

IAEA-TECDOC-258

**REVISION OF THE RECOMMENDED
INTERNATIONAL GENERAL STANDARD FOR IRRADIATED FOODS
AND OF THE
RECOMMENDED INTERNATIONAL CODE OF PRACTICE
FOR THE OPERATION OF RADIATION FACILITIES
USED FOR THE TREATMENT OF FOODS**

REPORT OF A CONSULTATION GROUP
JOINTLY ORGANIZED BY THE
FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS,
THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
AND THE
WORLD HEALTH ORGANIZATION
AND HELD IN GENEVA, 1-3 JULY 1981



**A TECHNICAL DOCUMENT ISSUED BY THE
INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1981**

**REVISION OF THE RECOMMENDED GENERAL STANDARD FOR IRRADIATED FOODS
AND OF THE RECOMMENDED INTERNATIONAL CODE OF PRACTICE FOR THE OPERATION
OF RADIATION FACILITIES USED FOR THE TREATMENT OF FOODS
IAEA, VIENNA, 1981**

**Printed by the IAEA in Vienna
November 1981**

**PLEASE BE AWARE THAT
ALL OF THE MISSING PAGES IN THIS DOCUMENT
WERE ORIGINALLY BLANK**

The IAEA does not maintain stocks of reports in this series. However, microfiche copies of these reports can be obtained from

INIS Microfiche Clearinghouse
International Atomic Energy Agency
Wagramerstrasse 5
P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria

on prepayment of Austrian Schillings 25 50 or against one IAEA microfiche service coupon to the value of US \$2.00.

CONTENTS

1.	INTRODUCTION	5
2.	BACKGROUND INFORMATION	5
3.	TERMS OF REFERENCE	6
4.	CONSIDERATIONS OF THE MEETING OF CONSULTANTS	7
	4.1 Changes introduced into the General Standard	7
	4.2 Changes introduced into the Code of Practice	9
5.	RECOMMENDATIONS	9
6.	REFERENCES	10
	ANNEX 1	
	List of Participants	11
	ANNEX 2	
	Revised Draft Recommended International General Standard for Irradiated Foods (at step 3) and Revised Draft Recom- mended International Code of Practice for the Operation of Irradiation Facilities used for the Treatment of Foods	13
	ANNEX 3	
	Projet Révisé Norme Générale Internationale Recommandée pour les Aliments Irradiés et Projet Révisé Code d'Usages International Recommandé pour l'Exploitation des Instal- lations de Traitement des Aliments par Irradiation	25
	ANNEX 4	
	Proyecto Revisado Norma General Internacional Recomendada para Alimentos Irradiados (en la etapa 3) y Proyecto Revisado Codigo Internacional Recomendado de Practicas para el Fun- cionamiento de Instalaciones de Irradiacion Utilizadas para el Tratamiento de Alimentos	37

1. INTRODUCTION

In view of the findings and statements of the Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food (Ref.1), convened in Geneva, Switzerland from 27 October to 3 November 1980, the FAO, IAEA and WHO considered it appropriate to review the Recommended International General Standard for Irradiated Foods, and the Recommended International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities used for the Treatment of Foods (Ref. 2). Therefore, a Consultation Group on the revision of the above documents was convened jointly by FAO, IAEA and WHO in Geneva from 1 to 3 July 1981. The meeting was opened by the representative of the IAEA, Mr. J.G. van Kooij, Head, Food Preservation Section of the Joint FAO/IAEA Division of Isotope and Radiation Applications of Atomic Energy for Food and Agricultural Development. Drs. L.G. Ladomery and G. Vettorazzi represented FAO and WHO respectively. Dr. A. Brynjolfs-son chaired the meeting. Mr. W.R. Bradford, Dr. P.S. Elias and Dr. K. Vas acted as rapporteurs, assisted by Mr. J.G. van Kooij as secretary. A complete list of participants is attached (Annex 1).

The Consultants Meeting was held at the International Conference Centre of Geneva, where the 14th Session of the Codex Alimentarius Commission was also convened from 29 June to 10 July 1981. This arrangement proved particularly useful in that the views of certain Commission delegates and of the Chairmen of the Codex Committees on Food Additives and on Food Labelling could be taken into account when preparing the revisions of the Recommended International General Standard for Irradiated Foods, henceforth called "General Standard", and of the Recommended International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities used for the Treatment of Foods, henceforth referred to as the "Code of Practice".

2. BACKGROUND INFORMATION

In 1979 the Codex Alimentarius Commission (Ref. 3) adopted the General Standard and the Code of Practice.

The General Standard was developed in accordance with the Codex Procedure for the Elaboration of World-wide Codex Standards by the inter-governmental Codex Committee on Food Additives (CXFA), in close cooperation with the International Atomic Energy Agency (IAEA). The General Standard took into account the findings of various Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committees on the Wholesomeness of Irradiated Food (JECFIs), in particular the recommendations developed by the Expert Committee convened in 1976.

The latter Committee (Ref. 4) recommended unconditional acceptance for irradiated wheat and ground wheat products, potato, chicken, papaya, and strawberry, and provisional acceptance for irradiated onion, fresh cod, and redfish, and rice. These recommendations, as well as the progress in the clearance for human consumption of certain irradiated foods achieved in various countries, necessitated the development of the General Standard and the Code of Practice, and further guidelines (Ref. 5) for foods processed by irradiation. A large amount of additional scientific data on the wholesomeness of irradiated foods has been generated since 1976. It therefore became imperative to have a critical evaluation made of all new available data by a subsequent Expert Committee.

The 1980 JECFI was convened to evaluate the wholesomeness of the irradiated foods for which data were available. It was also asked to review the acceptability of irradiated food in general, in the light of

all the toxicological data and the data from radiation chemistry studies on food and its components and to make suggestions for further studies where desirable.

This expert Committee (Ref. 1) first reviewed data on fish, onions, and rice for re-evaluation as these commodities were recommended for provisional acceptance by the 1976 JECFI. Subsequently, the Committee evaluated data on irradiated cocoa beans, dates, mangoes, pulses and spices and condiments. It found that adequate data were available for the unequivocal establishment of the wholesomeness of the above mentioned irradiated commodities. It, therefore, changed the provisional acceptance for fish, onion and rice to unconditional acceptance, and granted unconditional acceptance to all the other food products evaluated.

The 1980 JECFI, having reviewed new evidence, was able to formulate a general recommendation on the acceptability of food irradiated up to an overall average dose of 10 kGy. It concluded that the irradiation of any food commodity up to the above dose presents no toxicological hazard; hence, toxicological testing of foods so treated is no longer required.

Referring to some technical aspects, the 1980 JECFI decided to recommend the inclusion of X-ray sources in the list of acceptable radiation sources. As regards setting an overall average dose for the process of irradiation, it was considered that, contrary to the opinion expressed by the 1976 JECFI, it is practical for reasons such as the technical design of the irradiation facility, to stipulate an average dose rather than to require that no part of the food shall receive less than a minimum, or more than a maximum dose (c.f. paragraph 2.2 of the General Standard).

While adhering to the view that irradiation of food should normally be carried out once only in each case, it expressed that in certain circumstances repeated irradiation might be justified. A repetition of irradiation within the overall average dose of 10 kGy would not be harmful, provided that no significant impairment of nutritional or technological properties occurred. It agreed that, at the present stage of knowledge, the acceptability of repeated irradiation should be limited to the case of food commodities of low moisture content, in which reinfestation by insects could not be effectively prevented under practical conditions of storage and transport. Two other types of repetition of the irradiation process were also considered acceptable: (a) when the food to be irradiated is a processed form of a food that has already undergone low-dose treatment (for example, irradiation of dried onion prepared from onions treated to inhibit sprouting); and (b) when it includes irradiated minor ingredients (for example, dehydrated soup containing irradiated spices) (c.f. paragraph 4.3 of the General Standard).

Referring to requirements of quality assurance and labelling, the 1980 JECFI understood that irradiated foods would be subject to regulations covering foods generally, and to any specific food standards relating to individual foods. It was therefore not thought necessary on scientific grounds to envisage special requirements for the quality, wholesomeness and labelling of irradiated foods.

3. TERMS OF REFERENCE

The task of the Consultants Meeting was the preparation of a revised draft of both the General Standard and the Code of Practice.

The consultants had before them a draft of the General Standard originally prepared by Dr. L.G. Ladomery immediately following the 1980 JECFI meeting, for consideration by an ad hoc Working Group which met during the 14th Session of CXFA at the Hague, the Netherlands, from 25 November to 1 December 1980. The Working Group had itself made some amendments to this revision of the Standard, and had also suggested changes in the Code of Practice regarding the use of X-rays (documents: CX/FA 80/14 - Add. 1).

Amended versions of these documents had been prepared jointly by Drs. Elias and Ehlermann following publication of the 1980 JECFI report (Ref. 1) and other supporting documentation was submitted by Drs. Chadwick, Ehlermann and Vas. All this material was taken into consideration by the consultants in drawing up the final draft revisions of the General Standard and Code of Practice which appear in English, French and Spanish respectively in Annexes 2, 3, and 4.

Approval for introduction of the revised draft General Standard and Code of Practice at step 3 of the Procedure for the amendment of Codex Standards was given by the Codex Alimentarius Commission at its 14th Session. Subsequent review of these documents following comments received from governments and from the international organizations concerned, is expected at the next Session of the CXFA, to be held at the Hague, the Netherlands, from 16 to 22 March 1981.

4. CONSIDERATIONS OF THE MEETING OF CONSULTANTS

It was agreed between the consultants that the revision be approached on the basis that the General Standard had been adopted by the Codex Alimentarius Commission and distributed to Governments and that, therefore, the present format and text should be retained as far as possible.

4.1 Changes introduced into the General Standard

The following important issues were discussed and draft amendments to the existing General Standard were duly agreed upon by the consultants. The reasons for changes from the previous content of the General Standard (other than those of a minor nature) are set out below, using the numbering system of the existing Standard in parenthesis. For better understanding of the amendments, consultation of the report of the 1980 JECFI is recommended. Reference to the relevant sections of this report is given in the text below.

(2.1) Radiation Sources

It was agreed to include X-rays generated from machine sources operated at or below an energy level of 5 MeV (Section 3.1 of Ref. 1) as an additional permitted source of radiation.

(2.2) Absorbed Dose

It was decided to replace the specified dose limits for individual foods by a simple statement that "The overall average dose absorbed by a food subjected to radiation processing should not exceed 10 kGy" (Sections 3.2, 10.1 and 10.2 of Ref. 1). The word "should" was deliberately chosen in order to avoid any implication that the wholesomeness of food would be impaired by radiation processing at dose uniformity ratio currently used in pilot and commercial facilities, which may result in a small fraction of the food receiving a maximum absorbed dose up to 50% higher, rendering

the food subject to rejection on legal grounds. It was also recognized that Annex I of the General Standard, listing foodstuffs granted unconditional or provisional acceptance by the 1976 JECFI is now unnecessary in the General Standard. This Annex, completed with new data, was relegated to an Appendix of the revised Code of Practice, not to give the impression that such foods constituted a special class. The Appendix is still useful in that it provides technological guidance on the irradiation of some food items and serves as an example of good irradiation processing practice.

(3) Wholesomeness of Irradiated Foods

In order to be consistent with the philosophy and terminology of the report of the 1980 JECFI, the word "wholesomeness" was used in place of "safety" in the heading of the section previously entitled "Safety of Irradiated Foods".

(3.1) It was agreed to modify this paragraph by omitting the requirement for the safety evaluation of each irradiated food, since the process within the limits prescribed in Section 2 of the amended General Standard had, in fact, been assessed as safe.

(4) Technological Requirements

The heading of this Section was amended in the light of the general clearance up to 10 kGy recommended by the 1980 JECFI.

(4.1) The opportunity was taken to introduce into the General Standard the concept that while irradiation may be used, for example, to reduce unavoidable insect infestation or bacterial contamination in food, such permissible applications should not extend to the processing of sub-standard foodstuffs in an attempt to make them of marketable quality. The amended paragraph therefore emphasizes the need for complying with "good manufacturing practices" (Sections 3.6 and 3.7 of Ref. 1).

(4.3) The 1980 JECFI recognized instances where the need to re-irradiate certain foods could be justified by the particular circumstances (cf. Section 3.5 of Ref. 1). A new section number 5, entitled "Re-irradiation" has, therefore, been included to reflect this change.

(5) Labelling

The requirement in the General Standard to label or identify irradiated food for the purpose of consumer information was the subject of considerable discussion.

In the past, it had been considered that food irradiation formed special substances in the treated food, and that it was therefore appropriate to regard food irradiation as a "food additive". Hence a need to label irradiated food was perceived in order to identify this "additive".

Both the 1976 and 1980 JECFIs have clearly stated that food irradiation is a physical process for treating foods and as such it is comparable to the heating or freezing of foods for preservation. Foods irradiated within the limit stated in the revised General Standard are safe for human consumption. It should, therefore, not be singled out for any special requirements not demanded of other more traditional processes, the safety of which had not always been as clearly established.

The consultants noted the 1980 JECFI opinion on the labelling of irradiated food (Section 3.7 of Ref. 1) and as a result decided to omit from the amended General Standard the requirement to label foods for retail sale (e.g., prepackaged irradiated food or food irradiated in non-retail

containers) that they have been treated with ionizing radiation. The consultants agreed to insert a requirement that labelling of irradiated foods should be in accordance with the provisions of the appropriate Codex Standards relating to labelling of foods. This is contained in paragraph 6.1 of the amended General Standard.

The consultants noted that where standards were revised or proposed (Ref. 6, 7) they included a requirement to label food which had been treated by irradiation, and proposed that representations should be made by the Codex Secretariat to the Labelling Committee setting out the arguments for the deletion of such a requirement. The view that this matter should be reconsidered by the Codex Committee on Food Labelling was supported by the delegations of Denmark, Finland, Norway and Sweden, attending the 14th Session of the Codex Alimentarius Commission, who raised similar objections (Ref. 8).

The consultants, however, confirmed the need to maintain the identity of irradiated food up to the point of retail sale, including food handled in bulk and food moving in international trade (paragraphs 6.2 and 6.3 of the revised General Standard).

4.2 Changes introduced into the Code of Practice

During the course of initial discussions on the existing Code of Practice (Ref. 2), it became apparent that much unnecessary repetition could be eliminated by combining all the requirements common to both radio-nuclide and machine sources; it was also agreed that the more technical aspects of dose measurement should be revised and placed in an Annex.

In the light of these observations the consultants agreed to use the text prepared by Drs. Elias and Ehlermann prior to the meeting as the basis for the amendment of the Code of Practice. Additional supporting material was presented by Dr. Chadwick at the meeting. Without fundamental changes in the essence of the original Code of Practice, the document was completely restructured and abbreviated. Nevertheless, every effort was made to ensure that all relevant recommendations of the 1980 JECFI were incorporated.

The consultants further wished to clarify the intention of the last paragraph of Section 3.2 of the report of the 1980 JECFI. It is not immediately obvious in the main text of that paragraph that, from the point of view of wholesomeness, it is a perfectly acceptable practice to exceed the 50% figure in the case of low dose applications such as sprout inhibition in vegetables. In fact, this process would be rendered highly uneconomical were the 50% figure to be adhered to. A specific statement to this effect has therefore been included in Annex 1 (section 2) to the proposed amended draft Code of Practice.

Annex 1 of the original General Standard was completed and transferred to the amended Code of Practice to serve as a guide and to indicate technological data on some of the foods which have been specifically studied from the wholesomeness point of view. These data now appear in Annex 2 to the proposed revised draft Code of Practice.

5. RECOMMENDATIONS

Referring to the discussions on labelling, the consultants recommended that the decision and the reasons for omitting labelling provisions for irradiated food destined for retail sale in the proposed revised draft General Standard should be brought to the attention of the Codex Committee

on Food Labelling by the Codex Secretariat, for consideration at the next meeting (16th Session from 13 to 21 May 1982), and that, if possible, an expert on food irradiation should attend that meeting to provide any necessary background information of a technical nature.

The consultants further recommended that the "Model Regulations for the Control of and Trade in Irradiated Food" appearing as Annex 7 in International Acceptance of Irradiated Food (Ref. 5), be revised in the light of the recommendations of the 1980 JECFI, and be based on the provisions of the proposed revised draft General Standard.

6. REFERENCES

1. Report of a Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food (Geneva, 27 October - 3 November 1980). WHO Technical Report Series No. 659, Geneva, 1981.
2. Recommended International General Standard for Irradiated Foods and Recommended International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities for the Treatment of Foods, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission (CAC/RCP 19-1979), FAO and WHO, 1980.
3. Report of the 13th Session of the Codex Alimentarius Commission (Rome, 3 - 14 December 1979), Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Rome, 1979 (ALINORM 79/38).
4. Report of the Joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food (Geneva, 31 August - 7 September 1976), WHO Technical Report Series No. 604, Rome, 1977.
5. International Acceptance of Irradiated Food, Legal Aspects, Legal Series No. 11, IAEA, Vienna, 1979.
6. Report of the Fifteenth Session of the Codex Committee on Food Labelling (Ottawa, Canada, 10-14 November 1980), ALINORM 81/22. Proposed Draft Revised Text of Recommended International General Standard for the Labelling of Prepackaged Foods (CAC/RS 1-1969) (Advanced to Step 5 of the Procedure) (Appendix VII).
7. Report of the Fifteenth Session of the Codex Committee on Food Labelling (Ottawa, Canada, 10-14 November 1980, ALINORM 81/22. Report of the Working Group on Draft Guidelines for the Labelling of Non-Retail Containers of Food (Appendix VIII).
8. Report of the 14th Session of the Codex Alimentarius Commission (Geneva, 29 June - 10 July 1981), Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Rome, 1981. (ALINORM 81/39, paragraph 179).

ANNEX 1

LIST OF PARTICIPANTS

Bradford, W.R. (rapporteur)	Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Great Westminster House, London, United Kingdom
Brynjolfsson, A. (chairman)	U.S. Army Natick Laboratories, Natick, Massachusetts, USA
Chadwick, K.H.	Association Euratom-ITAL, Wageningen, the Netherlands
Elias, P.S. (rapporteur)	International Project in the Field of Food Irradiation, Karlsruhe, Federal Republic of Germany
Farkas, J.	International Facility for Food Irrad- iation Technology, Wageningen, the Netherlands
Ouwerkerk, Th.	Atomic Energy of Canada, Ltd., Ottawa, Canada
Vas, K. (rapporteur)	Central Food Research Institute Budapest, Hungary
<u>Attending at times</u>	
Drum, J.A.	Canadian Delegation to 14th Session of the Codex Alimentarius Commission, Toronto, Canada
Ehlermann, D.	Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe, Federal Republic of Germany
Feberwee, A.	Chairman, Codex Committee on Food Additives The Hague, The Netherlands
McKay, R.H.	Chairman, Codex Committee on Food Labelling, Ottawa, Canada
Sheppard, C.G.	Canadian Delegation to 14th Session of the Codex Alimentarius Commission, Hull, Canada
Twum-Danso, L.	Ghana Standards Board, Accra, Ghana
Käferstein, F.K.	WHO, Geneva, Switzerland
Ladomery, L.G.	FAO, Rome, Italy
van Kooij, J.G. (secretary)	IAEA, Vienna, Austria
Vettorazzi, G.	WHO, Geneva, Switzerland

REVISED DRAFT

RECOMMENDED INTERNATIONAL GENERAL STANDARD
FOR IRRADIATED FOODS

(at step 3)

1. SCOPE

This standard applies to foods processed by irradiation. It does not apply to foods exposed to doses imparted by measuring instruments used for inspection purposes.

2. GENERAL REQUIREMENTS FOR THE PROCESS

2.1. Radiation Sources

The following types of ionizing radiation may be used:

- (a) Gamma rays from the radionuclides ^{60}Co or ^{137}Cs ;
- (b) X-rays generated from machine sources operated at or below an energy level of 5 MeV.
- (c) Electrons generated from machine sources operated at or below an energy level of 10 MeV.

2.2. Absorbed Dose

The overall average dose absorbed by a food subjected to radiation processing should not exceed 10 kGy*.

2.3. Facilities and Control of the Process

- 2.3.1. Radiation treatment of foods shall be carried out in facilities licensed and registered for this purpose by the competent national authority.
- 2.3.2. The facilities shall be designed to meet the requirements of safety, efficacy and good hygienic practices of food processing.
- 2.3.3. The facilities shall be staffed by adequate, trained and competent personnel.
- 2.3.4. Control of the process within the facility shall include the keeping of adequate records including quantitative dosimetry.
- 2.3.5. Premises and records shall be open to inspection by appropriate authorities.

* For measurement and calculation of overall average dose absorbed see Appendix 1 of Revised Draft Recommended International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities used for the Treatment of Foods (CX/FA 82/14).

- 2.3.6. Control should be carried out in accordance with the Recommended International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities used for the Treatment of Foods.

3. WHOLESOMENESS OF IRRADIATED FOODS

- 3.1. The wholesomeness of foods irradiated so as to have absorbed an overall average dose of up to 10 kGy is not impaired. In this context the term wholesomeness refers to safety for consumption of irradiated foods from the toxicological, nutritional and microbiological points of view.
- 3.2. The food should comply with the provisions of the General Principles of Food Hygiene and, where appropriate, with the Code of Hygienic Practice relative to a particular food.
- 3.3. Any relevant national public health requirement affecting microbiological safety and nutritional adequacy applicable in the country in which the food is sold should be observed.

4. TECHNOLOGICAL REQUIREMENTS

4.1. Conditions for Irradiation

The irradiation of food is justified only when it fulfils a technological need or where it serves a food hygiene purpose* and should not be used as a substitute for good manufacturing practices.

4.2. Packaging and Quality Requirements

Foods to be irradiated and their packaging materials shall be of suitable quality, acceptable hygienic condition and appropriate for this purpose and shall be handled, before and after irradiation, according to good manufacturing practices taking into account the particular requirements of the technology of the process. The doses applied should be commensurate with the technological and public health purposes to be achieved and should be in accordance with good radiation processing practice.

5. RE-IRRADIATION

- 5.1. Except for foods with low moisture content (cereals, pulses, dehydrated foods and other such commodities) irradiated for the purpose of controlling insect reinfestation, foods irradiated in accordance with sections 2 and 4 of this standard shall not be re-irradiated.

* The utility of the irradiation process has been demonstrated for a number of food items listed in Appendix 2 to the Revised Draft Recommended International Code of Practice for the Operation of Radiation Facilities used for the Treatment of Foods (CX/FA 82/14).

5.2. For the purpose of this standard food is not considered as having been re-irradiated when: (a) the food prepared from materials which have been irradiated at low dose levels e.g. about 1 kGy, is irradiated for another technological purpose; (b) the food, containing a minor irradiated ingredient, is irradiated, or when (c) the full dose of ionizing radiation required to achieve the desired effect is applied to the food in more than one instalment as part of one process.

5.3. The total overall average dose absorbed shall not exceed 10 kGy as a result of re-irradiation.

6. LABELLING

6.1. Prepackaged foods intended for direct consumption

The labelling of irradiated foods or of foods containing irradiated components or of processed foods prepared from irradiated materials should be in accordance with the provisions of the appropriate Codex Standards relating to labelling of foods.

6.2. Foods in bulk containers

The declaration of the fact of irradiation shall be made clear on the relevant shipping documents. The labelling of such bulk containers should comply with the provisions of any relevant Codex Standard.

6.3. Inventory control

For irradiated foods, whether prepackaged or not, the relevant shipping documents shall give appropriate information to identify the registered facility which has irradiated the food, the date of treatment and lot identification.

REVISED DRAFT

RECOMMENDED INTERNATIONAL CODE OF PRACTICE FOR THE
OPERATION OF IRRADIATION FACILITIES USED FOR THE TREATMENT
OF FOODS

1. INTRODUCTION

This code refers to the operation of irradiation facilities based on the use of either a radionuclide source (⁶⁰Co or ¹³⁷Cs) or X-rays and electrons generated from machine sources. The irradiation plant may be of two designs, either "continuous" or "batch" type. Control of the food irradiation process in all types of plant involves the use of accepted methods of measuring the absorbed radiation dose and of the monitoring of the physical parameters of the process. The operation of these facilities for the irradiation of food must comply with the Codex recommendations on food hygiene.

2. IRRADIATION PLANTS

2.1. Parameters

For all types of plant the doses absorbed by the product depend on the radiation parameter, the dwell time or the conveyor speed, and the bulk density of the material to be irradiated. Source-product geometry, especially distance of the product from the source and measures to increase the efficiency of radiation utilization, will influence the absorbed dose and the homogeneity of dose distribution.

2.1.1. Radionuclide sources

Radionuclides used for food irradiation emit photons of characteristic energies. The statement of the source material completely determines the penetration of the emitted radiation. The source strength is measured in Becquerel (Bq) and should be stated by the supplying organisation. The actual strength of the source (as well as any return or replenishment of radionuclide material) shall be recorded. The recorded strength should take into account the natural decay rate of the source and should be accompanied by a record of the date of measurement or recalculation. Radionuclide irradiators will usually have a well separated and shielded depository for the source elements and a treatment area which can be entered when the source is in the safe position. There should be a positive indication of the correct operational and of the correct safe position of the source which should be interlocked with the product movement system.

2.1.2. Machine sources

A beam of electrons generated by a suitable accelerator, or after being converted to X-rays, can be used. The

penetration of the radiation is governed by the energy of the electrons. Average beam power (current and high voltage) determines the source strength. There should be a positive indication of the correct setting of all machine parameters which should be interlocked with the product movement system. Usually a beam scanner or a scattering device (e.g. the converting target) is incorporated in a machine source to obtain an even distribution of the radiation over the surface of the product. The product movement, the width and speed of the scan and the beam pulse frequency (if applicable) should be adjusted to ensure a uniform surface dose.

2.2. Dosimetry and Process Control

Prior to the irradiation of any foodstuff certain dosimetry measurements* should be made, which demonstrate that the process will satisfy the regulatory requirements. Various techniques for dosimetry pertinent to radionuclide and machine sources are available for measuring absorbed dose in a quantitative manner **.

Dosimetry commissioning measurements should be made for each new food, irradiation process and whenever modifications are made to source strength or type and to the source product geometry.

Routine dosimetry should be made during operation and records kept of such measurement. In addition, regular measurements of facility parameters governing the process, such as conveyor speed, dwell time, source exposure time, machine beam parameters, can be made during the facility operation. The records of these measurements can be used as supporting evidence that the process satisfies the regulatory requirements.

3. GOOD RADIATION PROCESSING PRACTICE

A major consideration in the design of an irradiation facility is the uniformity of the distribution of absorbed dose in the given product. Moreover, the facility should be designed to optimize on production, economics and operating reliability. In the case of food irradiation generalization is difficult, since some facilities will be designed to handle only one food item, whereas other facilities will be multipurpose and designed to handle many different food items. The physical nature and quantity of the product to be treated and the desired technological effect determine the uniformity ratio.

Plant design should attempt to optimize the dose uniformity ratio, to ensure appropriate dose rates and, where necessary, to permit temperature control during irradiation (e.g. for the treatment of frozen food) and also control of the atmosphere.

* see Appendix 1

** detailed in the Manual of Food Irradiation Dosimetry, IAEA, Vienna, 1977, Technical Report Series No. 178.

It is also often necessary to minimize mechanical damage to the product during transportation, irradiation and storage, and desirable to ensure the maximum efficiency in the use of the irradiator. Where the food to be irradiated is subject to special standards for hygiene or temperature control, the facility must permit compliance with these standards.

4. PRODUCT AND INVENTORY CONTROL

- 4.1. The incoming product should be physically separated from the outgoing irradiated products.
- 4.2. Where appropriate, a visual colour change radiation indicator should be affixed to each product pack for ready identification of irradiated and non-irradiated products.
- 4.3. Records should be kept in the plant record book which show the nature and kind of the product being treated, its identifying marks if packed or, if not, the shipping details, its bulk density, the type of source or electron machine, the dosimetry, the dosimeters used and details of their calibration, and the date of treatment.
- 4.4. All products shall be handled, before and after irradiation, according to accepted good manufacturing practices taking into account the particular requirements of the technology of the process*. Suitable facilities for refrigerated storage may be required.

* see Appendix 2

DOSIMETRY1. The overall average absorbed dose

It can be assumed for the purpose of the determination of the wholesomeness of food treated with an overall average dose of 10 kGy or less, that all radiation chemical effects in that particular dose range are proportional to dose.

The overall average dose, \bar{D} , is defined by the following integral over the total volume of the goods

$$\bar{D} = \frac{1}{M} \int \rho (x, y, z) \cdot d (x, y, z) \cdot dV$$

where

M	the total mass of the treated sample
ρ	the local density at the point (x, y, z)
d	the local absorbed dose at the point (x, y, z)
dV =	dx dy dz the infinitesimal volume element which in real cases is represented by the volume fractions with the individual dose meters distributed strategically and at random.

The overall average absorbed dose can be determined directly for homogeneous products or for bulk goods of homogeneous bulk density by distributing an adequate number of dose meters strategically and at random throughout the volume of the goods. From the dose distribution determined in this manner an average can be calculated which is the overall average absorbed dose.

If the shape of the dose distribution curve through the product is well determined the positions of minimum and maximum dose are known. Measurements of the distribution of dose in these two positions in a series of samples of the product can be used to give an estimate of the overall average dose. In some cases the mean value of the average values of the minimum (\bar{D}_{min}) and maximum (\bar{D}_{max}) dose will be a good estimate of the overall average dose.

i.e. in these cases

$$\text{overall average dose} \approx \frac{\bar{D}_{max} + \bar{D}_{min}}{2}$$

2. Effective and limiting dose values

Some effective treatment e.g. the elimination of harmful micro-organisms, or a particular shelflife extension, or a disinfection requires a minimum absorbed dose. For other applications too high an absorbed dose may cause undesirable effects or an impairment of the quality of the product.

With regard to the maximum dose value under acceptable wholesomeness considerations a mass fraction of product of at least 95% shall receive an absorbed dose of less than 15 kGy. The design of the facility and the operational parameters have to take into account minimum and maximum dose values required by the process. In some low dose applications it will be possible within the terms of section 3 on Good Radiation Processing Practice to allow a ratio of maximum to minimum dose of greater than 3

3. Routine Dosimetry

Measurements of the dose in a reference position can be made occasionally throughout the process. The association between the dose in the reference position and the overall average dose must be known. These measurements should be used to ensure the correct operation of the process. A recognized and calibrated system of dosimetry should be used.

A complete record of all dosimetry measurements including calibration must be kept.

4. Process Control

In the case of a continuous radionuclide facility it will be possible to make automatically a record of conveyor speed or dwell time together with indications of source and produce positioning. These measurements can be used to provide a continuous control of the process in support of routine dosimetry measurements.

In a batch operated radionuclide facility automatic recording of source exposure time and a record of product movement can be made to provide a control of the process in support of routine dosimetry measurements.

In a machine facility a continuous record of beam parameters (voltage, current, scan speed, scan width, pulse repetition) and a record of conveyor speed through the beam can be used to provide a continuous control of the process in support of routine dosimetry measurements.

Appendix 2

GUIDELINES FOR THE IRRADIATION OF SOME INDIVIDUAL FOOD ITEMS

1. CHICKEN (Gallus domesticus)
 - 1.1 Purposes of the Process

The purposes of irradiating chicken are:

 - (a) to prolong storage life
and/or
 - (b) to reduce the number of certain pathogenic microorganisms,
such as Salmonella from eviscerated chicken.
 - 1.2 Specific Requirements

Average dose: for (a) and (b), up to 7 kGy
2. COCOA BEANS (Theobroma cacao)
 - 2.1 Purposes of the Process

The purposes of irradiating cocoa beans are:

 - (a) to control insect infestation in storage
 - (b) to reduce microbial load of fermented beans with or
without heat treatment.
 - 2.2 Specific Requirements
 - 2.2.1 Average dose: for (a) up to 1 kGy
for (b) up to 5 kGy
 - 2.2.2 Prevention of Reinfestation: Cocoa beans whether prepackaged
or handled in bulk, should be stored as far as possible, under
such conditions as will prevent reinfestation and microbial
recontamination and spoilage.
3. DATES (Phoenix dactylifera)
 - 3.1 Purpose of the Process

The purpose of irradiating prepackaged dried dates is to con-
trol insect infestation during storage.
 - 3.2 Specific Requirements
 - 3.2.1 Average dose: up to 1 kGy
 - 3.2.2 Prevention of Reinfestation: Prepackaged dried dates should
be stored under such conditions as will prevent reinfestation.

4. MANGOES (Mangifera indica)

4.1 Purposes of the Process

The purposes of irradiating mangoes are:

- (a) to control insect infestation
- (b) to improve keeping quality by delaying ripening
- (c) to reduce microbial load by combining irradiation and heat treatment.

4.2 Specific Requirement

Average dose: up to 1 kGy

5. ONIONS (Allium cepa)

5.1 Purpose of the Process

The purpose of irradiating onions is to inhibit sprouting during storage.

5.2 Specific Requirement

Average dose: up to 0.15 kGy

6. PAPAYA (Carica papaya L.)

6.1 Purposes of the Process

The purposes of irradiating papaya are:

- (a) to control insect infestation
- (b) to improve keeping quality by delaying ripening

6.2 Specific Requirements

6.2.1 Average dose: for (a) and (b) above, up to 1 kGy.

6.2.2 Source of radiation: The source of radiation should be such as will provide adequate penetration.

7. POTATOES (Solanum tuberosum L.)

7.1 Purpose of the Process

The purpose of irradiating potatoes is to inhibit sprouting during storage.

7.2 Specific Requirement

Average dose: up to 0.15 kGy

8. PULSES
- 8.1 Purpose of the Process
The purpose of irradiating pulses is to control insect infestation in storage.
- 8.2 Specific Requirement
Average dose: up to 1 kGy
9. RICE (Oryza species)
- 9.1 Purpose of the Process
The purpose of irradiating rice is to control insect infestation in storage.
- 9.2 Specific Requirements
- 9.2.1 Average dose: up to 1 kGy
- 9.2.2 Prevention of Reinfestation: Rice, whether pre-packaged or handled in bulk, should be stored as far as possible, under such conditions as will prevent reinfestation.
10. SPICES AND CONDIMENTS, DEHYDRATED ONIONS, ONION POWDER
- 10.1 Purposes of the Process
The purposes of irradiating spices, condiments, dehydrated onions and onion powder are:
- (a) to control insect infestation
 - (b) to reduce microbial load
 - (c) to reduce the number of pathogenic microorganisms.
- 10.2 Specific Requirement
Average dose: for (a) up to 1 kGy
 for (b) and (c) up to 10 kGy.
11. STRAWBERRY (Fragaria species)
- 11.1 Purpose of the Process
The purpose of irradiating fresh strawberries is to prolong the storage life by partial elimination of spoilage organisms.
- 11.2 Specific Requirement
Average dose: up to 3 kGy

12. TELEOST FISH AND FISH PRODUCTS

12.1 Purposes of the Process

The purposes of irradiating teleost fish and fish products are:

- (a) to control insect infestation of dried fish during storage and marketing
- (b) to reduce microbial load of the packaged or unpackaged fish and fish products
- (c) to reduce the number of certain pathogenic microorganisms in packaged or unpackaged fish and fish products.

12.2 Specific Requirements

12.2.1 Average dose: for (a) up to 1 kGy
for (b) and (c) up to 2.2 kGy

12.2.2 Temperature Requirement: During irradiation and storage the fish and fish products referred to in (b) and (c) should be kept at the temperature of melting ice.

13. WHEAT AND GROUND WHEAT PRODUCTS (Triticum species)

13.1 Purpose of the Process

The purpose of irradiating wheat and ground wheat products is to control insect infestation in the stored product.

13.2 Specific Requirements

13.2.1 Average dose: up to 1 kGy

13.2.2 Prevention of Reinfestation: These products, whether pre-packaged or handled in bulk, should be stored as far as possible under such conditions as will prevent reinfestation.

ANNEX 3

PROJET REVISE

NORME GENERALE INTERNATIONALE RECOMMANDEE POUR LES ALIMENTS IRRADIES

Echelon III

1. CHAMP D'APPLICATION

La présente norme s'applique aux aliments irradiés. Elle ne s'applique pas aux aliments exposés aux doses émises par des instruments de mesure utilisés à des fins d'inspection.

2. PRESCRIPTIONS D'ORDRE GENERAL

2.1. Sources de rayonnements

On peut utiliser les types ci-après de rayonnements ionisants :

- a) Rayons gamma émis par les radionucléides ^{60}Co ou ^{137}Cs ;
- b) Rayons X produits par des appareils fonctionnant à un niveau d'énergie égal ou inférieur à 5 MeV;
- c) Electrons produits par des appareils fonctionnant à un niveau d'énergie égal ou inférieur à 10 MeV.

2.2. Dose absorbée

La dose globale moyenne absorbée par une denrée alimentaire traitée par irradiation ne devrait pas dépasser 10 kGy*.

2.3. Installations et contrôle des opérations

- 2.3.1. L'irradiation des aliments sera pratiquée dans des installations dûment autorisées et recensées pour cet usage par l'autorité nationale compétente.
- 2.3.2. Ces installations doivent être conçues de manière à satisfaire aux critères de sûreté, d'efficacité et d'hygiène en matière de traitement des aliments.
- 2.3.3. L'exploitation des installations sera assurée par du personnel ayant la formation et les compétences requises.
- 2.3.4. Le contrôle des opérations à l'intérieur des installations comportera l'établissement de dossiers, avec indications dosimétriques quantitatives.
- 2.3.5. Les autorités compétentes ont le droit d'accéder aux locaux et aux dossiers aux fins d'inspection.

* Pour la mesure et le calcul de la dose globale absorbée, voir l'appendix 1 du projet révisé du Code d'usages international recommandé pour l'exploitation des installations de traitement des aliments par irradiation (CX/FA 82/14).

- 2.3.6. Le contrôle devrait être exercé conformément aux dispositions du Code d'usages international recommandé pour l'exploitation des installations de traitement des aliments par irradiation,

3. SALUBRITE DES ALIMENTS IRRADIES

- 3.1. L'irradiation des denrées alimentaires, jusqu'à concurrence d'une dose globale moyenne de 10 kGy, ne compromet pas leur salubrité. Dans ce contexte, le terme "salubrité" signifie que la consommation de denrées alimentaires irradiées est sûre du point de vue toxicologique, nutritionnel et microbiologique.
- 3.2. L'aliment devrait être conforme aux dispositions des Principes généraux d'hygiène alimentaire et, le cas échéant, au Code d'usages en matière d'hygiène relatif à l'aliment considéré.
- 3.3. Toute prescription sanitaire pertinente en matière de sûreté microbiologique et de qualité nutritionnelle applicable dans le pays où est vendu l'aliment considéré doit être respectée.

4. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

4.1. Conditions d'irradiation

L'irradiation des denrées alimentaires n'est justifiée que lorsqu'elle répond à un besoin technique ou à un objectif d'hygiène alimentaire* et ne doit pas remplacer de bonnes pratiques en matière de fabrication.

4.2. Prescriptions en matière d'emballage et de qualité

Les aliments à irradier et leur matériau d'emballage doivent être de bonne qualité, dans un état d'hygiène acceptable et se prêter à l'application de ce procédé, et doivent être manipulés, avant et après irradiation, conformément aux bons usages de fabrication et compte tenu des exigences propres à la technique d'irradiation. Les doses appliquées doivent être fonction des objectifs techniques et de santé publique à atteindre et conformes aux bonnes pratiques en matière d'irradiation.

5. IRRADIATION REPETEE

- 5.1. A l'exception des denrées alimentaires dont la teneur en eau est faible (céréales, légumineuses, aliments déshydratés et produits analogues) qui ont été irradiés afin d'empêcher la réinfestation par les insectes, aucun aliment irradié conformément aux sections 2 et 4 de la présente norme ne doit être soumis à une seconde irradiation.

* L'utilité du processus d'irradiation a été démontrée pour un certain nombre de denrées alimentaires dont la liste figure dans l'appendix 2 du projet révisé du Code d'usages international recommandé pour l'exploitation des installations de traitement des aliments par irradiation (CX/FA 82/14).

- 5.2. Aux fins de la présente norme, une denrée alimentaire n'est pas considérée comme ayant été soumise à une seconde irradiation lorsque :
- a) l'aliment préparé à partir de produits qui ont été irradiés à de faibles niveaux de dose, par exemple 1 kGy, est irradié pour un autre objectif technique;
 - b) lorsqu'on irradie une denrée alimentaire qui contient un ingrédient mineur irradié ou que
 - c) la dose totale de rayonnements ionisants nécessaire pour obtenir l'effet souhaité est appliquée aux aliments en deux ou plusieurs fractions dans le cadre d'une même opération.
- 5.3. La dose globale moyenne totale absorbée ne doit pas dépasser 10 kGy à la suite de l'irradiation répétée.

6. ETIQUETAGE

6.1. Aliments préemballés destinés à la consommation directe

L'étiquetage des aliments irradiés ou des aliments contenant des éléments irradiés ou des aliments traités préparés à partir de produits irradiés devrait être conforme aux dispositions de la norme Codex appropriée concernant l'étiquetage des aliments.

6.2. Aliments transportés dans des conteneurs de vrac

Il faut préciser sur les documents de transport pertinents que les denrées alimentaires ont été irradiées. L'étiquetage des conteneurs de vrac devrait être conforme aux dispositions des normes Codex pertinentes.

6.3. Tenue des stocks

Pour les aliments irradiés, préemballés ou non, les documents d'expédition doivent donner des renseignements permettant d'identifier l'installation recensée qui a irradié l'aliment, la date du traitement et le numéro d'identification du lot.

GODE D'USAGES INTERNATIONAL RECOMMANDE POUR L'EXPLOITATION
DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES ALIMENTS PAR IRRADIATION

1. INTRODUCTION

Le présent code vise l'exploitation d'installations d'irradiation employant, soit une source à radionucléide (^{60}Co ou ^{137}Cs), soit des rayons X et des électrons produits par un appareil radiogène. L'installation peut fonctionner "en continu" ou "en discontinu". Le contrôle du procédé d'irradiation des aliments dans tous les types d'installation suppose l'emploi de méthodes acceptées pour la mesure de la dose de rayonnement absorbée ainsi que la surveillance des paramètres physiques du procédé. L'exploitation des installations d'irradiation des aliments doit être conforme aux recommandations Codex en matière d'hygiène alimentaire.

2. INSTALLATIONS D'IRRADIATION

2.1. Paramètres

Pour tous les types d'installation, les doses absorbées par le produit dépendent des paramètres du rayonnement, du temps d'exposition ou de la vitesse du convoyeur, et de la densité apparente du produit à irradier. La disposition de la source et du produit et notamment la distance du produit à la source et les mesures visant à accroître l'efficacité d'emploi du rayonnement auront une incidence sur la dose absorbée et l'homogénéité de la répartition de la dose.

2.1.1. Sources à radionucléides

Les radionucléides utilisés pour l'irradiation des aliments émettent des photons qui ont des énergies caractéristiques. La pénétration du rayonnement émis est entièrement déterminée par la nature de la matière radiogène. L'intensité de la source est mesurée en Becquerel (Bq) et devrait être indiquée par le fournisseur. L'intensité effective de la source (ainsi que la réexpédition ou le réapprovisionnement de radionucléides) devrait être enregistrée. L'intensité enregistrée devrait tenir compte de la décroissance naturelle de la source et être accompagnée d'une indication de la date de la mesure ou du nouveau calcul. Les irradiateurs à radionucléides comportent généralement un emplacement bien séparé et protégé pour les éléments radiogènes et un secteur de traitement dans lequel on peut pénétrer lorsque la source est en position "sécurité". Un indicateur devrait permettre de s'assurer que la source est bien en position de fonctionnement ou en position "sécurité"; un dispositif d'asservissement devrait relier la source au mécanisme de transport du produit à irradier.

2.1.2. Appareils radiogènes

On peut utiliser un faisceau d'électrons provenant d'un accélérateur approprié ou après conversion en rayons X. La pénétration du rayonnement est fonction de l'énergie des électrons. La puissance moyenne du faisceau (tension courante et haute tension) détermine

l'intensité de la source. Un indicateur devrait permettre de s'assurer du bon réglage de tous les paramètres de l'appareil, auxquels le mécanisme de transport du produit devrait être asservi. Généralement, un appareil radiogène est pourvu d'un système de déplacement du faisceau ou d'un dispositif de diffusion (par exemple la cible émettrice par conversion) de telle sorte que le rayonnement soit réparti de manière uniforme sur toute la surface du produit. Le mouvement du produit, la largeur et la vitesse du balayage, la fréquence des impulsions du faisceau (le cas échéant) devraient être ajustés pour faire en sorte que la dose soit uniforme à la surface du produit.

2.2. Dosimétrie et contrôle du traitement

Avant d'irradier une denrée alimentaire quelle qu'elle soit, il faudrait procéder à certaines mesures de doses* afin de démontrer que l'irradiation satisfait aux prescriptions réglementaires. Il existe diverses techniques de dosimétrie applicables aux sources à radionucléides et aux appareils radiogènes qui permettent de mesurer quantitativement la dose absorbée**.

A titre d'essais de mise en service, des mesures de doses devraient être effectuées pour chaque produit, chaque procédé d'irradiation nouveau, et chaque fois qu'on apporte des modifications à l'intensité ou au type de la source et à la disposition de la source et du produit.

Il faudrait mesurer périodiquement les doses pendant l'exploitation et consigner les résultats de ces mesures. En outre, on peut mesurer régulièrement pendant l'exploitation des paramètres déterminants tels que la vitesse du convoyeur, le temps de séjour, le temps d'exposition à la source, les paramètres relatifs au faisceau de l'appareil. Les états où ces mesures sont consignées peuvent servir à prouver que l'irradiation satisfait aux exigences en matière de réglementation.

3. BONNE PRATIQUE EN MATIERE D'IRRADIATION

Une considération essentielle dans la conception d'une installation d'irradiation est l'uniformité de la répartition de la dose absorbée dans le produit considéré. En outre, il faudrait concevoir l'installation de manière à optimiser la production, la rentabilité et la fiabilité. En matière d'irradiation des denrées alimentaires, il est difficile de généraliser, certaines installations étant conçues pour ne traiter qu'un seul aliment alors que d'autres sont polyvalentes et peuvent traiter de nombreux produits. La nature physique, la quantité du produit à traiter ainsi que l'effet technique souhaité déterminent le coefficient d'uniformité.

La conception des usines devrait viser à optimiser le coefficient d'uniformité de la dose afin de garantir des débits de doses appropriés et, le cas échéant, de permettre le contrôle de la température en cours d'irradiation (par exemple, traitement

* Voir appendix 1

** Voir pour plus de détails le Manual of Food Irradiation Dosimetry, AIEA, Vienne (1977, Technical Report Series No 178).

d'aliments congelés) ainsi qu'un contrôle de l'atmosphère. Il est également souvent nécessaire de limiter les dommages mécaniques causés au produit pendant le transport, l'irradiation et le stockage, et il est souhaitable de faire en sorte que la source radiogène soit utilisée avec le maximum d'efficacité. Lorsque la denrée à irradier est soumise à des critères spéciaux pour le contrôle de l'hygiène ou de la température, l'installation doit permettre de s'y conformer.

4. CONTROLE DES PRODUITS ET DES STOCKS

- 4.1. Les produits à l'entrée devraient être matériellement séparés des produits de sortie irradiés.
- 4.2. Le cas échéant, on fixera à chaque colis un indicateur qui vire sous irradiation afin de reconnaître facilement les produits irradiés et non irradiés.
- 4.3. On portera dans le registre de l'installation des indications précisant la nature et le type du produit traité, ses marques d'identification s'il est emballé ou, sinon, les détails relatifs au transport, sa densité apparente, le type de source ou d'appareil à électrons, les mesures de doses, les dosimètres utilisés et les détails de leur étalonnage, ainsi que la date du traitement.
- 4.4. Tous les produits seront manipulés, avant et après irradiation, conformément aux bonnes pratiques acceptées en matière de fabrication et compte tenu des exigences propres à la technique de traitement*. Des installations appropriées pour le stockage sous réfrigération peuvent être nécessaires.

* Voir appendix 2

DOSIMETRIE1. Dose globale moyenne absorbée

On peut admettre, pour déterminer la salubrité d'un aliment traité avec une dose globale moyenne égale ou inférieure à 10 kGy, que tous les effets chimiques des rayonnements dans cette gamme de doses particulière sont proportionnels à la dose.

La dose globale moyenne \bar{D} est définie par l'intégrale ci-après pour le volume total de produits

$$\bar{D} = \frac{1}{M} \int \rho(x, y, z) \cdot d(x, y, z) \cdot dV$$

où M est la masse totale de l'échantillon traité

ρ la densité locale au point (x, y, z)

d la dose locale absorbée au point (x, y, z)

dV = dx, dy, dz l'élément de volume infinitésimal représenté dans la pratique par les fractions de volume, les dosimètres étant répartis de manière stratégique et au hasard.

On peut déterminer directement la dose globale moyenne absorbée, pour des produits homogènes ou pour des denrées en vrac de densité apparente homogène, en répartissant un nombre suffisant de dosimètres de manière stratégique et au hasard dans tout le volume de produits. En partant de la répartition des doses ainsi déterminée, on peut calculer une moyenne qui est la dose globale moyenne absorbée.

Si la forme de la courbe de répartition des doses dans le produit est bien déterminée, on connaît les positions de la dose minimale et maximale. La répartition des doses dans ces deux positions peut être mesurée dans une série d'échantillons du produit pour obtenir une estimation de la dose globale moyenne. Dans certains cas, la moyenne arithmétique des valeurs moyennes de la dose minimale (\bar{D}_{\min}) et maximale (\bar{D}_{\max}) donnera une bonne estimation de la dose globale moyenne. Dans ces cas :

$$\text{dose globale moyenne} \quad \frac{\bar{D}_{\max} + \bar{D}_{\min}}{2}$$

2. Valeurs de dose efficace et limite

Un traitement qui vise à obtenir un effet donné, par exemple l'élimination de micro-organismes nocifs, ou une prolongation particulière de la durée de conservation, ou une désinfestation, requiert une dose absorbée minimale. Pour d'autres applications, une dose absorbée trop élevée peut avoir des effets non souhaités ou nuire à la qualité du produit.

En ce qui concerne la dose maximale acceptable du point de vue de la salubrité, une fraction d'au moins 95 % de la masse du produit doit absorber une dose inférieure à 15 kGy. La conception de l'installation et les paramètres d'exploitation doivent tenir compte des valeurs de la dose minimale et maximale exigées par le procédé. Dans quelques applications à faible dose, on pourra, aux termes de la section 3 relative à la bonne pratique en matière d'irradiation, admettre un rapport entre la dose maximale et la dose minimale supérieur à 3.

3. Dosimétrie périodique

Des mesures de la dose dans une position de référence peuvent être faites à plusieurs reprises pendant tout le traitement. Le lien entre la dose dans la position de référence et la dose globale moyenne doit être connu. Il faudrait procéder à ces mesures pour veiller à ce que l'opération se déroule correctement. Un système de dosimétrie reconnu et étalonné devrait être utilisé.

Il faut tenir un état complet de toutes les mesures de doses, y compris l'étalonnage.

4. Contrôle du traitement

Dans le cas d'une installation dotée d'une source à radionucléides fonctionnant en continu, on pourra faire automatiquement un enregistrement de la vitesse du convoyeur ou du temps de séjour indiquant en même temps le positionnement de la source et du produit. On peut utiliser ces mesures pour assurer un contrôle continu du traitement complétant les mesures de doses périodiques.

Dans une installation dotée d'une source à radionucléides fonctionnant en discontinu, on peut faire un enregistrement automatique de la durée d'exposition à la source ainsi qu'un enregistrement du mouvement du produit afin d'assurer un contrôle du traitement complétant les mesures de doses périodiques.

Dans une installation dotée d'un appareil radiogène, un enregistrement continu des paramètres du faisceau (tension, courant, vitesse de balayage, largeur du faisceau, fréquence des impulsions) ainsi qu'un enregistrement de la vitesse de passage du convoyeur dans le faisceau peuvent permettre un contrôle continu du traitement complétant les mesures de doses périodiques.

Appendix 2

DIRECTIVES RELATIVES A L'IRRADIATION DE CERTAINES DENREES ALIMENTAIRES

1. POULET (Gallus domesticus)

1.1. Objet du traitement

L'irradiation du poulet a pour objet :

- a) de prolonger la durée de conservation
et/ou
- b) de réduire le nombre de certains micro-organismes pathogènes, tels que les salmonelles, présents dans le poulet éviscéré.

1.2. Spécification particulière

Dose moyenne : pour a) et b), jusqu'à 7 kGy

2. FEVES DE CACAO (Theobroma cacao)

2.1. Objet du traitement

L'irradiation des fèves de cacao a pour objet :

- a) de lutter contre l'infestation des stocks par les insectes
- b) de réduire la charge microbienne des fèves fermentées avec ou sans traitement par la chaleur

2.2. Spécifications particulières

2.2.1. Dose moyenne : pour a), jusqu'à 1 kGy pour b), jusqu'à 5 kGy

2.2.2. Prévention de la réinfestation : Que les fèves de cacao soient préemballées ou manipulées en vrac, elles doivent être emmagasinées, dans la mesure du possible, dans des conditions qui empêchent la réinfestation, une nouvelle contamination microbienne et la décomposition du produit.

3. DATTES (Phoenix dactylifera)

3.1. Objet du traitement

L'irradiation des dattes séchées préemballées a pour objet de lutter contre l'infestation des stocks par les insectes.

3.2. Spécifications particulières

3.2.1. Dose moyenne : jusqu'à 1 kGy

3.2.2. Prévention de la réinfestation : Les dattes séchées préemballées doivent être conservées dans des conditions propres à empêcher toute réinfestation.

4. MANGUES (Mangifera indica)

4.1. Objet du traitement

L'irradiation des mangues a pour objet :

- a) de lutter contre l'infestation par les insectes
- b) d'améliorer la qualité de la conservation en retardant le mûrissement
- c) de réduire la charge microbienne en combinant irradiation et traitement par la chaleur.

4.2. Spécification particulière

Dose moyenne : jusqu'à 1 kGy

5. OIGNONS (Allium cepa)

5.1. Objet du traitement

L'irradiation des oignons a pour objet d'inhiber la germination au cours du stockage.

5.2. Spécification particulière

Dose moyenne : jusqu'à 0,15 kGy

6. PAPAYE (Carica papaya L.)

6.1. Objet du traitement

L'irradiation de la papaye a pour objet de lutter contre l'infestation par les insectes et d'en améliorer la qualité de conservation en retardant la maturation.

6.2. Spécifications particulières

6.2.1. Dose moyenne : jusqu'à 1 kGy

6.2.2. Source de rayonnements : La source de rayonnements devrait être telle qu'elle puisse assurer une pénétration suffisante.

7. POMMES DE TERRE (Solanum tuberosum L.)

7.1. Objet du traitement

L'irradiation des pommes de terre a pour objet d'empêcher la germination pendant le stockage.

7.2. Spécification particulière

Dose moyenne : jusqu'à 0,15 kGy

8. LEGUMINEUSES
- 8.1. Objet du traitement
L'irradiation des légumineuses a pour objet de lutter contre l'infestation des stocks par les insectes.
- 8.2. Spécification particulière
Dose moyenne : jusqu'à 1 kGy
9. RIZ (Oryza sp.)
- 9.1. Objet du traitement
L'irradiation du riz a pour objet d'empêcher l'infestation par les insectes pendant l'entreposage.
- 9.2. Spécifications particulières
- 9.2.1. Dose moyenne : jusqu'à 1 kGy
- 9.2.2. Prévention de la réinfestation : Le riz, qu'il soit préemballé ou en vrac, devrait être entreposé dans la mesure du possible dans des conditions qui empêchent sa réinfestation.
10. EPICES ET CONDIMENTS, OIGNONS DESHYDRATES, POUDRE D'OIGNON
- 10.1. Objet du traitement
L'irradiation des épices et condiments, des oignons déshydratés et de la poudre d'oignon a pour objet :
a) de lutter contre l'infestation par les insectes
b) de réduire la charge microbienne
c) de limiter le nombre de micro-organismes pathogènes.
- 10.2. Spécification particulière
Dose moyenne : pour a), jusqu'à 1 kGy
pour b) et c), jusqu'à 10 kGy
11. FRAISE (Fragaria sp.)
- 11.1. Objet du traitement
L'irradiation des fraises fraîches a pour objet d'en prolonger la durée de conservation en éliminant partiellement les organismes qui provoquent leur décomposition.
- 11.2. Spécification particulière
Dose moyenne : jusqu'à 3 kGy

12. POISSONS ET PRODUITS A BASE DE POISSONS TELEOSTEENS

12.1. Objet du traitement

L'irradiation des poissons et produits à base de poissons téléostéens a pour objet :

- a) de lutter contre l'infestation par les insectes du poisson séché pendant le stockage et la commercialisation
- b) de réduire la charge microbienne du poisson et des produits à base de poisson, emballés ou en vrac
- c) de diminuer le nombre de micro-organismes pathogènes dans le poisson et les produits à base de poisson, conditionnés ou non.

12.2. Spécifications particulières

12.2.1. Dose moyenne : pour a), jusqu'à 1 kGy

pour b) et c), jusqu'à 2,2 kGy

12.2.2. Conditions de température : Au cours de l'irradiation et du stockage, le poisson et les produits à base de poisson auxquels se réfèrent les alinéas b) et c) doivent être maintenus à la température de la glace fondante.

13. BLE EN GRAINS ET FARINE DE BLE (Triticum sp.)

13.1. Objet du traitement

L'irradiation du blé et de la farine de blé a pour objet de lutter contre l'infestation par les insectes dans le produit entreposé.

13.2. Spécifications particulières

13.2.1. Dose moyenne : jusqu'à 1 kGy

13.2.2. Prévention de la réinfestation : Ces produits, qu'ils soient préemballés ou en vrac, devraient être entreposés dans la mesure du possible dans des conditions qui empêchent la réinfestation.

ANNEX 4

PROYECTO REVISADO

NORMA GENERAL INTERNACIONAL RECOMENDADA PARA ALIMENTOS IRRADIADOS

(en la etapa 3)

1. AMBITO DE APLICACION

Esta norma se aplica a los alimentos tratados por irradiación; no se aplica a los alimentos expuestos a dosis emitidas por instrumentos de medición utilizados a efectos de inspección.

2. REQUISITOS GENERALES DEL PROCESO

2.1. Fuentes de radiación

Podrán utilizarse los siguientes tipos de radiación ionizante:

- a) Rayos gamma de los radionucleidos ^{60}Co o ^{137}Cs ;
- b) Rayos X generados por máquinas que trabajen a energías de 5 MeV o inferiores;
- c) Electrones generados por máquinas que trabajen a energías de 10 MeV o inferiores.

2.2. Dosis absorbida

La dosis media global absorbida por un alimento sometido a un proceso de irradiación no excederá de 10 kGy*.

2.3. Instalaciones y control del proceso

2.3.1. El tratamiento por irradiación de los alimentos se llevará a cabo en instalaciones a las que la autoridad nacional competente haya concedido licencia e inscrito en un registro a tal efecto.

2.3.2. Tales instalaciones se proyectarán de modo que satisfagan las disposiciones de seguridad, eficacia y buenas prácticas de higiene en el tratamiento de los alimentos.

2.3.3. Las instalaciones estarán dotadas de personal que posea la capacitación y competencia apropiadas.

2.3.4. Entre otras medidas, para el control interno del proceso en la instalación se llevarán los registros adecuados, en particular los referentes a la dosimetría cuantitativa.

* Para la medición y el cálculo de la dosis media global absorbida, véase el Apéndice 1 del Proyecto revisado de Código Internacional Recomendado de Prácticas para el funcionamiento de instalaciones de irradiación utilizadas para el tratamiento de alimentos (CX/FA 82/14).

- 2.3.5. Los locales y registros podrán ser inspeccionados por las autoridades competentes.
- 2.3.6. El control se ejercerá de conformidad con el Código Internacional Recomendado de Prácticas para el funcionamiento de instalaciones de irradiación utilizadas para el tratamiento de alimentos.

3. COMESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS IRRADIADOS

- 3.1. La irradiación de los alimentos no afecta a su comestibilidad si la dosis media global absorbida no pasa de 10 kGy; por "comestibilidad" se entiende que el consumo de los alimentos irradiados es inocuo desde el punto de vista toxicológico, nutricional y microbiológico.
- 3.2. Los alimentos deben ajustarse a lo dispuesto en los Principios Generales sobre Higiene de los Alimentos y, cuando proceda, en los Códigos de Prácticas de Higiene correspondientes a un determinado alimento.
- 3.3. Deberán observarse todos los requisitos nacionales de sanidad pública pertinentes, relativos a la seguridad microbiológica y nutricional, vigentes en el país en que se venda el alimento.

4. REQUISITOS TECNOLOGICOS

4.1. Condiciones de irradiación

La irradiación de alimentos solo se justifica cuando responde a una necesidad tecnológica o cuando contribuye a alcanzar un objetivo de higiene alimentaria* y no se utilizará en sustitución de prácticas de fabricación adecuadas.

4.2. Requisitos de envasado y calidad

Los alimentos que vayan a irradiarse y los materiales para su envasado serán de calidad adecuada, poseerán condiciones higiénicas aceptables, serán apropiados para este proceso y se manipularán, antes y después de la irradiación, conforme a prácticas adecuadas de fabricación, habida cuenta de las exigencias tecnológicas particulares del proceso. Las dosis utilizadas deben ser proporcionales a los objetivos tecnológicos y de salud pública perseguidos y ajustarse a prácticas apropiadas de tratamiento por irradiación.

* La utilidad del proceso de irradiación se ha demostrado para un número de productos alimentarios enumerados en el **Appendix 2** del Proyecto Revisado del Código Internacional Recomendado de Prácticas para el funcionamiento de instalaciones de irradiación utilizadas para el tratamiento de alimentos (CX/FA 82/14).

5. IRRADIACION REPETIDA

- 5.1. Excepto para los alimentos de bajo contenido de agua (cereales, leguminosas, alimentos deshidratados y productos parecidos) irradiados a efectos de combatir la reinfestación por insectos, los alimentos irradiados en conformidad con las secciones 2 y 4 de la presente norma no deberán ser sometidos a una irradiación repetida.
- 5.2. A efectos de la presente norma los alimentos no se consideran sometidos a una irradiación repetida cuando: a) se irradian con otra finalidad tecnológica alimentos preparados a partir de materiales que se han irradiado a bajos niveles de dosis, por ejemplo, a 1 kGy aproximadamente; b) se irradian alimentos que contengan un ingrediente secundario irradiado, o c) la dosis total de radiación ionizante requerida para conseguir el efecto perseguido se aplica a los alimentos de modo fraccionado como parte de un solo proceso.
- 5.3. La dosis media global absorbida no deberá exceder de 10 kGy como resultado de una irradiación repetida.

6. ETIQUETADO

6.1. Alimentos envasados previamente destinados al consumo directo

El etiquetado de los alimentos irradiados o de alimentos que contengan componentes irradiados o de alimentos tratados preparados a partir de materiales irradiados deberá ajustarse a lo dispuesto en la norma pertinente del Codex relativa al etiquetado de alimentos.

6.2. Alimentos transportados en contenedores a granel

La irradiación deberá indicarse claramente en los pertinentes documentos de embarque. El etiquetado de estos contenedores a granel deberá ajustarse a lo dispuesto en las normas pertinentes del Codex.

6.3. Control de existencias

Para los alimentos irradiados, envasados previamente o no, en los documentos pertinentes de embarque deberá darse información apropiada para identificar la instalación con licencia oficial que ha irradiado el alimento, la fecha del tratamiento y la identificación del lote.

PROYECTO REVISADO

CODIGO INTERNACIONAL RECOMENDADO DE PRACTICAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE INSTALACIONES DE IRRADIACION UTILIZADAS PARA EL TRATAMIENTO DE ALIMENTOS

1. INTRODUCCION

Este código se refiere al funcionamiento de instalaciones de irradiación que trabajen con una fuente de radionucleidos (^{60}Co o ^{137}Cs), con rayos X o con electrones generados por máquinas. La planta de irradiación puede ser de dos tipos: de irradiación "continua", o de irradiación "en tandas". El control del proceso de irradiación de alimentos en las plantas, sea cual fuere su tipo, supone el empleo de métodos aceptados de medición de la dosis de radiación absorbida y la vigilancia de los parámetros físicos del proceso. En el funcionamiento de estas instalaciones de irradiación de alimentos deben observarse las recomendaciones del Codex sobre higiene de los alimentos.

2. PLANTAS DE IRRADIACION

2.1. Parámetros

Para todos los tipos de planta, las dosis absorbidas por el producto dependen del parámetro de irradiación, del tiempo de permanencia o de la velocidad del transportador, y de la densidad aparente del material a irradiar. La geometría fuente-producto, en especial la distancia entre el producto y la fuente, y las medidas para aumentar la eficacia de la irradiación, influirán sobre la dosis absorbida y la homogeneidad de la distribución de la dosis.

2.1.1. Fuentes de radionucleidos

Los radionucleidos utilizados en la irradiación de alimentos emiten fotones de energías características. El tipo del material de la fuente determina por completo la penetración de la radiación emitida. La intensidad de la fuente se mide en Becquerels (Bq) y es indicada por las casas proveedoras. Se mantendrán registros de la intensidad real de la fuente (así como de los radionucleidos devueltos o recargados). La intensidad registrada deberá tener en cuenta la tasa de desintegración natural de la fuente y deberá ir acompañada por un registro de la fecha en que se haga la medición o el nuevo cálculo. Normalmente los irradiadores dotados de radionucleidos dispondrán de un almacén bien separado y blindado para los elementos de la fuente y de una zona de tratamiento en la que se podrá penetrar cuando la fuente se encuentre en posición de seguridad. Debe haber un indicador positivo de la posición correcta de trabajo de la fuente, que debe servir como enclavamiento del sistema de transporte del producto.

2.1.2. Máquinas

Puede utilizarse un haz de electrones generados por un acelerador adecuado o después de su conversión en rayos X. La penetración de la radiación depende de la energía de los electrones. La potencia media del haz (corriente y alta tensión) determina la intensidad de la fuente. Debe haber un indicador positivo del ajuste correcto de todos los parámetros de la máquina, que debe servir como enclavamiento del sistema de transporte del producto. Normalmente la máquina está provista de un barredor de haz o un dispositivo de dispersión (por ejemplo, el blanco de transformación) a fin de conseguir una distribución uniforme de la radiación sobre la superficie del producto. El movimiento del producto, la anchura y velocidad de barrido y la frecuencia de los impulsos del haz (si procede) deben ajustarse para conseguir una dosis uniforme en la superficie.

2.2. Dosimetría y control del proceso

Antes de la irradiación de cualquier producto alimentario hay que efectuar algunas mediciones dosimétricas* para demostrar que el proceso se ajusta a las disposiciones reglamentarias. Existen varias técnicas dosimétricas, según los radionucleidos y las máquinas, para la medición cuantitativa de la dosis absorbida**.

Deben hacerse mediciones dosimétricas a la puesta en servicio de la planta, cada vez que se irradia un nuevo alimento o se utiliza un nuevo proceso de irradiación, y siempre que se modifique la intensidad o el tipo de la fuente o la geometría fuente-producto.

Durante el funcionamiento deben efectuarse mediciones dosimétricas corrientes y hacerse constar en el registro. Además, durante el funcionamiento de la instalación pueden efectuarse mediciones periódicas de los parámetros de la instalación que rigen el proceso; por ejemplo, velocidad del transportador, tiempo de permanencia, tiempo de exposición a la fuente y parámetros del haz de la máquina. Los registros de estas mediciones pueden utilizarse como prueba de que el proceso cumple las disposiciones reglamentarias.

3. PRACTICAS ADECUADAS DEL TRATAMIENTO POR IRRADIACION

Una consideración importante al diseñar la instalación de irradiación es la distribución de la dosis absorbida por un producto dado que sea uniforme. Además, la instalación debe diseñarse para optimar la producción, rentabilidad y fiabilidad de explotación. Tratándose de la irradiación de alimentos es difícil generalizar, puesto que algunas instalaciones están destinadas a manipular un solo producto alimentario mientras que otras son multifuncionales y manipulan muchos productos alimentarios diferentes. La naturaleza

* Véase el Appendix 1

** Para más detalles véase el "Manual of Food Irradiation Dosimetry", OIEA, Viena, 1977, Colección de Informes Técnicos, N^o 178.

física y la cantidad del producto a tratar y el efecto tecnológico perseguido determinan la razón de uniformidad. El diseño de la planta debe tratar de optimar la razón de uniformidad de la dosis, asegurar tasas apropiadas de dosis y, cuando sea necesario, permitir el control de temperatura durante la irradiación (por ejemplo, para el tratamiento de alimentos congelados) y también el control de la atmósfera. A menudo es necesario también reducir a un mínimo los daños mecánicos del producto durante el transporte, irradiación y almacenamiento, por lo que conviene emplear el irradiador con una eficacia máxima. Cuando los alimentos a irradiar están sometidos a normas especiales de control de temperatura o higiene, la instalación debe permitir el cumplimiento de dichas normas.

4. CONTROL DE PRODUCTOS Y DE EXISTENCIAS

- 4.1. El producto de entrada debe mantenerse materialmente apartado del producto irradiado de salida.
- 4.2. Cuando proceda, se fijará a cada envase del producto un indicador de irradiación por cambio de color, a fin de poder determinar fácilmente qué producto está irradiado y qué producto está sin irradiar.
- 4.3. En el libro de registro de la planta debe hacerse constar la naturaleza y el tipo del producto que se está tratando, sus señales de identificación si está envasado o, si no lo está, los detalles de embarque, su densidad aparente, el tipo de fuente o de máquina de electrones, la dosimetría, los dosímetros utilizados y detalles de su calibrado, y la fecha del tratamiento.
- 4.4. Todos los productos se deben manipular, antes y después de la irradiación, según prácticas de fabricación aceptadas y adecuadas que tengan en cuenta los requisitos particulares de la tecnología del proceso*. Pueden necesitarse instalaciones apropiadas para el almacenamiento en condiciones de refrigeración.

* Véase el Appendix 2

DOSIMETRIA1. Dosis absorbida media global

A efectos de determinar la comestibilidad de los alimentos tratados con una dosis media global de 10 kGy o menos, puede suponerse que todos los efectos químicos producidos por las radiaciones en esta gama determinada de dosis son proporcionales a la dosis.

La dosis media global, \bar{D} , se define por la siguiente integral en el volumen total de los productos

$$\bar{D} = \frac{1}{M} \int \rho(x, y, z) \cdot d(x, y, z) \cdot dV$$

donde M es la masa total de la muestra tratada

ρ la densidad local en el punto (x, y, z)

d la dosis absorbida local en el punto (x, y, z)

$dV = dx dy dz$ es el elemento del volumen infinitesimal que en casos reales está representado por fracciones volumétricas con los distintos dosímetros distribuidos en puntos estratégicos y al azar.

La dosis absorbida media global puede determinarse directamente para productos homogéneos o para productos a granel de densidad aparente homogénea distribuyendo un número adecuado de dosímetros en puntos estratégicos y al azar en todo el volumen de los productos. A partir de la distribución de dosis determinada de esta manera es posible calcular un promedio, que será la dosis absorbida media global.

Si está bien determinada la forma de la curva de distribución de dosis en el producto, se conocerán las posiciones correspondientes a la dosis mínima y a la máxima. Las mediciones de la distribución de la dosis en estas dos posiciones en una serie de muestras del producto puede utilizarse para obtener una estimación de la dosis media global. En algunos casos, el valor medio de la dosis mínima (\bar{D}_{\min}) y de la máxima (\bar{D}_{\max}) constituirá una buena estimación de la dosis media global.

O sea que, en dichos casos:

$$\text{la dosis media global} \approx \frac{\bar{D}_{\max} + \bar{D}_{\min}}{2}$$

2. Valores de la dosis efectiva y límite

Algunos tratamientos eficaces -por ejemplo, la eliminación de microorganismos perjudiciales, la prolongación del tiempo de almacenamiento o la desinfección- requieren una dosis absorbida mínima. En otros casos, una dosis absorbida demasiado alta puede producir efectos perjudiciales o deteriorar la calidad del producto.

Con respecto a la dosis máxima aceptable desde el punto de vista de la comestibilidad, una fracción de la masa del producto del 95% como mínimo debe recibir una dosis absorbida inferior a 15 kGy. El diseño de la instalación y los parámetros operacionales deben tener en cuenta los valores correspondientes a la dosis mínima y máxima que requiere el proceso. En algunas aplicaciones de dosis bajas, según la sección 3 sobre Prácticas adecuadas de tratamiento por irradiación, la razón dosis máxima a mínima podrá ser superior a 3.

3. Dosimetría corriente

Durante el proceso pueden efectuarse ocasionalmente mediciones de la dosis en una posición de referencia. Debe conocerse la relación entre la dosis en la posición de referencia y la dosis media global. Estas mediciones deben servir para garantizar el funcionamiento correcto del proceso. Debe utilizarse un sistema reconocido y calibrado de dosimetría.

Debe llevarse un registro completo de todas las mediciones dosimétricas, inclusive la calibración.

4. Control del proceso

Si se trata de una instalación de tratamiento continuo dotada de radionucleidos, será posible registrar automáticamente la velocidad del transportador o el tiempo de permanencia, así como indicar la posición del producto y de la fuente; estas mediciones pueden servir para facilitar un control continuo del proceso como complemento de las mediciones dosimétricas corrientes.

En una instalación de tratamiento en tandas dotada de radionucleidos, se puede hacer un registro automático del tiempo de exposición a la fuente y un registro del movimiento del producto para controlar el proceso como complemento de las mediciones dosimétricas corrientes.

En una instalación dotada de una máquina generadora de electrones, el registro continuo de los parámetros del haz (tensión, corriente, velocidad de barrido, anchura de barrido, repetición de los impulsos) y de la velocidad de paso del transportador a través del haz es un medio de control continuo del proyecto como complemento de las mediciones dosimétricas corrientes.

DIRECTRICES PARA LA IRRADIACION DE
DETERMINADOS ALIMENTOS

1. POLLOS (Gallus domesticus)

1.1. Finalidad del proceso

La finalidad de la irradiación de pollos es:

a) prolongar el período de almacenamiento

y/o

b) reducir el número de algunos microorganismos patógenos, como Salmonella, en pollos eviscerados.

1.2. Requisitos específicos

Dosis media: para a) y b), hasta 7 kGy

2. GRANOS DE CACAO (Theobroma cacao)

2.1. Finalidad del proceso

La finalidad de la irradiación de los granos de cacao es:

a) combatir la infestación de insectos durante el almacenamiento;

b) reducir la carga microbiana de los granos fermentados, con o sin tratamiento térmico.

2.2. Requisitos específicos

2.2.1. Dosis media: para a), hasta 1 kGy

para b), hasta 5 kGy

2.2.2. Prevención de la reinfestación: Los granos de cacao, tanto si están ya envasados como si se manipulan a granel, deberán almacenarse, en cuanto sea posible, en condiciones que impidan la reinfestación, la recontaminación microbiana y el deterioro.

3. DATILES (Phoenix dactylifera)

3.1. Finalidad del proceso

La finalidad de la irradiación de los dátiles secos ya envasados es combatir la infestación de insectos durante el almacenamiento.

3.2. Requisitos específicos

3.2.1. Dosis media: hasta 1 kGy

3.2.2. Prevención de la reinfestación: Los dátiles secos ya envasados deben almacenarse en condiciones que impidan la reinfestación.

4. MANGOS (Mangifera indica)

4.1. Finalidad del proceso

La finalidad de la irradiación de los mangos es:

- a) combatir la infestación de insectos
- b) prolongar el tiempo de almacenamiento retrasando la maduración
- c) reducir la carga microbiana combinando la irradiación con el tratamiento térmico.

4.2. Requisitos específicos

Dosis media: hasta 1 kGy

5. CEBOLLAS (Allium cepa)

5.1. Finalidad del proceso

La finalidad de la irradiación de cebollas es inhibir la germinación durante el almacenamiento.

5.2. Requisitos específicos

Dosis media: hasta 0,15 kGy

6. PAPAYA (Carica papaya L.)

6.1. Finalidad del proceso

La finalidad de la irradiación de papayas es combatir la infestación de insectos y mejorar la calidad de conservación demorando la maduración.

6.2. Requisitos específicos

6.2.1. Dosis media: hasta 1 kGy

6.2.2. Fuente de radiación: La fuente de radiación debe asegurar una penetración adecuada.

7. PATATAS (Solanum tuberosum L.)

7.1. Finalidad del proceso

La finalidad de la irradiación de patatas es inhibir la germinación durante el almacenamiento.

7.2. Requisitos específicos

Dosis media: hasta 0,15 kGy

8. LEGUMINOSAS
- 8.1. Finalidad del proceso
- La finalidad de la irradiación de las leguminosas es combatir la infestación de insectos durante el almacenamiento.
- 8.2. Requisitos específicos
- Dosis media: hasta 1 kGy
9. ARROZ (especie Orvza)
- 9.1. Finalidad del proceso
- La finalidad de la irradiación del arroz es combatir la infestación de insectos durante el almacenamiento.
- 9.2. Requisitos específicos
- 9.2.1. Dosis media: hasta 1 kGy
- 9.2.2. Prevención de la reinfestación: Este producto, tanto si está ya envasado como si se manipula a granel, deberá almacenarse, en cuanto sea posible, en condiciones que impidan la reinfestación.
10. ESPECIAS Y CONDIMENTOS, CEBOLLAS DESHIDRATADAS, CEBOLLA EN POLVO
- 10.1. Finalidad del proceso
- La finalidad de la irradiación de especias, condimentos, cebollas deshidratadas y cebolla en polvo es:
- a) combatir la infestación de insectos
 - b) reducir la carga microbiana
 - c) reducir el número de microorganismos patógenos.
- 10.2. Requisitos específicos
- Dosis media: para a), hasta 1 kGy
para b) y c), hasta 10 kGy
11. FRESAS (especie Fragaria)
- 11.1 Finalidad del proceso
- La finalidad de la irradiación de fresas frescas es prolongar el período de almacenamiento mediante la eliminación parcial de los organismos que provocan la descomposición.
- 11.2. Requisitos específicos
- Dosis media: hasta 3 kGy

12. TELEOSTEOS Y PRODUCTOS PESQUEROS

12.1. Finalidad del proceso

La finalidad de la irradiación de los teleósteos y productos pesqueros es:

- a) combatir la infestación de insectos del pescado seco durante el almacenamiento y la comercialización
- b) reducir la carga microbiana del pescado y productos pesqueros envasados o sin envasar
- c) reducir el número de ciertos microorganismos patógenos en el pescado y productos pesqueros envasados o sin envasar.

12.2. Requisitos específicos

12.2.1. Dosis media: para a), hasta 1 kGy
para b) y c), hasta 2,2 kGy

12.2.2. Requisitos de temperatura: durante la irradiación y almacenamiento, el pescado y los productos pesqueros mencionados en b) y c) deben mantenerse a temperatura de deshielo.

13. TRIGO Y SUS PRODUCTOS DE MOLIENDA (especie Triticum)

13.1. Finalidad del proceso

La finalidad de la irradiación del trigo y sus productos de molienda es combatir la infestación de insectos de los productos almacenados.

13.2. Requisitos específicos

13.2.1. Dosis media: hasta 1 kGy

13.2.2. Prevención de la reinfestación: estos productos, tanto si están ya envasados como si se manipulan a granel, deberán almacenarse, en cuanto sea posible, en condiciones que impidan la reinfestación.