

Projectnr.: 99998 0003

Commissies/ Werkgroepen

Rapport 90.59 December 1990

Resultaten van Landbouwkundig onderzoek
in de Sovjet Unie betreffende radioactieve
besmetting van landbouwgronden en
landbouwprodukten, i.v.m. het kernreactor-
ongeval te Tsjernobyl

dr W. G. de Ruig

Afdeling: Coördinatie Chemometrie

Goedgekeurd door dr F.A. Huf

Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT)
Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen
Postbus 230, 6700 AE Wageningen
Telefoon 08370-75400
Telex 75180 RIKIL
Telefax 08370-17717

Copyright 1990, Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten
Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding

VERZENDLIJST

INTERN:

directeur
sectorhoofden
coördinatie Chemometrie
programmabeheer en informatieverzorging (2x)
bibliotheek
circulatie

EXTERN:

Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Directie Wetenschap en Techniek
Directie Voedings- en Kwaliteitsaangelegenheden
Directie Ontwikkelingssamenwerking Landbouw/AMA
Bureau Coördinatie Civiele Verdediging
Rijksuniversiteit Utrecht, Dr J. van den Bout
Min. van Buitenlandse Zaken/DRW/WN, Mr drs J.W. Coert
Min. van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur/CVVC, Ing J.P.A. Grootens
Instituut Radiobiologie, Rijswijk, Dr G. Wagemaker
Agralin

ABSTRACT

Results of agricultural research in the Sovjet Union concerning radioactive contamination of agricultural areas and agricultural products related to the nuclear accident in Chernobyl

Report 90.59

December 1990

W.G. de Ruig

State Institute for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT)
PO Box 230, 6700 AE Wageningen, The Netherlands

From 1990-10-21 to 1990-11-01 a Netherlands fact finding mission on aid possibilities for people affected by the Chernobyl accident has visited the USSR. The Netherlands Government has positively reacted on a request from the USSR for such aid and the aim of the mission was to gather facts for a useful help program. To this end authorities in Moscow, but also in the contaminated regions in the RSFSR, BSSR and YkSSR were visited. Local people has been interviewed and food products have been sampled for radioactivity measuring in The Netherlands.

The mission was focussed on three items:

- medical aspects
- socio-psychological aspects
- agricultural/ food aspects.

In Obninsk, a research center on all aspects of radiology, the All-Union Scientific Research Institute of Agricultural Radiology is in charge of agricultural radiological research.

On request, the mission has received information about the situation concerning radioactive contamination of agricultural areas and products and about agricultural countermeasures. The information, in the format of a series of tables, is reported here.

From the All-Union Scientific Centre of Radiation Medicine in Kiev two maps were received, dealing with the milk contamination in YkSSR regions in relation to the soil contamination. These maps are presented as well.

()

()

INHOUD

SAMENVATTING	5
INLEIDING	7
1 GEGEVENS OVER BESMETTING VAN LANDBOUWGRONDEN EN LANDBOUWPRODUKTEN	8
2 Sr-90 EN Cs-137 BESMETTING IN BASISVOEDSELPRODUKTEN	10
3 EFFECT VAN TEGENMAATREGELEN	10
4 Cs-137 IN MELK IN RELATIE TOT DE BODEMBESMETTING	11
TABELLEN	13
KAARTEN	28

()

,

()

SAMENVATTING

Een Nederlandse 'fact finding' missie heeft van 1990-10-21 tot 1990-11-01 een bezoek gebracht aan de Sovjet Unie. De aanleiding van het bezoek was, dat Nederland positief heeft gereageerd op een verzoek van de USSR om humanitaire hulp bij de bestrijding van de gevolgen van het kernreactorongeval te Tsjernobyl. Het doel van de missie was, ter plaatse informatie in te winnen en zich op de hoogte te stellen, om tot een verantwoord hulpvoorstel te komen.

Tijdens het bezoek werd van Sovjet-functionarissen informatie verkregen over de verontreiniging van landbouwgronden en -produkten in de besmette gebieden in de Russische Federatie, Wit-Rusland en de Oekraïne ten gevolge van het reactorongeval, alsmede over onderzoek naar en uitvoering van tegenmaatregelen.

De informatie werd hoofdzakelijk ontvangen van het AI Unie

De gegevens werden voornamelijk verkregen van het AI-Unie Wetenschappelijk Onderzoeksinstituut voor Agrarische Radiologie (IAR). Dit betrof gegevens over besmetting van landbouwgronden en landbouwprodukten (zie Tabel 1.1 - 1.6), de strontium-90 en cesium-137 besmetting in basisvoedselprodukten (zie Tabel 2.1 - 2.7) en onderzoek naar de effecten van tegenmaatregelen (zie Tabel 3.1 - 3.9).

Van het AI-Unie Wetenschappelijk Centrum voor Radiogeneeskunde (AMS) te Kiev werd informatie verkregen over de melkbesmetting in een tweetal besmette gebieden in de Oekraïne in relatie tot de grondbesmetting (zie kaarten 1 en 2).

0

0

INLEIDING

Een Nederlandse 'fact finding' missie heeft van 1990-10-21 tot 1990-11-01 een bezoek gebracht aan de Sovjet Unie. De aanleiding van het bezoek was, dat Nederland positief heeft gereageerd op een verzoek van de USSR om humanitaire hulp bij de bestrijding van de gevolgen van het kernreactorongeval te Tsjernobyl. Het doel van de missie was, ter plaatse informatie in te winnen en zich op de hoogte te stellen, om tot een verantwoord hulpvoorstel te komen.

De hulp was gericht op drie aspecten:

- medisch aspect
- socio/psychologisch aspect
- landbouwkundig/ voedsel aspect.

De delegatie was als volgt samengesteld.

Dr J. van den Bout, Rijksuniversiteit Utrecht

Mr drs J.W. Coert, Min. van Buitenlandse Zaken/DRW/WN

Ing J.P.A. Grootens, Min. van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur/CVVC

Dr W.G. de Ruig, RIKILT

Dr G. Wagemaker, Instituut Radiobiologie, Rijswijk

Tijdens het bezoek werd van Sovjet-functionarissen informatie verkregen over de verontreiniging van landbouwgronden en -produkten in de besmette gebieden in de Russische Federatie, Wit-Rusland en de Oekraïne ten gevolge van het reactorongeval, alsmede over onderzoek naar en uitvoering van tegenmaatregelen.

De gegevens werden voornamelijk verkregen van het AI-Unie Wetenschappelijk Onderzoeksinstituut voor Agrarische Radiologie (IAR), en wel van prof. dr R.M. Aleksakhin, directeur van het instituut en dr A. Ratnikov, wetenschappelijk medewerker.

Van het AI-Unie Wetenschappelijk Centrum voor Radiogeneeskunde (AMS) te Kiev werd informatie verkregen over de melkbesmetting in een tweetal besmette gebieden in de Oekraïne in relatie tot de grondbesmetting.

De informatie van het IAR bestond uit drie series tabellen, in het Russisch. De eerste twee series zijn door mr drs J.W. Coert in het Nederlands vertaald, de derde serie werd door mevr. Irena en medewerkster, beide vertaalsters van het IAR, in het Engels vertaald.

De informatie van het AMS was in de vorm van een tweetal kaarten van gebieden in de zwaarst besmette oblast, gelegen in de Oekraïne, ten westen van Tsjernobyl.

1 GEGEVENS OVER BESMETTING VAN LANDBOUWGRONDEN EN LANDBOUWPRODUKTEN

Deze gegevens zijn vermeld in Tabel 1.1 tot 1.6.

Besmetting landbouwgronden

In Tabel 1.1 wordt een overzicht gegeven van de besmetting met radiocesium van landbouwgronden, onderverdeeld in de klassen 5-15, 15-40, 40-80 en >80 Ci/km² radiocesium. De gegevens in deze en de volgende tabellen is uitgesplitst over de drie getroffen Sovjetrepublieken: de Russische Federatie (RSFSR), de Oekraïne (OekSSR) en Wit-Rusland (BSSR); verder worden per republiek de gegevens van één of meer oblasten (soort provincies) vermeld. In totaal is een gebied van 1314,5 x 1000 ha vervuild in de orde van 4 - 80 Ci/km², waarvan in de Russische Federatie 374 000, in de Oekraïne 285 000 en in Wit-Rusland 655 000 ha. Hieruit blijkt, dat Wit-Rusland het zwaarst getroffen is. Dit feit heeft de missie ook uit andere bronnen opgemerkt; de hulpverlening is tot dusverre vooral op de Oekraïne gericht. Tsjernobyl ligt in de Oekraïne, vlak aan de grens met Wit-Rusland.

Er is in totaal 143 800 ha onttrokken aan landbouwbenutting.

Melk

Tabel 1.2 geeft de situatie van de melkbesmetting met radiocesium in de jaren 1986

(na de ramp) t/m 1989. Deze tabel heeft betrekking op de leveringen van 'produktie-combinaten' in de vermelde gebieden aan de Sovjet-inkoopbureaus. Als maximaal toelaatbaar niveau werd (waarschijnlijk) aangehouden de van de EEG overgenomen norm van 370 Bq/kg. Boven het toelaatbare niveau werd gevonden:

	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>
Russ. Federatie	19 %	18 %	17 %	13 %
Oekraïne	18	5	1,4	2,5
Wit-Rusland	56	19	12	4,3

Ook hieruit blijkt Wit-Rusland het zwaarst getroffen te zijn.

Volgens bij de tabel verkregen informatie, zijn de te hoog besmette partijen niet als zodanig in het verkeer gebracht, maar verwerkt, bij voorbeeld tot boter. Bij het bezoek aan een zuivelfabriek in Novozypkov bleek mij, dat men daar deze strategie inderdaad volgde.

Vlees

Voor de vleesproductie worden overeenkomstige gegevens vermeld in Tabel 1.3. De norm hierbij was weer de EEG norm: maximaal 600 Bq/kg. Boven de norm werd in de door de inkoopbureaus aangekochte productie gevonden:

	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>
Russ. Federatie	15 %	8 %	3 %	0,2 %
Oekraïne	2	0,08	0,007	0,01
Wit-Rusland	16	4,6	0,7	0,3

Het valt op, dat de percentages te hoog besmette produkten lager is dan voor melk het geval was, en bovendien sneller daalde. Dit laatste werd toegeschreven aan succesvolle tegenmaatregelen in de vorm van gebruik van van elders aangevoerd onbesmet voer.

Tegenmaatregelen

Tabel 1.4 geeft een overzicht van genomen tegenmaatregelen: bekalking, extra kunstmest, bewatering en wortelverbetering, alles in combinatie met verdiepte omploeging.

Besmetting landbouwprodukten

De tabellen 1.5 en 1.6 geven een overzicht van de besmetting van de belangrijkste landbouwprodukten: melk, vlees, granen, aardappelen en groenten in de Bryansk Oblast in de Russische Federatie en in drie oblasten in de Oekraïne.

2 Sr-90 EN Cs-137 BESMETTING IN BASISVOEDSELPRODUKTEN

In Tabel 2.1 en 2.2 worden minima en maxima voor de strontium-90 besmetting van een reeks landbouwprodukten gegeven, voor de jaren 1985 (dus vóór de Tsjernobyl-ramp), 1987, 1988 en 1989. Tabel 2.1 betreft de afzet en Tabel 2.2 de produktie. Het blijkt dat er bij de produktie maxima tot 1200 en 1600 pCi/kg voorgekomen zijn, bij de afzet was de hoogste waarde 350 pCi/kg.

De Tabellen 2.3 en 2.4 behelzen de overeenkomstige gegevens voor radiocesium. Hier werden voor de produktie maxima tot 800 tot 900 x 10⁻¹⁰ Ci/kg. Bij de afzet lag het maximum bij 170 x 10⁻¹⁰ Ci/kg.

Bovenstaande gegevens betreffen produkten die via het staatshandelsnet zijn verhandeld. Er zijn ook duizenden monsters basisvoedselprodukten uit de particuliere sector onderzocht. Hetzelfde geldt voor drinkwater. De resultaten zijn vermeld in Tabel 2.5, resp. 2.6. In deze tabellen wordt gesproken van 'tijdelijk toelaatbaar niveau' (TTN).

De waarden voor deze 'tijdelijk toelaatbare niveaus' voor totaal-β activiteit en voor radiocesium worden voor een reeks voedingsmiddelen gegeven in Tabel 2.7.

3 EFFECT VAN TEGENMAATREGELEN

Tijdens onze missie bleek, dat juist toen wij in Gomel, de hoofdstad van de Gomel Oblast in Wit-Rusland, waren, daar een IAEA 'Practical Seminar' aan de gang was over radioactiviteit en landbouw(maatregelen). Zie hiervoor RIKILT Rapport 90.57, blz. 28. Chairman was prof. dr R.M. Aleksakhin, directeur van het IAR. Tijdens dit congres hield dr A. Ratnikov, wetenschappelijk medewerker van dit instituut een voordracht over tegenmaatregelen in de landbouw. Hij was zo vriendelijk, de tabellen die hij gebruikt had, voor mij door twee vertaalsters van zijn instituut in het Engels te laten vertalen.

Deze tabellen worden als zodanig weergegeven in Tabel 3.1 tot 3.9.

Tabel 3.1 : de invloed van de grondsoort op de Cs-137 opname in gras.

Tabel 3.2 : enige resultaten van een modelproef over de beschikbaarheid van Cs.

Tabel 3.3 : de Cs-137 verdeling in het bodemprofiel van een drietal grondsoorten.

Tabel 3.4 : het Cs-137 gehalte in een reeks gewassen op verschillende grondsoorten.

Tabel 3.5 : Cs-137 besmetting van dierlijke produkten.

Tabel 3.6 : de biobeschikbaarheid van Cs-137 voor gewassen.

Tabel 3.7 en 3.8 : de invloed van toedienen van een absorbent aan dieren op het Cs-137 gehalte in koemelk en schapevlees.

Tabel 3.9 : de effectiviteit van tegenmaatregelen op de radiocesium-opname in gewassen.

4 Cs-137 IN MELK IN RELATIE TOT DE BODEMBESMETTING

In het AMS te Kiev werd mij een tweetal kaarten ter hand gesteld van twee districten, gelegen ten westen van Tsjernobyl. Op de kaarten staat aangegeven hoe groot de Cs-137 besmetting van de bodem ter plaatse was, in de vorm van steeds grotere rondjes. In de rondjes is aangegeven, hoe hoog de besmetting van de melk was: zwart = meer dan de toegelaten norm van 370 Bq/l, gearceerd = tussen 100 en 370 Bq/l en wit = minder dan 100 Bq/l. De verschillende percentages zijn eveneens in getalvorm vermeld.

Het ene kaartje (kaart 1) betreft het Narodichi-district, gelegen op 80 km afstand van Tsjernobyl. Het Zarechnoye district, waar kaart 2 betrekking op heeft, ligt op 300 km afstand. Daar was de bodembesmetting en ook de melkbesmetting duidelijk lager dan in het Narodichi-district. Het valt op, dat een gelijke bodembesmetting tot verschillen in de melkbesmetting kan leiden; dit werd toegeschreven aan verschil in grondsoort en is in overeenstemming met de bevindingen van het IAR, zoals vermeld onder 3.

DANKBETUIGING

Gaarne wil ik de mr drs J.W. Coert en de dames Irena en medewerkster, verbonden aan het IAR, dank zeggen voor het vertalen van de tabellen uit het Russisch.

Tabel 1.1. Voornaamste indicatoren van vervuiling van een gebied

Republiek, Oblast	Nuttig landbouwoppervlak, in 1000 ha												Onttrokken aan landbouwbenutting in 1000 ha
	Totaal				Akkerland				Weidegronden				
	5-15 Ci/km ²	15-40 Ci/km ²	40-80 Ci/km ²	>80 Ci/km ²	5-15 Ci/km ²	15-40 Ci/km ²	40-80 Ci/km ²	>80 Ci/km ²	5-15 Ci/km ²	15-40 Ci/km ²	40-80 Ci/km ²	>80 Ci/km ²	
<u>RSFSR (Russ. Fed.)</u>													
Bryansk Oblast	288,4	68,6	17,2	0,4	204,1	44,4	14,1	0,3	84,3	23,7	3,1	0,1	0,4
<u>OekSSR (Oekraïne)</u>	220,0	54,0	11,0	6,9	157,0	26,3	8,0	4,0	59,2	9,9	4,8	2,9	57,4
waarvan													
Kiev Oblast	120,0	37,0	9,0	6,0	107,0	23,0	7,3	3,6	9,2	7,8	4,1	2,4	57,4
Zjtomir Oblast	100,0	17,0	2,0	0,9	50,0	3,3	0,7	0,4	50,0	2,1	0,7	0,5	-
<u>BSSR (Wit-Rusland)</u>	411,0	216,0	28,3	4,4	256,1	125,7	16,3	2,4	156,2	87,8	12,1	2,0	86,0
waarvan													
Gomel Oblast	275,0	153,3	12,5	1,4	170,9	89,4	6,6	0,7	103,2	63,0	6,0	0,7	86,0
Mogiljov Oblast	136,0	62,7	15,8	3,0	85,2	36,3	9,7	1,7	53,0	24,8	6,1	1,3	-
Totaal	919,4	338,6	56,5	11,7	617,2	196,4	38,4	6,7	299,7	121,4	20,0	5,0	143,8

Totaal aan nuttig landbouwareaal, vervuild door radioactieve stoffen in de orde van 5 - 80 Ci/km² bedraagt

1314,5 x 1000 ha, waarvan in

RSFSR 374,2 x 1000 ha

OekSSR 285,0

BSSR 655,3

Tabel 1.2. Dynamiek van de melkproductie in de radioactief besmette zones, in 1000 ton

Republiek, Oblast	Mei - december 1986			1987			1988			1989 (11 mnd)		
	Aanvang aankopen	Boven toelaat- baar niveau	%	Aanvang aankopen	Boven toelaat- baar niveau	%	Aanvang aankopen	Boven toelaat- baar niveau	%	Aanvang aankopen	Boven toelaat- baar niveau	%
<u>RSFSR</u>												
Bryansk Oblast	403,0	79,8	19,3	536,1	96,8	18,0	565,0	95,0	16,8	562,1	71,9	12,8
<u>OekSSR</u>	2658,1	471,5	17,7	2808,2	141,2	5,0	1856,2	26,4	1,4	2770,6	70,4	2,5
waarvan												
Kiev Oblast	1200,9	327,8	27,3	1276,9	47,2	3,7	792,9	4,1	0,5	1099,3	5,5	0,5
Zjtomir Oblast	684,8	102,7	15,0	722,6	86,7	12,0	406,4	16,8	4,2	535,9	61,9	11,6
Tsjernogov Obl.	722,4	41,0	5,3	808,7	7,3	0,9	403,4	1,3	0,3	693,9	0,2	0,03
Rovensk Oblast	-	-	-	-	-	-	253,5	4,2	1,7	441,5	2,8	0,6
<u>BSSR</u>	1354,4	762,4	56,3	1672,8	317,3	18,9	1506,1	179,2	11,9	1544,0	66,1	4,3
waarvan												
Gomel Oblast	640,1	481,5	75,2	938,9	272,3	29,0	731,0	142,1	19,4	867,0	47,9	5,5
Mogiljov Obl.	714,3	280,9	39,3	733,8	62,7	8,6	775,1	37,1	4,7	677,0	18,2	2,7
Totaal	4415,5	1313,7	29,7	5017,1	555,3	11,0	3927,3	300,6	7,7	4876,7	208,4	4,3

Tabel 1.3. Dynamiek van de vleesproductie in de radioactief besmette zones, in 1000 ton

Republiek, Oblast	Mei - december 1986			1987			1988			1989 (11 mnd)		
	Aanvang aankopen	Boven toelaat- baar niveau	%	Aanvang aankopen	Boven toelaat- baar niveau	%	Aanvang aankopen	Boven toelaat- baar niveau	%	Aanvang aankopen	Boven toelaat- baar niveau	%
<u>RSFSR</u>												
Bryansk Oblast	35,6	5,4	15,2	69,4	5,7	8,2	49,7	1,5	3,0	137,2	0,3	0,21
<u>OekSSR</u> waarvan	399,0	7,3	1,8	424,3	0,4	0,08	282,8	0,022	0,007	551,0	0,063	0,01
Kiev Oblast	247,2	5,5	2,3	267,2	0,09	0,03	178,1	-	-	272,0	0,008	
Zjitomir Oblast	151,8	1,8	1,2	157,1	0,3	0,18	104,7	0,022	0,02	168,3	0,033	
Rovensk Oblast	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110,7	0,022	
<u>BSSR</u> waarvan	116,1	18,6	16,0	138,1	6,3	4,6	187,5	1,3	0,7	183,8	0,59	0,32
Gomel Oblast	57,3	15,3	26,7	57,7	5,7	9,9	97,3	1,1	1,2	94,6	0,56	
Mogiljov Obl.	58,8	3,3	5,5	80,4	0,6	0,8	90,2	0,2	0,19	89,2	0,03	
Totaal	550,7	31,3	5,7	631,8	12,4	2,0	520,0	2,8	0,55	872,0	0,953	0,11

In de periode 1986 tot 1987 aangekocht 2574,7 kton vlees,
waarvan boven de norm 47,453 kton (1,8%).

Tabel 1.4. Agrochemische landverbetering van de radioactief vervuilde gronden, 1000 ha

Republiek, Oblast	Bekalking			Inbreng van kunstmest			Bewatering natuurlijke weidegronden			Wortelverbetering van weidegronden		
	1986/ 1987	1988 plan	1988 feitelijk	1986/ 1987	1988 plan	1988 feitelijk	1986/ 1987	1988 plan	1988 feitelijk	1986 1987	1988 plan	1988 feitelijk
<u>RSFSR</u>												
Bryansk Oblast	127,8	50,9	56,6	293,2	135,7	110,0	6,7	4,5	9,3	8,7	10,0	12,0
<u>OekSSR</u>	57,2	59,1	35,2	38,8	54,7	43,5	16,0	5,4	8,8	16,0	45,3	42,7
waarvan												
Kiev Oblast	33,2	7,3	6,2	27,4	12,8	10,8	8,0	4,2	5,5			
Zjtomir Oblast	24,0	20,9	15,5	11,4	25,0	20,6	8,0	1,2	1,2			
Rovensk Oblast	-	30,9	13,5	-	16,9	12,1	-	-	2,1			
<u>BSSR</u>	214,3	20,8	40,2	216,3	248,5	249,0	33,8	54,6	53,3	32,8	57,3	60,7
waarvan												
Gomel Oblast	117,5	20,8	21,7	132,2	164,4	164,4	23,8	43,6	42,3	-	46,8	49,7
Mogiljov Oblast	96,8	-	18,5	84,1	84,1	84,6	10,0	11,0	11,0	-	10,5	11,0
Totaal	399,3	130,8	132,0	548,3	438,9	402,5	56,5	64,5	71,4	57,5	112,6	115,4

Op de gehele nuttige akkeroppervlakte heeft verdiepte omploeging plaats gevonden

Tabel 1.5. Gegevens over aankoop van landbouwprodukten van de radioactief vervuilde rayons in de Bryansk Oblast in 1989 (1000 ton)

	Melk (11 mnd)			Vlees (11 mnd)			Granen			Aardappelen			Groenten		
	Totaal	> Norm	%	Totaal	> Norm	%	Totaal	> Norm	%	Totaal	> Norm	%	Totaal	> Norm	%
6 rayons vervuild met radionucliden	152,9	71,9	47,0	35,1	0,34	1,0	50,9	1,1	2,1						
Oblast totaal	562,1	71,9	12,8	137,2	0,34	0,3	227,2	1,1	0,5	782,0	-	-	95,9	-	-

Op 1-12-1989 omvatte de rest van vlees met gehalte > norm 120,6 ton, waarvan vleescombinat Klinty 63,0 ton
 " Novozipkov 17,1 "
 " Bryansk 36,1 "
 vlees en gevogelte Bryansk 4,4 "

Tabel 1.6. Gegevens over de aankopen van landbouwprodukten in de radioactief besmette oblasten van de Oekraïense SSR in 1989 (1000 ton)

	Melk (11 mnd)			Vlees (11 mnd)			Granen			Aardappelen			Groenten		
	Totaal	> Norm	%	Totaal	> Norm	%	Totaal	> Norm	%	Totaal	> Norm	%	Totaal	> Norm	%
Kiev	1099	5,5	0,2	272	0,008	0,003	549	8,3	1,5	233,5	0,34	0,1	303,7	-	-
Zjtomir	535,9	61,9	11,6	168,3	0,033	0,02	259	1,5	0,6	354,0	7,3*	2,1	86,4	-	-
Rovno	441,5	2,8	0,6	110,7	0,022	0,02	157	0,19	0,1	199,6	-	-	67,6	-	-

Op 01-12-1989 bedroeg het deel van het vlees > norm 29,6 x 1000 ton waarvan 6,3 x 1000 ton in het rayon Ovrutsj
 1,0 x 1000 " " Naroditsji

Tabel 2.1 Vergelijkende karakteristiek van met strontium-90 besmette basisvoedselprodukten, die via het staatshandelsnet zijn afgezet in de Gomel Oblast
(Naar gegevens van de radiometrische onderzoeksmethoden)

Strontium-90 (E-12, Ci/kg)				
	1985	1987	1988	1989
Melk	4,5 - 21,5	12 - 68	20 - 68	12 - 72
Rundvlees	-	13 - 210	16 - 238	35 - 270
Varkensvlees	-	13 - 220	24 - 241	30 - 254
Aardappelen	2,7 - 17,1	10 - 160	13 - 163	12 - 166
Wortelen	18,1 - 31,9	21 - 66	12 - 113	34 - 85
Bieten	14,7 - 40,2	22 - 290	27 - 350	17 - 350
Kool	10,0 - 42,7	28 - 90	23 - 142	40 - 143
Roggebrood	6,8 - 13,8	33 - 71	27 - 120	29 - 127
Tarwebrood	5,9 - 13,0	23 - 29	7 - 30	14 - 29

Tabel 2.2 Vergelijkende karakteristiek van met strontium-90 besmette basisvoedselprodukten, die via het staatshandelsnet zijn geproduceerd in de Gomel Oblast
(Naar gegevens van de radiometrische onderzoeksmethoden)

Strontium-90 (E-12, Ci/kg)				
	1985	1987	1988	1989
Melk	4,5 - 21,5	12 - 560	20 - 300	12 - 72
Rundvlees	-	13 - 210	16 - 1200	35 - 270
Varkensvlees	-	13 - 760	24 - 1600	30 - 254
Aardappelen	2,7 - 17,1	10 - 1600	13 - 996	12 - 166
Wortelen	18,1 - 31,9	21 - 130	12 - 980	34 - 120
Bieten	14,7 - 40,2	22 - 680	27 - 350	17 - 350
Kool	10,0 - 42,7	28 - 410	23 - 340	40 - 143
Roggebrood	6,8 - 13,8	33 - 71	27 - 460	29 - 127
Tarwebrood	5,9 - 13,0	23 - 55	7 - 110	14 - 29

Tabel 2.3 Vergelijkende karakteristiek van met radiocesium besmette basisvoedselprodukten, die via het staatshandelsnet zijn afgezet in de Gomel Oblast
(Naar gegevens van de radiochemische en spectrometrische onderzoeksmethoden)

Cesium-137 + 134 (E-10, Ci/kg)				
	1985	1987	1988	1989
Melk	0,269 - 0,361	10 - 40	10 - 49	5 - 50
Rundvlees	1,05 - 2,77	21 - 170	24 - 170	10 - 170
Varkensvlees	-	26 - 90	29 - 105	10 - 112
Aardappelen	0,28 - 6,82	10 - 50	10 - 55	<10 - 68
Wortelen	0,52 - 3,319	12 - 15	10 - 15	< 5 - 10
Bieten	1,09 - 7,63	12 - 13	10 - 13	< 5 - 12
Kool	0,76 - 1,85	11 - 40	18 - 42	< 5 - 46
Roggebrood	0,30 - 1,25	23 - 26	9 - 28	< 10
Tarwebrood	0,40 - 0,78	5,7 - 12	7 - 15	< 10

Tabel 2.4. Vergelijkende karakteristiek van met radiocesium besmette basisvoedselprodukten, die via het staatshandelsnet zijn verwerkt in de Gomel Oblast
(Naar gegevens van de radiochemische en spectrometrische onderzoeksmethoden)

Cesium - 137 + 134 (E-10, Ci/kg)				
	1985	1987	1988	1989
Melk	0,27 - 0,361	11 - 960	10 - 840	5 - 50
Rundvlees	1,05 - 2,77	21 - 800	24 - 900	10 - 170
Varkensvlees	-	26 - 540	29 - 410	10 - 112
Aardappelen	0,28 - 6,82	10 - 260	10 - 740	<10 - 68
Wortelen	0,52 - 3,31	12 - 75	10 - 120	< 5 - 10
Bieten	1,09 - 7,63	12 - 120	10 - 130	< 5 - 12
Kool	0,76 - 1,85	11 - 74	18 - 56	<10 - 46
Roggebrood	0,30 - 1,25	23 - 50	9 - 46	<10
Tarwebrood	0,40 - 0,78	5,7 - 24	7 - 59	<10

Tabel 2.5. Resultaten van radiometrisch onderzoek van basisvoedselproducten in de particuliere sector van inwoners van de Gomel Oblast naar gegevens van de sanitair/epidemiologische diensten (duizend proefnemingen)

Jaar	Totaal aan voedselproducten			Waarvan											
	Totaal	Verhoogd % TTN		Melk Totaal	Verhoogd % TTN		Vlees Totaal	Verhoogd % TTN		Groenten Totaal	Verhoogd % TTN		Bessen Totaal	Verhoogd % TTN	
1986	384,7	49,0	12,7	15,1	6,0	39,0	37,5	5,6	15,1	272,8	2,7	1,0	54,5	14,8	27,1
1987	168,4	18,4	10,9	25,1	12,5	50,3	5,9	0,4	6,9	21,0	0,1	0,5	11,2	0,5	4,2
1988	125,5	16,6	13,2	32,3	11,7	36,2	3,3	0,4	11,9	15,2	0,2	1,4	3,8	0,3	8,9
1989	132,7	9,2	6,9	21,6	4,3	19,1	3,7	0,3	7,8	20,9	0,2	1,0	8,5	0,3	4,0
1990	64,9	2,6	4,0	18,1	1,5	8,4	2,6	0,1	2,9	7,8	0,03	0,3	0,7	0,01	1,2

(1.09)

N.B.: De bessen omvatten zowel bosbessen als tuinbessen, waardoor het percentage metingen met verhoogd TTN onbetekenend is
TTN = Tijdelijk Toelaatbaar Niveau

Tabel 2.6. Resultaten van radiologisch onderzoek van water in de Gomel Oblast, naar opgave van de sanitair-epidemiologische diensten

Jaar	Totaal	Verhoogd TTN	%
1986	84,5	7,2	8,5
1987	57,7	0,03	0,05
1988	26,2	0	0
1989	15,6	0	0
1990	6,2	0	0

Tabel 2.7. Vergelijkende karakteristiek van normatieven voor voedselproducten en water, die zijn ingesteld en functioneren i.v.m. de Tsjernobyl-ramp. Tijdelijk Toelaatbare Niveaus (TTN), Ci/kg of Ci/l

Nr	Naam van het product	TTN voor voedingsproducten, drinkwater en geneeskrachtige kruiden (totale β -activiteit) (vastgesteld 30.05.86)	TTN van totale gehalte van radionucliden Cs-134 en Cs-137 in voedingsproducten en water (vastgesteld 6.10.88)	Regionale KU's ingesteld voor de territoria van de Oblast in aug.1988 (voor het territorium van de BSSR)	RKU-90 gehalten aan radionucliden van Cs in voedingsproducten en water, Ci/kg
1	Drinkwater	1*E-8	5*E-10		5*E-10
2	Melk	1*E-8	1*E-8	5*E-9	5*E-9
3	Gecondenseerde melk	5*E-7	3*E-8		1*E-9
4	Melkpoeder	1*E-7	5*E-8		2*E-8
5	Kwark	1*E-7	1*E-8	5*E-9	1*E-8
6	Kaas	2*E-7	1*E-8		1*E-8
7	Roomboter	2*E-7	3*E-8		1*E-8
8	Zure room	1*E-7	1*E-8		5*E-9
9	Plantaard. vetten margarine	2*E-7	1*E-8		5*E-9
10	Vlees en vleesproducten	1*E-7		1*E-8	1,6*E-8
	Varkensvlees		5*E-8	1*E-8	1,6*E-8
	Rundvlees		8*E-8	1*E-8	1,6*E-8
11	Gevogelte	1*E-7	5*E-8	1*E-8	1,6*E-8
12	Eieren	5*E-8 Ci/stuk	5*E-8		1,6*E-8
13	Vis	1*E-7	5*E-8		1,6*E-8
14	Groenten	1*E-7	2*E-8		5*E-9
15	Kruiden	1*E-7	2*E-8		1,6*E-8
16	Aardappelen	1*E-7	2*E-8		1,6*E-8
17	Vruchten, bessen, gekookt	1*E-7	2*E-8		5*E-9
18	Idem, gedroogd	1*E-7	3*E-7		1*E-7
19	Sappen	1*E-7			1,6*E-8
20	Graanproducten	1*E-8	1*E-8		1*E-8
21	Brood en broodproducten	1*E-8	1*E-8		1*E-8
22	Suiker	5*E-8	1*E-8		1*E-8
23	Paddenstoelen	5*E-7			
	Idem, gekookt		5*E-8		1*E-8
	Idem, gedroogd		3*E-7		1*E-7
24	Geneeskrachtige kruiden	5*E-7			5*E-8

N. B. De EEG norm is voor melk en melkproducten: 370 Bq/kg = 1*E-8 Ci/kg
voor overige producten: 600 Bq/kg = 1,6*E-8 Ci/kg

Table 3.1. Influence of different soil types on Cs-137 uptake into grass (1 Ci/km²)

Soil type	Cs-137 content in grass	
	nCi/kg	Divisibility of accumulation relatively chernozem
Chernozem	0 - 2,8	1
Soddy-podzolic	2 - 3	10
Soddy-podzolic sandy-loam	5 - 7	23
Soddy-poorly-and soddy strongly-podzolic sandy	20 - 25	12
Soddy-podzolic gley sandy	23 - 26	90
Peat, bog, peat-gley, humus-peat-gley sandy	27 - 30	100

Table 3.2. Cs availability for agricultural plants

Soil type	Solvent	Cs-137, % from sum
Soddy-podzolic	1 N CH ₃ COONH ₄	22
	3 N HCl	15
	Strongly bound	63
Sandy-loam	1 N CH ₃ COONH ₄	25
	3 N HCl	22
	Strongly bound	53
Leached chernozem	1 N CH ₃ COONH ₄	7
	3 N HCl	12
	Stronly bound	81

Table 3.3. Cs-137 distribution along soil profile in agricultural lands

Agricultural lands	Sampling depth cm	Cs-137 content, % from sum	
		Spring 1987	Autumn 1989
Dry meadow	0 - 5	97,9	88,8
	5 - 10	1,6	8,2
	10 - 20	0,5	3,0
River plane	0 - 5	90,3	38,9
	5 - 10	8,0	38,7
	10 - 20	1,2	23,2
Tilled area	0 - 5	45,8	22,3
	5 - 10	17,5	19,5
	10 - 20	36,7	58,1

Table 3.4. Cs-137 content ($n \cdot 10^{-8}$ Ci/kg) in agricultural crops harvest in soil contamination density of 1 Ci/km²

Crops	Part of crop	Soddy-podzolic						Grey woodland soils		Chernozem	
		Sand and sandy-loam		Light and medium loam		Heavy loam		1	2	1	2
		1	2	1	2	1	2				
Winter rye	Grain	0,03	0,02	0,013	0,005	0,010	0,004	0,005		0,004	0,0025
	Straw	0,06	0,05	0,033	0,020	0,02	0,02	0,010*		0,008	0,006
Winter wheat	Grain	0,04*		0,06	0,025	0,055	0,02	0,005*		0,004	0,0025
	Straw	0,08*		0,12	0,05	0,07	0,05	0,010*		0,008	0,005
Oats	Grain	0,02	0,010	0,015	0,006	0,01	0,003	0,004	0,0025	0,004	0,0025
	Straw	0,05	0,030	0,04	0,02	0,03	0,012	0,02	0,01	0,02	0,010
Barley	Grain	0,02	0,015	0,01	0,004	0,005	0,002	0,005	0,003	0,005	0,002
	Straw	0,04	0,03	0,03	0,012	0,010	0,005	0,010	0,005	0,010	0,005
Oats-barley mixture, oats-lean mixture											
	Vegetative mass	0,10	0,048	0,06	0,02	0,06	0,02	0,005	0,002	0,005	0,002
Maize	"	0,02	0,007	0,02	0,005	0,02	0,003	0,005	0,003	0,005	0,002
Lupine		0,92	0,3	0,5	0,15	0,45	0,1	no data		absent	
Beat common and fodder (without rozette)											
	Root body	0,05	0,010	0,040	0,012	0,016	0,010	0,025	0,012	0,010	0,005
Potato	Tuber	0,015	0,005	0,015	0,004	0,015	0,005	0,015	0,008	0,010	0,005
Vegetables (tomatoes**, carrots, onion, marrow)											
		0,006	0,002	0,006	0,002	0,006	0,002	0,004	0,002	0,004	0,002
Natural hay-making lands and pastures											
	Hay	2,22	1,7	1,56	1,0	1,4	1,0	0,9	0,7	0,35	0,24
Perennial grasses (cereals and bean gr. stand)											
	Hay	0,6	0,1	0,3	0,05	0,1	0,07	0,1	0,06	0,1	0,06
Perennial grasses (clover)											
	Hay	0,3	0,2	0,2	0,15	0,15	0,10	0,1	0,07	0,1	0,07

Notes

* Literature data

** Vegetables washed from soil particles

Col 1 Harvesting according to common technologies

Col 2 Management with additional agr. amelioration measures

Table 3.5. Cs-137 contamination of animal products

Year	Milk purchases total in the region tons	Including more than derived intervention levels	%	Output of meat total in the region tons	Including more than derived intervention levels	%
May-Dec 1986	403026	91082	22,5	35456	5409	15,2
1987	536112	96781	18,0	64095	5705	8,9
1988	520434	95974	16,8	69234	1542	2,2
1989	591663	74781	12,6	69501	343	0,5

Table 3.6. Bioavailability of Cs-137 for agricultural crops

RSFSK Oblast	Point of sampling	Soil type	Solvents	Cs-137, fraction from total quantity
Kaluga	Khvastorichi district	Soddy-podz.	1 N CH ₃ COONH ₄	25
			3 N HCl	-
			remained in soil	75
	Klyanovski district	Ibid.	1 N CH ₃ COONH ₄	36
			3 N HCl	10
			remained in soil	54
	Zhizdra district	Ibid.	1 N CH ₃ COONH ₄	19
			3 N HCl	17
			remained in soil	64
Orlovskaya	Bolkhovski district	Grey woodland soil	1 N CH ₃ COONH ₄	33
			3 N HCl	4
			remained in soil	63
Tula	Shchekinski district	Chernozem leached	1 N CH ₃ COONH ₄	7
			3 N HCl	7
			remained in soil	86
	Plavski district	Chernozem leached	1 N CH ₃ COONH ₄	7
			3 N HCl	12
			remained in soil	81

Table 3.7. Influence of 'Bifezh' (sorberent) on Cs-137 content in cow's milk
n.10⁻⁸ Ci/l

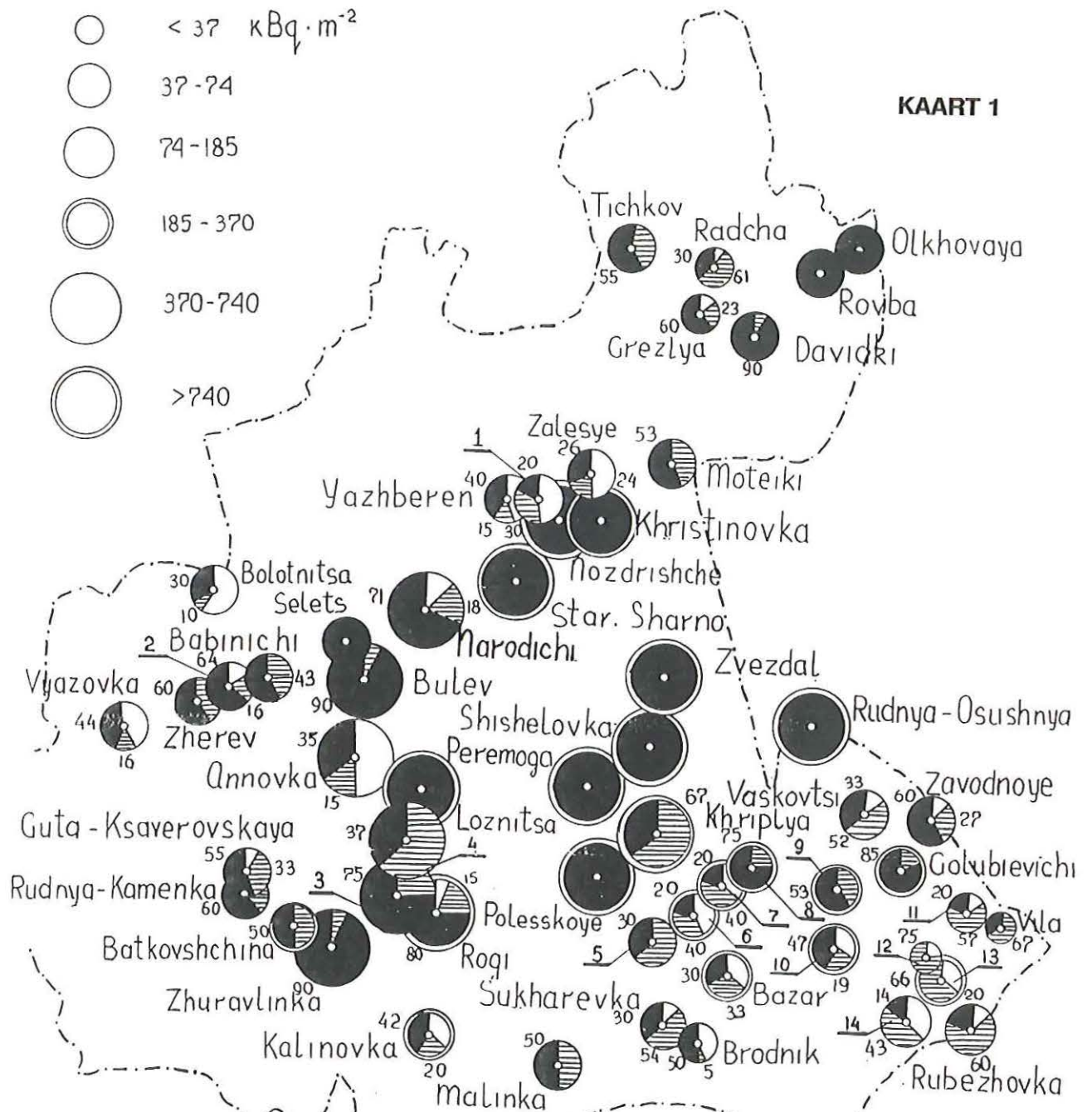
Characteristics of groups	Days of investigation							
	0	4	7	10	12	16	20	25
Control	0,34	0,68	1,1	1,3	0,54	0,33	0,31	0,29
'Bifezh' - 60,0	0,35	0,17	0,06	0,07	0,08	0,08	0,05	0,1
'Bifezh' -120.0	0,32	0,11	0,05	0,06	0,08	0,01	0,07	0,08

Table 3.8. Influence of 'Bifezh' on Cs-137 content in sheep meat and
organs
n.10⁻⁸ Ci/kg

Group of animals		Muscle	Liver	Heart	Kidney	Spleen	Lung
Control	15 s	7,4	10,2	7,1	12,5	10,3	6,1
Bifezh, 60 g	15 s	0,45	0,17	0,1	0,17	0,2	0,12
Bifezh, 30 g	15 s	0,54	0,24	0,15	0,43	0,3	0,2
Ferrozin, 3 g	15 s	0,7	0,32	0,2	0,52	0,3	0,1
Bifezh, 60 g	30 s	1,35	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3
Control	40 s	17,0	19,8	16,2	28,9	17,1	15,0

Table 3.9. Effectiveness of measures for decreasing radiocesium uptake to crop products

Soil type	Measures	Cs-137 uptake divisibility
Soddy-pozolic	Deepened plowing (18 cm) with flag turnover + PK + lime	10
Grey woodland soil	Deepened ploughing with flag turnover	10
Soddy-pozolic	Liming	2
	N for optimal yield + PK	3
Grey woodland soil	Organic fertilizer ≥ 40 ton/ha	2
	Zeolite 10 ton/ha	1,5 - 2,0
	Claying of soils having light chanical structure	3
	Combination of all the measures	4 - 5
Soddy-pozolic	Selection of crop types and varieties	2 - 7
Chermozem		2 - 10
Soddy-pozolic	Radical reclamation: Re-plowing with complete turnover of flag (30 - 35 cm)	10
	Re-plowing without complete turnover of flag (18 - 20 cm)	2,8



Cs-137 gehalte in de melk

zwart	> 370 Bq/l
gestreept	100 - 370 Bq/l
wit	< 100 Bq/l

