

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
BILTHOVEN

Rapport nr. 388502 001

Het gehalte aan cadmium, lood, koper, mangaan en
zink in sla, spinazie en andijvie uit de kas en
van de volle grond.

G. Ellen, K. Tolsma, J.W. van Loon

augustus 1988

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van de Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Levensmiddelen en de Keuring van Waren en is beschreven in projectbeschrijving 388502. Per 1 januari 1988 is project 388502 ondergebracht in het raamproject 388801 "Mens en Voeding II".

VERZENDLIJST BIJ RAPPORT NR. 388502 001

- 1- 5 Hoofdinspecteur van de Volksgezondheid voor de Levensmiddelen en de Keuring van Waren
- 6 Secretaris-Generaal van het Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur
- 7 Directeur-Generaal van de Volksgezondheid
- 8 De plv. Directeur-Generaal van de Volksgezondheid, tevens de Hoofddirecteur Financiering en Planning
- 9 De Hoofddirecteur van de Gezondheidsbescherming
- 10 De Hoofddirecteur van de Gezondheidszorg
- 11 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Alkmaar
- 12 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Goes
- 13 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied 's-Gravenhage
- 14 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Utrecht
- 15 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Haarlem
- 16 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Friesland
- 17 Redactie van de Ware(n) Chemicus
- 18 Directie van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene
- 19 Dr.R. Kroes
- 20 Drs.C.A. van der Heijden
- 21 Dr.H.A. van 't Klooster
- 22 Dr.R.W. Stephany
- 23 Ir.H.P. van Egmond, Dr.L.A. van Ginkel, Dr.G. de Groot, Dr.R.C. Schothorst, Dr.H.A.M.G. Vaessen
- 24-26 Auteurs
- 27-28 Bureau projecten- en rapportenregistratie
- 29-40 Reserve-exemplaren

INHOUDSOPGAVE RAPPORT NR. 388502 001

	blz.
VERZENDLIJST	ii
INHOUDSOPGAVE	iii
SUMMARY	iv
SAMENVATTING	vi
1. INLEIDING	1
2. MATERIAAL EN METHODEN	2
2.1. Monsters voor onderzoek	2
2.2. Analysemethoden	2
3. RESULTATEN EN DISCUSSIE	5
3.1. Kwaliteitsbewaking analyseresultaten	5
3.2. Elementgehalten in de onderzochte produkten	7
4. CONCLUSIES	16
LITERATUUR	17
TABELLEN 7 T/M 12	18
DIAGRAMMEN	24-28

RIVM, National Institute of Public Health and Environmental Protection

Report nr. 388502 001

Contents of cadmium, lead, copper, manganese and zinc in open-grown lettuce, spinach and endive as well as grown under glass

G. Ellen. K. Tolsma, J.W. van Loon

August 1988

SUMMARY

A total of 41 samples lettuce, 38 samples spinach and 41 samples endive, 50% open-grown and 50% grown under glass have been analyzed for the elements cadmium, lead, copper, manganese and zinc. Lead and cadmium have been determined by dry ashing followed by extraction and measuring with flame AAS. Copper, manganese and zinc have been measured by flame AAS after bomb digestion. The analytical quality was checked by means of blanc experiments, recovery experiments and determinations in duplicate. In addition, 20% of the samples have been analyzed for cadmium and lead with an alternative method, flameless AAS with Zeeman background correction. The mean contents, expressed as mg/kg fresh product of all samples for each kind of vegetable were as follows: **cadmium** in lettuce, spinach and endive 0,012, 0,027 and 0,024, respectively; **lead** in lettuce, spinach and endive 0,013, 0,039 and 0,017, respectively; **copper** in lettuce, spinach and endive 0,70, 0,81 and 0,61 respectively; **manganese** in lettuce, spinach and endive 1,06, 2,29 and 1,18 respectively; **zinc** in lettuce, spinach and endive 2,65, 6,11 and 2,85 respectively. If the element contents are expressed on a dry weight basis then mean or median values for cadmium in spinach and endive, copper in lettuce and endive and manganese in lettuce are about 1,5 to 3 times higher for the products grown under glass than for the open-grown products. For the remaining element/product combinations there is no distinct difference between products grown under glass and open-grown products. None of the 120 samples analyzed exceeded the legal limits set for cadmium and lead in leafy vegetables. An average portion of spinach with a mean cadmium content contains about 20% of the maximal daily

tolerable amount of cadmium; for endive this figure is 8-10%, and for lettuce about 2%. Normal portions of any of the three vegetables contain less than 5% of the maximal daily tolerable amount of lead. A standard portion of spinach accounts for 10-20% of the recommended daily amount of copper; for manganese and zinc these figures are 25-65% and 23% respectively. A standard portion of endive contains 5-10% of the daily recommended amount of copper, 8-20% for manganese and 8% for zinc. Of all three elements an average daily portion of lettuce accounts for less than 5% of the recommended daily allowances.

RIVM, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene

Rapportnr. 388502 001

Het gehalte aan cadmium, lood, koper, mangaan en zink in sla, spinazie en andijvie uit de kas en van de volle grond

G. Ellen, K. Tolsma, J.W. van Loon

augustus 1988

SAMENVATTING

In totaal 41 monsters sla, 38 monsters spinazie en 41 monsters andijvie, waarvan 50% van de volle grond en 50% uit de kas, zijn geanalyseerd op gehalten aan de elementen cadmium, lood, koper, mangaan en zink. Lood en cadmium zijn bepaald via droge verassing, gevolgd door extractie en meting met vlam-AAS. Koper, mangaan en zink zijn gemeten met vlam-AAS na destructie in een drukvat. De kwaliteit van de analyses werd bewaakt door het uitvoeren van blanco experimenten, opbrengst experimenten en duplo-bepalingen. Bovendien werd 20% van de monsters op cadmium en lood geanalyseerd via een alternatieve methode, nl. grafietoven-AAS met Zeeman achtergrond correctie. De gemiddelde gehalten, uitgedrukt in mg/kg vers produkt van alle monsters per groentesoort waren: **cadmium** in sla 0,012, in spinazie 0,027 en in andijvie 0,024; **lood** in sla 0,013, in spinazie 0,039 en in andijvie 0,017; **koper** in sla 0,70, in spinazie 0,81 en in andijvie 0,61; **mangaan** in sla 1,06, in spinazie 2,29 en in andijvie 1,18; **zink** in sla 2,65, in spinazie 6,11 en in andijvie 2,85. Indien de elementgehalten worden uitgedrukt op de droge stof, dan is bij cadmium in spinazie, cadmium in andijvie, koper in sla, koper in andijvie en mangaan in sla het gemiddelde of mediane gehalte in de kasprodukten ca. 1,5 tot 3 keer zo hoog als in de produkten van de volle grond. Bij de overige element/produkt combinaties bestaat er geen duidelijk verschil tussen kasgroenten en groenten van de volle grond.

De van kracht zijnde wettelijke normen voor cadmium en lood in bladgroenten werden door geen van de 120 monsters overschreden. Een portie spinazie van gemiddelde grootte en met een gemiddeld gehalte bevat ca. 20% van de

maximaal toelaatbare dagelijkse dosis cadmium; een gemiddelde portie andijvie bevat 8-10% van de dagelijkse maximaal toelaatbare hoeveelheid cadmium, voor sla is deze bijdrage ca. 2%. De bijdrage aan de toelaatbare dagelijkse belasting met lood is bij normale porties voor alle drie groenten minder dan 5%. Een standaardportie spinazie bevat 10-20% van de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid koper; voor mangaan en zink is dit resp. 25-65% en 23%. Een portie andijvie levert 5-10% van de benodigde hoeveelheid koper, 8-20% voor mangaan en 8% voor zink. Sla levert voor alle drie de elementen 5% of minder van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheden.

1. INLEIDING

✓ In het kader van het surveillance programma "Mens en Voeding" analyseerde het ^{voorwaarts}laboratorium voor Chemisch Levensmiddelenonderzoek (LCL0) van het RIVM in 1979/1980 een aantal verschillende soorten groenten op gehalten aan zware metalen. Doel van het onderzoek was na te gaan in welke mate groenten bijdragen aan de belasting met zware metalen van de mens. Van sla werden monsters afkomstig van kasteelt en van volle grondteelt (project 647906) geanalyseerd. Daarbij bleek dat de gehalten aan cadmium, lood en mangaan van kassla ongeveer het dubbele bedroegen van die in sla van de volle grond. Informatie bij het RIKILT te Wageningen en het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren leverde op dat deze instituten geen onderzoek hebben verricht dat zich speciaal richtte op de vraag of er een verschil bestaat in gehalten aan zware metalen tussen kasgroenten en groenten van de volle grond. Tijdens het overleg over de voortzetting van het surveillance programma Mens en Voeding in 1985 werd vastgesteld dat het wenselijk was om hernieuwd onderzoek te doen naar de gehalten van een aantal zware metalen in bladgroenten en tevens werd afgesproken dat daarbij zowel kasgroenten als groenten van de volle grond zouden worden geanalyseerd, teneinde na te gaan of het in 1979 bij sla gesignaleerde verschijnsel zich nog steeds voordoet, en of dit eventueel ook voorkomt bij andere groenten/element combinaties. Besloten werd om ca. 20 monsters sla, andijvie en spinazie zowel uit de kas als van de volle grond (totaal dus ca. 120 monsters) te analyseren op gehalten aan de elementen cadmium, lood, koper, mangaan en zink. Dit rapport beschrijft de resultaten van dit onderzoek.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1. Monsters voor onderzoek

Voor het trekken van de monsters werd de medewerking gevraagd van de Rijkskeuringsdiensten van Waren te Alkmaar, s'-Gravenhage en Utrecht. Aan de Keuringsdiensten werd verzocht de monsters te trekken direct bij de kwekers of op de veiling en er daarbij zorg voor te dragen dat de monsters van eenzelfde groentesoort van verschillende kwekers afkomstig waren. De monsters kasgroenten zijn getrokken in de tweede helft van april 1986. Hiervan werden de volgende monsteraantallen verkregen: kassla, 21; kasspinazie, 21; kasandijvie, 21. De bemonstering van groenten van de volle grond vond plaats in de eerste helft van september 1986. Daarvan werden de navolgende aantallen monsters verkregen: sla, 20; spinazie, 17; andijvie, 20. Voor nadere gegevens betreffende de monsters bladgroenten wordt verwezen naar de tabellen 7 t/m 12 achter in dit rapport.

2.2. Analysemethoden

Voorbewerking

Meteen na ontvangst werden de monsters op huishoudelijke wijze schoongemaakt, d.w.z. ontdaan van oneetbare delen en gewassen met leidingwater waarna het aanhangende water zo goed mogelijk werd verwijderd met behulp van een plastic groentecentrifuge. Vervolgens werd het materiaal in kleine stukjes gesneden en in plastic manden gevriesdroogd. Door middel van wegen voor en na vriesdrogen werd van alle monsters het gehalte aan droge stof bepaald. Het gevriesdroogde materiaal werd met een Moulinette keukenmolen fijngemalen en het aldus verkregen homogene poeder werd in goed gesloten plastic potten met schroefdeksel bewaard bij -20°C tot het tijdstip van analyse.

Het bepalen van cadmium en lood

De bepalingen van deze twee elementen zijn uitgevoerd met een methode gebaseerd op droge verassing, gevolgd door extractie van cadmium en lood

met een natriumdiethyldithiocarbamaatoplossing en meting met vlam atomaire-absorptiespectrometrie. De werkwijze, die uitvoerig is beschreven in SOP nr. ARO/002 is globaal als volgt: Ca. 3 gram van het gevriesdroogde produkt wordt in een kwarts kroes met zwavelzuur op een kookplaat voorverast. Het residu wordt daarna in een temperatuurgeprogrammeerde moffeloven verast bij een maximale temperatuur van 500°C . Indien de verkregen as niet koolstofvrij is, wordt behandeld met salpeterzuur en nogmaals verast bij 500°C . De verkregen as wordt opgelost in zoutzuur en na toevoegen van natriumcitraat wordt met ammonia de pH op 4,0 gebracht. Cadmium en lood worden als natriumdiethyldithiocarbamaatcomplexen geëxtraheerd met methylisobutylketon. Vervolgens worden cadmium en lood teruggeëxtraheerd in verdund salpeterzuur. In deze oplossing worden de twee elementen gemeten met vlam atomaire-absorptiespectrometrie (lucht-acetylenevlam), bij een golflengte van 228,8 nm voor cadmium en 283,3 nm voor lood. Kwantificering geschiedt aan de hand van ijklijnen, verkregen door het meten van verdunde waterige standaardoplossingen van cadmium en lood. De bepaalbaarheidsgrenzen voor cadmium en lood, uitgedrukt als gehalten in de verse waar zijn afhankelijk van de droge stof gehalten. De gehalten aan droge stof van de bladgroenten waren globaal 5%. De grens van bepaalbaarheid voor cadmium, respectievelijk lood is 0,003 en 0,01 mg/kg verse waar. Ter controle van de analyse uitkomsten is een aantal monsters in duplo geanalyseerd en zijn opbrengstexperimenten verricht. Bovendien zijn van alle produkten 4 monsters met een alternatieve methode geanalyseerd, namelijk ontsluiting in een drukvat met salpeterzuur of droge verassing, gevolgd door meting met grafietoven atomaire-absorptiespectrometrie met Zeeman achtergrondcorrectie. Deze methoden zijn uitvoerig beschreven in (1) en in SOP nr. ARO/040 en 047. De resultaten van de analytische kwaliteitsbewakingsexperimenten zijn vermeld in 3.1.

Het bepalen van koper, mangaan en zink

Deze drie elementen werden bepaald in één destruaat verkregen via ontsluiting met salpeterzuur in een drukvat. De uiteindelijke metingen werden verricht met vlam atomaire-absorptiespectrometrie (vlam-AAS). De methode is uitvoerig beschreven in SOP nr. ARO/001. Beknopt weergegeven verloopt de procedure als volgt: Van het gevriesdroogde materiaal wordt 200 mg gedurende 3 uur bij 150°C gedestruëerd in een teflon drukvat met 3 ml

geconcentreerd salpeterzuur. Het destruaat wordt verdund met water en in de aldus verkregen oplossing wordt het gehalte aan koper, mangaan en zink gemeten met AAS in een lucht-acetylenevlam bij resp. 324,8; 279,5 en 213,9 nm. Bij de metingen wordt achtergrondcorrectie toegepast. De bepaalbaarheidsgrens is voor alle 3 genoemde elementen 0,1 mg/kg verse waar voor de bladgroenten. Evenals bij de elementen cadmium en lood werden analyseresultaten voor koper, mangaan en zink gecontroleerd door het uitvoeren van duplo-analyses en opbrengstexperimenten. De resultaten hiervan zijn vermeld in 3.1.

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1. Kwaliteitsbewaking analyseresultaten

Duplobepalingen

Van alle soorten monsters werd een aantal in duplo geanalyseerd; de bewuste monsters werden willekeurig genomen en niet speciaal geselecteerd op bijv. hoge of lage gehalten. In tabel 1 zijn de resultaten van deze duplobepalingen samengevat. Bij deze resultaten moet de kanttekening worden gemaakt dat de grootste verschillen in het algemeen zijn gevonden bij monsters waarvan het gehalte voor het betreffende element niet veel hoger was dan de grens van bepaalbaarheid. Gemiddeld zijn de verschillen tussen de duplo's als normaal te beschouwen voor de gemeten elementen bij de gehalte niveau's in de onderzochte produkten.

Tabel 1. Resultaten van duplo-bepalingen, weergegeven als procentuele verschillen tussen duplo-uitkomsten, gedefinieerd als (hoogste waarde min laagste waarde) gedeeld door hoogste waarde maal 100%; gemiddelde en hoogste/laagste procentueel verschil vermeld.

<u>Aantal duplo- bepalingen</u>		<u>procentueel verschil tussen duplo's</u>		
		<u>gemiddelde</u>	<u>laagste</u>	<u>hoogste waarde</u>
Cadmium	8	11	3	20
Lood	8	1,6	0	6
Koper	9	6,3	0	17
Mangaan	9	2,9	0	8
zink	9	2,7	1	7

Opbrengstexperimenten

Voor alle typen onderzochte produkten zijn voor elk te bepalen element opbrengstexperimenten uitgevoerd. Daarbij werd van het te bepalen element een zodanige hoeveelheid aan de analyseportie toegevoegd dat het oorspronkelijke, eigen gehalte van het monster ongeveer verdubbeld werd. De resultaten van de opbrengst experimenten zijn samengevat in tabel 2. Voor alle elementen zijn de resultaten van de opbrengstexperimenten zonder meer bevredigend te noemen; in geen enkel geval wijkt de gemiddelde opbrengst meer dan 5% van de 100% af.

Tabel 2. Resultaten van opbrengstexperimenten, weergegeven als percentage van de toegevoegde hoeveelheid analyt dat bij analyse is teruggevonden; gemiddelde en laagste/hogste opbrengstpercentage per element.

	Aantal experimenten	<u>opbrengstpercentage</u>		
		gemiddelde	laagste	hoogste
Cadmium	11	96	94	100
Lood	11	99	94	109
Koper	11	101	93	111
Mangaan	11	101	96	106
Zink	11	104	92	109

Bepalingen van cadmium en lood met Zeeman-AAS

Ter controle op de met vlam-AAS gemeten gehalten voor cadmium en lood zijn van alle soorten monsters vier stuks eveneens geanalyseerd met de methode droge verassing/drukvatontsluiting en grafietoven-AAS met Zeeman achtergrondcorrectie. In totaal betreft dit 24 monsters. De resultaten van deze analyses, in vergelijking met die verkregen met de gebruikelijke methode (=vlam-AAS) zijn samengevat in tabel 3. Uit de gegevens in tabel 3

Tabel 3. Vergelijking van de analyseresultaten voor cadmium en lood, verkregen voor 24 monsters met drukvatontsluiting/grafietoven-Zeeman-AAS, droge verassing/grafietoven-Zeeman-AAS en droge verassing/extractie/vlam-AAS; gehalten in $\mu\text{g/kg}$ vers produkt.

	Cadmium ($\mu\text{g/kg}$)		Lood ($\mu\text{g/kg}$)	
	gemiddeld	bereik	gemiddeld	bereik
Drukvat/Zeeman-AAS	21	5-57	29	6-197
Verassing/Zeeman-AAS	22	7-59	-	-
Verassing/extractie/vlam AAS	20	5-55	28	<10-210

- analyses niet gedaan met betreffende methode.

blijkt dat:

- de resultaten verkregen met de twee Zeeman-AAS methoden voor beide elementen onderling zeer goed overeenstemmen (vgl. Lit. 1) en
- de resultaten verkregen met de voor het merendeel der monsters in dit onderzoek toegepaste methode (droge verassing/extractie/vlam-AAS) voor beide elementen zeer goed overeenstemmen met die verkregen met de ter controle toegepaste methoden.

3.2. Elementgehalten in de onderzochte produkten

In tabel 4 zijn de verkregen analyseresultaten voor de 3 soorten onderzochte bladgroenten samengevat. De gehalten gemeten in alle individuele monsters zijn vermeld in de tabellen 7 t/m 12 achter in dit rapport.

Tabel 4. Samenvatting van de gemeten gehalten aan cadmium, lood, koper, mangaan en zink in sla, spinazie en andijvie; vermeld zijn gemiddelde, mediaan, laagste en hoogste gehalte, in mg/kg vers produkt.

	Sla		Spinazie		andijvie	
	kas (N=21)	volle grond (N=20)	Kas (=21)	volle grond (N=17)	Kas (N=21)	volle grond (N=20)
Cadmium						
gemiddelde	0,012	0,011	0,032	0,021	0,024	0,024
mediaan	0,011	0,010	0,037	0,022	0,016	0,018
laagste waarde	0,007	0,004	0,011	0,005	0,009	0,006
hoogste waarde	0,028	0,020	0,062	0,046	0,069	0,068
Lood						
gemiddelde	0,013 ^{a)}	0,012 ^{b)}	0,030	0,051	0,014 ^{c)}	0,021 ^{d)}
mediaan	<0,01	0,011	0,027	0,033	0,011	0,020
laagste waarde	<0,01	<0,01	0,011	0,015	<0,01	<0,01
hoogste waarde	0,047	0,016	0,072	0,210	0,040	0,036
Koper						
gemiddelde	0,99	0,40	0,72	0,92	0,69	0,52
mediaan	0,95	0,37	0,70	0,76	0,67	0,50
laagste waarde	0,48	0,23	0,40	0,38	0,39	0,30
hoogste waarde	1,59	0,60	1,14	2,27	1,08	0,87
Mangaan						
gemiddelde	1,18	0,88	1,42	3,36	0,90	1,47
mediaan	0,90	0,63	1,36	1,48	0,85	0,98
laagste waarde	0,63	0,42	0,49	0,77	0,50	0,66
hoogste waarde	5,22	2,81	2,57	25,0	1,47	4,71
Zink						
gemiddelde	2,84	2,46	6,09	6,14	2,47	3,24
mediaan	2,82	2,49	5,63	4,90	2,06	3,16
laagste waarde	2,07	1,20	1,93	1,89	1,17	1,38
hoogste waarde	4,34	4,26	11,5	11,2	5,05	5,78

a), b), c), d) bij het berekenen van het gemiddelde zijn de resp. 12, 9, 10 en 1 waarden lager dan de bepaalbaarheidsgrens beschouwd als zijnde daaraan gelijk.

Alvorens nader in te gaan op de gegevens in tabel 4, moet nog worden vermeld dat bij bladgroenten grote verschillen kunnen voorkomen in gehalten aan droge stof tussen produkten van de volle grond en kasprodukten. Zo komen bij kassla droge stof gehalten van ca. 3% voor, terwijl dit bij volle grond sla tot 7% kan zijn (Dr.W. van Driel, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren, persoonlijke mededeling). In ons onderzoek zijn tevens de gehalten aan droge stof bepaald van alle monsters bladgroenten. Dat leverde de volgende resultaten op:

<u>produkt</u>	<u>Droge stof gehalte in gew. %</u>	
	gemiddelde	laagste-hoogste waarde
Sla (kas)	4,0	3,4 - 5,0
Sla (volle grond)	4,2	3,9 - 4,8
Spinazie (kas)	4,8	3,0 - 6,4
Spinazie (volle grond)	5,5	4,6 - 7,6
Andijvie (kas)	4,2	3,6 - 5,2
Andijvie (volle grond)	6,0	4,4 - 9,6

Het blijkt dat er bij sla geen verschil bestaat in droge stof gehalte van volle grond produkten en kasprodukten. Voor spinazie is het droge stof gehalte van de volle grond produkten gemiddeld ca. 15% hoger dan van de kasprodukten. Bij andijvie is het verschil het grootst: het gemiddelde droge stof gehalte van de volle grond produkten is bijna 50% hoger dan dat van de kasprodukten. Bij het vergelijken van elementgehalten zal met dit aspect rekening moeten worden gehouden. Hierna worden de in tabel 4 vermelde resultaten per element kort besproken.

Cadmium

Er blijkt geen verschil te zijn tussen de gehalten in **kassla** en in volle grondsla. Dit in tegenstelling met hetgeen gevonden werd in 1980, namelijk een ruim twee keer zo hoog gehalte in kassla als in volle grond sla; gemiddeld 69 µg/kg en 30 µg/kg (zie 2). Verder zijn de nu door ons gemeten gehalten aanzienlijk lager dan in de literatuur vermeld voor Nederlandse en buitenlandse sla (2,3,4), waar gemiddelde gehalten van ca. 20 tot 50 µg/kg

worden aangegeven, d.w.z. ongeveer 2 tot 5 keer zo hoog als onze gemiddelde waarde.

Kasspinazie blijkt een duidelijk hoger cadmiumgehalte te vertonen dan koudegrond spinazie; als de gemiddelde gehalten worden uitgedrukt op de droge stof is het verschil bijna een factor twee. Ook voor deze groente ligt het gemiddelde gehalte door ons gemeten ongeveer een factor 2 lager dan de meeste andere gepubliceerde Nederlandse waarden (2,3) en een factor 2 tot 5 lager dan gepubliceerde gehalten in spinazie in het buitenland (3,4). Bij **andijvie** lijkt er op het eerste gezicht nauwelijks verschil te zijn tussen gehalten in produkten uit de kas en van de volle grond. Als de gehalten echter worden uitgedrukt op de droge stof, dan liggen deze gemiddeld voor kasandijvie bijna 50% hoger dan voor andijvie van de volle grond. Het nu door ons gemeten gemiddelde gehalte in andijvie stemt goed overeen met andere gepubliceerde Nederlandse waarden (2,3).

Lood

Evenals bij cadmium blijkt er geen duidelijk verschil te zijn tussen loodgehalten van **sla** uit de kas en van de volle grond. Bij het onderzoek in 1979/1980 werd in kassla gemiddeld een 2,5 maal zo hoog loodgehalte gemeten als in sla van de volle grond, nl. 0,045 mg/kg versus 0,017 mg/kg (2). De nu gemeten gehalten liggen voorts aanzienlijk lager dan die gemeten in 1979/1980, en zijn bovendien gemiddeld een factor 3 tot 10 lager dan gepubliceerde gehalten in Nederlandse en buitenlandse sla (3,4).

Op het eerste gezicht lijkt het loodgehalte van **spinazie** van de volle grond aanzienlijk hoger dan dat van kasspinazie. Het relatief hoge gemiddelde gehalte van volle grond spinazie is echter mede toe te schrijven aan twee hoge gehalten van resp. 0,115 en 0,21 mg/kg. De mediane loodgehalten van kasspinazie en volle grond spinazie verschillen onderling zo'n 20% en zijn vrijwel gelijk als ze worden berekend op de droge stof. In vergelijking met gepubliceerde gehalten in Nederlandse en in buitenlandse spinazie (3,4) liggen de door ons gemeten gehalten een factor 1,5 tot 3 lager.

Indien het gemiddelde verschil in droge stof gehalte van **andijvie** van de volle grond en van kasandijvie bij het vergelijken van de loodgehalten wordt verdisconteerd, bestaat er geen duidelijk verschil tussen volle grond andijvie en kasandijvie. Literatuurwaarden voor loodgehalten in Nederlandse

andijvie (3) zijn gemiddeld ongeveer vier keer zo hoog als de in dit onderzoek gemeten gehalten.

Koper

Het kopergehalte in sla uit de kas blijkt bijna drie keer zo hoog te zijn als dat van volle grond sla, als de gehalten worden berekend op de droge stof. De door ons gemeten gehalten komen goed overeen met gepubliceerde gehalten (2,4-6).

Bij **spinazie** is er geen groot verschil tussen de kopergehalten in produkten van de volle grond en uit de kas. De gemeten gehalten stemmen gemiddeld goed overeen met waarden vermeld in de literatuur (2,4-6).

Indien de gehalten worden uitgedrukt op de droge stof, zijn de gemiddelde en mediane kopergehalten van **kasandijvie** twee keer zo hoog als die van de volle grond andijvie. Evenals voor sla en spinazie stemmen de in dit onderzoek gemeten gehalten voor andijvie goed overeen met gepubliceerde gehalten (2,4-6).

Mangaan

Evenals in 1979/1980 werd nu in sla van de volle grond gemiddeld een lager mangaangehalte gemeten dan in in kassla. Het verschil is nu echter relatief minder groot (0,88 versus 1,18 mg/kg) dan acht jaar geleden (1,9 versus 3,9 mg/kg) (2). Opvallend is voorts dat de in dit onderzoek gemeten gehalten gemiddeld nog niet de helft zijn van die gemeten in 1979/1980. In de literatuur (4,5) wordt voor het mangaangehalte van sla 5,2 en 3,5 mg/kg vermeld; deze gehalten zijn dus ca. 3-5 keer zo hoog als de door ons gemeten.

Voor **spinazie** blijkt het gehalte aan mangaan in produkten van de volle grond gemiddeld ruim twee keer zo hoog te zijn als van kasspinazie. Het hoge gemiddelde gehalte van volle grond spinazie wordt echter sterk beïnvloed door twee monsters met veel hogere gehalten dan de overige (8,6 en 25 mg/kg). Als de mediane gehalten worden vergeleken en tevens het verschil in gemiddeld droge stof gehalte in aanmerking wordt genomen, dan blijken de mangaangehalten van volle grond spinazie en kasspinazie vrijwel gelijk te zijn. De in dit onderzoek gemeten gehalten zijn gemiddeld duidelijk lager dan in de literatuur vermelde gehalten (2,4,5) nl. respectievelijk 4,5; 17 en 7,6 mg/kg.

Evenals bij spinazie is bij andijvie het gemiddelde mangaangehalte van de produkten van de volle grond veel hoger dan van kasprodukten. Tussen de mediane gehalten bestaat echter nauwelijks verschil, en zeker niet als de gehalten worden berekend op de droge stof. De in dit onderzoek gemeten gehalten in andijvie stemmen goed overeen met die van ander Nederlands onderzoek (2) en met gegevens uit het buitenland (5).

Zink

De mediane en de gemiddelde gehalten van zink in sla, spinazie en andijvie verschillen per soort groente niet in duidelijke mate voor de produkten uit de kas en van de volle grond, mits bij andijvie de gehalten worden uitgedrukt op de droge stof. Bovendien zijn de gemiddelde gehalten van alle monsters gemeten in dit onderzoek (sla: 2,7 mg/kg, spinazie: 6,1 mg/kg en andijvie: 2,8 mg/kg) goed in overeenstemming met gemiddelde zinkgehalten vermeld in de literatuur, namelijk voor sla 4; 5 en 2,2 mg/kg (2,4,5) voor spinazie 8; 9,1 en 5,0 mg/kg (2,4,5) en voor andijvie 4 respectievelijk 3,4 mg/kg (2,5).

De hiervoor vermelde resultaten samenvattend, kan worden gesteld, dat voor een aantal combinaties element/bladgroente, de gemiddelde of mediane elementgehalten in produkten uit de kas hoger zijn dan in produkten van de volle grond. Dit betreft cadmium in spinazie en in andijvie; koper in sla en in andijvie en mangaan in sla. Bij andijvie moet nog de kanttekening worden geplaatst dat het bedoelde verschil in gehalten alleen wordt waargenomen als de gehalten worden uitgedrukt op de droge stof. Het verschil tussen gemiddelde/mediane gehalten van kasgroenten en groenten van de volle grond is globaal een factor 1,5 tot 2.

Een discussie over de mogelijke oorzaken van de waargenomen verschillen tussen kasgroenten en groenten van de volle grond valt buiten het bestek van dit rapport. Factoren die een rol kunnen spelen zijn o.a. verschillen in voorbehandeling van de grond, bemesting en vochtigheidsgraad van de lucht.

In de Regeling normen zware metalen (Warenwet) zijn o.a. maximaal toegestane gehalten voor cadmium en lood in groenten vastgesteld. In sla, spinazie en andijvie mag niet meer dan 0,2 mg/kg cadmium en niet meer dan

0,5 mg/kg lood aanwezig zijn. Van overschrijding van deze normen is bij geen van de in totaal 120 onderzochte monsters sprake.

Voor de toxische elementen cadmium en lood zijn door de WHO/FAO zgn. Provisional Tolerable Weekly Intakes vastgesteld d.w.z. hoeveelheden die per week gedurende het hele leven met voedsel en drank kunnen worden ingenomen zonder dat dit schade voor de gezondheid oplevert. Voor een standaard persoon met een lichaamsgewicht van 60 kg is deze hoeveelheid voor cadmium 400-500 µg/week en voor lood 3000 µg/week. Omrekenen tot toelaatbare dagelijkse hoeveelheden (Acceptable Daily Intake of ADI) geeft dan 60-70 µg/dag voor cadmium en 430 µg/dag voor lood. Om te kunnen nagaan in hoeverre bij een normale consumptie sla, andijvie en spinazie bijdragen aan de belasting met cadmium en lood is informatie nodig over de grootte van normaliter geconsumeerde porties. Uit een recent onderzoek naar de groenteconsumptie van volkstuinders en hun gezinsleden (467 mannen en vrouwen, leeftijd 1-77 jaar), zijn gegevens beschikbaar over portiegroottes van o.a. sla, andijvie en spinazie (7). In tabel 5 zijn de gegevens ten aanzien van portie-grootte, gemiddelde gehalten en bijdrage aan de toelaatbare belasting met cadmium en lood via sla, andijvie en spinazie samengevat.

Tabel 5. Bijdrage aan de toelaatbare dagelijkse belasting met cadmium en lood via consumptie van sla, andijvie en spinazie bij een gemiddelde portie-grootte (7).

Soort groente	Gemiddelde portiegrootte (kg)	Gemiddeld gehalte*		Gemiddelde dagelijkse opname			
		Cd (µg/kg)	Pb (µg/kg)	absoluut (µg)		in % van de ADI**	
				Cd	Pb	Cd	Pb
Sla	0,092	12	13	1,1	1,2	1,6-1,8	0,3
Andijvie	0,244	24	21	5,9	5,1	8,4-9,8	1,2
Spinazie	0,378	32	51	12,1	19,3	17-20	4,5

* het hoogste gemiddelde gehalte van kasgroente/groente van de volle grond is genomen.

** ADI is 60-70 µg voor Cd en 430 µg voor Pb voor een standaardpersoon van 60 kg.

Uit deze gegevens blijkt dat de bijdrage aan de toelaatbare belasting met lood slechts gering is. Voor cadmium is de situatie zorgelijker, vooral wat betreft spinazie: Een gemiddelde dagelijkse standaardportie met een gemiddeld cadmiumgehalte van deze groente bevat ongeveer een vijfde van de toelaatbare dagelijkse dosis cadmium. Uit het in (7) beschreven onderzoek blijkt dat er een aanzienlijke variatie bestaat in dagelijkse portiegroottes geconsumeerde groenten. Bij spinazie was de grootste portie ruim 1,3 kg. Dit betekent dat bij een hoge consumptie van spinazie met een cadmiumgehalte hoger dan het gemiddelde, de ADI voor cadmium benaderd of zelfs overschreden kan worden.

Voor de essentiële elementen koper, mangaan en zink zijn in verschillende landen aanbevolen dagelijkse hoeveelheden vastgelegd. In West-Duitsland zijn deze (8) voor volwassenen: koper 2-4 mg/dag, mangaan 2-5 mg/dag en voor zink 15 mg/dag. In Nederland zijn (nog) geen aanbevelingen voor koper en mangaan vastgesteld; voor zink wordt conform aan de Codex Alimentarius een dagelijkse hoeveelheid van 10 mg aanbevolen (9).

In tabel 6 is weergegeven hoe groot de bijdrage van sla, andijvie en spinazie is aan de aanbevolen hoeveelheden voor deze elementen bij een gemiddeld consumptiepatroon.

Tabel 6. Bijdrage aan de aanbevolen dagelijkse opneming van koper, mangaan en zink via consumptie van sla, andijvie en spinazie bij een gemiddelde portie-grootte* (7).

Soort groente	<u>Gemiddelde dagelijkse opneming</u>					
	Absoluut (mg)			in % van de aanbeveling (8,9)		
	Cu	Mn	Zn	Cu	Mn	Zn
Sla	0,1	0,1	0,3	2,5- 5	2- 5	3
Andijvie	0,2	0,4	0,8	5-10	8-20	8
Spinazie	0,4	1,3	2,3	10-20	26-65	23

* portie-groottes gelijk aan die in tabel 5; als gemiddeld gehalte is het hoogste gemiddelde van kasgroente/groente van de volle grond genomen.

Uit deze resultaten blijkt dat een gemiddelde portie spinazie voor een groot deel in de dagelijkse mangaanbehoefte kan voorzien en een aanzienlijke bijdrage levert aan de koper- en zinkvoorziening. De bijdrage van sla aan de voorziening in de behoefte aan koper, mangaan en zink is slechts gering, terwijl andijvie een behoorlijke bijdrage levert aan de mangaanbehoefte.

4. CONCLUSIES

Samenvattend kunnen uit de resultaten van het onderzoek de volgende conclusies worden getrokken:

- Indien de gemeten elementgehalten worden uitgedrukt op de droge stof, dan bestaat er voor 10 van 15 combinaties bladgroente/element geen duidelijk verschil tussen gehalten in kasprodukten en produkten van de volle grond. Bij de overige 5 combinaties bladgroente/element, te weten cadmium in spinazie, cadmium in andijvie, koper in sla, koper in andijvie en mangaan in sla is steeds het gemiddelde of mediane gehalte in de kasprodukten hoger dan in de produkten van de volle grond. Het verschil is ongeveer een faktor 1,5 tot 3.
- De in de Regeling normen zware metalen (Warenwet) gestelde maximaal toelaatbare gehalten voor cadmium en lood in sla, spinazie en andijvie worden door geen enkel van de 120 geanalyseerde monsters overschreden.
- Een gemiddelde portie spinazie met een gemiddeld cadmiumgehalte bevat ongeveer een vijfde deel van de toelaatbare dagelijkse hoeveelheid cadmium, voor andijvie is dat bijna 10%. De bijdrage van sla aan de maximale dagelijkse hoeveelheid cadmium en lood bij een gemiddelde portie-grootte is minder dan 5%; ditzelfde geldt voor de bijdrage aan de loodbelasting door andijvie en spinazie.
- Een gemiddelde portie spinazie bevat een kwart tot de helft van de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid mangaan, 23% van de aanbevolen hoeveelheid zink en 10-20% van aanbevolen hoeveelheid koper. Andijvie levert een behoorlijke bijdrage aan benodigde hoeveelheid mangaan (8-20%). De bijdrage van sla aan de noodzakelijke voorziening met de elementen koper, mangaan en zink is gering, 5% of minder in een standaardportie met gemiddeld gehalte.
- De in dit onderzoek gemeten gehalten liggen doorgaans voor alle elementen lager dan waarden vermeld in de literatuur.

LITERATUUR

1. Ellen G, Loon J W van. Het ontwikkelen en valideren van twee bepalingsmethoden voor cadmium en lood in levensmiddelen en biologisch materiaal, gebaseerd op vlamloze atomaire-absorptiespectrometrie met Zeeman achtergrondcorrectie. RIVM-rapport nr. 388706 001, juni 1988.
2. Staarink T, Hakkenbrak P: Het contaminantenboekje. Staatsuitgeverij 's-Gravenhage, 1987. ISBN 90 12 05544x.
3. Wiersma D, Goor B J van, Veen N G van der. Cadmium, lead, mercury and arsenic concentrations in crops and corresponding soils in the Netherlands. J Agric Food Chem 1986; 34:1067-74.
4. Varo P, Lähelmä O, Nuurtamo M, Saari E, Koivistoinen P. Mineral element composition of Finnish foods. VII Potato, vegetables, fruits, berries, nuts and mushrooms. Acta Agriculturae Scandinavica, Suppl 1980; 22:89-113.
5. Scherz H, Kloos G, Senser F. Souci-Fachmann-Kraut. Food Composition and Nutrition Tables 1986/1987. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Ed. 3. 1986/1987 (1986). ISBN 3-8047-0833-1.
6. Vos G. Koper in milieu en voeding in Nederland. Coördinatie-commissie voor de metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen (CCRX). Zonder jaartal.
7. Hulshof P J M. De groenteconsumptie van volkstuinders. Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Levensmiddelen en de Keuring van Waren/GGD Amsterdam/Algemeen Verbond van Volkstuinders in Nederland. 1988.
8. Anonymous. Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr, 4. erweiterte Uebersarbeitung. Umschau Verlag Frankfurt am Main, 1985. ISBN 3-524-71003-4.
9. Anonymous, Besluit van 2 maart 1988, houdende regelen betreffende voedingswaardeaanduidingen (Voedingswaardeaanduidingenbesluit (Waren-wet)). Staatsblad 1988; 162:1-22.

Tabel 7 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 21 monsters
kassla, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85488	Utrecht	0.007	0.84	<0.01	5.22	2.99
85489		0.011	0.77	<0.01	0.76	2.85
85490		0.009	0.99	<0.01	0.70	2.07
85491		0.008	0.91	<0.01	1.78	2.72
85492		0.007	0.79	<0.01	0.65	2.58
85493		0.028	0.95	<0.01	1.93	3.29
85494		0.020	1.17	<0.01	0.90	2.20
85495	Alkmaar	0.010	1.11	0.047	1.09	2.82
85496		0.011	0.62	0.019	1.12	2.92
85497		0.018	1.21	<0.01	0.74	2.75
85498		0.011	1.04	<0.01	0.63	2.30
85499		0.007	0.92	0.013	0.82	3.45
85500		0.011	1.58	<0.01	0.83	2.77
85501		0.013	0.48	<0.01	0.81	2.89
85502	Den Haag	0.009	0.66	0.013	0.72	2.57
85503		0.007	1.57	0.014	0.95	2.56
85504		0.015	1.05	0.014	1.12	3.03
85505		0.013	0.99	0.014	0.90	2.68
85506		0.020	1.59	0.012	1.41	4.34
85507		0.011	0.76	0.012	0.68	2.95
85508		0.014	0.75	<0.01	1.02	2.89

Tabel 8 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 20 monsters
koude grond sla, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85967	Alkmaar	0.010	0.56	0.014	0.42	1.98
85968		0.019	0.23	0.010	2.81	2.48
85969		0.013	0.60	<0.010	1.01	2.53
85970		0.010	0.50	0.012	0.63	2.02
85971		0.017	0.41	<0.010	0.58	2.10
85972		0.008	0.27	<0.010	0.59	1.20
85973		0.010	0.53	0.015	1.17	2.52
85974	Den Haag	0.020	0.36	0.014	1.00	2.58
85975		0.009	0.37	0.016	0.45	2.09
85976		0.013	0.44	0.012	1.18	3.06
85977		0.005	0.32	0.012	0.47	2.15
85978		0.018	0.29	0.012	1.21	2.72
85979		0.010	0.35	0.013	0.50	2.07
85980	Utrecht	0.016	0.58	0.012	1.77	4.26
85981		0.006	0.41	<0.010	0.63	2.50
85982		0.004	0.37	<0.010	0.89	2.43
85983		0.005	0.33	<0.010	0.44	2.29
85984		0.010	0.40	<0.010	0.64	3.04
85985		0.009	0.34	<0.010	0.57	2.54
85986		0.006	0.32	<0.010	0.61	2.69

Tabel 9 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 21 monsters
kasspinazie, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85530	Utrecht	0.025	0.70	0.032	0.61	4.67
85531		0.017	0.93	0.027	0.77	4.50
85532		0.014	0.72	0.016	1.18	5.50
85533		0.019	0.49	0.044	0.72	5.24
85534		0.038	1.01	0.029	1.82	5.63
85535		0.039	0.70	0.057	2.57	7.00
85536		0.043	1.14	0.072	0.73	5.60
85537	Alkmaar	0.046	0.65	0.019	0.95	8.02
85538		0.042	0.69	0.020	1.43	5.13
85539		0.039	0.66	0.021	1.88	5.34
85540		0.013	0.55	0.011	2.17	4.46
85541		0.012	0.40	0.011	0.49	1.93
85542		0.030	0.72	0.015	1.36	3.89
85543		0.011	0.54	0.023	1.57	6.24
85544	Den Haag	0.037	0.90	0.039	2.04	7.98
85545		0.034	0.72	0.038	1.28	6.63
85546		0.027	0.79	0.031	1.74	5.64
85547		0.031	0.66	0.031	1.22	6.64
85548		0.062	0.73	0.045	2.05	11.46
85549		0.051	0.79	0.027	1.99	9.77
85550		0.049	0.64	0.014	1.28	6.58

Tabel 10 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 17 monsters
koude grond spinazie, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85930	Alkmaar	0.021	0.76	0.026	0.95	4.39
85931		0.009	0.51	0.031	1.06	3.33
85932		0.013	0.67	0.033	1.48	5.42
85933		0.005	0.61	0.015	1.57	3.08
85934		0.017	0.78	0.023	1.31	4.18
85935		0.022	0.76	0.021	1.27	4.53
85936		0.009	0.38	0.030	1.69	1.89
85937	Den Haag	0.012	0.70	0.087	25.05	10.33
85938		0.020	0.84	0.044	2.56	9.11
85939		0.024	0.74	0.017	0.87	4.90
85940	Utrecht	0.032	0.76	0.033	0.77	4.76
85941		0.025	1.73	0.210	3.99	9.44
85942		0.034	1.12	0.045	0.78	4.47
85943		0.022	2.27	0.115	1.81	11.22
85944		0.046	0.61	0.042	1.41	8.80
85945		0.024	1.84	0.060	8.58	8.03
85946		0.024	0.60	0.035	1.91	6.48

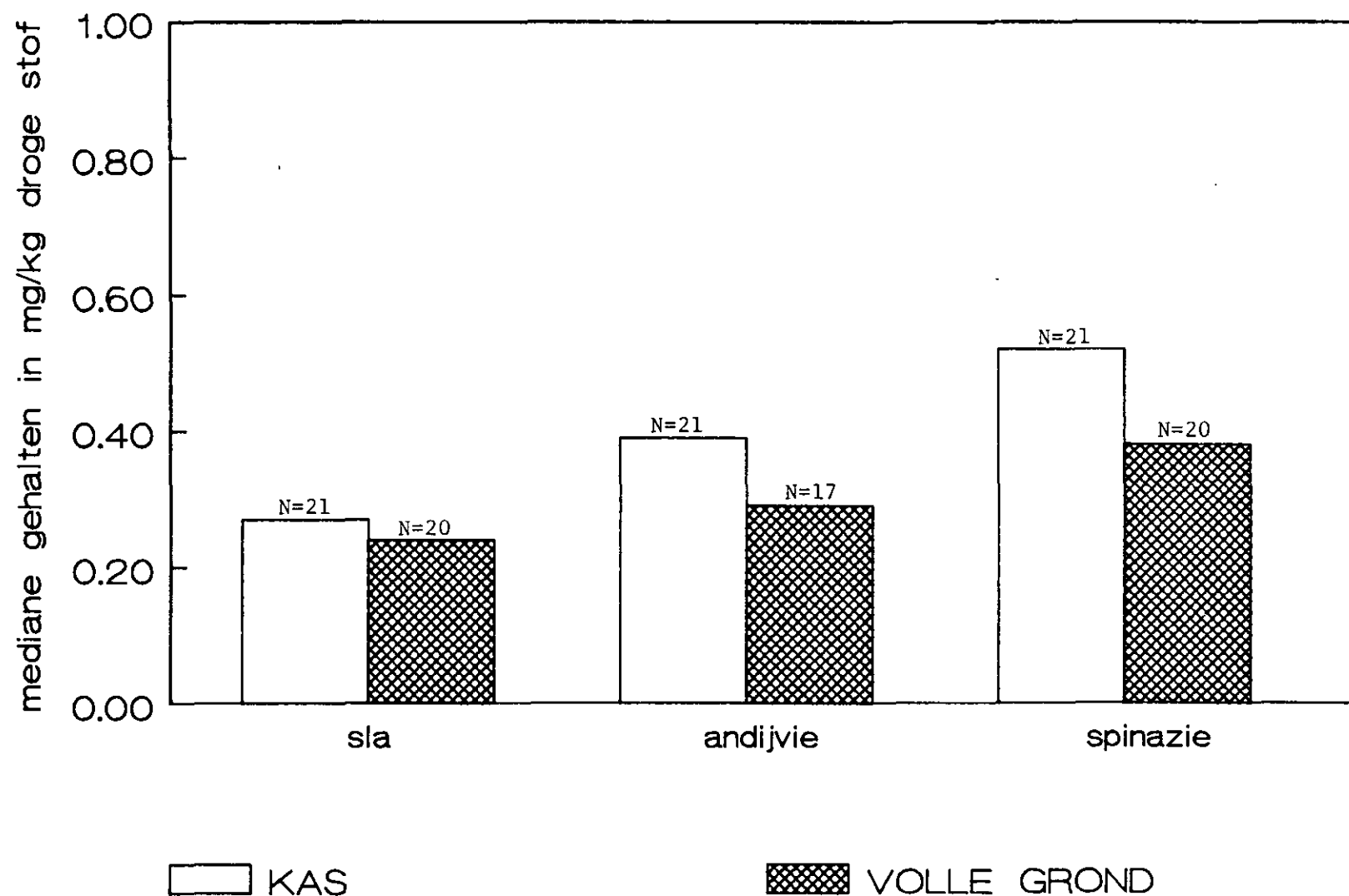
Tabel 11 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 21 monsters **kasandijvie**, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85509	Utrecht	0.023	0.81	0.012	1.00	2.75
85510		0.069	0.62	0.018	1.20	5.05
85511		0.030	0.54	0.014	0.85	3.76
85512		0.036	0.63	0.011	0.51	3.34
85513		0.016	0.73	0.015	1.08	2.97
85514		0.015	1.08	<0.010	0.74	2.70
85515		0.040	0.82	0.012	0.84	2.03
85516	Alkmaar	0.036	0.75	0.040	0.73	2.63
85517		0.029	0.72	<0.010	1.09	1.79
85518		0.012	0.67	<0.010	0.68	1.63
85519		0.014	0.64	<0.010	0.85	2.00
85520		0.016	0.39	0.012	0.50	2.06
85521		0.015	0.61	<0.010	0.59	1.17
85522		0.009	0.98	<0.010	0.77	1.97
85523	Den Haag	0.028	0.56	<0.010	1.06	2.63
85524		0.034	0.92	0.021	1.47	3.93
85525		0.015	0.78	<0.010	1.38	2.11
85526		0.025	0.68	<0.010	1.05	1.89
85527		0.013	0.67	0.020	0.72	2.05
85528		0.014	0.52	0.024	1.09	1.88
85529		0.011	0.39	<0.010	0.71	1.57

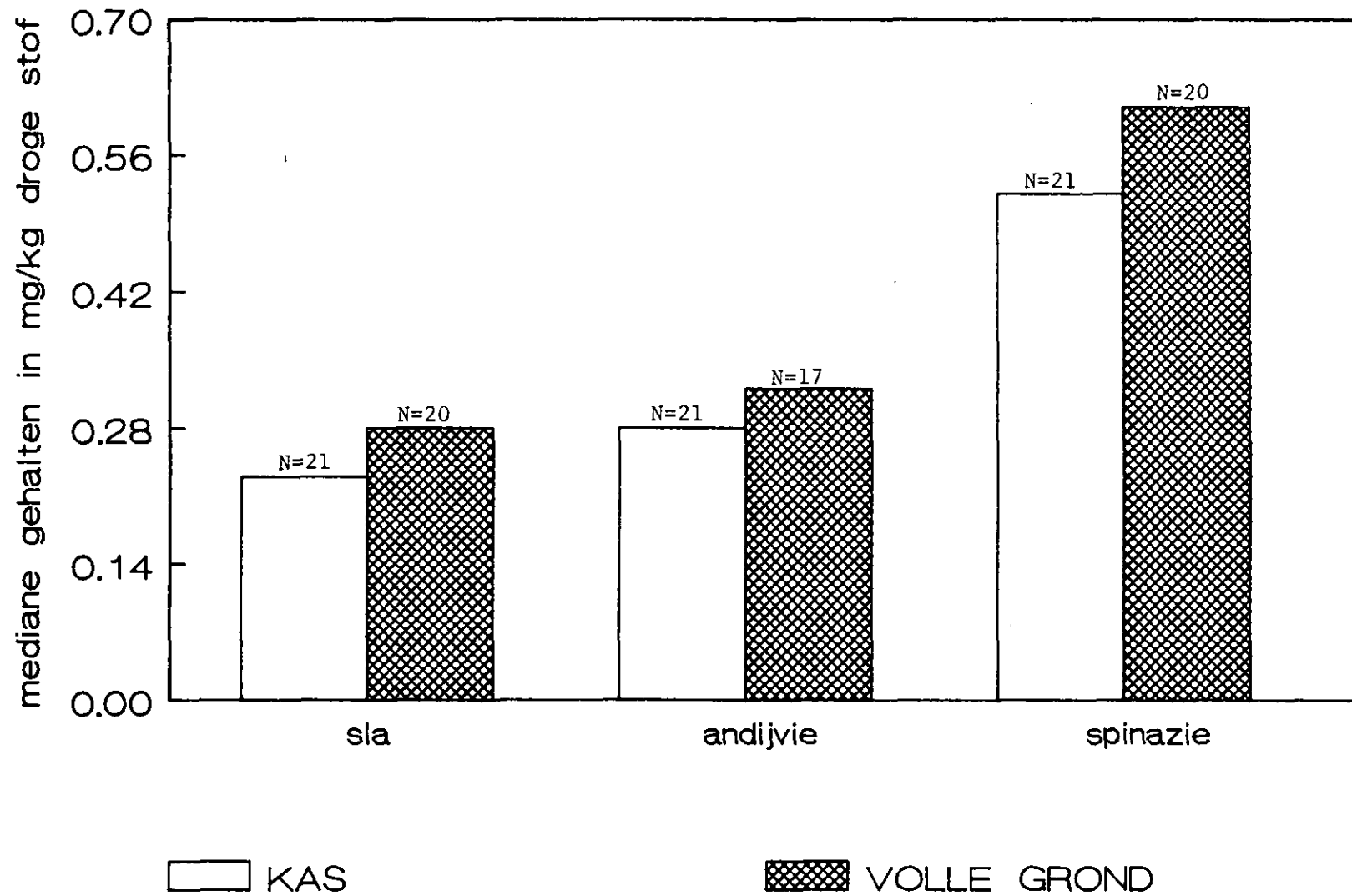
Tabel 12 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 20 monsters
koude grond andijvie, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85947	Alkmaar	0.018	0.73	0.020	1.01	3.35
85948		0.010	0.49	0.011	0.66	1.94
85949		0.047	0.87	0.036	2.43	5.78
85950		0.006	0.54	0.016	0.85	1.38
85951		0.010	0.58	0.020	0.99	2.71
85952		0.014	0.87	0.030	2.13	3.47
85953		0.024	0.59	0.019	0.95	3.18
85954	Den Haag	0.022	0.53	0.025	0.92	3.13
85955		0.068	0.53	0.029	4.62	4.76
85956		0.038	0.36	0.015	2.07	3.45
85957		0.017	0.41	0.022	0.76	2.19
85958		0.055	0.47	0.029	4.71	5.28
85959		0.035	0.48	0.012	1.06	3.74
85960	Utrecht	0.007	0.51	0.033	0.78	1.69
85961		0.017	0.43	0.011	0.67	3.05
85962		0.031	0.32	0.026	1.32	4.29
85963		0.010	0.41	0.016	0.96	2.40
85964		0.007	0.30	<0.010	0.76	2.20
85965		0.027	0.52	0.022	0.72	3.98
85966		0.011	0.39	0.020	1.02	2.82

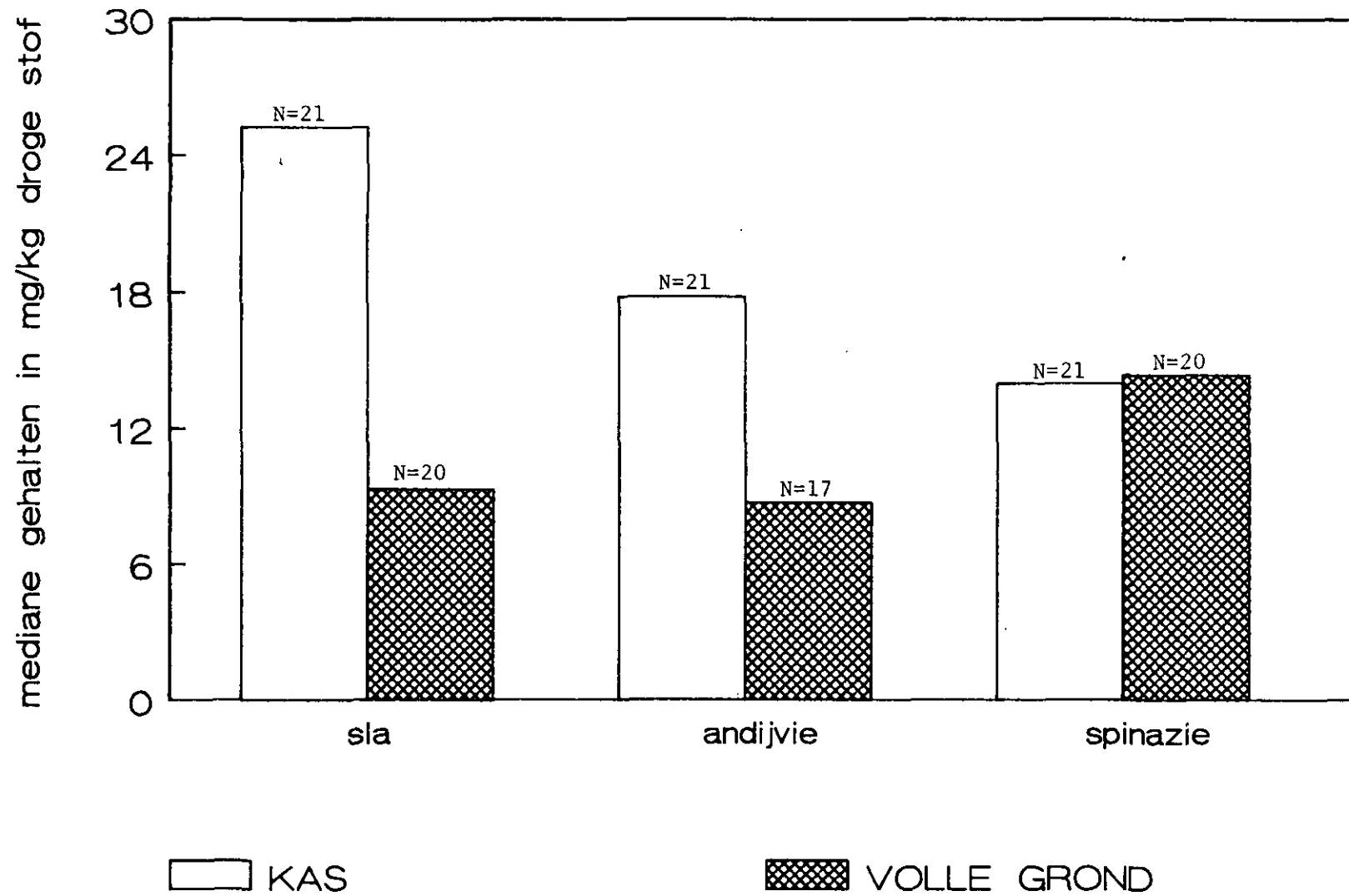
Cadmium in kasgroenten / groenten van de volle grond



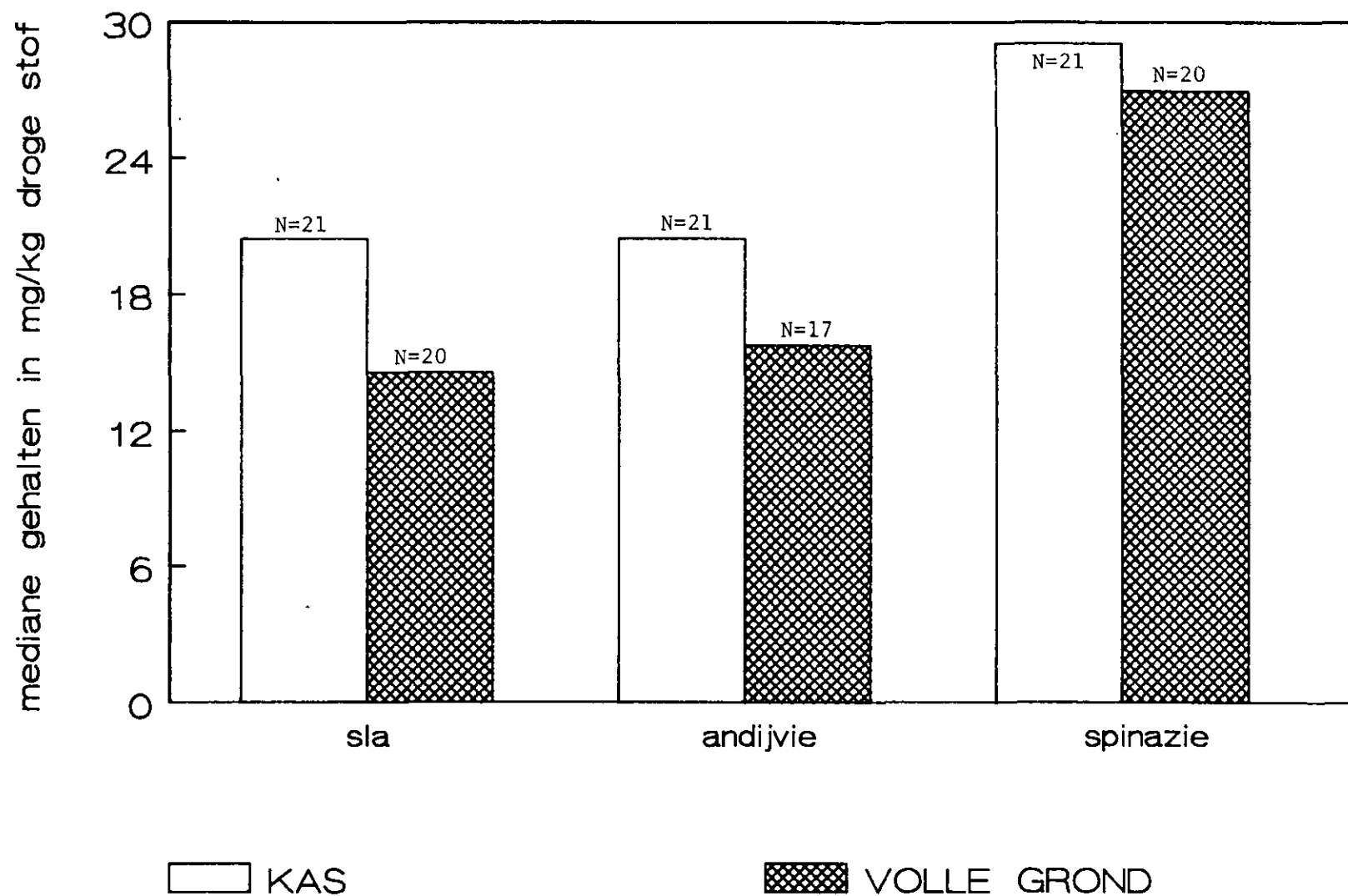
lood in kasgroenten / groenten van de volle grond



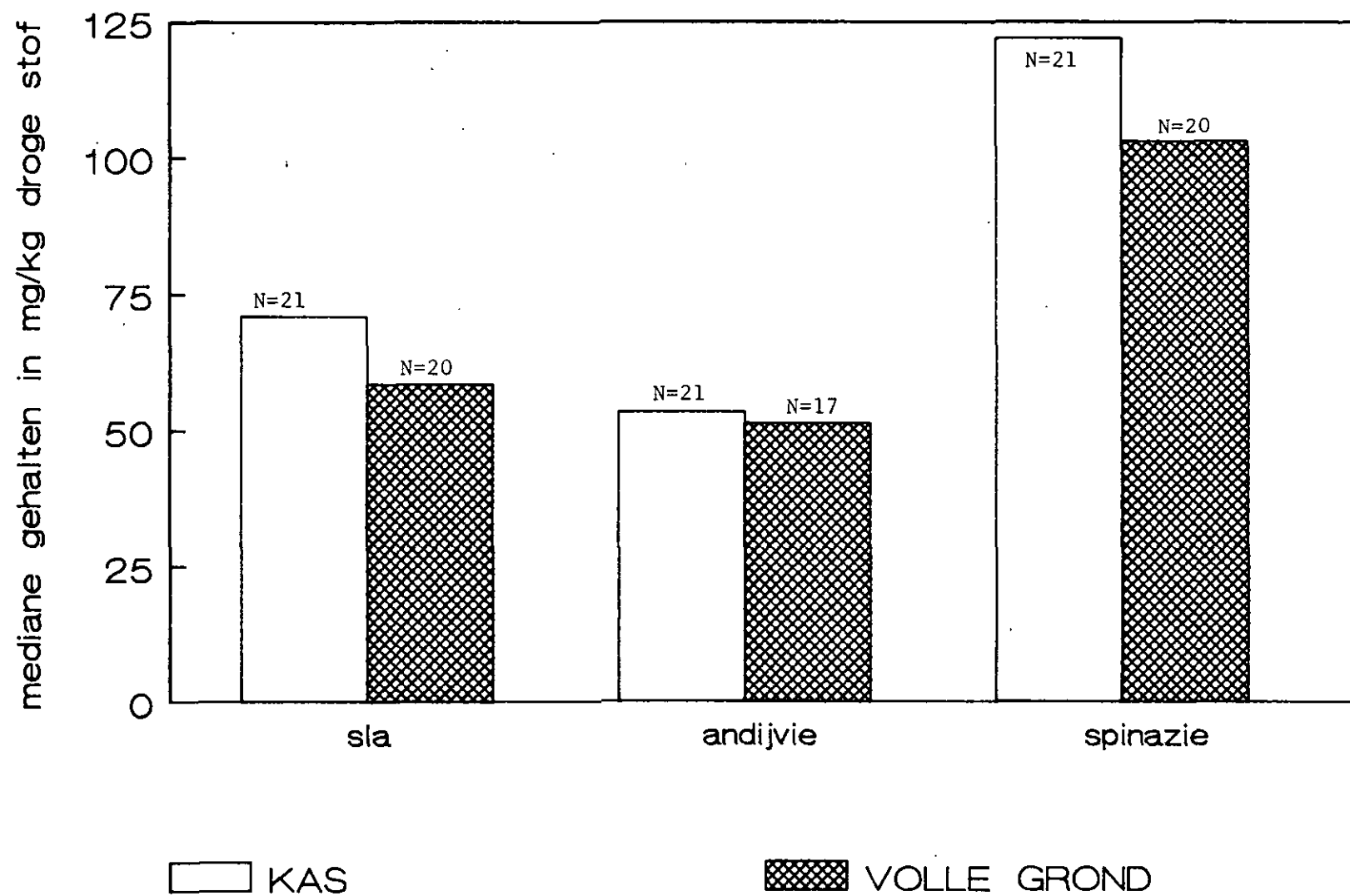
Koper in kasgroenten / groenten van de volle grond

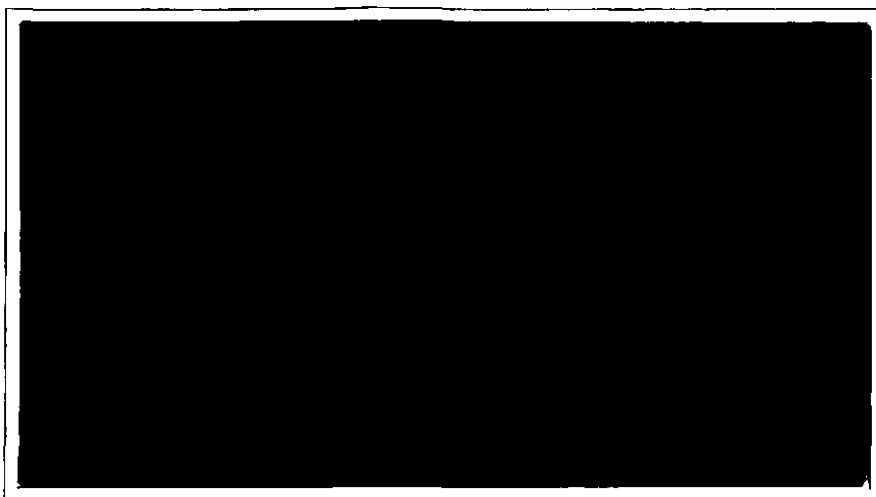


mangaan in kasgroenten / groenten van de volle grond



zink in kasgroenten / groenten van de volle grond





RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
BILTHOVEN

Rapport nr. 388502 001

Het gehalte aan cadmium, lood, koper, mangaan en
zink in sla, spinazie en andijvie uit de kas en
van de volle grond.

G. Ellen, K. Tolsma, J.W. van Loon

augustus 1988

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van de Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Levensmiddelen en de Keuring van Waren en is beschreven in projectbeschrijving 388502. Per 1 januari 1988 is project 388502 ondergebracht in het raamproject 388801 "Mens en Voeding II".

VERZENDLIJST BIJ RAPPORT NR. 388502 001

- 1- 5 Hoofdinspecteur van de Volksgezondheid voor de Levensmiddelen en de Keuring van Waren
- 6 Secretaris-Generaal van het Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur
- 7 Directeur-Generaal van de Volksgezondheid
- 8 De plv. Directeur-Generaal van de Volksgezondheid, tevens de Hoofddirecteur Financiering en Planning
- 9 De Hoofddirecteur van de Gezondheidsbescherming
- 10 De Hoofddirecteur van de Gezondheidszorg
- 11 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Alkmaar
- 12 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Goes
- 13 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied 's-Gravenhage
- 14 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Utrecht
- 15 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Haarlem
- 16 De Directeur van de Rijkskeuringsdienst van Waren voor het gebied Friesland
- 17 Redactie van de Ware(n) Chemicus
- 18 Directie van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene
- 19 Dr.R. Kroes
- 20 Drs.C.A. van der Heijden
- 21 Dr.H.A. van 't Klooster
- 22 Dr.R.W. Stephany
- 23 Ir.H.P. van Egmond, Dr.L.A. van Ginkel, Dr.G. de Groot, Dr.R.C. Schothorst, Dr.H.A.M.G. Vaessen
- 24-26 Auteurs
- 27-28 Bureau projecten- en rapportenregistratie
- 29-40 Reserve-exemplaren

INHOUDSOPGAVE RAPPORT NR. 388502 001

blz.

VERZENDLIJST	ii
INHOUDSOPGAVE	iii
SUMMARY	iv
SAMENVATTING	vi
1. INLEIDING	1
2. MATERIAAL EN METHODEN	2
2.1. Monsters voor onderzoek	2
2.2. Analysemethoden	2
3. RESULTATEN EN DISCUSSIE	5
3.1. Kwaliteitsbewaking analyseresultaten	5
3.2. Elementgehalten in de onderzochte produkten	7
4. CONCLUSIES	16
LITERATUUR	17
TABELLEN 7 T/M 12	18
DIAGRAMMEN	24-28

RIVM, National Institute of Public Health and Environmental Protection

Report nr. 388502 001

Contents of cadmium, lead, copper, manganese and zinc in open-grown lettuce, spinach and endive as well as grown under glass

G. Ellen. K. Tolsma, J.W. van Loon

August 1988

SUMMARY

A total of 41 samples lettuce, 38 samples spinach and 41 samples endive, 50% open-grown and 50% grown under glass have been analyzed for the elements cadmium, lead, copper, manganese and zinc. Lead and cadmium have been determined by dry ashing followed by extraction and measuring with flame AAS. Copper, manganese and zinc have been measured by flame AAS after bomb digestion. The analytical quality was checked by means of blanc experiments, recovery experiments and determinations in duplicate. In addition, 20% of the samples have been analyzed for cadmium and lead with an alternative method, flameless AAS with Zeeman background correction. The mean contents, expressed as mg/kg fresh product of all samples for each kind of vegetable were as follows: **cadmium** in lettuce, spinach and endive 0,012, 0,027 and 0,024, respectively; **lead** in lettuce, spinach and endive 0,013, 0,039 and 0,017, respectively; **copper** in lettuce, spinach and endive 0,70, 0,81 and 0,61 respectively; **manganese** in lettuce, spinach and endive 1,06, 2,29 and 1,18 respectively; **zinc** in lettuce, spinach and endive 2,65, 6,11 and 2,85 respectively. If the element contents are expressed on a dry weight basis then mean or median values for cadmium in spinach and endive, copper in lettuce and endive and manganese in lettuce are about 1,5 to 3 times higher for the products grown under glass than for the open-grown products. For the remaining element/product combinations there is no distinct difference between products grown under glass and open-grown products. None of the 120 samples analyzed exceeded the legal limits set for cadmium and lead in leafy vegetables. An average portion of spinach with a mean cadmium content contains about 20% of the maximal daily

tolerable amount of cadmium; for endive this figure is 8-10%, and for lettuce about 2%. Normal portions of any of the three vegetables contain less than 5% of the maximal daily tolerable amount of lead. A standard portion of spinach accounts for 10-20% of the recommended daily amount of copper; for manganese and zinc these figures are 25-65% and 23% respectively. A standard portion of endive contains 5-10% of the daily recommended amount of copper, 8-20% for manganese and 8% for zinc. Of all three elements an average daily portion of lettuce accounts for less than 5% of the recommended daily allowances.

RIVM, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene

Rapportnr. 388502 001

Het gehalte aan cadmium, lood, koper, mangaan en zink in sla, spinazie en andijvie uit de kas en van de volle grond

G. Ellen, K. Tolsma, J.W. van Loon

augustus 1988

SAMENVATTING

In totaal 41 monsters sla, 38 monsters spinazie en 41 monsters andijvie, waarvan 50% van de volle grond en 50% uit de kas, zijn geanalyseerd op gehalten aan de elementen cadmium, lood, koper, mangaan en zink. Lood en cadmium zijn bepaald via droge verassing, gevolgd door extractie en meting met vlam-AAS. Koper, mangaan en zink zijn gemeten met vlam-AAS na destructie in een drukvat. De kwaliteit van de analyses werd bewaakt door het uitvoeren van blanco experimenten, opbrengst experimenten en duplo-bepalingen. Bovendien werd 20% van de monsters op cadmium en lood geanalyseerd via een alternatieve methode, nl. grafietoven-AAS met Zeeman achtergrond correctie. De gemiddelde gehalten, uitgedrukt in mg/kg vers produkt van alle monsters per groentesoort waren: **cadmium** in sla 0,012, in spinazie 0,027 en in andijvie 0,024; **lood** in sla 0,013, in spinazie 0,039 en in andijvie 0,017; **koper** in sla 0,70, in spinazie 0,81 en in andijvie 0,61; **mangaan** in sla 1,06, in spinazie 2,29 en in andijvie 1,18; **zink** in sla 2,65, in spinazie 6,11 en in andijvie 2,85. Indien de elementgehalten worden uitgedrukt op de droge stof, dan is bij cadmium in spinazie, cadmium in andijvie, koper in sla, koper in andijvie en mangaan in sla het gemiddelde of mediane gehalte in de kasprodukten ca. 1,5 tot 3 keer zo hoog als in de produkten van de volle grond. Bij de overige element/produkt combinaties bestaat er geen duidelijk verschil tussen kasgroenten en groenten van de volle grond.

De van kracht zijnde wettelijke normen voor cadmium en lood in bladgroenten werden door geen van de 120 monsters overschreden. Een portie spinazie van gemiddelde grootte en met een gemiddeld gehalte bevat ca. 20% van de

maximaal toelaatbare dagelijkse dosis cadmium; een gemiddelde portie andijvie bevat 8-10% van de dagelijkse maximaal toelaatbare hoeveelheid cadmium, voor sla is deze bijdrage ca. 2%. De bijdrage aan de toelaatbare dagelijkse belasting met lood is bij normale porties voor alle drie groenten minder dan 5%. Een standaardportie spinazie bevat 10-20% van de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid koper; voor mangaan en zink is dit resp. 25-65% en 23%. Een portie andijvie levert 5-10% van de benodigde hoeveelheid koper, 8-20% voor mangaan en 8% voor zink. Sla levert voor alle drie de elementen 5% of minder van de aanbevolen dagelijkse hoeveelheden.

1. INLEIDING

In het kader van het surveillance programma "Mens en Voeding" analyseerde het laboratorium voor Chemisch Levensmiddelenonderzoek (LCLO) van het RIVM in 1979/1980 een aantal verschillende soorten groenten op gehalten aan zware metalen. Doel van het onderzoek was na te gaan in welke mate groenten bijdragen aan de belasting met zware metalen van de mens. Van sla werden monsters afkomstig van kasteelt en van volle grondteelt (project 647906) geanalyseerd. Daarbij bleek dat de gehalten aan cadmium, lood en mangaan van kassla ongeveer het dubbele bedroegen van die in sla van de volle grond. Informatie bij het RIKILT te Wageningen en het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren leverde op dat deze instituten geen onderzoek hebben verricht dat zich speciaal richtte op de vraag of er een verschil bestaat in gehalten aan zware metalen tussen kasgroenten en groenten van de volle grond. Tijdens het overleg over de voortzetting van het surveillance programma Mens en Voeding in 1985 werd vastgesteld dat het wenselijk was om hernieuwd onderzoek te doen naar de gehalten van een aantal zware metalen in bladgroenten en tevens werd afgesproken dat daarbij zowel kasgroenten als groenten van de volle grond zouden worden geanalyseerd, teneinde na te gaan of het in 1979 bij sla gesignaleerde verschijnsel zich nog steeds voordoet, en of dit eventueel ook voorkomt bij andere groenten/element combinaties. Besloten werd om ca. 20 monsters sla, andijvie en spinazie zowel uit de kas als van de volle grond (totaal dus ca. 120 monsters) te analyseren op gehalten aan de elementen cadmium, lood, koper, mangaan en zink. Dit rapport beschrijft de resultaten van dit onderzoek.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1. Monsters voor onderzoek

Voor het trekken van de monsters werd de medewerking gevraagd van de Rijkskeuringsdiensten van Waren te Alkmaar, s'-Gravenhage en Utrecht. Aan de Keuringsdiensten werd verzocht de monsters te trekken direct bij de kwekers of op de veiling en er daarbij zorg voor te dragen dat de monsters van eenzelfde groentesoort van verschillende kwekers afkomstig waren. De monsters kasgroenten zijn getrokken in de tweede helft van april 1986. Hiervan werden de volgende monsteraantallen verkregen: kassla, 21; kasspinazie, 21; kasandijvie, 21. De bemonstering van groenten van de volle grond vond plaats in de eerste helft van september 1986. Daarvan werden de navolgende aantallen monsters verkregen: sla, 20; spinazie, 17; andijvie, 20. Voor nadere gegevens betreffende de monsters bladgroenten wordt verwezen naar de tabellen 7 t/m 12 achter in dit rapport.

2.2. Analysemethoden

Voorbewerking

Meteen na ontvangst werden de monsters op huishoudelijke wijze schoongemaakt, d.w.z. ontdaan van oneetbare delen en gewassen met leidingwater waarna het aanhangende water zo goed mogelijk werd verwijderd met behulp van een plastic groentecentrifuge. Vervolgens werd het materiaal in kleine stukjes gesneden en in plastic manden gevriesdroogd. Door middel van wegen voor en na vriesdrogen werd van alle monsters het gehalte aan droge stof bepaald. Het gevriesdroogde materiaal werd met een Moulinette keukenmolen fijngemalen en het aldus verkregen homogene poeder werd in goed gesloten plastic potten met schroefdeksel bewaard bij -20°C tot het tijdstip van analyse.

Het bepalen van cadmium en lood

De bepalingen van deze twee elementen zijn uitgevoerd met een methode gebaseerd op droge verassing, gevolgd door extractie van cadmium en lood

met een natriumdiethyldithiocarbamaatoplossing en meting met vlam atomaire-absorptiespectrometrie. De werkwijze, die uitvoerig is beschreven in SOP nr. ARO/002 is globaal als volgt: Ca. 3 gram van het gevriesdroogde produkt wordt in een kwarts kroes met zwavelzuur op een kookplaat voorverast. Het residu wordt daarna in een temperatuurgeprogrammeerde moffeloven verast bij een maximale temperatuur van 500°C. Indien de verkregen as niet koolstofvrij is, wordt behandeld met salpeterzuur en nogmaals verast bij 500°C. De verkregen as wordt opgelost in zoutzuur en na toevoegen van natriumcitraat wordt met ammonia de pH op 4,0 gebracht. Cadmium en lood worden als natriumdiethyldithiocarbamaatcomplexen geëxtraheerd met methyllisobutylketon. Vervolgens worden cadmium en lood teruggeëxtraheerd in verdund salpeterzuur. In deze oplossing worden de twee elementen gemeten met vlam atomaire-absorptiespectrometrie (lucht-acetylenevlam), bij een golflengte van 228,8 nm voor cadmium en 283,3 nm voor lood. Kwantificering geschiedt aan de hand van ijklijnen, verkregen door het meten van verdunde waterige standaardoplossingen van cadmium en lood. De bepaalbaarheidsgrenzen voor cadmium en lood, uitgedrukt als gehalten in de verse waar zijn afhankelijk van de droge stof gehalten. De gehalten aan droge stof van de bladgroenten waren globaal 5%. De grens van bepaalbaarheid voor cadmium, respectievelijk lood is 0,003 en 0,01 mg/kg verse waar. Ter controle van de analyse uitkomsten is een aantal monsters in duplo geanalyseerd en zijn opbrengstexperimenten verricht. Bovendien zijn van alle produkten 4 monsters met een alternatieve methode geanalyseerd, namelijk ontsluiting in een drukvat met salpeterzuur of droge verassing, gevolgd door meting met grafietoven atomaire-absorptiespectrometrie met Zeeman achtergrondcorrectie. Deze methoden zijn uitvoerig beschreven in (1) en in SOP nr. ARO/040 en 047. De resultaten van de analytische kwaliteitsbewakingsexperimenten zijn vermeld in 3.1.

Het bepalen van koper, mangaan en zink

Deze drie elementen werden bepaald in één destruaat verkregen via ontsluiting met salpeterzuur in een drukvat. De uiteindelijke metingen werden verricht met vlam atomaire-absorptiespectrometrie (vlam-AAS). De methode is uitvoerig beschreven in SOP nr. ARO/001. Beknopt weergegeven verloopt de procedure als volgt: Van het gevriesdroogde materiaal wordt 200 mg gedurende 3 uur bij 150°C gedestruëerd in een teflon drukvat met 3 ml

geconcentreerd salpeterzuur. Het destruaat wordt verdund met water en in de aldus verkregen oplossing wordt het gehalte aan koper, mangaan en zink gemeten met AAS in een lucht-acetylenevlam bij resp. 324,8; 279,5 en 213,9 nm. Bij de metingen wordt achtergrondcorrectie toegepast. De bepaalbaarheidsgrens is voor alle 3 genoemde elementen 0,1 mg/kg verse waar voor de bladgroenten. Evenals bij de elementen cadmium en lood werden analyseresultaten voor koper, mangaan en zink gecontroleerd door het uitvoeren van duplo-analyses en opbrengstexperimenten. De resultaten hiervan zijn vermeld in 3.1.

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1. Kwaliteitsbewaking analyseresultaten

Duplobepalingen

Van alle soorten monsters werd een aantal in duplo geanalyseerd; de bewuste monsters werden willekeurig genomen en niet speciaal geselecteerd op bijv. hoge of lage gehalten. In tabel 1 zijn de resultaten van deze duplobepalingen samengevat. Bij deze resultaten moet de kanttekening worden gemaakt dat de grootste verschillen in het algemeen zijn gevonden bij monsters waarvan het gehalte voor het betreffende element niet veel hoger was dan de grens van bepaalbaarheid. Gemiddeld zijn de verschillen tussen de duplo's als normaal te beschouwen voor de gemeten elementen bij de gehalte niveau's in de onderzochte produkten.

Tabel 1. Resultaten van duplo-bepalingen, weergegeven als procentuele verschillen tussen duplo-uitkomsten, gedefinieerd als (hoogste waarde min laagste waarde) gedeeld door hoogste waarde maal 100%; gemiddelde en hoogste/laagste procentueel verschil vermeld.

	Aantal duplo- bepalingen	<u>procentueel verschil tussen duplo's</u>		
		<u>gemiddelde</u>	<u>laagste</u>	<u>hoogste waarde</u>
Cadmium	8	11	3	20
Lood	8	1,6	0	6
Koper	9	6,3	0	17
Mangaan	9	2,9	0	8
Zink	9	2,7	1	7

Opbrengstexperimenten

Voor alle typen onderzochte produkten zijn voor elk te bepalen element opbrengstexperimenten uitgevoerd. Daarbij werd van het te bepalen element een zodanige hoeveelheid aan de analyseportie toegevoegd dat het oorspronkelijke, eigen gehalte van het monster ongeveer verdubbeld werd. De resultaten van de opbrengst experimenten zijn samengevat in tabel 2. Voor alle elementen zijn de resultaten van de opbrengstexperimenten zonder meer bevredigend te noemen; in geen enkel geval wijkt de gemiddelde opbrengst meer dan 5% van de 100% af.

Tabel 2. Resultaten van opbrengstexperimenten, weergegeven als percentage van de toegevoegde hoeveelheid analyt dat bij analyse is teruggevonden; gemiddelde en laagste/hogste opbrengstpercentage per element.

	Aantal experimenten	<u>opbrengstpercentage</u>		
		<u>gemiddelde</u>	<u>laagste</u>	<u>hoogste</u>
Cadmium	11	96	94	100
Lood	11	99	94	109
Koper	11	101	93	111
Mangaan	11	101	96	106
Zink	11	104	92	109

Bepalingen van cadmium en lood met Zeeman-AAS

Ter controle op de met vlam-AAS gemeten gehalten voor cadmium en lood zijn van alle soorten monsters vier stuks eveneens geanalyseerd met de methode droge verassing/drukvatontsluiting en grafietoven-AAS met Zeeman achtergrondcorrectie. In totaal betreft dit 24 monsters. De resultaten van deze analyses, in vergelijking met die verkregen met de gebruikelijke methode (-vlam-AAS) zijn samengevat in tabel 3. Uit de gegevens in tabel 3

Tabel 3. Vergelijking van de analyseresultaten voor cadmium en lood, verkregen voor 24 monsters met drukvatontsluiting/grafietoven-Zeeman-AAS, droge verassing/grafietoven-Zeeman-AAS en droge verassing/extractie/vlam-AAS; gehalten in $\mu\text{g/kg}$ vers produkt.

	Cadmium ($\mu\text{g/kg}$)		Lood ($\mu\text{g/kg}$)	
	gemiddeld	bereik	gemiddeld	bereik
Drukvat/Zeeman-AAS	21	5-57	29	6-197
Verassing/Zeeman-AAS	22	7-59	-	-
Verassing/extractie/vlam AAS	20	5-55	28	<10-210

- analyses niet gedaan met betreffende methode.

blijkt dat:

- a) de resultaten verkregen met de twee Zeeman-AAS methoden voor beide elementen onderling zeer goed overeenstemmen (vgl. Lit. 1) en
- b) de resultaten verkregen met de voor het merendeel der monsters in dit onderzoek toegepaste methode (droge verassing/extractie/vlam-AAS) voor beide elementen zeer goed overeenstemmen met die verkregen met de ter controle toegepaste methoden.

3.2. Elementgehalten in de onderzochte produkten

In tabel 4 zijn de verkregen analyseresultaten voor de 3 soorten onderzochte bladgroenten samengevat. De gehalten gemeten in alle individuele monsters zijn vermeld in de tabellen 7 t/m 12 achter in dit rapport.

Tabel 4. Samenvatting van de gemeten gehalten aan cadmium, lood, koper, mangaan en zink in sla, spinazie en andijvie; vermeld zijn gemiddelde, mediaan, laagste en hoogste gehalte, in mg/kg vers produkt.

	Sla		Spinazie		andijvie	
	kas (N=21)	volle grond (N=20)	Kas (=21)	volle grond (N=17)	Kas (N=21)	volle grond (N=20)
Cadmium						
gemiddelde	0,012	0,011	0,032	0,021	0,024	0,024
mediaan	0,011	0,010	0,037	0,022	0,016	0,018
laagste waarde	0,007	0,004	0,011	0,005	0,009	0,005
hoogste waarde	0,028	0,020	0,062	0,046	0,069	0,068
Lood						
gemiddelde	0,013 ^{a)}	0,012 ^{b)}	0,030	0,051	0,014 ^{c)}	0,021 ^{d)}
mediaan	<0,01	0,011	0,027	0,033	0,011	0,020
laagste waarde	<0,01	<0,01	0,011	0,015	<0,01	<0,01
hoogste waarde	0,047	0,016	0,072	0,210	0,040	0,036
Koper						
gemiddelde	0,99	0,40	0,72	0,92	0,69	0,52
mediaan	0,95	0,37	0,70	0,76	0,67	0,50
laagste waarde	0,48	0,23	0,40	0,38	0,39	0,30
hoogste waarde	1,59	0,60	1,14	2,27	1,08	0,87
Mangaan						
gemiddelde	1,18	0,88	1,42	3,36	0,90	1,47
mediaan	0,90	0,63	1,36	1,48	0,85	0,98
laagste waarde	0,63	0,42	0,49	0,77	0,50	0,66
hoogste waarde	5,22	2,81	2,57	25,0	1,47	4,71
Zink						
gemiddelde	2,84	2,46	6,09	6,14	2,47	3,24
mediaan	2,82	2,49	5,63	4,90	2,06	3,16
laagste waarde	2,07	1,20	1,93	1,89	1,17	1,38
hoogste waarde	4,34	4,26	11,5	11,2	5,05	5,78

a), b), c), d) bij het berekenen van het gemiddelde zijn de resp. 12, 9, 10 en 1 waarden lager dan de bepaalbaarheidsgrens beschouwd als zijnde daaraan gelijk.

Alvorens nader in te gaan op de gegevens in tabel 4, moet nog worden vermeld dat bij bladgroenten grote verschillen kunnen voorkomen in gehalten aan droge stof tussen produkten van de volle grond en kasprodukten. Zo komen bij kassla droge stof gehalten van ca. 3% voor, terwijl dit bij volle grond sla tot 7% kan zijn (Dr.W. van Driel, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren, persoonlijke mededeling). In ons onderzoek zijn tevens de gehalten aan droge stof bepaald van alle monsters bladgroenten. Dat leverde de volgende resultaten op:

<u>produkt</u>	<u>Droge stof gehalte in gew. %</u>	
	gemiddelde	laagste-hoogste waarde
Sla (kas)	4,0	3,4 - 5,0
Sla (volle grond)	4,2	3,9 - 4,8
Spinazie (kas)	4,8	3,0 - 6,4
Spinazie (volle grond)	5,5	4,6 - 7,6
Andijvie (kas)	4,2	3,6 - 5,2
Andijvie (volle grond)	6,0	4,4 - 9,6

Het blijkt dat er bij sla geen verschil bestaat in droge stof gehalte van volle grond produkten en kasprodukten. Voor spinazie is het droge stof gehalte van de volle grond produkten gemiddeld ca. 15% hoger dan van de kasprodukten. Bij andijvie is het verschil het grootst: het gemiddelde droge stof gehalte van de volle grond produkten is bijna 50% hoger dan dat van de kasprodukten. Bij het vergelijken van elementgehalten zal met dit aspect rekening moeten worden gehouden. Hierna worden de in tabel 4 vermelde resultaten per element kort besproken.

Cadmium

Er blijkt geen verschil te zijn tussen de gehalten in kassla en in volle grondsla. Dit in tegenstelling met hetgeen gevonden werd in 1980, namelijk een ruim twee keer zo hoog gehalte in kassla als in volle grond sla; gemiddeld 69 µg/kg en 30 µg/kg (zie 2). Verder zijn de nu door ons gemeten gehalten aanzienlijk lager dan in de literatuur vermeld voor Nederlandse en buitenlandse sla (2,3,4), waar gemiddelde gehalten van ca. 20 tot 50 µg/kg

worden aangegeven, d.w.z. ongeveer 2 tot 5 keer zo hoog als onze gemiddelde waarde.

Kasspinazie blijkt een duidelijk hoger cadmiumgehalte te vertonen dan koudegrond spinazie; als de gemiddelde gehalten worden uitgedrukt op de droge stof is het verschil bijna een factor twee. Ook voor deze groente ligt het gemiddelde gehalte door ons gemeten ongeveer een factor 2 lager dan de meeste andere gepubliceerde Nederlandse waarden (2,3) en een factor 2 tot 5 lager dan gepubliceerde gehalten in spinazie in het buitenland (3,4). Bij **andijvie** lijkt er op het eerste gezicht nauwelijks verschil te zijn tussen gehalten in produkten uit de kas en van de volle grond. Als de gehalten echter worden uitgedrukt op de droge stof, dan liggen deze gemiddeld voor kasandijvie bijna 50% hoger dan voor andijvie van de volle grond. Het nu door ons gemeten gemiddelde gehalte in andijvie stemt goed overeen met andere gepubliceerde Nederlandse waarden (2,3).

Lood

Evenals bij cadmium blijkt er geen duidelijk verschil te zijn tussen loodgehalten van **sla** uit de kas en van de volle grond. Bij het onderzoek in 1979/1980 werd in kassla gemiddeld een 2,5 maal zo hoog loodgehalte gemeten als in sla van de volle grond, nl. 0,045 mg/kg versus 0,017 mg/kg (2). De nu gemeten gehalten liggen voorts aanzienlijk lager dan die gemeten in 1979/1980, en zijn bovendien gemiddeld een factor 3 tot 10 lager dan gepubliceerde gehalten in Nederlandse en buitenlandse sla (3,4).

Op het eerste gezicht lijkt het loodgehalte van **spinazie** van de volle grond aanzienlijk hoger dan dat van kasspinazie. Het relatief hoge gemiddelde gehalte van volle grond spinazie is echter mede toe te schrijven aan twee hoge gehalten van resp. 0,115 en 0,21 mg/kg. De mediane loodgehalten van kasspinazie en volle grond spinazie verschillen onderling zo'n 20% en zijn vrijwel gelijk als ze worden berekend op de droge stof. In vergelijking met gepubliceerde gehalten in Nederlandse en in buitenlandse spinazie (3,4) liggen de door ons gemeten gehalten een factor 1,5 tot 3 lager.

Indien het gemiddelde verschil in droge stof gehalte van **andijvie** van de volle grond en van kasandijvie bij het vergelijken van de loodgehalten wordt verdisconteerd, bestaat er geen duidelijk verschil tussen volle grond andijvie en kasandijvie. Literatuurwaarden voor loodgehalten in Nederlandse

andijvie (3) zijn gemiddeld ongeveer vier keer zo hoog als de in dit onderzoek gemeten gehalten.

Koper

Het kopergehalte in sla uit de kas blijkt bijna drie keer zo hoog te zijn als dat van volle grond sla, als de gehalten worden berekend op de droge stof. De door ons gemeten gehalten komen goed overeen met gepubliceerde gehalten (2,4-6).

Bij spinazie is er geen groot verschil tussen de kopergehalten in produkten van de volle grond en uit de kas. De gemeten gehalten stemmen gemiddeld goed overeen met waarden vermeld in de literatuur (2,4-6).

Indien de gehalten worden uitgedrukt op de droge stof, zijn de gemiddelde en mediane kopergehalten van kasandijvie twee keer zo hoog als die van de volle grond andijvie. Evenals voor sla en spinazie stemmen de in dit onderzoek gemeten gehalten voor andijvie goed overeen met gepubliceerde gehalten (2,4-6).

Mangaan

Evenals in 1979/1980 werd nu in sla van de volle grond gemiddeld een lager mangaangehalte gemeten dan in in kassla. Het verschil is nu echter relatief minder groot (0,88 versus 1,18 mg/kg) dan acht jaar geleden (1,9 versus 3,9 mg/kg) (2). Opvallend is voorts dat de in dit onderzoek gemeten gehalten gemiddeld nog niet de helft zijn van die gemeten in 1979/1980. In de literatuur (4,5) wordt voor het mangaangehalte van sla 5,2 en 3,5 mg/kg vermeld; deze gehalten zijn dus ca. 3-5 keer zo hoog als de door ons gemeten.

Voor spinazie blijkt het gehalte aan mangaan in produkten van de volle grond gemiddeld ruim twee keer zo hoog te zijn als van kasspinazie. Het hoge gemiddelde gehalte van volle grond spinazie wordt echter sterk beïnvloed door twee monsters met veel hogere gehalten dan de overige (8,6 en 25 mg/kg). Als de mediane gehalten worden vergeleken en tevens het verschil in gemiddeld droge stof gehalte in aanmerking wordt genomen, dan blijken de mangaangehalten van volle grond spinazie en kasspinazie vrijwel gelijk te zijn. De in dit onderzoek gemeten gehalten zijn gemiddeld duidelijk lager dan in de literatuur vermelde gehalten (2,4,5) nl. respectievelijk 4,5; 17 en 7,6 mg/kg.

Evenals bij spinazie is bij andijvie het gemiddelde mangaangehalte van de produkten van de volle grond veel hoger dan van kasprodukten. Tussen de mediane gehalten bestaat echter nauwelijks verschil, en zeker niet als de gehalten worden berekend op de droge stof. De in dit onderzoek gemeten gehalten in andijvie stemmen goed overeen met die van ander Nederlands onderzoek (2) en met gegevens uit het buitenland (5).

Zink

De mediane en de gemiddelde gehalten van zink in sla, spinazie en andijvie verschillen per soort groente niet in duidelijke mate voor de produkten uit de kas en van de volle grond, mits bij andijvie de gehalten worden uitgedrukt op de droge stof. Bovendien zijn de gemiddelde gehalten van alle monsters gemeten in dit onderzoek (sla: 2,7 mg/kg, spinazie: 6,1 mg/kg en andijvie: 2,8 mg/kg) goed in overeenstemming met gemiddelde zinkgehalten vermeld in de literatuur, namelijk voor sla 4; 5 en 2,2 mg/kg (2,4,5) voor spinazie 8; 9,1 en 5,0 mg/kg (2,4,5) en voor andijvie 4 respectievelijk 3,4 mg/kg (2,5).

De hiervoor vermelde resultaten samenvattend, kan worden gesteld, dat voor een aantal combinaties element/bladgroente, de gemiddelde of mediane elementgehalten in produkten uit de kas hoger zijn dan in produkten van de volle grond. Dit betreft cadmium in spinazie en in andijvie; koper in sla en in andijvie en mangaan in sla. Bij andijvie moet nog de kanttekening worden geplaatst dat het bedoelde verschil in gehalten alleen wordt waargenomen als de gehalten worden uitgedrukt op de droge stof. Het verschil tussen gemiddelde/mediane gehalten van kasgroenten en groenten van de volle grond is globaal een factor 1,5 tot 2.

Een discussie over de mogelijke oorzaken van de waargenomen verschillen tussen kasgroenten en groenten van de volle grond valt buiten het bestek van dit rapport. Factoren die een rol kunnen spelen zijn o.a. verschillen in voorbehandeling van de grond, bemesting en vochtigheidsgraad van de lucht.

In de Regeling normen zware metalen (Warenwet) zijn o.a. maximaal toegestane gehalten voor cadmium en lood in groenten vastgesteld. In sla, spinazie en andijvie mag niet meer dan 0,2 mg/kg cadmium en niet meer dan

0,5 mg/kg lood aanwezig zijn. Van overschrijding van deze normen is bij geen van de in totaal 120 onderzochte monsters sprake.

Voor de toxische elementen cadmium en lood zijn door de WHO/FAO zgn. Provisional Tolerable Weekly Intakes vastgesteld d.w.z. hoeveelheden die per week gedurende het hele leven met voedsel en drank kunnen worden ingenomen zonder dat dit schade voor de gezondheid oplevert. Voor een standaard persoon met een lichaamsgewicht van 60 kg is deze hoeveelheid voor cadmium 400-500 µg/week en voor lood 3000 µg/week. Omrekenen tot toelaatbare dagelijkse hoeveelheden (Acceptable Daily Intake of ADI) geeft dan 60-70 µg/dag voor cadmium en 430 µg/dag voor lood. Om te kunnen nagaan in hoeverre bij een normale consumptie sla, andijvie en spinazie bijdragen aan de belasting met cadmium en lood is informatie nodig over de grootte van normaliter geconsumeerde porties. Uit een recent onderzoek naar de groenteconsumptie van volkstuinders en hun gezinsleden (467 mannen en vrouwen, leeftijd 1-77 jaar), zijn gegevens beschikbaar over portiegroottes van o.a. sla, andijvie en spinazie (7). In tabel 5 zijn de gegevens ten aanzien van portie-grootte, gemiddelde gehalten en bijdrage aan de toelaatbare belasting met cadmium en lood via sla, andijvie en spinazie samengevat.

Tabel 5. Bijdrage aan de toelaatbare dagelijkse belasting met cadmium en lood via consumptie van sla, andijvie en spinazie bij een gemiddelde portie-grootte (7).

Soort groente	Gemiddelde portiegrootte (kg)	Gemiddeld gehalte *		Gemiddelde dagelijkse opname			
		Cd (µg/kg)	Pb (µg/kg)	absoluut (µg)		in % van de ADI **	
				Cd	Pb	Cd	Pb
Sla	0,092	12	13	1,1	1,2	1,6-1,8	0,3
Andijvie	0,244	24	21	5,8	5,1	8,4-9,8	1,2
Spinazie	0,378	32	51	12,1	18,3	17-20	4,5

* het hoogste gemiddelde gehalte van kasgroente/groente van de volle grond is genomen.

** ADI is 60-70 µg voor Cd en 430 µg voor Pb voor een standaardpersoon van 60 kg.

Uit deze gegevens blijkt dat de bijdrage aan de toelaatbare belasting met lood slechts gering is. Voor cadmium is de situatie zorgelijker, vooral wat betreft spinazie: Een gemiddelde dagelijkse standaardportie met een gemiddeld cadmiumgehalte van deze groente bevat ongeveer een vijfde van de toelaatbare dagelijkse dosis cadmium. Uit het in (7) beschreven onderzoek blijkt dat er een aanzienlijke variatie bestaat in dagelijkse portie-groottes geconsumeerde groenten. Bij spinazie was de grootste portie ruim 1,3 kg. Dit betekent dat bij een hoge consumptie van spinazie met een cadmiumgehalte hoger dan het gemiddelde, de ADI voor cadmium benaderd of zelfs overschreden kan worden.

Voor de essentiële elementen koper, mangaan en zink zijn in verschillende landen aanbevolen dagelijkse hoeveelheden vastgelegd. In West-Duitsland zijn deze (8) voor volwassenen: koper 2-4 mg/dag, mangaan 2-5 mg/dag en voor zink 15 mg/dag. In Nederland zijn (nog) geen aanbevelingen voor koper en mangaan vastgesteld; voor zink wordt conform aan de Codex Alimentarius een dagelijkse hoeveelheid van 10 mg aanbevolen (9).

In tabel 6 is weergegeven hoe groot de bijdrage van sla, andijvie en spinazie is aan de aanbevolen hoeveelheden voor deze elementen bij een gemiddeld consumptiepatroon.

Tabel 6. Bijdrage aan de aanbevolen dagelijkse opneming van koper, mangaan en zink via consumptie van sla, andijvie en spinazie bij een gemiddelde portie-grootte* (7).

Soort groente	<u>Gemiddelde dagelijkse opneming</u>					
	Absoluut (mg)			in % van de aanbeveling (8,9)		
	Cu	Mn	Zn	Cu	Mn	Zn
Sla	0,1	0,1	0,3	2,5- 5	2- 5	3
Andijvie	0,2	0,4	0,8	5-10	8-20	8
Spinazie	0,4	1,3	2,3	10-20	26-65	23

* portie-groottes gelijk aan die in tabel 5; als gemiddeld gehalte is het hoogste gemiddelde van kasgroente/groente van de volle grond genomen.

Uit deze resultaten blijkt dat een gemiddelde portie spinazie voor een groot deel in de dagelijkse mangaanbehoefte kan voorzien en een aanzienlijke bijdrage levert aan de koper- en zinkvoorziening. De bijdrage van sla aan de voorziening in de behoefte aan koper, mangaan en zink is slechts gering, terwijl andijvie een behoorlijke bijdrage levert aan de mangaanbehoefte.

4. CONCLUSIES

Samenvattend kunnen uit de resultaten van het onderzoek de volgende conclusies worden getrokken:

- Indien de gemeten elementgehalten worden uitgedrukt op de droge stof, dan bestaat er voor 10 van 15 combinaties bladgroente/element geen duidelijk verschil tussen gehalten in kasprodukten en produkten van de volle grond. Bij de overige 5 combinaties bladgroente/element, te weten cadmium in spinazie, cadmium in andijvie, koper in sla, koper in andijvie en mangaan in sla is steeds het gemiddelde of mediane gehalte in de kasprodukten hoger dan in de produkten van de volle grond. Het verschil is ongeveer een faktor 1,5 tot 3.
- De in de Regeling normen zware metalen (Warenwet) gestelde maximaal toelaatbare gehalten voor cadmium en lood in sla, spinazie en andijvie worden door geen enkel van de 120 geanalyseerde monsters overschreden.
- Een gemiddelde portie spinazie met een gemiddeld cadmiumgehalte bevat ongeveer een vijfde deel van de toelaatbare dagelijkse hoeveelheid cadmium, voor andijvie is dat bijna 10%. De bijdrage van sla aan de maximale dagelijkse hoeveelheid cadmium en lood bij een gemiddelde portie-grootte is minder dan 5%; ditzelfde geldt voor de bijdrage aan de loodbelasting door andijvie en spinazie.
- Een gemiddelde portie spinazie bevat een kwart tot de helft van de dagelijkse aanbevolen hoeveelheid mangaan, 23% van de aanbevolen hoeveelheid zink en 10-20% van aanbevolen hoeveelheid koper. Andijvie levert een behoorlijke bijdrage aan benodigde hoeveelheid mangaan (8-20%). De bijdrage van sla aan de noodzakelijke voorziening met de elementen koper, mangaan en zink is gering, 5% of minder in een standaardportie met gemiddeld gehalte.
- De in dit onderzoek gemeten gehalten liggen doorgaans voor alle elementen lager dan waarden vermeld in de literatuur.

LITERATUUR

1. Ellen G, Loon J W van. Het ontwikkelen en valideren van twee bepalingsmethoden voor cadmium en lood in levensmiddelen en biologisch materiaal, gebaseerd op vlamloze atomaire-absorptiespectrometrie met Zeeman achtergrondcorrectie. RIVM-rapport nr. 388706 001, juni 1988.
2. Staarink T, Hakkenbrak P. Het contaminantenboekje. Staatsuitgeverij 's-Gravenhage, 1987. ISBN 90 12 05544x.
3. Wiersma D, Goor B J van, Veen N G van der. Cadmium, lead, mercury and arsenic concentrations in crops and corresponding soils in the Netherlands. J Agric Food Chem 1986; 34:1067-74.
4. Varo P, Lähelmä O, Nuurtamo M, Saari E, Koivistoinen P. Mineral element composition of Finnish foods. VII Potato, vegetables, fruits, berries, nuts and mushrooms. Acta Agriculturae Scandinavica, Suppl 1980; 22:89-113.
5. Scherz H, Kloos G, Senser F. Souci-Fachmann-Kraut. Food Composition and Nutrition Tables 1986/1987. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Ed. 3. 1986/1987 (1986). ISBN 3-8047-0833-1.
6. Vos G. Koper in milieu en voeding in Nederland. Coördinatie-commissie voor de metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen (CCRX). Zonder jaartal.
7. Hulshof P J M. De groenteconsumptie van volkstuinders. Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Levensmiddelen en de Keuring van Waren/GGD Amsterdam/Algemeen Verbond van Volkstuinders in Nederland. 1988.
8. Anonymous. Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr, 4. erweiterte Uebersarbeitung. Umschau Verlag Frankfurt am Main, 1985. ISBN 3-524-71003-4.
9. Anonymous, Besluit van 2 maart 1988, houdende regelen betreffende voedingswaardeaanduidingen (Voedingswaardeaanduidingenbesluit (Warenwet)). Staatsblad 1988; 162:1-22.

Tabel 7 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 21 monsters
kassla, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85488	Utrecht	0.007	0.84	<0.01	5.22	2.99
85489		0.011	0.77	<0.01	0.76	2.85
85490		0.009	0.99	<0.01	0.70	2.07
85491		0.008	0.91	<0.01	1.78	2.72
85492		0.007	0.79	<0.01	0.65	2.58
85493		0.028	0.95	<0.01	1.93	3.29
85494		0.020	1.17	<0.01	0.90	2.20
85495	Alkmaar	0.010	1.11	0.047	1.09	2.82
85496		0.011	0.62	0.019	1.12	2.92
85497		0.018	1.21	<0.01	0.74	2.75
85498		0.011	1.04	<0.01	0.63	2.30
85499		0.007	0.92	0.013	0.82	3.45
85500		0.011	1.58	<0.01	0.83	2.77
85501		0.013	0.48	<0.01	0.81	2.89
85502	Den Haag	0.009	0.66	0.013	0.72	2.57
85503		0.007	1.57	0.014	0.95	2.56
85504		0.015	1.05	0.014	1.12	3.03
85505		0.013	0.99	0.014	0.90	2.68
85506		0.020	1.59	0.012	1.41	4.34
85507		0.011	0.76	0.012	0.68	2.95
85508		0.014	0.75	<0.01	1.02	2.89

Tabel 8 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 20 monsters
koude grond sla, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85967	Alkmaar	0.010	0.56	0.014	0.42	1.98
85968		0.019	0.23	0.010	2.81	2.48
85969		0.013	0.60	<0.010	1.01	2.53
85970		0.010	0.50	0.012	0.63	2.02
85971		0.017	0.41	<0.010	0.58	2.10
85972		0.008	0.27	<0.010	0.59	1.20
85973		0.010	0.53	0.015	1.17	2.52
85974	Den Haag	0.020	0.36	0.014	1.00	2.58
85975		0.009	0.37	0.016	0.45	2.09
85976		0.013	0.44	0.012	1.18	3.06
85977		0.005	0.32	0.012	0.47	2.15
85978		0.018	0.29	0.012	1.21	2.72
85979		0.010	0.35	0.013	0.50	2.07
85980	Utrecht	0.016	0.58	0.012	1.77	4.26
85981		0.006	0.41	<0.010	0.63	2.50
85982		0.004	0.37	<0.010	0.89	2.43
85983		0.005	0.33	<0.010	0.44	2.29
85984		0.010	0.40	<0.010	0.64	3.04
85985		0.009	0.34	<0.010	0.57	2.54
85986		0.006	0.32	<0.010	0.61	2.69

Tabel 9 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 21 monsters
kasspinazie, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85530	Utrecht	0.025	0.70	0.032	0.61	4.67
85531		0.017	0.93	0.027	0.77	4.50
85532		0.014	0.72	0.016	1.18	5.50
85533		0.019	0.49	0.044	0.72	5.24
85534		0.038	1.01	0.029	1.82	5.63
85535		0.039	0.70	0.057	2.57	7.00
85536		0.043	1.14	0.072	0.73	5.60
85537	Alkmaar	0.046	0.65	0.019	0.95	8.02
85538		0.042	0.69	0.020	1.43	5.13
85539		0.039	0.66	0.021	1.88	5.34
85540		0.013	0.55	0.011	2.17	4.46
85541		0.012	0.40	0.011	0.49	1.93
85542		0.030	0.72	0.015	1.36	3.89
85543		0.011	0.54	0.023	1.57	6.24
85544	Den Haag	0.037	0.90	0.039	2.04	7.98
85545		0.034	0.72	0.038	1.28	6.63
85546		0.027	0.79	0.031	1.74	5.64
85547		0.031	0.66	0.031	1.22	6.64
85548		0.062	0.73	0.045	2.05	11.46
85549		0.051	0.79	0.027	1.99	9.77
85550		0.049	0.64	0.014	1.28	6.58

Tabel 10 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 17 monsters
koude grond spinazie, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85930	Alkmaar	0.021	0.76	0.026	0.95	4.39
85931		0.009	0.51	0.031	1.06	3.33
85932		0.013	0.67	0.033	1.48	5.42
85933		0.005	0.61	0.015	1.57	3.08
85934		0.017	0.78	0.023	1.31	4.18
85935		0.022	0.76	0.021	1.27	4.53
85936		0.009	0.38	0.030	1.69	1.89
85937	Den Haag	0.012	0.70	0.087	25.05	10.33
85938		0.020	0.84	0.044	2.56	9.11
85939		0.024	0.74	0.017	0.87	4.90
85940	Utrecht	0.032	0.76	0.033	0.77	4.76
85941		0.025	1.73	0.210	3.99	9.44
85942		0.034	1.12	0.045	0.78	4.47
85943		0.022	2.27	0.115	1.81	11.22
85944		0.046	0.61	0.042	1.41	8.80
85945		0.024	1.84	0.060	8.58	8.03
85946		0.024	0.60	0.035	1.91	6.48

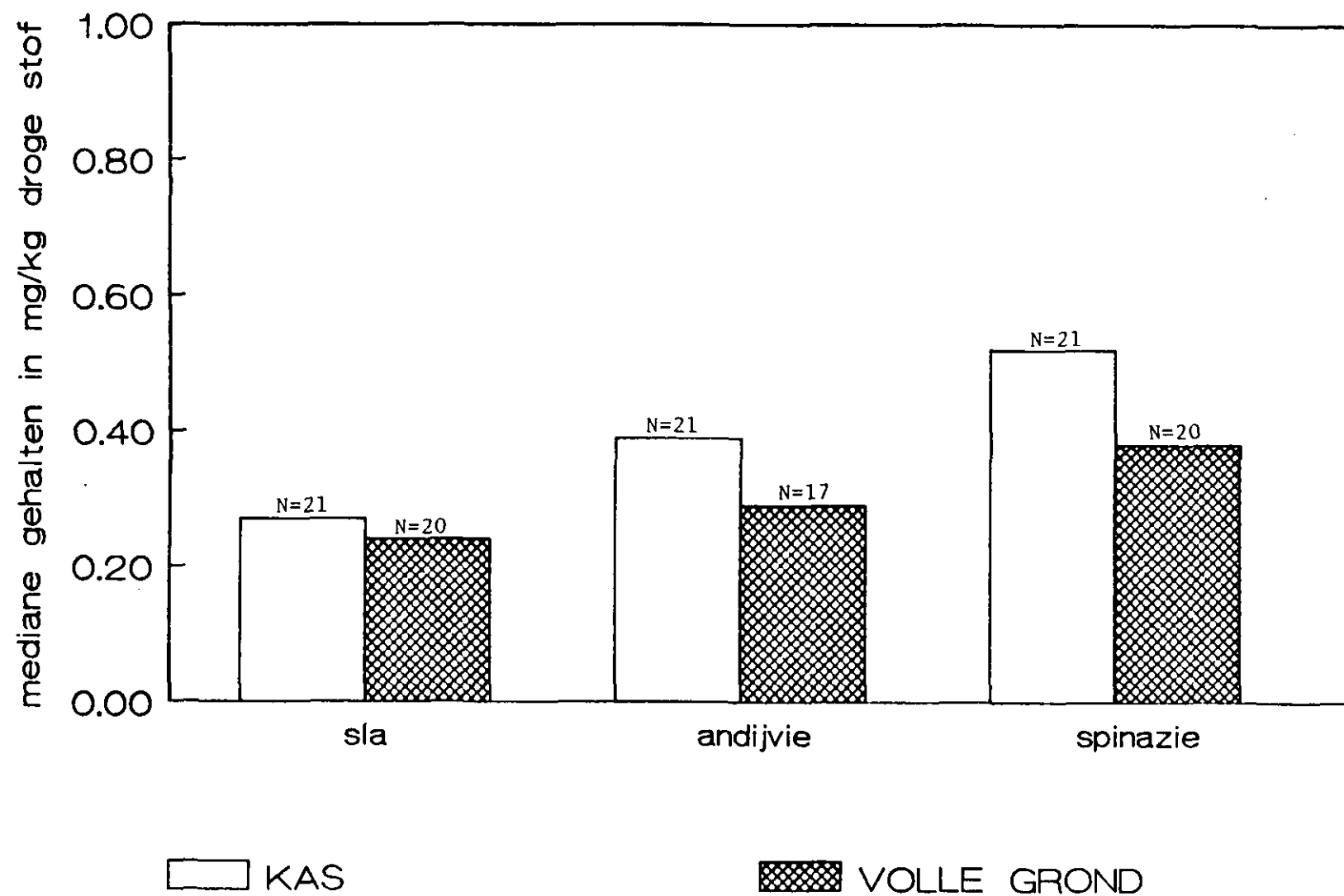
Tabel 11 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 21 monsters
kasandijvie, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85509	Utrecht	0.023	0.81	0.012	1.00	2.75
85510		0.069	0.62	0.018	1.20	5.05
85511		0.030	0.54	0.014	0.85	3.76
85512		0.036	0.63	0.011	0.51	3.34
85513		0.016	0.73	0.015	1.08	2.97
85514		0.015	1.08	<0.010	0.74	2.70
85515		0.040	0.82	0.012	0.84	2.03
85516	Alkmaar	0.036	0.75	0.040	0.73	2.63
85517		0.029	0.72	<0.010	1.09	1.79
85518		0.012	0.67	<0.010	0.68	1.63
85519		0.014	0.64	<0.010	0.85	2.00
85520		0.016	0.39	0.012	0.50	2.06
85521		0.015	0.61	<0.010	0.59	1.17
85522		0.009	0.98	<0.010	0.77	1.97
85523	Den Haag	0.028	0.56	<0.010	1.06	2.63
85524		0.034	0.92	0.021	1.47	3.93
85525		0.015	0.78	<0.010	1.38	2.11
85526		0.025	0.68	<0.010	1.05	1.89
85527		0.013	0.67	0.020	0.72	2.05
85528		0.014	0.52	0.024	1.09	1.88
85529		0.011	0.39	<0.010	0.71	1.57

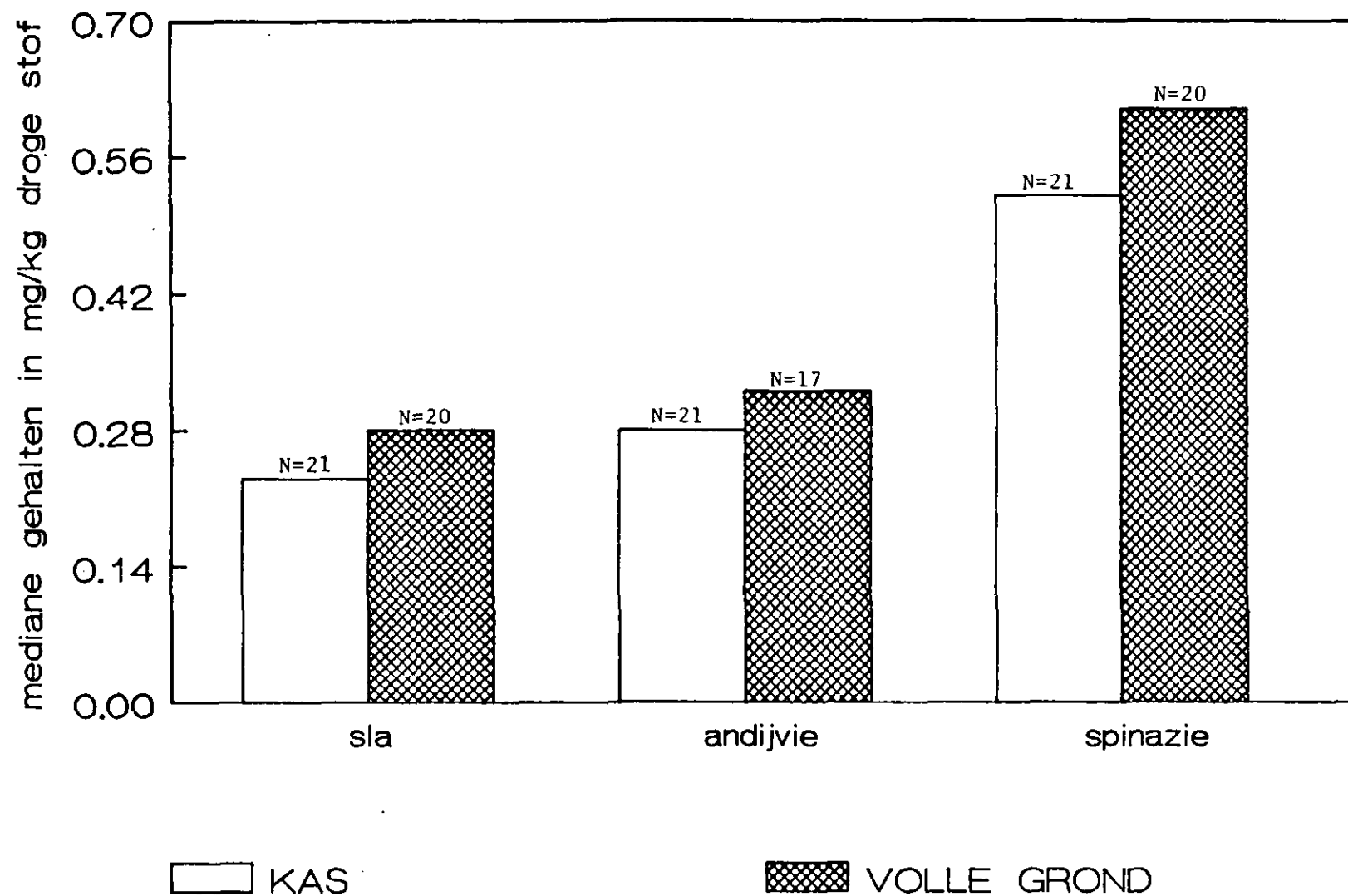
Tabel 12 Gehalten aan cadmium, koper, lood, mangaan en zink in 20 monsters
koude grond andijvie, uitgedrukt in mg/kg vers produkt.

AROnr	Herkomst	Cadmium	Koper	Lood	Mangaan	Zink
	RKvW te:					
85947	Alkmaar	0.018	0.73	0.020	1.01	3.35
85948		0.010	0.49	0.011	0.66	1.94
85949		0.047	0.87	0.036	2.43	5.78
85950		0.006	0.54	0.016	0.85	1.38
85951		0.010	0.58	0.020	0.99	2.71
85952		0.014	0.87	0.030	2.13	3.47
85953		0.024	0.59	0.019	0.95	3.18
85954	Den Haag	0.022	0.53	0.025	0.92	3.13
85955		0.068	0.53	0.029	4.62	4.76
85956		0.038	0.36	0.015	2.07	3.45
85957		0.017	0.41	0.022	0.76	2.19
85958		0.055	0.47	0.029	4.71	5.28
85959		0.035	0.48	0.012	1.06	3.74
85960	Utrecht	0.007	0.51	0.033	0.78	1.69
85961		0.017	0.43	0.011	0.67	3.05
85962		0.031	0.32	0.026	1.32	4.29
85963		0.010	0.41	0.016	0.96	2.40
85964		0.007	0.30	<0.010	0.76	2.20
85965		0.027	0.52	0.022	0.72	3.98
85966		0.011	0.39	0.020	1.02	2.82

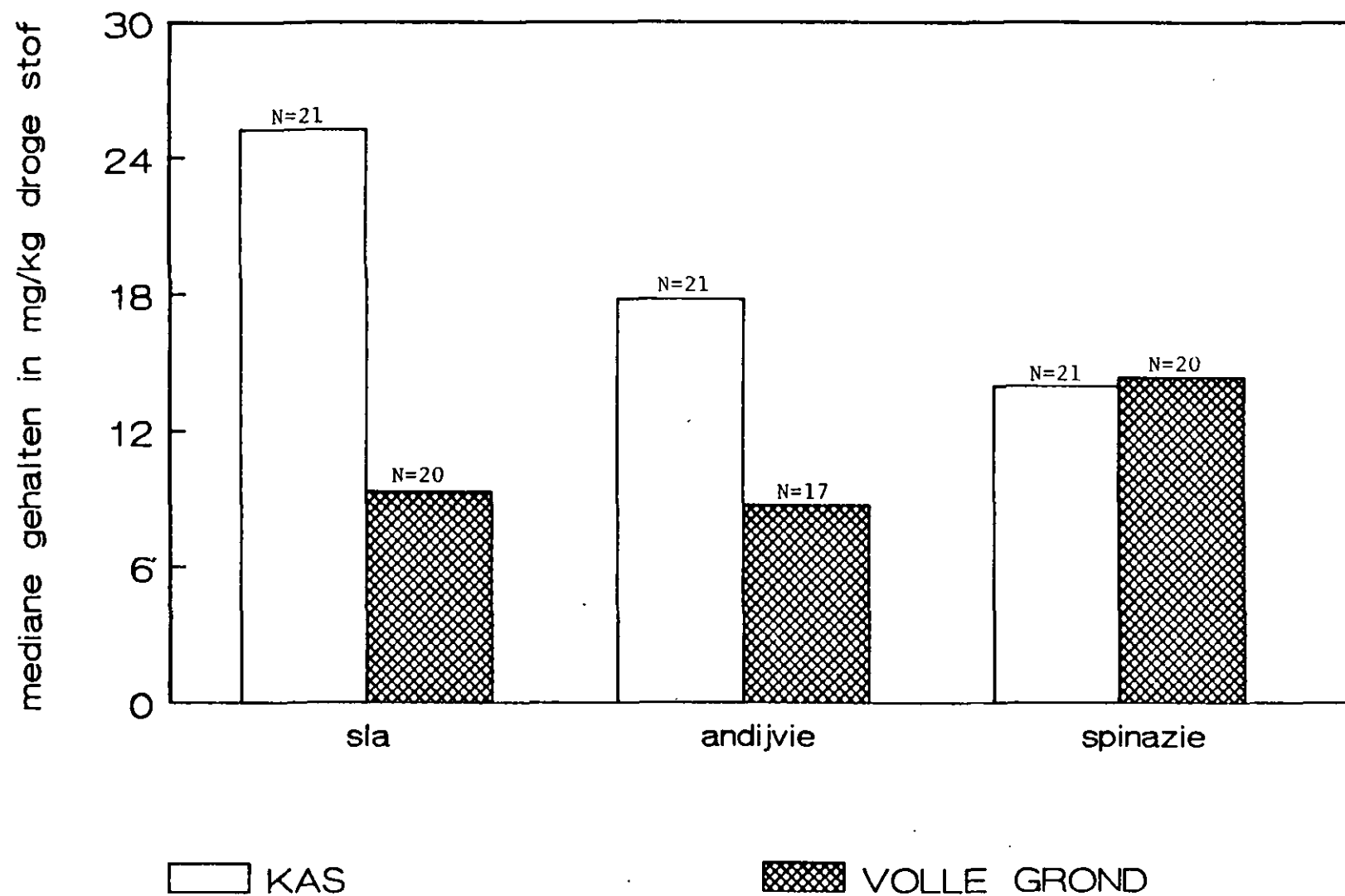
Cadmium in kasgroenten / groenten van de volle grond



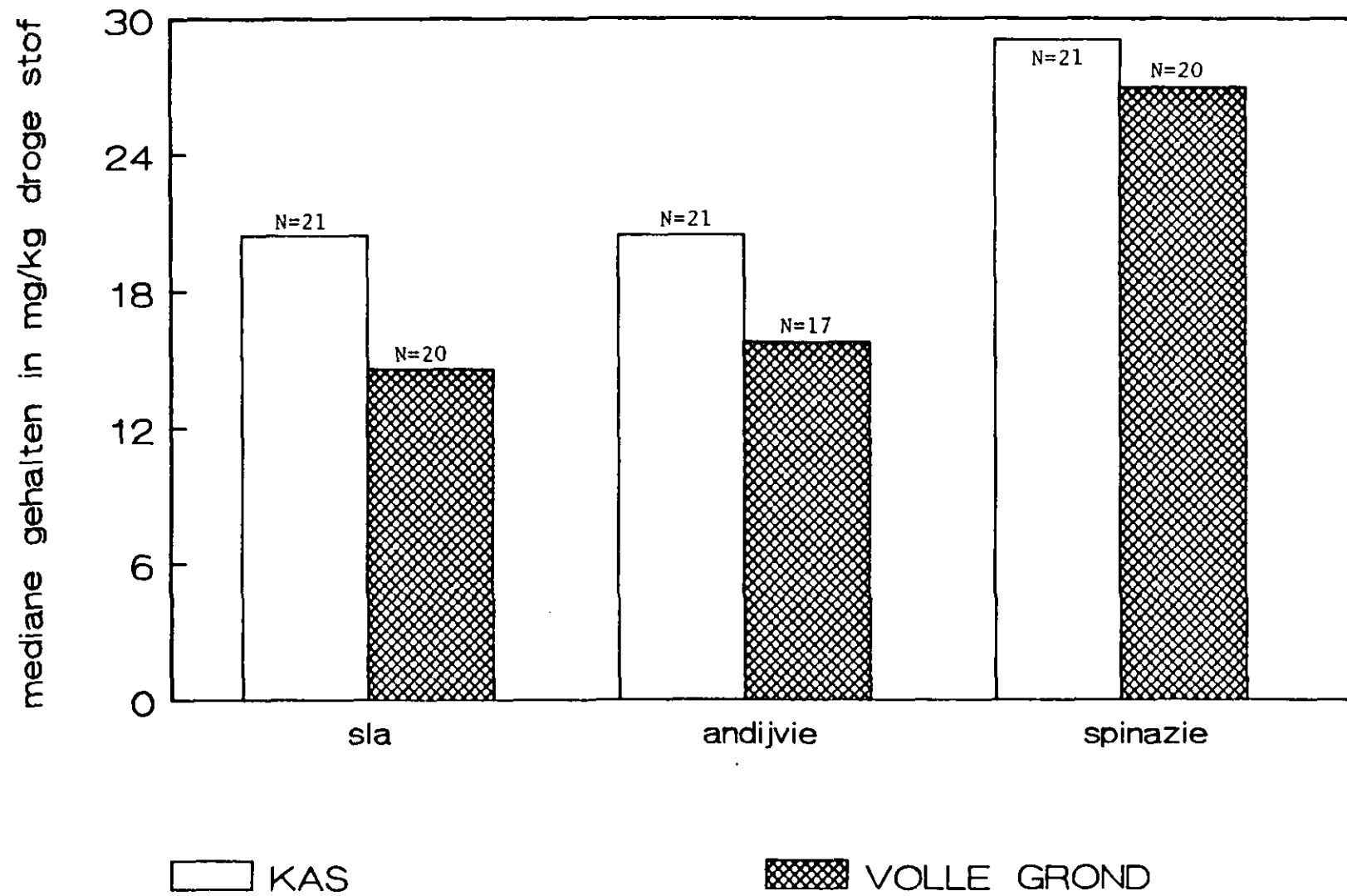
lood in kasgroenten / groenten van de volle grond



Koper in kasgroenten / groenten van de volle grond



mangaan in kasgroenten / groenten van de volle grond



zink in kasgroenten / groenten van de volle grond

