TCVN TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7594 : 2006
ISO 11271 : 2002

Xuất bản lần 1

CHẤT LƯỢNG ĐẤT – XÁC ĐỊNH THẾ OXY HÓA KHỬ – PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG RUỘNG

Soil quality – Determination of redox potential – Field method

HÀ NỘI – 2008

Lời nói đầu

TCVN 7594 : 2006 hoàn toàn tương đương với ISO 11271 : 2002.

TCVN 7594 : 2006 do Ban kĩ thuật Tiêu chuẩn TCVN / TC 190 "*Chất lượng đất*" biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

Tiêu chuẩn này được chuyển đổi năm 2008 từ Tiêu chuẩn Việt Nam cùng số hiệu thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại Khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 6 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

Lời giới thiệu

Thế oxy hóa - khử là một thông số hóa lý đặc trưng cho trạng thái thoáng khí của đất theo cách phổ biến. Ở điều kiện ngoài đồng ruộng, thông tin về điều kiện oxy hóa hoặc khử các chất đóng vị trí quan trọng trong dinh dưỡng cây trồng, có thể làm giảm các hiện tượng hoặc xảy ra ngộ độc khi các khí bay vào khí quyển (hiệu ứng nhà kính). Nó cũng được sử dụng ở một mức độ nhất định trong trường hợp thải bỏ bùn hoặc làm phân bón, và để điều chỉnh các ứng dụng tương ứng. Trong điều kiện phòng thí nghiệm, thế oxy hóa - khử được dùng để nghiên cứu các hiện tượng khuếch tán oxy để kết hợp mức.

Xuất bản lần 1

Chất lượng đất – Xác định thế oxy hóa khử – Phương pháp đồng ruộng

Soil quality – Determination of redox potential – Field method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định thế oxy hóa - khử của đất (E_h) thực hiện ngoài đồng ruộng.

CHÚ THÍCH Đo điện hóa của thế oxy hóa - khử được mô tả ở đây nếu tầng đất liên quan có trạng thái ẩm được định rõ là hơi ẩm hoặc rất ẩm theo phân loại được giới thiệu ở phụ lục D.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm ban hành thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm ban hành thì áp dụng phiên bản mới nhất.

TCVN 4851 : 1989 (ISO 3696 : 1987) Nước dùng để phân tích trong phòng thí nghiệm – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Thế oxy hóa - **khử** (redox potential)

E_h

Thế điện hóa phản ánh trạng thái oxy hóa – khử của một hệ hóa học ở trạng thái lỏng (trong trường hợp này là dung dịch đất).

4 Nguyên tắc

Thế oxy hóa – khử là một đương lượng điện hóa của năng lượng tự do của các phản ứng oxy hóa, và đối với một hệ thế đơn cân bằng có dạng tổng quát:

$$A_{ox} + ne^- + mH^+ \geq A_{red} \quad (1)$$

và được xác định theo công thức Nernst:

$$E_h = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{A_{ox}}{A_{red}} - \frac{2{,}303mRT}{nF} pH \quad (2)$$

Trong đó

A_{ox} và A_{red} là hoạt độ dạng oxy hóa và khử của các thành phần;

e^- là (các) electron có liên quan trong phản ứng;

H^+ là (các) proton có liên quan trong phản ứng;

n và m là số electron và proton có liên quan trong phản ứng;

E_0 là giá trị thế tiêu chuẩn, ví dụ khi $A_{ox} = A_{red}$ và pH = 0;

R là hằng số khí lý tưởng (8,3141 $J.mol^{-1}.K^{-1}$);

T là nhiệt độ tuyệt đối;

F là hằng số Faraday (96500 $C.mol^{-1}$);

2,303 là loga tự nhiên của 10.

Thế oxy hóa – khử liên quan với hoạt độ electron trong hệ như sau:

$$E_h = -\frac{RT}{F} \ln(e^-) \quad (3)$$

CHÚ THÍCH Nếu người sử dụng tiêu chuẩn này chưa quen với khái niệm điện hóa nên tham khảo các tài liệu phù hợp hoặc tìm kiếm những lời khuyên của các nhà chuyên môn khác.

Xác định thế oxy hóa - khử tương tự như xác định pH. Xác định E_h theo các nguyên tắc đo sự khác nhau về thế giữa điện cực trơ (thường là điện cực platin), tức là một điện cực không phản ứng với mọi dung dịch, với điện cực hydro chuẩn được dùng làm điện cực so sánh. Trong dung dịch đất có nhiều hệ oxy hóa - khử, và thế đo được là một thế hỗn hợp phụ thuộc vào cặp điện cực oxy hóa - khử đang có. Trong thực nghiệm, thường sử dụng điện cực bạc- bạc clorua làm điện cực so sánh, và thế của điện cực này được cộng vào giá trị thế chênh lệch đo được (xem phụ lục C) để được giá trị tính toán dựa trên điện cực hydro chuẩn.

5 Thiết bị, dụng cụ

5.1 Milivonmet, có trở kháng đầu vào không nhỏ hơn 10 GΩ và độ nhạy là 1 mV.

5.2 Một bộ thế điện cực oxy hóa – khử, được cấu tạo như trong A.1.

Tất cả các điện cực phải đủ bền để có thể sử dụng ngoài đồng ruộng.

5.3 Điện cực so sánh: Điện cực so sánh bạc/bạc clorua nhúng trong dung dịch kali clorua 1 mol/l hoặc 3 mol/l.

Các điện cực so sánh khác như điện cực calomel cũng có thể được sử dụng, nhưng không khuyến khích vì có liên quan đến việc sử dụng thủy ngân, gây nguy hại cho sức khỏe. Thế của các điện cực so sánh như vậy so với điện cực hydro chuẩn được trình bày ở phụ lục B. Các điện cực so sánh phải được giữ trong dung dịch kali clorua (6.4) có cùng nồng độ với dung dịch trong điện cực, hoặc được đặt trực tiếp trong cầu muối (5.5) có chứa dung dịch kali clorua cùng nồng độ. Cần chú ý rằng nồng độ kali clorua càng thấp sẽ giảm sự nhiễm bẩn cho đất.

5.4 Thanh cứng, (làm bằng thép không gỉ là thích hợp), dài khoảng từ 20 cm đến 100 cm, có đường kính lớn hơn đường kính điện cực oxy hóa – khử (5.2) là 2 mm.

Thanh này phải đủ dài để cho phép các điện cực oxy hóa – khử có thể đạt được độ sâu mong muốn trong đất.

5.5 Cầu muối, để nối điện cực so sánh với đất (xem A.2).

5.6 Khoan tay, có đường kính lớn hơn đường kính của cầu muối từ 3 mm đến 5 mm.

5.7 Vật liệu làm sạch điện cực: tốt nhất là sợi thép mịn, bột tẩy và vải bông.

5.8 Nhiệt kế, để đo nhiệt độ tại vị trí đặt điện cực so sánh (xem điều 8), có độ chính xác tới 1 °C.

6 Thuốc thử

6.1 Dung dịch đệm oxy hóa - khử, để hiệu chuẩn điện cực oxy hóa - khử.

Dùng dung dịch đệm quihydron (được chuẩn bị bằng cách thêm quinhydron vào đệm pH để thu được huyền phù) hoặc dung dịch cùng nồng độ phân tử (đồng mol) của kali hexaxyanoferat (III) và kali hexaxyanoferat (II) (xem phụ lục B).

6.2 Nước, loại 2 theo TCVN 4851 : 1989 (ISO 3696).

6.3 Thạch agar, ρ = 0,5 %, dung dịch kali clorua cùng nồng độ với dung dịch trong điện cực so sánh.

6.4 Dung dịch kali clorua, cùng nồng độ đã chọn trong 5.3.

CHÚ THÍCH Dung dịch này được dùng để bảo quản điện cực so sánh và để thêm vào cầu muối, khi cần.

7 Lựa chọn địa điểm và lấy mẫu

Việc lựa chọn và mô tả nơi đo đạc và lấy mẫu để đo trong phòng thí nghiệm phải theo hướng dẫn trong TCVN 7538-1 (ISO 10381-1) và TCVN 6647 : 2001 (ISO 11464).

8 Cách tiến hành

8.1 Bảo quản, làm sạch và kiểm tra hệ điện cực oxy hóa - khử

Điện cực platin được lưu giữ ngoài không khí và giữ sạch. Các điện cực này cần phải được kiểm tra về hỏng hóc và/hoặc nhiễm bẩn định kỳ một năm và mỗi khi sử dụng. Dầu, mỡ, sáp và các hóa chất tương tự nếu dính vào có thể gây những ảnh hưởng xấu tới hiệu suất điện cực. Nếu bị nhiễm bẩn do vật liệu đất, các điện cực phải được làm sạch nhẹ nhàng bằng cách dùng vải bông và nước cất để rửa. Trong

trường hợp nhiễm bẩn nặng, ví dụ do dầu,... nên sử dụng dung môi thích hợp sau khi dùng vật liệu đánh bóng (5.7) (xem chú thích dưới đây).

(Các) điện cực so sánh và điện cực platin phải được kiểm tra cùng một thời gian. Mọi sự thay đổi nhìn thấy được về mầu sắc hoặc độ trong của dung dịch kali clorua chứng tỏ chắc chắn có vấn đề. Trong những trường hợp như vậy, không được sử dụng những điện cực so sánh này. Tuy nhiên, tinh thể kali clorua là điểm đặc trưng thông thường của dung dịch kali clorua bão hòa, và không phải là lý do để loại bỏ điện cực này.

Các điện cực nên được kiểm tra trước mỗi loạt phép thử, bằng cách xác định các phản ứng của điện cực trong dung dịch đệm oxy hóa - khử (6.1). Giá trị thế oxy hóa - khử đo được như ở phụ lục B. Mọi điện cực có sự chênh lệch hơn 10 mV so với giá trị yêu cầu nên được làm sạch và thử nghiệm lại, loại bỏ nếu việc làm sạch không thu được kết quả mong muốn.

CHÚ THÍCH Kinh nghiệm cho thấy việc sử dụng tác nhân oxy hóa mạnh, ví dụ axit nitric hoặc dung dịch hydro peroxit như là chất làm sạch điện cực platin có thể làm cho thế oxy hóa - khử cao. Do vậy, không nên sử dụng các chất này.

Trong thực tế, các thế điện cực so sánh có thể được kiểm tra đối chiếu nhau. Một điện cực có số đọc chênh lệch hơn 10 mV so với các điện cực khác thì được coi là bị hỏng, và phải loại bỏ. Quy trình kiểm tra này đòi hỏi phải có ít nhất 3 điện cực so sánh để kiểm tra với nhau.

Các điện cực so sánh chỉ có thể được kiểm tra hoàn toàn khi được nối với điện cực hydro chuẩn. Quá trình này chỉ thực hiện được trong các phòng thí nghiệm chuyên ngành. Do vậy, thông thường để tạo thuận tiện, chỉ nên mua các điện cực từ các nguồn đáng tin cậy.

8.2 Chuẩn bị vị trí và phép đo thế oxy hóa - khử

Tại nơi đo, dùng thanh cứng (5.4) khoan một lỗ vào đất ở độ sâu ít hơn khoảng 2 cm đến 3 cm độ sâu phép đo yêu cầu. Ngay sau đó, đặt điện cực oxy hóa - khử vào lỗ ở độ sâu sâu hơn 2 cm đến 3 cm độ sâu của lỗ. Ít nhất có hai điện cực phải được đặt ở mỗi độ sâu của phép đo. Để điện cực platin trong đất ít nhất 30 phút trước khi nối chúng với đồng hồ điện kế.

Ở khoảng cách từ 10 cm đến 100 cm so với điện cực oxy hóa khử, dùng khoan khoan một lỗ vào tầng đất hơi ẩm hoặc ẩm (xem phụ lục D) và đặt cầu muối sao cho có được tiếp xúc tốt nhất giữa cốc gốm của cầu muối và đất. Đo sự sai khác thế, E_m, tính bằng milivon giữa điện cực platin và điện cực so sánh sau một giờ, dùng đồng hồ điện kế (5.1). Thời gian đo có thể ngắn hơn (nhưng không < 30 min) chỉ khi sự sai khác giữa các phép đo thành công ở mỗi khoảng thời gian 10 min là $\leq$ 2 mV. Đo nhiệt độ (5.8) tại vị trí điện cực so sánh tại thời điểm đo sự sai khác thế, E_m.

Ngắt điện cực platin khỏi đồng hồ điện kế giữa các lần đọc. Kali clorua có thể bị rò rỉ từ cầu muối và đạt được lượng có ý nghĩa sau khoảng 2 h. Để không xảy ra hiện tượng này thì phải tháo cầu muối khỏi đất và đặt lại trước mỗi phép đo.

Bảo vệ điện cực so sánh khỏi bị ảnh hưởng trực tiếp từ mặt trời. Cần nhớ rằng nên tính đến nhiệt độ của điện cực so sánh chứ không phải nhiệt độ của đất khi đo được thế điện cực so sánh.

9 Đánh giá

Điện thế đo được, E_m, có liên quan với thế điện cực hydro chuẩn bằng cách cộng với thế điện cực so sánh, E_r, (xem phụ lục C) với số đọc E_m [công thức (4)]. Điện thế đo được theo cách này là thế oxy hóa - khử thiết kế, Eh.

$$E_h = E_m + E_r \qquad (4)$$

CHÚ THÍCH Thế oxy hóa - khử trong đất nằm trong khoảng từ -400 mV (điều kiện khử tối đa) tới +900 mV (điều kiện oxy hóa cao nhất).

10 Biểu thị kết quả

Giá trị thế oxy hóa - khử được làm tròn tới 10 mV.

a) Ví dụ cách tính:

Phép đo E_m : +327 mV, khi đo đối với điện cực bạc/bạc clorua trong dung dịch kali clorua 1 mol. Nhiệt độ ở vị trí điện cực so sánh tại thời điểm đo là 17 °C, thế tương ứng với điện cực hydro chuẩn là +241 mV (phụ lục C). Do vậy

E_h = +327 mV + 241 mV = +568 mV

b) Ví dụ về trình bày kết quả

Thế oxy hóa - khử (E_h) = 570 mV.

11 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm những thông tin sau:

a) Viện dẫn tiêu chuẩn này;

b) Xác định đầy đủ về vị trí thử, gồm cả độ sâu của phép đo và trạng thái độ ẩm của đất, ví dụ theo như bảng D.1;

c) Kết quả của phép xác định;

d) Mọi chi tiết không quy định trong tiêu chuẩn này, cũng như mọi yếu tố có thể ảnh hưởng đến kết quả.

Phụ lục A

(Tham khảo)

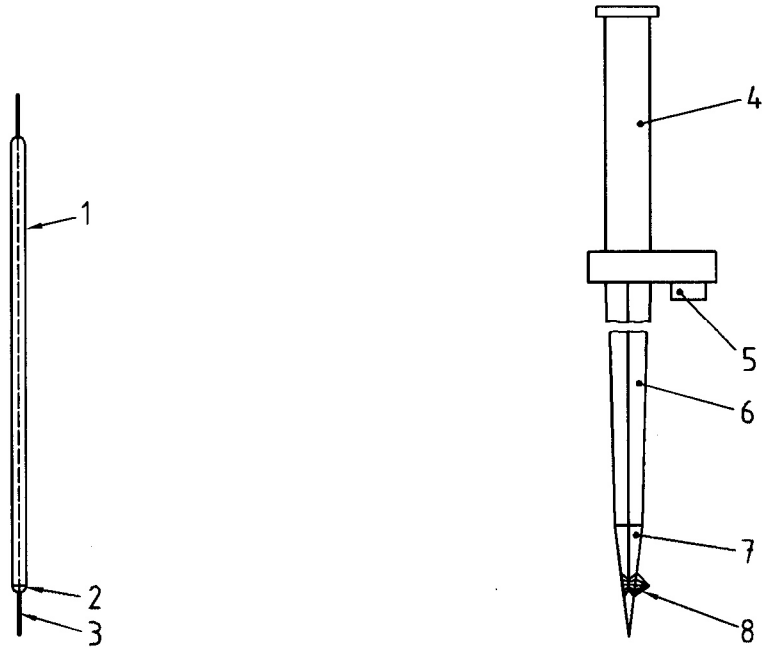
Mô tả cấu tạo điện cực oxy hóa - khử, cầu muối và cách sắp xếp chúng trong phép đo

A.1 Điện cực oxy hóa - khử

Một số kiểu điện cực oxy hóa - khử có sẵn trên thị trường. Có hai kiểu điện cực oxy hóa - khử thuận tiện cho sử dụng ngoài đồng ruộng được trình bày trong hình A.1. Trong điện cực đầu tiên (hình A.1 a)], dây platin (đường kính thường từ 0,5 mm đến 1,5 mm) hoặc tấm platin được hàn hoặc gắn trực tiếp với một thanh cứng bằng đồng hoặc hợp kim đồng (đường kính > 2mm). Mối hàn phải được phủ kín bằng nhựa epoxy không thấm nước. Các kiểu kết cấu khác cũng thích hợp, như xi gắn thủy tinh/kim loại ở nhiệt độ cao. Sự lựa chọn sẽ phụ thuộc vào khả năng có sẵn, nhưng các vật liệu được chọn phải có hệ số dãn nở tương đương với hệ số dãn nở của platin để đảm bảo xi gắn có thể chịu được. Mối hàn và đồng nêu trên phải được cách ly hoàn toàn khỏi môi trường xung quanh sau khi các điện cực được lắp đặt. Nên bọc mối hàn bằng lớp cách ly (ống nhựa chịu nhiệt có thể dãn nở là tốt nhất) sau khi bọc bằng epoxy, và sau đó phủ epoxy ở hai đầu của lớp cách ly. Dùng lớp bọc bằng gốm của vật liệu dùng trong nha khoa, bọc với vật liệu nhựa sẽ cho lớp xi gắn tốt.

Bề mặt platin tiếp xúc tối thiểu phải là 1 mm^2.

Kiểu điện cực thứ hai, được trình bày ở hình A.1 b), gồm có một cuộn dây paltin (có đầu tiếp xúc) được gắn vào đầu epoxy chóp nón vào một kim loại cứng (ví dụ thép không gỉ) có tay cầm để đưa điện cực vào trong đất. Điện cực này rất thuận tiện khi thực hiện công việc, mặc dù khó chế tạo điện cực này. Kinh nghiệm cho thấy, nếu xảy ra vấn đề khi gắn dây platin với thân điện cực (thủy tinh hoặc nhựa), một lượng nhỏ sáp nóng chảy sẽ có hiệu ứng như là một chất gắn thêm.



a) Điện cực oxy hóa - khử **b) Điện cực oxy hóa khử đầu nhọn**

Chú giải

1. Lớp cách ly
2. Thanh đồng
3. Dây platin
4. Tay cầm
5. Ổ gắn
6. Thanh thép
7. Epoxy
8. Dây paltin, được tiếp xúc

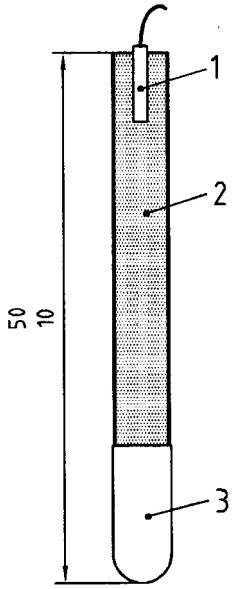
Hình A.1 – Cấu tạo của điện cực oxy hóa - khử

A.2 Cầu muối (hình A.2)

Mục đích của cầu muối là để đóng các dòng điện trong quá trình đo thế oxy hóa - khử bằng cách nối điện cực so sánh với đất mà không làm nhiễm bẩn dung dịch trong điện cực. Cầu muối thích hợp được trình bày ở hình A.2, và gồm có một ống nhựa trong suốt đường kính trong khoảng từ 20 mm đến 30 mm được nối với cốc gốm xốp có thể thấm nước (tương tự với các loại dùng trong căng kế), do vậy làm cho chất lỏng tiếp xúc với đất. Cầu muối được đổ đầy thạch agar (ρ = 0,5 %) trong dung dịch kali clorua, dung dịch kali clorua này có cùng nồng độ đối với dung dịch kali clorua của điện cực so sánh (xem 5.3).

Thạch agar được chuẩn bị bằng cách đun sôi dung dịch kali clorua đã chọn với thạch agar (p= 0,5 %) trong vài phút cho tới khi thu được dung dịch trong. Dung dịch này được rót lúc nóng vào ống gắn với cốc gốm. Chiều dài của cầu muối phải đủ để chạm tới tầng đất hơi ẩm (hoặc ẩm) được định nghĩa ở phụ lục D. Chiều dài khoảng 50 cm là thỏa mãn cho phần lớn các ứng dụng. Cần chú ý rằng cầu ngắn sẽ thuận tiện hơn khi sử dụng. Đầu ống hở ở phía trên phải được đậy bằng một cái nút có một lỗ nối với điện cực so sánh. Nếu cầu muối được vận chuyển không có điện cực so sánh (trong trường hợp này, điện cực so sánh được bảo quản trong dung dịch kali clorua riêng biệt), thì đầu trên của ống phải được đóng hoàn toàn. Một số kiểu cấu tạo cầu muối khác, ví dụ hệ điện cực cầu tích hợp, cũng có thể phù hợp. Hệ điện cực rắn thích hợp khi dùng với đất bão hòa, bởi vì vấn đề cố hữu về bản chất nối điện giữa các điện cực với các hạt đất trong loại đất khô hơn.

Kích thước tính bằng xentimet



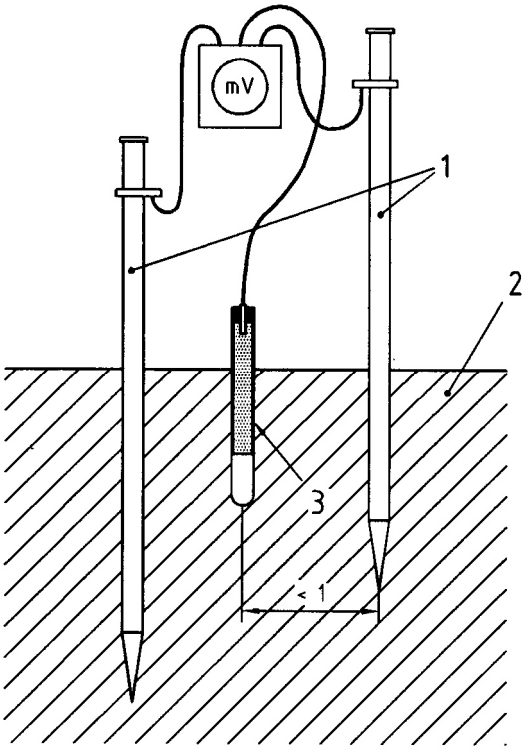
Chú giải

1. Điện cực bạc-bạc clorua
2. Dung dịch aga (p=0,5 %) trong kali clorua
3. Cốc gốm

Hình A.2 – Cấu tạo của cầu muối cho phép đo thế oxy hóa - khử

A.3 Cách sắp xếp các điện cực trong phép đo (hình A.3)

Khoảng cách giữa điện cực oxy hóa - khử với điện cực so sánh phải trong khoảng từ 0,1 m tới 1 m. Tầng đất mà cả hai điện cực cắm xuống phải có tình trạng ẩm là hơi ẩm hoặc ẩm theo phân loại độ ẩm được đưa ra ở phụ lục D. Ví dụ, nếu bề mặt đất là khô, thì cầu muối phải được đặt ở trong lỗ khoan ở tầng đất ẩm hoặc hơi ẩm.



Chú giải

1. Điện cực oxy hóa khử
2. Đất
3. Cầu muối

Hình A.3 – Cách sắp xếp các điện cực oxy hóa - khử và điện cực so sánh trong phép đo thế oxy hóa - khử tại hai độ sâu trong đất (điện cực đơn tại mỗi độ sâu)

Phụ lục B

(Tham khảo)

Thế oxy hóa - khử của điện cực platin trong các dung dịch khác nhau

Bảng B.1 - Thế oxy hóa - khử của điện cực platin trong quinhydron hòa tan trong đệm pH so với điện cực so sánh đã nêu ở nhiệt độ 20 °C, 25 °C và 30 °C

Điện cực so sánh	Ở pH 4 mV			Ở pH 7 mV		
	20 °C	25 °C	30 °C	20 °C	25 °C	30 °C
Ag-AgCl bão hòa	268	263	258	92	86	79
Calomel bão hòa	223	218	213	47	41	34
Hydro chuẩn	471	462	454	295	285	275

Bảng B.2 – Thế tương đương của cặp sắt II – III tại các hoạt độ tương đương sắt II và sắt III

pH	E_h mV	pH	E_h mV
0	771	8	160
1	770	9	30
2	750	10	-150
3	710	11	-320
4	620	12	-480
5	500	13	-560
6	390	14	-620
7	270		

Bảng B.3 – Thế oxy hóa - khử của hỗn hợp đồng mol kali hexaxyanoferat (III) và kali hexaxyanoferat (II) đo đối với điện cực hydro chuẩn

mol[a]	E_h mV
0,01	415
0,007	409
0,004	401
0,002	391
0,001	383
[a] mol = 0,01 chỉ ra nồng độ của cả kali hexaxyanoferat (III) và kali hexaxyanoferat (II) đều bằng 0,01 mol/l.	
CHÚ THÍCH Phép đo với 0,001 mol/l dung dịch là chính xác.	

Phụ lục C

(Tham khảo)

Bảng C.1 – Thế của điện cực so sánh thường được sử dụng so với điện cực hydro chuẩn ở các nhiệt độ khác nhau

°C	**Calomel** 0,1 mol/l **KCl**	**Calomel** 1 mol/l **KCl**	**Calomel** **KCl bão hòa**	**Ag/AgCl** 1 mol/l **KCl**	**Ag/AgCl** 3 mol/l **KCl**	**Ag/AgCl** **KCl bão hòa**
50	331	274	227	221	188	174
45	333	273	231	224	192	182
40	335	275	234	227	196	186
35	335	277	238	230	200	191
30	335	280	241	233	203	194
25	336	283	244	236	205	198
20	336	284	248	239	211	202
15	336	286	251	242	214	207
10	336	287	254	244	217	211
5	335	285	257	247	221	219
0	337	288	260	249	224	222

CHÚ THÍCH Độ chênh lệch giữa thế của điện cực calomel và điện cực bạc-bạc clorua là 46 mV ở 25 °C tại cùng nồng độ kali clorua (KCl).

Phụ lục D

(Tham khảo)

Trạng thái ẩm của đất

Bảng D.1 - Đánh giá trạng thái ẩm của đất

Đánh giá đất	Định nghĩa	Phân tích đất có	
		Hàm lượng sét > 17%	Hàm lượng sét < 17%
Khô	Hàm lượng nước ít hơn độ ẩm còn lại ở độ ẩm cây héo (điểm cây héo)	Đất rắn, cứng, không dẻo, chuyển mầu tối đậm khi gặp nước (ẩm)	Mầu sáng, chuyển mầu tối đậm khi gặp nước (ẩm)
Mức hao hụt			
Hơi ẩm	Hàm lượng nước nằm trong giới hạn sức chứa ẩm đồng ruộng và độ ẩm cây héo (điểm héo)	Kết dính từng phần (bán kết dính), dẻo, vỡ vụn khi vê thành sợi dày 3mm, mầu hơi tối khi gặp nước	Mầu hơi tối khi có nước
Ẩm	Hàm lượng nước gần bằng sức chứa ẩm đồng ruộng; không có nước tự do	Dẻo, có thể vê thành sợi dầy 3 mm mà không gẫy (vỡ) vụn, mầu không đổi khi cho nước vào (khi cho nước vào không sẫm màu)	Ngón tay hơi bị ướt khi chạm vào mẫu; không có nước thoát ra khỏi lỗ hổng của đất khi đập mẫu vào khoan (nén), đất không chuyển sẫm mầu khi cho nước vào.
Rất ẩm	Có nước tự do và làm bão hòa một phần lỗ hổng trong đất	Đất mềm, có thể vê thành sợi với đường kính < 3 mm	Ngón tay ướt ngay khi chạm vào mẫu; khi nén mẫu có thể nhìn thấy nước thoát ra lỗ hổng của đất.
Bão hòa	Có nước tự do, bão hòa tất cả các lỗ hổng	Tất cả các lỗ hổng đầy nước tự do	Tất cả các lỗ hổng đầy nước tự do
Ngập nước	Bề mặt đất ngập nước	Bề mặt đất ngập nước	Bề mặt đất ngập nước

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] TCVN 7538-1 (ISO 10381-1) Chất lượng đất – Lấy mẫu – Phần 1: Hướng dẫn thiết kế chương trình lấy mẫu.

[2] TCVN 6647 : 2000 (ISO 11464: 1994) Chất lượng đất – Xử lý sơ bộ đất để phân tích lý-hóa.

[3] BOHN, H.L. (1971) Redox potentials. Soil Sci., 112, 39-45.

[4] GLINSKI, J. and STEPNIEWSKI, W. (1985). Soil Aeration and its Role for Plants. CFC Press, Boca Raton, Florida, 206 p.

[5] FAO (1998), FAO/NESCO Soil map of the world, revised legend, with corrections, World Resources report 60, FAO, Rome.

[6] FEULKNER, S.P., PATRICK Jr., W.H. and GAMBRELL, R.P. (1989). Field techniques for measuring wetland soil parameters. Soil Sci. Soc. Am. J., 53, 883-890.

[7] MUELLER, S.C., STOLZY, L.H. and FICK, G.W. (1985). Constructing and screening platinum microelectrodes for measuring soil redox potential. Soil Sci., 139, 558-560.

[8] PFISTERER, U., GROBBOHM, S. (1989). Zur Herstellung von Platinelektroden fur redoxmessungen. Z. Pflanzenernahr. Bodenk., 152, 455-456.