

TCVN 7411 : 2004

EN 1787 : 2000

Xuất bản lần 1

**THỰC PHẨM – PHÁT HIỆN THỰC PHẨM CHIẾU XẠ
BẰNG PHƯƠNG PHÁP QUANG PHỔ ESR ĐỐI VỚI
LOẠI THỰC PHẨM CHỨA XENLULOZA**

Foodstuffs – Detection of irradiated food containing cellulose by ESR spectroscopy

Lời nói đầu

TCVN 7411 : 2004 hoàn toàn tương đương với EN 1787 : 2000;

TCVN 7411 : 2004 do Tiểu ban kỹ thuật TCVN/TC/F5/SC1
Thực phẩm chiếu xạ biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường
Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

Thực phẩm – Phát hiện thực phẩm chiếu xạ bằng phương pháp quang phổ ESR đối với loại thực phẩm chứa xenluloza

Foodstuffs – Detection of irradiated food containing cellulose by ESR spectroscopy

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp phân tích phổ cộng hưởng spin điện tử (ESR), còn được gọi là phổ cộng hưởng điện tử thuận từ (EPR) để phát hiện thực phẩm chiếu xạ đối với loại thực phẩm chứa xenluloza đã được xử lý bằng bức xạ ion hoá [1] đến [13].

Các nghiên cứu liên phòng thí nghiệm đã thực hiện thành công trên vỏ quả hạch [14] đến [18], ớt bột [19], [20] và quả dâu tây tươi [21].

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 phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm ban hành thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN 4851 – 89 (ISO 3696 : 1987), Nước dùng để phân tích trong phòng thí nghiệm. Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.

3 Nguyên tắc

Dùng phương pháp quang phổ ESR để phát hiện các tâm thuận từ (ví dụ, các gốc tự do). Chúng có thể được tạo ra do chiếu xạ hoặc do sự có mặt các hợp chất khác. Cường độ từ trường bên ngoài mạnh tạo ra sự chênh lệch giữa các mức năng lượng của spin điện tử $m_s = +1/2$ và $m_s = -1/2$, dẫn đến sự hấp thụ cộng hưởng sóng cực ngắn trong máy đo quang phổ. Phổ ESR được biểu thị qui ước là sự hấp thụ đầu tiên liên quan đến từ trường áp dụng.

TCVN 7411 : 2004

Độ lớn của trường và giá trị tần số phụ thuộc vào sự phân bố thực tế (kích cỡ mẫu và giá đỡ mẫu), trong khi đó tỷ số của chúng (tức là giá trị g) là đặc tính thực của tâm thuận từ và sự phối hợp vị trí của nó. Các thông tin khác [1] đến [13].

Các gốc tự do được sinh ra trong quá trình chiếu xạ có thể phát hiện được trong chất rắn và các thành phần khô của thực phẩm. Cường độ của tín hiệu thu được tăng dần theo nồng độ của các hợp chất thuận từ và do đó tăng theo liều áp dụng.

4 Thiết bị, dụng cụ

Sử dụng các thiết bị, dụng cụ phòng thử nghiệm thông thường và các loại sau đây:

4.1 Máy đo quang phổ ESR băng-X có sẵn trong thương mại, bao gồm nam châm, cầu sóng ngắn, bảng điều khiển trường và kênh tín hiệu, có hốc hình trụ hoặc hình chữ nhật.

4.2 Ống ESR, đường kính trong khoảng 4,0 mm (ví dụ: các ống thạch anh Suprasil^{® 1)}).

4.3 Cân phân tích, có thể cân chính xác đến 1 mg (tùy chọn).

4.4 Tủ sấy chân không của phòng thử nghiệm hoặc tủ làm khô.

4.5 Máy trộn bằng điện.

4.6 Giấy lọc.

4.7 Dao mổ.

4.8 Nước, đạt chất lượng cấp hạng 3 của TCVN 4851 – 89 (ISO 3696 :1987).

5 Cách tiến hành

5.1 Chuẩn bị mẫu

5.1.1 Quả có vỏ và quả có hạt

Dùng dao để lấy phần vỏ hoặc phần hạt quả với kích thước thích hợp (khoảng 50 mg đến 100 mg, có đường kính từ 3,0 mm đến 3,5 mm). Đối với hạch quả thì việc làm khô [ví dụ trong tủ làm khô hoặc trong tủ sấy chân không (4.4) để ở nhiệt độ 40 °C] là không cần thiết, nhưng nên làm khô đối với các loại quả có hạt.

¹⁾ Suprasil[®] là một ví dụ về sản phẩm phù hợp sẵn có. Thông tin đưa ra thuận lợi cho người sử dụng tiêu chuẩn và không ấn định phải sử dụng sản phẩm này

5.1.2 Gia vị

Sử dụng phần mẫu thử khoảng 150 mg đến 200 mg. Việc làm khô [trong tủ làm khô hoặc trong tủ sấy chân không (4.4) để ở nhiệt độ 40 °C] thường là không cần thiết.

5.1.3 Quả dâu tây

Đối với các mẫu quả dâu tây thì nên phân tích ngay sau khi nhận được mẫu. Nếu chưa thực hiện thì cần bảo quản mẫu ở nhiệt độ - 18 °C cho đến khi phân tích.

Đối với phép đo ESR, cần khoảng 200 mg hạt (quả bẻ) quả dâu tây. Để có được 200 mg hạt có thể cần đến khoảng 80 g quả dâu tây.

Có thể tách lớp vỏ rồi tách các hạt nhỏ ra khỏi phần thân quả (nên dùng ở trạng thái đông lạnh) hoặc sử dụng cả quả (không có cuống và lá). Đông hoá quả dâu tây trong máy trộn bằng điện (4.5). Thêm 500 ml nước vào phần thịt quả và khuấy kỹ. Để yên cho phần hạt lắng xuống và gạn bỏ phần thịt quả lẫn nước. Lặp lại qui trình này một đến hai lần để loại bỏ hết phần thịt quả còn sót lại.

Cho phần hạt qua giấy lọc để loại hết nước còn dính vào hạt. Sấy hạt trong tủ làm khô hoặc sấy ở nhiệt độ khoảng 40 °C trong tủ sấy chân không của phòng thử nghiệm (4.4), ví dụ, sấy trong 2 giờ.

Không nghiền hạt vì nếu nghiền sẽ làm giảm tỷ số tín hiệu của tỷ lệ tạp nhiễm và có thể làm biến đổi hình dạng của phổ ESR.

Các mẫu được bảo quản trong trạng thái đông lạnh sẽ không ảnh hưởng đến việc phát hiện xử lý bằng chiếu xạ.

5.2 Đo quang phổ ESR

5.2.1 Cài đặt máy đo quang phổ

Sử dụng hằng số thời gian và tốc độ quét thích hợp đối với một tín hiệu ESR có chiều rộng giữa 2 pic khoảng 0,8 mT. Ví dụ: cài đặt máy đo quang phổ ESR như sau cho thấy thích hợp:

Bức xạ sóng cực ngắn: 9,78 GHz²⁾, nguồn cấp 0,4 mW (đối với quả hồ trăn), đến 0,8 mW (đối với ớt bột và quả dâu tây)³⁾;

Từ trường: tâm trường 348 mT; độ rộng quét 20,0 mT;

Kênh tín hiệu: điều tần 50 kHz hoặc 100 kHz, điều biên từ 0,4 mT đến 1,0 mT, hằng số thời gian từ 100 ms đến 200 ms⁴⁾; tốc độ quét 5 mT min⁻¹ đến 10 mT min⁻¹

²⁾ Các giá trị này chỉ đối với tần số sóng cực ngắn và từ trường đã qui định; nếu tần số cao hơn (hoặc thấp hơn) thì cường độ từ trường sẽ cao hơn (hoặc thấp hơn).

³⁾ Nếu có nghi ngờ sự bảo hoà thì cần phải giảm năng lượng sóng, xem [10].

⁴⁾ Các giá trị này chỉ dùng cho tốc độ quét đã qui định.

hoặc tích tụ từ 3 phổ đến 5 phổ ở tốc độ quét cao hơn và hằng số thời gian ngắn hơn;

Hệ số khuếch đại: giữa 10^4 và 10^6 ;

Nhiệt độ: nhiệt độ môi trường.

5.2.2 Phân tích mẫu

Phân tích mẫu thử đã chuẩn bị trong 5.1 trong ống ESR (4.2).

6 Đánh giá

Một tín hiệu đơn C (xem hình A.1 và A.3) quan sát được trong phổ ESR của tất cả các loại thực phẩm chứa xenluloza, kể cả các mẫu không chiếu xạ. Trong trường hợp các mẫu đã chiếu xạ, thì cường độ của tín hiệu này thường rất mạnh, ngoài ra còn xuất hiện hai vạch phía bên trái (tại trường yếu) và phía bên phải (tại trường mạnh) của tín hiệu trung tâm.

Cặp vạch này là do các gốc xenluloza tự do được tạo thành bởi bức xạ ion hoá. Khoảng cách giữa cặp tín hiệu này khoảng 6,0 mT và là dấu hiệu của việc xử lý bằng bức xạ ion hoá (xem A.2 và A.4).

Trong một số loại thực phẩm, ngoài các tín hiệu đề cập ở trên còn quan sát được các vạch chính có cường độ thấp do các ion Mn^{2+} . Tuy nhiên, vị trí của chúng trong từ trường là khác nhau và khoảng cách giữa hai vạch mangan nằm vào khoảng 9,0 mT (hằng số ghép) khác với khoảng cách của các tín hiệu điển hình chiếu xạ.

7 Hạn chế

Giới hạn phát hiện và độ ổn định bị ảnh hưởng bởi hàm lượng xenluloza tinh thể và độ ẩm của mẫu thử. Việc nhận biết dương tính các gốc xenluloza tự do là bằng chứng của việc chiếu xạ nhưng khi không có tín hiệu này thì cũng không chứng minh được rằng mẫu không qua chiếu xạ.

Việc phát hiện hạt hổ trăn đã chiếu xạ được công nhận đối với các liều lớn hơn hoặc bằng 2 kGy và giới hạn này không ổn định đối với việc phát hiện chiếu xạ ít nhất là 1 năm sau khi xử lý.

Việc phát hiện chiếu xạ đối với ớt bột đã được công nhận đối với các liều lớn hơn hoặc bằng 5 kGy. Độ ổn định của các gốc xenluloza tự do trong ớt bột phụ thuộc nhiều vào các điều kiện bảo quản (đặc biệt là độ ẩm) và có thể ngắn hơn hạn sử dụng của sản phẩm.

Việc phát hiện chiếu xạ đối với quả dâu tây đã được công nhận đối với các liều lớn hơn hoặc bằng 1,5 kGy. Việc phát hiện chiếu xạ đối với quả dâu tây đã được phân tích đối với các liều lớn hơn hoặc bằng 0,5 kGy. Việc phát hiện bị hạn chế đặc biệt 3 tuần đầu sau khi chiếu xạ. Độ ổn định của các gốc

xenluloza tự do trong quả dâu tây phụ thuộc vào các điều kiện bảo quản và có thể ngắn hơn hạn sử dụng của sản phẩm.

8 Thẩm định kết quả

Tiêu chuẩn này dựa trên hai phép thử liên phòng thí nghiệm với quả hồ trăn [14] đến [18], một phép thử với ớt bột [19], [20] và một phép thử với quả dâu tây [21].

Trong phép thử liên phòng thí nghiệm do BCR thực hiện [17], [18], gồm 21 phòng thí nghiệm tham gia nhận biết các mẫu quả hồ trăn đã mã hoá gồm các mẫu chưa chiếu xạ hoặc đã chiếu xạ với các liều 2 kGy, 4 kGy hoặc 7 kGy (xem bảng 1).

Bảng 1 – Các dữ liệu của liên phòng thí nghiệm

Sản phẩm	Số mẫu	Sai số âm ¹⁾	Sai số dương ²⁾
Quả hồ trăn	84	15	2
¹⁾ Sai số âm là các mẫu thử đã chiếu xạ nhưng được nhận dạng là không chiếu xạ. ²⁾ Sai số dương là các mẫu thử không chiếu xạ nhưng được nhận dạng là đã chiếu xạ.			

Sau khi cải tiến thủ tục đầu tiên, trong một phép thử liên phòng thí nghiệm do Tổ chức Y tế Liên bang Đức thực hiện [16], gồm 17 phòng thí nghiệm tham gia nhận biết các mẫu quả hồ trăn đã được mã hoá gồm các mẫu không chiếu xạ hoặc đã chiếu xạ với liều 4 kGy hoặc 6 kGy (xem bảng 2).

Bảng 2 – Các dữ liệu của liên phòng thí nghiệm

Sản phẩm	Số mẫu	Sai số âm ¹⁾	Sai số dương ²⁾
Quả hồ trăn	68	0	1
¹⁾ Sai số âm là các mẫu thử đã chiếu xạ nhưng được nhận dạng là không chiếu xạ. ²⁾ Sai số dương là các mẫu thử không chiếu xạ nhưng được nhận dạng là đã chiếu xạ.			

Trong một phép thử liên phòng thí nghiệm do Tổ chức Y tế Liên bang Đức thực hiện [19], [20], gồm 20 phòng thí nghiệm tham gia nhận biết các mẫu ớt bột đã được mã hoá gồm các mẫu không chiếu xạ hoặc đã chiếu xạ với liều 5 kGy hoặc 10 kGy (xem bảng 3).

Bảng 3 – Các dữ liệu của liên phòng thí nghiệm

Sản phẩm	Số mẫu	Sai số âm ¹⁾	Sai số dương ²⁾
Ốt bột	160	0	1

¹⁾ Sai số âm là các mẫu thử đã chiếu xạ nhưng được nhận dạng là không chiếu xạ.

²⁾ Sai số dương là các mẫu thử không chiếu xạ nhưng được nhận dạng là đã chiếu xạ.

Trong một phép thử liên phòng thí nghiệm do Viện nghiên cứu Bảo vệ người tiêu dùng và Y học thú y của Liên bang Đức (BgVV) thực hiện [21], gồm 23 phòng thí nghiệm tham gia nhận biết các mẫu quả dâu tây đã được mã hoá gồm các mẫu không chiếu xạ hoặc đã chiếu xạ với liều 1,5 kGy hoặc 3 kGy (xem bảng 4).

Bảng 4 – Các dữ liệu của liên phòng thí nghiệm

Sản phẩm	Số mẫu	Sai số âm ¹⁾	Sai số dương ²⁾	Số kết quả không xác định
Quả dâu tây	184	7	0	2

¹⁾ Sai số âm là các mẫu thử đã chiếu xạ nhưng được nhận dạng là không chiếu xạ.

²⁾ Sai số dương là các mẫu thử không chiếu xạ nhưng được nhận dạng là đã chiếu xạ.

9 Báo cáo thử nghiệm

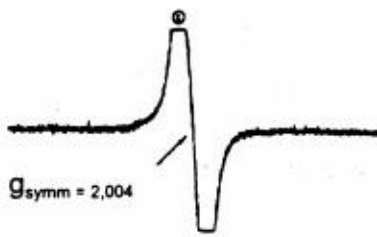
Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm ít nhất các thông tin dưới đây:

- thông tin về nhận biết mẫu thử;
- viện dẫn tiêu chuẩn này;
- kết quả thu được;
- ngày lấy mẫu và qui trình lấy mẫu (nếu biết);
- ngày nhận mẫu;
- ngày thử nghiệm;
- bất kỳ điểm ngoại lệ nào quan sát được trong khi thực hiện phép thử;
- bất kỳ thao tác nào không qui định trong phương pháp hoặc tùy ý có thể ảnh hưởng đến kết quả.

Phụ lục A

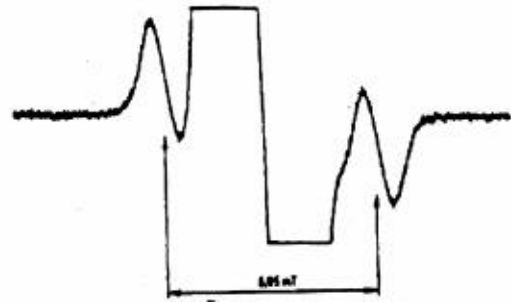
(qui định)

Các hình

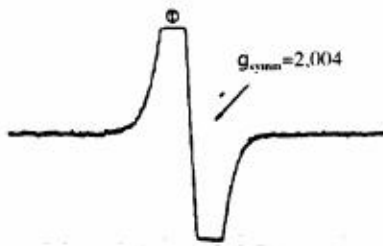


Hình A.1 – Phổ ESR của quả hồ
trần không chiếu xạ

(C) = tín hiệu ESR tâm không đặc thù

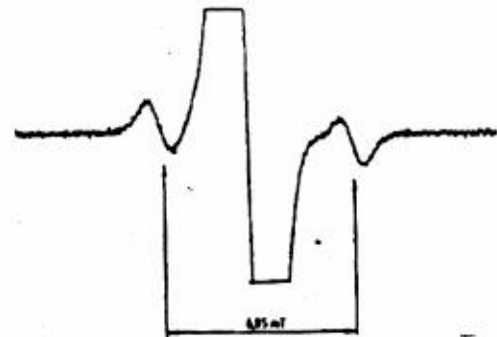


Hình A.2 – Phổ ESR của quả hồ trần đã chiếu xạ với
liều 4,0 kGy, có cặp vạch đặc thù của gốc xenuloza
tự do, khoảng cách 6,05 mT \pm 0,05 mT



Hình A.3 – Phổ ESR của hạt quả
dâu tây không chiếu xạ

(C) = tín hiệu ESR tâm không đặc thù



Hình A.4 – Phổ ESR của hạt quả dâu tây đã chiếu xạ
với liều 3,5 kGy, có cặp vạch đặc thù của gốc
xenuloza tự do, khoảng cách 6,05 mT \pm 0,05 mT

Phụ lục B

(tham khảo)

Các thông tin về khả năng áp dụng

Kinh nghiệm của phòng thử nghiệm cho thấy phương pháp này có thể áp dụng cho các loại mẫu thử dưới đây:

- quả mâm xôi, quả việt quất (lạnh hoặc đông lạnh), quả mận, quả dứa, quả hạnh và quả óc chó;
- một danh mục về thực phẩm được thử nghiệm đã được ban hành [22].

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Desrosiers, M.F. and McLaughlin, W.: Examination of gamma-irradiated fruits and vegetables by electron spin resonance spectroscopy. *Radiat. Phys. Chem.*, 1989, 34, 895-898.
- [2] Goodman, B.A., McPhail, D.B. and Duthie, D.M.L.: Electron spin resonance spectroscopy of some irradiated foodstuffs. *J. Sci. Food Agric.*, 1989, 47, 101-111.
- [3] Helle, N. and Bögl, K.W.: Methods for identifying irradiated food. *Food Tech.*, 1990, 4, 24-39.
- [4] Raffi, J. and Agnel, J-P.: Identification par RPE d'aliments ionisés. *Ann. Fals. Exper. Chim. Toxi., Paris*, 1989, 82, 279-287.
- [5] Raffi, J., Agnel, J-P., Buscarlet, L. and Martin, C.: ESR identification of irradiated strawberries. *J. Chem. Soc. Farad. Trans. 1*, 1988, 84, 3359-3362.
- [6] Raffi, J. and Agnel, J-P.: ESR identification of irradiated fruits. *Radiat. Phys. Chem.*, 1989, 34, 891-894.
- [7] Raffi, J., Agnel, J-P. and Ahmed, S.H.: Electron spin resonance identification of irradiated dates. *Food Tech.*, 1991, 3/4, 26-30.
- [8] Untersuchung von Lebensmitteln: Nachweis von bestrahlten cellulosehaltigen Lebensmitteln, Verfahren mittels ESR-Spektroskopie (L 00.00-42), Nachweis einer Strahlenbehandlung (ionisierende Strahlen) von Nüssen (L 23.05-1), von Erdbeeren (L 29.00-5) und von cellulosehaltigen Gewürzen (L 53.00-4) durch Messung des ESR (Elektronen-Spin-Resonanz)-Spektrums: In: Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG: Verfahren zur Probenahme und Untersuchung von Lebensmitteln, Tabakzerzeugnissen, kosmetischen Mitteln und Bedarfsgegenständen/Bundesgesundheitsamt (In: Collection of official methods under article 35 of the German Federal Foods Act; Methods of sampling and analysis of foods, tobacco products, cosmetics and commodity goods/Federal Health Office) Loseblattausgabe, Stand September 1998 Bd. 1 (Loose leaf edition, as of 1998-09 Vol. I.) Berlin, Köln: Bauth Verlag GmbH.
- [9] Yang, G., Mossoba, M., Merlin, U. and Rosenthal, I.: An EPR study of free radicals generated by γ -radiation of dried spices and spray-dried fruit powders. *J. Food Quality*, 1987, 10, 287.
- [10] Goodman, B.A., Deighton, N. and Glidewell, S.M.: Optimization of experimental parameters for the EPR detection of the "cellulosic" radical in irradiated foodstuffs. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1994, 29, 23-28.
- [11] Helle, N., Linke, B., Bögl, K.W. and Schreiber, G.A.: Elektronen-Spin-Resonanz-Spektroskopie an Gewürzproben. Nachweis einer Behandlung mit ionisierenden Strahlen. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 1992, 195, 129-132.
- [12] Raffi, J., Fakirian, A. and Laegards, G.: Comparison between electron spin resonance and thermoluminescence in view of identification of irradiated aromatic herbs. *Ann. Fals. Exp. Chim.*, 1994, 87, 125-133.
- [13] Helle, N., Wolbert, A., Linke, B., Ehlers, D., and Krüger, K-E.: Elektronenspinresonanz-spektroskopische Untersuchungen an frischen Früchten. Nachweis einer Behandlung mit ionisierenden Strahlen. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 1995, 201, 355-360.
- [14] Raffi, J., Delincée, H., Marchioni, E., Hasselmann, C., Sjöberg, A.-M., Leonard, M., Kent, M., Bögl, K.W., Schreiber, G.A., Stevenson, H. and Meier, W.: Concerted Action of the Community Bureau of Reference on Methods of Identification on Irradiated Foods. BCR-Information. 1994, Luxembourg: Commission of the European Communities, 1994, (Report EUR/15281/en).
- [15] Desrosiers, M.F., Yaczko, D.M., Basl, A. and McLaughlin, W.L.: Interlaboratory trials of the EPR method for the detection of irradiated spices, nutshell and eggshell. *Detection Methods for Irradiated Foods - Current status*. Edited by: C.H. McMurray, E. M. Stewart, R. Gray, and J. Pearce, Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 1996, 108-118.
- [16] Schreiber, G.A., Helle, N., Schulzki, G., Spiegelberg, A., Linke, B., Wagner, U. and Bögl, K.W.: Intercomparisons to evaluate the suitability of gaschromatographic, electron spin resonance spectrometric and thermoluminescence methods to detect irradiated foods in routine control. *Radiat. Phys.Chem.*, 1993, 42, 391-396.
- [17] Raffi, J.: Electron Spin Resonance Intercomparison Studies on Irradiated Foodstuffs. BCR-Information. 1992, Luxembourg: Commission of the European Communities, 1992, (Report EUR/13630/en).

- [18] Raff, J., Stevenson, M.H., Kent, M., Thiéry, J.M. and Bellardo, J.-J.: European intercomparison on electron spin resonance identification of irradiated foodstuffs. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 1992, 27, 111-124.
- [19] Linke, B., Helle, N., Ammon, J., Ballin, U., Brockmann, R., Brunner, J., Delincée, H., Eisen, S., Erning, D., Eschelbach, H., Gempere, C., Holstein, A., Jahr, D., Kaltwasser, E., Kröts, W., Kühn, T., Kruspe, W., Meier, W., Pfordt, J., Schleich, C., Stewart, E., Vater, N., Vreden, N., Bögl, K.W. and Schreiber, G.A.: Elektronenspinresonanz-spektroskopische Untersuchungen zur Identifizierung bestrahlter Krustentiere und Gewürze: Durchführung eines Ringversuches an Nordeelkrabben, Kalaugranat und Paprikapulver. Report of the Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine. BgVV-Heft 09/1995 (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin).
- [20] Schreiber, G.A., Helle, N., Schutski, G., Linke, B., Spiegelberg, A., Mager, M. and Bögl, K.W.: Interlaboratory tests to identify irradiation treatment of various foodstuffs via gas chromatographic detection of hydrocarbons, ESR spectroscopy and TL analysis. *Detection Methods for Irradiated Foods - Current Status*. Edited by: C.H. McMurray, E. M. Stewart, R. Gray, and J. Pearce, Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 1996, 98-107.
- [21] Linke, B., Ammon, J., Ballin, U., Brockmann, R., Brunner, J., Delincée, H., Eisen, S., Erning, D., Eschelbach, H., Estendorfer-Rinner, S., Fienitz, B., Frohmuth, G., Helle, N., Holstein, A., Jonas, K., Kröts, W., Kühn, T., Kruspe, W., Marchion, E., Meier, W., Pfordt, J., Schleich, C., Stewart, E., Trapp, C., Vreden, N., Wlazorek, C., Bögl, K.W. und Schreiber, G.A.: Elektronenspinresonanzspektroskopische Untersuchungen zur Identifizierung bestrahlter getrockneter und frischer Früchte: Durchführung eines Ringversuchs an getrockneten Feigen und Mangos sowie an frischen Erdbeeren. Report of the Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine. BgVV-Heft 03/1996 (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin).
- [22] Desrosiers, M. F.: Current status of the EPR method to detect irradiated food. *Appl. Radiat. Isot.* 1996, 11/12, 1621 - 1628.
-