความหนืด หน่วยเป็น เซนติพอยส์ และกำหนดให้ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง กลุ่มทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $n = 3$) และให้ตัวอักษรที่เหมือนกันหรือไม่มีตัวอักษร หมายถึง กลุ่มทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการทดสอบด้วยเครื่องวัดความหนืดที่ 37 องศาเซลเซียส ระยะเวลาแตกต่างกัน (รูปที่ 5) พบว่าสารหล่อลื่นทุกชนิดมีความหนืดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นสารรูปเจลสูตรที่ 3 ภายหลังการผสมทันที (11,657.62 ± 208.49 เซนติพอยส์) และ 3 เดือน (11,337.53 ± 183.33 เซนติพอยส์) ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.041$)



รูปที่ 6 กราฟแสดงค่าความหนืดที่ 25 องศาเซลเซียส และ 37 องศาเซลเซียส ของสารหล่อลื่นที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักภายหลังการผสม 3 เดือน

Fig. 6 Viscosity curves at 25 °C and 37 °C of a water-based lubricant after 3 months of mixing.

โดยที่แกนแนวนอนคือชนิดของสารหล่อลื่นและแกนแนวตั้งแสดงค่าความหนืด หน่วยเป็น เซนติพอยส์ และกำหนดให้ตัวอักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง กลุ่มทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, $n = 3$)

จากการทดสอบสารหล่อลื่นที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักด้วยเครื่องวัดความหนืด ภายหลังการผสม 3 เดือนที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (รูปที่ 6) พบว่าค่าความหนืดของสารทุกชนิดที่อุณหภูมิ 25 และ 37 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

บทวิจารณ์ (Discussion)

การตั้งตำรับในงานวิจัยครั้งนี้เทียบเคียงคุณสมบัติสาร KY® Jelly เนื่องจากไม่มีสารหล่อลื่นสำหรับใช้เฉพาะในช่องปาก มีรายงานจากต่างประเทศทั้งในประเทศออสเตรเลีย (12) และสหรัฐอเมริกา (13) แนะนำให้ใช้ KY® Jelly เป็นสารหล่อลื่นในช่องปากของผู้สูงอายุ ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงใช้สาร KY® Jelly เป็นต้นแบบในการตั้งตำรับสารในครั้งนี้ การตั้งตำรับสารหล่อลื่นชนิดใหม่สำหรับใช้ในช่องปากครั้งนี้ เปลี่ยนองค์ประกอบหลักจากน้ำมันเป็นน้ำจากการศึกษานำร่อง (pilot study) เพื่อหาสัดส่วนของสารก่อเนื้อเจลและสารเพิ่มความชุ่มชื้นที่เหมาะสม โดยปรับเปลี่ยนสัดส่วนการผสมสารใหม่จากการทดลองผสมสารปริมาตร 10 มิลลิลิตร ซึ่งมีการใช้สารก่อเนื้อเจลหรือไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสในสัดส่วนร้อยละ 2, 3.5 และ 5 โดยมวล (%w/w) พบว่าสูตรที่ใช้สารก่อเนื้อเจลในสัดส่วนร้อยละ 2 โดยมวล มีความหนืดที่น้อยเกินไป เมื่อเทียบกับสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ ส่วนสูตรที่ใช้สารก่อเนื้อเจลในสัดส่วนร้อยละ 3.5 และ 5 โดยมวลมีความหนืดที่มากเกินไปทำให้ไม่สามารถทดสอบความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดบรุคฟิลด์ชนิดโคนและแผ่นเรียบได้ จึงเปลี่ยนแปลงสูตรโดยใช้สารก่อเนื้อเจลในสัดส่วนร้อยละ 2.6, 2.8 และ 3 โดยมวล ซึ่งพบว่าสูตรที่ใช้สารก่อเนื้อเจลในสัดส่วนร้อยละ 3 โดยมวล มีความหนืดที่มากเกินไปและไม่สามารถทดสอบความหนืดได้ด้วยเครื่องวัดความหนืดดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่าสูตรที่ใช้สารก่อเนื้อเจลในสัดส่วนร้อยละ 2.6 และ 2.8 โดยมวล มีลักษณะทางกายภาพที่ใกล้เคียงกับสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ ดังนั้นจึงเลือกใช้สารก่อเนื้อเจลในสัดส่วนร้อยละ 2.7 โดยมวลแทน เนื่องจากสัดส่วนดังกล่าวเป็นค่ากลางระหว่างสัดส่วนการใช้สารก่อเนื้อเจลซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ทดสอบ เพราะฉะนั้นในการทดลองนี้จึงได้ใช้สูตรที่มีสารก่อเนื้อเจลในสัดส่วนร้อยละ 2.6 2.7 และ 2.8 โดยมวลจากการศึกษาของ Pakorn Kraisit และคณะ ในปี 2017 (14) กล่าวว่า สารก่อเนื้อเจล HPMC เป็นสารก่อเนื้อเจลชนิดกึ่งสังเคราะห์ เป็นพอลิเมอร์ที่ชอบน้ำและมีการใช้อย่างกว้างขวางเนื่องจากเป็น

สารที่ง่ายต่อการใช้งาน มีคุณสมบัติในการสร้างแผ่นฟิล์ม (film-forming ability) มีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อ (good biocompatibility) มีคุณสมบัติยึดติดกับเยื่อเมือกได้และมีความสามารถในการดูดซับน้ำ ดังนั้น เราจึงพิจารณาใช้ HPMC เป็นสารก่อเนื้อเจลในการตั้งตำรับสารรูปเจล จากการศึกษาของ Crovetto และคณะ ในปี 2016 (15) พบว่าสารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตสามารถออกฤทธิ์ได้ดีในสภาวะที่เป็นกรด ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างของสารรูปเจลที่ได้ตั้งตำรับขึ้นอยู่ในช่วงที่สารกันเสียชนิดดังกล่าวสามารถออกฤทธิ์ได้ แต่อาจส่งผลต่อการนำไปใช้ในช่องปาก เช่น การสึกกร่อนของฟันและการเกิดฟันผุ เป็นต้น นอกจากนี้ในการศึกษานำร่องได้มีการทดลองผสมสารรูปเจลโดยไม่ได้ใส่สารกันเสียโพแทสเซียมซอร์เบตลงไป แล้วทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างพบว่าอยู่ในช่วง 6.0-7.0 แต่หลังจากการผสมสารรูปเจลโดยใส่โพแทสเซียมซอร์เบต (16,17) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.0-5.0 ดังนั้นจึงควรตั้งตำรับสารรูปเจลและเลือกใช้สารกันเสียชนิดอื่นที่สามารถออกฤทธิ์ได้ในสภาวะที่เป็นกลาง เพื่อลดโอกาสการเกิดผลข้างเคียงดังกล่าว

สารรูปเจลทั้ง 3 สูตร มีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายกัน คือเป็นเจล ใส ไม่มีสี ไม่มีตะกอน ไม่เป็นสารแขวนลอย มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งใกล้เคียงกับสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องกลิ่นองค์ประกอบของสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ ได้แก่ น้ำ กลีเซอรีนไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (hydroxyethylcellulose) คลอเฮกซิดีนกลูโคเนต (chlorhexidine gluconate) กลูโคโนแลคโตน (gluconolactone) เมทิลพาราเบน (methylparaben) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) โดยสารก่อเนื้อเจลของสารหล่อลื่นเควายเจลลี่คือไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส ซึ่งแตกต่างกับสารรูปเจลที่ได้ตั้งตำรับขึ้น โดยมีสารก่อเจลคือไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส ทั้งปิโตรเลียมเจลลี่ และสารหล่อลื่นเควายเจลลี่เป็นสารหล่อลื่น สารหล่อลื่นเควายเจลลี่มีลักษณะเป็นสารที่ปกคลุมพื้นผิวและให้ความชุ่มชื้น มีองค์ประกอบที่เป็นสารให้ความชุ่มชื้นคือกลีเซอรีน ในขณะที่ปิโตรเลียมเจลลี่ไม่มีส่วนประกอบของสารให้ความชุ่มชื้น เพียงแค่ช่วยปกคลุมพื้นผิวเพื่อคงความชุ่มชื้นเท่านั้นส่วนสารรูปเจลมีการใช้สารให้ความชุ่มชื้นได้แก่ กลีเซอรีน และโพรไพลีน ไกลคอล เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วสารที่ให้ความชุ่มชื้นคือกลีเซอรีน แต่จะทำให้สารละลายที่ได้มีความเหนียวมาก เราจึงใช้โพรไพลีนไกลคอลซึ่งที่ให้ความชุ่มชื้นเช่นเดียวกัน เพื่อแก้ไขเรื่องความเหนียว โดยสารทั้งคู่สามารถดูดซับน้ำได้ แต่กลีเซอรีนดูดซับน้ำได้ดีกว่าโพรไพลีน ไกลคอล จึงใช้ 2 ตัวนี้ร่วมกัน โดยใช้กลีเซอรีนในสัดส่วน ร้อยละ 8 โดยปริมาตร และโพรไพลีน ไกลคอลในสัดส่วนร้อยละ 6 โดยปริมาตรสำหรับสารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลัก นำมาทดสอบด้วยเครื่องวัดความหนืดดังกล่าวเพื่อเปรียบเทียบค่าความหนืดกับสารแต่ละชนิดเฉพาะที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเท่านั้น เนื่องจากที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เครื่องวัดความหนืดบรุคฟิลด์ชนิดโคนและแผ่นเรียบ ไม่สามารถทดสอบความหนืดได้แต่จะสามารถวัดค่าความหนืดได้ด้วยเครื่องวัดความหนืดบรุคฟิลด์ชนิดหมุน (rotational Brookfield viscometer) โดยปิโตรเลียมเจลลี่มีความหนืดค่อนข้างมาก ทำให้ปิโตรเลียมเจลลี่ถูกเหวี่ยงออกไปจากหัวเข็มขณะที่หัวเข็มหมุน จึงไม่สามารถวัดค่าความหนืดได้อย่างคงที่ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยเรื่องขนาดของหัวเข็ม และความเร็วรอบในการวัดที่ส่งผลต่อค่า %Torque โดยขนาดของหัวเข็ม Cone spindle: CPA-51Z และความเร็วรอบ 3 RPM จะทำให้ทดสอบแล้วได้ %Torque ของสารทุกตัวที่ต้องการทดสอบที่สูงพอที่จะยอมรับได้ โดยค่าที่จะยอมรับได้คือ %Torque มากกว่า 50 อุณหภูมิของชุดใส่ตัวอย่างที่ถูกควบคุมโดยอ่างน้ำร้อน อาจทำให้เกิดความต่างของอุณหภูมิเนื่องจากมีปัจจัยจากอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ในช่วงเวลาต่างกัน

ในการศึกษาขั้นต่อไป เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า pH เป็นกรด และสามารถก่อให้เกิดความระคายเคืองได้การออกแบบปรับปรุงผลิตภัณฑ์ในอนาคตว่าต้องมีการปรับให้ได้ ค่าที่เป็นกลาง ควรพัฒนาสารรูปเจลเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในทางคลินิก เนื่องจากการนำมาใช้ควรผ่านการทดสอบชาเลนจ์ (preservative effectiveness test หรือ challenge test) การทดสอบการเกาะติดกับเนื้อเยื่อบุร่างกาย (mucoadhesive test) และทดสอบในช่องปากของผู้ป่วย เพื่อประเมิน

ประสิทธิภาพของสารกันเสียในผลิตภัณฑ์ ประเมินความเหมาะสมในการใช้งาน และประเมินความพึงพอใจของผู้ป่วยและทันตแพทย์จากการใช้งานในคลินิก แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าลักษณะทางกายภาพของสารรูปเจลใส ไม่มีสีซึ่งเหมาะกับการใช้งานในช่องปาก แต่มีกลิ่นคล้ายสารเคมี จึงควรจะมีการปรับแต่งกลิ่นของสารให้มีความเหมาะสมในการใช้ในช่องปากมากขึ้น รวมทั้งเก็บในบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมและง่ายต่อการใช้งาน

บทสรุป (Conclusion)

จากผลการทดลองพบว่าค่าความหนืดของสารรูปเจลมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของสารก่อเนื้อเจล โดยที่สารรูปเจลสูตรที่ 3 มีค่าความหนืดมากที่สุด สารรูปเจลสูตรที่ 2 มีความหนืดรองลงมา และสารรูปเจลสูตรที่ 1 มีความหนืดน้อยที่สุด โดยความหนืดของสารทุกสูตรที่ 25 องศาเซลเซียส มีค่ามากกว่าที่ 37 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ค่าความหนืดของสารทุกสูตรมีแนวโน้มลดลงที่เวลา 1 และ 3 เดือนภายหลังการผสม สำหรับสารรูปเจลทั้ง 3 สูตร มีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายกัน คือ เป็นเจล ใส ไม่มีสี ไม่มีตะกอน ไม่เป็นสารแขวนลอย มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งใกล้เคียงกับสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องกลิ่น ส่วนความหนาแน่นของสารรูปเจลทั้ง 3 สูตร พบว่าสารหล่อลื่นที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบหลักมีความหนาแน่นมากที่สุด สารที่มีค่าความหนาแน่นรองลงมาคือสารหล่อลื่นเควายเจลลี่ สารรูปเจลสูตรที่ 3 สารรูปเจลสูตรที่ 2 และสารที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุด คือ สารรูปเจลสูตรที่ 1 แต่อย่างไรก็ตาม สารรูปเจลทั้ง 3 สูตรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 4.0-5.0 เหมือนกัน โดยพบว่าสารรูปเจลสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ซึ่งมีสัดส่วนของไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 2.7 และ 2.8 ตามลำดับ สัดส่วนของสารก่อเนื้อเจลในช่วงดังกล่าวมีโอกาสพัฒนาต่อเพื่อใช้สำหรับการทำหัตถการในผู้สูงอายุ เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพและความหนืดใกล้เคียงกับสารหล่อลื่นเควายเจลลี่

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Ministry of Social Development and Human Security. The Act on the Elderly, B.E. 2546 (2003 A.D.). Bangkok: Thepphenwanis printing house; 2010.

2. Foundation of Thai Gerontology Research and Development Institute. Situation of the Thai Elderly 2016. Bangkok: Foundation of Thai Gerontology Research and Development Institute; 2017. 2559. ISBN 978-616-443-083-9.

3. Aldwin CM, Gilmer DF. Health, illness, and optimal aging : biological and psychosocial perspectives. USA: SAGE Publications, Inc. Sage Publications; 2004.

4. Bureau of Dental Health Department of Health. Interesting facts about oral health for the elderly. Nonthaburi: Agricultural Cooperative Society of Thailand Co., Ltd. printing house; 2011.

5. Benbow M. Ageing & wound healing. Journal of Community Nursing. 2010;24(5): 36-40.

6. Turner MD, Ship JA. Dry mouth and its effects on the oral health of elderly people. J Am Dent Assoc. 2007;138(Suppl):15S-20S. doi: 10.14219/jada.archive.2007.0358.

7. Srivathsa SH. Oral Ecchymosis in elderly: Senile purpura. J Indian Acad Oral Med Radiol. 2015;27(2): 331-3.

8. Jones M Jr., Fleming SA. Organic Chemistry. Study Guide, Solution Manual. W. W. Norton & Company; 2010.

9. Janna WS. Introduction to Fluid Mechanics. 5thed. CRC Press; 2015.

10. Leblanc GE, Secco RA, Kostic M. Viscosity Measurement. CRC Press; 1999.

11. Marchiori E, Zanetti G, Mano CM, Hochhegger B. Exogenous lipoid pneumonia. Clinical and radiological manifestations. Respir Med. 2011 May;105(5):659-66

12. Lewis A, Fricker A. Better oral health in residential care. Staff Portfolio. Education and Training Program. Government of South Australia; 2009.

13. Johnson VB. Evidence-based practice guideline: oral hygiene care for functionally dependent and cognitively impaired older adults. J Gerontol Nurs. 2012;38(11):11-9.

14. Kraisit P, Limmatvapirat S, Nunthanid J, Sriamornsak P, Luangtana-Anan M. Preparation and Characterization of Hydroxypropyl Methylcellulose/ Polycarbophil Mucoadhesive Blend Films Using a Mixture Design Approach . Chem Pharm Bull (Tokyo). 2017;65(3):284.

15. Crovetto A, Scholz D. Increasing the Preservative Palette: a Multifunctional Active with Natural Efficacy Against Bacteria, Yeasts and Moulds. SÖFW journal. 2016;142(5):2-7.

16. Gardner A. There's Potassium Sorbate in My Food — Is That Safe? [Internet]. New York: livestrong.com; 2020. [cited 2021 March 8]. Available from: https://www.livestrong.com/article/353871-adverse-health-effects-of-potassium-sorbate.

17. Announcement of the Ministry of Public Health Subject: Preservatives that may be used as ingredients in cosmetic production B.E. 2560 (2017 22 June). Ratchakitcha Volume 134 Special Chapter 167 D, p19.

18. Ministry of Public Health. Announcement of the Ministry of Public Health Subject: Preservatives that may be used as ingredients in cosmetic production B.E. 2560 (2017 22 June) Ratchakitcha [Internet]. 2017 [cited 2021 March]. 134 (Special Chapter 167 D):p-19. Available from: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2560/E/167/19.PDF. (in Thai)

ติดต่อบทความ:
รศ.ทพ.ดร.ภัชรพล สำเนียง
ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง
จังหวัดพิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ 087-6994897
อีเมล์: patcharaphols@yahoo.com

Corresponding author:
Associate Prof. Dr. Patcharaphol Samnieng
Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Naresuan University, Tha Pho, Mueang, Phitsanulok District, Phitsanulok 65000, Thailand.
Tel: (668) 7699 4897
E-mail: patcharaphols@yahoo.com