



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0027273

(51)⁷ A23N 17/00

(13) B

(21) 1-2016-02199

(22) 11/02/2014

(86) PCT/US2014/015740 11/02/2014

(87) WO 2015/094391 25/06/2015

(30) 14/109,926 17/12/2013 US

(45) 25/02/2021 395

(43) 26/09/2016 342A

(73) ALLTECH, INC. (US)

3031 Catnip Hill Pike, Nicholasville, KY 40356, United States of America

(72) MCKINNEY, Kyle (US); LOVELL, Allyson (US); HENRY, Benjamin (US);
BECKER, Patrick (US); TIMMONS, Rebecca, A. (US).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỨC ĂN CHO LỢN HOẶC GIA CẦM

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp phân tích thức ăn chăn nuôi và điều chỉnh thức ăn chăn nuôi để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần thức ăn chăn nuôi. Khả năng tiêu hóa của thức ăn chăn nuôi có thể được xác định bằng cách thực hiện quá trình tiêu hóa in vitro thức ăn và phân tích nồng độ của thành phần còn lại trong thức ăn sau khi tiêu hóa bằng phổ NIR. Các chế phẩm thức ăn chăn nuôi có thể được điều chỉnh để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần trong thức ăn. Hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể được sử dụng để xác định tác dụng của chất phụ gia đối với khả năng tiêu hóa của thức ăn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp dùng để điều chỉnh thức ăn chăn nuôi. Cụ thể, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp in vitro để phân tích khả năng tiêu hóa của các chất dinh dưỡng trong thức ăn chăn nuôi.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các chất dinh dưỡng trong thức ăn chăn nuôi thường được sản xuất ở dạng dùng ngay được cho động vật thông qua quá trình tiêu hóa thức ăn này trong đường dạ dày ruột của động vật. Các chất dinh dưỡng đã tiêu hóa sẽ được hấp thụ và được động vật sử dụng để tạo ra năng lượng, sinh trưởng, và phát triển. Các chất dinh dưỡng không được tiêu hóa, đa số, sẽ đi qua đường ruột của động vật làm giảm giá trị dinh dưỡng của thức ăn. Khả năng tiêu hóa của thức ăn chăn nuôi có thể được đánh giá bằng cách sử dụng các mô hình tiêu hóa in vitro hoặc in vivo và phân tích các chất dinh dưỡng còn lại trong thức ăn đã tiêu hóa bằng phương pháp phân tích hóa ướt. Hạn chế của các phương pháp hiện nay là chúng chỉ chuyên dùng cho một loại thức ăn cụ thể, tốn kém, và mất nhiều thời gian. Do đó, rất có lợi khi cung cấp phương pháp phân tích khả năng tiêu hóa của thức ăn chăn nuôi có phạm vi áp dụng rộng, ít tốn kém và mất ít thời gian hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống và phương pháp phân tích thức ăn chăn nuôi và điều chỉnh thức ăn chăn nuôi để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần trong thức ăn chăn nuôi. Cụ thể, sáng chế đề cập đến việc tiêu hóa in vitro mẫu thức ăn chăn nuôi và phân tích NIR, như được nêu trong bản mô tả, mẫu thức ăn đã tiêu hóa để xác định khả năng tiêu hóa các thành phần trong thức ăn chăn nuôi. Theo các phương án của sáng chế, mẫu thức ăn chăn nuôi được tiêu hóa bằng cách sử dụng quy trình in vitro được thiết kế giống với quá trình tiêu hóa in vivo ở động vật. Mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa được quét sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ mà sẽ được so sánh với mô hình trên máy tính để đưa ra nồng độ dự đoán của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa. Việc dự báo nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại cho phép xác định khả năng tiêu hóa của thành phần đó trong chế phẩm thức ăn chăn nuôi. Ví dụ, protein là một thành phần của

chế phẩm thức ăn chăn nuôi, và sau khi tiêu hóa, lượng protein còn lại sẽ được xác định và giá trị này sẽ cung cấp thước đo khả năng tiêu hóa của protein trong mẫu thức ăn chăn nuôi. Các thành phần trong thức ăn chăn nuôi có thể được chọn và/hoặc điều chỉnh để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần như protein, phospho, hydrat cacbon, chất béo, năng lượng thô, hoặc chất xơ. Việc điều chỉnh các thành phần trong thức ăn chăn nuôi bao gồm việc bổ sung một hoặc nhiều chất phụ gia bổ sung sau. Nhiều chất phụ gia bổ sung sau khác nhau có thể được kiểm tra để xác định xem liệu chất phụ gia bổ sung sau này có thể cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần trong thức ăn chăn nuôi hay không.

Sáng chế bao gồm phương pháp phân tích thức ăn chăn nuôi bao gồm bước tiêu hóa in vitro mẫu thức ăn chăn nuôi bằng cách sử dụng ít nhất một enzym để tạo ra thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa chứa ít nhất một thành phần còn lại; quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ; và so sánh dữ liệu phổ của thành phần còn lại với mô hình trên máy tính để đưa ra nồng độ dự báo cho ít nhất một thành phần còn lại trong thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa. Phương pháp được mô tả trong sáng chế là phương pháp sử dụng mô hình máy tính NIR để dự báo loại và lượng thành phần còn lại trong mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa in vitro. Theo các phương án, có thể sử dụng phương pháp này để lựa chọn thành phần trong thức ăn và/hoặc điều chỉnh các thành phần trong thức ăn để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần thức ăn.

Theo các phương án của sáng chế, việc tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi bao gồm việc sử dụng pepsin hoặc pancreatin hoặc cả hai. Theo các phương án khác, việc tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi còn bao gồm việc phân tách mẫu đã tiêu hóa thành thành phần rắn và thành phần lỏng, và quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bao gồm việc quét thành phần rắn. Theo các phương án khác nữa, ít nhất một thành phần còn lại được chọn từ nhóm gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, hydrat cacbon, và chất xơ. Theo các phương án khác, mẫu thức ăn chăn nuôi chứa chất phụ gia bổ sung trước. Theo các phương án, chất phụ gia bổ sung trước chứa ít nhất một enzym.

Theo các phương án của sáng chế, dữ liệu phổ được so sánh bằng cách sử dụng phương pháp được thực hiện bằng máy tính, phương pháp bao gồm bước thu nhận dữ liệu phổ từ mẫu sau khi tiêu hóa và so sánh dữ liệu phổ này với mô hình trên máy tính

của thành phần còn lại để thu được nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước: điều chỉnh thành phần trong thức ăn chăn nuôi để thu được profin dinh dưỡng đã định trước cho động vật dựa vào nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa. Theo các phương án khác, việc điều chỉnh thành phần trong thức ăn chăn nuôi để thu được profin dinh dưỡng đã định trước cho động vật bao gồm việc bổ sung ít nhất một chất phụ gia bổ sung sau. Theo các phương án, chất phụ gia bổ sung sau bao gồm enzym.

Sáng chế còn bao gồm việc điều chỉnh chế phẩm thức ăn chăn nuôi bao gồm các bước: nhận dạng profin dinh dưỡng đã định trước của thành phần thức ăn trong chế phẩm thức ăn chăn nuôi; dự báo nồng độ của thành phần còn lại trong số các thành phần thức ăn trong chế phẩm thức ăn chăn nuôi bằng phương pháp bao gồm bước: tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi in vitro sử dụng ít nhất một enzym để tạo ra thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa chứa ít nhất một thành phần còn lại; quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ; so sánh dữ liệu phổ này với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần còn lại để đưa ra nồng độ dự báo cho thành phần còn lại; và điều chỉnh chế phẩm thức ăn chăn nuôi để thu được profin dinh dưỡng đã định trước của thành phần thức ăn dựa vào nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại này. Theo các phương án của sáng chế, thành phần thức ăn được chọn từ nhóm gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, hydrat cacbon, chất xơ và dạng kết hợp của các thành phần này. Theo các phương án khác, ít nhất một thành phần còn lại được chọn từ nhóm gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, hydrat cacbon, và chất xơ.

Theo các phương án của sáng chế, việc tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi bao gồm việc sử dụng pepsin hoặc pancreatin hoặc cả hai. Theo các phương án khác, việc tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi còn bao gồm việc tách mẫu sau khi tiêu hóa ra thành thành phần rắn và thành phần lỏng, và quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa gồm việc quét thành phần rắn. Theo các phương án khác, mẫu thức ăn chăn nuôi chứa chất phụ gia bổ sung trước. Theo các phương án, chất phụ gia bổ sung trước bao gồm ít nhất một enzym.

Theo các phương án của sáng chế, dữ liệu phổ được so sánh bằng cách sử dụng

phương pháp được thực hiện bằng máy tính, phương pháp này bao gồm bước thu nhận dữ liệu phổ từ mẫu sau khi tiêu hóa và so sánh dữ liệu phổ này với mô hình trên máy tính của thành phần còn lại để thu được nồng độ dự báo cho ít nhất một thành phần còn lại.

Theo các phương án của sáng chế, việc điều chỉnh chế phẩm thức ăn chăn nuôi bao gồm việc bổ sung chất phụ gia bổ sung sau vào thức ăn. Theo các phương án, chất phụ gia bổ sung sau bao gồm ít nhất một enzym. Theo các phương án, chất phụ gia bổ sung sau điều chỉnh lượng thành phần còn lại trong thức ăn sau khi tiêu hóa.

Sáng chế còn đề xuất phương pháp xây dựng mô hình trên máy tính để phân tích thức ăn bao gồm các bước: tiêu hóa nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi in vitro bằng cách sử dụng ít nhất một enzym để tạo ra nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi đã được tiêu hóa, trong đó mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này chứa ít nhất một thành phần còn lại; quét mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ cho mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này; xác định nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng phương pháp hóa ướt; và tạo ra mô hình trên máy tính bằng cách thiết lập mối quan hệ dự báo giữa nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa với dữ liệu phổ của mẫu tương ứng trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

Theo một vài phương án của sáng chế, bước quét mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa còn bao gồm bước xử lý toán học đối với dữ liệu phổ của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này. Theo các phương án khác, việc tạo ra mô hình trên máy tính bao gồm phương pháp được thực hiện bằng máy tính, phương pháp này bao gồm các bước: thu nhận dữ liệu phổ của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; liên hệ dữ liệu phổ của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này với nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu tương ứng của nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; và thiết lập mối quan hệ dự báo dựa vào dữ liệu phổ và nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa để tạo ra mô hình trên máy tính.

Theo các phương án của sáng chế, việc tiêu hóa nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi

bao gồm việc sử dụng pepsin hoặc pancreatin hoặc cả hai. Theo các phương án khác, việc tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi còn bao gồm việc tách mẫu sau khi tiêu hóa ra thành thành phần rắn và thành phần lỏng, và quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bao gồm việc quét thành phần rắn. Theo các phương án khác nữa, ít nhất một thành phần còn lại được chọn từ nhóm gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, hydrat cacbon, và chất xơ.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp hóa ướt bao gồm bước phân tích từng mẫu trong số nhiều mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa đối với nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại được chọn từ nhóm gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, hydrat cacbon, và chất xơ. Theo các phương án khác, phương pháp hóa ướt bao gồm bước trộn thành phần rắn với chất lỏng để tạo ra hỗn hợp; và phân tích chế phẩm hỗn hợp đối với nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại được chọn từ nhóm gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, hydrat cacbon, và chất xơ trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 thể hiện sơ đồ minh họa phương án của phương pháp theo sáng chế.

Fig. 2 thể hiện dữ liệu phổ NIR được lấy ví dụ của mẫu thức ăn cho gia cầm được xử lý theo phương án của sáng chế.

Fig. 3 thể hiện dữ liệu mô hình NIR của protein trong thức ăn cho gia cầm được xử lý theo một phương án của sáng chế.

Fig. 4 thể hiện dữ liệu mô hình NIR của phospho trong thức ăn cho gia cầm được xử lý theo một phương án của sáng chế.

Fig. 5 thể hiện dữ liệu mô hình NIR của năng lượng thô trong thức ăn cho gia cầm được xử lý theo một phương án của sáng chế.

Fig. 6 thể hiện dữ liệu phổ NIR được lấy ví dụ của mẫu thức ăn cho lợn được xử lý theo một phương án của sáng chế.

Fig. 7 thể hiện dữ liệu mô hình NIR của protein trong thức ăn cho lợn được xử lý theo một phương án của sáng chế.

Fig. 8 thể hiện dữ liệu mô hình NIR của năng lượng thô trong thức ăn cho lợn được xử lý theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Định nghĩa

Mạo từ “một” được sử dụng trong bản mô tả để chỉ một hoặc nhiều hơn một (nghĩa là ít nhất một) đối tượng ngữ pháp của mạo từ đó. Ví dụ, “một yếu tố” nghĩa là một yếu tố hoặc nhiều hơn một yếu tố.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “chất phụ gia” chỉ chất được bổ sung vào chất khác. Ví dụ, chất phụ gia có thể được bổ sung vào thức ăn chăn nuôi để cải thiện khả năng tiêu hóa của một hoặc nhiều thành phần thức ăn. Chất phụ gia bao gồm enzym, hỗn hợp các enzym, protein, vitamin, khoáng chất, hạt, maltodextrin, chất bổ sung, và các dạng kết hợp của chúng. “Chất phụ gia bổ sung trước” là chất có mặt ở dạng thành phần của mẫu thức ăn chăn nuôi và không được bổ sung vào mẫu thức ăn tại thời điểm phân tích hoặc ngay trước khi phân tích. Chất phụ gia bổ sung trước thường đã có mặt sẵn trong thức ăn chăn nuôi được sử dụng trong lĩnh vực và bao gồm, nhưng không giới hạn ở, enzym hoặc hỗn hợp các enzym. “Chất phụ gia bổ sung sau” là chất được bổ sung vào mẫu chế phẩm thức ăn chăn nuôi tại thời điểm phân tích hoặc ngay trước khi phân tích. Chất phụ gia bổ sung sau thường được bổ sung vào mẫu thức ăn để xác định xem chất phụ gia bổ sung sau này có làm thay đổi khả năng tiêu hóa thành phần thức ăn hay không và bao gồm, nhưng không giới hạn ở, enzym hoặc hỗn hợp các enzym.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “chất phân tích” chỉ thành phần hóa học, có tính chất (ví dụ, nồng độ) được xác định bằng cách sử dụng quy trình phân tích.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “động vật” chỉ động vật không phải người được nuôi hoặc được sử dụng làm nguồn thực phẩm. Ví dụ, động vật bao gồm, nhưng không giới hạn ở, thú nuôi được thuần hóa như gia súc, dê, cừu, ngựa, gia cầm, trâu, anpaca (loại lạc đà không bướu), lạc đà không bướu, lừa, la, thỏ, gà con, ngỗng, gà tây, hoặc lợn.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “mô hình trên máy tính” chỉ mô hình có tính dự báo về nồng độ thành phần của hỗn hợp (ví dụ, thức ăn) dựa vào dữ liệu phổ thu được, ví dụ, bằng NIR. Theo các phương án của sáng chế, dữ liệu phổ từ mỗi mẫu trong số nhiều mẫu có quan hệ với nồng độ của thành phần còn lại như được

xác định bằng phương pháp hóa ướt phân tích với mỗi mẫu. Mô hình này có thể được sử dụng để đưa ra sự ước lượng về lượng (ví dụ, nồng độ) thành phần của mẫu chưa biết bằng cách so sánh phổ của mẫu chưa biết với mô hình này.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “tiêu hóa”, “được tiêu hóa”, và “sự tiêu hóa” chỉ việc làm thay đổi nguyên liệu bằng cách phá vỡ hoặc phân hủy các thành phần của nó. Theo một số phương án, tiêu hóa là quá trình *in vitro* sử dụng, ví dụ, nhiệt, hóa chất, và/hoặc enzym để phá vỡ các thành phần của nguyên liệu.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “thức ăn” hoặc “thức ăn chăn nuôi” chỉ nguyên liệu được động vật tiêu thụ và góp phần tạo ra năng lượng và/hoặc chất dinh dưỡng cho chế độ ăn của động vật. Thức ăn chăn nuôi thường bao gồm nhiều thành phần khác nhau có thể có mặt ở các dạng như (các) chất cô, (các) đồng sản phẩm trộn sẵn, hoặc viên tròn. Ví dụ về thức ăn và thành phần thức ăn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, khẩu phần trộn hoàn chỉnh (Total Mixed Ration - TMR), ngô, đậu tương, cỏ tươi cho gia súc, hạt, hạt dùng để chưng cất, hạt nảy mầm, cây họ đậu, vitamin, axit amin, khoáng chất, rỉ đường, chất xơ, cỏ khô cho gia súc, cỏ, cỏ khô, rơm, thức ăn gia súc ủ xilô, hạt lúa mỳ, lá, bột thô, chất tan, và chất bổ sung. Một số thành phần hoặc cấu phần của các thành phần trong thức ăn chăn nuôi có thể được phát hiện bằng phổ hồng ngoại gần (Near Infrared Spectroscopy - NIR). Các thành phần còn lại của thức ăn chăn nuôi không phát hiện được hoặc có thể phát hiện rất ít bằng NIR do nồng độ thấp, do nằm trong phức làm che mất thành phần này, hoặc do các tính chất vật lý hoặc hóa học của thành phần làm cho chúng không thể được phát hiện bằng NIR.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “*in vivo*” chỉ các quá trình xảy ra trong cơ thể sinh học sống.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “*in vitro*” chỉ các quá trình xảy ra trong môi trường nhân tạo bên ngoài cơ thể sống và các quá trình sinh học hoặc các phản ứng thường xảy ra trong sinh vật nhưng được làm để xảy ra trong môi trường nhân tạo. Các môi trường *in vitro* có thể bao gồm, nhưng không giới hạn ở, ống nghiệm và môi trường nuôi cấy tế bào.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “chất dinh dưỡng” chỉ chất cần cho sinh vật để sống và/hoặc sinh trưởng. Chất dinh dưỡng bao gồm, nhưng không

giới hạn ở, các hợp chất như protein, chất béo, hydrat cacbon (ví dụ, đường), chất xơ, vitamin, canxi, sắt, niacin, nitơ, oxy, cacbon, phospho, kali, natri clorua, và hỗn hợp của chúng.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “phổ NIR” hoặc “NIR” chỉ phương pháp quét và đo độ hấp thụ của mẫu sử dụng bức xạ hồng ngoại gần với các bước sóng nằm trong khoảng 800-2500 nm để tạo ra phổ hấp thụ. NIR được sử dụng để đo độ hấp thụ bởi các liên kết hóa học do sóng hài bậc cao và các dao động kết hợp gây ra và hữu ích nhất là làm phương pháp phân tích định lượng gián tiếp. Phép đo phổ NIR được sử dụng để dự báo lượng hoặc kiểu cấu phần hóa học của chất bằng cách so sánh phổ thu được khi quét mẫu với mẫu chuẩn (ví dụ, mô hình trên máy tính). Các phổ có thể được xử lý thêm bằng phương pháp toán học, ví dụ, bằng phép biến đổi Fourier. Phổ kế NIR có thể được tạo cấu hình để hoạt động theo phương thức phản xạ hoặc truyền qua. Các ví dụ cụ thể về thiết bị NIR bao gồm Bruker MPA FT-NIR (do Bruker Optics, Inc., Billerica, Mass. sản xuất), và Antaris™ FT-NIR Analyzer (do Thermo Scientific, Waltham, Mass. sản xuất).

Như được sử dụng trong sáng chế, “profin dinh dưỡng đã định trước” chỉ lượng mong muốn của thành phần hoặc các thành phần thức ăn trong thức ăn chăn nuôi trong đó khả năng tiêu hóa là đặc điểm có liên quan. Chuyên gia dinh dưỡng hoặc người nông dân có thể đặt ra lượng thành phần mong muốn trong thức ăn cụ thể. Ví dụ, lượng protein hoặc chất phụ gia trong thức ăn chăn nuôi có thể cần được điều chỉnh để tính đến khả năng tiêu hóa của protein trong thức ăn chăn nuôi như được xác định sử dụng phương pháp đã nêu trong bản mô tả. Thức ăn chăn nuôi có protein ở dạng khó tiêu hóa có thể cần đến sự tăng protein trong thức ăn chăn nuôi và/hoặc bổ sung chất phụ gia bổ sung sau làm tăng khả năng tiêu hóa của protein trong thức ăn chăn nuôi đó để nhận được lượng mong muốn.

Như được sử dụng trong sáng chế, “nồng độ dự báo” chỉ lượng chất dinh dưỡng hoặc thành phần còn lại phát hiện được trong mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa sử dụng phổ NIR và mô hình trên máy tính. Theo các phương án của sáng chế, thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa được quét sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ; và dữ liệu phổ này được so sánh với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần còn lại để đưa ra nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại trong thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa. Nồng độ dự báo là sự ước lượng nồng độ thực của ít nhất một thành phần còn

lại trong mẫu.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “thành phần còn lại” chỉ thành phần vẫn còn trong hỗn hợp sau khi loại bỏ và/hoặc thay đổi một hoặc nhiều thành phần trong hỗn hợp. Theo các phương án của sáng chế, thành phần còn lại là thành phần riêng lẻ bao gồm, nhưng không giới hạn ở, protein, phospho, chất béo, hydrat cacbon, và chất xơ. Theo các phương án khác, thành phần còn lại là đặc điểm của mẫu sau khi tiêu hóa bao gồm nhưng không giới hạn ở lượng ẩm, năng lượng thô, và hàm lượng tro.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “mẫu thức ăn chăn nuôi” chỉ phần đại diện cho thức ăn chăn nuôi. Theo các phương án của sáng chế, phần đại diện cho thức ăn chăn nuôi chứa cùng các thành phần ở tỷ lệ tương tự với các thành phần của thức ăn chăn nuôi. Mẫu đại diện tốt hơn là đồng nhất hoặc về cơ bản là đồng nhất.

Như được sử dụng trong sáng chế, thuật ngữ “dữ liệu phổ” chỉ dữ liệu thu được khi bức xạ tương tác với nguyên liệu. Ví dụ, dữ liệu phổ thu được khi bức xạ ở bước sóng hồng ngoại gần tương tác với nguyên liệu và được hấp thụ bởi các dao động của các liên kết hóa học trong nguyên liệu đó. Cường độ hấp thụ có thể được đo bằng cách đo lượng bức xạ phản xạ ngược lại từ hoặc truyền qua nguyên liệu ở bước sóng nhất định. Cường độ hấp thụ ở bước sóng nhất định tương ứng với lượng và kiểu liên kết hóa học trong nguyên liệu.

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp phân tích thức ăn chăn nuôi. Cụ thể, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp phân tích khả năng tiêu hóa của các thành phần thức ăn trong thức ăn chăn nuôi. Ngoài ra, hệ thống và phương pháp theo sáng chế được sử dụng để xác định tác dụng của chất phụ gia bổ sung trước và/hoặc chất phụ gia bổ sung sau đến khả năng tiêu hóa của thành phần thức ăn.

Phương pháp phân tích thành phần thức ăn trong thức ăn chăn nuôi gồm các quy trình (ví dụ, phương pháp tiêu hóa và phương pháp hóa ướt) tốn kém và mất nhiều thời gian, thường cần rất nhiều phần của thiết bị phòng thí nghiệm và rất nhiều phân tích với các thành phần khác nhau. Phân tích đơn lẻ sử dụng phương pháp hóa ướt bao gồm việc tách mẫu thành các phần khác nhau để phân tích các thành phần còn lại như protein, đường, phospho, năng lượng thô, và chất béo. Phân tích này làm hỏng mẫu.

Ngược lại, hệ thống và phương pháp được đề xuất theo sáng chế đưa ra nồng độ

dự báo của nhiều thành phần bằng cách sử dụng mẫu đơn là nhanh chóng, làm giảm thời gian và chi phí phân tích, và cho phép điều chỉnh chế phẩm thức ăn để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần thức ăn trong chế phẩm thức ăn chăn nuôi.

Hệ thống và phương pháp xây dựng mô hình trên máy tính

Sáng chế đề xuất phương pháp xây dựng mô hình trên máy tính để phân tích thức ăn bao gồm các bước: tiêu hóa in vitro nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sử dụng ít nhất một enzym để tạo ra nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi đã tiêu hóa, trong đó mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này chứa ít nhất một thành phần còn lại; quét mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; xác định nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng phương pháp hóa ướt; và tạo ra mô hình trên máy tính bằng cách thiết lập mối quan hệ dự báo giữa nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa với dữ liệu phổ của mẫu tương ứng của nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

Thử nghiệm tiêu hóa in vitro

Để xây dựng mô hình trên máy tính, nhiều mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa được tạo ra và phân tích. Các mẫu thức ăn chăn nuôi được tiêu hóa in vitro bằng cách sử dụng ít nhất một enzym.

Các thành phần của mẫu thức ăn chăn nuôi thay đổi phụ thuộc vào nguồn của mẫu thức ăn. Ví dụ, các trang trại được đặt ở những vùng địa lý khác nhau và/hoặc có nhiều giống động vật khác nhau có thể có thức ăn có các thành phần khác nhau. Ngoài ra, chuyên gia dinh dưỡng hoặc người nông dân có thể đặt ra lượng thành phần mong muốn trong thức ăn cụ thể hoặc lựa chọn thức ăn cụ thể dựa vào lượng thành phần mong muốn. Ví dụ về các thức ăn và thành phần thức ăn bao gồm, nhưng không giới hạn ở, khẩu phần trộn hoàn chỉnh (TMR), ngô, đậu tương, cỏ tươi cho gia súc, hạt, hạt dùng để chưng cất, hạt nảy mầm, cây họ đậu, vitamin, axit amin, khoáng chất, rỉ đường, chất xơ, cỏ khô cho gia súc, cỏ, cỏ khô, rơm, thức ăn gia súc ủ xilô, hạt lúa mì, lá, bột thô, chất tan, và chất bổ sung.

Theo các phương án của sáng chế, nhiều trong số các mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau với động vật cụ thể như gia cầm hoặc lợn được tiêu hóa. Nhiều mẫu có số

lượng mẫu đủ để đưa ra hệ số giá trị quyết định (R^2) là ít nhất 50, 60, 70, 80, 90, hoặc 100, hoặc số bất kỳ nằm trong khoảng từ 50 đến 100 cho mô hình trên máy tính. Theo các phương án của sáng chế, nhiều mẫu bao gồm ít nhất 25, 35, 50, hoặc 100 hoặc nhiều hơn 100 mẫu. Theo các phương án cụ thể, nhiều mẫu bao gồm ít nhất 50 mẫu đơn nhất.

Theo các phương án của sáng chế, mỗi mẫu được tiêu hóa in vitro bởi ít nhất một enzym. Theo các phương án của sáng chế, enzym và các điều kiện tiêu hóa được chọn tương tự với quá trình tiêu hóa in vivo của loại động vật. Theo các phương án, động vật là động vật có một dạ dày. Theo các phương án, động vật là lợn hoặc gia cầm. Ví dụ, một enzym có liên quan đến quá trình tiêu hóa ở dạ dày là pepsin, và enzym có liên quan trong quá trình tiêu hóa ở ruột là pancreatin. Một trong số hai enzym hoặc cả hai enzym này được sử dụng trong thử nghiệm tiêu hóa in vitro.

Theo các phương án của sáng chế, pepsin được sử dụng ở độ pH axit thấp hơn 7, 6, 5, 4, 3, 2 hoặc số bất kỳ trong khoảng này. Theo một số phương án, việc tiêu hóa bằng pepsin được thực hiện trong thời gian tương ứng với quá trình tiêu hóa in vivo trong dạ dày động vật, ví dụ, ít nhất 1 đến 6 giờ đối với lợn. Ví dụ, khoảng từ 30 phút đến 2 giờ đối với gia cầm. Điều kiện về độ pH, nhiệt độ, và thời gian có thể được điều chỉnh tùy vào loại động vật.

Theo các phương án của sáng chế, mẫu được tiêu hóa bằng pancreatin. Khi mẫu được tiêu hóa bằng pancreatin, quá trình tiêu hóa được thực hiện ở độ pH bằng ít nhất 6,0. Theo một số phương án, quá trình tiêu hóa bằng pancreatin được thực hiện trong thời gian tương ứng với quá trình tiêu hóa in vivo trong ruột động vật, ví dụ, ít nhất là 18 giờ đến 48 giờ đối với lợn. Ví dụ, khoảng từ 30 phút đến 2 giờ đối với gia cầm. Các điều kiện về pH, nhiệt độ, và thời gian có thể được điều chỉnh tùy vào loại động vật.

Theo một số phương án, mẫu thức ăn chăn nuôi được tiêu hóa bằng pepsin sau đó tiêu hóa bằng pancreatin dưới các điều kiện tương tự với quá trình tiêu hóa in vivo của mẫu trong các loài động vật. Động vật bao gồm động vật nuôi hoặc sử dụng làm nguồn thực phẩm bao gồm, nhưng không giới hạn ở, gia súc, dê, cừu, ngựa, gia cầm, trâu, anpaca (loại lạc đà không bướu), lạc đà không bướu, lừa, la, thỏ, gà con, ngỗng, gà tây, hoặc lợn.

Theo một vài phương án của sáng chế, nhiều hoặc ít bước hơn có thể có mặt

trong thử nghiệm tiêu hóa in vitro tùy vào quá trình tiêu hóa in vivo của động vật. Ví dụ, đối với lợn, thử nghiệm tiêu hóa in vitro bao gồm, nhưng không giới hạn ở, pha dạ dày, và pha ruột. Ví dụ, đối với gia cầm thử nghiệm tiêu hóa in vitro bao gồm, nhưng không giới hạn ở, pha điều, pha mê, và pha ruột non. Trong dạ dày hoặc điều, quá trình tiêu hóa được thực hiện ở độ pH axit và bao gồm enzym như pepsin. Trong pha ruột, quá trình tiêu hóa được thực hiện ở độ pH trung tính đến axit nhẹ và bao gồm enzym như pancreatin. Các enzym tiêu hóa khác có thể được sử dụng. Một hoặc nhiều enzym tiêu hóa được sử dụng trong một pha hoặc kết hợp các pha bất kỳ.

Mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa chứa ít nhất một thành phần còn lại. Thành phần còn lại là thành phần vẫn còn sau khi tiêu hóa thành phần thức ăn trong mẫu thức ăn. Ví dụ, thành phần thức ăn trong mẫu thức ăn là protein nhưng không phải tất cả protein có thể được tiêu hóa in vivo hoặc trong thử nghiệm in vitro để cho thành phần protein còn lại vẫn còn sau quá trình tiêu hóa. Các thành phần còn lại khác bao gồm phospho, chất béo, năng lượng thô, hydrat cacbon, hoặc chất xơ.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp tiêu hóa nhiều mẫu bao gồm bước tách mỗi mẫu ra thành thành phần lỏng và thành phần rắn. Bước tách này thường được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp ly tâm, hoặc lọc.

Mỗi trong số nhiều mẫu sau khi tiêu hóa được phân tích bằng phổ NIR và phương pháp hóa ướt.

Phổ NIR

Mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa được quét sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ. Phổ hồng ngoại gần (NIR, còn được biết là NIRS) là kỹ thuật đo phổ được sử dụng để tạo ra nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu (ví dụ, nồng độ chất phân tích). NIR dựa vào bước sóng nằm trong khoảng 800-2500 nm, và hữu dụng nhất để đo sóng hài bậc cao và các dao động kết hợp trong các phân tử. Do phép đo NIR thường cần ít hoặc không cần quá trình chuẩn bị mẫu, hầu hết các mẫu có thể được đo mà không cần xử lý trước, tác động, hoặc phá hủy.

Thiết bị NIR tiêu biểu thường quét mẫu nhiều lần qua khoảng bước sóng chọn lọc và tính trung bình các lần quét để tạo ra phổ. Thiết bị NIR có thể được tạo cấu hình để đo độ truyền qua của mẫu trong suốt hoặc độ phản xạ của mẫu đục. Do sự chồng chéo đáng kể trong sóng hài bậc cao và các dải phân tử kết hợp, các công nghệ NIR

thường dựa vào kỹ thuật hiệu chuẩn nhiều chiều. Mô hình trên máy tính NIR có thể bao gồm các mô hình (ví dụ, các mẫu chuẩn) cho nhiều chất phân tích và có thể bao gồm hàng chục, hàng trăm, hoặc thậm chí hàng nghìn mẫu.

Theo các phương án của sáng chế, dữ liệu phổ được xử lý để đặt nó ở dạng hữu ích để tạo ra mô hình. Theo các phương án của sáng chế, dữ liệu phổ được xử lý bằng phương pháp toán học để giảm thiểu độ nhiễu, tách các thành phần cơ bản, và/hoặc trừ đi giá trị nền.

Theo các phương án của sáng chế, mẫu sau khi tiêu hóa được tách ra thành thành phần lỏng và thành phần rắn, và thành phần rắn được quét. Thành phần rắn chứa ít nhất một thành phần còn lại. Các lần quét NIR có thể nhận dạng nhiều hơn một thành phần hỗn hợp cũng như đưa ra nồng độ dự báo của mỗi trong số các thành phần trong hỗn hợp. Các lần quét NIR tạo ra dữ liệu phổ được sử dụng để xây dựng mô hình trên máy tính cho mỗi trong số các thành phần còn lại.

Phân tích hóa học

Các mẫu được quét trên NIR cũng được phân tích sử dụng phương pháp phân tích cơ sở, nghĩa là, phương pháp hóa ướt. Phương pháp hóa ướt bao gồm phương pháp đối chiếu cơ sở được dùng để phân tích các thành phần như protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, hydrat cacbon, hoặc chất xơ. Các phân tích này đã được biết với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này. Đối với protein, phương pháp phân tích bao gồm việc xác định nitơ và phân tích bằng phổ cực tím khả kiến. Đối với phospho, phương pháp phân tích bao gồm việc xác định phospho bởi hệ thống plasma ghép cặp phản ứng. Năng lượng thô có thể được xác định trong máy đo nhiệt lượng bình cao áp.

Phương pháp hóa phân tích có thể được sử dụng trên các mẫu lỏng hoặc khô. Theo các phương án của sáng chế, mẫu sau khi tiêu hóa được tách ra thành thành phần lỏng và thành phần rắn. Cả hai thành phần có thể được phân tích sử dụng phương pháp hóa ướt. Ví dụ, phospho đã giải phóng có thể được xác định trong thành phần lỏng và phospho còn lại có thể được xác định trong thành phần rắn. Theo một số phương án, thành phần rắn được trộn với chất lỏng để tạo thuận lợi cho việc phân tích hóa ướt ít nhất một thành phần còn lại trong thành phần rắn.

Phân tích hóa ướt cung cấp nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong

mỗi trong số các mẫu sau khi tiêu hóa. Theo các phương án của sáng chế, nhiều thành phần còn lại được đo.

Tạo ra mô hình trên máy tính

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp bao gồm bước tạo ra mô hình trên máy tính bằng cách thiết lập mối quan hệ dự báo giữa nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa với dữ liệu phổ của mẫu tương ứng của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

Phổ của nhiều mẫu khác nhau được thiết lập mối liên hệ với các kết quả từ phương pháp hóa ướt sử dụng quá trình xử lý toán học các dữ liệu thông qua phương pháp được thực hiện bằng máy tính để đưa ra mẫu chuẩn. Theo các phương án của sáng chế, phương pháp được thực hiện bằng máy tính bao gồm các bước: thu nhận dữ liệu phổ của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; liên hệ dữ liệu phổ của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này với nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu tương ứng của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; và thiết lập mối quan hệ dự báo dựa vào dữ liệu phổ và nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa để tạo ra mô hình trên máy tính.

Dữ liệu phổ được tạo ra khi quét mẫu sau khi tiêu hóa. Dữ liệu phổ có thể được xử lý bằng phương pháp toán học để đặt nó ở dạng hữu ích để tạo ra mô hình. Theo các phương án của sáng chế, dữ liệu phổ được xử lý bằng phương pháp toán học để giảm thiểu độ nhiễu, tách các thành phần cơ bản, và/hoặc trừ đi giá trị nền.

Sau đó, dữ liệu phổ từ mỗi mẫu được thiết lập mối liên hệ với nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu tương ứng như được xác định bằng phương pháp hóa ướt. Việc thiết lập mối liên hệ giữa dữ liệu phổ với nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại được thực hiện khi nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại với mẫu cụ thể được đặt vào phổ kế NIR.

Mối quan hệ giữa nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu được sử dụng để tạo ra mô hình bằng cách sử dụng một hoặc nhiều phương pháp thống kê để thiết lập mối quan hệ dự báo giữa nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu và dữ liệu phổ của các dữ liệu đó. Các phương pháp thống kê

bao gồm phân tích thành phần cơ bản, phân tích hồi quy tuyến tính, hoặc phân tích bình phương nhỏ nhất một phần. Nhiều phương pháp thống kê bất kỳ có thể được sử dụng để xây dựng mô hình trên máy tính cho thành phần còn lại này.

Theo các phương án của sáng chế, các mô hình NIR được đặc trưng bởi hệ số giá trị quyết định R^2 phản ánh khả năng dự báo của mô hình trên máy tính. Theo các phương án của sáng chế, các giá trị R^2 của mô hình trên máy tính bằng ít nhất 50, 60, 70, 80, 90, hoặc 100, hoặc số bất kỳ trong khoảng từ 50 đến 100.

Mô hình trên máy tính thường được xác nhận sử dụng phương pháp xác nhận. Theo các phương án của sáng chế, phương pháp xác nhận là phương pháp được thực hiện bằng máy tính trong đó nhiều mẫu được chia thành bộ xây dựng mô hình và bộ xác nhận. Việc chỉ định các mẫu vào một bộ thường được thực hiện ngẫu nhiên. Dữ liệu từ bộ xây dựng mô hình được sử dụng để xây dựng mô hình như được nêu trong bản mô tả. Dữ liệu từ bộ xác nhận được sử dụng để kiểm tra khả năng dự báo của mẫu này. Các mẫu của bộ xác nhận được kiểm tra dựa vào mô hình để đưa ra nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại. Nồng độ dự báo sau đó được so sánh với nồng độ thực của mẫu như được xác định bằng phương pháp hóa ướt. Việc so sánh này cho phép xác định giá trị R^2 và/hoặc sai số chuẩn. Các kiểu xác nhận khác như phương pháp xác nhận bỏ đi một cũng có thể được sử dụng.

Khi mô hình trên máy tính được tạo ra, nó được lưu trong phổ kế NIR. Theo các phương án của sáng chế, phổ kế NIR bao gồm bộ vi xử lý và bộ nhớ có các lệnh thực hiện máy tính thực hiện việc tạo ra mô hình trên máy tính hoặc xác nhận mô hình trên máy tính như được nêu trong bản mô tả. Theo các phương án của sáng chế, bộ nhớ đóng vai trò lưu mô hình trên máy tính với mỗi thành phần còn lại, và/hoặc cơ sở dữ liệu của dữ liệu phổ với mỗi mẫu. Mô hình trên máy tính hữu ích để cung cấp nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu với nồng độ chưa biết của ít nhất một thành phần còn lại.

Theo các phương án của sáng chế, hệ thống theo sáng chế bao gồm hệ thống và thiết bị thích hợp để thực hiện quá trình tiêu hóa in vitro mẫu thức ăn và phân tích NIR mẫu sau khi tiêu hóa. Theo các phương án khác, hệ thống theo sáng chế còn bao gồm hệ thống và thiết bị thích hợp để thực hiện phân tích hóa ướt mẫu sau khi tiêu hóa. Theo các phương án lấy ví dụ, hệ thống có thể bao gồm thiết bị phòng thí nghiệm điện

hình và đồ thủy tinh, như bình thót cổ, cốc bệse, ống nghiệm, cân, pipet, tủ nuôi, máy lắc, máy khuấy, bể nước, v.v.. Hệ thống này còn có thể bao gồm các máy phân tích, như ICP, máy phân tích nitơ, và nhiệt lượng kế bình cao áp.

Theo các phương án, hệ thống còn bao gồm máy phân tích NIR được trang bị máy tính và phần mềm thích hợp để vận hành NIR và xây dựng và sử dụng mô hình trên máy tính (ví dụ, mẫu chuẩn). Theo phương án thay thế, mô hình trên máy tính có thể được lưu trên máy tính từ xa, được truy cập bằng máy tính nhờ hạ tầng thông tin, như mạng internet. Theo phương án lấy ví dụ, NIR được tạo cấu hình để có cụm cốc đựng mẫu quay để quét mẫu thức ăn.

Phương pháp và hệ thống theo sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng kết hợp phần cứng và phần mềm. Phần mềm có thể được dùng làm chương trình ứng dụng được bao gồm một cách hiển nhiên trên thiết bị lưu trữ chương trình, hoặc các phần khác nhau của phần mềm được thực hiện trong môi trường máy tính của người sử dụng (ví dụ, tiểu trình applet) và trên môi trường máy tính của người đánh giá, trong đó người đánh giá có thể được định vị ở vị trí từ xa (ví dụ, tại nhà máy của nhà cung cấp dịch vụ).

Theo các phương án, máy tính bao gồm bộ xử lý. Bộ xử lý hoạt động để nhận thông tin, mà thường bao gồm dữ liệu phổ (ví dụ, phổ NIR), và cơ sở dữ liệu của các dữ liệu đã biết (ví dụ, thông tin xác định bằng thực nghiệm (ví dụ, các kết quả hóa ướt) từ nhiều mẫu). Thông tin đã nhận này có thể được lưu ít nhất là tạm thời trong cơ sở dữ liệu, và các dữ liệu được phân tích.

Ví dụ, trong quá trình hoặc sau khi các dữ liệu được đưa vào bởi người sử dụng, các phần xử lý dữ liệu có thể được thực hiện trong môi trường máy tính phía người dùng. Ví dụ, môi trường máy tính phía người dùng có thể được lập trình để cung cấp các mã kiểm tra xác định để biểu thị nền tảng, thử nghiệm vật mang/chẩn đoán, hoặc cả hai; việc xử lý dữ liệu sử dụng cờ hiệu xác định, và/hoặc tạo ra cấu trúc cờ hiệu, trong đó các đáp ứng được truyền, dưới dạng các đáp ứng được xử lý hoặc được xử lý một phần, đến môi trường máy tính của người đánh giá ở dạng mã kiểm tra và các cấu trúc cờ hiệu để sau đó thực hiện một hoặc nhiều thuật toán để đưa ra kết quả và/hoặc tạo ra báo cáo trong môi trường máy tính của người đánh giá.

Hệ thống và phương pháp phân tích mẫu thức ăn

Sáng chế bao gồm phương pháp sử dụng mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần còn lại trong thức ăn chăn nuôi. Phương pháp này là hữu dụng để so sánh các chế phẩm thức ăn khác nhau và điều chỉnh các chế phẩm thức ăn để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần thức ăn. Theo các phương án của sáng chế, phương pháp phân tích thức ăn bao gồm các bước: tiêu hóa in vitro mẫu thức ăn chăn nuôi sử dụng ít nhất một enzym để tạo ra thức ăn chăn nuôi đã tiêu hóa chứa ít nhất một thành phần còn lại; quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ; và so sánh dữ liệu phổ này với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần còn lại để đưa ra nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại trong thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

Như được mô tả ở trên, các mẫu thức ăn chăn nuôi có thể khác nhau về thành phần và có thể thu được từ các nguồn khác nhau. Theo các phương án của sáng chế, mẫu thức ăn chăn nuôi chứa chất phụ gia bổ sung trước. Chất phụ gia bổ sung trước bao gồm enzym. Mẫu thức ăn được tiêu hóa sử dụng quá trình tiêu hóa in vitro bằng ít nhất một enzym như được nêu trong bản mô tả. Mẫu được dùng trong phương pháp này có lượng chưa biết của ít nhất một thành phần còn lại sau khi tiêu hóa.

Các mẫu được phân tích, ví dụ, để xác định nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu sau khi tiêu hóa. Thành phần còn lại bao gồm, nhưng không giới hạn ở, protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, hydrat cacbon, và chất xơ. Việc phân tích thành phần còn lại là hữu dụng để xác định khả năng tiêu hóa của mẫu thức ăn. Mẫu sau khi tiêu hóa được quét sử dụng phổ NIR và các phổ này được lưu trong phổ kế NIR. Mẫu thức ăn của các loại khác nhau có thể được so sánh với nhau để xác định chế phẩm thức ăn nào tạo ra khả năng tiêu hóa của thành phần thức ăn tốt hơn. Ví dụ, nếu chế phẩm thức ăn thứ nhất có lượng protein, năng lượng thô hoặc thành phần phospho còn lại sau khi tiêu hóa thấp hơn chế phẩm thức ăn khác thì chế phẩm thức ăn thứ nhất này sẽ được chọn.

Khi mô hình trên máy tính được sử dụng để phân tích mẫu, phổ tạo ra từ việc quét mẫu này được so sánh với mô hình sau đó phản hồi nồng độ dự báo của thành phần của mẫu. Phép đo NIR thường diễn ra chỉ trong vài phút và phản hồi kết quả ngay, điều này khiến cho các phép đo NIR nhanh và tiện lợi.

Theo các phương án của sáng chế, các phép đo NIR được kết hợp với thử

thử nghiệm tiêu hóa in vitro để xác định khả năng tiêu hóa của mẫu. Các phương pháp NIR hiện nay bao gồm quét mẫu thức ăn nguyên trạng (nghĩa là, không có bước xử lý trước đối với mẫu) và ước lượng thành phần của mẫu thức ăn. Tuy nhiên, phương pháp này chỉ thực hiện việc dự báo thành phần ban đầu của thức ăn và không có khả năng phân biệt mẫu thức ăn nào sẽ có khả năng tiêu hóa được cải thiện. Do đó, phương pháp trong đó mẫu thức ăn được xử lý bằng cách sử dụng thử nghiệm tiêu hóa và mẫu sau khi tiêu hóa được quét sử dụng NIR được phát triển, cho phép dự báo chính xác hơn khả năng tiêu hóa của các thành phần trong mẫu thức ăn, đồng thời tiết kiệm được thời gian và tài nguyên do mẫu sau khi tiêu hóa không cần được phân tích bằng phương pháp hóa ướt. Phương pháp này kết hợp các thông tin được truyền tải bởi thử nghiệm tiêu hóa và tốc độ và sự tiện lợi của phép đo NIR.

Theo các phương án của sáng chế, sáng chế bao gồm việc tiêu hóa mẫu thứ nhất của chế phẩm thức ăn chăn nuôi thứ nhất và việc tiêu hóa mẫu thứ hai của chế phẩm thức ăn chăn nuôi thứ hai bằng ít nhất một enzym, trong đó chế phẩm thức ăn thứ nhất và thứ hai này khác nhau ở ít nhất một thành phần thức ăn; quét mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ cho ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi mẫu; so sánh dữ liệu phổ từ mỗi mẫu với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần còn lại để đưa ra nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai; và lựa chọn chế phẩm thức ăn chăn nuôi có nồng độ mong muốn hoặc đã định trước của ít nhất một thành phần còn lại bằng cách so sánh nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai. Theo một số phương án, chế phẩm thức ăn chăn nuôi được chọn sẽ có thành phần còn lại như protein, phospho hoặc năng lượng thô giảm.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp được đề xuất để xác định tác dụng của chất phụ gia bổ sung sau đối với khả năng tiêu hóa mẫu thức ăn. Phương pháp này là hữu dụng để xác định xem việc bổ sung chất phụ gia bổ sung sau vào chế phẩm thức ăn có cải thiện khả năng tiêu hóa thức ăn hoặc tạo ra chế phẩm thức ăn có profin dinh dưỡng đã định trước của thành phần thức ăn hay không. Theo các phương án của sáng chế, một hoặc nhiều chất phụ gia bổ sung sau được thêm vào mẫu thức ăn trước hoặc tại thời điểm tiêu hóa. Các chất phụ gia khác có thể được so sánh về khả năng giúp cải thiện khả năng tiêu hóa của thành phần thức ăn. Theo các phương án của

sáng chế, chất phụ gia bổ sung sau bao gồm ít nhất một enzym, hỗn hợp các enzym, hoặc chất có nguồn enzym vi khuẩn.

Theo sáng chế, phương pháp còn hữu dụng để so sánh hiệu quả của chế phẩm thức ăn có các thành phần khác nhau. Trong trường hợp đó, mẫu thức ăn thứ nhất có chế phẩm thứ nhất, mẫu thức ăn thứ hai có chế phẩm thứ hai, trong đó chế phẩm thức ăn thứ nhất và thứ hai khác nhau ở ít nhất một thành phần thức ăn. Theo các phương án, chế phẩm thức ăn thứ nhất và thứ hai khác nhau ở chỗ có thành phần khác nhau hoặc thành phần giống nhau nhưng ở lượng khác nhau. Theo các phương án, các thành phần khác nhau ở sự có mặt hoặc lượng được chọn từ nhóm gồm phospho, chất béo, protein, năng lượng thô, hydrat cacbon, chất xơ, chất phụ gia bổ sung trước, và dạng kết hợp của các thành phần này.

Theo các phương án của sáng chế, sáng chế bao gồm việc tiêu hóa mẫu thứ nhất của chế phẩm thức ăn chăn nuôi thứ nhất và tiêu hóa mẫu thứ hai của chế phẩm thức ăn chăn nuôi thứ hai bằng ít nhất một enzym, trong đó chế phẩm thức ăn thứ hai khác chế phẩm thứ nhất bởi sự có mặt của ít nhất một chất phụ gia bổ sung sau hoặc bởi việc có chất phụ gia bổ sung sau khác; quét mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi mẫu sau khi tiêu hóa; so sánh dữ liệu phổ từ mỗi mẫu này với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần còn lại để đưa ra nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai; và lựa chọn chế phẩm thức ăn chăn nuôi có nồng độ mong muốn hoặc đã định trước của ít nhất một thành phần còn lại bằng cách so sánh nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại của mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai. Theo một số phương án, chất phụ gia bổ sung sau được chọn để làm giảm thành phần còn lại như protein, phospho hoặc năng lượng thô.

Hệ thống và phương pháp điều chỉnh thức ăn chăn nuôi

Sáng chế bao gồm phương pháp sử dụng mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần còn lại trong thức ăn chăn nuôi. Phương pháp này là hữu dụng để so sánh các thành phần thức ăn khác nhau và điều chỉnh thành phần thức ăn giúp cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần thức ăn này. Theo các phương án của sáng chế, việc điều chỉnh thành phần thức ăn chăn nuôi bao gồm các bước: nhận dạng profin dinh

đường đã định trước của thành phần thức ăn trong chế phẩm thức ăn chăn nuôi; dự báo nồng độ của thành phần còn lại của thành phần thức ăn trong thức ăn chăn nuôi bằng phương pháp bao gồm bước: tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi in vitro sử dụng ít nhất một enzym để tạo ra thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa chứa ít nhất một thành phần còn lại; quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng phổ NIR để tạo ra dữ liệu phổ; so sánh dữ liệu phổ này với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần còn lại để đưa ra nồng độ dự báo của thành phần còn lại; và điều chỉnh chế phẩm thức ăn chăn nuôi để thu được profin dinh dưỡng đã định trước của thành phần thức ăn dựa vào nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại.

Do đó, theo một số phương án, sáng chế đề xuất phương pháp hiệu quả để phân tích tác dụng của enzym lên protein, chất béo, năng lượng thô, năng lượng tiêu hóa được, sự giải phóng phospho, sự giải phóng đường, chất xơ, hydrat cacbon, v.v. trong thức ăn (ví dụ, thức ăn chăn nuôi), và để xác định tác dụng của chất phụ gia bổ sung sau đối với khả năng tiêu hóa của thức ăn. Hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể được sử dụng để phân tích nhiều thức ăn với nhiều thành phần và có thể được cập nhật nhanh chóng mà không cần qua các thử nghiệm in vivo.

Sáng chế được thấy là có thể sử dụng để phân tích nhiều thức ăn chăn nuôi bất kỳ và không giới hạn ở việc phân tích thức ăn cụ thể. Thức ăn chăn nuôi là loại thực phẩm bất kỳ được sử dụng riêng làm thức ăn cho thú nuôi được thuần hóa (ví dụ, gia súc, dê, cừu, ngựa, gia cầm, trâu, anpaca (loại lạc đà không bướu), lạc đà không bướu, lừa, la, thỏ, và lợn). Thức ăn chăn nuôi thường bao gồm khẩu phần trộn hoàn chỉnh (TMR), ngô, đậu tương, cỏ tươi cho gia súc, hạt, hạt dùng để chưng cất, hạt nảy mầm, cây họ đậu, vitamin, axit amin, khoáng chất, rỉ đường, chất xơ, cỏ khô cho gia súc, cỏ, cỏ khô, rom, thức ăn gia súc ủ xilô, hạt lúa mỳ, lá, bột thô, chất tan, và chất bổ sung.

Khả năng tiêu hóa của thành phần thức ăn có thể được cải thiện bằng cách bổ sung một hoặc nhiều chất phụ gia bổ sung sau như enzym (ví dụ, enzym tiêu hóa) vào thức ăn. Ví dụ, các enzym như phytaza, proteaza, proteaza của nấm, xenlulaza, xylanaza, axit phosphataza, beta-glucanaza, pectinaza, và alpha amylaza, có thể được thêm vào thức ăn (nghĩa là, được sử dụng làm chất phụ gia) để cải thiện khả năng tiêu hóa. Các enzym này có thể được tạo ra ở dạng tinh khiết, dạng tinh khiết một phần, hoặc dạng thô. Enzym này có thể có nguồn gốc tự nhiên (ví dụ, nấm) hoặc tổng hợp, hoặc có thể được tạo ra in vitro (ví dụ, thể tái tổ hợp). Theo một số phương án,

proteaza (ví dụ, pepsin) được bổ sung. Theo một số phương án, enzym hoặc hỗn hợp enzym có bán trên thị trường được bổ sung (ví dụ, Allzyme SSF, do Alltech, Nicholasville, KY sản xuất).

Để xác định xem có cần bổ sung chất phụ gia bổ sung sau vào chế phẩm thức ăn cụ thể hay không, có lợi nếu biết các thành phần có khả năng tiêu hóa của chế phẩm thức ăn. Theo một phương án, chế phẩm thức ăn có thể được phân tích bằng cách tiêu hóa in vitro mẫu thức ăn chăn nuôi để tạo ra thức ăn sau khi tiêu hóa chứa ít nhất một thành phần còn lại, quét thức ăn sau khi tiêu hóa sử dụng NIR để tạo ra dữ liệu phổ, so sánh dữ liệu phổ này với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần còn lại, và đưa ra nồng độ dự báo của thành phần còn lại. Nồng độ dự báo của một hoặc nhiều thành phần còn lại có thể được so sánh với profin dinh dưỡng đã định trước hoặc mong muốn của thành phần thức ăn. Theo một vài phương án của sáng chế, nếu lượng thành phần còn lại cao hơn trong profin dinh dưỡng đã định trước hoặc mong muốn của thành phần thức ăn, profin dinh dưỡng có thể được tăng cường bằng cách bổ sung một hoặc nhiều chất phụ gia bổ sung sau, như enzym (ví dụ, enzym tiêu hóa).

“Profin dinh dưỡng đã định trước” chỉ lượng thành phần hoặc các thành phần thức ăn mong muốn trong thức ăn chăn nuôi trong đó khả năng tiêu hóa là đặc điểm có liên quan. Chuyên gia dinh dưỡng hoặc người nông dân có thể đặt ra lượng thành phần mong muốn trong thức ăn cụ thể. Ví dụ, lượng protein hoặc chất phụ gia trong thức ăn chăn nuôi có thể cần được điều chỉnh để tính đến khả năng tiêu hóa của protein trong thức ăn chăn nuôi như được xác định bằng cách sử dụng phương pháp theo sáng chế. Thức ăn chăn nuôi có protein ở dạng khó tiêu hóa có thể cần đến sự tăng lượng protein trong thức ăn chăn nuôi và/hoặc bổ sung chất phụ gia bổ sung sau làm tăng khả năng tiêu hóa của protein trong thức ăn chăn nuôi đó để đạt được lượng mong muốn.

Theo phương án khác, hệ thống và phương pháp có thể được sử dụng để so sánh khả năng tiêu hóa của hai hoặc nhiều thức ăn, một hoặc nhiều trong số này có thể chứa chất phụ gia bổ sung sau, như enzym (ví dụ, enzym tiêu hóa). Ví dụ, hệ thống và phương pháp có thể được sử dụng để chỉ ra rằng một mẫu thức ăn có profin dinh dưỡng vượt trội so với mẫu thức ăn khác do mẫu thức ăn này có thành phần dễ tiêu hóa hơn.

Các ví dụ dưới đây được đưa ra để chứng minh và minh họa thêm cho các

phương án và các khía cạnh được ưu tiên nhất định của sáng chế và không được hiểu là làm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1: Mô hình NIR

Các mô hình NIR được tạo ra với các mẫu sau khi tiêu hóa của thức ăn cho lợn và gia cầm. Các mẫu này có thể được sử dụng kết hợp với thử nghiệm tiêu hóa để đánh giá khả năng tiêu hóa các mẫu thức ăn bằng cách ước lượng hàm lượng của thành phần còn lại trong mẫu sau khi tiêu hóa.

Fig. 1 thể hiện sơ đồ được lấy ví dụ minh họa phương pháp tiêu hóa và phân tích mẫu thức ăn như được nêu trong bản mô tả. Fig. 1 chỉ ra rằng mẫu thức ăn ban đầu được cho tiêu hóa in vitro và sản phẩm sau khi tiêu hóa được phân tích lượng năng lượng thô, protein, phospho, và hàm lượng đường còn lại sử dụng phổ NIR và phương pháp hóa ướt.

Mẫu thức ăn cho gia cầm và lợn được tiêu hóa sử dụng thử nghiệm tiêu hóa tương tự với quá trình tiêu hóa in vitro các chất dinh dưỡng. Thử nghiệm này được cải biến từ Boisen S., A multienzyme assay for swine, Chapter 10, A Model for Feed Evaluation Based on *In vitro* Digestible Dry Matter and Protein, *In vitro* Digestion for Pig and Poultry, 1990, M.F. Fuller.

Mẫu sau khi tiêu hóa được phân tích protein, năng lượng thô và phospho sử dụng phương pháp hóa ướt. Khối lượng cuối cùng bao gồm thức ăn sau khi tiêu hóa và chất lỏng được tách thành thành phần rắn và thành phần lỏng. Thành phần rắn được làm khô và chất rắn đã được làm khô này được quét sử dụng phổ kế NIR. Các mô hình NIR được tạo ra đối với protein, phospho, và năng lượng thô trong thức ăn cho gia cầm đã tiêu hóa, và đối với protein và năng lượng thô trong thức ăn cho lợn đã tiêu hóa.

Thử nghiệm tiêu hóa

Mẫu thức ăn cho lợn và gia cầm được tiêu hóa sử dụng thử nghiệm tiêu hóa sau đây. Một số mẫu được cải biến bằng cách bổ sung chất phụ gia bổ sung sau (Allzyme SSF) trong quá trình thử nghiệm.

Vật liệu ban đầu:

Các mẫu thức ăn cho gia cầm và lợn có các nguồn gốc khác nhau được sử dụng. Cả hai mẫu thức ăn cho gia cầm và cho lợn đều bao gồm chủ yếu là ngô và bột đậu tương.

Chất phụ gia thức ăn Allzyme SSF, do Alltech, Nicholasville, KY sản xuất được sử dụng làm nguồn enzym bổ sung (ví dụ, chất phụ gia bổ sung sau) cho thức ăn. Allzyme SSF bao gồm phức enzym chứa ít nhất là 300 U phytaza.

Chất phản ứng:

- A. HCl: 0,2M, 1M, 2M, và 4M
 - B. NaOH 0,6M
 - C. NaHCO_3 1M
 - D. Pepsin từ Sigma (P7012); 10 mg pepsin/mL nước khử ion hoặc 2,25mg pepsin/mL nước khử ion
 - E. Pancreatin từ Sigma (P3292); 50 mg pancreatin/mL nước khử ion hoặc 2,315mg pancreatin/mL nước khử ion
 - F. axit tricloaxetic 15% (TCA)
 - G. Đệm axetat: 0,1M (pH = 6,0) và 0,2M (pH = 6,8)
 - H. Dung dịch cloramphenicol; 5mg cloramphenicol/1 mL rượu
 - I. Dung dịch dừng TCA
 - J. Chất màu được điều chế từ 3 thể tích axit sulfuric 1M, 1 thể tích gồm amoni molypdat 2,5 % (w/v), và 1 thể tích axit ascorbic 10 % (w/v)
 - K. Dung dịch DNS (được bảo quản trong chai sẫm màu), được điều chế từ axit dinitrosalixylic, NaOH, kali natri tartrat tetrahydrat và nước khử ion
 - L. Chất chuẩn dextroza: 0 mg/mL; 0,2 mg/mL; 0,4 mg/mL; 0,6 mg/mL; 0,8 mg/mL; và 1,0 mg/mL
- Chất chuẩn phosphat: kali phosphat 0 μM ; 5,625 μM ; 11,25 μM ; 22,5 μM ; 45 μM ; và 90 μM trong nước.

Quy trình

Chất phụ gia enzym

Để tạo ra sản phẩm enzym lỏng để sử dụng trong thử nghiệm làm chất phụ gia bổ sung sau, enzym được chiết từ Allzyme SSF bằng nước khử ion và được pha loãng với tỷ lệ 1:2.500.000 bằng đệm natri axetat 0,1 M.

Thử nghiệm tiêu hóa ở lợn

Tiêu hóa bậc một - Dạ dày

Trộn 2 g mẫu thức ăn cho lợn đã được nghiền với 49 mL đệm natri axetat 0,1M. Một số mẫu được cải biến bằng cách bổ sung chất phụ gia bổ sung sau bằng cách trộn với 1 mL chất phụ gia bổ sung sau ở dạng lỏng được điều chế từ sản phẩm Allzyme SFF được nêu ở trên. Độ pH của dung dịch được điều chỉnh đến 2 bằng HCl. Bổ sung 2,0 mL dung dịch pepsin (10 mg pepsin/mL nước khử ion) và 1,0 mL dung dịch cloramphenicol. Dung dịch được khuấy và được đặt trong bể nước có khuấy ở nhiệt độ 39°C với tốc độ khuấy là 55 vòng/phút trong 6 giờ. Dung dịch được khuấy hàng giờ.

Tiêu hóa bậc hai - Ruột non

Sau quá trình tiêu hóa bậc một, các mẫu được trộn với 20 mL đệm natri axetat 0,2 M và 10 mL NaOH 0,6 M. Độ pH của dung dịch được điều chỉnh đến 6,8 bằng NaOH 0,6 M. Bổ sung 2,0 mL dung dịch pancreatin (50 mg pancreatin/mL nước khử ion). Dung dịch được khuấy và được đặt trong bể nước có khuấy (55 vòng/phút) ở nhiệt độ 39°C trong 18 giờ. Dung dịch được khuấy và được ly tâm ở 14000 g trong 20 phút.

Thử nghiệm tiêu hóa ở gia cầm

Pha điều

Trộn 2,5 g mẫu thức ăn cho gia cầm đã được nghiền với 6 ml nước cất. Một số mẫu được cải biến bằng cách bổ sung chất phụ gia bổ sung sau bằng cách trộn với 1 mL chất phụ gia bổ sung sau dạng lỏng được điều chế từ sản phẩm Allzyme SFF được nêu ở trên với 7 mL nước cất. Mẫu được ủ ở 40°C trong 30 phút.

Pha mẻ

Sau khi ủ trong pha điều, các mẫu được điều chỉnh đến độ pH = 3,0 bằng HCl 1M. Bổ sung 2,0 mL dung dịch pepsin (2,25mg pepsin/mL nước khử ion) và 1,0 mL dung dịch cloramphenicol vào mỗi mẫu. Dung dịch được khuấy và được đặt trong bể nước 40°C trong 45 phút.

Ruột non

Sau khi qua pha điều, mẫu được trộn với 1 mL NaHCO_3 để thu được độ pH bằng 6,5. Bổ sung 2,0 mL dung dịch pancreatin (2,315 mg pancreatin/mL nước khử ion). Dung dịch được khuấy và được đặt vào bể nước 40°C trong 60 phút. Dung dịch được khuấy và ly tâm ở 14000 g trong 20 phút.

Phân tích hóa ướt

Quá trình tiêu hóa in vitro để lại khối lượng cuối gồm phần chất rắn của thức ăn sau khi tiêu hóa và phần chất lỏng. Mẫu được tách thành phần rắn và thành phần lỏng (nghĩa là, dịch nổi bề mặt) để phân tích thêm. Thành phần rắn được sấy đông khô để tạo ra phần chất khô cuối.

Thiết bị:

Varian 720-ES ICP để phân tích phospho

Leco TruSpec CHN để phân tích nitơ (protein)

Máy đo nhiệt lượng bình cao áp Parr 6100 để phân tích năng lượng thô

Protein, phospho và năng lượng thô

Phần chất khô cuối của mẫu sau khi tiêu hóa được phân tích protein, phospho và năng lượng thô. Hàm lượng protein được xác định bằng cách sử dụng máy phân tích đốt nitơ và bằng cách chuyển hóa hàm lượng nitơ thành protein. Hàm lượng phospho được xác định bằng cách sử dụng hệ thống plasma ghép cặp cảm ứng (ICP - inductively coupled plasma). Lượng năng lượng thô được xác định bằng cách sử dụng máy đo nhiệt lượng bình cao áp.

Mô hình NIR

Phần chất khô cuối của mẫu sau khi tiêu hóa được quét sử dụng cụm cốc quay NIR để thu thập dữ liệu phản xạ NIR. Các lần quét NIR của nhiều mẫu khác nhau được ghi lại và được thiết lập mối tương quan với các kết quả từ phương pháp hóa ướt với mỗi mẫu để tạo ra mô hình trên máy tính cho mỗi thành phần (protein, phospho và năng lượng thô) của mẫu sau khi tiêu hóa.

Thiết bị:

Bruker MPA FT-NIR, số môđen 122000 có cụm cốc quay, do Bruker Optics,

Inc., Billerica, Mass. sản xuất.

Các thiết lập:

Độ phân giải 16 cm^{-1}

Quét 32: thiết bị được cài đặt để quét mỗi mẫu 32 lần và tính trung bình các lần quét thành một file quét cho mỗi mẫu

Khoảng số sóng $10000\text{ cm}^{-1} - 4000\text{ cm}^{-1}$

Độ hấp thụ được đo bằng cách sử dụng ngăn “mẫu lớn hình khối cầu”

Kết quả - Thử nghiệm tiêu hóa thức ăn cho gia cầm

Mẫu thức ăn cho gia cầm được tiêu hóa theo thử nghiệm tiêu hóa. Phần chất khô cuối của mẫu sau khi tiêu hóa được quét trên NIR. Kết quả quét NIR mẫu của mẫu thức ăn cho gia cầm đã tiêu hóa được thể hiện trên Fig. 2.

Mẫu sau khi tiêu hóa được phân tích protein, phospho và năng lượng thô bằng phương pháp hóa ướt. Hàm lượng protein của mẫu sau khi tiêu hóa nằm trong khoảng 13-34%; hàm lượng phospho nằm trong khoảng 750-5900 ppm; và năng lượng thô nằm trong khoảng 3300-5200 cal/g. Sau đó, hàm lượng protein, phospho và năng lượng thô của mỗi mẫu được làm thiết lập tương quan với các kết quả quét NIR để xây dựng mô hình NIR cho mỗi thành phần.

Bước xác nhận chéo được tạo ra bằng máy tính của mô hình protein NIR cho thức ăn cho gia cầm được thể hiện trên FIG. 3. Mô hình bao gồm 29 mẫu. R^2 của mô hình là 86,66 và RMSECV (căn bậc hai của sai số bình phương trung bình của phép xác nhận chéo - root mean square error of cross validation) là 2,68. Giá trị R^2 chỉ ra mức độ ăn khớp giữa các dữ liệu với mô hình và các kết quả quan sát được được dự báo từ mô hình tốt như thế nào. RMSECV là phép đo mức độ thay đổi ở các dữ liệu.

Bước xác nhận chéo được tạo ra bằng máy tính của mô hình phospho NIR cho thức ăn cho gia cầm được thể hiện trên Fig. 4. Mô hình này bao gồm 24 mẫu. R^2 đối với mô hình là 75,94 và RMSECV là 554.

Bước xác nhận chéo được tạo ra bằng máy tính của mô hình năng lượng thô NIR cho thức ăn cho gia cầm được thể hiện trên Fig. 5. Mô hình này bao gồm 18 mẫu. R^2 đối với mô hình là 87,72 và RMSECV là 148. Được mong đợi là R^2 và RMSEV

của các mô hình có thể được cải thiện bằng cách tăng số mẫu trong các mô hình này.

Kết quả - Thử nghiệm tiêu hóa thức ăn cho lợn

Mẫu thức ăn cho lợn được tiêu hóa theo thử nghiệm tiêu hóa. Phần chất khô cuối của mẫu sau khi tiêu hóa được quét sử dụng cụm cốc quay NIR để thu thập các dữ liệu phản xạ NIR. Kết quả quét lấy làm ví dụ của mẫu thức ăn cho lợn đã tiêu hóa được thể hiện trên Fig. 6.

Mẫu sau khi tiêu hóa được phân tích protein và năng lượng thô bằng phương pháp hóa ướt. Hàm lượng protein của mẫu sau khi tiêu hóa nằm trong khoảng 6-47% và năng lượng thô nằm trong khoảng 3900-5300 cal/g. Sau đó, hàm lượng protein và năng lượng thô của mỗi mẫu được thiết lập tương quan với các kết quả quét NIR để xây dựng mô hình NIR cho mỗi thành phần.

Bước xác nhận chéo được tạo ra bằng máy tính của mô hình protein NIR đối với thức ăn cho lợn được thể hiện trên Fig. 7. R^2 của mô hình là 98,86 và RMSECV là 0,708.

Bước xác nhận chéo được tạo ra bằng máy tính của mô hình năng lượng thô NIR đối với thức ăn cho lợn được thể hiện trên Fig. 8. R^2 của mô hình là 80,5 và RMSECV là 141.

Thảo luận

Kết quả cho thấy các mô hình NIR khác nhau có thể được xây dựng để sử dụng kết hợp với thử nghiệm tiêu hóa để dự báo hàm lượng các thành phần chưa tiêu hóa (nghĩa là, còn lại) trong mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa. Mô hình protein đối với thức ăn cho lợn đặc biệt thành công (R^2 bằng 98,86), ngay cả với số lượng mẫu sử dụng trong mô hình lấy làm ví dụ tương đối thấp. Mô hình này được thấy là có khả năng dự báo tốt hàm lượng protein thực trong mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa và có thể được sử dụng thay cho việc thực hiện phương pháp hóa ướt tốn kém và mất nhiều thời gian. Độ chính xác của các mô hình có thể tăng khi số lượng mẫu tăng. Cụ thể, được mong đợi là khả năng dự báo của các mô hình phospho và năng lượng thô có thể được cải thiện bằng cách bao gồm nhiều mẫu hơn trong các mô hình này.

Ví dụ 2

Xác nhận mô hình protein còn lại với lợn.

Khả năng dự báo của mô hình protein còn lại đối với việc tiêu hóa thức ăn cho lợn được xác nhận. Phương pháp xác nhận cho biết phương pháp theo sáng chế được sử dụng để phân tích mẫu thức ăn với các đặc điểm chưa biết như thế nào.

Tập hợp các mẫu thức ăn cho lợn được tiêu hóa như được mô tả trong Ví dụ 1 và được quét sử dụng NIR. Mỗi mẫu được mô tả đặc điểm đối với hàm lượng protein sử dụng phương pháp hóa ướt. Các mẫu này được chia thành bộ xác nhận và bộ xây dựng mô hình. Các mẫu trong bộ xây dựng mô hình được sử dụng để tạo ra mô hình như được nêu trong bản mô tả. Bộ xác nhận được kiểm tra trong mô hình để đưa ra nồng độ dự báo của protein còn lại cho mỗi mẫu. Nồng độ dự báo cho mỗi mẫu được so sánh với nồng độ của protein còn lại trong mẫu như được xác định sử dụng phương pháp hóa ướt (Thực). Kết quả được thể hiện trong Bảng 1:

Bảng 1

Tên file	Thực	Dự báo	Chênh lệch
Russia Sow Flask 8.2	8,84625	8,64	0,206
Russia Sow Flask 8.1	8,84625	8,798	0,0478
Russia Sow Flask 8.0	8,84625	8,691	0,155
Russia Sow Flask 7.2	8,5775	8,841	-0,263
Russia Sow Flask 7.1	8,5775	8,922	-0,345
Russia Sow Flask 7.0	8,5775	8,965	-0,387
Russia Sow Flask 6.2	10,0781	9,498	0,58
Russia Sow Flask 6.1	10,0781	9,513	0,565
Russia Sow Flask 6.0	10,0781	9,522	0,556
Russia Sow Flask 5.2	8,51	8,502	0,00811
Russia Sow Flask 5.1	8,51	8,567	-0,0586
Russia Sow Flask 5.0	8,51	8,646	-0,136
Russia Sow Flask 4.2	8,44	8,314	0,126
Russia Sow Flask 4.1	8,44	8,303	0,137
Russia Sow Flask 4.0	8,44	8,446	-0,00599
Russia Sow Flask 3.2	8,495	8,738	-0,243
Russia Sow Flask 3.1	8,495	6,871	-0,376

Kết quả này cho thấy mô hình có khả năng dự báo tốt nồng độ protein còn lại

trong mẫu.

Mặc dù các phương án nhất định của sáng chế đã được mô tả, vẫn có thể có các phương án khác. Trong khi bản mô tả bao gồm phần mô tả chi tiết, phạm vi của sáng chế được chỉ ra bởi các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây. Hơn thế nữa, mặc dù bản mô tả được mô tả bằng ngôn ngữ dành riêng cho các dấu hiệu về cấu trúc và/hoặc các tác dụng của phương pháp, các yêu cầu bảo hộ không bị giới hạn ở các dấu hiệu này hoặc các tác dụng nêu trên. Mà, các dấu hiệu và tác dụng cụ thể nêu trên được bộc lộ dưới dạng các khía cạnh và phương án minh họa của sáng chế. Nhiều khía cạnh, phương án, cải biến khác nhau, và các dạng tương đương khác của chúng, sau khi đọc phần mô tả sáng chế, có thể được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này mà không vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế hoặc các đối tượng được yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phân tích thức ăn cho lợn hoặc gia cầm, phương pháp này bao gồm các bước:

(a) tiêu hóa in vitro nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi, mỗi mẫu có một chế phẩm thức ăn chăn nuôi để tạo ra nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi đã tiêu hóa, trong đó mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa chứa ít nhất một thành phần còn lại, trong đó ít nhất một thành phần còn lại này được chọn từ nhóm gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, và hydrat cacbon, trong đó mẫu thức ăn chăn nuôi gồm thức ăn cho lợn hoặc thức ăn cho gia cầm, trong đó mỗi chế phẩm thức ăn chăn nuôi gồm một hoặc nhiều trong số ngô, đậu tương, hạt, hạt dùng để chưng cất, cây họ đậu, rỉ đường, hoặc hỗn hợp của bất kỳ trong số các loại này, trong đó quá trình tiêu hóa in vitro bao gồm ít nhất hai giai đoạn:

trong đó đối với thức ăn cho lợn, một giai đoạn tiêu hóa in vitro được thực hiện trong từ 1 đến 6 giờ ở độ pH thấp hơn khoảng 7 và bao gồm việc sử dụng ít nhất một enzym gồm pepsin, và trong đó một giai đoạn tiêu hóa in vitro khác được thực hiện trong từ 18 giờ đến 48 giờ ở độ pH trung tính đến độ pH axit bằng ít nhất 6,0 và bao gồm việc sử dụng ít nhất một enzym gồm pancreatin, để tạo ra nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi đã tiêu hóa,

trong đó đối với thức ăn cho gia cầm, một giai đoạn tiêu hóa in vitro được thực hiện bao gồm việc sử dụng ít nhất một enzym gồm phytaza, một giai đoạn tiêu hóa in vitro khác được thực hiện ở độ pH thấp hơn khoảng 7 trong từ 30 phút đến 2 giờ và bao gồm việc sử dụng ít nhất một enzym gồm pepsin, và một giai đoạn tiêu hóa in vitro bổ sung được thực hiện ở độ pH trung tính đến độ pH axit bằng ít nhất 6,0 trong từ 30 phút đến 2 giờ và bao gồm việc sử dụng ít nhất một enzym gồm pancreatin, để tạo ra nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi đã tiêu hóa;

(b) tách mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thu được ở bước (a) thành thành phần rắn và thành phần lỏng;

(c) quét thành phần rắn của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thu được ở bước (b) bằng cách sử dụng quang phổ kế hồng ngoại gần (NIR) để tạo ra dữ liệu phổ cho mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa;

(d) xác định nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bằng cách sử dụng phương pháp hóa ướt;

(e) tạo ra mô hình trên máy tính gồm phương pháp được thực hiện bằng máy tính bao gồm các bước:

(i) nhận dữ liệu phổ của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa;

(ii) liên hệ dữ liệu phổ của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa với nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mẫu tương ứng của nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; và

(iii) thiết lập mối quan hệ dự báo dựa vào dữ liệu phổ và nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại của nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa để tạo ra mô hình trên máy tính; và

(f) xác nhận mô hình trên máy tính để phân tích thức ăn cho lợn hoặc gia cầm sử dụng các mẫu xác nhận, trong đó các mẫu xác nhận gồm nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau khác với các mẫu đã sử dụng ở bước (a), gồm việc so sánh nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thu được từ các mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau mà được dự báo từ mô hình trên máy tính với nồng độ đo được tương ứng bằng phương pháp hóa ướt cho ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thu được từ các mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước quét thành phần rắn của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa còn bao gồm bước xử lý dữ liệu phổ của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bằng phương pháp toán học.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp hóa ướt bao gồm việc phân tích nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại được chọn từ nhóm gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng thô, và hydrat cacbon trong mỗi mẫu thức ăn đã tiêu hóa.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi trong số các mẫu thức ăn chăn nuôi là thức ăn cho lợn.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó pepsin là pepsin của lợn và pancreatin là pancreatin của lợn.
6. Phương pháp theo điểm 4, trong đó chế phẩm dùng cho động vật bao gồm ngô.
7. Phương pháp theo điểm 4, trong đó giai đoạn tiêu hóa này và một giai đoạn tiêu hóa khác còn bao gồm việc sử dụng đệm axetat.
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi trong số các mẫu thức ăn chăn nuôi là thức ăn cho gia cầm.
9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó chế phẩm dùng cho động vật bao gồm ngô.
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một thành phần còn lại được chọn từ nhóm gồm protein, phospho, chất béo, và năng lượng thô.
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một thành phần còn lại được chọn từ nhóm gồm protein, chất béo, và năng lượng thô.
12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác nhận (f) bao gồm các bước:
 - (1) tiêu hóa in vitro nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau, trong đó bước tiêu hóa này bao gồm hai giai đoạn, trong đó một giai đoạn được thực hiện ở độ pH thấp hơn khoảng 7 và bao gồm việc sử dụng ít nhất một enzym bao gồm pepsin, và trong đó một giai đoạn khác được thực hiện ở độ pH trung tính đến độ pH axit và bao gồm việc sử dụng ít nhất một enzym bao gồm pancreatin;
 - (2) tách mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau sau khi tiêu hóa thu được ở bước (1) thành thành phần rắn và thành phần lỏng;
 - (3) quét thành phần rắn thu được ở bước (2) của nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau sau khi tiêu hóa sử dụng quang phổ kế hồng ngoại gần (NIR) để tạo ra dữ liệu phổ cho mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau sau khi tiêu hóa;
 - (4) dự báo nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau sau khi tiêu hóa sử dụng mô hình trên máy tính để thu được các nồng độ dự báo của chúng;
 - (5) xác định nồng độ của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số

nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau sau khi tiêu hóa sử dụng phương pháp hóa ướt để thu được các nồng độ đo được của chúng; và

- (6) so sánh nồng độ dự báo của ít nhất một thành phần còn lại trong mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau sau khi tiêu hóa với nồng độ đo được tương ứng được xác định bằng phương pháp hóa ướt trong quyết định xác nhận trên mô hình trên máy tính.
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó bước tách (2) bao gồm bước ly tâm hoặc lọc.
14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:
 - (g) xác định hệ số quyết định, giá trị R^2 , của mô hình trên máy tính dựa vào việc so sánh nhiều nồng độ được dự báo cho nhiều mẫu xác nhận sử dụng mô hình trên máy tính với nồng độ thực của các mẫu xác nhận được xác định bằng phương pháp hóa ướt; và
 - (h) xác định xem mô hình trên máy tính có được xác nhận để phân tích thức ăn cho lợn hoặc gia cầm hay không bằng cách xác định xem giá trị R^2 được xác định trong bước (g) có phải ít nhất là bằng 50 hay không.
15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước xác định (h) xem mô hình trên máy tính có được xác nhận để phân tích thức ăn cho lợn hoặc gia cầm hay không bao gồm việc xác định xem giá trị R^2 được xác định ở bước (g) có phải ít nhất là bằng 70 hay không.
16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tách (b) bao gồm bước ly tâm hoặc lọc.
17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước sấy đông khô thành phần rắn thu được từ bước tách (b) để tạo ra phần chất khô cuối của nó trước bước (c), và trong đó thành phần rắn được quét ở bước (c) bao gồm phần chất khô cuối của nó.
18. Phương pháp theo điểm 16, trong đó việc xác định bằng cách sử dụng phương pháp hóa ướt trong bước (d) được thực hiện trên thành phần rắn của mỗi trong số nhiều mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

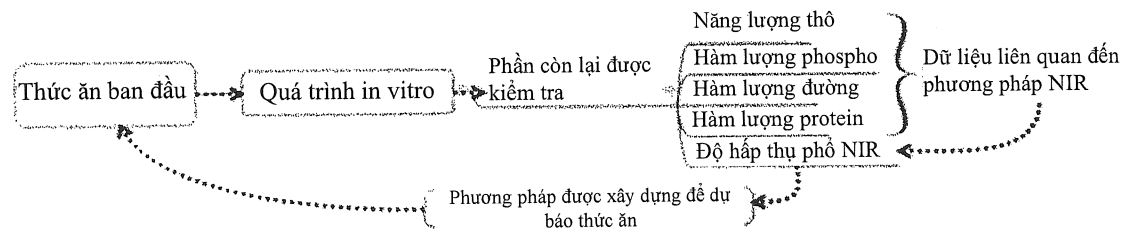


FIG. 1

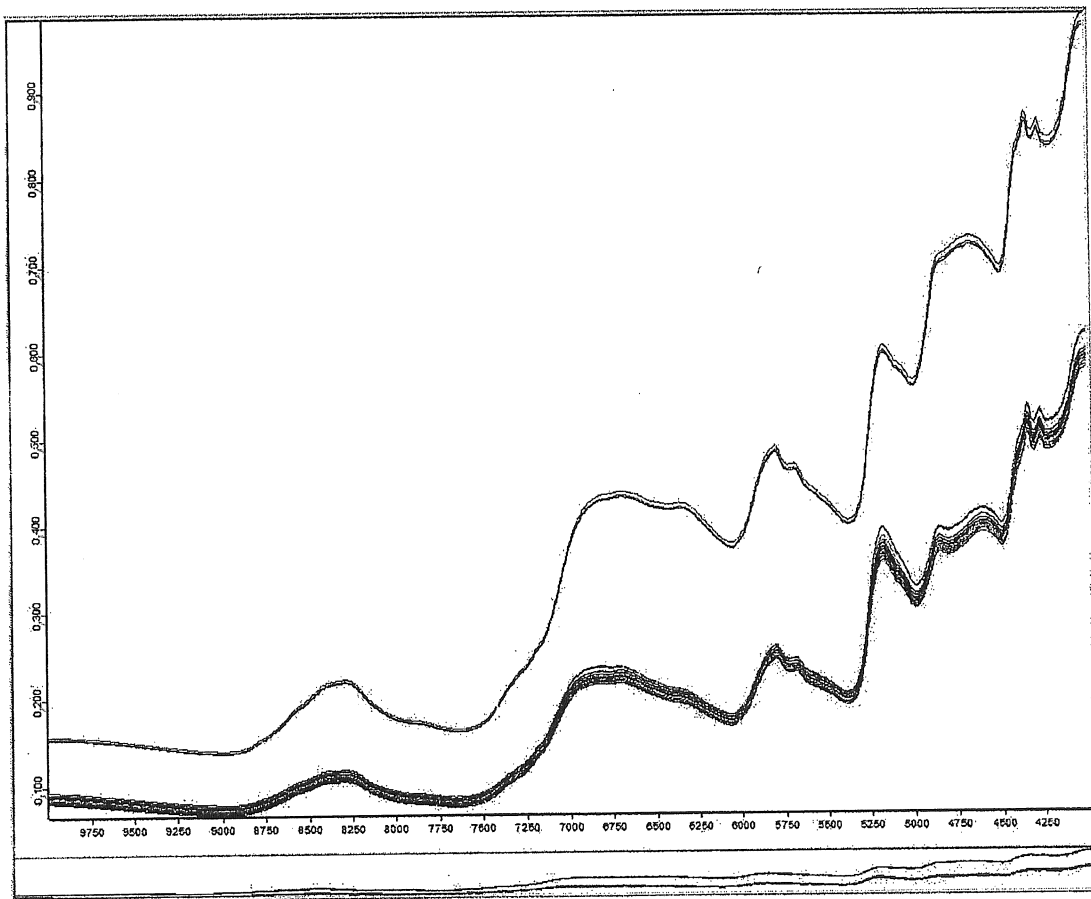


FIG. 2

Dự báo - Thực / Protein [%] / Xác nhận chéo

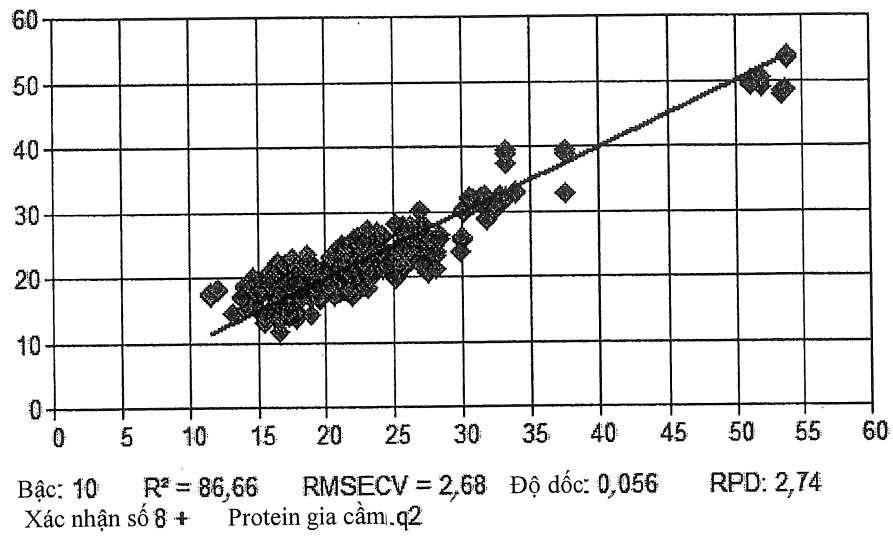


FIG. 3

Dự báo - Thực / Phospho [ppm] / Xác nhận chéo

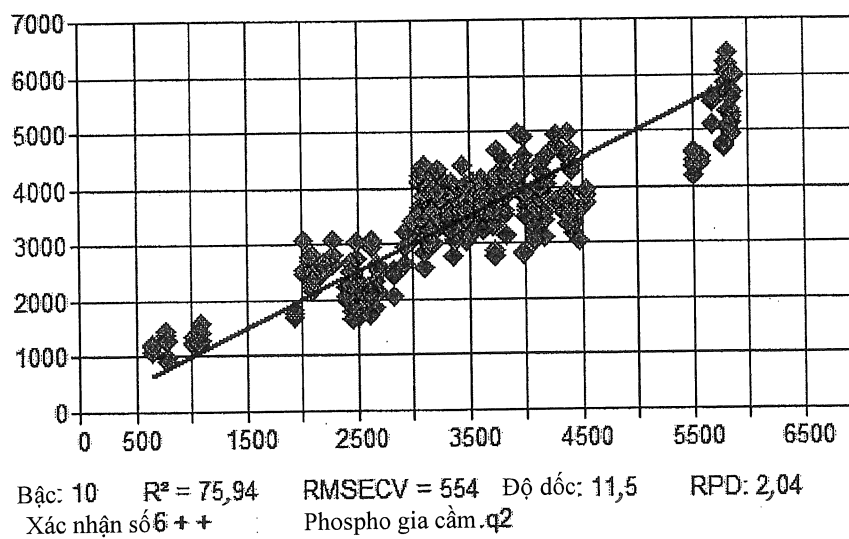


FIG. 4

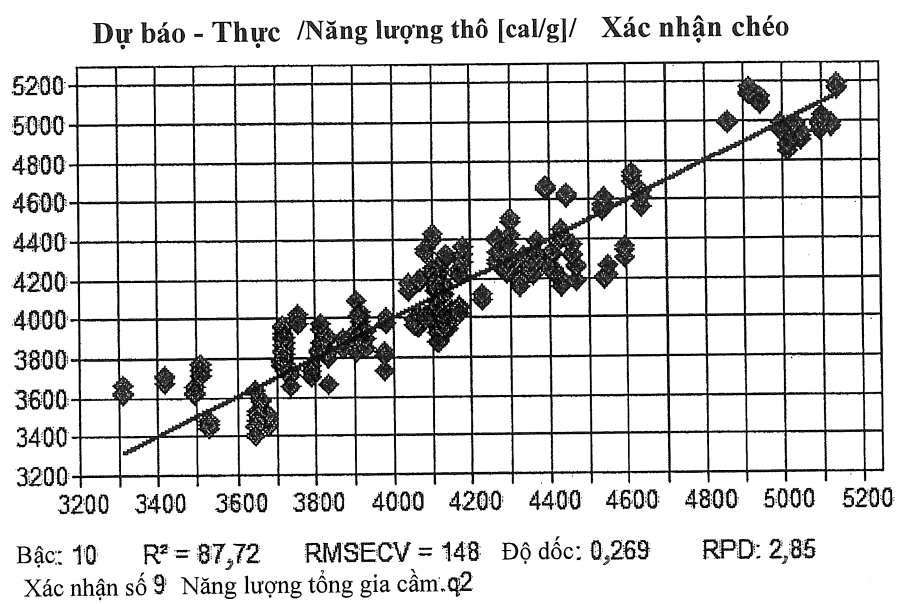


FIG. 5

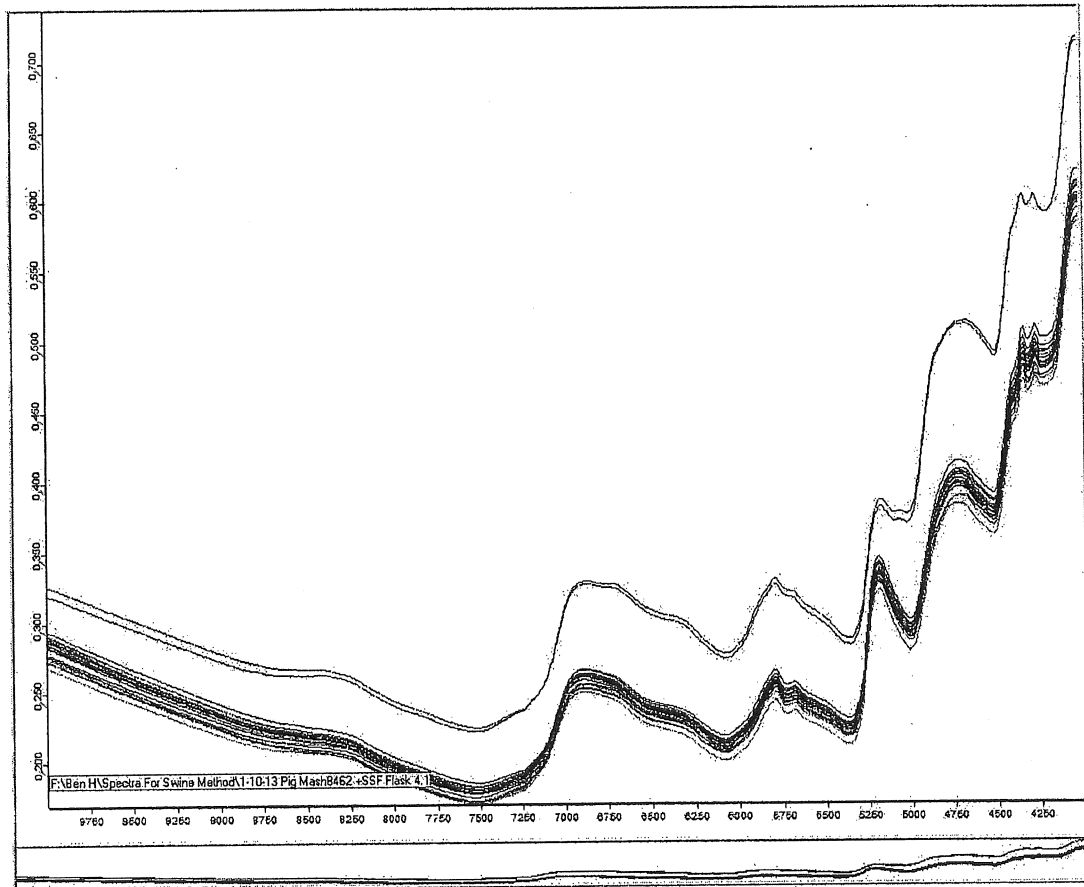


FIG. 6

Dự báo - Thực / Protein [%] / Xác nhận chéo

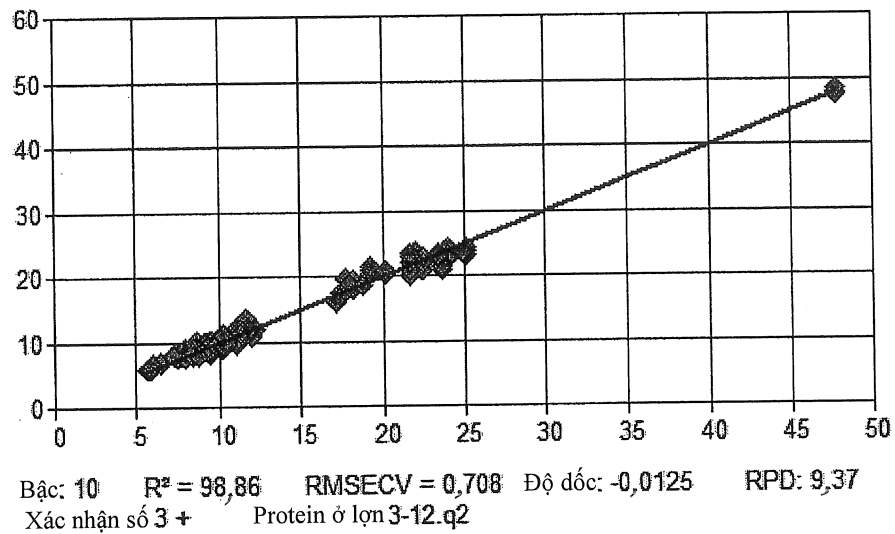


FIG. 7

Dự báo - Thực / Năng lượng thô [cal/g]/ Xác nhận chéo

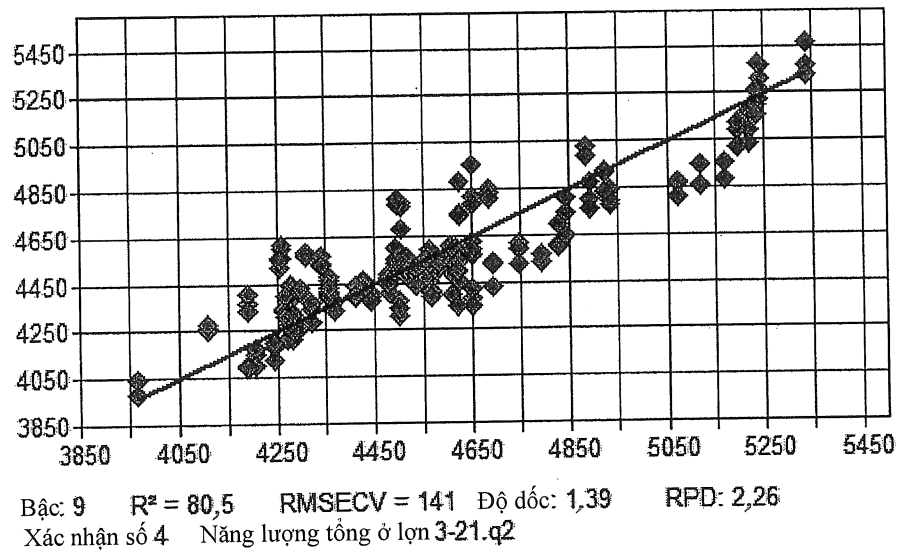


FIG. 8