

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 13885:2023
ISO 16948:2015**

Xuất bản lần 1

**NHIÊN LIỆU SINH HỌC RẮN –
XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG CACBON, HYDRO VÀ NITƠ TỔNG**

Solid biofuels – Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen

HÀ NỘI – 2023

Lời nói đầu

TCVN 13885:2023 hoàn toàn tương đương với ISO 16948:2015.

TCVN 13885:2023 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC238 *Nhiên liệu sinh học rắn* biên soạn, Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Phương pháp thiết bị để phân tích cacbon, hydro và nitơ đang thường được sử dụng. Phương pháp này thường được ưu tiên sử dụng hơn so với các phương pháp hóa học.

Việc xác định chính xác hàm lượng cacbon, hydro và nitơ là rất quan trọng trong việc kiểm soát chất lượng và các kết quả có thể sử dụng như thông số đầu vào để tính toán áp dụng đối với quá trình đốt cháy nhiên liệu sinh học rắn. Tầm quan trọng về môi trường của hàm lượng nitơ có liên quan đến sự phát thải NO_x (sự hình thành của nhiên liệu NO_x). Hàm lượng hydro rất quan trọng trong việc tính nhiệt lượng thực. Hàm lượng cacbon là yêu cầu khi xác định CO_2 phát tán.

Tiêu chuẩn này công nhận phương pháp Kjeldahl là đáng tin cậy nhất khi xác định hàm lượng nitơ với nồng độ thấp hơn 0,1 %. Phương pháp thích hợp có thể được xem trong Thư mục tài liệu tham khảo.

Nhiên liệu sinh học rắn – Xác định hàm lượng cacbon, hydro và nitơ tổng

Solid biofuels – Determination of total content of carbon, hydrogen and nitrogen

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định hàm lượng cacbon, hydro và nitơ tổng trong nhiên liệu sinh học rắn.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 13884 (ISO 14780 with Amd 1:2019) *Nhiên liệu sinh học rắn – Chuẩn bị mẫu*

ISO 16559 *Solid biofuels – Terminology, definitions and descriptions (Nhiên liệu sinh học rắn – Thuật ngữ, định nghĩa và mô tả)*.

ISO 16993 *Solid biofuels – Conversion of analytical results from one basis to another (Nhiên liệu sinh học rắn – Chuyển đổi kết quả phân tích từ cơ sở này sang cơ sở khác)*.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong ISO 16559 và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

3.1

Vật liệu đối chứng (reference material)

RM

Vật liệu hoặc chất có một hoặc nhiều giá trị tính chất của nó đủ đồng nhất và được thiết lập phù hợp để sử dụng cho hiệu chuẩn thiết bị, đánh giá phép đo hoặc ấn định giá trị cho vật liệu.

3.2

Vật liệu đối chứng được chứng nhận (certified reference material)

CRM

Vật liệu đối chứng, kèm theo giấy chứng nhận, có một hoặc nhiều giá trị tính chất của nó đã được chứng nhận bằng quy trình thiết lập khả năng truy nguyên để thực hiện chính xác công việc trong đó các giá trị tính chất được thể hiện và mỗi giá trị được chứng nhận có kèm theo sự không đảm bảo ở mức tin cậy đã được công bố.

3.3

Vật liệu đối chứng chuẩn của NIST ¹⁾ (NIST standard reference material)

SRM

CRM được tạo ra bởi NIST, đáp ứng được các tiêu chí chứng nhận riêng do NIST bổ sung và được ban hành cùng chứng nhận hoặc chứng nhận phân tích thông qua kết quả báo cáo về các đặc trưng của nó và cung cấp được thông tin liên quan đến việc sử dụng vật liệu một cách thích hợp.

4 Nguyên tắc

Đốt mẫu đã biết khối lượng trong oxy hoặc hỗn hợp oxy/khí mang trong các điều kiện nào đó để biến thành tro và các sản phẩm dạng khí của quá trình đốt cháy. Thành phần các sản phẩm đó chủ yếu gồm cacbon dioxit, hơi nước, nguyên tố nitơ và/hoặc các oxit của nitơ, các oxit và oxit axit của lưu huỳnh và các hydro halogenua. Xử lý các sản phẩm của quá trình đốt cháy để đảm bảo khí hydro không liên kết với lưu huỳnh hoặc các halogenua sinh ra bởi quá trình đốt cháy được giải phóng như hơi nước. Cần loại bỏ các oxit nitơ bị khử về nitơ và các sản phẩm của quá trình đốt cháy của chúng vì có thể gây sai sót đến quá trình phân tích khí tiếp theo. Cacbon dioxit, hơi nước và phần khối lượng nitơ của dòng khí sau đó được xác định định lượng bằng các quy trình phân tích khí sử dụng thiết bị thích hợp.

5 Thuốc thử và các chất hiệu chuẩn

5.1 Quy định chung

CẢNH BÁO Thao tác cẩn thận vì nhiều thuốc thử có tính độc và ăn mòn.

Trừ khi có quy định khác, khi phân tích chỉ sử dụng thuốc thử và các chất hiệu chuẩn có cấp phân tích được công nhận.

¹⁾ NIST là tên viết tắt của Viện Tiêu chuẩn và Công nghệ Quốc gia Hoa Kỳ.

5.2 Khí mang

Khí mang sử dụng là heli hoặc các khí phù hợp khác được quy định bởi nhà sản xuất thiết bị.

5.3 Oxy

Oxy sử dụng được quy định bởi nhà sản xuất thiết bị.

5.4 Thuốc thử bổ sung

Loại và chất lượng các thuốc thử bổ sung được quy định bởi nhà sản xuất thiết bị.

5.5 Chất hiệu chuẩn

Ví dụ về các chất hữu cơ tinh khiết thích hợp để hiệu chuẩn được đưa ra trong Bảng 1.

Bảng 1 – Ví dụ về chất hiệu chuẩn thích hợp và hàm lượng C, H và N của chúng theo lý thuyết

Tên	Công thức	% C	% H	% N
Acetanilide	C_8H_9NO	71,1	6,7	10,4
Atropin	$C_{17}H_{23}NO_3$	70,6	8,0	4,8
Axit benzoic	$C_7H_6O_2$	68,8	5,0	0,0
Cystin	$C_6H_{12}N_2O_4S_2$	30,0	5,0	11,7
Amin diphenyl	$C_{12}H_{11}N$	85,2	6,6	8,3
EDTA	$C_{10}H_{16}N_2O_8$	41,1	5,5	9,6
Phenylalanine	$C_9H_{11}NO_2$	65,4	6,7	8,5
Sulfanilamit	$C_6H_8N_2O_2S$	41,8	4,7	16,3
Axit sulfanilic	$C_6H_7NO_3S$	41,6	4,1	8,1
TRIS	$C_4H_{11}NO_3$	39,7	9,2	11,6

Các thuốc thử phải khô và có độ tinh khiết cao hơn 99,9 %. Đối với mục đích hiệu chuẩn, hàm lượng của C, H và N theo giấy chứng nhận, không sử dụng hàm lượng lý thuyết. Có thể sử dụng các thuốc thử có độ tinh khiết khác miễn là chúng đáp ứng được các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

5.6 Sử dụng các vật liệu đối chứng được chứng nhận (CRM hoặc SRM)

Sử dụng các vật liệu đối chứng được chứng nhận, do tổ chức được quốc tế công nhận để kiểm tra xem độ chính xác của phép hiệu chuẩn có đáp ứng được các đặc trưng tính năng đưa ra hay không. Ví dụ về các vật liệu đối chứng được chứng nhận: NBS 1573 lá cà chua (tomato leaves) và NBS 1575 lá thông (pine needles).

Do ảnh hưởng của chất nền hoặc giới hạn dải nồng độ, nên thu hồi được ít vật liệu đối chứng được chứng nhận, hiệu chuẩn với ít nhất hai vật liệu CRM hoặc SRM có thể giải quyết những

vấn đề này. Trong trường hợp đó, vật liệu CRM hoặc SRM ngoài việc sử dụng để hiệu chuẩn còn có thể sử dụng để kiểm chứng.

CHÚ THÍCH Một CRM hoặc một SRM được chuẩn bị và sử dụng cho ba mục đích chính:

- a) giúp xây dựng các phương pháp phân tích chính xác;
- b) hiệu chuẩn hệ thống đo được sử dụng nhằm tạo thuận lợi cho việc trao đổi hàng hóa, tạo lập việc kiểm soát chất lượng, xác định các đặc trưng tính năng, hoặc xác định giới hạn cao nhất của một tính chất nào đó;
- c) để đảm bảo tính đầy đủ và toàn vẹn lâu dài của chương trình đánh giá chất lượng phép đo.

6 Thiết bị, dụng cụ

Do đã có sẵn một dải thành phần và cấu hình có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp thử dễ dàng nên tiêu chuẩn này không đưa ra thiết kế cụ thể.

Thiết bị cần đáp ứng các yêu cầu sau:

- a) Các điều kiện về quá trình đốt cháy mẫu để toàn bộ cacbon (bao gồm cả trong các cacbonat khoáng) có thể biến thành cacbon dioxit, hydro (bao gồm cả trong nước kết cấu của các khoáng chất) có thể biến thành hơi nước (trừ hydro liên kết với oxy axit của lưu huỳnh và các halogenua dễ bay hơi) và nitơ có mặt có thể biến thành khí nitơ và/hoặc các oxit của nitơ tương ứng;
- b) Các khí của quá trình đốt cháy hoặc phần chia đại diện cần được xử lý để loại bỏ và/hoặc tách tất cả các thành phần có thể gây nhầm lẫn đến việc phát hiện và xác định cacbon dioxit, hơi nước hoặc nitơ trong dòng khí;
- c) Sự xuất hiện hydro là hydro halogenua hoặc các oxit axit lưu huỳnh phải được giải phóng, dưới dạng hơi nước trong dòng khí trước khi xác định hàm lượng hơi nước;
- d) Tất cả các oxit nitơ sinh ra bởi quá trình đốt cháy cần được khử về nitơ trước khi đưa vào hệ thống phát hiện;
- e) Hệ thống phát hiện cần cung cấp các phản hồi tương quan trực tiếp với nồng độ các khí của quá trình đốt cháy, trên toàn dải sử dụng và tốt nhất là theo cách tuyến tính;
- f) Nếu hệ thống phát hiện đưa ra sự phản hồi không tuyến tính, thì phải bao gồm các quy định để đánh giá sự phản hồi đó theo cách tương quan chính xác với nồng độ khí của quá trình đốt cháy;
- g) Thiết bị sẽ bao gồm một dụng cụ hiển thị sự phản hồi của thiết bị phát hiện hoặc cách tính toán và biểu thị nồng độ cacbon, hydro và nitơ trong mẫu sau khi nhập dữ liệu thích hợp khác, nếu cần.

7 Chuẩn bị mẫu thử

Mẫu thử là mẫu phân tích chung có cỡ danh nghĩa lớn nhất là 1 mm hoặc nhỏ hơn, được chuẩn bị theo TCVN 13884 (ISO 14780).

Hàm lượng ẩm của mẫu thử được xác định đồng thời bằng phương pháp được mô tả trong TCVN 13887-3 (ISO 18134-3), sử dụng một phần khác của mẫu thử.

CHÚ THÍCH 1 Với một số thiết bị có thể cần phải chuẩn bị một mẫu thử có cỡ danh nghĩa lớn nhất nhỏ hơn 1 mm, ví dụ 0,25 mm, để đạt được độ chụm mong muốn. Đối với "sản phẩm mới" một cỡ hạt phù hợp được xác định bằng thử nghiệm thích hợp.

CHÚ THÍCH 2 Với một số loại thiết bị, cần tiến hành xác định hydro trong các mẫu phân tích khô để ngăn ngừa sai số ở các kết quả thấp. Để xác định trên mẫu khô, mẫu phân tích được làm khô như mô tả trong TCVN 13887-3 (ISO 18134-3) ngay trước khi xác định. Khi sử dụng mẫu thử đã sấy khô, sẽ xuất hiện nguy cơ nhận được sai số ở kết quả cacbon thấp.

8 Cách tiến hành

8.1 Chuẩn bị phần thử nghiệm

Cân, chính xác đến 0,1 % (tương đối), một lượng mẫu thử theo khuyến nghị của nhà sản xuất thiết bị để phù hợp với loại thiết bị và nồng độ của cacbon, hydro và nitơ mong đợi. Phần mẫu thử được cân trực tiếp bên trong vật chứa mẫu trong trường hợp sử dụng máy phân tích vi lượng hoặc máy phân tích bán vi lượng. Có thể cân trực tiếp hoặc chuyển từ một cốc cân thích hợp.

8.2 Hiệu chuẩn thiết bị

Khi đánh giá hệ thống phân tích lần đầu, cần thiết lập một hàm hiệu chuẩn cho phép đo theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Điều chỉnh hàm hiệu chuẩn được thiết lập trong quá trình phân tích nếu cần. Kiểm tra tính năng thiết bị bằng cách dùng các quy trình chuẩn được chấp nhận như phân tích hai lần xác định, sử dụng CRM và hoặc vật liệu đối chứng chuẩn (SRM), mẫu kiểm soát và tạo các biểu đồ kiểm soát. Việc hiệu chuẩn và chương trình kiểm soát chất lượng phải được tổ chức và duy trì để có thể thu được độ không đảm bảo đo yêu cầu. Các kết quả của nghiên cứu xác nhận theo Phụ lục A chứng minh hiệu chuẩn có thể đạt được với các thiết bị thương mại thực hiện ở các phòng thí nghiệm có kinh nghiệm.

8.3 Phân tích mẫu thử

Phân tích phần mẫu thử (8.1) của mẫu thử theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

Ở khoảng thời gian giữa các lô mẫu, cần phân tích một chất hiệu chuẩn (5.5), CRM (5.6) hoặc mẫu kiểm soát phòng thí nghiệm nội bộ.

Mẫu kiểm soát phải có hàm lượng cacbon, hydro và nitơ để có thể so sánh được với mẫu.

Ví dụ về hoạt động phân tích trong máy phân tích CHN tự động:

- a) hai mẫu giả để điều chỉnh thiết bị;
- b) ba mẫu chất hiệu chuẩn để kiểm tra hoặc thực hiện hiệu chuẩn;
- c) một mẫu kiểm soát phòng thí nghiệm, để đảm bảo tính năng thiết bị cho loại mẫu thực tế;
- d) chín mẫu (trong thử nghiệm hai lần xác định);
- e) hai mẫu chất hiệu chuẩn để kiểm tra hiệu chuẩn;
- f) lặp lại các bước từ d) đến e) cho tất cả các mẫu được thử;
- g) một mẫu kiểm soát phòng thí nghiệm.

Kiểm tra hiệu chuẩn trong suốt hoạt động phân tích có thể được dùng để điều chỉnh hàm hiệu chuẩn đã thiết lập theo 8.2. Việc điều chỉnh chỉ nên dùng để bù cho những lần sai lệch nhỏ trong tính năng thiết bị, sự sai lệch tương đối cao hơn 10 % thường được coi là dấu hiệu có thể xảy ra trực tiếp đối với thiết bị.

9 Biểu thị kết quả

Hàm lượng cacbon, hydro và nitơ tổng của mẫu nhiên liệu sinh học đã phân tích được tính bằng phần trăm theo khối lượng.

Báo cáo kết quả ở trạng thái khô, là giá trị trung bình của hai lần xác định. Các công thức sau được sử dụng để tính ở trạng thái khô:

$$\text{Đối với hàm lượng cacbon: } C_d = C_{ad} \times \frac{100}{100 - M_{ad}} \quad (1)$$

$$\text{Đối với hàm lượng nitơ: } N_d = N_{ad} \times \frac{100}{100 - M_{ad}} \quad (2)$$

$$\text{Đối với hàm lượng hydro: } H_d = \left(H_{ad} - \frac{M_{ad}}{8,937} \right) \times \frac{100}{100 - M_{ad}} \quad (3)$$

Trong đó

d là ở trạng thái khô;

ad là đã xác định;

M_{ad} là hàm lượng ẩm của mẫu phân tích chung khi phân tích.

Hằng số 8,937 được sử dụng để tính nồng độ hydro trong nước có mặt trong mẫu. Hệ số thu được từ công thức mol của nước (H_2O) và khối lượng nguyên tử của hydro (1,008) và oxy (15,9994).

Các kết quả có thể được tính tại trạng thái như khi nhận mẫu theo ISO 16993.

10 Các đặc trưng tính năng

Tính năng của phương pháp có thể thực hiện được đưa ra trong Phụ lục A biểu thị kết quả thu được thông qua nghiên cứu so sánh ở Châu Âu thực hiện trên một mẫu dăm gỗ và một mẫu bã ô-liu thải. Hàm lượng cacbon và hydro của hai mẫu đại diện cho dải điển hình của nhiên liệu sinh học rắn. Liên quan đến hàm lượng nitơ trong mẫu dăm gỗ và mẫu bã ô-liu thải của nhiên liệu sinh học rắn đại diện cho giá trị kỳ vọng mức thấp nhất và mức cao nhất, tương ứng.

11 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin sau:

- a) nhận diện phòng thí nghiệm thực hiện thử nghiệm và ngày thử nghiệm;
- b) nhận diện sản phẩm (mẫu) thử;
- c) viện dẫn tiêu chuẩn này;
- d) phương pháp xác định;
- e) kết quả thử nghiệm bao gồm cả trạng thái mẫu thử, được nêu trong Điều 9;
- f) bất kỳ đặc điểm bất thường nào được ghi nhận trong quy trình thử nghiệm;
- g) bất kỳ sai khác nào so với tiêu chuẩn này hoặc như một tùy chọn.

Phụ lục A
(tham khảo)

Dữ liệu tính năng

Một thử nghiệm liên phòng được thực hiện ở các phòng thí nghiệm tại Áo, Bỉ, Đan Mạch, Phần Lan, Đức, Ai-len, Ý, Hà Lan, Tây Ban Nha, Thụy Điển và Vương Quốc Anh. Nhiều thiết bị và các điều kiện phân tích khác được sử dụng phải phù hợp với các thông số chất lượng được quy định trong phương pháp.

Thực hiện các thử nghiệm với hai mẫu, dăm gỗ và bã ô-liu thải được sản xuất từ dự án EU BioNorm theo TCVN 13884 (ISO 14780 with Amd 1:2019). Mẫu "dăm gỗ" có nguồn gốc từ dăm gỗ cây lá kim của Đức; các dăm được sấy và băm đến 1 mm bằng máy băm. Mẫu "bã ô-liu thải" thu được từ ngành công nghiệp dầu ô-liu tại Tây Ban Nha trong một cơ sở lưu trữ ngoài trời điển hình. Trong mẫu gốc cũng xuất hiện đá và các tạp chất tự nhiên khác. Dùng tay loại bỏ các tạp chất và đá này, chuẩn bị mẫu từ bã theo hai bước bằng cách dùng máy băm thô có trang bị một sàng 10 mm và dùng máy băm phòng thí nghiệm có trang bị dụng cụ cắt WC và sàng 1 mm.

Tất cả dữ liệu được báo cáo khi mẫu ở trạng thái khô.

Dữ liệu tính năng theo TCVN 6910-2 (ISO 5725-2) được đưa ra trong Bảng A.1; Bảng A.2 và Bảng A.3.

CHÚ THÍCH 1 Xem Bảng A.1 để giải thích các ký hiệu trong Bảng A.1 đến Bảng A.3.

CHÚ THÍCH 2 Hướng dẫn có thể được tìm thấy trong Phụ lục C ISO 16993 về cách sử dụng các thông số xác nhận tính hợp lệ.

Bảng A.1 - Dữ liệu tính năng của cacbon (C)

Mẫu	n	l	o	x	s _R	CV _R	s _r	CV _r
			%	% theo khối lượng	% theo khối lượng	%	% theo khối lượng	%
Dăm gỗ	27	128	1,5	50,3	0,55	1,1	0,14	0,29
Bã ô-liu thái	26	123	1,6	48,0	0,55	1,2	0,27	0,56
Giải thích các ký hiệu								
<i>n</i>	là số lượng các phòng thí nghiệm sau khi loại bỏ số lạc							
<i>l</i>	là số lượng số lạc không chứa giá trị phân tích đơn lẻ							
<i>o</i>	là phần trăm của giá trị bên ngoài từ việc hai lần xác định							
<i>x</i>	là trung bình của tổng thể							
s _R	là độ lệch chuẩn tái lập							
CV _R	là hệ số biến động của độ tái lập							
s _r	là độ lệch chuẩn lặp lại							
CV _r	là hệ số biến động của độ lặp lại							

Bảng A.2 - Dữ liệu tính năng của hydro (H)

Mẫu	n	l	o	x	s _R	CV _R	s _r	CV _r
			%	% theo khối lượng	% theo khối lượng	%	% theo khối lượng	%
Dăm gỗ	28	135	0	6,1	0,36	5,9	0,07	1,2
Bã ô-liu thái	24	115	0	5,7	0,32	5,77	0,06	1,1

Bảng A.3 - Dữ liệu tính năng của nitơ (N)

Mẫu	n	l	o	x	s _R	CV _R	s _r	CV _r
			%	% theo khối lượng	% theo khối lượng	%	% theo khối lượng	%
Dăm gỗ	18	84	6,7	0,10	0,04	30	0,01	7,4
Bã ô-liu thải	25	115	7,3	1,40	0,11	8,1	0,04	3,2

CHÚ THÍCH 1 Giá trị s_R cao là 0,04 % (theo khối lượng) liên quan đến việc xác định nitơ trong mẫu dăm gỗ thu được do có sự đóng góp từ các máy phân tích nguyên tố với một lượng mẫu nhỏ (điển hình từ 2 mg đến 5 mg) trong tổ hợp với detector dẫn nhiệt và với việc loại bỏ không hết không khí trong vật chứa mẫu.

Có thể nâng cao tính năng ở mức thấp bằng cách sử dụng phương pháp Kjeldahl hoặc máy phân tích nguyên tố với một lượng mẫu lớn hơn và/hoặc bộ phát hiện nitơ độ nhạy cao.

CHÚ THÍCH 2 Giá trị s_R cao trên 0,36 % (theo khối lượng) liên quan đến việc xác định hydro có thể do các điều kiện sau liên quan đến quy trình các phòng thí nghiệm tham gia:

- xác định trên mẫu phân tích ẩm (như nhận mẫu) bằng cách sử dụng máy phân tích vi lượng với vấn đề đã được đưa ra trong CHÚ THÍCH 2 của Điều 7;
- xác định trên mẫu phân tích ẩm không được hiệu chỉnh độ ẩm;
- xác định trên vật liệu mẫu phân tích ở trạng thái khô nhưng bị hấp thụ ẩm trong khoảng thời gian từ khi khô đến khi phân tích.

Giá trị s_R bằng 0,2 % theo khối lượng có thể thu được khi sử dụng quy trình hiệu chỉnh.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 6014 (ISO 333), *Than đá – Xác định nitơ – Phương pháp Kjeldahl bán vi.*
 - [2] TCVN 6910-2 (ISO 5725-2), *Độ chính xác (độ đúng và độ chụm) của phương pháp đo và kết quả đo – Phần 2: Phương pháp cơ bản xác định độ lặp lại và độ tái lập của phương pháp đo tiêu chuẩn.*
 - [3] TCVN ISO IEC 17025 (ISO/IEC 17025), *Yêu cầu chung về năng lực của phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn*
 - [4] TCVN 13887-3 (ISO 18134-3), *Nhiên liệu sinh học rắn – Xác định hàm lượng ẩm - Phần 3: Hàm lượng ẩm trong mẫu phân tích chung.*
 - [5] TCVN 10861 (ISO/TS 21748), *Hướng dẫn sử dụng ước lượng độ lặp lại, độ tái lập và độ đúng trong đánh giá độ không đảm bảo đo.*
 - [6] TCVN 6165 (ISO/IEC Guide 99), *Từ vựng quốc tế về đo lường học - Khái niệm, thuật ngữ chung và cơ bản (VIM)*
 - [7] EN 13342:2000, *Characterisation of sludges – Determination of Kjeldahl nitrogen.*
 - [8] DIN 51722-1:1990, *Testing of solid fuels; determination of nitrogen content; semi-micro Kjeldahl method*
 - [9] NIST definitions: <http://ts.nist.gov/MeasurementServices/ReferenceMaterials/DEFINITIONS.cfm>
 - [10] Pure Appl.Chem. 1990, **62** (1) pp. 149-162 [Harmonized protocol for the adoption of standardized analytical methods and for the presentation of their performance characteristics].
 - [11] NIST Technical note 1297:1994, *Guidelines for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results.*
-