

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้องค์ความรู้นาโนเทคโนโลยีกับสารสกัดหญ้าถอดปล้องที่เป็นส่วนประกอบสำคัญในผลิตภัณฑ์บำรุงเส้นผมและหนังศีรษะ และเพื่อวิจัยและพัฒนาต้นแบบนาโนเวชสำอางสำหรับเส้นผมและหนังศีรษะที่มีความปลอดภัยและสามารถนำไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

ในการศึกษานี้ได้คัดเลือกพืชที่มีศักยภาพในการนำมาสารสกัดเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยทั้งสิ้นจำนวน 12 ชนิด ได้แก่ หญ้าถอดปล้อง ว่านน้ำ ชิง ไพล ข่า ขมิ้น โรสแมรี่ ออริกาโน่ ลาเวนเดอร์ มะเยาหิน รำข้าว และงาช้าง โดยได้เตรียมสารสกัด 3 รูปแบบ ได้แก่ สารสกัดหยาบ น้ำมันหอมระเหย และน้ำมันหรือไขมันจากพืช ซึ่งจากการทดสอบความปลอดภัยในระดับเซลล์ของสารสกัดพืชท้องถิ่นบนพื้นที่สูงซึ่งพิจารณาโดยทดสอบการแบ่งตัวของเซลล์รากผม พบว่าสารสกัดหญ้าถอดปล้องที่มีความเข้มข้น 1 mg/ml ทั้งที่เป็นสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเอทานอลและสารสกัดที่ผ่านการกำจัดคลอโรฟิลล์มีความปลอดภัยต่อเซลล์สูง โดยมีจำนวนเซลล์ที่มีชีวิตรอดเท่ากับร้อยละ 103.14 ± 2.87 และ 100.36 ± 0.92 ตามลำดับ ซึ่งผลดังกล่าวสามารถบ่งชี้ได้ว่าสารสกัดหญ้าถอดปล้องสามารถเพิ่มการแบ่งตัวของเซลล์รากผมได้ร้อยละ 3.14 ± 2.9 และ 0.36 ± 0.9 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกสารสกัดหญ้าถอดปล้องที่เป็นสารสกัดหยาบจากการสกัดด้วยเอทานอลมาใช้ในการพัฒนาตำรับ โดยใช้ร่วมกับสารสกัดอีก 2 ชนิด ได้แก่ สารสกัดว่านน้ำและสารสกัดชิง

ในการพัฒนาตำรับนาโนได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ 3 รูปแบบ ได้แก่ ระบบนำส่งไขมันอนุภาคนาโน ไลโปโซม และไมโครอิมัลชัน โดยพบว่าระบบนำส่งไขมันอนุภาคนาโนและไมโครอิมัลชันมีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากตำรับไลโปโซมสามารถกักเก็บสารออกฤทธิ์ได้ในปริมาณน้อยและมีปริมาณน้ำกลั่นในตำรับมาก

ระบบนำส่งไขมันอนุภาคนาโนที่มีขนาดอนุภาคเล็กและคงตัวดีที่สุด ประกอบไปด้วย กลีเซอรอลโมโนสเตียเรท-2 ปริมาณร้อยละ 3 น้ำมันรำข้าวปริมาณร้อยละ 2 น้ำกลั่นปริมาณร้อยละ 93 และสเปน 20 ปริมาณร้อยละ 2 ซึ่งมีขนาดอนุภาคภายใน การกระจายตัวของขนาดอนุภาค และค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าเท่ากับ 352.73 ± 39.53 นาโนเมตร 0.60 ± 0.05 และ -0.02 ± 0.06 มิลลิโวลต์ ตามลำดับ และในการพัฒนาระบบนำส่งไขมันอนุภาคนาโนที่มีสารสกัดจากพืชท้องถิ่นบนพื้นที่สูง พบว่าตำรับที่มีสารสกัดในความเข้มข้นร้อยละ 0.1 มีความคงสภาพดี และตำรับที่มีองค์ประกอบของพืชท้องถิ่นบนพื้นที่สูงหลายชนิดรวมกัน มีเพียงตำรับ 7 ซึ่งประกอบไปด้วยสารสกัดหญ้าถอดปล้อง ว่านน้ำ และชิง ในความเข้มข้นของแต่ละสารสกัดเท่ากับร้อยละ 0.05 ที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดี โดยมีขนาดอนุภาคภายในเท่ากับ 457.43 ± 119.52 นาโนเมตร และการกระจายของขนาดอนุภาคเท่ากับ 0.50 ± 0.09 นอกจากนี้ ยังได้พัฒนาผลิตภัณฑ์กระตุ้นการงอกของเส้นผมจากระบบนำส่งไขมันอนุภาคนาโนของสารสกัดหญ้าถอดปล้อง ว่านน้ำ และชิง โดยพบว่าตำรับ A3 มีขนาดอนุภาคภายในเล็กที่สุด (260.4 ± 36.2 นาโนเมตร) และมีการกระจายขนาดอนุภาคที่แคบที่สุด (0.33 ± 0.01)

ระบบไมโครอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคเล็กและคงตัวดีที่สุด ประกอบไปด้วยน้ำมันรำข้าวร้อยละ 10.3 ทวิน 85 ร้อยละ 20.5 บิวทิลลินไกลคอลร้อยละ 6.8 เอทานอลร้อยละ 13.7 และน้ำกลั่นร้อยละ 48.7 ซึ่งมีขนาดอนุภาคภายใน การกระจายตัวของขนาดอนุภาค และค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าเท่ากับ 71.9 ± 0.7 นาโนเมตร

0.99±0.02 และ -0.38±0.17 มิลลิโวลต์ ตามลำดับ และเมื่อพัฒนาเป็นตำรับไมโครอิมัลชันที่มีสารสกัดจากพืชท้องถิ่นบนพื้นที่สูง (ตำรับ B) ซึ่งมีองค์ประกอบของสารสกัดหญ้าถอดปล้อง วานน้ำ และขิงในปริมาณร้อยละ 0.1 และแต่งกลิ่นด้วยเมนทอล น้ำมันหอมระเหยโรสแมรี่ น้ำมันหอมระเหยขิง และน้ำมันหอมระเหยเปปเปอร์มินท์ พบว่าตำรับดังกล่าวมีความคงตัวที่ดี และมีขนาดอนุภาคภายใน การกระจายตัวของขนาดอนุภาค และค่าศักย์ไฟฟ้าซีต้าเท่ากับ 81.5±0.2 นาโนเมตร 0.99±0.00 และ -0.03±0.22 มิลลิโวลต์ ตามลำดับ

นอกจากนี้ ยังพบว่า อาสาสมัครมีความพึงพอใจสูงสุดในผลิตภัณฑ์ B (4.2±0.6) โดยได้รับความพึงพอใจสูงสุดในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านลักษณะและเนื้อผลิตภัณฑ์ (4.3±0.6) สี (4.0±0.8) กลิ่น (4.2±0.9) ความมันหรือการเหนอะเหนียว (4.0±0.7) และความเหมาะสมกับการใช้กับเส้นผมและหนังศีรษะ (4.1±0.8) ดังนั้น ตำรับ B จึงเป็นตำรับที่มีเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปทดสอบประสิทธิภาพในอาสาสมัคร ซึ่งพบว่าตำรับ B สามารถลดการหลุดร่วงของเส้นผมได้เทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด โดยสามารถลดการหลุดร่วงของเส้นผมได้ร้อยละ 46.6±30.8 และ 41.6±32.4 ตามลำดับ หลังจาก 7 วัน และลดการหลุดร่วงของเส้นผมได้มากถึงร้อยละ 49.8±28.7 และ 46.6±34.2 ตามลำดับ หลังจาก 14 วัน ดังนั้น ผลิตภัณฑ์นาโนกระตุ้นการงอกของเส้นผมจากสารสกัดพืชท้องถิ่นบนพื้นที่สูงจึงมีประสิทธิภาพเทียบเคียงกับผลิตภัณฑ์ยาลดการหลุดร่วงของเส้นผมในท้องตลาด โดยมีต้นทุนในการผลิตเท่ากับ 565.24 บาทต่อกิโลกรัม



Abstract

The aims of the present study were to apply the nanotechnology knowledge on the horsetail extract which was an important ingredient in hair and scalp care products as well as research and develop the prototype nano cosmeceutical products for hair and scalp which were safe and commercial use.

In this study, 12 potential plants were selected, including horsetail (*Equisetum debile*), sweet flag (*Acorus calamus*), ginger (*Zingiber officinale*), Plai (*Zingiber cassumunar*), galanga (*Alpinia galangal*), turmeric (*Curcuma longa*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*), oregano (*Origanum vulgare*), lavender (*Lavandula angustifolia*), tung (*Aleurites moluccanus*), rice bran (*Oryza sativa*), and perilla (*Perilla frutescens*) and 3 types of plant extracts were prepared, including crude extract, essential oil, and vegetable oil or fat. The cytotoxicity of local highland plant extracts investigated in dermal papilla cell line noted that both ethanolic and dechlorophyll horsetail extracts at the concentration of 1 mg/ml were safe with the cell availability of $103.14 \pm 2.87\%$ and 100.36 ± 0.92 , respectively. These results indicated that both extracts could stimulate the growth of dermal papilla cells by $3.14 \pm 2.9\%$ and $0.36 \pm 0.9\%$, respectively. Therefore, ethanolic horsetail extract was selected for the further product development in a combination with two more extracts, including sweet flag extract and ginger extract.

In the part of nano formulations development, three types of nano delivery systems were developed, including nanostructure lipid carrier, liposome, and microemulsion. However, nanostructure lipid carrier and microemulsion were more suitable than liposome since liposome had low entrapment capacity and contained high amount of water. The best nanostructure lipid carrier, which has the smallest internal droplet size and the best stability, was composed of 3% glyceryl monostearate-2, 2% Rice bran oil, 93% deionized water, and 2% Span 20. The internal droplet size, polydispersity index, and zeta potential of the nanostructure lipid carrier formulation were 352.73 ± 39.53 nm, 0.60 ± 0.05 , and -0.02 ± 0.06 mV, respectively. In the development of nanostructure lipid carrier, the nano formulations containing 0.1% of the plant extracts showed good stability. Additionally, among various nano formulations containing several extracts, only formulation number 7, which composed of horsetail, sweet flag, and ginger extract at the concentration of 0.05%, was stable with the internal droplet size of 457.43 ± 119.52 nm and polydispersity of 0.50 ± 0.09 . Moreover, the

hair stimulating products were also developed from nanostructure lipid carrier containing horsetail, sweet flag, and ginger extract. The results noted that formulation A3 had the smallest internal droplet size of 260.4 ± 36.2 nm and the narrowest polydispersity of 0.33 ± 0.01 nm.

The microemulsion which had the smallest internal droplet size and good stability, contained 10.3% rice bran oil, 20.5% Tween 85, 6.8% butylene glycol, 13.7% ethanol, and 48.7 DI water. The internal droplet size, polydispersity index, and zeta potential of the liposome formulation were 71.9 ± 0.7 nm, 0.99 ± 0.02 , and -0.38 ± 0.17 mV, respectively. Additionally, the microemulsion containing local highland plant extracts (formulation B) was developed with the concentrations of the horsetail, sweet flag, and ginger extract of 0.1%. Menthol, rosemary oil, ginger oil, and peppermint oil were used for the flavor. The of microemulsion containing local highland plant extracts was very stable and its internal droplet size, polydispersity index, and zeta potential were 81.5 ± 0.2 nm, 0.99 ± 0.00 , and -0.03 ± 0.22 mV, respectively.

Additionally, the volunteers satisfied most by formulation B (4.2 ± 0.6), which gained the highest satisfaction score in all aspects, including appearance and texture (4.3 ± 0.6), color (4.0 ± 0.8), odor (4.2 ± 0.9), greasy and stickiness (4.0 ± 0.7), and the proper use on hair and scalp (4.1 ± 0.8). Therefore, nano formulation B would be the most suitable formulation selected for further efficacy test in the volunteers. The results noted that formulation B had a comparative efficacy in hair fall reduction to the commercial products. The product could reduce hair fall by $46.6 \pm 30.8\%$ and $41.6 \pm 32.4\%$, respectively after 7 days. Moreover, they could reduce hair fall by $49.8 \pm 28.7\%$ and $46.6 \pm 34.2\%$, respectively after 7 days. Therefore, the nano hair stimulating products containing local highland plant extracts showed a comparable anti-hair fall efficacy to the commercial products. The production cost of this nano hair stimulating products containing local highland plant extracts was 565.24 baht/kg.