

NGHIÊN CỨU MỘT SỐ ĐẶC TÍNH LƯU BIẾN CỦA NƯỚC BỌT

Nguyễn Ngọc Minh

Trường Đại học Thủy lợi, email: ngminh@thu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Nước bọt là một chất lỏng sinh học đặc biệt được sản xuất bởi các tuyến nước bọt khác nhau. Nó bao gồm khoảng 99% nước, 1% protein và muối [1]. Nước bọt rất quan trọng trong việc bảo tồn và duy trì sức khỏe răng miệng, tuy nhiên nó lại ít được chú ý cho đến khi số lượng hoặc chất lượng bị giảm sút. Chẳng hạn như, khi bị căng thẳng tinh thần tổng nồng độ protein trong nước bọt sẽ tăng và nồng độ cortisol thay đổi [2]. Độ nhớt là một đặc tính lưu biến của dịch nước bọt, có liên quan đến hàm lượng glycoprotein của nó. Đặc tính nhớt đàn hồi rất cần thiết cho việc bôi trơn và tạo âm, do đó mang lại sự toàn vẹn cho niêm mạc miệng [1]. Do vậy việc nghiên cứu các đặc tính lưu biến (rheology) của nước bọt là cần thiết để góp phần đưa ra các giải pháp khi điều trị các bệnh răng miệng.

Trong nghiên cứu này, một số thông số lưu biến của nước bọt như độ nhớt và mô đun đàn hồi sẽ được khảo sát sử dụng máy đo lưu biến trượt (rheometer) và máy đo lưu biến dẫn CaBER (capillary breakup extensional rheometer).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành thu thập mẫu sau đó sử dụng máy đo lưu biến trượt dạng quay (RS600) và máy đo lưu biến dẫn kiểu mao dẫn (CaBER) để khảo sát độ nhớt của nước bọt và đưa ra đánh giá.

2.1. Vật liệu

Nước bọt được thu thập từ 10 nam giới khỏe mạnh ở độ tuổi 20 trong khoảng thời gian từ 9 giờ đến 11 giờ sáng, ở nhiệt độ phòng. Chúng tôi loại trừ những người mắc

bệnh truyền nhiễm cấp tính, viêm nha chu, bệnh toàn thân (suy tim, thận, hô hấp hoặc gan), xạ trị trị liệu ở vùng đầu hoặc cổ và phụ nữ mang thai. Đối tượng được yêu cầu vệ sinh răng miệng và không ăn uống trong hai giờ trước khi lấy nước bọt. Sự tiết nước bọt được kích thích bằng cách ngửi một lát chanh và nước bọt được tiết ra từ mặt dưới lưỡi vào lọ vô trùng 10 lần trong 30 phút. Các hạt bọt trong nước bọt thu được được lọc ra bằng rây sàng có lỗ sàng 100 μm . Vì đặc tính của nước bọt phụ thuộc vào thời gian nên việc thí nghiệm được tiến hành trong hai giờ sau khi được thu thập.

2.2. Đo độ nhớt và mô đun đàn hồi

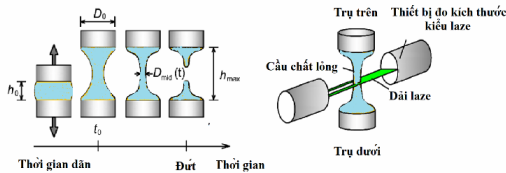
Đo độ nhớt trượt: Độ nhớt trượt của dung dịch được đo bằng máy đo lưu biến quay với cảm biến kiểu nón - tấm phẳng (HAAKE RS600, Thermo Fisher Scientific). Cảm biến hình nón có đường kính 60 mm và góc nón là 1° . Tất cả các phép đo được thực hiện ba lần ở chế độ trượt ổn định trong phạm vi tốc độ trượt $0,01-1000 \text{ s}^{-1}$ ở $25 \pm 0,1^\circ \text{ C}$. Trước khi đo độ nhớt của nước bọt chúng tôi tiến hành đo độ nhớt trượt của nước khử ion để hiệu chuẩn máy đo lưu biến. Khe hở giữa nón và tấm phẳng được thiết lập ở khoảng cách 52 μm .

Đo mô đun đàn hồi: Mô đun tích trữ và mô đun mất mát được thực hiện trong khoảng tốc độ (ω) $0,01-100 \text{ s}^{-1}$ tại nhiệt độ $25 \pm 0,1^\circ \text{ C}$ với 0,1% biến dạng trên cùng máy đo độ nhớt, khe hở giữa mặt côn và phẳng của cảm biến duy trì ở 52 μm . Mô đun tích trữ G' và mô đun mất mát G'' đạt được từ thí nghiệm này là hàm của tốc độ góc ω ở độ biến dạng tương đối thấp mà chưa bị phá hủy.

Đo độ nhớt dẫn: Độ nhớt dẫn được đo bằng thiết bị đo độ dẫn kiểu CABER. Thiết bị này hoạt động dựa trên nguyên tắc đo độ mỏng của sợi chất lỏng bị kéo dẫn bằng cách sử dụng một trục vi kế quang học (LS-7010, Keyence; phạm vi đo 0,04-6 mm); mẫu chất lỏng được đặt giữa hai bề mặt trụ kim loại có đường kính 2 mm được chế tạo bằng nhôm, sau đó chúng nhanh chóng (với tốc độ khoảng 0,2 m/s) dịch chuyển ra xa nhau một khoảng xác định (6 mm), thời điểm đó được coi là thời điểm bắt đầu của thử nghiệm. Đường kính ban đầu D_0 của sợi chất lỏng được đo khi các trụ đã dịch chuyển đến vị trí cuối cùng của chúng. Thông số này phụ thuộc vào đặc tính của chất lỏng và hơi khác nhau đối với mỗi thí nghiệm. Sự thay đổi theo thời gian của kích thước cầu chất lỏng $D_{mid}(t)$ hình thành giữa hai mặt trụ được thúc đẩy bởi áp suất mao dẫn và được chống lại bởi ứng suất dẫn trong chất lỏng. Độ nhớt dẫn η_E có thể được tính toán cho mỗi gia số thay đổi kích thước theo công thức (1):

$$\eta_E = \frac{-(2X-1)}{d(D_{mid}(t))} \sigma \quad (1)$$

trong đó: X là một hệ số tính đến độ lệch trong hình dạng của cầu chất lỏng [3], ở đây giá trị của $X = 0,7127$, $D_{mid}(t)$ là đường kính mặt cắt giữa của cầu chất lỏng hình thành giữa trụ trên và trụ dưới tại thời điểm t và σ là sức căng mặt ngoài của chất lỏng.



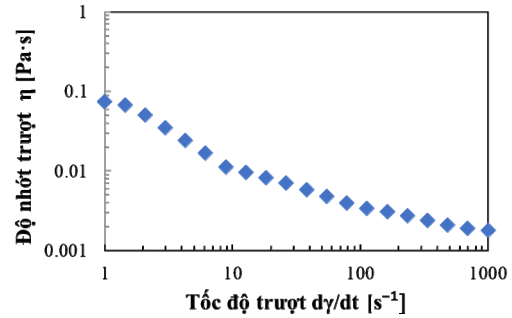
Hình 1. Thiết bị đo độ nhớt dẫn

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Độ nhớt trượt của nước bọt

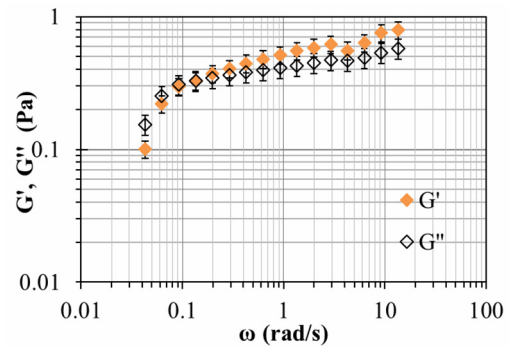
Trong việc nhai và nuốt, nước bọt rất quan trọng. Nó có tác dụng như một chất bôi trơn và hiệu quả của nó sẽ phụ thuộc vào độ nhớt.

Độ nhớt của nước bọt phụ thuộc vào tốc độ trượt. Tại tốc độ trượt thấp, nước bọt thể hiện độ nhớt trượt lớn (gần 100 mPa.s). Tuy nhiên, khi tăng tốc độ trượt thì độ nhớt của nước bọt giảm dần (2 mPa.s) - thể hiện tính shear-thinning). Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, độ nhớt trượt của nước bọt có ảnh hưởng quan trọng đến khả năng nuốt thực phẩm khi ăn. Độ nhớt trượt lớn tương ứng với cảm giác khó nuốt tăng lên [4].



Hình 2. Độ nhớt trượt của nước bọt

3.2. Mô đun đàn hồi

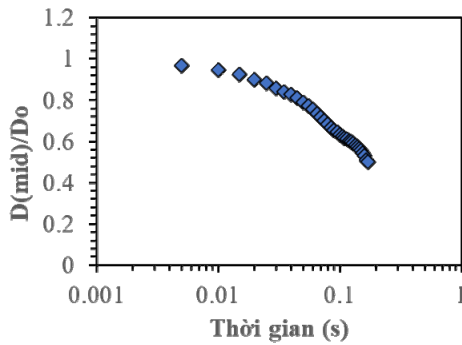


Hình 3. Mô đun đàn hồi của nước bọt

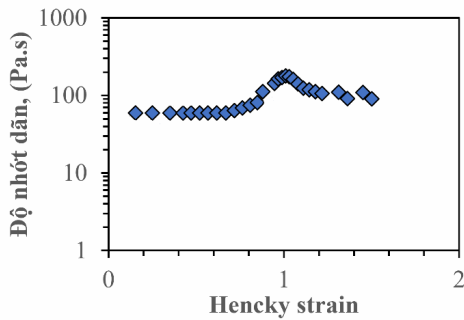
Nước bọt đảm bảo được các chức năng của nó hay không do ứng xử nhớt đàn hồi của nó. Tính nhớt đàn hồi mô tả các chất lỏng phức tạp thể hiện cả hành vi giống chất lỏng (liquid-like tức là nhớt) và giống chất rắn (solid-like tức là đàn hồi). Mô đun đàn hồi tuyến tính được đo bằng dòng trượt dao động biên độ nhỏ (small amplitude oscillatory). Qua kết quả đo ta thấy nước bọt thể hiện tính nhớt đàn hồi khi tốc độ đạt đến giá trị nhất định thì G' lớn hơn G'' .

3.3. Độ nhớt dẫn của nước bọt

Hình 4 biểu diễn sự thay đổi của đường kính không thứ nguyên của cầu chất lỏng theo thời gian ($D_{mid}(t)/D_0$). Có thể thấy, thời gian tồn tại của cầu chất lỏng khoảng 0,2 giây. Tốc độ giảm đường kính của cầu chất lỏng cũng ở giai đoạn cuối nhanh hơn, ở đó ta có thể thấy độ dốc của đường cong lớn hơn so với giai đoạn đầu. Độ nhớt dẫn của nước bọt được thể hiện trong hình 5 như là hàm số của biến dạng Hencky.



Hình 4. Sự thay đổi đường kính cầu chất lỏng theo thời gian



Hình 5. Độ nhớt dẫn của nước bọt

$$\varepsilon = 2 \ln \left(\frac{D_C}{D_{mid}(t)} \right) \quad (2)$$

Hình 5 cho thấy nước bọt thể hiện độ nhớt dẫn rất cao (có thể đạt đến 200 Pa.s), trong khi đó độ lớn trượt lớn nhất chưa đến 0,1 Pa.s (hình 3). Khi biến dạng Hencky tăng thì độ nhớt dẫn cũng tăng lên. Hành vi dẫn của nước bọt khi kết hợp với thực phẩm trong

quá trình nhai giúp cải thiện khả năng nuốt và tăng cảm giác dễ nuốt [4]. Những thay đổi về lưu biến giãn có thể ảnh hưởng đến khả năng của nước bọt hoạt động như một chất bôi trơn vì nó quyết định độ bám dính bề mặt trong khoang miệng [5].

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã trình bày một số đặc tính lưu biến của nước bọt. Kết quả thí nghiệm cho thấy nước bọt thể hiện tính shear-thinning trong điều kiện chịu trượt. Mặc dù, nước bọt thể hiện tính nhớt đàn khá mạnh mẽ nên nó cũng thể hiện tính dẫn (stretching behavior) dưới ứng suất kéo dẫn. Độ nhớt dẫn của nước bọt là lớn (đến 200 Pa.s). Nghiên cứu này đưa ra cái nhìn tổng quan về một số đặc tính lưu biến của nước bọt. Trong đó, độ nhớt dẫn có ảnh hưởng đặc biệt quan trọng nhất đến sự dễ nuốt. Kết quả của nghiên cứu có thể làm tiền đề cho các nghiên cứu chuyên sâu trong quá trình trị liệu các bệnh khoang miệng và thiết kế thực phẩm chức năng hỗ trợ nuốt cho người già.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] June R. The rheological properties of saliva. *Rheol Acta* 1971;35:28-35.
- [2] Naumova EA, Sandulescu T, Bochnig C, Al Khatib P, Lee WK, Zimmer S, et al. Dynamic changes in saliva after acute mental stress. *Sci Rep* 2014;4:1-9. <https://doi.org/10.1038/srep04884>.
- [3] Torres MD, Hallmark B, Wilson DI, Hilliou L. Natural Giesekus fluids: Shear and extensional behavior of food gum solutions in the semidilute regime. *AICHE J* 2014;60:3902-15. <https://doi.org/10.1002/aic.14611>.
- [4] Chen J, Lolivret L. The determining role of bolus rheology in triggering a swallowing. *Food Hydrocoll* 2011;25:325-32. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.06.010>.
- [5] Vijay A, Inui T, Dodds M, Proctor G, Carpenter G. Factors that influence the extensional rheological property of saliva. *PLoS One* 2015;10:1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135792>.