



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

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

(11)



1-0028478

(51)⁷ A23K 1/00

(13) B

(21) 1-2016-02218

(22) 11/02/2014

(86) PCT/US2014/015736 11/02/2014

(87) WO2015/094390 25/06/2015

(30) 14/109,907 17/12/2013 US

(45) 25/06/2021 399

(43) 26/09/2016 342A

(73) ALLTECH, INC. (US)

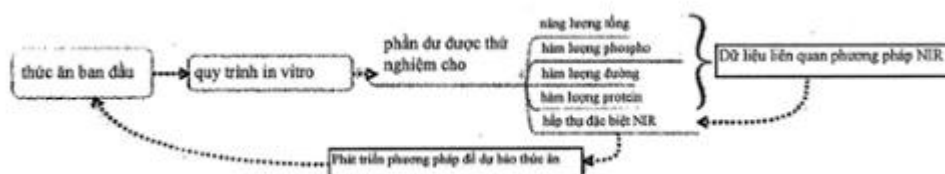
3031 Catnip Hill Pike, Nicholasville, KY 40356, United States of America

(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 trong thức ăn chăn nuôi. Khả năng tiêu hóa của thức ăn chăn nuôi có thể được xác định bằng cách thực hiện bước tiêu hóa in vitro thức ăn và phân tích hàm lượng các thành phần dư trong thức ăn sau khi tiêu hóa bằng quang phổ NIR. Hợp phần 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 ảnh hưởng của chất phụ gia lên khả năng tiêu hóa của thức ăn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp điều chỉnh thức ăn chăn nuôi. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp phân tích in vitro 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. Động vật hấp thu và sử dụng các chất dinh dưỡng được tiêu hóa cho năng lượng, sinh trưởng, và phát triển. Các chất dinh dưỡng không được tiêu hóa, hầu hết là, 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 mô hình tiêu hóa in-vitro hoặc in vivo và phân tích các chất dinh dưỡng còn lại trong thức ăn được tiêu hóa bằng các phương pháp phân tích hóa ướt. Nhược điểm của các phương pháp hiện nay là chúng chuyên dùng cho loại thức ăn cụ thể, tốn kém, và tốn thời gian. Do đó, việc đề xuất phương pháp phân tích khả năng tiêu hóa của thức ăn chăn nuôi có phạm vi áp dụng rộng, ít tốn kém và ít tốn thời gian là có lợi để phân tích khả năng tiêu hóa thức ăn chăn nuôi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

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 trong thức ăn chăn nuôi. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến việc tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi in vitro và phân tích hồng ngoại gần (NIR), như được nêu trong bản mô tả này, mẫu của thức ăn được 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 sau khi tiêu hóa sử dụng quy trình in vitro được thiết kế tương tự với sự tiêu hóa in vivo ở động vật. Mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa được quét sử dụng quang phổ NIR

để tạo ra dữ liệu quang phổ mà được so sánh với mô hình trên máy tính để đưa ra hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư trong mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa. Việc dự báo hàm lượng của ít nhất một thành phần dư cho phép xác định khả năng tiêu hóa của thành phần đó trong hợp phần thức ăn chăn nuôi. Ví dụ, protein là thành phần của hợp phần thức ăn chăn nuôi, và sau khi tiêu hóa, lượng protein dư được xác định và đưa ra phép đo khả năng tiêu hóa protein trong mẫu thức ăn chăn nuôi. Hợp phần thức ăn chăn nuôi có thể được chọn và/hoặc được điều chỉnh để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần như protein, phospho, hydrat cacbon, chất béo, năng lượng tổng, hoặc chất xơ. Việc điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi bao gồm việc bổ sung một hoặc nhiều chất phụ gia bổ sung sau. Các chất phụ gia bổ sung sau khác nhau có thể được kiểm tra để xác định liệu rằng các chất phụ gia bổ sung sau này có cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần trong thức ăn chăn nuôi.

Sáng chế đề xuất phương pháp phân tích thức ăn 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 dư; bước quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ; và bước so sánh dữ liệu quang phổ của thành phần dư với mô hình trên máy tính để đưa ra hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư trong thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa. Các phương pháp như được mô tả ở đây là các phương pháp sử dụng mô hình trên máy tính NIR để dự báo loại và số lượng các thành phần dư của mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa in vitro. Theo các phương án, các phương pháp này là hữu dụng để lựa chọn hợp phần thức ăn và/hoặc điều chỉnh hợp phần thức ăn để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần thức ăn.

Theo các phương án của sáng chế, bước tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi bao gồm bước nhỏ là sử dụng pepsin hoặc pancreatin hoặc cả hai. Theo các phương án khác, bước tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi còn bao gồm bước nhỏ là phân tách mẫu sau khi tiêu hóa thành thành phần dạng rắn và thành phần dạng lỏng, và bước quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bao gồm bước nhỏ là quét thành phần dạng rắn. Theo các phương án khác nữa, ít nhất một thành phần dư được chọn từ nhóm bao

gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng tổng, hydrat cacbon, và chất xơ. Theo các phương án khác, mẫu thức ăn chăn nuôi bao gồm 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 quang phổ được so sánh sử dụng phương pháp được thực hiện bằng máy tính bao gồm bước thu nhận dữ liệu quang phổ từ mẫu sau khi tiêu hóa và bước so sánh dữ liệu quang phổ với mô hình trên máy tính của thành phần dư để thu được hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm: bước điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi để thu được profin dinh dưỡng định trước cho động vật dựa trên hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư của mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa. Theo các phương án khác, bước điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi để thu được profin dinh dưỡng định trước cho động vật bao gồm bước nhỏ là 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 đề xuất phương pháp điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi bao gồm các bước: bước xác định profin dinh dưỡng định trước của thành phần thức ăn trong hợp phần thức ăn chăn nuôi; bước dự báo hàm lượng của thành phần dư của thành phần thức ăn trong hợp phần thức ăn chăn nuôi bằng phương pháp bao gồm các bước: 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 bao gồm ít nhất một thành phần dư; bước quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ; bước so sánh dữ liệu quang phổ với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư để tạo ra hàm lượng dự báo của thành phần dư; và bước điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi để thu được profin dinh dưỡng định trước của thành phần thức ăn dựa trên hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư. Theo các phương án của sáng chế, thành phần thức ăn được chọn từ nhóm bao gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng tổng, hydrat cacbon, chất xơ và hỗn hợp của

chúng. Theo các phương án khác, ít nhất một thành phần dư được chọn từ nhóm bao gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng tổng, hydrat cacbon, và chất xơ.

Theo các phương án của sáng chế, bước tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi bao gồm việc sử dụng pepsin hoặc pancreatin hoặc cả hai. Theo các phương án khác, bước tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi còn bao gồm bước nhỏ là phân tách mẫu sau khi tiêu hóa thành thành phần dạng rắn và thành phần dạng lỏng, và bước quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bao gồm bước nhỏ là quét thành phần dạng rắn. Theo các phương án khác, mẫu thức ăn chăn nuôi bao gồm 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 quang phổ được so sánh sử dụng phương pháp được thực hiện bởi máy tính bao gồm bước thu nhận dữ liệu quang phổ từ mẫu sau khi tiêu hóa và bước so sánh dữ liệu quang phổ với mô hình trên máy tính của thành phần dư để thu được hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư.

Theo các phương án của sáng chế, việc điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi bao gồm 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 sẽ điều chỉnh lượng thành phần dư trong thức ăn được tiêu hóa.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp xây dựng mô hình trên máy tính phân tích thức ăn bao gồm các bước: bước tiêu hóa in vitro đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sử dụng ít nhất một enzym để tạo ra đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa, trong đó mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bao gồm ít nhất một thành phần dư; bước quét mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ cho mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; bước xác định hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng phương pháp hóa ướt; và bước tạo ra mô hình trên máy tính bằng cách thiết lập mối quan hệ dự báo được giữa hàm lượng của ít

nhất một thành phần dư của mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa và dữ liệu quang phổ của mẫu tương ứng trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

Theo một số phương án theo sáng chế, bước quét mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa còn bao gồm bước xử lý toán học dữ liệu quang phổ của mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa. Theo các phương án khác, bước tạo ra mô hình trên máy tính bao gồm phương pháp được thực hiện bằng máy tính bao gồm các bước: bước thu nhận dữ liệu quang phổ cho mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; bước liên kết dữ liệu quang phổ cho mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa với hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong mẫu tương ứng trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; và bước thiết lập mối quan hệ dự báo được dựa trên dữ liệu quang phổ và hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong đa số các 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 đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi bao gồm sử dụng pepsin hoặc pancreatin hoặc cả hai. Theo các phương án khác, bước tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi còn bao gồm bước nhỏ là phân tách mẫu sau khi tiêu hóa thành thành phần dạng rắn và thành phần dạng lỏng, và bước quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bao gồm bước nhỏ là quét thành phần dạng rắn. Theo các phương án khác nữa, ít nhất một thành phần dư được chọn từ nhóm bao gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng tổng, hydrat cacbon, và chất xơ.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp hóa ướt bao gồm bước phân tích mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa cho hàm lượng của ít nhất một thành phần dư được chọn từ nhóm bao gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng tổng, hydrat cacbon, và chất xơ. Theo các phương án khác, phương pháp hóa ướt bao gồm bước trộn thành phần dạng rắn với chất lỏng để tạo thành hỗn hợp; và bước phân tích hợp phần của hỗn hợp cho hàm lượng của ít nhất một thành phần dư được chọn từ nhóm bao gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng tổng, hydrat

cacbon, và chất xơ trong mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 thể hiện giản đồ cho các phương án của các phương pháp theo sáng chế.

Fig. 2 thể hiện dữ liệu quang phổ NIR minh họa của các mẫu thức ăn cho gia cầm được xử lý theo một phương án của sáng chế.

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

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

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

Fig. 6 thể hiện dữ liệu quang phổ NIR minh họa cho các mẫu thức ăn cho lợn được xử lý theo phương án của sáng chế.

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

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

Mô tả chi tiết sáng chế

Định nghĩa

Mạo từ “một” được sử dụng ở đây để chỉ một hoặc nhiều hơn một (tức 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 ở bản mô tả này, 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, ngũ cốc, maltodextrin, chất bổ trợ, và hỗn hợp của chúng. “Chất phụ gia bổ sung trước” là chất làm thành phần của mẫu thức ăn chăn nuôi và không được bổ sung vào mẫu thức ăn tại thời điểm hoặc ngay trước khi phân tích. Chất phụ gia bổ sung trước thường đã có sẵn trong thức ăn chăn nuôi được sử dụng trong lĩnh vực và bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, enzym hoặc hỗn hợp của các enzym. “Chất phụ gia bổ sung sau” là chất được bổ sung vào mẫu hợp phần thức ăn chăn nuôi tại thời điểm 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 có làm thay đổi khả năng tiêu hóa của thành phần thức ăn hay không và bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, enzym hoặc hỗn hợp của enzym.

Như được sử dụng ở bản mô tả này, thuật ngữ “chất phân tích” chỉ thành phần hóa học, mà đặc tính của nó (ví dụ, hàm lượng) được xác định bằng cách sử dụng quy trình phân tích.

Như được sử dụng ở bản mô tả này, thuật ngữ “động vật” chỉ động vật không phải người được nuôi hoặc được sử dụng làm nguồn thức ăn. Ví dụ, động vật bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, vật nuôi được thuần hóa như gia súc, dê, cừu, ngựa, gia cầm, trâu, lạc đà Nam Mỹ, lạc đà không bướu, lừa, la, thỏ, gà, ngỗng, gà tây, hoặc lợn.

Như được sử dụng ở bản mô tả này, thuật ngữ “mô hình trên máy tính” chỉ mô hình có tính dự báo hàm lượng của thành phần hỗn hợp (ví dụ, thức ăn) dựa trên dữ liệu quang phổ thu được, ví dụ, bằng NIR. Theo các phương án của sáng chế, dữ liệu quang phổ từ mỗi mẫu trong đa số các mẫu liên quan tới hàm lượng của thành phần dư như được xác định bằng các phương pháp phân tích hóa ướt cho mỗi mẫu. Mô hình có thể được sử dụng để đưa ra lượng dự báo (ví dụ, hàm lượng) của thành phần

của mẫu không xác định bằng cách so sánh quang phổ của mẫu không xác định với mô hình.

Như được sử dụng ở bản mô tả này, thuật ngữ “việc tiêu hóa”, “sau khi tiêu hóa”, và “sự tiêu hóa” chỉ việc 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 nguyên liệu.

Như được sử dụng ở bản mô tả này, 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 các chất dinh dưỡng cho chế độ ăn của động vật. Thức ăn chăn nuôi thường bao gồm số lượng các thành phần khác nhau có thể có ở dạng như đặc, đồng sản phẩm trộn trước, hoặc viên nhỏ. Các ví dụ về thức ăn và các thành phần thức ăn bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, khẩu phần trộn hoàn chỉnh (TMR), ngô, đậu nành, cỏ, ngũ cốc, ngũ cốc từ máy chưng cất, ngũ cốc nảy mầm, các loại đậu, vitamin, axit amin, khoáng chất, mật mía, chất xơ, rơm khô, cỏ, cỏ khô, rơm rạ, cỏ ủ tươi, hạt, lá, bột, chất hòa tan, và chất bổ trợ. Một số thành phần hoặc các phần của các thành phần thức ăn chăn nuôi có thể phát hiện được bằng Quang phổ hồng ngoại gần (NIR). Các thành phần khác của thức ăn chăn nuôi không phát hiện được hoặc có thể phát hiện yếu bằng NIR bởi vì hàm lượng thấp, nằm trong phức hệ che mất thành phần, hoặc vì các đặc tính vật lý hoặc hóa học của thành phần làm chúng không phát hiện được bằng NIR.

Như được sử dụng ở bản mô tả này, thuật ngữ “*in vivo*” chỉ các quá trình xảy ra bên trong sinh vật sống.

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

Như được sử dụng ở bản mô tả này, thuật ngữ “chất dinh dưỡng” chỉ chất cần cho sinh vật sống và/hoặc sinh trưởng. Các chất dinh dưỡng bao gồm, nhưng không bị 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 ở bản mô tả này, thuật ngữ “quang phổ NIR” hoặc “NIR” chỉ việc quét và đo độ hấp thụ của các mẫu sử dụng bức xạ hồng ngoại gần với bước sóng nằm trong khoảng 800-2500 nm để tạo ra quang phổ hấp thụ. NIR được sử dụng để đo độ hấp thụ bằng liên kết hóa học gây ra bởi họa âm cao và các dao động kết hợp và là phương pháp phân tích định lượng gián tiếp hữu ích nhất. Quang phổ NIR được sử dụng để dự báo lượng hoặc kiểu thành phần hóa học của chất bằng cách so sánh quang phổ thu được bằng cách quét mẫu với sự hiệu chuẩn (ví dụ, mô hình trên máy tính). Quang phổ có thể còn được xử lý toán học, ví dụ, bằng cách biến đổi Fourier. Quang phổ kế NIR có thể được tạo cấu hình để vận hành ở chế độ phản xạ hoặc truyền qua. Các ví dụ cụ thể về thiết bị NIR bao gồm Bruker MPA FT-NIR (có từ Bruker Optics, Inc., Billerica, MA), và máy phân tích Antaris™ FT-NIR (có từ Thermo Scientific ở Waltham, MA).

Như được sử dụng ở bản mô tả này, “profin dinh dưỡng định trước” chỉ lượng thành phần thức ăn hoặc các thành phần trong thức ăn chăn nuôi mong muốn cho đặc tính liên quan là khả năng tiêu hóa. Nhà dinh dưỡng học hoặc người nông dân có thể đặt 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 xem xét khả năng tiêu hóa protein trong thức ăn chăn nuôi như được xác định sử dụng các phương pháp được mô tả ở đây. Thức ăn chăn nuôi có protein ở dạng khó tiêu hóa có thể cần tăng protein trong thức ăn chăn nuôi và/hoặc bổ sung chất phụ gia bổ sung sau làm tăng khả năng tiêu hóa protein trong thức ăn chăn nuôi đó để thu được lượng mong muốn.

Như được sử dụng ở bản mô tả này, “hàm lượng dự báo” chỉ lượng chất dinh dưỡng hoặc thành phần dư được phát hiện trong mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa bằng

cách sử dụng quang 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 quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ; và dữ liệu quang phổ được so sánh với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư để tạo ra hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư trong thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa. Hàm lượng dự báo là ước tính của hàm lượng thực tế của ít nhất một thành phần dư trong mẫu.

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

Như được sử dụng ở bản mô tả này, 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 các thành phần tương tự với tỷ lệ tương tự trong thức ăn chăn nuôi. Mẫu đại diện tốt hơn là đồng nhất hoặc gần như đồng nhất.

Như được sử dụng ở bản mô tả này, thuật ngữ “dữ liệu quang phổ” chỉ dữ liệu thu được khi bức xạ tương tác với nguyên liệu. Ví dụ, dữ liệu quang 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 liên kết hóa học trong nguyên liệu. Cường độ hấp thụ có thể được xác định bằng cách đo lượng bức xạ phản xạ lại từ nguyên liệu hoặc truyền qua nguyên liệu ở bước sóng đã cho. Cường độ hấp thụ ở bước sóng đã cho đáp ứng với lượng và kiểu liên kết hóa học trong nguyên liệu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp phân tích thức ăn chăn nuôi. Cụ thể là, sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp phân tích khả năng tiêu hóa 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 ảnh hưởng của chất phụ gia bổ sung trước và/hoặc chất phụ gia bổ sung sau lên khả năng tiêu hóa của thành phần thức ăn.

Các phương pháp phân tích thức ăn chăn nuôi cho các thành phần thức ăn liên quan đến các quy trình (ví dụ, các phương pháp tiêu hóa và các phương pháp hóa ướt) tốn tiền và tốn thời gian, thường cần nhiều phần thiết bị phòng thí nghiệm và nhiều thử nghiệm cho các thành phần khác nhau. Một phân tích sử dụng các phương pháp hóa ướt kéo theo sự phân chia mẫu thành các phần khác nhau để phân tích các thành phần dư như protein, đường, phospho, năng lượng tổng, và chất béo. Phân tích này làm hỏng mẫu.

Ngược lại, hệ thống và phương pháp được đề xuất trong sáng chế đưa ra hàm lượng dự báo của nhiều thành phần sử dụng một mẫu, là nhanh, làm giảm thời gian và chi phí phân tích, và cho phép điều chỉnh hợp phần thức ăn để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần thức ăn trong hợp phần 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 phân tích thức ăn bao gồm các bước: bước tiêu hóa in vitro đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sử dụng ít nhất một enzyme để tạo ra đa số mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa, trong đó mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bao gồm ít nhất một thành phần dư; bước quét mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ cho mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; bước xác định hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng phương pháp hóa ướt; và bước tạo ra mô hình trên máy tính bằng cách thiết lập mối quan hệ dự báo được giữa hàm lượng của ít nhất một thành phần dư của mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa với dữ liệu quang phổ của mẫu tương ứng trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

Thử nghiệm tiêu hóa in vitro

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

Các thành phần của các mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau phụ thuộc vào nguồn của mẫu thức ăn. Ví dụ, nông trại nằm ở các vùng địa lý khác nhau và/hoặc có các giống động vật khác nhau có thể có thức ăn với các thành phần khác nhau. Ngoài ra, nhà dinh dưỡng học hoặc người nông dân có thể thiết lập lượng thành phần mong muốn trong thức ăn cụ thể hoặc chọn thức ăn cụ thể dựa trên lượng thành phần mong muốn. Các ví dụ về thức ăn và các thành phần thức ăn bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, khẩu phần trộn hoàn chỉnh (TMR), ngô, đậu nành, cỏ, ngũ cốc, ngũ cốc từ máy chưng cất, ngũ cốc nảy mầm, các loại đậu, vitamin, axit amin, khoáng chất, mật mía, chất xơ, rơm khô, cỏ, cỏ khô, rơm rạ, cỏ ủ tươi, hạt, lá, bột, chất hòa tan, và chất bổ trợ.

Theo các phương án của sáng chế, đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi khác nhau cho động vật cụ thể như gia cầm hoặc lợn được tiêu hóa. Đa số các mẫu có số lượng mẫu đủ để tạo ra mô hình trên máy tính với hệ số giá trị quyết định (R^2) là ít nhất 50, 60, 70, 80, 90, hoặc 100, hoặc số bất kỳ giữa 50 và 100. Theo các phương án của sáng chế, đa số các mẫu bao gồm ít nhất 25, 35, 50, hoặc 100 hoặc nhiều mẫu hơn. Theo các phương án cụ thể, đa số các mẫu bao gồm ít nhất 50 mẫu riêng biệt.

Theo các phương án của sáng chế, mỗi mẫu sau khi tiêu hóa in vitro với ít nhất một enzym. Theo các phương án của sáng chế, enzym và các điều kiện tiêu hóa được chọn để tương tự với 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 liên quan tới tiêu hóa ở dạ dày là pepsin, và enzym liên quan tới tiêu hóa ở ruột là pancreatin. Một hoặc cả hai enzym trong số các 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 là thấp hơn 7, 6, 5, 4, 3, 2 hoặc số bất kỳ giữa chúng. Theo một số phương án, việc tiêu hóa

với pepsin được tiến hành trong thời gian tương ứng với tiêu hóa in vivo trong dạ dày của động vật, ví dụ, ít nhất trong khoảng từ 1 đến 6 giờ đối với lợn. Ví dụ, trong khoảng từ 30 phút đến 2 giờ đối với gia cầm. Các điều kiện của độ pH, nhiệt độ, và thời gian có thể được điều chỉnh phụ thuộc vào loại động vật.

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

Theo một số phương án, mẫu thức ăn chăn nuôi được tiêu hóa với pepsin sau đó tiêu hóa với pancreatin trong điều kiện tương tự với tiêu hóa in vivo của mẫu ở động vật. Động vật bao gồm động vật được nuôi hoặc được sử dụng nguồn thức ăn bao gồm nhưng không giới hạn ở gia súc, dê, cừu, ngựa, gia cầm, trâu, lạc đà Nam Mỹ, lạc đà không bướu, lừa, la, thỏ, gà, ngỗng, gà tây, hoặc lợn.

Theo một số phương án theo sáng chế, các bước có thể có nhiều hơn hoặc ít hơn trong thử nghiệm tiêu hóa in vitro phụ thuộc 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 bị giới hạn ở, giai đoạn ở dạ dày, và giai đoạn ở ruột. Ví dụ, đối với gia cầm thử nghiệm tiêu hóa in vitro bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, giai đoạn ở diều, giai đoạn ở mề, và giai đoạn ở ruột non. Trong giai đoạn ở dạ dày hoặc diều, sự tiêu hóa được tiến hành ở độ pH axit và bao gồm enzym như pepsin. Trong giai đoạn ở ruột, sự tiêu hóa được tiến hành ở độ pH trung tính đến độ pH 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 giai đoạn bất kỳ hoặc trong các giai đoạn kết hợp bất kỳ.

Các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bao gồm ít nhất một thành phần dư. Thành phần dư là thành phần có thể còn lại 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 các protein có thể được tiêu hóa in vivo hoặc trong thử nghiệm in vitro sao cho thành phần protein dư còn lại sau khi tiêu hóa. Các thành phần dư khác bao gồm phospho, chất béo, năng lượng tổng, hydrat cacbon, hoặc chất xơ.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp tiêu hóa đa số các mẫu bao gồm bước phân tách mỗi mẫu thành thành phần dạng lỏng và thành phần dạng rắn. Thông thường sự phân tách này xảy ra bằng cách sử dụng ly tâm, hoặc lọc.

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

Quang phổ NIR

Mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa được quét bằng cách sử dụng quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ. Quang phổ hồng ngoại gần (NIR, còn được biết đến là NIRS) là kỹ thuật quang phổ được sử dụng để đưa ra hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư của mẫu (ví dụ, hàm lượng chất phân tích). NIR dựa vào bước sóng nằm trong khoảng 800-2500 nm, và là hữu ích nhất để xác định họa âm cao và các dao động kết hợp trong phân tử. Bởi vì phép đo NIR thường cần ít hoặc không cần chuẩn bị mẫu, hầu hết các mẫu có thể được đo mà không cần xử lý sơ bộ, điều chỉnh, hoặc phá hủy.

Thiết bị NIR tiêu chuẩn thường quét mẫu nhiều lần trong khoảng bước sóng được chọn và lấy trung bình của việc quét để đưa ra quang phổ. Các thiết bị NIR có thể được cấu tạo để đo độ truyền qua của các mẫu trong suốt hoặc độ phản xạ của các mẫu bị đục. Bởi vì sự chồng chéo đáng kể trong họa âm cao và các dải phân tử kết hợp, kỹ thuật NIR thường dựa trên kỹ thuật hiệu chuẩn đa biến. Mô hình trên máy tính NIR có thể bao gồm mô hình (ví dụ, hiệu 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 quang 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 quang phổ được xử lý toán học để làm tối thiểu tín hiệu nhiễu, chiết xuất các thành phần chính, và/ hoặc để loại trừ tín hiệu nền.

Theo các phương án của sáng chế, các mẫu sau khi tiêu hóa được phân tách thành thành phần dạng lỏng và thành phần dạng rắn và thành phần dạng rắn này được quét. Thành phần dạng rắn bao gồm ít nhất một thành phần dư. Quét NIR có thể phát hiện nhiều hơn một thành phần của hỗn hợp cũng như đưa ra hàm lượng dự báo của mỗi thành phần trong số các thành phần trong hỗn hợp. Quét NIR tạo ra dữ liệu quang phổ được sử dụng để xây dựng mô hình trên máy tính cho mỗi thành phần dư trong số các thành phần dư.

Phân tích hóa học

Các mẫu được quét trên NIR cũng được phân tích sử dụng các phương pháp phân tích chính, tức là, các phương pháp hóa ướt. Các phương pháp hóa ướt bao gồm các phương pháp tham khảo chính được sử dụng để phân tích các thành phần như protein, phospho, chất béo, năng lượng tổng, hydrat cacbon, hoặc chất xơ. Các thử nghiệm này được biết đến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực. Đối với protein, các phương pháp phân tích bao gồm việc xác định nitơ và phân tích bởi quang phổ tia cực tím nhìn thấy được. Đối với phospho, các phương pháp phân tích bao gồm việc xác định phospho bằng hệ thống plasma ghép cặp cảm ứng. Năng lượng tổng có thể được xác định trong máy đo nhiệt lượng bình cao áp.

Các phương pháp hóa học phân tích có thể được sử dụng cho các mẫu dạng lỏng hoặc dạng khô. Theo các phương án của sáng chế, mẫu sau khi tiêu hóa được phân tách thành thành phần dạng lỏng và thành phần dạng rắn. Cả hai thành phần có thể được phân tích sử dụng các phương pháp hóa ướt. Ví dụ, phospho được giải phóng có thể được xác định trong thành phần dạng lỏng và phospho dư có thể được xác định trong thành phần dạng rắn. Theo một số phương án, thành phần dạng rắn

được trộn với chất lỏng để tạo thuận lợi cho phân tích hóa ướt ít nhất một thành phần dư trong thành phần dạng rắn.

Phân tích hóa ướt cung cấp hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong mỗi mẫu sau khi tiêu hóa. Theo các phương án của sáng chế, nhiều thành phần dư được đo.

Tạo ra mô hình trên máy tính

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

Quang phổ của các mẫu khác nhau có liên quan tới các kết quả hóa ướt sử dụng xử lý toán học của dữ liệu bằng phương pháp được thực hiện bằng máy tính để tạo hiệu chuẩn. Theo các phương án của sáng chế, phương pháp được thực hiện bằng máy tính bao gồm các bước: bước thu nhận dữ liệu quang phổ cho mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; bước liên kết dữ liệu quang phổ cho mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa với hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong mẫu tương ứng của mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa; và bước thiết lập mối quan hệ dự báo được dựa trên dữ liệu quang phổ và hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa để tạo ra mô hình trên máy tính.

Dữ liệu quang phổ được tạo ra sau khi quét các mẫu sau khi tiêu hóa. Dữ liệu quang phổ có thể được xử lý toán học để đặt nó ở dạng hữu ích để tạo ra mô hình. Theo các phương án của sáng chế, dữ liệu quang phổ được xử lý toán học để giảm tối thiểu tín hiệu nhiễu, chiết xuất các thành phần chính, và/ hoặc để loại bỏ tín hiệu nền.

Dữ liệu quang phổ từ mỗi mẫu sau đó liên quan tới hàm lượng của ít nhất một thành phần dư của mẫu tương ứng như được xác định bằng các phương pháp hóa ướt. Liên hệ dữ liệu quang phổ với hàm lượng của ít nhất một thành phần dư xảy ra khi hàm lượng của ít nhất một thành phần dư cho mẫu cụ thể là đầu vào cho quang phổ kế NIR.

Mối quan hệ giữa hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong mỗi mẫu trong đa số các mẫu được sử dụng để tạo ra mô hình sử dụng một hoặc nhiều các phương pháp thống kê để thiết lập mối quan hệ dự báo giữa hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong mẫu và dữ liệu quang phổ cho dữ liệu đó. Các phương pháp thống kê bao gồm phân tích thành phần chính, phân tích hồi quy tuyến tính, hoặc phân tích bình phương ít nhất một phần. Số lượng các phương pháp thống kê bất kỳ có thể được sử dụng để xây dựng mô hình trên máy tính cho thành phần dư đó.

Theo các phương án của sáng chế, mô hình NIR được xác định bằng hệ số xác định, giá trị R^2 , phản ánh năng lực dự báo mô hình trên máy tính. Theo các phương án của sáng chế, giá trị R^2 của mô hình trên máy tính là ít nhất 50, 60, 70, 80, 90, hoặc 100, hoặc số bất kỳ giữa 50 và 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 đa số các mẫu được chia thành bộ xây dựng mô hình và bộ xác nhận. Việc phân chia các mẫu vào một bộ thường được thực hiện một cách ngẫu nhiên. Dữ liệu từ bộ xây dựng mô hình được sử dụng để xây dựng mô hình như được mô tả ở đây. Dữ liệu từ bộ xác nhận được sử dụng để kiểm tra năng lực dự báo của mô hình. Các mẫu của bộ xác nhận được thử nghiệm so với mô hình để tạo ra hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư. Hàm lượng dự báo này sau đó được so sánh với hàm lượng thực tế của mẫu như được xác định bằng hóa ướt. Sự 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 để lại một mẫu có thể được sử dụng.

Sau khi mô hình trên máy tính được tạo ra, nó được lưu trữ trong quang phổ kế NIR. Theo các phương án của sáng chế, quang phổ kế NIR bao gồm bộ vi xử lý và bộ nhớ có hướng dẫn để thực hiện các thao tác máy tính để tạo ra mô hình trên máy tính hoặc xác nhận mô hình trên máy tính như được mô tả ở đây. Theo các phương án của sáng chế, bộ nhớ đóng vai trò lưu trữ mô hình trên máy tính cho mỗi thành phần dư, và/hoặc cơ sở dữ liệu của dữ liệu quang phổ cho mỗi mẫu. Mô hình trên máy tính là hữu ích để đưa ra hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư của mẫu với hàm lượng không xác định của ít nhất một thành phần dư.

Theo các phương án của sáng chế, các hệ thống theo sáng chế bao gồm hệ thống và thiết bị thích hợp để tiến hành sự tiêu hóa in vitro các mẫu thức ăn và phân tích NIR các mẫu sau khi tiêu hóa. Theo các phương án khác, các hệ thống theo sáng chế còn bao gồm các hệ thống và thiết bị thích hợp để tiến hành phân tích hóa ướt các mẫu sau khi tiêu hóa. Theo các phương án minh họa, hệ thống có thể bao gồm thiết bị thí nghiệm thông thường và đồ thủy tinh, như bình thí nghiệm, cốc thí nghiệm, ống thí nghiệm, cân, pipet, máy ủ nhiệt, máy lắc, máy khuấy, bể nước, v.v.. Hệ thống có thể còn bao gồm máy phân tích, như ICP, máy phân tích nitơ, và máy đo nhiệt lượng bình cao áp.

Theo các phương án, hệ thống còn bao gồm máy phân tích NIR được trang bị với máy tính và phần mềm thích hợp để vận hành NIR và để phát triển và sử dụng mô hình trên máy tính (ví dụ, hiệu chuẩn). Theo phương án khác, mô hình trên máy tính có thể được lưu trữ ở máy tính từ xa, được truy cập bởi máy tính nhờ cơ sở hạ tầng thông tin liên lạc, như mạng internet. Theo phương án minh họa, NIR có cấu tạo có mẫu cụm cốc đựng mẫu quay để quét các mẫu thức ăn.

Các phương pháp và các hệ thống theo sáng chế có thể được thực hiện với sự kết hợp của phần cứng và phần mềm. Phần mềm có thể được thực hiện như chương trình ứng dụng được áp dụng rõ ràng 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 kiểm tra, trong

đó người kiểm tra có thể đang ở vị trí từ xa (ví dụ, ở cơ sở 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, thường bao gồm dữ liệu quang phổ (ví dụ, quang phổ NIR), và cơ sở dữ liệu của dữ liệu đã biết (ví dụ, thông tin được xác định qua thử nghiệm (ví dụ, kết quả hóa urot) từ đa số các mẫu). Thông tin nhận được này có thể được lưu trữ ít nhất là tạm thời trong cơ sở dữ liệu, và dữ liệu được phân tích.

Ví dụ, trong hoặc sau khi dữ liệu được đưa vào bởi người sử dụng, các phần của dữ liệu xử lý có thể được tiến hành trong môi trường máy tính phía người sử dụng. Ví dụ, môi trường máy tính phía người sử dụng có thể được lên chương trình để cung cấp mã thử nghiệm được xác định để biểu thị nền tảng, thử nghiệm vật mang/chẩn đoán, hoặc cả hai; xử lý dữ liệu sử dụng cờ hiệu xác định, và/hoặc tạo ra cấu hình cờ hiệu, trong đó các phản ứng được truyền như các phản ứng được xử lý hoặc được xử lý một phần đến môi trường máy tính của người kiểm tra ở dạng mã thử nghiệm và cấu hình cờ hiệu cho sự thực hiện tiếp theo của một hoặc nhiều thuật toán để tạo ra các kết quả và/hoặc tạo ra báo cáo ở môi trường máy tính của người kiểm tra.

Hệ thống và phương pháp phân tích mẫu thức ăn

Sáng chế bao gồm các phương pháp sử dụng mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư trong thức ăn chăn nuôi. Các phương pháp này là hữu dụng để so sánh các hợp phần thức ăn khác nhau và để điều chỉnh hợp phần 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: bước tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi in vitro sử dụng ít nhất một enzyme để tạo ra thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bao gồm ít nhất một thành phần dư; bước quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ; và bước so sánh dữ liệu quang phổ với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư để tạo ra hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư trong thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

Như được mô tả trước đó, 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 bao gồm chất phụ gia bổ sung trước. Chất phụ gia bổ sung trước bao gồm enzym. Các mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa sử dụng tiêu hóa in vitro với ít nhất một enzym như được mô tả ở đây. Các mẫu được sử dụng trong phương pháp này có lượng không xác định của ít nhất một thành phần dư sau khi tiêu hóa.

Các mẫu được phân tích, ví dụ, để xác định hàm lượng của ít nhất một thành phần dư trong mẫu sau khi tiêu hóa. Các thành phần dư bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, protein, phospho, chất béo, năng lượng tổng, hydrat cacbon, và chất xơ. Phân tích các thành phần dư là hữu dụng để xác định khả năng tiêu hóa của mẫu thức ăn. Các mẫu sau khi tiêu hóa được quét bằng cách sử dụng quang phổ NIR và quang phổ được lưu trữ trong quang phổ kế NIR. Các loại mẫu thức ăn khác nhau có thể được so sánh với nhau để xác định hợp phần thức ăn nào đem lại khả năng tiêu hóa của thành phần thức ăn lớn hơn. Ví dụ, nếu hợp phần thức ăn thứ nhất có protein dư, năng lượng tổng hoặc thành phần phospho sau khi tiêu hóa thấp hơn so với hợp phần thức ăn khác, thì hợp phần thức ăn thứ nhất sẽ được chọn.

Khi mô hình trên máy tính được sử dụng để phân tích các mẫu, quang phổ được tạo ra bằng cách quét mẫu được so sánh với mô hình mà sau đó tạo ra hàm lượng dự báo của thành phần của mẫu. Phương pháp NIR thường kéo dài chỉ vài phút và tạo ra kết quả ngay lập tức, làm cho phương pháp NIR trở nên nhanh và thuận tiện.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp NIR được kết hợp với thử nghiệm tiêu hóa in vitro để xác định khả năng tiêu hóa của mẫu. Các phương pháp NIR hiện nay bao gồm bước quét các mẫu thức ăn nguyên trạng (tức là, không xử lý sơ bộ mẫu) và ước tính lượng thành phần của mẫu thức ăn. Tuy nhiên, các phương pháp này chỉ được tiến hành để dự báo thành phần ban đầu của thức ăn và không có khả năng phân biệt các mẫu thức ăn sẽ có khả năng tiêu hóa được cải thiện. Do đó, phương pháp được phát triển trong đó các mẫu thức ăn được xử lý sử dụng thử nghiệm tiêu hóa và mẫu sau khi tiêu hóa được quét sử dụng NIR, cho phép dự báo chính xác hơn khả năng tiêu hóa của các thành phần của mẫu thức ăn, trong khi tiết

kiệm thời gian và nguồn tài nguyên bởi vì mẫu sau khi tiêu hóa không cần phân tích sử dụng các phương pháp hóa ướt. Phương pháp kết hợp thông tin được chuyển tới bởi thử nghiệm tiêu hóa và tốc độ và sự thuận tiện của phương pháp đo NIR.

Theo các phương án của sáng chế, sáng chế bao gồm việc tiêu hóa mẫu thứ nhất của hợp phần thức ăn chăn nuôi thứ nhất và việc tiêu hóa mẫu thứ hai của hợp phần thức ăn chăn nuôi thứ hai với ít nhất một enzym, trong đó hợp phần thức ăn thứ nhất và thứ hai khác nhau về ít nhất một thành phần thức ăn; việc quét mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai sử dụng quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ cho ít nhất một thành phần dư của mỗi mẫu; so sánh dữ liệu quang phổ từ mỗi mẫu với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư để tạo ra hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư của mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai; và chọn lọc hợp phần thức ăn chăn nuôi mà có hàm lượng mong muốn hoặc được xác định trước của ít nhất một thành phần dư bằng cách so sánh hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư của mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai. Theo một số phương án, hợp phần thức ăn chăn nuôi được chọn làm giảm thành phần dư như protein, phospho hoặc năng lượng tổng.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp được đề xuất để xác định ảnh hưởng của chất phụ gia bổ sung sau lên khả năng tiêu hóa của mẫu thức ăn. Các phương pháp này là hữu dụng để xác định liệu rằng việc bổ sung chất phụ gia bổ sung sau vào hợp phần thức ăn có cải thiện khả năng tiêu hóa của thức ăn hoặc tạo ra hợp phần thức ăn có profin dinh dưỡng định trước của thành phần thức ăn. Theo các phương án của sáng chế, một hoặc nhiều chất phụ gia bổ sung sau được bổ sung vào thức ăn mẫu trước khi tiêu hóa hoặc vào lúc tiêu hóa. Các chất phụ gia khác nhau có thể được so sánh về khả năng 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 enzym, hoặc chất nền có nguồn enzym vi sinh vật.

Theo sáng chế, các phương pháp cũng là hữu dụng để so sánh hiệu quả của các hợp phần thức ăn với các thành phần khác nhau. Trong trường hợp đó, mẫu thức ăn

thứ nhất có hợp phần thứ nhất, hợp phần thức ăn thứ hai có hợp phần thứ hai, trong đó hợp phần thức ăn thứ nhất và thứ hai khác nhau ở ít nhất một thành phần thức ăn. Theo các phương án, hợp phần thức ăn thứ nhất và thứ hai khác nhau do có thành phần khác nhau hoặc cùng thành phần nhưng khác nhau về lượng. Theo các phương án, các thành phần khác nhau về sự hiện diện hoặc lượng được chọn từ nhóm bao gồm phospho, chất béo, protein, năng lượng tổng, hydrat cacbon, chất xơ, chất phụ gia bổ sung trước, và hỗn hợp của chúng.

Theo các phương án của sáng chế, sáng chế bao gồm việc tiêu hóa mẫu thứ nhất của hợp phần thức ăn chăn nuôi thứ nhất và tiêu hóa mẫu thứ hai của hợp phần thức ăn chăn nuôi thứ hai với ít nhất một enzym, trong đó hợp phần thức ăn thứ hai khác với hợp phần thứ nhất ở sự có mặt của ít nhất một chất phụ gia bổ sung sau hoặc 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 quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ cho ít nhất một thành phần dư của mỗi mẫu sau khi tiêu hóa; so sánh dữ liệu quang phổ từ mỗi mẫu với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư để tạo ra hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư của mẫu thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thứ nhất và thứ hai; và chọn lọc hợp phần thức ăn chăn nuôi mà có hàm lượng mong muốn hoặc được xác định trước của ít nhất một thành phần dư bằng cách so sánh hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư 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 làm giảm thành phần dư như protein, phospho hoặc năng lượng tổng.

Hệ thống và phương pháp điều chỉnh thức ăn chăn nuôi

Sáng chế bao gồm các phương pháp sử dụng mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư của thức ăn chăn nuôi. Các phương pháp này là hữu ích để so sánh các hợp phần thức ăn khác nhau và điều chỉnh các hợp phần thức ăn để cải thiện khả năng tiêu hóa của các thành phần thức ăn. Theo các phương án của sáng chế, việc điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi bao gồm các bước: bước xác định profin dinh dưỡng định trước của thành phần thức ăn của hợp phần thức ăn chăn nuôi; bước dự báo hàm lượng thành phần dư của thành phần thức ăn trong thức ăn chăn nuôi

bằng phương pháp bao gồm: 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 bao gồm ít nhất một thành phần dư; quét thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa sử dụng quang phổ NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ; so sánh dữ liệu quang phổ với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư để tạo ra hàm lượng dự báo của thành phần dư; và bước điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi để thu được profin dinh dưỡng định trước của thành phần thức ăn dựa trên hàm lượng dự báo của ít nhất một thành phần dư.

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

Sáng chế sử dụng trong phân tích số lượng bất kỳ của thức ăn chăn nuôi và không bị giới hạn ở phân tích thức ăn cụ thể. Thức ăn chăn nuôi là thực phẩm bất kỳ được sử dụng đặc biệt để cho các vật nuôi được thuần hóa ăn (ví dụ, gia súc, dê, cừu, ngựa, gia cầm, trâu, lạc đà Nam Mỹ, lạc đà không bướu, lừa, la, thỏ, và lợn). Thức ăn chăn nuôi thường bao gồm khẩu phần trộn hoàn chỉnh (TMR), ngô, đậu nành, cỏ, ngũ cốc, ngũ cốc từ máy chưng cất, ngũ cốc nảy mầm, các loại đậu, vitamin, axit amin, khoáng chất, mật mía, chất xơ, rơm khô, cỏ, cỏ khô, rơm rạ, cỏ ủ tươi, hạt, lá, bột, chất hòa tan, và chất bổ trợ.

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, enzym như phytaza, proteaza, proteaza từ nấm, xenlulaza, xylanaza, phosphataza axit, beta-glucanaza, pectinaza, và alpha amylaza, có thể được bổ sung vào thức ăn (tức là, được sử dụng làm chất phụ gia) để cải thiện khả năng tiêu hóa. Enzym này có thể được cung cấp ở dạng tinh khiết, dạng tinh khiết

một phần, hoặc dạng thô. Enzym này có thể có nguồn gốc tự nhiên (ví dụ, từ nấm) hoặc tổng hợp, hoặc được sản xuất in vitro (ví dụ, tái tổ hợp). Theo một số phương án, proteaza (ví dụ, pepsin) được bổ sung. Theo một số phương án, enzym hoặc hỗn hợp các enzym có bán trên thị trường được bổ sung (ví dụ, Allzyme SSF, có từ Alltech, Nicholasville, KY).

Để xác định liệu rằng việc bổ sung chất phụ gia bổ sung sau vào hợp phần thức ăn cụ thể có mong muốn hay không, sẽ là có lợi để biết khả năng tiêu hóa của các thành phần của hợp phần thức ăn. Theo một phương án, hợp phần thức ăn có thể được phân tích bằng cách tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi in vitro để tạo ra thức ăn sau khi tiêu hóa bao gồm ít nhất một thành phần dư, quét thức ăn sau khi tiêu hóa sử dụng NIR để tạo ra dữ liệu quang phổ, so sánh dữ liệu quang phổ với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư, và tạo ra hàm lượng dự báo của thành phần dư. Hàm lượng dự báo của một hoặc nhiều thành phần dư có thể được so sánh với profin dinh dưỡng định trước hoặc mong muốn của thành phần thức ăn. Theo một số phương án của sáng chế, nếu lượng của thành phần dư cao hơn trong profin dinh dưỡng 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 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 tính có liên quan. Nhà dinh dưỡng học hoặc người nông dân có thể thiết lập lượng mong muốn của thành phần trong thức ăn cụ thể. Ví dụ, lượng protein hoặc chất phụ gia trong thức ăn chăn nuôi có thể cần điều chỉnh để xem xét khả năng tiêu hóa của protein trong thức ăn chăn nuôi như được xác định sử dụng các phương pháp được mô tả ở đây. Thức ăn chăn nuôi với protein mà ở dạng ít tiêu hóa được có thể cần tăng protein trong thức ăn chăn nuôi và/hoặc việc 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 hoặc hai hoặc nhiều thức ăn, một hoặc nhiều thức ăn có thể bao gồm 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 thể hiện một mẫu thức ăn có protein dinh dưỡng cao như được so sánh với mẫu thức ăn khác bởi vì một mẫu thức ăn có thành phần có khả năng tiêu hóa cao hơn.

Các ví dụ sau được đề xuất để minh họa và giải thích hơn nữa các phương án và khía cạnh được ưu tiên nhất định theo sáng chế và không được hiểu là hạn chế phạm vi của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1: Mô hình NIR

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

Fig. 1 thể hiện lược đồ minh họa cho các phương pháp tiêu hóa và phân tích mẫu thức ăn như được mô tả ở đây. Hình vẽ thể hiện rằng mẫu thức ăn ban đầu được tiêu hóa *in vitro* và sản phẩm tiêu hóa được phân tích cho lượng dư của năng lượng tổng, protein, phospho, và hàm lượng đường sử dụng NIR và hóa ướt.

Các mẫu thức ăn cho gia cầm và lợn được tiêu hóa sử dụng thử nghiệm tiêu hóa mà tương tự với sự tiêu hóa của các chất dinh dưỡng *in vitro*. Thử nghiệm được cải biến từ Boisen S., A multienzym assay for pigs, 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.

Các mẫu sau khi tiêu hóa được phân tích sử dụng các phương pháp hóa ướt cho protein, năng lượng tổng và phospho. Khối lượng cuối cùng bao gồm thức ăn và chất lỏng được tiêu hóa được phân tách thành thành phần dạng rắn và thành phần dạng

lông. Thành phần dạng rắn được làm khô và chất rắn khô được quét sử dụng quang phổ kế NIR. Mô hình NIR được tạo ra cho protein, phospho, và năng lượng tổng trong thức ăn cho gia cầm sau khi tiêu hóa, và cho protein và năng lượng tổng trong thức ăn cho lợn sau khi tiêu hóa.

Thử nghiệm tiêu hóa

Các mẫu thức ăn cho lợn và gia cầm được tiêu hóa sử dụng thử nghiệm tiêu hóa sau. Một số mẫu được thay đổi 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 từ các nguồn khác nhau được sử dụng. Các mẫu thức ăn cho gia cầm và lợn chủ yếu bao gồm bột ngô và đậu nành.

Chất phụ gia thức ăn Allzyme SSF, có từ Alltech, Nicholasville, KY được sử dụng làm nguồn cho enzyme được bổ sung (ví dụ chất phụ gia bổ sung sau) vào thức ăn. Allzyme SSF chứa phức hệ enzyme bao gồm ít nhất 300 U phytaza.

Các chất phản ứng:

- A. HCl: 0,2 M, 1M, 2 M, và 4 M
- B. 0,6 M NaOH
- C. 1M NaHCO₃
- 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. 15% axit tricloaxetic (TCA)
- G. Dung dịch đệm axetat: 0,1 M (độ pH 6,0) và 0,2 M (độ pH 6,8)
- H. Dung dịch cloramphenicol; 5mg cloramphenicol/1 mL rượu
- I. Dung dịch làm dừng TCA

J. Chất phản ứng màu được chuẩn bị từ 3 thể tích của axit sulfuric 1 M, 1 thể tích của 2,5% (khối lượng/thể tích) nhôm molybdat, và 1 thể tích của 10% (khối lượng/thể tích) axit ascorbic

K. Dung dịch DNS (được lưu trữ trong bình tối), được chuẩn bị từ axit dinitrosalicylic, NaOH, kali natri tartrat tetrahydrat và nước khử ion

L. Dextroza tiêu chuẩn: 0 mg/mL; 0,2 mg/mL; 0,4 mg/mL; 0,6 mg/mL; 0,8 mg/mL; và 1,0 mg/mL

Phosphat tiêu chuẩn: 0 μ M; 5,625 μ M; 11,25 μ M; 22,5 μ M; 45 μ M; và 90 μ M kali phosphat trong nước.

Quy trình

Chất phụ gia enzym

Để tạo ra sản phẩm enzym dạng lỏng được sử dụng trong thử nghiệm làm chất phụ gia bổ sung sau, enzym được chiết xuất từ Allzyme SSF với nước khử ion và được pha loãng 1:2500000 với 0,1 M dung dịch đệm natri axetat.

Thử nghiệm tiêu hóa ở lợn

Tiêu hóa bậc một - Dạ dày

Hai gam mẫu thức ăn nghiền cho lợn được trộn với 49 mL 0,1 M dung dịch đệm natri axetat. Một số mẫu được thay đổi 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 chuẩn bị từ sản phẩm Allzyme SFF được mô tả ở trên. Độ pH của dung dịch được điều chỉnh tới 2 với HCl. 2,0 mL dung dịch pepsin (10 mg pepsin/mL nước khử ion) và 1,0 mL dung dịch cloramphenicol được bổ sung. Dung dịch được khuấy và được đặt trong bể nước có quay 39°C ở 55 RPM trong 6 giờ. Dung dịch được khuấy hàng giờ.

Tiêu hóa bậc hai - Ruột non

Sau khi tiêu hóa bậc một, các mẫu được trộn với 20 mL dung dịch đệm natri axetat 0,2 M và 10 mL NaOH 0,6 M. Độ pH của dung dịch được điều chỉnh tới 6,8 với NaOH 0,6 M. 2,0 mL dung dịch pancreatin (50 mg pancreatin/mL nước khử ion)

được bổ sung. Dung dịch được khuấy và được đặt trong bể nước quay 39°C (55 RPM) trong 18 giờ. Dung dịch được khuấy và được ly tâm ở 14000 g trong 20 phút.

Thử nghiệm tiêu hóa ở gia cầm

Giai đoạn ở điều

2,5 gam mẫu thức ăn nghiền cho gia cầm được trộn với 6 ml nước cất. Một số mẫu được thay đổi 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 chuẩn bị từ sản phẩm Allzyme SFF được mô tả ở trên với 7 ml nước cất. Các mẫu được ủ ở 40°C trong 30 phút.

Giai đoạn ở mê

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

Ruột non

Sau giai đoạn ở mê, các mẫu được trộn với 1 mL NaHCO₃ để thu được độ pH là 6,5. 2,0 mL dung dịch pancreatin (2,315 mg pancreatin/mL nước khử ion) được bổ sung. Dung dịch được khuấy và được đặt trong bể nước 40°C trong 60 phút. Dung dịch được khuấy và được ly tâm ở 14000 g trong 20 phút.

Phân tích hóa ướt

Quy trình tiêu hóa in vitro để lại khối lượng cuối cùng bao gồm phần dạng rắn của thức ăn sau khi tiêu hóa và phần dạng lỏng. Mẫu được phân tách cho phân tích sau này thành phần dạng rắn và thành phần dạng lỏng (tức là, phần dịch nổi). Thành phần dạng rắn được làm đông khô để tạo ra phần chất khô cuối cùng.

Thiết bị:

Varian 720-ES ICP để phân tích phospho

Leco TruSpec CHN để phân tích nitơ (protein)

Parr 6100 máy đo nhiệt lượng bình cao áp cho năng lượng tổng phân tích

Protein, phospho và năng lượng tổng

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

Mô hình NIR

Phân chất khô cuối cùng của mẫu sau khi tiêu hóa được quét sử dụng cụm cốc đựng mẫu quay NIR để thu thập dữ liệu phản xạ NIR. Sự quét NIR của các mẫu khác nhau được ghi lại và tương quan với kết quả hóa ướt cho mỗi mẫu để tạo ra mô hình trên máy tính cho mỗi thành phần (protein, phospho và năng lượng tổng) của các mẫu sau khi tiêu hóa.

Thiết bị:

Bruker MPA FT-NIR, số mô hình 122000 có mẫu cụm cốc đựng mẫu quay, có từ Bruker Optics, Inc., Billerica, MA.

Thiết lập:

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 tệp quét cho mỗi mẫu

Khoảng sóng 10000 cm⁻¹-4000 cm⁻¹

Độ hấp thụ được đo sử dụng khoang “mẫu lớn hình khối cầu”

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

Các mẫu thức ăn cho gia cầm được tiêu hóa theo thử nghiệm tiêu hóa. Phần chất khô cuối cùng của các mẫu sau khi tiêu hóa được quét trên NIR. Quét NIR làm ví dụ của các mẫu thức ăn cho gia cầm sau khi tiêu hóa được thể hiện trên Fig.2.

Các mẫu sau khi tiêu hóa được phân tích bằng các phương pháp hóa ướt cho protein, phospho và năng lượng tổng. Hàm lượng protein của các mẫu sau khi tiêu hóa nằm trong khoảng 13-34%; hàm lượng phospho nằm trong khoảng 750-5900 ppm; và năng lượng tổng nằm trong khoảng 3300-5200 cal/g. Hàm lượng protein, phospho và năng lượng tổng của mỗi mẫu sau đó được tương quan với quét NIR để phát triển mô hình NIR cho mỗi thành phần.

Bước xác nhận chéo tạo ra từ 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 cho mô hình là 86,66 và RMSECV (lỗi trung bình toàn phương của bước xác nhận chéo) là 2,68. Giá trị R^2 thể hiện dữ liệu phù hợp tốt thế nào với mô hình và kết quả quan sát dự báo tốt như thế nào bởi mô hình. RMSECV là phép đo biến thiên trong dữ liệu.

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

Bước xác nhận chéo tạo ra từ máy tính của mô hình năng lượng tổng NIR cho thức ăn cho gia cầm được thể hiện trên Fig. 5. Mô hình bao gồm 18 mẫu. R^2 cho mô hình là 87,72 và RMSECV là 148. R^2 và RMSEV của mô hình được mong đợi là có thể được cải thiện bằng cách làm tăng số lượng các mẫu trong mô hình.

Kết quả-Thử nghiệm tiêu hóa thức ăn cho lợn

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

Các mẫu sau khi tiêu hóa được phân tích bằng các phương pháp hóa ướt cho protein và năng lượng tổng. Hàm lượng protein của các mẫu sau khi tiêu hóa nằm trong khoảng 6-47% và năng lượng tổng nằm trong khoảng 3900-5300 cal/g. Hàm lượng protein và năng lượng tổng của mỗi mẫu sau đó được tương quan với các lần quét NIR để phát triển mô hình NIR cho mỗi thành phần.

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

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

Thảo luận

Các kết quả thể hiện các mô hình NIR khác nhau có thể được phát triển để sử dụng kết hợp với thử nghiệm tiêu hóa để dự báo hàm lượng của các thành phần không được tiêu hóa (tức là, dư) trong các mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa. Mô hình protein cho thức ăn cho lợn đặc biệt thành công (R^2 là 98,86), thậm chí với số lượng mẫu được sử dụng tương đối thấp trong mô hình làm ví dụ. Mô hình được thể hiện là hàm lượng protein thực tế có thể dự báo cao trong các mẫu thức ăn sau khi tiêu hóa và có thể được sử dụng thay vì tiến hành các phương pháp hóa ướt tốn tiền và tốn thời gian. Độ chính xác của mô hình có thể được tăng lên với số lượng các mẫu tăng. Cụ thể là, khả năng dự báo của mô hình phospho và năng lượng tổng được mong đợi là có thể được cải thiện bằng cách tăng số mẫu trong mô hình.

Ví dụ 2: Bước xác nhận của mô hình protein dư cho lợn

Khả năng dự báo của mô hình protein dư để tiêu hóa thức ăn cho lợn đã được xác nhận. Phương pháp xác nhận là phản ánh các phương pháp được mô tả ở đây được sử dụng như thế nào để phân tích mẫu thức ăn với đặc tính chưa biết.

Tập hợp các mẫu thức ăn cho lợn được tiêu hóa như được mô tả trong Ví dụ 1 và được quét bằng cách sử dụng NIR. Mỗi mẫu cũng được xác định cho hàm lượng

protein bằng cách sử dụng hóa ướt. Các mẫu được phân 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 mô tả ở đây. Bộ xác nhận được thử nghiệm trong mô hình để tạo ra hàm lượng dự báo của protein dư cho mỗi mẫu. Hàm lượng dự báo cho mỗi mẫu được so sánh với hàm lượng của protein dư trong mẫu như được xác định bằng cách sử dụng hóa ướt (Thực tế). Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1:

Bảng 1

Tên tệp	Thực tế	Dự báo	Độ 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	-0,0568
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	8,871	-0,376

Các kết quả này thể hiện mô hình có khả năng dự báo ở mức độ cao của hàm lượng protein dư trong các 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 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 làm 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 trình độ trung bình trong lĩnh vực này mà không vượt ra ngoài phạm vi của sáng chế hoặc phạm vi của các đối tượng được yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phân tích thức ăn cho lợn hoặc gia cầm để lựa chọn hợp phần điều chỉnh của nó, phương pháp này bao gồm các bước:

a) tiêu hóa mẫu thức ăn chăn nuôi in vitro có hợp phần thức ăn chăn nuôi để tạo ra thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa chứa ít nhất một thành phần dư mà được chọn từ nhóm bao gồm protein, phospho, chất béo, hydrat cacbon, và năng lượng tổng, trong đó thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa này chứa ít nhất một trong số i) giá trị bằng số không xác định của nồng độ của ít nhất một trong số protein, phospho, chất béo, hoặc hydrat cacbon, hoặc ii) giá trị bằng số không xác định của hàm lượng năng lượng tổng cho thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa, trong đó mẫu thức ăn chăn nuôi bao gồm thức ăn cho lợn, thức ăn cho gia cầm, và hỗn hợp của chúng, trong đó hợp phần thức ăn chăn nuôi chứa một hoặc nhiều trong số ngô, đậu nành, ngũ cốc, ngũ cốc từ máy chưng cất, các loại đậu, mật mía, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng, trong đó quá trình tiêu hóa bao gồm hai giai đoạn, trong đó giai đoạn tiêu hóa được tiến hành in vitro ở độ pH nhỏ hơn khoảng 7 và bao gồm việc sử dụng ít nhất một enzym chứa pepsin, và trong đó giai đoạn tiêu hóa kia được tiến hành in vitro ở độ pH trung tính đến độ pH axit và bao gồm ít nhất một enzym chứa pancreatin để tạo ra thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa, và trong đó quá trình tiêu hóa còn bao gồm phân tách thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa thành thành phần dạng rắn và thành phần dạng lỏng;

b) quét thành phần dạng rắn của thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bằng cách sử dụng quang phổ hồng ngoại gần (NIR) để tạo ra dữ liệu quang phổ;

c) so sánh dữ liệu quang phổ được tạo ra từ việc quét thành phần dạng rắn của thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư để tạo ra giá trị bằng số dự báo của nồng độ của ít nhất một thành phần dư mà là protein, phospho, chất béo, hoặc hydrat cacbon, hoặc giá trị bằng số dự báo của hàm lượng năng lượng tổng của thức ăn chăn nuôi sau

khi tiêu hóa, trong đó dữ liệu quang phổ này được so sánh bằng cách sử dụng phương pháp được thực hiện bằng máy tính bao gồm nhận dữ liệu quang phổ từ thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa và so sánh dữ liệu quang phổ với mô hình trên máy tính của ít nhất một thành phần dư để thu được giá trị bằng số dự báo của nồng độ của ít nhất một thành phần dư hoặc giá trị bằng số dự báo của hàm lượng năng lượng tổng của thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa, trong đó mô hình trên máy tính được tạo ra bằng cách thu được dữ liệu quang phổ theo cách giống như bước b) cho đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi có các hợp phần thức ăn chăn nuôi khác nhau, trong đó đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi đã được tiêu hóa sơ bộ theo cách giống như bước a) để tạo ra đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi được tiêu hóa sơ bộ có phần dạng rắn và phần dạng lỏng của thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa, và còn trong đó phần dạng rắn được tách khỏi phần dạng lỏng để tạo ra phần dạng rắn đã tách, trong đó mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi được tiêu hóa sơ bộ cũng có giá trị bằng số được xác định bằng cách phân tích nồng độ của ít nhất một thành phần dư mà là protein, phospho, chất béo, hoặc hydrat cacbon hoặc giá trị bằng số được xác định bằng cách phân tích hàm lượng năng lượng tổng của thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa bằng phân tích hóa học được thực hiện trên phần dạng rắn đã tách của mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi được tiêu hóa sơ bộ, và liên hệ dữ liệu quang phổ thu được cho mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi với giá trị bằng số được xác định bằng cách phân tích nồng độ hoặc giá trị bằng số được xác định bằng cách phân tích hàm lượng năng lượng tổng của thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa ở mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi để tạo ra mô hình trên máy tính;

d) so sánh giá trị bằng số dự báo của nồng độ hoặc giá trị bằng số dự báo của hàm lượng năng lượng tổng của thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa từ bước c) với giá trị bằng số chọn trước của nồng độ đích hoặc giá trị bằng số chọn trước của hàm lượng năng lượng tổng đích của thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa để xác định 1) khả năng tiêu hóa của ít nhất một thành phần dư ở hợp phần thức ăn chăn nuôi của bước a) khi ít nhất một thành phần dư được chọn từ nhóm

bao gồm protein, phospho, chất béo, và hydrat cacbon, hoặc 2) hàm lượng năng lượng tổng của hợp phần thức ăn chăn nuôi của bước a) khi ít nhất một thành phần dư được chọn là năng lượng tổng; và

e) lựa chọn hợp phần thức ăn chăn nuôi đã điều chỉnh mà khác với hợp phần thức ăn chăn nuôi của a) và tạo ra giá trị bằng số chọn trước của nồng độ đích của ít nhất một thành phần dư hoặc giá trị bằng số chọn trước của hàm lượng năng lượng tổng đích của thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa, dựa trên khả năng tiêu hóa được xác định 1) hoặc 2) hàm lượng năng lượng tổng ở bước so sánh d).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mẫu thức ăn chăn nuôi bao gồm chất phụ gia bổ sung trước, trong đó chất phụ gia bổ sung trước là ít nhất một enzym.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm f) điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi có thành phần của hợp phần thức ăn chăn nuôi của bước a) để thu được hợp phần thức ăn chăn nuôi điều chỉnh đã chọn được chọn ở bước e).

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó bước điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi bao gồm điều chỉnh lượng thành phần được chọn từ nhóm bao gồm protein, phospho, chất béo, năng lượng tổng, và hydrat cacbon so với hợp phần thức ăn chăn nuôi của bước a).

5. Phương pháp theo điểm 3, trong đó bước điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi bao gồm bổ sung ít nhất một chất phụ gia bổ sung sau mà bao gồm enzym.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mẫu thức ăn chăn nuôi là thức ăn cho lợn.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mẫu thức ăn chăn nuôi là thức ăn cho lợn, trong đó một giai đoạn được tiến hành trong khoảng từ 1 đến 6 giờ ở độ pH nhỏ hơn khoảng 7 và giai đoạn kia được tiến hành trong khoảng từ 18 giờ đến 48 giờ ở độ pH trung tính đến độ pH axit là ít nhất khoảng 6,0, để tạo ra thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.

8. Phương pháp theo điểm 6, trong đó pepsin là pepsin của lợn và pancreatin là pancreatin của lợn.
9. Phương pháp theo điểm 6, trong đó hợp phần thức ăn chăn nuôi chứa ngô.
10. Phương pháp theo điểm 6, trong đó giai đoạn tiêu hóa và giai đoạn tiêu hóa kia còn bao gồm việc sử dụng dung dịch đệm axetat.
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mẫu thức ăn chăn nuôi là thức ăn cho gia cầm.
12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mẫu thức ăn chăn nuôi là thức ăn chăn nuôi cho gia cầm, và trong đó quá trình tiêu hóa còn bao gồm giai đoạn tiêu hóa in vitro được tiến hành trên mẫu thức ăn chăn nuôi mà bao gồm ít nhất một enzym là phytaza.
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó giai đoạn mà bao gồm pepsin được tiến hành ở độ pH nhỏ hơn khoảng 7 trong khoảng từ 30 phút đến 2 giờ và giai đoạn kia mà bao gồm pancreatin được tiến hành ở độ pH trung tính đến độ pH axit là ít nhất khoảng 6,0 trong khoảng từ 30 phút đến 2 giờ, để tạo ra thức ăn chăn nuôi sau khi tiêu hóa.
14. Phương pháp theo điểm 11, trong đó hợp phần thức ăn chăn nuôi chứa ngô.
15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một thành phần dư được chọn từ nhóm bao gồm protein, phospho, chất béo, và năng lượng tổng.
16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một thành phần dư được chọn từ nhóm bao gồm protein, chất béo, và năng lượng tổng.
17. Phương pháp theo điểm 5, trong đó enzym được chọn từ nhóm bao gồm proteaza, xenlulaza, xylanaza, phosphataza axit, beta-glucanaza, pectinaza, alpha amylaza, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng.
18. Phương pháp theo điểm 5, trong đó enzym là proteaza.

19. Phương pháp theo điểm 3, trong đó bước điều chỉnh hợp phần thức ăn chăn nuôi tạo ra sự giảm giá trị bằng số dự báo của nồng độ của ít nhất một thành phần dư cho hợp phần thức ăn chăn nuôi đã điều chỉnh như được xác định bằng cách tiêu hóa, quét, và so sánh hợp phần thức ăn chăn nuôi đã điều chỉnh theo bước a), b) và c), khi so với giá trị bằng số dự báo của nồng độ được xác định cho ít nhất một thành phần dư của hợp phần thức ăn chăn nuôi trước khi điều chỉnh, trong đó ít nhất một thành phần dư là ít nhất một trong số protein, phospho, chất béo, hoặc hydrat cacbon.

20. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thành phần dạng rắn của bước a) được làm đông khô trước khi quét theo bước b).

21. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một thành phần dư là hàm lượng năng lượng tổng, trong đó giá trị bằng số được xác định bằng cách phân tích hàm lượng năng lượng tổng ở bước c) được xác định bằng phương pháp bao gồm xác định giá trị bằng số của hàm lượng năng lượng tổng ở máy đo nhiệt lượng bình cao áp cho mỗi mẫu trong đa số các mẫu thức ăn chăn nuôi được tiêu hóa sơ bộ.

22. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc phân tích hóa học bao gồm phương pháp hóa ướt cho ít nhất một thành phần dư mà là protein, phospho, chất béo, hoặc hydrat cacbon, và trong đó phân tích hóa học bao gồm máy đo nhiệt lượng bình cao áp cho năng lượng tổng.

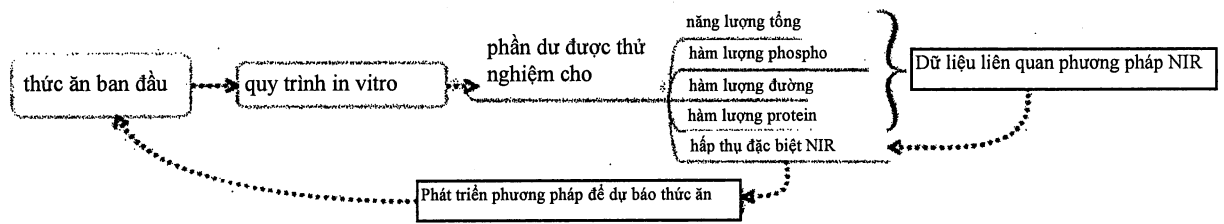


FIG. 1

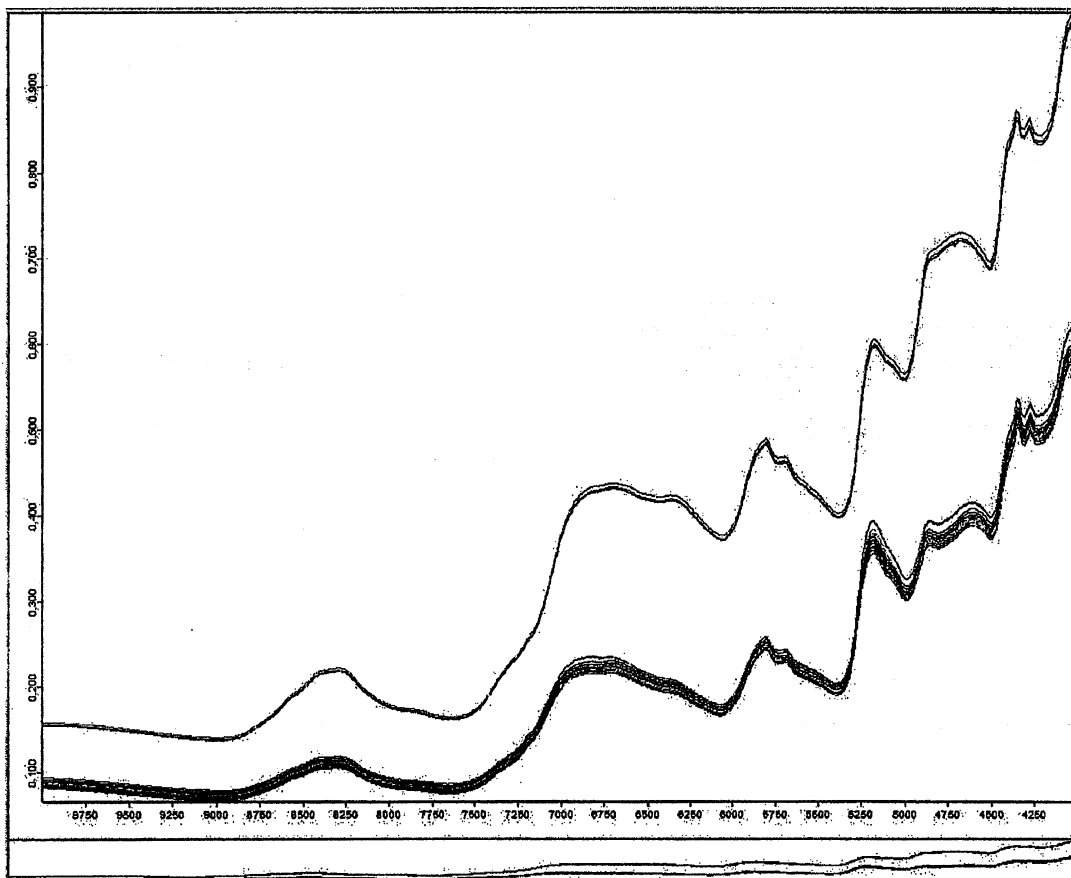
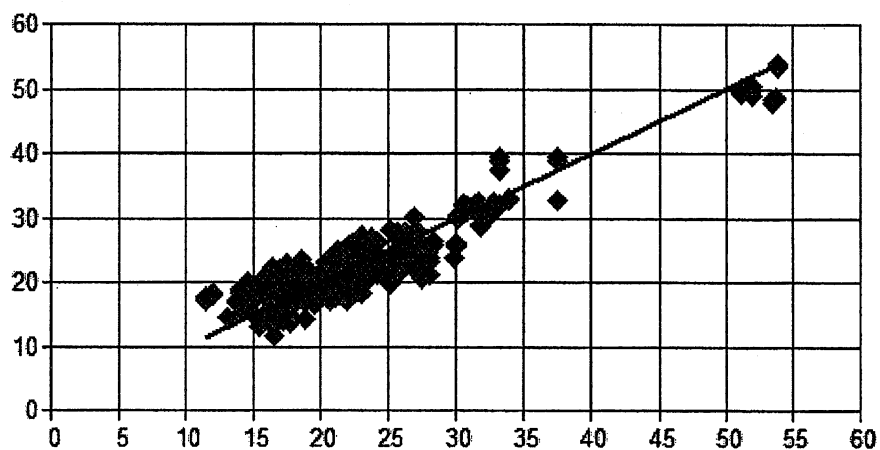


FIG. 2

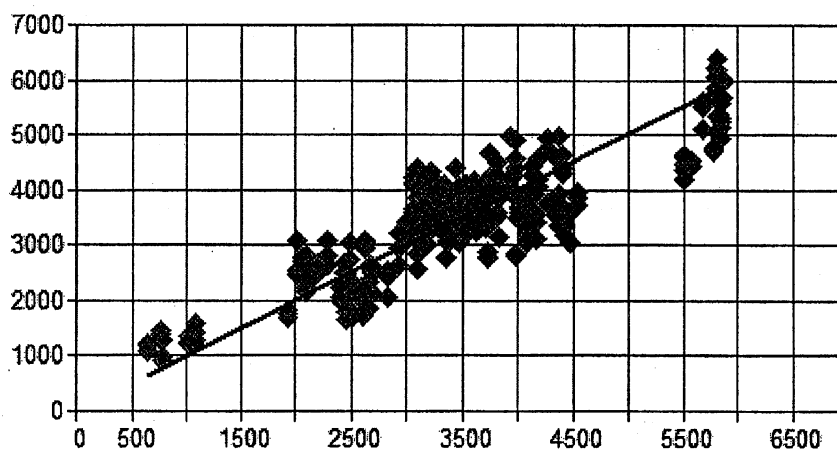
Dự báo so với Thực tế / Protein [%] / Xác nhận chéo



Bậc: 10 $R^2 = 86,66$ RMSECV = 2,68 Xu hướng: 0,056 RPD: 2,74
 Xác nhận số 8 + protein trong thức ăn cho gia cầm.q2

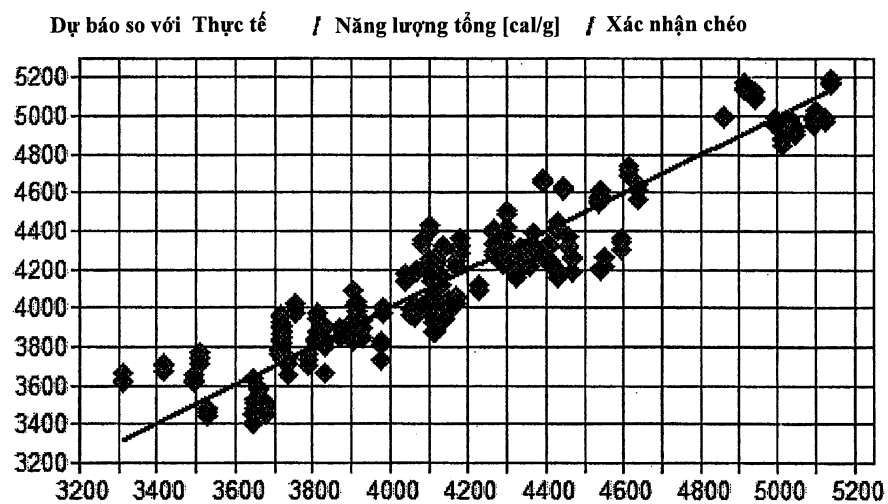
FIG. 3

Dự báo so với Thực tế / Phospho [ppm] / Xác nhận chéo



Bậc: 10 $R^2 = 75,94$ RMSECV = 554 Xu hướng: 11,5 RPD: 2,04
 Xác nhận số 6 ++ phospho trong thức ăn cho gia cầm.q2

FIG. 4



Bậc: 10 $R^2 = 87,72$ RMSECV = 148 Xu hướng: 0,269 RPD: 2,85
 Xác nhận số 9 năng lượng tổng trong thức ăn cho gia cầm.q2

FIG. 5

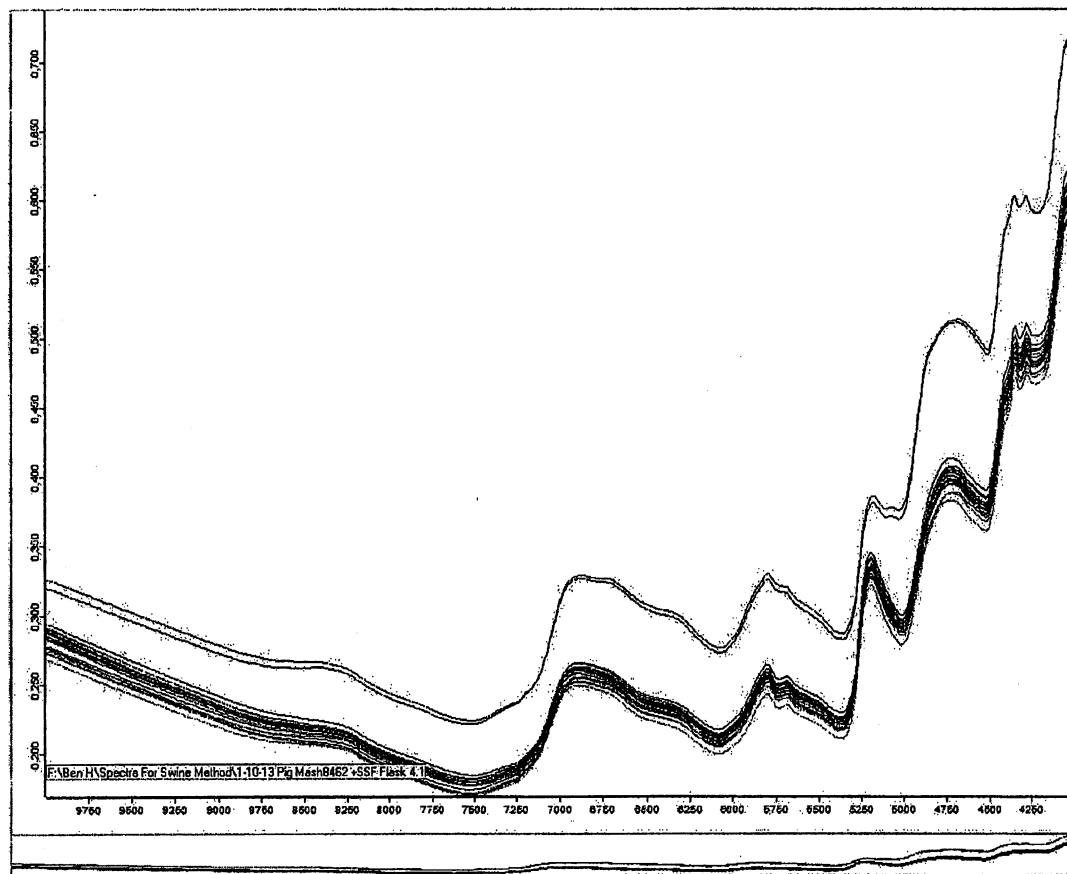
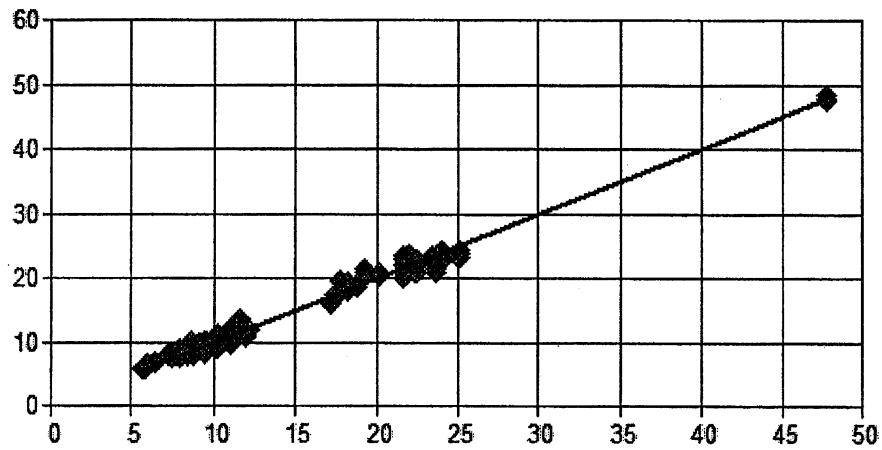


FIG. 6

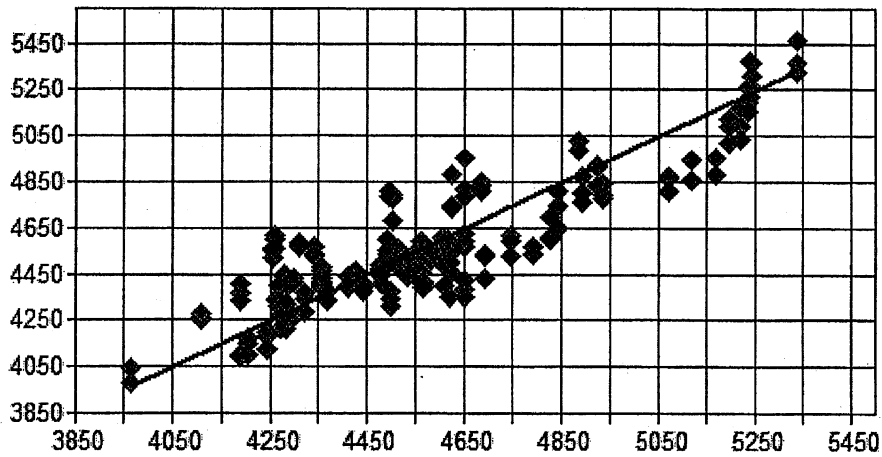
Dự báo so với Thực tế / Protein [%] / Xác nhận chéo



Bậc: 10 $R^2 = 98,86$ RMSECV = 0,708 Xu hướng: -0,0125 RPD: 9,37
 Xác nhận số 3 + protein trong thức ăn cho lợn 3-12.q2

FIG. 7

Dự báo so với Thực tế / Năng lượng tổng [cal/g] / Xác nhận chéo



Bậc: 9 $R^2 = 80,5$ RMSECV = 141 Xu hướng: 1,39 RPD: 2,26
 Xác nhận số 4 năng lượng tổng trong thức ăn cho lợn 3-21.q2

FIG. 8