

Projectnummer: 771.525.01

Projecttitel: Resultaten monitoring radioactiviteit in Nederlandse melk

Periode 2002-2007

Projectleider: J. Hattink

Rapport 2007.018

oktober 2007

## **Resultaten monitoring radioactiviteit in Nederlandse melk Periode 2002-2007**

J. Hattink, J.M. Weseman, A. Vos van Avezathe

Business Unit: Analyse & Ontwikkeling

Cluster: Bestrijdingsmiddelen & Contaminanten

RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid  
Wageningen Universiteit en Researchcentrum  
Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen  
Postbus 230, 6700 AE Wageningen  
Tel: 0317-480256  
Fax: 0317-417717  
Internet: [www.rikilt.wur.nl](http://www.rikilt.wur.nl)

Copyright 2007, RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid.

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid is het niet toegestaan:

- a) *dit door RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid uitgebracht rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b) *dit door RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid uitgebracht rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;*
- c) *de naam van RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

### **Verzendlijst:**

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Bibliotheek, Directie VD (dhr. R.M.C. Theelen)
- Voedsel en Waren Autoriteit (dr. K. Zwaagstra, prof. dr. E. Schouten, dr. E.A. Bruinier)
- RIVM (ir. C. de Hoog, dr. H.A.J.M. Reinen, dr. P.J.M. Kwakman)
- Nederlandse Douane, Dienst Rotterdam (dhr. R. de Goede)
- Meewerkende melkfabrikanten
  - Campina Holland Cheese (ing. W. Maas, dhr. P. van Vilsteren)
  - Nutricia Cuijk B.V. (dhr. J. Lamers)
  - Friesland Foods Butter (dhr. G. van de Noort)
  - Friesland Foods Cheese (dhr. W. Zeevalkink, dhr. J. Buma, dhr. C. Giezen, dhr. D.J. de Weerd, dhr. J. Pruim)
  - Friesland Foods R&D (dhr. H.K.C. van der Veen)
  - CCL B.V. (ir R.J. Margry)
  - Campina Eindhoven (dhr. J. van den Hoven)
  - Campina Rotterdam (dhr. C. den Boer)
  - Nutricia Zoetermeer (dhr. L. Tanis)
  - CONO Kaasmakers (dhr. A. van Esveld)
  - Friesland Foods DOMO (mw G. Poelma)
  - Campina Heiloo (dhr. L. Wijnker)
  - Campina Holland Cheese B.V. (dhr. M. Rouwette)
  - D.O.C. Kaas Ba Hoogeveen (dhr. R. Visser)
  - Campina Holland Cheese Tilburg (dhr. R. van Vroenhoven)
  - Bel Leerdammer B.V. (dhr. E.M.M. van Zichem)
  - Friesland Foods (dhr. J.A.M. Voogt, dhr. F. Gooijert)
  - LYEMPF B.V. (mw. T. Huitema)
  - Campina Maasdam (mw. T. Pol)
  - Friesland Foods Supply Point Beilen (dhr. R. Dolsma)
  - Promelca BV Afdeling QA (dhr. M.G. van Andel)

Bij de totstandkoming van dit rapport is de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht.

Tenzij vooraf schriftelijk anders overeengekomen aanvaardt RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid geen aansprakelijkheid voor schadeclaims die worden uitgebracht n.a.v. de inhoud van dit rapport.

## Samenvatting

Dit rapport beschrijft de resultaten van het monitoringproject radioactiviteit in Nederlandse melk. De periode betreft 2002-2007. Het project is uitgevoerd in samenwerking met de, aan het Landelijk Meetnet voor Radioactiviteit in Voedsel (LMRV) verbonden, zuivelfabrieken. Bij elk van deze zuivelfabrieken staat een radioactiviteitsdetector (voedselmonitor) die geschikt is om de splijtings- en activeringsproducten  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  en het primordiale  $^{40}\text{K}$  te meten. Elke maand zijn er 104 melkmonsters gemeten, afkomstig van 28 zuivelfabrieken. Additioneel zijn er, in 2005, 26 monsters genomen voor de bepaling van het splijtingsproduct  $^{90}\text{Sr}$  in het radiochemisch laboratorium van het RIKILT.

De artificiële radionucliden  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  en  $^{90}\text{Sr}$  die vrijkomen bij nucleaire reactor ongelukken en/of nucleaire bom explosies, konden niet worden aangetoond. Hiermee voldoen de bemonsterde partijen melk aan de gestelde Europese eis van minder dan 370 Bq/L radiocesium (totaalgehalte van de som aan  $^{134}\text{Cs}$  en  $^{137}\text{Cs}$ ) en minder dan 125 Bq/L  $^{90}\text{Sr}$ . Aan natuurlijke radioactiviteit werd in alle monsters het primordiale  $^{40}\text{K}$  gevonden.

$^{40}\text{K}$  is, naar aanbeveling van de Europese verordening 2000/473/EURATOM, gebruikt als kwaliteitsparameter. Na optimaliseren van de meetprocedure steeg het aantal analysesresultaten dat voldeed aan de gestelde eisen van 15% bij de start van het programma in 2002 naar 85% aan het eind van het programma. De accuraatheid voor  $^{40}\text{K}$  steeg van 93% naar 100%, terwijl de precisie verbeterde van 5% naar 3%. De variatie tussen de monitoren werd verminderd van 28% naar 18%.



## Abstract

This report describes the result of the monitoring project for radioactivity in Dutch milk from 2002 to 2007. This project was a collaboration of RIKILT and the participating milk factories in the Dutch National Monitoring Network for Radioactivity in Food and Feed. At each factory a radioactivity monitor is installed, which can detect the fission and activation products  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and the primordial  $^{40}\text{K}$ . Each month, 104 milk samples from 28 locations were analyzed. In addition, a survey was done in 2005 in order to measure the fission product  $^{90}\text{Sr}$  at the radiochemical laboratories of RIKILT (total of 26 samples).

The artificial radionuclides  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$ , released from nuclear accidents and bomb detonations, could not be detected. Therefore none of the milk samples exceeded the EU limits of 370 Bq/L radiocesium (the sum of  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$ ) and 125 Bq/L  $^{90}\text{Sr}$ . In all samples natural radioactivity could be detected as  $^{40}\text{K}$ .

$^{40}\text{K}$  is used as a parameter in analytical quality control, in accordance with the European regulation 2000/473/EURATOM. During the monitoring program the procedure was optimized. By doing so, the data number of analysis meeting the AQC criteria increased from 15% in the first two months in 2002 to 85% in 2005 and onwards. The accuracy of  $^{40}\text{K}$  increased from 93% to 100%, the precision improved from 5% to 3% and variance between stations decreased from 28% to 18%.



# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Materiaal en methoden</b> .....	<b>8</b>
2.1 Bemonstering .....	8
2.2 Gamma-spectrometrie .....	8
2.3 Radiostrontium.....	8
2.4 Accuraatheid, precisie en validatie van analyseresultaten.....	9
<b>3 Resultaten en discussie</b> .....	<b>10</b>
3.1 Bemonstering en kwaliteit van de gammaspectrometrische bepaling. ....	10
3.2 Gamma-emitterende radionucliden .....	10
3.3 Radiostrontium.....	12
<b>4 Conclusies</b> .....	<b>13</b>





# 1 Inleiding

Radioactiviteit is een natuurlijk verschijnsel. Natuurlijke radionucliden worden constant aangemaakt in de atmosfeer of zijn gevormd tijdens het ontstaan van de aarde (primordiaal). Eén van de belangrijkste primordiale radionucliden is  $^{40}\text{K}$  dat voor ongeveer 30% bijdraagt aan de natuurlijke radiologische dosis van de Nederlandse bevolking.  $^{40}\text{K}$  is van nature aanwezig met een massapercentage van 0.1% van het aanwezige kalium. De uitgevoerde bomdetonaties en in mindere mate kernreactorongelukken (vnl. het reactorongeval in Tsjernobyl, Oekraïne) bepalen de totale mondiale uitstoot van antropogene radionucliden. De meest belangrijke nucliden op de langere termijn zijn  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  en  $^{90}\text{Sr}$ .

Melk en melkproducten zijn een belangrijk onderdeel van het Nederlandse consumptiepakket; het is de tweede productgroep die per dag het meest geconsumeerd wordt op basis van gewicht (gemiddeld 370 gram per dag).<sup>1</sup> Sinds 1965 wordt in Nederland de melkproductie gecontroleerd op antropogene en natuurlijke radionucliden. Voor monitoring zijn radiocesium en radiostrontium op de lange termijn van belang gezien de halfwaardetijd van ongeveer 30 jaar. Radiocesium lijkt chemisch en biologisch sterk op kalium en heeft een biologische halfwaardetijd van rond de drie maanden<sup>2</sup>. Radiostrontium hoopt zich echter op in het botweefsel vanwege het identieke chemische en biologische gedrag aan calcium. Geïncorporeerd in het botweefsel is afgifte van radiostrontium marginaal en veroorzaakt het somatische stochastische effecten.<sup>1</sup>

Dit rapport beschrijft de resultaten van monitoring over de periode 2002-2007 en is uitgevoerd door de Nederlandse melkindustrie onder coördinatie en toezicht van het RIKILT en in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Het programma wordt uitgevoerd in het kader van de Europese verordening 2000/473/EURATOM "Aanbeveling van de Commissie van 8 juni 2000 inzake de toepassing van artikel 36 van het Euratom-Verdrag betreffende de controle van de omgevingsradioactiviteit ter beoordeling van de blootstelling van de bevolking (Kennisgeving geschied onder nummer C(2000) 1299)". Over de hele periode is het niveau van totaal radiocesium bepaald via lage resolutie gammaspectrometrie. In 2005 is er tevens specifiek gekeken naar radiostrontium ( $^{90}\text{Sr}$ ). Radiostrontium is gemeten via haar bèta-straling na ontsluiting. Het primordiaal gevormde  $^{40}\text{K}$  is in deze studie gebruikt als indicatie voor de juistheid en accuraatheid van de gamma-spectrometrische bepaling.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Bemonstering

Melkmonsters werden genomen uit de verzameltanks op de melkverwerkende fabrieken volgens NVN 5632.<sup>3</sup> De deelnemende zuivelfabrieken liggen verspreid over Nederland. Monsters voor gammaspectrometrie (1 liter) werden direct op de fabriek geanalyseerd. Monsters ten behoeve van de radiostrontiumbepaling werden naar het Laboratorium van het RIKILT in Wageningen verzonden. Deze monsters werden geconserveerd met formaline (2% in de melk).

### 2.2 Gamma-spectrometrie

Melkmonsters zijn geanalyseerd met behulp van lage resolutie gammaspectrometrie volgens NVN 5629.<sup>4</sup> De meetopstelling, opgesteld bij elke deelnemende melkverwerkende fabriek, is onderdeel van het Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel. De meetopstelling bestaat uit een thallium geactiveerd natrium-jodide kristal van  $\varnothing$  76.2 x 88 mm (3" NaI-detector). De meetopstelling wordt bediend via de bedieningssoftware FOODMON (Promis Holding BV, Amstelveen, Nederland).

Monsters van 1000 gram werden afgewogen in een marinellibeker en geanalyseerd op gamma-emitterende radionucliden. De verkregen spectra zijn via een automatische routine geanalyseerd conform NVN 5629<sup>5</sup> met hulp van het softwarepakket TMCA 2 (Target GmbH, Solingen, Germany).

Gedurende het monitoringprogramma zijn de instellingen betreffende meettijd en gebruikte achtergrondspectrum bijgesteld. In de eerste twee maanden van het programma (van juli 2002 tot en met september 2002) was de teltijd van de monsters slechts 15 minuten. Na deze opstartperiode is, om de precisie te verbeteren, de teltijd per monster verlengd tot 60 minuten. Dit bleek echter niet te voldoen aan de in EURATOM aanbeveling 2000/473 genoemde accuraatheid en precisie. Om de accuraatheid te verbeteren is er in de laatste periode (van maart 2006 tot en met juni 2007) een detectoreigen, plaatsgebonden achtergrondmeting van 240 minuten gebruikt, naast een teltijd van 60 minuten per monster.

Vanuit toezichthoudend oogpunt zijn er in 2005 op 28 melkmonsters in het laboratorium van RIKILT in Wageningen controle metingen uitgevoerd met behulp van hoge resolutie gammaspectrometrie volgens NEN 5623 en ANSI/IEEE Std 325-1996.<sup>5,6</sup> Metingen zijn verricht op P-type germanium-detectoren ("HPGe") met een efficiëntie van 40%. Kalibraties zijn uitgevoerd in een 1000 ml marinelli-beker met een NIST-traceerbare ijkbron (QCYK8163 met radionucliden <sup>241</sup>Am, <sup>109</sup>Cd, <sup>57</sup>Co, <sup>139</sup>Ce, <sup>103</sup>Hg, <sup>113</sup>Sn, <sup>85</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs, <sup>54</sup>Mn, <sup>60</sup>Co, <sup>65</sup>Zn en <sup>88</sup>Y; Isotrak, Canberra, Brussel, België). Ortec Gammavision is gebruikt om de verkregen spectra te analyseren.

### 2.3 Radiostrontium

In 2005 zijn er 26 melkmonsters additioneel geanalyseerd op radiostrontium. Radiostrontium is niet meetbaar met een meetopstelling zoals opgesteld bij de melkfabrieken, aangezien de bèta-straling door

de marinellibeker gestopt wordt. In dit monitoringsprogramma is alleen gekeken naar  $^{90}\text{Sr}$ . De radiochemische analyse is uitgevoerd volgens NVN 5637 met  $^{85}\text{Sr}$  (Isotrak, Canberra, Brussel, België) als merkstof.<sup>7</sup> In het kort houdt deze methode in dat het radiostrontium samen met calcium wordt neergeslagen met oxaalzuur, na eiwit afscheiding in zuur milieu. Calcium en strontium worden gescheiden door middel van selectieve neerslag van strontiumnitraat. Alle chemicaliën gebruikt voor deze scheiding waren van analytisch zuivere kwaliteit en betrokken van Merck (Merck KgaA, Darmstadt, Duitsland). Het precipitaat wordt vervolgens opgelost en gemengd met de Scintillatie telcocktail Ultima Gold AB (PerkinElmer, Groningen, Nederland). Om de nauwkeurigheid van de methode te verhogen is als signaal het gezamenlijke signaal van  $^{90}\text{Sr}$  en  $^{90}\text{Y}$  genomen. Metingen zijn verricht na een wachttijd van minimaal 15 dagen zodat beide isotopen in radiochemisch evenwicht zijn. Monsters zijn gemeten tegen een  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  NIST-traceerbare standaard (Isotrak, Canberra, Brussel, België) in een lage achtergronds bèta teller (Quantalus 1200, Wallac, PerkinElmer, Groningen, Nederland).

## 2.4 Accuraatheid, precisie en validatie van analyseresultaten.

De accuraatheid van de gammaspectrometrische bepalingen is bepaald aan de hand van het  $^{40}\text{K}$ -gehalte in melk. Melk bevat gemiddeld 1,5 g/L kalium, dat overeenkomt met 48 Bq/L  $^{40}\text{K}$ . Metingen werden afgekeurd indien het  $^{40}\text{K}$ -gehalte buiten de 80% en 120% grenzen (tussen de 38 en 58 Bq/L) van deze waarde viel.

Gerapporteerde activiteiten van  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  en  $^{60}\text{Co}$  zijn geëvalueerd tegen hun detectie- en kwantificeringslimiet. Buiten dat een signaal boven de achtergrondruis dient uit te komen (de detectiegrens) moet deze ook met een bepaalde nauwkeurigheid geïdentificeerd en gekwantificeerd kunnen worden. De detectiegrens is dan ook die grenswaarde waarboven de signalen met zekerheid geïdentificeerd kunnen worden afkomstig van een bepaald radionuclide. De aangehouden IUPAC definitie voor deze limiet is:

$$L_Q = k_Q \sigma_b \quad (1)$$

met  $L_Q$  de kwantificering limiet en  $k_Q$  is een vermenigvuldigingsfactor die overeenkomstig met IUPAC 18/83 een waarde 10 heeft en  $\sigma_b$  is de onzekerheid van de blanco bepaling als

$\sqrt{N_{\text{meetvenster}}(\text{achtergrond})}$ . Daarnaast zijn detectielimieten uitgerekend volgens IUPAC 18/83<sup>9</sup>

$$L_D = z_{1-\alpha} \sigma_b + z_{1-\beta} \sigma_b = 3,29 \sigma_b \quad (2)$$

$z_{1-\alpha}$  en  $z_{1-\beta}$  zijn de kritieke waarden voor een normale verdeling die overeenkomt met de kans op vals negatieve en vals positieve resultaten. In deze studie zijn deze kansen op 5% gezet, overeenkomstig met de algemene aannames in de analytische chemie.

Voor radiostrontium is een gelijksoortige benadering aangehouden, maar de onzekerheden in de chemische opbrengst zijn in de kwantificeringslimieten meegerekend.

## 3 Resultaten en discussie

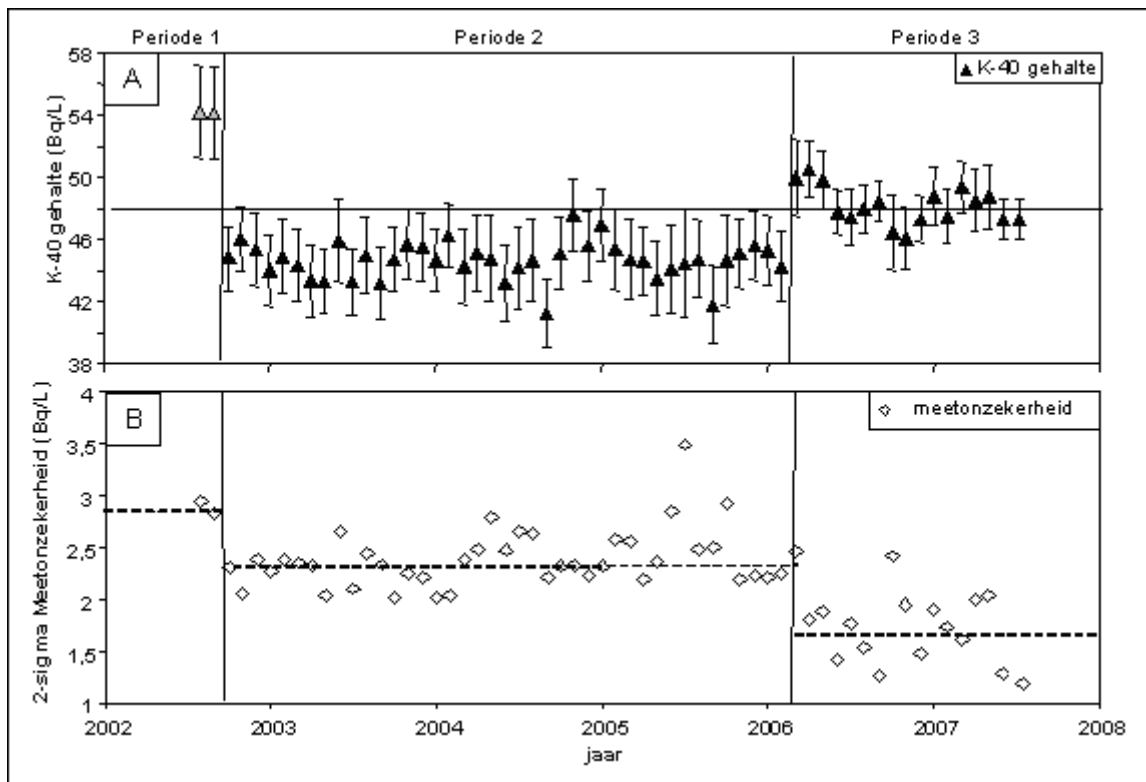
### 3.1 Bemonstering en kwaliteit van de gammaspectrometrische bepaling.

In totaal zijn 6242 monsters gemeten over de periode van 60 maanden (gemiddeld 104 monsters per maand). Grafiek 1 toont de gemeten maandgemiddelden over 2002-2007. In de eerste twee maanden (juli en augustus 2002) viel 85% van alle gemeten  $^{40}\text{K}$ -gehalten onder de rapportageliemiet van 51,4 Bq/L (zie tabel 1). Door de meettijd te verlengen is de precisie verbeterd (augustus 2003- februari 2006). Het gemiddeld gerapporteerde  $^{40}\text{K}$ -gehalte met een verlengde meettijd tot een uur is 45 (44-45) Bq/L, met een geëxpandeerde meetonzekerheid van 2,4 Bq/L en een systematische afwijking van -7%. Aanpassing van de achtergrondspectra in de laatste periode (na februari 2006) corrigeerde deze afwijkingen; het gemiddeld gerapporteerde  $^{40}\text{K}$ -gehalte was 48 (48-49) Bq/L, wat de streefwaarde is met een meetonzekerheid van 1,7 Bq/L. 15% van de monsters viel echter nog buiten de specificaties in de laatste 17 maanden. De variantie tussen de radioactiviteitsmonitoren daalde over de hele periode van 28% tot 18% als gevolg van de verbeterde precisie en accuraatheid.

De additioneel genomen monsters in 2005 bevestigde de theoretische streefwaarde van het  $^{40}\text{K}$ -gehalte. Het gemiddeld gemeten  $^{40}\text{K}$ -gehalte met hoge resolutie spectrometrie was  $48,6 \pm 3,2$  Bq/L, niet significant verschillend van de theoretische waarde van  $48 \pm 1,2$  Bq/L gebaseerd op analyses van stabiel kalium.

### 3.2 Gamma-emitterende radionucliden

In praktisch alle goedgekeurde metingen op basis van hun  $^{40}\text{K}$ -gehalte dat tussen 38 en 58 Bq/L lag, werd er geen  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  of  $^{60}\text{Co}$  aangetoond. Al deze activiteiten vielen onder de kwantificeringslimiet. De limieten staan vermeld in Tabel 1. Deze limieten liggen voor radiostrontium op een honderdste van de voedsel- en warennorm (370 Bq/L)<sup>10</sup> en minder dan een honderdste voor de geldende norm bij een nucleair calamiteit (1000 Bq/L), voor  $^{131}\text{I}$  op minder dan een honderdste van de geldende norm bij een nucleair calamiteit (500 Bq/L)<sup>11</sup>.



Figuur 1. Maandgemiddelden van het  $^{40}\text{K}$ -gehalte in melk, gebaseerd op 104 metingen per maand (paneel A) en de geassocieerde geëxpandeerde meetonzekerheid, weergegeven als balkjes in paneel A en als punten in paneel B. De doorgetrokken lijn in paneel A is de streefwaarde van 48 Bq/L, de gestippelde lijnen in paneel B is de gemiddelde onzekerheid over een periode. In periode 1 werd een meettijd van 15 minuten aangehouden met een achtergrondmeting van 60 minuten (gebruikt van juli 2002 t/m augustus 2002), in periode 2 is de meettijd per monster verlengd tot 60 minuten (gebruikt van september 2002 t/m februari 2006), in periode 3 is, naast een meettijd van 60 minuten per monster, een achtergrondmeting van 240 minuten gebruikt (van maart 2006 t/m juni 2007). Analyses die een  $^{40}\text{K}$ -gehalte buiten de 38 tot 58 Bq/L range rapporteerden zijn geclassificeerd als inaccuraat en niet in beschouwing genomen.

Tabel 1. Detectie(LOD) - en kwantificeringslimieten (LOQ) voor een lage resolutie NaI-radioactiviteitsmonitor bij verschillende gebruikte instellingen. Radiocesium is gedefinieerd als de som van  $^{134}\text{Cs}$  en  $^{137}\text{Cs}$ .

In periode 1 werd een meettijd van 15 minuten aangehouden met een achtergrondmeting van 60 minuten (gebruikt van juli 2002 t/m augustus 2002), in periode 2 is de meettijd per monster verlengd tot 60 minuten (gebruikt van september 2002 t/m februari 2006), in periode 3 is, naast een meettijd van 60 minuten per monster, een achtergrondmeting van 240 minuten gebruikt (van maart 2006 t/m juni 2007).

Radioisotoop	periode 1		periode 2		periode 3	
	juli/augustus 2002		september 2002 - februari 2006		maart 2006 - juni 2007	
	LOD (Bq/L)	LOQ (Bq/L)	LOD (Bq/L)	LOQ (Bq/L)	LOD (Bq/L)	LOQ (Bq/L)
$^{40}\text{K}$	16,9	51,4	10,7	32,5	8,5	25,7
$^{60}\text{Co}$	1,7	5,1	1,1	3,2	0,8	2,5
$^{131}\text{I}$	1,6	4,7	1,0	3,0	0,8	2,4
$^{134}\text{Cs}$	1,2	3,6	0,7	2,3	0,6	1,8
$^{137}\text{Cs}$	1,3	4,0	0,8	2,5	0,7	2,0
Radiocesium	2,5	7,6	1,6	4,8	1,2	3,8

In een klein aantal monsters (1,4%) werd een overschrijding van een of meerdere kwantificeringslimieten waargenomen, vnl. die van het kortlevende radioisotoop  $^{131}\text{I}$  werd overschreden. Deze overschrijdingen waren toe te schrijven aan de aanwezigheid van dochters uit de natuurlijke  $^{238}\text{U}$  en  $^{232}\text{Th}$  vervalseries die een storende invloed hebben op de bepaling van met name  $^{131}\text{I}$ , en in mindere mate op  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  en  $^{60}\text{Co}$ . Opvallend was dat bij 1 monitor in 53% van de gevallen deze nucliden aanwezig waren in het spectrum. Bij de overige meetstations trad dit effect veel minder op; in 0,7% bij metingen van 1 uur en een gemiddeld achtergrond spectrum. Nadat er een monitor specifieke achtergrond opgenomen was, daalde dit percentage tot 0,4%. Mogelijk is deze verhoging met natuurlijke radionucliden te wijten aan een opname van deze nucliden door de koe en overdracht naar de melk.  $^{238}\text{U}$  en  $^{232}\text{Th}$  en hun dochters komen van nature voor in klei en kleimineralen. De overdracht van voer naar melk is echter laag <sup>11</sup>.

### 3.3 Radiostrontium

Radiostrontium kon niet aangetoond worden in de bemonsterde partijen en vielen onder de kwantificeringslimiet van minder dan 195 mBq/L (26 tot 194 mBq/L). Deze kwantificeringslimiet is globaal een duizendste van de norm bij een nucleaire calamiteit (125 Bq/L).<sup>10</sup>

## 4 Conclusies

De conclusies van het afgelopen 5-jaren monitoringsprogramma voor radioactiviteit in melk zijn:

1. Het monitoringsprogramma voldoet aan de eisen gesteld in EURATOM aanbeveling 2000/473
2. De doorgevoerde (meet-technische) aanpassingen hebben geresulteerd in een accuraatheid van 99% tot 101% en een precisie van 3,5% voor  $^{40}\text{K}$
3. De kwantificeringslimieten zijn minimaal één honderdste van de gestelde normen voor radioactiviteit in voedsel (detectielimieten zijn nog een factor 3 lager)
4. Gemonitorde splijtings- en activeringsproducten ( $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  en  $^{90}\text{Sr}$ ) waren niet aantoonbaar in de bemonsterde melk.

---

1 TNO voeding. 1998. *Zo eet Nederland 1998*. TNO Voeding, Zeist

2 Coughtrey PJ, Thorne MC. 1983. Radionuclide distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems. A compendium of data, Volume 1. Balkema, Rotterdam.

3 Nederlands Normalisatie-instituut. 1991. *NVN 5632 Radioactiviteitsmetingen: Monsterneming van melk en vloeibare melkproducten*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft. 1<sup>ste</sup> druk.

4 Nederlands Normalisatie-instituut. 1993. *NVN 5629 Radioactiviteitsmetingen: Bepaling van de activiteit van eenvoudige mengsels gammastraling uitzendende nucliden in een telmonster door middel van lage resolutie gammaspectrometrie met een NaI(Tl)-detector*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft. 1<sup>ste</sup> druk.

5 Nederlands Normalisatie-instituut. 1991. *NEN 5623 Bepaling van de activiteit van eenvoudige mengsels gammastraling uitzendende nucliden in een telmonster met behulp van halfgeleider-gammaspectrometrie*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft. 1<sup>ste</sup> druk.

6 I.E.E.E. 1996. *IEEE standard test procedures for germanium gamma-ray detectors*.

7 Nederlands Normalisatie-instituut. 1996. *NVN 5637 Radioactiviteitsmetingen: Methoden voor de radiochemische bepaling van radioactief strontium*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft. 1<sup>ste</sup> druk.

8 Currie L.A. 1994. *Recommendations for nomenclature in evaluation of analytical methods*. Project 18/83, IUPAC

9 EURATOM. 1990. Council Regulation No 737/90 of 22 March 1990 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power-station.

10 EURATOM. 1987. Council Regulation (EURATOM) no 3954/87 laying down maximum permitted levels of radioactive contamination of foodstuffs and feedingstuffs following a nuclear accident or any other case of radiological emergency. 22 December 1987.

11 Coughtrey PJ, Jackson D, Jones CH, Thorne MC. 1985. Radionuclide distribution and transport in terrestrial and aquatic ecosystems. A compendium of data, Volume 6. Balkema, Rotterdam