



**Hoge
Gezondheidsraad**

**WETENSCHAPPELIJK COMITE
VAN HET FEDERAAL AGENTSCHAP
VOOR DE VEILIGHEID VAN DE
VOEDSELKETEN**

Gemeenschappelijk advies
SciCom 05-2012 en HGR 8663

Betreft: Herformulering van levensmiddelen - zoutreductie (Sci Com 2010/09 – HGR 8663)

Advies goedgekeurd door het Wetenschappelijk Comité van het FAVV op 16 maart 2012 en door het College van de Hoge Gezondheidsraad (HGR) op 04 april 2012

Samenvatting

Een hoge natriumname wordt gekoppeld aan een aantal gezondheidsrisico's, waaronder verhoogde bloeddruk met diverse klinische gevolgen zoals bepaalde hart- en vaatziekten. Het is ook aangetoond dat een verlaging van de bloeddruk gepaard gaat met gezondheidswinst. Zout (NaCl, "keukenzout") is de belangrijkste bron van natrium in voedingsmiddelen en met zoutreductie wordt eigenlijk natriumreductie (Na⁺) bedoeld. In verschillende landen van Europa, maar ook buiten Europa, werden verscheidene zoutreductiecampagnes gelanceerd. In België werd in het kader van het Nationaal Voedings- en Gezondheidsplan (NVGP) een campagne uitgewerkt die onder meer bestond uit een betere bewustmaking van de consument en een convenant met de voedingsmiddelenindustrie en – distributeurs om het zoutgehalte in de voedingsproducten te verminderen. Bij de reductie van zout (natrium) spelen zowel economische, technologische als subjectieve factoren (bv. smaak) een rol. In dit advies komen de belangrijkste aspecten van natriumreductie aan bod, voornamelijk op het vlak van voedselveiligheid en volksgezondheid.

De gemiddelde zoutinname van volwassenen in België bedraagt ongeveer 10,5 g per dag. De Hoge Gezondheidsraad (HGR) beveelt aan om de zoutconsumptie terug te brengen tot < 5 g per dag. Buitenshuis bereide voedingsmiddelen (brood, kaas, vleeswaren, bereide gerechten, etc.) en kant-en-klare gerechten leveren de grootste bijdrage aan de zoutinname (± 75%). Zout wordt niet alleen om sensorische, maar ook om microbiologische en technologische redenen aan voedingsmiddelen toegevoegd. Bij de herformulering van voedingsmiddelen dient bijgevolg rekening gehouden te worden met de verschillende functionaliteiten van zout in het voedingsmiddel. Echter, dergelijke herformulering mag niet gepaard gaan met een verhoging van het vet- of suikergehalte van voedingsmiddelen, wat contraproductief is bij het streven naar een gezonde voeding. Bovendien dient steeds de microbiële en chemische veiligheid van het geherformuleerde product geëvalueerd te worden.

Methoden om het zoutgehalte in voedingsmiddelen te reduceren, zijn onder andere een stapsgewijze reductie van het zoutgehalte, het gebruik van zoutvervangers, het inspelen op de smaakperceptie (bv. kruiden, smaakversterkers, fysieke beschikbaarheid van zout, etc.), en de vervanging van andere

natriumbevattende voedingsadditieven. Echter, gezien de overdosering van zout in vele voedingsproducten en de grote variabiliteit van het zoutgehalte binnen eenzelfde categorie van voedingsproducten, lijkt in een eerste fase de meest voor de hand liggende methode een eenvoudige, stapsgewijze verlaging van het zoutgehalte te zijn.

In dit advies worden een aantal aanbevelingen geformuleerd voor het beleid, de betrokken sectoren, het onderzoek en de consument.

Summary

Advice 05-2012 of the Scientific Committee of the FASFC and advice SHC 8663 of the Superior Health Council on the reformulation of food – salt reduction

A high sodium intake is associated with several health risks including high blood pressure with various clinical consequences, such as certain cardiovascular diseases. It has also been shown that a decrease of blood pressure is associated with health benefits. Salt (NaCl, "kitchen salt") is the main source of sodium in foods and salt reduction actually means sodium reduction. In several European countries, but also outside Europe, various salt reduction campaigns were launched. In Belgium, a campaign was developed as part of the National Food and Health Plan that included amongst others a raise of consumer awareness and a covenant with the food industry and food distributors to reduce the salt content of food products. When reducing salt (sodium) economic, technological as well as subjective factors (e.g. taste) play a role. This advice considers the most important aspects of sodium reduction primarily at the level of food safety and public health.

The average salt intake of adults in Belgium is approximately 10.5 g per day. The Superior Health Council recommends reducing the salt intake to < 5 g per day. Foods prepared outdoors (bread, cheese, meat products, prepared meals, etc.) and ready-made dishes contribute most to the salt intake ($\pm 75\%$). Salt is not added to foods for sensory reasons alone, but also for microbiological and technological reasons. Therefore, reformulation of food products should take the different functions of salt in food into account. However, such reformulation should not be accompanied by an increase of the fat or sugar content of food, which is counterproductive in the quest for a healthy diet. Moreover, the microbial and chemical safety of the reformulated product should always be evaluated.

Methods to reduce the salt content of foods include amongst others a gradual reduction of the salt content, the use of salt substitutes, acting on the taste perception (e.g. spices, flavor enhancers, physical availability of salt, etc.), and the replacement of other sodium-containing food additives. However, given the overdosing of salt in many food products and the high variability of the salt content within the same category of food products, the most obvious method in a first phase seems to be a simple, stepwise reduction of the salt content.

In this advice a number of recommendations are formulated for policy, industries, research and consumers.

Sleutelwoorden

Zout, zoutvervangers, levensmiddelen

Mesh terms

Food, Food and Beverages, Sodium Chloride, Sodium, Dietary, Food Industry, Food Technology, Food Safety, Food Preservation, Food Microbiology, Food Habits, Food Preferences, Food labeling, Health Food, Nutrition Policy, Public Health.

Afkortingen

An	verplicht anaeroob
EDTA	ethyleendiaminetetra-azijnzuur
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i>
ESAN	<i>European Salt Action Network</i>
FA	facultatief aerob
FAVV	Federaal agentschap voor de veiligheid van de voedselketen
FOD VVVL	FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu
FSA	<i>Food Standards Agency</i>
GHP	Goede Hygiënepraktijken
HGR	Hoge Gezondheidsraad
HVP	eiwithydrolysaat ('hydrolyzed vegetable protein')
ICP-AES	emissiespectrometrie (inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy)
JND	<i>Just Noticeable Difference</i>
Ig	lichaamsgewicht
KCl	kaliumchloride
M	microaerofiel
MSG	mononatriumglutamaat
NaCl	natriumchloride - zout
NVGP	Nationaal Voedings- en Gezondheidsplan
OIVO	Onderzoeks- en Informatiecentrum van de Verbruikers Organisaties
TOPH	<i>Trial of Hypertension Prevention</i>
WASH	<i>World Action on Salt & Health</i>
WHO	<i>World Health Organization</i> [=WGO: Wereldgezondheidsorganisatie]
ZE	zoutequivalent

1. Referentietermen

1.1. Vraagstelling

Dit advies werd op eigen initiatief opgesteld en kwam tot stand door een samenwerking van het Wetenschappelijk Comité van het FAVV en de Hoge Gezondheidsraad (HGR). Volgende aspecten worden behandeld:

1. toelichting van de problematiek: zout- versus natriumreductie (**punt 2**);
2. zoutinname van de Belgische bevolking (**punt 3**);
3. risico's van een te hoge natriuminname voor de volksgezondheid (**punt 3**);
4. technologische functie van zout in levensmiddelen en risico's van zoutreductie voor de voedselveiligheid (**punt 4**);
5. mogelijke benaderingen voor zoutreductie en de voor- en nadelen van deze benaderingen (**punt 5 & 6**).

De term "zout" in dit document verwijst naar natriumchloride of NaCl. Andere zouten die besproken worden, worden expliciet bij hun chemische naam vernoemd.

1.2. Wettelijke context

- Richtlijn 90/496/EEG van de Raad van 24 september 1990 / Koninklijk Besluit van 8 januari 1992 betreffende de voedingswaarde-etikettering van voedingsmiddelen
- Verordening (EG) nr. 1924/2006 van het Europees Parlement en de Raad van 20 december 2006 inzake voedings- en gezondheidsclaims voor levensmiddelen
- Verordening (EG) nr. 1925/2006 van het Europees Parlement en de Raad van 20 december 2006 betreffende de toevoeging van vitamines en mineralen en bepaalde andere stoffen aan levensmiddelen
- Verordening (EG) nr. 1333/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake levensmiddelenadditieven
- Richtlijn 89/398/EEG van de Raad van 3 mei 1989 betreffende de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de Lid-Staten inzake voor bijzondere voeding bestemde levensmiddelen
- Richtlijn 2008/60/EG van de Commissie van 17 juni 2008 tot vaststelling van specifieke zuiverheidseisen voor zoetstoffen die in levensmiddelen mogen worden gebruikt
- Richtlijn 2008/84/EG van de Commissie van 27 augustus 2008 tot vaststelling van specifieke zuiverheidseisen voor levensmiddelenadditieven met uitzondering van kleurstoffen en zoetstoffen
- Richtlijn 2008/128/EG van de Commissie van 22 december 2008 tot vaststelling van bijzondere zuiverheidseisen voor kleurstoffen die in levensmiddelen mogen worden gebruikt

Om op de vraag te kunnen antwoorden werd er een *ad hoc* werkgroep opgericht, bestaande uit deskundigen in de volgende disciplines: preventieve geneeskunde, volksgezondheid, epidemiologie, chemie, levensmiddelentechnologie- en proceskunde, fysiologie en fysiopathologie van de voeding evenals levensmiddelenanalyse.

Overwegende de besprekingen tijdens de werkgroepvergaderingen van 5 juli 2010, 29 november 2010, 31 januari 2011, 26 april 2011, 28 juni 2011 (hoorzitting van de betrokken organisaties), 24 oktober 2011 en 12 januari 2012, de plenaire zitting van het Wetenschappelijk Comité van 16 maart 2012 en van het College van de Hoge Gezondheidsraad van 04 april 2012;

geven het Wetenschappelijk Comité van het FAVV en de Hoge Gezondheidsraad het volgende gemeenschappelijk advies:

2. Inleiding

Zout is bij overdaad schadelijk voor de gezondheid. Teveel zout kan de ontwikkeling van bloeddrukverhoging in de hand werken en een verhoogde bloeddruk is een risicofactor voor hart- en vaatziekten. Teveel zout is ook een risicofactor voor maagkanker en osteoporose (zie 3.3.). Op basis van gegevens uit de VS blijkt dat zelfs een reductie van 1 g zout per dag een aanzienlijk positief effect op de volksgezondheid zou kunnen opleveren, van eenzelfde grootteorde als andere interventiecampagnes zoals bv. de anti-rookcampagnes en campagnes m.b.t. cholesterolverlaging (Bibbins-Domingo *et al.*, 2010).

Natrium (Na^+) is het eigenlijke nutriënt dat de bloeddruk beïnvloedt en met “zoutreductie” wordt eigenlijk “natriumreductie” bedoeld. Zout (NaCl) is de belangrijkste bron van natrium in levensmiddelen, maar is niet de enige bron. Soms worden andere natriumzouten toegevoegd als bewaarmiddel, rijsmiddel, verdikkingsmiddel, etc. (zie tabel 4.3.1.). Rekening houdend met het moleculair gewicht van de twee ionen (Na^+ en Cl^-), beslaat natrium 39,7% van het moleculair gewicht van NaCl en bevat 1g zout ongeveer 17 mmol natrium en 17 mmol chloride. Het “zoutequivalent” (ZE), of m.a.w. de hoeveelheid “zout” dat met het natriumgehalte overeenkomt, wordt berekend door het natriumgehalte met 2,5 te vermenigvuldigen (1 g natrium = 2,5 g zout). In dit advies wordt met “zout” natriumchloride (NaCl) bedoeld, tenzij anders aangegeven wordt.

De meest courante methode voor de analyse van NaCl is dosering van de Cl^- -ionen via titratie (bv. methode van Mohr, methode van Volhardt). Echter, aangezien Na^+ het relevante ion is voor de volksgezondheid en ook andere Na^+ bronnen dan zout (NaCl) in de voeding aanwezig kunnen zijn, is het ten stelligste aangewezen om de Na^+ -ionen te meten, bv. via emissiespectrometrie of ICP-AES.

Geschat wordt dat 75% van het zout dat geconsumeerd wordt, afkomstig is van verwerkte levensmiddelen (punt 3.2.). Daarom werkt het Nationaal Voedings- en Gezondheidsplan (NVGP) van de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu (FOD VVVL) al geruime tijd samen met de betrokken sectoren zoals de voedingsindustrie, de distributiesector, de horeca en cateringsector om het zout in het voedingsaanbod te verminderen.¹ Ook in verscheidene andere landen werden zoutreductieprogramma's gelanceerd (WASH, 2011a; Webster *et al.*, 2011; EC, 2009; PHAC, 2009) Tabel 2.1. geeft een overzicht van enkele van deze programma's. De lange-termijn doelstelling van deze zoutreductieprogramma's is om de zoutconsumptie (gemiddeld 9-10 g per dag) te reduceren tot 5 à 6 g per dag. De belangrijkste maatregelen zijn de verlaging van het zoutgehalte van (verwerkte) levensmiddelen (vooral bij die producten die het meest bijdragen tot de zoutinname, maar een algemene zoutvermindering in alle producten is wenselijk om te wennen aan een minder zoute smaak), informeren/bewustmaking van de bevolking, de ontwikkeling van zoutvervangers, de invoering van voorwaarden voor etikettering en andere regelgevende maatregelen. De doeltreffendheid van de zoutreductieprogramma's kan geëvalueerd worden via monitoring van de zoutinname van de bevolking (bv. via urinecollectie, schatting vanuit een voedselconsumptiepeiling) en het zoutgehalte van levensmiddelen (via informatie op het etiket en laboratoriumanalyses).

Tabel 2.1. Zoutreductieprogramma's in enkele landen
(zie ook: WASH, 2011a; Webster *et al.*, 2011; EC, 2009; PHAC, 2009)

Land	Aanvang	Belangrijkste maatregelen	Resultaten	Referentie
België	'80	- Koninklijk besluit van 2 september 1985 betreffende brood en andere bakkerijproducten	Reductie zoutgehalte brood	
	2009	- “Stop het zout!” Campagne: informeren bevolking - Convenant met distributie- en transformatiesector om zoutinname met 10% te reduceren tegen 2012 - convenant met broodsector m.b.t. geïodeerd zout	Zoutinname bedroeg in 2009 10g/dag (= nulmeting) – nieuwe meting voorzien in 2012	http://www.mijnvoedingsplan.be http://www.stophetzout.be
Finland	1978	- Informeren bevolking	~20 jaar:	Laatikainen <i>et</i>

¹ <http://www.health.belgium.be/eportal/Myhealth/Healthylife/Food/FoodandHealthPlan2/SALT/Menu/index.htm>

		<ul style="list-style-type: none"> - Propageren zoutvervangers - Hartsymbool i.g.v. gunstig voedingsprofiel - Waarschuwing op verpakking i.g.v. te hoog zoutgehalte 	14 g/dag → 10 g/dag	al.(2006)
Frankrijk	2002	<ul style="list-style-type: none"> - informeren bevolking - Stapsgewijze zoutreductie in producten die het meest bijdragen aan de zoutinname (vnl. brood) 	2001 – 2005: ± 5% reductie zoutconsumptie	Anses (Afssa) (2002) Herberg (2006)
Verenigd Koninkrijk	2003	<ul style="list-style-type: none"> - Informeren bevolking - Zoutreductie levensmiddelen - 'Traffic light' labelling 	<ul style="list-style-type: none"> - 2001 – 2006: reductie zoutinname met 6 à 7% - 25-45% zoutreductie in belangrijkste producten 	FSA (2010a) FSA (2009)
Ierland	2005	<ul style="list-style-type: none"> - Zoutreductie levensmiddelen - Limieten voor 'weinig zout', 'zeer weinig zout' en 'zoutvrij' claims 	2008: zoutreductie in <ul style="list-style-type: none"> - brood: -10% - sauzen: -15% - soepen: -10% 	FSAI (2005)
Zweden	2008	<ul style="list-style-type: none"> - Informeren bevolking - Zoutreductie levensmiddelen 		FOPH (2009)
Australië	2007	<ul style="list-style-type: none"> - "Drop the salt!" campagne - Gemiddelde zoutreductie van 25% in levensmiddelen - Gemiddelde zoutreductie van 25% in catering - Informeren bevolking - Duidelijke etikettering 		AWASH (2009)
USA	1995	Regulerende maatregelen (gezondheidsclaims, declaratie, maximale gehalten)		FDA (2011)
Canada	2007	<ul style="list-style-type: none"> - Informeren bevolking - Vrijwillige zoutreductie in levensmiddelen - (Regulatieve limieten) 		Health Canada (2010)

In 2007 werd het "European Salt Action Network" (ESAN)² gelanceerd, een initiatief van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) Europa dat gebaseerd is op de aanbevelingen en conclusies van het "Second WHO European Action Plan for Food and Nutrition Policy" (WHO, 2007a), van de resolutie "Prevention and Control of non-communicable Diseases" (WHO, 2007b) en van de vergadering "Reducing Salt Intake in Populations" (WHO, 2006). De doelstelling van het ESAN is de uitwisseling van informatie over communicatie, monitoring en de technologische vooruitgang in het kader van de verschillende zoutreductieprogramma's. In dezelfde context werd in 2008 het "EU Framework for National Salt Initiatives" gelanceerd, een niet wettelijk bindend (en dus vrijwillig) kader, met als doelstelling om in de verschillende Lidstaten een zoutconsumptie van 6 g per dag of minder te bekomen. Er wordt voor alle voedingsmiddelen een gemeenschappelijk minimaal Europees criterium aanbevolen om de basiszoutgehalten van 2008 tegen 2012 met 16% te reduceren (EC, 2008b). Het is duidelijk dat er internationaal (mondiale markt) acties ondernomen worden om het zoutgehalte in voedingsproducten te reduceren en dit zowel door de beleidsverantwoordelijken als door de industrie.

Om de consument beter te beschermen tegen misleidende etikettering werd op Europees niveau bepaald welke voedings- en gezondheidsclaims een verpakking mag bevatten (Verordening (EG) nr. 1924/2006). Volgende voedingsclaims met betrekking tot het zout-/natriumgehalte (en elke andere claim die voor de consument waarschijnlijk dezelfde betekenis heeft) zijn toegestaan:

- "Natriumarm/zoutarm": alleen toegestaan als het product maximaal 0,12 g natrium, of de overeenkomstige waarde voor zout, per 100 g of 100 ml bevat. Voor ander water dan natuurlijk

² Aan het netwerk nemen 23 landen deel, nl. België, Bulgarije, Kroatië, Cyprus, Finland, Frankrijk, Georgië, Griekenland, Hongarije, Ierland, Israël, Italië, Malta, Nederland, Noorwegen, Polen, Portugal, de Russische Federatie, Servië, Slovenië, Spanje, Zweden, Zwitserland en het Verenigd Koninkrijk (coördinator). WHO Europa en de EC nemen deel als observator; <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/disease-prevention/nutrition/policy/member-states-action-networks/reducing-salt-intake-in-the-population>

mineraalwater dat onder het toepassingsgebied van Richtlijn 80/777/EEG valt, mag deze waarde niet meer dan 2 mg natrium per 100 ml bedragen.

- “Zeer laag natriumgehalte/zoutgehalte”: alleen toegestaan als het product maximaal 0,04 g natrium of de overeenkomstige waarde voor zout, per 100 g of 100 ml bevat. Deze claim mag niet worden gebruikt voor natuurlijk mineraalwater en ander water.
- “Natriumvrij/zoutloos”: alleen toegestaan als het product maximaal 0,005 g natrium of de overeenkomstige waarde voor zout, per 100 g bevat.
- “verlaagd gehalte aan natrium/zout”: alleen toegestaan als het natriumgehalte of de overeenkomstige waarde voor zout van het product minimaal 25% lager is dan dat van een vergelijkbaar product.
- “geen toegevoegd zout / natrium” (voorlopig nog een voorstel): alleen toegestaan wanneer het natriumgehalte of de overeenkomstige waarde voor zout, van het product van nature laag is (< 0,12g Na/100g) en wanneer geen zout noch een zoutbevattend ingrediënt toegevoegd werd.

Bij de reductie van zout (natrium) spelen verschillende factoren een rol, zoals de perceptie van de consument (bv. smaak, E-nummers op het etiket), economische (bv. prijs ingrediënten, internationale markt) en technische factoren (bv. sensorische eigenschappen en voedselveiligheidsaspecten). De bedoeling van dit advies is niet om een allesomvattende discussie weer te geven, maar om de belangrijkste aspecten verbonden aan zoutreductie te bespreken, waarbij de nadruk ligt op voedselveiligheid en volksgezondheid.

3. Nutritionele aspecten van zoutreductie en verantwoording voor zoutreductie

3.1. Fysiologisch overzicht van de natriumbalans

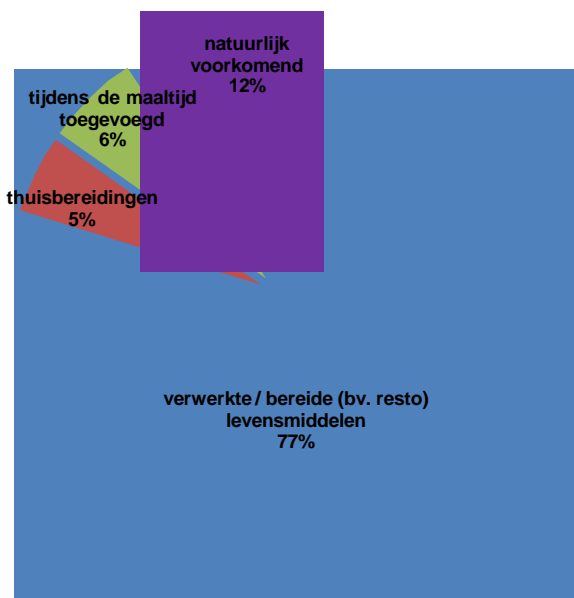
Natrium bepaalt de osmolaliteit (i.e. het aantal opgeloste deeltjes) van de extracellulaire vloeistoffen, of m.a.w. de water- en zoutbalans (homeostase) en de volemie (i.e. het volume van de extracellulaire vloeistoffen en het bloedvolume) van het organisme. De natriumconcentratie in het plasma blijft tamelijk stabiel (~140 mmol/l) ondanks soms aanzienlijke variaties in de natrium(zout-)inname. Een verhoogde natriuminname gaat gepaard met waterretentie om de osmolaliteit te behouden.

Om een rol te spelen bij het regelen van de water- en zoutbalans van het organisme en vooral van de volemie moet natrium in de vorm van natriumchloride worden ingenomen. Vanuit praktische overwegingen is het bijgevolg essentieel om de hoeveelheid natriumchloride (gewoonlijk “het zout” genoemd) om te zetten. Het meten van de urine-excretie van natrium (gebruikelijk uitgedrukt in mmol per 24 uur) is immers het meest objectieve middel om zoutinname via de voeding in te schatten, gewoonlijk uitgedrukt in g per 24 uur. De extrarenale natriumverliezen (zweetverlies en verlies via de spijsvertering) zijn heel beperkt in fysiologische omstandigheden en bij afwezigheid van sterke transpiratie. Gewoonlijk bedragen deze verliezen tussen de 15 en 20 mmol per dag en als ze bij de hoeveelheid natrium geëlimineerd door de nieren worden opgeteld, wordt een relatief objectieve en precieze beoordeling van de natriuminname via de voeding verkregen. De vaak erg variabele hoeveelheden van via de voeding ingenomen natrium, die naargelang de voedingsgewoonten van 20 mmol tot 450 mmol bedragen (dus van 1 g tot 26 g zout), worden in het algemeen door de nieren op een bijna kwantitatieve manier uitgescheiden. Deze grote capaciteit van de nieren om de natriumexcretie via de urine aan de min of meer belangrijke voedingsinname aan te passen is het resultaat van erg ingewikkelde, maar gewoonlijk zeer efficiënte neuro-hormonale mechanismen.

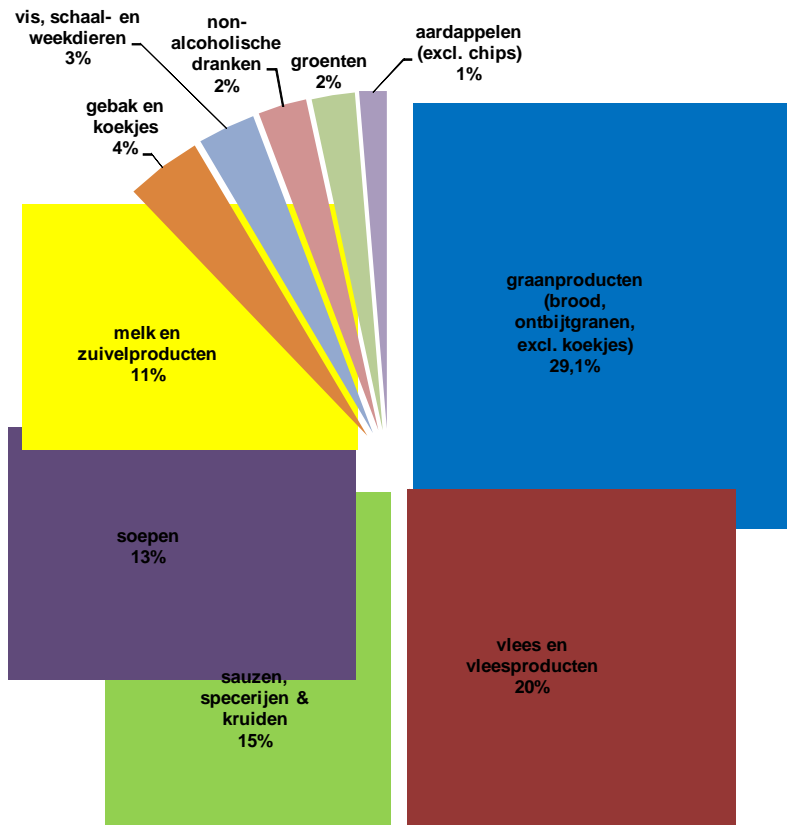
3.2. Zoutinname van de Belgische bevolking

De gemiddelde zoutinname schommelt voor de meeste landen en voor de volwassen bevolking tussen de 9 en 12 g NaCl per dag. De inname ligt ongeveer 20 % hoger bij mannen dan bij vrouwen (EFSA, 2006; INTERSALT, 1988). De inname nadert 4 tot 5 g zout per dag voor de leeftijd van 4 tot 6 jaar en 5 tot 6 g per dag voor de leeftijd van 7 tot 12 jaar (EFSA, 2006).

De recente beoordeling van de zoutinname in België, uitgevoerd in het kader van het NVGP, op basis van de natriumexcretie via de urine wijst op een zoutverbruik bij de volwassen bevolking van gemiddeld 10,5 g zout per dag, wat dus dicht bij de andere Europese landen aanleunt (Vandevijvere *et al.*, 2010; INTERSALT, 1988). Het merendeel (ongeveer 75 %) van het natrium in de voeding komt uit het verbruik van industrieel bereide en dus met zout verrijkte voedingsmiddelen (**figuur 3.2.1.**). Het gaat vooral om brood, fijne vleeswaren (sommige soorten kunnen tot 80 mmol natrium per 100 g bevatten), melkproducten zoals zoutrijke kazen, bereide gerechten, sauzen of soepen (Ni Mhurchu *et al.*, 2010; Vandevijvere & Van Oyen, 2008; EFSA, 2006) (**figuur 3.2.2.**).



Figuur 3.2.1. Aandeel van de verschillende bronnen aan de zoutinname (bron: EC, 2008a)



Figuur 3.2.2. Levensmiddelengroepen die het meest (> 1%) bijdragen aan de zoutinname van de Belgische bevolking (bron: Vandevijvere & Van Oyen, 2008)

Het vaak overmatig zoutgebruik door de voedingsindustrie is grotendeels te wijten aan het gunstig effect van zout op de smaak en de consistentie van talrijke voedingsmiddelen. Daarnaast wordt ook een betere bewaring van de voedingsmiddelen beoogd door het risico op microbiële proliferatie te beperken (EFSA, 2006) (zie 4.). Het natriumgehalte in de meeste natuurlijke voedingsmiddelen is zeer laag, van 0,1 mmol per 100 g voor fruit en groenten tot 3,0 mmol per 100 g voor sommige vlees- en vissoorten. De natriuminname in de vorm van de toevoeging van zout tijdens het koken of aan tafel bedraagt 10 % tot 15 % van de gebruikelijke globale natriuminname.

Buiten de inname van natriumchloride (dus keukenzout) via de voeding wordt natrium ook, maar in kleinere hoeveelheden in de vorm van voedingsadditieven (dus van natriumnitraat, -fosfaat of -glutamaat) of dranken rijk aan natriumbicarbonaat (EFSA, 2006) ingenomen. Op te merken valt echter dat vooral natrium ingenomen in de vorm van natriumchloride (m.a.w. zoutinname via de voeding) betrokken is bij de regeling van de water- en zoutbalans (homeostase) en verantwoordelijk is voor talrijke schadelijke effecten van een overmatige zoutinname op de gezondheid.

3.3. Zout, bloeddruk en hart- en vaatziekten

Beroerten en hartziekten zijn wereldwijd de belangrijkste oorzaak van vroegtijdige sterfte en van invaliditeit (Lopez *et al.*, 2006). Verhoging van de arteriële bloeddruk is één van de meest belangrijke risicofactoren voor deze ziekten. Hoe hoger de bloeddruk, hoe hoger het risico (Lewington *et al.*, 2002). Elke definitie van hypertensie is derhalve eerder arbitrair en berust op klinische toepassingen.

Een verlaging van de bloeddruk op bevolkingsvlak gaat gepaard met een verlaging van het risico op beroerten en hartziekten; op basis van resultaten van gecontroleerde interventiestudies werd geraamd dat een vermindering van de systolische bloeddruk met 5 mm Hg gepaard zou gaan met een verlaging van de sterfte ten gevolge van beroerten en coronaire hartziekten met respectievelijk -23 en -16% (He & MacGregor, 2003).

Het belang van de zoutinname op de verdeling van de bloeddruk op bevolkingsvlak en op de incidentie van hypertensie op volwassen leeftijd werd aangetoond vanuit verschillende richtingen van het wetenschappelijk onderzoek (epidemiologie, migratiestudies, *in vitro* en dierexperimenteel onderzoek, klinisch-pathologisch onderzoek en gecontroleerde gerandomiseerde klinische studies (*trials*)).

In klinische studies werd het direct effect van zoutinname op beroerten en hartziekten zelden onderzocht; in de "Trials of Hypertension Prevention" (TOPH I en II) werden meer dan 3000 personen met een gemiddelde bloeddruk van 127/85 mm Hg en een gebruikelijke zoutinname van 10 g per dag op toeval verdeeld in een groep met zoutbeperking en een controlegroep. De bereikte zoutreductie in de interventiegroep was ongeveer 2-2,5 g/dag, wat gepaard ging met een daling van -1,7/-0,9 mm Hg voor de systolische en diastolische bloeddruk na 18 maanden in TOPH I en van -1,2 en -0,7 mm Hg na 36 maanden in TOPH II. In de interventiegroep werd 10-15 jaar na het beëindigen van de studie een 25-30% lagere incidentie van hart- en vaatziekten waargenomen en dit onafhankelijk van leeftijd, geslacht, ras en lichaamsgewicht (Cook *et al.*, 2007). Een andere studie werd uitgevoerd in verzorgingstehuizen in Taiwan. In twee tehuizen werd gedurende 2,5 jaar gekookt met een zout waarvan de helft vervangen was door KCl, terwijl in drie andere tehuizen werd gekookt met gewoon zout. De sterfte ten gevolge van hart- en vaatziekten was met 41% afgenomen in de populatie van de tehuizen waar de concentratie aan NaCl was gehalveerd (Chang *et al.*, 2006). Het moet evenwel gezegd dat deze studies (*trials*) geen sterke bewijzen leveren over het direct effect van zoutvermindering op hart- en vaatziekten en dat er wellicht nooit studies (*trials*) zullen worden uitgevoerd met een voldoende aantal personen, langdurige zoutrestrictie en voldoende klinische eindpunten in groepen representatief voor de algemene bevolking. De zoutinname zorgvuldig vaststellen is trouwens moeilijk. Om een individu goed te kenmerken, zijn herhaalde metingen van de natriumexcretie in 24-uurs urine nodig. De wetenschappelijke onderbouw van strategieën om zoutinname op bevolkingsvlak te verlagen, wordt daarom best opgesplitst in gevolgen van zoutinname op de bloeddruk, wat vervolgens kan 'vertaald' worden naar de gekende gevolgen van bloeddruk op beroerten en hartziekten.

Het verband tussen zoutinname en bloeddruk is vrij uitvoerig bestudeerd in observatie- en interventiestudies. De resultaten van de INTERSALT studie ondersteunen de stelling dat de toename van de bloeddruk met de leeftijd op bevolkingsvlak groter is naarmate de zoutinname in de bevolking hoger is (Intersalt, 1988). Resultaten van interventiestudies zoals de DASH studie, tonen aan dat een verminderde zoutinname, onafhankelijk van effecten van andere voedingsaanpassingen, gepaard gaat met bloeddrukverlaging (Sacks *et al.*, 2001). Samen met onderzoeksresultaten van andere interventiestudies werd berekend dat 3 g/dag minder zoutinname gepaard gaat met 3,6-5,6 mm Hg lagere systolische bloeddruk en met 1,9-3,2 mm Hg lagere diastolische bloeddruk bij personen met hypertensie; bij personen met 'normale' bloeddruk was het effect half zo groot, nl. 1,8-3,5 mm Hg systolisch en 0,8-1,8 mm Hg diastolisch. In deze studies was er een significante dosis-respons relatie tussen de zoutinname en de bloeddruk (He & MacGregor, 2003).

De impact van een zoutrijke voeding op de ontwikkeling van hypertensie werd ook bij kinderen aangetoond (He & MacGregor, 2006).

De invloed van de zoutinname op de bloeddruk is evenwel sterk verschillend van persoon tot persoon; er wordt een onderscheid gemaakt tussen "zoutgevoelige personen" en anderen. Deze "verhoogde

zoutgevoeligheid" is grotendeels genetisch bepaald (Miller, 2011), wat de frequentie van een verhoogde zoutgevoeligheid van sommige bevolkingsgroepen zoals die van Afrikaanse oorsprong zou kunnen verklaren (EFSA, 2006). De zoutgevoeligheid kan ook verworven zijn, in het bijzonder bij zwaarlijvige personen, personen met insulineresistentie en bejaarden (EFSA, 2006). Ze kan ook veroorzaakt worden door een te hoge zoutbelasting na een toename van de bloeddrukreactie op angiotensine II (Chamarthi *et al.*, 2010). Overmatige zoutinname kan ook de activiteit van het sympathisch zenuwstelsel bij zoutgevoelige personen stimuleren (Stocker *et al.*, 2010).

Resultaten van interventiestudies tonen aan dat het gunstig effect van een zoutarme en evenwichtige voeding op de bloeddruk zijn nut heeft tot ongeveer 5 g/dag en misschien nog lager in bepaalde subgroepen van de bevolking. Dit stemt overeen met de doelstelling voor een verminderde zoutinname op bevolkingsvlak van < 5 g/dag zoals voorgesteld door diverse adviesorganen op internationaal vlak (Appel *et al.*, 2011; NICE, 2010; WHO, 2010; Mancia *et al.*, 2007; IoM, 2005) en door de HGR in België (HGR, 2009a). De voornaamste maatregel om een dergelijke beperking van de zoutinname te bereiken, ligt in het beperken van het zoutgehalte in de industrieel bereide voedingsmiddelen (Bochud *et al.*, 2010; He & MacGregor, 2010; Ni Mhurchu *et al.*, 2010; Dötsch *et al.*, 2009; Vandevijvere & Van Oyen, 2008).

Anderzijds zijn er studieresultaten waarbij de auteurs vragen stellen bij het nut en de veiligheid van een sterke reductie van de zoutinname in de gehele bevolking of die enkel zoutrestrictie voor "zoutgevoelige" personen zinvol vinden (Graudal *et al.*, 2012; O'Donnell *et al.*, 2011; Stolarz-Skrzypek *et al.*, 2011; Taylor *et al.*, 2011; Alderman, 2010; Cohen & Alderman, 2007; Alderman, 2006; EFSA, 2006). De doeltreffendheid van een sterke beperking van de zoutinname ter preventie van hart- en vaatziekten is aldus nog altijd het onderwerp van controverse. Volgens sommige auteurs kan een uitgesproken reductie van de zoutinname de ziekte zelfs verergeren en de cardiovasculaire mortaliteit verhogen bij patiënten met diabetes (Ekinci *et al.*, 2011; Thomas *et al.*, 2011) of bij patiënten die lijden aan chronische hart- en vaatziekten (Paterna *et al.*, 2008).

Buiten het belang van een verminderde zoutinname voor de preventie van hart- en vaatziekten, matigt een zoutarme voeding aanzienlijk de ontwikkeling en de complicaties van chronische nefropathie (Krikken *et al.*, 2009) en vooral van diabetische nefropathie (Suckling *et al.*, 2010).

Onder de andere schadelijke effecten van een te zoutrijke voeding wordt met name een verhoogd renaal calciumverlies met een toegenomen risico op niersteenvorming en osteoporose opgemerkt (Damasio *et al.*, 2011; Caudarella *et al.*, 2009). Ook moet de mogelijke impact van een te zoutrijke voeding op sommige soorten kankers vermeld worden (EFSA, 2006; Tsugane, 2005; Cohen & Roe, 1997). Recente studies suggereren dat zout op zich geen kankerverwekkende stof is, maar de bewaring van sommige voedingsmiddelen (zoals visseneieren) in zout kan het kankerverwekkend effect van deze voedingsmiddelen verhogen (Takachi, 2010). Onlangs werd ook gesuggereerd dat een te zoutrijke voeding het risico op maagkanker verhoogt, zelfs zonder een *Helicobacter pylori*-infectie (Peleteiro *et al.*, 2011).

Bij de onmiskenbare voordelen van een beperkte zoutinname staat op de eerste plaats de preventie en de controle van een verhoogde bloeddruk; dit laatste in het bijzonder bij "zoutgevoelige" personen (i.e. zwaarlijvige personen, diabetici en bejaarden) (EFSA, 2006; Jürgens & Grandal, 2004). Dit gunstig effect van de natriumbeperking wordt versterkt door een gelijktijdige toename van de kalium-, magnesium- en calciuminname (Karppanen *et al.*, 2005; Sacks *et al.*, 2001). In de behandeling van hypertensie is een gewone kalium-, calcium- of magnesiumsuppletie echter niet doeltreffend zonder een natriumbeperking (Beyer *et al.*, 2006). Bij de gunstige effecten van een zoutarme voeding komt naast de controle van de bloeddruk, wat leidt tot preventie van beroerten en hartziekten, ook nog een invloed op osteoporose en mogelijk ook op sommige soorten kankers. De risico's voor de gezondheid van een verminderde zoutinname zijn zeer laag, vooral als de inname 5 g NaCl per dag bedraagt. Desalniettemin kan een sterke vermindering van de zoutinname leiden tot een aanzienlijke toename van de activiteit van het renine-angiotensine systeem, evenals van de activiteit van het sympathische zenuwstelsel, alsook van een aantal metabole cardiovasculaire risicofactoren zoals het gehalte aan cholesterol en triglyceriden in het bloed (Graudal *et al.*, 2012). Een toename van de circulerende angiotensine, aldosteron en noradrenaline spiegels, in reactie op een sterke zoutbeperking, zou het feit kunnen verklaren dat dit niet gepaard gaat met een daling van de bloeddruk bij normotensieve

personen onderworpen aan een streng zoutarm dieet, terwijl de cardiovasculaire morbiditeit zelfs nog groter zou kunnen zijn (Graudal *et al.*, 2012; Stolarz-Skrzypek *et al.*, 2011). Tayie & Jourdan (2010) suggereren dat een verminderde zoutinname een jodiumtekort met zich zou kunnen meebrengen, vooral bij de vrouw, aangezien bij de vrouwelijke bevolking gejodeerd keukenzout vaak een essentiële bron van jodiuminname is. Een recente analyse van dit probleem in Nederland (Verkaik-Kloosterman *et al.*, 2010) toont echter aan dat een verlaging met 50 % van het zoutgehalte in industrieel bereide voedingsmiddelen, slechts een vermindering van ongeveer 10% van de jodiuminname betekent. Een hoger jodiumgehalte in het zout (dus in NaCl) in combinatie met een betere verspreiding van het gejodeerd zout in huishoudens (ter vervanging van gewoon keukenzout) zou een dergelijk, op zich weinig belangrijk, effect gemakkelijk kunnen voorkomen. Het gebruik van gejodeerd zout mag echter in het belang van een optimale jodiuminname in geen geval aanleiding geven tot een grotere zoutinname.

Een ander risico dat theoretisch zou kunnen voortvloeien uit het beperken van het zout dat door de voedingsindustrie gebruikt wordt om voedingsmiddelen te bewaren, is een snellere bacteriegroei (zoals van *Listeria monocytogenes* of *Clostridium botulinum*) (Taormina, 2010) (zie 4.1. en 5.). Op te merken valt echter dat de natriumzouten gebruikt voor dit specifieke doel vaak natriumlactaat of -diacetaat zijn, waarvan niet is aangetoond dat deze soorten natriumzouten eenzelfde impact op de gezondheid als natriumchloride hebben.

4. Technologische functie van zout in de voeding

Afhankelijk van het voedingsmiddel wordt zout (NaCl) toegevoegd om hygiënische (microbiologische stabiliteit), sensorische en/of technologische redenen. De marge van zoutreductie is dan ook verschillend voor elk type product (ruime marge voor bakkerijproducten, beperkter voor fijne vleeswaren en kaas, variabel voor verschillende gebruiksklare voedingsmiddelen zoals soepen, sauzen, bereide gerechten).

4.1. Microbiologische veiligheid

Zout wordt al eeuwen toegepast om de bewaarduur van levensmiddelen te verlengen, in het bijzonder van vlees- en visproducten. Zout kan niet alleen het bederf van levensmiddelen verhinderen, maar kan eveneens de groei van pathogene micro-organismen inhiberen (Stringer & Pin, 2005). Met de komst van nieuwe bewaartechnieken en verpakkingen (bv. gekoelde bewaring, bewaring onder beschermende atmosfeer), speelt zout een minder belangrijke rol als bewaartechniek. Tegenwoordig worden slechts weinig levensmiddelen enkel door toevoeging van zout bewaard, en veelal wordt gebruik gemaakt van meerdere, verschillende barrières ("hurdle technology") om de microbiële groei te controleren. Al dan niet in combinatie met zout, worden proces- en bewaartechnieken bij hoge of lage temperaturen toegepast, wordt de pH of de redoxpotentiaal aangepast en worden andere ingrediënten of additieven toegevoegd om een langer houdbaar, stabiel product te creëren (**tabel 4.1.1.**). Zout blijft evenwel een veelgebruikte component om een ongunstig milieu voor bederfveroorzakende en pathogene micro-organismen in levensmiddelen te creëren. Het gebruik van zout laat bovendien een lager gehalte aan bewaarmiddelen (bv. zwaveldioxide, benzoëzuur), een minder lage zuurtegraad of een mildere processing (bv. verhitting) toe, wat een positief effect kan hebben op de nutritionele of sensorische kwaliteit van het product.

Tabel 4.1.1. Enkele methoden om de microbiële activiteit in levensmiddelen met een gereduceerd zoutgehalte tegen te gaan

Chemisch	Fysisch	Biologisch
Conserveermiddelen (bv. ingrediënten met inherente antimicrobiële eigenschappen, nisine, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Hittebehandeling • Bewaring bij lage temperatuur (bv. koelen, invriezen) • Drogen • Irradiatie • Hogedruk behandeling • Bewaring of verpakking onder beschermende atmosfeer 	Fermenten

De efficiëntie van zout om de microbiële groei te remmen of micro-organismen af te doden, hangt af van vele intrinsieke en extrinsieke eigenschappen van de levensmiddelenmatrix. In **tabel 4.1.2.** worden een aantal limiterende groeicondities voor enkele voedselpathogenen gegeven.

Tabel 4.1.2. Limiterende groeicondities voor enkele voedselpathogenen (bron: Stringer & Pin, 2005).

Organisme	Minimale groei-temperatuur	Maximale, groeiremmende wateractiviteit (bekomen met zout)	Equivalentente zoutconcentratie (% w/w)	pH	Zuurstof relaties
<i>Aeromonas hydrophila</i>	0	0,97	5	4,5	FA
<i>Bacillus cereus</i>	4,10*	0,93	11	5,0	FA
<i>Campylobacter jejuni</i>	32	0,98	3	4,9	M
<i>Clostridium botulinum</i> , proteolytisch	10	0,94	10	4,6	An
<i>Clostridium botulinum</i> , non-proteolytisch	3	0,97	5	5,0	An
<i>Clostridium perfringens</i>	12	0,95	7	5,0	An
<i>Escherichia coli</i> (VTEC)	7	0,95	8	4,0	FA
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0,92	12	4,3	FA
<i>Salmonella</i> spp.	5	0,93	11	3,8	FA
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	0,86	19	4,0	FA
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	10	0,95	9	4,8	FA
<i>Yersinia enterocolitica</i>	-2	0,95	7	4,2	FA

FA = facultatief aerob; An = verplicht anaerob; M = microaerofiel

* = psychrotrofe en mesofiele stammen

Het belangrijkste mechanisme van zout voor de bewaring van levensmiddelen is de reductie van de wateractiviteit of a_w .³ Vermoedelijk verlaagt zout de a_w door een associatie van de Na^+ en Cl^- ionen met de watermoleculen (Henney *et al.*, 2010). Afhankelijk van de initiële a_w -waarde van het levensmiddel en bij een gegeven pH, kan verandering van het zoutgehalte (en dus van de a_w) de groei van micro-organismen in het levensmiddel inhiberen ($a_w < a_w$ minimale groei) of de vermenigvuldiging van bepaalde micro-organismen in het levensmiddel mogelijk maken ($a_w > a_w$ minimale groei). Niet alleen toevoegen van zout (pekelen), maar ook drogen of toevoegen van suiker, zijn technieken om door verlaging van de a_w de vermenigvuldiging van micro-organismen te remmen. Naast een verlaging van de a_w , dehydrateert zout de bacteriële cellen, verandert het hun osmotische druk en remt het hun groei. Er wordt eveneens gesuggereerd dat voor sommige micro-organismen zout de oplosbaarheid van zuurstof limiteert, interfereert met cellulaire enzymen, of cellen dwingt energie te verbruiken om Na^+ ionen uit de cel te verwijderen, wat allemaal resulteert in een vertraagde microbiële groei (Henney *et al.*, 2010; Taormina, 2010; Stringer & Pin, 2005).

Zout beïnvloedt niet alleen de groei van pathogenen, maar kan ook hun hitteresistentie beïnvloeden. Het effect is species afhankelijk, maar in het algemeen is de thermische inactivatie van micro-organismen groter bij een hogere a_w waardoor het weinig waarschijnlijk is dat zoutreductie de

³ De wateractiviteit of a_w is de hoeveelheid vrij, niet gebonden water of de totale hoeveelheid water die beschikbaar is voor biologische reacties.

hitteresistentie verhoogt. Anderzijds kunnen cellen of sporen door een hittebehandeling subletaal beschadigd worden waardoor ze minder goed kunnen overleven onder ongunstige omstandigheden die bijvoorbeeld gecreëerd worden door de aanwezigheid van zout. Zo werd bij toevoeging van zout een toename van de hitteresistentie waargenomen voor *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* en hittegevoelige *Salmonella* en een afname voor *Pseudomonas fluorescens*, hitteresistente *Salmonella* en niet-proteolytische *Clostridium botulinum* (Taormina, 2010; Stringer & Pin, 2005).

Er worden verschillende termen gebruikt om verschillende niveaus van microbiële tolerantie voor of resistentie tegen NaCl te beschrijven, waaronder “obligaat halofiel”, “zouttolerant”, “zoutresistent” en “facultatief halofiel”. De term “halotolerant” kan synoniem aan “zouttolerant” beschouwd worden en beide termen zijn onderling verwisselbaar met “facultatief halofiel”. Zouttolerante en halofiele micro-organismen worden ook wel xerotolerant of xerofiel genoemd, maar deze termen worden eerder gebruikt als verwijzing naar lage a_w voorwaarden die gecreëerd worden door een hoog suikergehalte. Micro-organismen die reversibel aangepast zijn aan NaCl, worden als zoutresistent geclassificeerd (Taormina, 2010).

Voorbeelden van voedselpathogenen die zouttolerant, zoutresistent en halofiel zijn, zijn respectievelijk *L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* en *Vibrio parahaemolyticus* (Taormina, 2010). Schimmels zouden beter dan bacteriën gedijen en overleven in levensmiddelen met een lage a_w . De meeste schimmels (ook deze die mycotoxines produceren) kunnen zich vermenigvuldigen in aanwezigheid van zuurstof aan de oppervlakte van levensmiddelen, zelfs in levensmiddelen met een zeer lage a_w of een hoog zoutgehalte, als de relatieve luchtvochtigheid voldoende is. Voorbeelden van zouttolerante schimmels zijn o.m. *Torula*, *Hemispora*, *Oospora* en *Sporendonema*. Zouttolerante gisten zoals *Debaryomyces hansenii*, *Hansenula anomala* en *Candida pseudotropicalis* kunnen groeien tot NaCl concentraties van 11% ($a_w = 0,93$). Virussen die onbedoeld levensmiddelen kunnen besmetten, worden in het algemeen niet beïnvloed door de NaCl gehalten die in levensmiddelen gebruikt worden (Taormina, 2010).

Een aantal natriumbevattende moleculen die voor de bewaring van levensmiddelen gebruikt worden, worden weergegeven in **tabel 4.3.1**. Ofschoon NaCl veelal het meest bijdraagt aan het Na-gehalte van een voedingsproduct, dient ook rekening gehouden te worden met de natriumbijdrage van andere moleculen die vaak voor bewaring gebruikt worden.

Voor verscheidene voedingsproducten, zoals ingevroren producten, producten die een voldoende hittebehandeling hebben ondergaan om pathogenen af te doden (bv. producten in blik), zure producten (pH < 3,8), en producten waarvan de a_w laag blijft bij reductie van het zoutgehalte (bv. ten gevolge van een hoog suikergehalte), zal een verlaging van het zoutgehalte niet onmiddellijk leiden tot bederf van het product of een microbiëel onveilig product (Stringer & Pin, 2005). Desalniettemin dient bij productherformulering om het zoutgehalte te reduceren, altijd het effect van de zoutreductie op de microbiële veiligheid nagegaan te worden. Het Engelse Adviescomité voor de microbiële veiligheid van levensmiddelen haalde onder meer de inspanningen op het vlak van zoutreductie aan als een van de mogelijke factoren voor de toegenomen incidentie van listeriosis in het Verenigd Koninkrijk (ACMSF - Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food, 2009). Naast *Listeria monocytogenes*, kunnen ook andere pathogenen zich sneller ontwikkelen in levensmiddelen met een gereduceerd gehalte aan zout en andere natriumbevattende bewaarmiddelen, zoals *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*, *Clostridium perfringens* en *Arcobacter* (Henney *et al.*, 2010; Stringer & Pin, 2005).

In de literatuur worden verschillende wiskundige vergelijkingen voorgesteld om voor een bepaald levensmiddel in functie van de zoutconcentratie (en ook van andere variabelen) de a_w , maar ook de groei van micro-organismen te berekenen (Anses, 2010; Samapundo *et al.*, 2010a; Taormina, 2010; Stringer & Pin, 2005; Hutton, 2002). Evenwel, de interpretatie van modelvoorspellingen dient met de nodige omzichtigheid te gebeuren. De industrie kan zich in een eerste fase baseren op bestaande modelleringen, maar dient de impact op de microbiële veiligheid tevens in de praktijk uit te testen (cfr. challenge testen in het bijzonder voor *Listeria monocytogenes*).

Er dient in deze context opgemerkt te worden dat het niet respecteren van de Goede Hygiënepraktijken (GHP) een belangrijke factor is die bijdraagt tot uitbraken van voedseltoxi-infecties, en dat in veel gevallen temperatuursmisbruik kan leiden tot groei van pathogenen en uitbraken.

4.2. Sensorische eigenschappen

Smaakmoleculen kunnen geëvalueerd worden op basis van hun intensiteit en persistentie. Zo zal boven een bepaald zoutgehalte geen intensere zoutsmaak meer waargenomen worden en neemt in het geval van zout de smaakintensiteit binnen een paar honderd milliseconden toe om vervolgens snel af te nemen (Henney *et al.*, 2010). Een kritisch kenmerk van zoute smaak is de hedonische waarde of "aangenaamheid". Voor veel levensmiddelen verbetert het toevoegen van zout de smaak tot een bepaald punt, waarna verdere toevoeging eerder een afkeer zal opwekken (omgekeerde "U" functie). Het optimale punt of verzadigingspunt is evenwel aanzienlijk verschillend van persoon tot persoon en is niet één bepaalde concentratie maar eerder een bredere band van concentraties die door de consument als smakelijk beschouwd wordt (Henney *et al.*, 2010).

De smaakintensiteit wordt niet alleen beïnvloed door de hoeveelheid, maar ook door de wijze of het moment waarop zout toegevoegd wordt aan een voedingsproduct. Zo zou NaCl een meer geconcentreerde smaak geven wanneer het ná in plaats van vóór het koken op het vlees gestrooid wordt en zou om eenzelfde zoute smaak te bekomen slechts de helft van het zout nodig zijn (Ruusunen & Puolanne, 2005) (zie ook 5.4.).

Daarnaast zullen ook andere ingrediënten een rol spelen in de waargenomen smaakintensiteit van zout. Zo zal bijvoorbeeld in worst een intensere zoute smaak waargenomen worden wanneer tegelijkertijd het proteïnegehalte verlaagd en het vetgehalte verhoogd worden of zal m.a.w. de zoutperceptie hoger zijn in vetrijkere producten (Desmond, 2006; Ruusunen & Puolanne, 2005). Echter, herformuleringen om het zoutgehalte te reduceren, zouden geen aanleiding mogen geven tot een verhoogd vetgehalte, aangezien dit contraproductief is bij het streven naar een gezonde voeding.

Zout geeft niet alleen een zoute smaak, maar kan ook andere sensorische eigenschappen van het levensmiddel beïnvloeden (Henney *et al.*, 2010; Hutton, 2002). Bij verschillende levensmiddelen (soepen, rijst, eieren en chips) werd aangetoond dat zout de perceptie van productdikte/-consistentie verbeterde, de zoetheid bevorderde, metallische of chemische bijmaak maskeerde en de algemene smaak tot zijn recht liet komen met verbetering van de smaakintensiteit. Zout kan smaken verbeteren of versterken door de bitterheid te onderdrukken of door de a_w te verminderen. Een lagere a_w leidt tot een verhoogde concentratie van smaken en een grotere volatiliteit van de smaakcomponenten, met een verbeterd aroma als gevolg (Henney *et al.*, 2010; Hutton, 2002).

Zout speelt dus een grotere rol bij het sensorische profiel van een product dan het leveren van de gewenste zoute smaak alleen. Bij het reduceren van het zoutgehalte in levensmiddelen kan het dus noodzakelijk zijn om ook manieren te identificeren om de perceptuele kenmerken of de effecten van zout op de totale smaak te vervangen.

In deze context wordt tot slot opgemerkt dat zoutrijke levensmiddelen het dorstgevoel verhogen.

4.3. Functionele eigenschappen

Naast een verbetering van de houdbaarheid en de smaak, wordt zout om volgende technologische redenen aan levensmiddelen toegevoegd (Henney *et al.*, 2010; Hutton, 2002):

1. ter **verbetering van de textuur**: Zout versterkt bv. het gluten in brooddeeg door het creëren van een uniforme textuur en deegsterkte. In de aanwezigheid van zout bevat het gluten meer water en koolstofdioxide, waardoor het deeg rijst zonder te scheuren. Zout verbetert de malsheid van gerookte vleeswaren zoals ham door de binding van water met de eiwitten te bevorderen. Het geeft ook een gladde, stevige structuur aan vleeswaren. Zout draagt bij tot de ontwikkeling van de karakteristieke harde korst van kaas en helpt bij de productie van de gewenste, gelijkmatige consistentie van kaas en andere levensmiddelen zoals zuurkool.

2. als **binder**: Zout helpt de extractie van de eiwitten in verwerkte en 'gevormde' vleeswaren, door de bindingskracht tussen vleesdeeltjes te versterken. Doordat de waterbindende eigenschappen toenemen in de aanwezigheid van zout, worden verliezen tijdens het koken gereduceerd. Zout verhoogt de oplosbaarheid van spiereiwitten in water. Bij de bereiding van worst worden stabiele emulsies gevormd wanneer de zoutoplosbare proteïne oplossingen de fijn gevormde vetbolletjes bedekken, waarbij een bindende gel gevormd wordt van vlees, vet en water.
3. **controle van de fermentatie**: In bakkerijproducten (bv. brood) controleert zout de fermentatie door deze te vertragen en de fermentatiesnelheid te controleren, wat belangrijk is om te komen tot een uniform product. Augurken, zuurkool, kaas en gefermenteerde worsten danken veel van hun kenmerken aan de werking van melkzuurbacteriën. Zout bevordert de groei van deze meer zouttolerante starterculturen doordat de groei van ongewenste bederfororganismen en schimmels die van nature aanwezig zijn in deze levensmiddelen, afgeremd wordt.
4. **ontwikkelen van kleur**: Zout bevordert de ontwikkeling van kleur in ham, spek, hotdogs en zuurkool. In combinatie met suiker en nitraat of nitriet produceert zout een kleur in vleeswaren die de consument aantrekkelijk vindt. Zout bevordert de vorming van een gouden kleur in broodkorst door de suikerafbraak in het deeg te reduceren en de Maillard reactie te bevorderen.
5. als **drager**: Toegelaten additieven zijn in droge poedervorm sterk geconcentreerd en dienen verdund te worden voor een juiste dosering. Zout kan gebruikt worden als vaste drager om een juiste dosering of een gelijkmatige verdeling over het product van additieven of andere ingrediënten mogelijk te maken. Bijvoorbeeld nitrietpekelzout, dat gebruikt wordt bij de bereiding van vleeswaren voor onder meer het behoud van een natuurlijke vleeskleur. Een ander voorbeeld is zout verrijkt met het micronutriënt jodium, geïodeerd zout, dat aan brood toegevoegd wordt in het kader van de optimalisering van de jodiuminname van de bevolking (HGR, 2009b).
6. **smaak**: Zoals reeds in **4.2.** aangegeven, wordt zout in de meeste gevallen voor de smaak toegevoegd. Echter, veelal wordt zout in overmaat toegevoegd. Sommige producten smaken effectief zout (bv. spek, zoute chips), maar andere lijken veel minder zout hoewel ze toch een hoog zoutgehalte hebben, i.e. *verborgen* zout (bv. kruidenmixen, pesto, kant-en-klare maaltijden, vleessalades, pizza's, koeken, etc.).

Aangezien zout (NaCl) andere functies kan hebben afhankelijk van het type levensmiddel, wordt in **tabel 4.3.2.** een overzicht gegeven voor een aantal levensmiddeltypes. Naast zout, worden echter soms ook andere natriumbevattende stoffen gebruikt om de gewenste fysische producteigenschappen te bekomen. In **tabel 4.3.1.** worden een aantal natriumbevattende additieven en hun mogelijke functie in levensmiddelen weergegeven. Voor elk additief is er een afzonderlijke beschrijving alsook een set van zuiverheidseisen. Andere dan de in **tabel 4.3.1.** vermelde additieven, maar ook zoetstoffen en kleurstoffen kunnen natrium bevatten (Richtlijn 2008/84/EG, Richtlijn 2008/60/EG, Richtlijn 2008/128/EG). Bovendien kunnen sommige additieven onder de vorm van verschillende zouten (bv. natrium-, calcium-, kaliumzout) op de markt gebracht worden. De voorwaarden voor het gebruik van toegestane additieven in verschillende levensmiddelen categorieën worden weergegeven in Verordening (EG) nr. 1333/2008. Informatie over de verschillende toegelaten additieven is eveneens terug te vinden via de Europese additievendatabank (https://webgate.ec.europa.eu/sanco_foods/main/?event=display).

Tabel 4.3.1. Enkele natriumbevattende additieven en hun mogelijke functie in levensmiddelen

Conserveermiddelen ⁽¹⁾	
Natriumbenzoaat	E211
Ethyl-p-hydroxybenzoaat, natriumzout	E215
Methyl-p-hydroxybenzoaat, natriumzout	E219
Natriumsulfiet	E221
Natriumwaterstofsulfiet	E222
Natriumdisulfiet	E223
Natriumnitriet	E250
Natriumnitraat	E251
Natriumacetaten	E262
Natriumpropionaat	E281
Natriumtetraboraat (borax)	E285

Emulgatoren, verdikkingsmiddelen, geleermiddelen, stabilisatoren ⁽¹⁾	
Natriumalginaat	E401
Natrium-, kalium- en calciumzouten van vetzuren	E470a
Natriumstearoyl-2-lactylaar	E481

Additieven met andere eigenschappen ⁽¹⁾	
<i>Zuurteregelaars, antiklontermiddelen, rijsmiddelen</i>	
Natriumcarbonaten	E500
Natriumsulfaten	E514
Natriumhydroxide	E524
Natriumhexacyanoferraat(II)	E535
Natriumgluconaat	E576
<i>Smaakversterkers</i>	
Mononatriumglutamaat	E621
Natriumguanylaar	E627
Dinatriuminosinaat	E631
Dinatrium-5'-ribonucleotiden	E635
Glycine en natriumglycinaat	E640

Antioxidanten ⁽¹⁾	
Natriumascorbaat	E301
Natriumerythorbaat	E316
Natriumlactaat	E325
Natriumcitraten	E331
Natriumtartraten	E335
Kaliumnatriumtartraat	E337
Natriumfosfaten	E339
Natriummalaten	E350
Natriumadipaat	E356
Calciumdinatrium-	E385
Ethyleendiaminetetraäcetaat (calciumdinatrium-EDTA)	

⁽¹⁾ Definities: Verordening (EG) nr. 1333/2008

Tabel 4.3.2. Functies van zout in een aantal types van levensmiddelen (bronnen: o.a. Johnson, 2011; Henney *et al.*, 2010; Anses, 2002; Hutton, 2002)
Opmerking: afbakening tussen microbiële, technologische en sensorische functie kan niet altijd even scherp omljnd worden en overlapping is mogelijk

Producttype	Richtconcentratie / typische zoutconcentratie	Microbiële functie	Technische functie	Organoleptisch	Vbn. van andere potentiële natriumbronnen ⁽¹⁾	Opmerking
VLEES & AFGELEIDE PRODUCTEN						
Kookham	2010: 2,2 g ZE/100g → 2012: 2,1 g ZE/100g ^(a)	Bacteriostatisch (soms in combinatie met fermentatie, drogen, roken, nitriet)	- pH - betere waterretentiecapaciteit (malser vlees) - bindings-, emulgerende en gelerende eigenschappen (door betere oplosbaarheid spiereiwitten)	Smaakversterker en smaak	- Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten in verwerkt vlees - natriumnitraat/-nitriet (E250/E251) - natriumfosfaten (E339) - natriumlactaat (E325) - natriumacetaten (E262), natriumascorbaat (E301) en natriumcitraten (E331) in bereidingen van gehakt vlees - specerijen/smaakmixen (bv. natriumglutamaat – E621) - intrinsiek aanwezig	KB 08/06/83 ^(b) : Indien het zoutgehalte in verhit bereid vlees en in verhitte vleesbereidingen > 2%, uitgedrukt in NaCl, bedraagt moet dit percentage vermeld worden in de ingrediëntenlijst. Een afwijking van 0,2 % wordt toegestaan.
Salami	2010: 4,2 g ZE/100g → 2012: 4,0 g ZE/100g ^(a)					
Zoutwaren	2010: 5,2 g ZE/100g → 2012: 5,0 g ZE/100g ^(a)					
Kookwaren	2010: 1,9 g ZE/100g → 2012: 1,8 g ZE/100g ^(a)					
SAUZEN						
Maaltijdsauzen (warme sauzen / gedehydrerde sauzen)	650 mg/50g ^(a)	Vele formuleringen zijn gebaseerd op een combinatie van zout, suiker en azijnzuur voor bewaring op kamertemperatuur			Bv. Groep 1 additieven ⁽²⁾ en natriumbenzoaat (E211) zijn toegelaten in bepaalde sauzen, natriumsulfieten (E221/E222/E223) zijn bv. toegelaten in mosterd	
Koude sauzen	Typische waarden zijn: - tomatenketchup: 2,3% - mayonaise: 1,5% 195 mg Na/15g ^(a)					
Sojasaus						
BROOD & SOORTGELIJKE PRODUCTEN						
Brood	KB 02/09/85 ^(c) : het gehalte	Bacteriostatisch (gist,	- Verminderde uitrekbaarheid en	verbeterde smaak	- rijsmiddelen (bv.	- De emulgator natrium

	aan keukenzout, uitgedrukt in NaCl, berekend op de droge stof, mag niet hoger zijn dan 2,0 % (i.e. ~1,2-1,3 g/100g brood)	schimmels) (vnl. suiker en niet zout staat in de eerste plaats in voor de controle van de a_w)	stabiel gluten: verbetert plastische eigenschappen deeg (minder plakkerig – kan wel de mixtijd verlengen) - vertraagde fermentatie (vertraging van de gasproductie) - stabilisator tijdens rijzen - kan bewaartijd verlengen (droge atmosfeer) of verkorten (vochtige atmosfeer)	en broodvolume + fijnere, helderde korst	natriumbicarbonaat – E500, zuur natriumpyrofosfaat – E450) - bewaarmiddelen (bv. natriumpropionaat – E281) - emulgatoren (bv. natrium stearoyl-2-lactylaate – E481) - Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten in bepaalde broodjes en banketbakkerswaren	stearoyllactylaate (E481) wordt soms toegevoegd om het broodvolume te verbeteren of om de textuur van ingevroren brood te garanderen - deeg conditioneermiddelen (bv. natriumcaseinaat) - Vervanging van NaCl met jodiumzout
Banketbakkerswaren				Smaakversterker voor zoete smaak		
Industriële cakes	0,4-0,6% eindproduct	Lage gehalten (0,3-0,5%) worden aangewend om schimmelvorming tegen te gaan en aldus de bewaartijd bij kamertemperatuur te verlengen				'snelle' broodjes, cakejes en koekjes maken eerder gebruik van chemische rijsmiddelen dan van gist om luchtige texturen te bekomen, waaronder natriumbicarbonaat (E500).
Toast/beschuit	Standaard: 2% op deegbasis (~1,5% eindproduct)		Zie brood	Zie brood		Ook toast zonder toegevoegd zout, met verminderd Na gehalte en dieettoast op de markt
ONTBIJTGRANEN						
	Typisch 2% zou toegevoegd worden aan het initieel mengsel voor de extrusie van producten met tarwe, maïs en rijstvlokken en gepofte producten		Reduceert de hoeveelheid beschikbaar water voor gelatinisatie van het zetmeel, en verlengt de gelatinisatietijd en -temperatuur	Verbetering van aroma en textuur (vnl. wanneer gereduceerd suikergehalte)	- Aroma en smaakversterkers (bv. natriumglutamaat - E621) - Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten	- Smaakdragers (bv. natriumcaseinaat)
Vis & AFGELEIDE PRODUCTEN						
		- Microbiële inhibitie en gedeeltelijke afdoding van visparasieten (bv. de haringworm <i>Anisakis simplex</i>) - Pekel om de vis te kuisen voor inblikken - Belangrijk bij de bewaring van	inhibitie van enzymen en dehydratatie van het visweefsel - reduceert "cook-out" (i.e. vloeistofverlies tijdens koken)		Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten, maar ook bv. natriumbenzoaat (E211), natriumsulfieten (E221/E222/E223), natriumnitraat (E251)	

		gerookte vis				
EIPRODUCTEN						
			Stabilisatie van commercieel, ingevroren eigeel		Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten, alsook natriumbenzoaat (E211), natriumfosfaten (E339)	
KAAS						
	Typische gewichts% in het eindproduct: - Cheddar : 1,6-1,8% - Emmental: 0,8% - Parmesan: 2,1% - Edam: 1,3% - Gouda: 1,3% - Brie: 1,5-1,8% - Camembert: 1,6-1,8% - Feta: 3% - Plattekaas: 0,8-1,0% - Zwitserse kaas: 0,8-1,2%, maar 0,5% is mogelijk voor korstvrije kaas	- Regulatie van de activiteit - Vertraging van de groei van de meeste micro-organismen	De hoeveelheid toegevoegd, de methode van toevoeging en het stadium waarop zout wordt toegevoegd zijn afhankelijk van het kaastype. - regulatie van de startercultuur en de enzymatische activiteit (pepsine, chymosin, plasmin) - Verzekert de overgang tussen uitpersing en rijping - additioneel effect bij de uitpersing (wei extractie) - draagt bij tot de korstvorming - controle van de pH (bv. Cheddar, Stilton)	verhoogt het organoleptische potentieel van de kaas (bv. reductie van het watergehalte, enzymatische activiteit, smeedbaarheid)	- conserveermiddelen (bv. natriumnitrat - E251) - emulgatoren (bv. dinatriumfosfaat, natrium hexametafosfaat – E339) (bv. in smeerkaas worden smeltzouten gebruikt die natrium kunnen bevatten) - zuurteregelaars (bv. natriumwaterstofcarbonaat – E500 (ii)) - aroma en smaakversterkers (bv. enzymatisch gewijzigde zuivelingrediënten) - intrinsiek aanwezig (melk) - Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten in ongerijpte kaas, smeltkaas / smeerkaas	
VETTEN & OLIËN						
Boter				voornamelijk om organoleptische redenen toegevoegd	Natriumcarbonaten (E500) in zureroomboter	
Bouillons			Technische functie voor bouillonblokjes	organoleptische eigenschappen	Smaakversterker natriumglutamaat (E621)	
SNACKS						
Gezouten snacks (nootjes, chips, etc.)			Wordt ook gebruikt als drager voor micro-ingrediënten (aroma's, antioxidanta, etc.)	De zoute smaak is één van de belangrijkste karakteristieken van deze producten	Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten bv. in snacks op basis van aardappelen, granen, meel of zetmeel, in verwerkte noten	Ook chocoladeproducten en ander zoet snoepgoed kunnen natriumbevattende additieven bevatten (bv. natriumcarbonaten – E500 en additieven uit Groep 1 ⁽²⁾)
BEREIDE GERECHTEN / KANT-EN-KLARE MAALTIJDEN						
	Max. Na-gehalte van 370mg/100g ^(a)	Producten die vlees of kaas bevatten	Soms om technische redenen: Bv. - Quenelles: ondersteuning	Zout afkomstig van ingrediënten en om organoleptische	Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten bv. in bepaalde desserts	

			doeltreffendheid emulsie - Zuurkool: fermentatieproces	redenen toegevoegd		
GROENTEN & FRUIT						
Gefermenteerde groenten (zuurkool, augurken)		- Controle van de microbiële flora - Regulatie van de activiteit van de startercultuur	- Controle microbiële flora om juiste fermentatiecondities te bekomen - Beïnvloed textuurele veranderingen - Chemische effecten (augurken)		- Bewaarmiddelen (bv. natriumbenzoaat – E211 in olijven, natriumsulfieten – E221/E222/E223) - Kleurrentie (bv. natriumbisulfaat – E514) - natriumcitraten – E331 (bv. in jam, confituur en gelei) - Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten in gedroogde groenten en fruit, groenten en fruit in azijn, olie of pekkel, groente- en fruitbereidingen - Intrinsiek aanwezig (bv. selder)	
ajuinen			- vermijdt “nevelvorming” in azijn, vermoedelijk door ‘fixatie’ van proteïnen - preventie van roze verkleuring (idem voor bloemkool op azijn) - preventie van quercetin (i.e. glycoside) afzetting (gele vlekjes – ook voor augurken)			
Groenten- en fruitconserven	Max. 250mg Na/100g ^(a)			aroma		
Producten afgeleid van aardappelen						
Bv. kroketten, duchesse puree	Max. 0,76 g zout/100g ^(a)				Mogen natriumascorbaat (E301), natriumlactaat (E325), natriumsulfaten (E514), etc. bevatten	
SOEPEN						
	850 mg Na/250ml ^(a)			voornamelijk om organoleptische redenen toegevoegd, smaakversterker	Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten, maar ook natriumbenzoaat (E211), natriumerythorbaat (E316), natriumfosfaten (E339)	Er dient onderscheid gemaakt te worden tussen warme en koude soepen (i.e. soep in brik/blik en poeders)
DRANKEN						
Isotonische sportdranken			Osmoregulator: Dranken worden ontworpen om zelfde osmotische samenstelling als bloed te hebben. Bij zweten dient vooral water aangevoerd te worden, maar oververdunding van bloed kan leiden tot een laag plasmanatriumgehalte + rol van natrium bij glucose- en waterabsorptie		Bv. Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten in groentesappen en gearomatiseerde dranken	Aan bereide tafelwaters mogen natriumfosfaten – E339 toegevoegd worden.

BESLAG EN COATINGS

			<ul style="list-style-type: none">- Verhindert het bevroren van het beslag- Verbeterde adhesie wanneer toegepast op bevroren producten (bv. kruim op vis)		Groep 1 additieven ⁽²⁾ zijn toegelaten in beslag, evenals natriumfosfaten (E339)	
--	--	--	--	--	---	--

⁽¹⁾ ter illustratie en niet exhaustief; voor meer informatie (bv. maximale hoeveelheden, beperkingen/uitzonderingen, andere toegelaten additieven) wordt verwezen naar Verordening (EG) nr. 1333/2008; ⁽²⁾ natriumbevattende additieven uit Groep 1 zijn natriumacetaten (E262), -ascorbaat (E301), -lactaat (E325), -citraten (E331), -tartraten (E335/E337), -malaten (E350), -alginaat (E401), -carbonaten (E500), -sulfaten (E514), -gluconaat (E576), -guanylaat (E627) en -glycinaat (E640), natriumzouten van vetzuren (E470a), natriumhydroxide (E524) en mononatriumglutamaat (E621), dinatriuminosinaat (E631), dinatrium-5'-ribonucleotiden (E635)

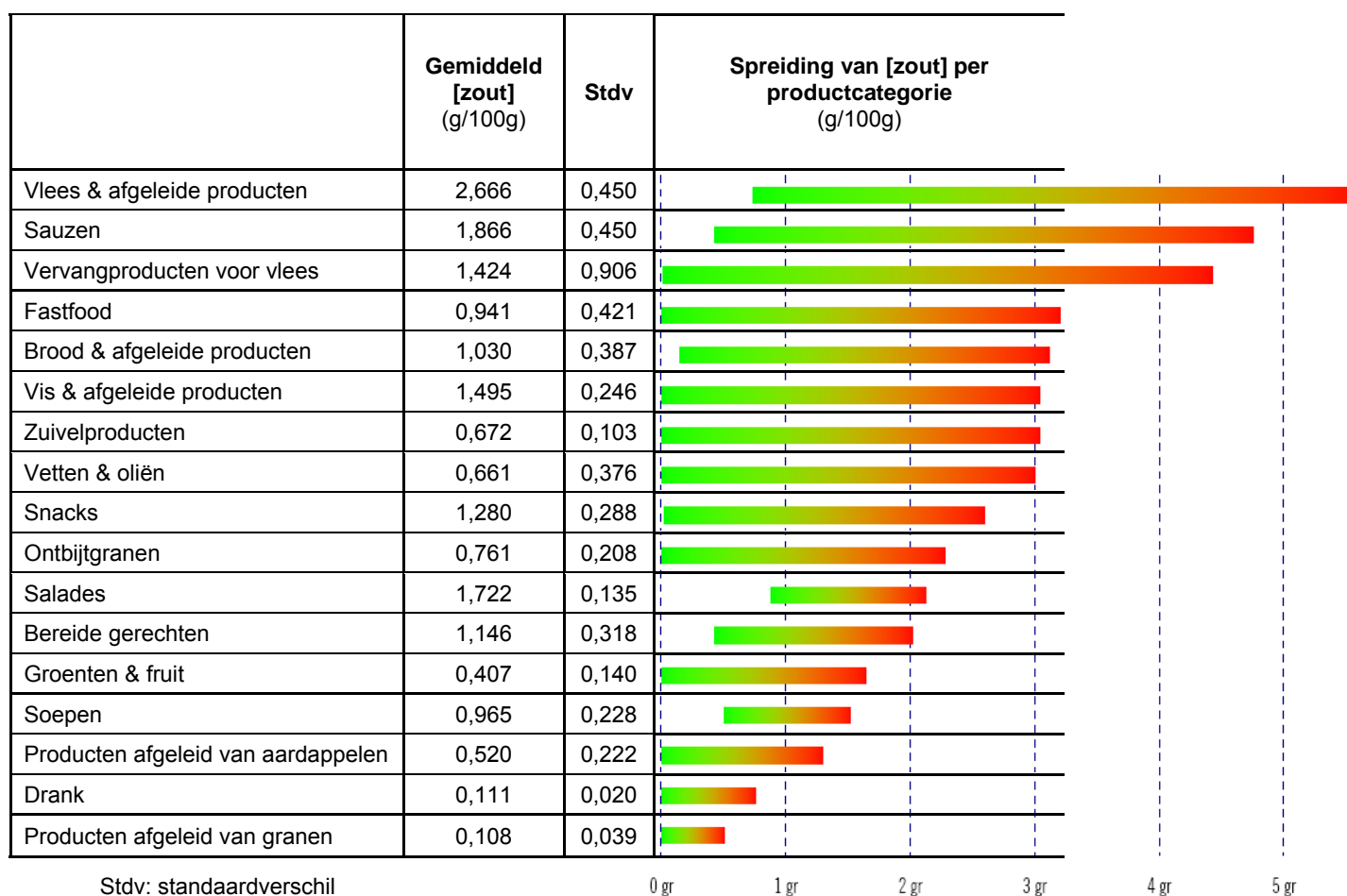
^(a) sectorconvenant; ^(b) Koninklijk besluit van 8 juni 1983 betreffende de fabricage van en de handel in bereid vlees en vleesbereidingen; ^(c) Koninklijk besluit van 2 september 1985 betreffende brood en andere bakkerijproducten

5. Potentiële (technologische) methoden voor zoutreductie

De consument is gewend geraakt aan de zoute smaak in verwerkte levensmiddelen, wat een zoutreductie voor sommige levensmiddelen op sensorisch vlak bemoeilijkt. Een andere belemmering om zout te vervangen, is het kostenplaatje, aangezien zout een van de goedkoopste voedsel ingrediënten is. Bovendien verkiest de consument “natuurlijke” producten boven producten met chemische namen of E-nummers⁴ op het etiket (trend naar ‘clean label’ voedingsproducten, i.e. een duidelijke en verstaanbare etikettering zonder technische termen of bepaalde synthetische ingrediënten).

Naast een geleidelijke verlaging van het zoutgehalte waarbij in kleine, cumulatieve stappen de ‘smaak’ van de consument went aan de aanpassing (5.1.), zijn er nog een aantal andere pistes mogelijk voor de zout- of natriumreductie van levensmiddelen. De eenvoudigste en meest voor de hand liggende manier om natrium te verwijderen, is door simpelweg minder zout te gebruiken zonder dat dit ten koste gaat van smaak, textuur en houdbaarheid. Dat deze optie haalbaar is voor veel fabrikanten, blijkt uit recente meetresultaten (Nubel, 2011; nVWA, 2011; WASH, 2011b; OIVO, 2009). **Tabel 5.1.** geeft een algemeen overzicht van het gemiddelde zoutgehalte van een aantal productcategorieën op de Belgische markt, enkel berekend op basis van de etikettering (OIVO, 2009).

Tabel 5.1. Zoutgehalte (g/100g) van verschillende productcategorieën berekend op basis van de etikettering (bron: OIVO, 2009).



⁴ Een E-nummer houdt in dat een additief goedgekeurd werd door de EU. Vooraleer een E-nummer toegewezen te krijgen, werd door het Scientific Committee for Food of door de EFSA een uitgebreide veiligheidsbeoordeling van het additief uitgevoerd.

Ofschoon eenzelfde productcategorie een grote verscheidenheid aan types van producten bevat (bv. de productcategorie “vlees & afgeleide producten” omvat zowel rauwe ham als kalkoenfilet met een gemiddeld zoutgehalte van respectievelijk 5,01 en 1,78 g/100g; de categorie “zuivelproducten” omvat zowel smeltkaas / smeerkaas als yoghurt met een gemiddeld zoutgehalte van respectievelijk 2,27 en 0,15 g/100g), illustreert deze tabel dat bepaalde productcategorieën veel meer gezouten zijn dan andere. Meer informatie over de spreiding van het zoutgehalte per type product wordt gegeven in de betreffende OIVO studie (OIVO, 2009). De Belgische voedingsmiddelentabel (Nubel, 2011) geeft eveneens het natriumgehalte van verschillende voedingsproducten weer, en dit zowel op basis van etikettering als op basis van analyses. Uit deze gegevens komen grote verschillen qua zoutgehalte voor gelijkaardige types van producten naar voren. Een enquête van WASH (‘World Action on Salt & Health’) toonde zelfs verschillende natriumgehalten aan in dezelfde merkproducten, waaronder ook van fast food ketens in verschillende landen (WASH, 2011). Gezien de variabiliteit van het zoutgehalte binnen de verschillende productcategorieën en producttypes, is een verwijdering van een deel van het natrium zonder deze te vervangen wel degelijk mogelijk als eerste stap om de zoutconsumptie terug te dringen voor nogal wat producten. Daarbij moet wel de kanttekening worden gemaakt dat de bodemwaarden niet indicatief zijn. Met andere woorden, ofschoon het producten uit dezelfde categorie zijn, kunnen ze wel verschillende recepturen hebben.

Een van de meest toegepaste methodes is het gebruik van zoutvervangers, in het bijzonder kaliumchloride (KCl) (5.2.). Een andere methode is het gebruik van smaakversterkers die zelf niet zout smaken, maar die de zoutperceptie van NaCl versterken (‘zoutboosters’) (5.3.). Ook kan de fysische vorm van zout geoptimaliseerd worden zodat meer van de zoute smaak vrijkomt of kan de wijze waarop zout aan het product toegevoegd wordt, de zoutperceptie verhogen (i.e. fysische ‘boosters’, distributie van zout in het product, 5.4.). Een andere tactiek voor “zoutreductie” – en dus eigenlijk natriumreductie - is vervanging van andere natriumbevattende stoffen (5.5.). Zoals reeds opgemerkt (3.2.) is het vooral natrium ingenomen in de vorm van NaCl verantwoordelijk voor talrijke schadelijke effecten van een overmatige zoutinname op de gezondheid. Daarnaast zijn er nog een aantal andere mogelijke pistes die vooral inspelen op de smaakgevaarwording (moment van toevoegen, gebruik van andere kruiden, etc.) (5.6.).

Een verlaging van het zoutgehalte van levensmiddelen, al dan niet vergezeld van alternatieven die deze verlaging toelaten, dient altijd voorafgegaan te worden door een studie over de potentiële technologische impact van een zoutreductie (en van de uiteindelijke vervanging), waarbij rekening gehouden wordt met de mogelijke effecten op de belangrijkste microbiële flora. Een lukrake reductie van NaCl in verwerkte levensmiddelen kan niet alleen een sneller bederf van bepaalde levensmiddelen veroorzaken (met nefaste economische gevolgen voor producenten, distributeurs, retailers en consumenten), maar kan tevens leiden tot een betere groei en overleving van pathogenen (zie 4.1.).

5.1. Stapsgewijze reductie

De voorkeur voor een zoute smaak zou flexibel zijn. Experimenten, ofschoon beperkt in aantal, hebben aangetoond dat personen die een zoutarm dieet volgen, na een initieel sterk negatieve respons het lagere zoutgehalte uiteindelijk aanvaarden en de levensmiddelen die de oorspronkelijke hoeveelheid zout bevatten als te zout beschouwen. Deze verschuiving van voorkeur gaat ook in omgekeerde zin op. Deze verschuivingen zouden een gevolg zijn van een werkelijke zintuiglijke ervaring van zout eerder dan een soort fysiologische regelgevend proces (Henney *et al.*, 2010; Dötsch *et al.*, 2009; Leshem, 2009).

Een stapsgewijze reductie van de zoutconcentratie terwijl de sensorische perceptie van de consument dezelfde blijft, lijkt aldus mogelijk. Perceptuele smaaktesten hebben aangetoond dat mensen over het algemeen niet in staat zijn om verschillen in smaak waar te nemen tussen twee concentraties als het verschil minder is dan ongeveer 10% (“Just Noticeable Difference” of JND). Deze schatting is gebaseerd op zintuiglijke testen met pure

smaakoplossingen en niet op levensmiddelen. Levensmiddelen zijn chemisch complexer en deze complexiteit maakt het moeilijker om veranderingen in concentraties van afzonderlijke stoffen te identificeren, waardoor de JND hoger of lager dan 10% kan zijn, afhankelijk van het levensmiddel in kwestie (Henney *et al.*, 2010).

Deze aanpak, ook wel het "salami effect" genoemd, zou reeds met succes gebruikt zijn door een aantal Britse fabrikanten voor het terugdringen van het zoutgehalte. Zo werd bv. 33% reductie in de graansector doorgevoerd tussen 1998 en 2005, 25% reductie in brood sinds eind jaren '80, 33% reductie in kaasproducten, etc. (Kilcast, 2008). Ook in België werd in het verleden bij de invoering van het Koninklijk Besluit van 2 september 1985 dat bepaalt dat het zoutgehalte van brood niet meer dan 2% op droge stof mag bedragen, de geleidelijke zoutreductie in brood (met een tussenwaarde van 2,2% d.s.) niet waargenomen door de consument.

Voor het slagen van deze strategie is een zekere coördinatie in en over sectoren noodzakelijk. Een stapsgewijze reductie van het zoutgehalte kan evenwel enige tijd vergen. Echter, de impact en de uitvoering van dergelijke maatregel kan versneld worden door een label op de verpakking. Zo bijvoorbeeld was één van de maatregelen in het Finse zoutreductieprogramma het plaatsen van een hartsymbool enerzijds of van een waarschuwing anderzijds op de verpakking om de consument te wijzen op respectievelijk het gunstige voedingsprofiel (en dus ook zoutgehalte) of een te hoog zoutgehalte van het betreffende product (Laatikainen *et al.*, 2006). In het Verenigd Koninkrijk promootte het Voedselagentschap (*Food Standards Agency*, FSA) het aanbrengen van informatieve nutritionele labels op voedselverpakkingen, waaronder 'traffic light' labels die de consument in één oogopslag tonen of een product een hoog (rood), medium (oranje) of laag (groen) gehalte aan zout, suiker en verzadigde vetzuren heeft (FSA, 2010b).

In deze context wordt erop gewezen dat het belangrijk is om kinderen al zo jong mogelijk aan een minder zoute smaak te laten wennen. Er wordt dan ook aangeraden om bij thuisbereidingen, in grootkeukens (bv. van scholen) en in de horeca minder zout toe te voegen aan de maaltijden. Bovendien zou de consument bewuster gemaakt moeten worden van het feit dat in geval van thuisbereidingen sommige ingrediënten of componenten van een maaltijd reeds rijk zijn aan verborgen zout (bv. bouillon, kruidenmengsels, toegevoegde kaas, etc.).

5.2. Zoutvervangers

De ingrediëntentechnologie maakt het mogelijk om alternatieven voor zout aan levensmiddelen toe te voegen die de functionele eigenschappen van zout opvangen.

Zo bijvoorbeeld kunnen in geherstructureerde en geëmulgeerde producten (bv. worsten, vleeswaren) functionele eiwitten (bv. van soja of melk), hydrocolloïden (bv. gom of alginaten) en zetmeel een deel van de functionaliteit van de zoutoplosbare eiwitten die een gelnetwerk vormen en de stukken vlees "samenlijmen" in de meer gezouten producten, vervangen (Desmond, 2006). Ook fosfaten zouden bruikbare zoutvervangers in vleesproducten zijn (Desmond, 2006). Fosfaten verbeteren de waterbindingscapaciteit in verse en gedroogde vleesproducten door de ionensterkte te verhogen waardoor de negatief geladen plaatsen op vleeseiwitten vrijgesteld worden zodat de proteïnen meer water kunnen binden.⁵ Echter, de functionaliteit van fosfaten wordt sterk beïnvloed door de aanwezigheid van zout en beide ingrediënten zijn synergetisch. In termen van natriumreductie echter, zijn sommige fosfaten natriumzouten, maar is de benuttinggraad aanzienlijk lager dan NaCl. Natriumpolyfosfaat

⁵ Er wordt gewezen op de wetgeving m.b.t. de fabricage van en de handel in bereid vlees en vleesbereidingen (Koninklijk Besluit van 8 juni 1983) en op meer productspecifieke wetgeving (bv. Koninklijk Besluit van 4 februari 1974 m.b.t. "Ardense ham"), die maximale gehalten opleggen voor het fosfaatgehalte en de verhouding vocht-eiwit in vleesproducten.

(E452) bv. bevat ongeveer 31% Na en NaCl 39%, en wordt doorgaans maar aan 0,5% toegevoegd ten opzichte van 2 à 4% voor zout.

Er zijn ettelijke zoutvervangers op de markt. Deze zoutvervangers, kant-en-klare mixen of mengzouten kunnen in sommige gevallen nog NaCl of natrium bevatten.

Reeds veel onderzoek werd verricht over de effecten van een gedeeltelijke vervanging van NaCl met kaliumchloride (KCl) en een aantal van deze mengsels zijn commercieel beschikbaar (Desmond, 2006). Vervanging van NaCl met KCl resulteert in een vergelijkbaar effect op de a_w . Verschillende publicaties hebben aangetoond dat KCl een even goede inhibitor als NaCl is voor pathogene micro-organismen zoals *Listeria monocytogenes*, *Cronobacter* en *Aeromonas hydrophila* (Anses, 2010). NaCl geeft een bijna zuivere zoute smaak, terwijl KCl zowel zout als bitter smaakt. Deze bittere smaak neemt beduidend toe bij oplossingen met meer dan 50:50 KCl/NaCl (Henney *et al.*, 2010; Kilcast, 2008; Desmond, 2006). Naast KCl kunnen ook andere kaliumzouten aangewend worden als zoutvervanger.

Kaliumfosfaat-zouten (E340) bijvoorbeeld, zijn eveneens commercieel beschikbaar en zijn even effectief als de natriumzouten op het vlak van waterbinding, gelling of ionische sterkte (Desmond, 2006). Andere voorbeelden van toegelaten kaliumzouten zijn kaliumcitraat (E332) en kaliumbicarbonaat (E501). Meerdere elementen pleiten echter tegen het veralgemeend vervangen van NaCl door kaliumzouten (niet zozeer de bittere smaak, maar vooral gezondheidsrisico's; zie **punt 6**).

Andere voorbeelden van alternatieven voor NaCl zijn calciumchloride (E509) en verschillende zouten van magnesium (bv. magnesiumsulfaat, magnesiumchloride – E511). Hun toepassing is evenwel eveneens beperkt door de bittere smaak die ze kunnen veroorzaken. Magnesiumsulfaat zou geen hoog niveau van zoutigheid leveren en werd in oplossing bij hoge concentraties als zeer bitter waargenomen. Toevoeging van magnesiumsulfaat aan KCl en NaCl oplossingen resulteerde in een afname van de zoutsmaak en een toename van de bitterheid, ofschoon dergelijke combinaties teruggevonden worden in sommige commerciële zeezouten (Kilcast, 2008). Bovendien zouden magnesiumzouten een laxatief effect hebben, waardoor een intensief gebruik niet mogelijk is.

In een recent, gerandomiseerd, dubbelblind, placebo-gecontroleerd onderzoek werd een verlaagd effect op de systolische bloeddruk waargenomen bij vervanging van NaCl met een mengzout (50% NaCl, 25% KCl en 25% van het 'tripel' zout magnesium ammonium kalium chloridehydraat of $Mg_4K(NH_4)_3Cl_{12} \cdot 24H_2O$) (Sarkkinen *et al.*, 2011). Het betreft een studie met een beperkt aantal personen (45 proefpersonen) en een korte proefperiode (8 weken). Een studie op grotere schaal is vereist om dit positieve effect van het vervangen van natriumzout met een mineraal mengzout van kalium en magnesium te bevestigen.

Een groot nadeel van vele van deze vervangzouten is de bittere (metallische) smaak. Er zijn evenwel manieren om deze bittere smaak te maskeren, zoals door toevoegen van bv. het aminozuur L-lysine of het niet-reducerende suiker trehalose. Trehalose kan, behalve als zoetstof, ook als stabilisator en smaakversterker worden ingezet.

Bij de studie van zoutvervangers worden veelal de functionele en sensorische gevolgen geëvalueerd en, in mindere mate, het effect op de microbiologische stabiliteit. Zo bv. bleken uit een onderzoek naar het effect van de zoutvervangers $MgCl_2$, $MgSO_4$, KCl en $CaCl_2$ op de broodschimmels *Penicillium roqueforti* en *Aspergillus niger* NaCl en $MgCl_2$ de groei van respectievelijk *A. niger* en *P. roqueforti* het meest te inhiberen (bij equivalente waterfaseconcentraties), wat impliceert dat het gebruik van zoutvervangers kan leiden tot een verminderde microbiële stabiliteit (Samapundo *et al.*, 2010b).

Een verhoging van de a_w (door een verlaagde zoutconcentratie) kan gecompenseerd worden door de pH te verminderen, bv. met behulp van organische zuren. In de voedingsindustrie worden veel organische zuren gebruikt als conserveermiddel, zoals azijnzuur (E260), melkzuur (E270), sorbinezuur (E200), citroenzuur (E330) (Brul & Coote, 1999). Organische

zuren zijn aanwezig in gedissocieerde of in niet-gedissocieerde vorm. Evenwicht tussen deze twee vormen is afhankelijk van de pH van het levensmiddel. Wanneer de pH-waarde gelijk is aan de pKa van het zuur, komen de twee vormen van het zuur voor. De gedissocieerde vorm, dominerend bij zure pH, is de meest doeltreffende vorm om de groei van micro-organismen te remmen.

5.3. Zout-/smaakversterkers

In de literatuur worden er een aantal verbindingen besproken die als zout- of smaakversterker aangewend kunnen worden, waaronder aminozuren, lactaten, ribonucleotiden (adenosine monofosfaat), trehalose, gistextracten, eiwithydrolysaten ("hydrolyzed vegetable protein" of HVP) en mycoproteïnebijproducten (Dötsch *et al.*, 2009; Kilcast, 2008; Desmond, 2006). Een aantal zijn commercieel beschikbaar. Het werkingsprincipe van smaakversterkers is gebaseerd op het stimuleren van de smaakreceptoren in de mond en de keel. Deze houden het natriumkanal als het ware langer open zodat de zoutperceptie wordt verhoogd, maar het eigenlijke mechanisme achter de smaakversterking is nog onduidelijk en de bevindingen zijn eerder het resultaat van 'trial and error' (Dötsch *et al.*, 2009).

Grofweg is er een onderscheid tussen smaakversterkers die glutamaat als voornaamste werkzaam bestanddeel bevatten, zoals mononatriumglutamaat (MSG, E621), en smaakversterkers die glutamaatvrij zijn, zoals guanylzuur, natriumguanylaat, calciuminosinaat, etc. (E626 tot en met E637). Daarnaast zijn er smaakversterkers, zoals natuurlijke gistextracten en eiwithydrolysaten. Deze producten bevatten weliswaar glutamaat, maar dit is niet de belangrijkste zoutvervangende component.

De glutamaten bestaan uit de volgende groep: glutaminezuur (E620), natriumglutamaat (MSG, E621), kaliumglutamaat (E622), calciumglutamaat (E623), ammoniumglutamaat (E624) en magnesiumglutamaat (E625). MSG is wellicht de bekendste smaakversterker op de markt en heeft een "umamismaak". Het gebruik van MSG heeft echter een minder goede reputatie (cfr. het "Chinese Restaurant Syndroom"⁶).

Gistextracten bevatten onder meer glutaminezuur, peptiden, nucleotiden, glutathione, vitamine B, mineralen en andere smaakstoffen. De smaak van gistextracten varieert afhankelijk van de hoeveelheden van deze componenten. Gistextracten kunnen de smaak versterken, maar ook de bitterheid van KCl maskeren.

Onder de aminozuren wordt arginine het meest vernoemd als zoutversterker. Sommige studies koppelen een zeer sterk effect aan arginine (bv. meer dan een verdubbeling van de zoute smaak van 4,5 g/l NaCl), terwijl in andere studies slechts een klein effect en een duidelijke bitterheid van arginine waargenomen wordt. Een relatief grote inname van arginine kan de excretie van natrium via de urine verhogen. Combinaties van arginine met aspartaat zouden doeltreffender zijn als zoutversterker. Lysine blijkt in sommige gevallen eveneens een bruikbare zoutversterker zonder bijmaak te zijn. Het zoutversterkend effect van eiwithydrolysaten wordt trouwens ook toegeschreven aan de aanwezige basische aminozuren. Eiwithydrolysaten kunnen soms het carcinogeen 3-MCPD (3-chloro-1,3-propaandiol) bevatten (Sci Com, 2010).

Lactaat, wat meestal toegevoegd wordt als kaliumzout (E326), zou de zoutperceptie aanzienlijk verbeteren. Ook van dibasische zuren, zoals barnsteenzuur, appelzuur, wijnsteenzuur en adipinezuur, werd aangetoond dat ze de zoutperceptie verhogen bij relatief lage doseringen. Multimodale smaakversterkers die in de literatuur besproken worden, zijn

⁶ Verwijst naar berichten over optreden van gezondheidsklachten zoals hoofdpijn, duizeligheid, hartkloppingen, vnl. na een bezoek aan een Chinees restaurant, waar MSG soms als smaakversterker wordt toegevoegd. Er is een wetenschappelijke consensus dat MSG in de hoeveelheden zoals door de industrie worden gebruikt, niet schadelijk is voor de gezondheid (Beyreuther *et al.*, 2006).

onder meer alapyridain, een verbinding die geïsoleerd werd uit runderbouillon en het Maillard reactieproduct is van alanine en glucose, en alkylidenamides.

5.4. Fysische “boosters” voor de zoutperceptie

Smaakreceptoren kunnen, behalve op een chemische manier, ook fysisch worden gestimuleerd. Zo zal de zoutperceptie beïnvloed worden door de kristalvorm en –afmetingen. Voor bepaalde oppervlaktetoepassingen van zout (bv. chips) kan het verhogen van de oplosbaarheid van de zoutdeeltjes door de grootte van de deeltjes te verminderen, leiden tot een betere zoutgevoelbaarheid bij een lager zoutgehalte. Deze verandering in dissolutiesnelheid zou een belangrijke factor kunnen zijn voor de unieke kenmerken van sommige zeezouten (Kilcast, 2008). M.b.t. de kristalvorm, werd in model emulsiesystemen aangetoond dat zout in de vorm van vlokken een betere functionaliteit heeft in termen van een verhoogde binding, pH en eiwitoplosbaarheid, dan zout in korrelvorm. Het zou beter en sneller oplosbaar zijn dan zout in korrels, wat belangrijk kan zijn wanneer aan bereidingen geen water wordt toegevoegd zoals bv. voor droge vleesproducten (Desmond, 2006).

Ook door te werken met “zoutpulsen” (i.e. ongelijke verdeling van zout in het product) kan met minder zout een gelijkaardige smaak of zoutperceptie bekomen worden (Henney *et al.*, 2010; Busch *et al.*, 2009; Dötsch *et al.*, 2009). Dit kan bijvoorbeeld door zout in verschillende laagjes in het product aan te brengen (bv. brood, boterhamworst), door in vloeibare producten zout niet op te lossen, maar aan te brengen op een ingrediënt (bv. op de korstjes of stukjes kip in een soep), of door ‘pseudo’-zout (zetmeelpartikels met een dunne coating van zout) aan het product toe te voegen.

5.5. Niet-natriumbevattende additieven

Van alle natriumbevattende moleculen die in levensmiddelen gebruikt worden, heeft NaCl nagenoeg de meest doeltreffende conserverende eigenschappen tegen pathogenen en bederfveroorzakende micro-organismen. NaCl heeft bijgevolg de grootste impact op de microbiologische veiligheid en kwaliteit van levensmiddelen (Taormina, 2010). Voor het verminderen van het natriumgehalte met zoveel mogelijk behoud van voedselveiligheid en –kwaliteit, kan het bijgevolg interessant zijn om alternatieven voor natriumbevattende additieven, andere dan zout, te overwegen.

5.6. Andere methoden

Een verminderde natriuminname zou eenvoudig bereikt kunnen worden door het zout in de levensmiddelen te reduceren en de consument zelf de gewenste hoeveelheid zout te laten toevoegen (*ad libitum*). Studies hebben namelijk aangetoond dat wanneer de consument het gebrek aan zout in een maaltijd of product zelf aanvult met zout uit het tafelzoutvaatje, de uiteindelijke hoeveelheid zout lager is dan wanneer het oorspronkelijk gezouten product gegeten wordt. M.a.w. het zou contraproductief kunnen zijn om als eerste stap in de reductie van de zoutinname het gebruik van het zoutvaatje af te raden, temeer daar de bijdrage van het zout uit het tafelzoutvaatje aan de totale inname relatief laag is (Henney *et al.*, 2010). Echter, dergelijke maatregel is weinig toepasbaar (correlatie productieomgeving – familiale kring is noodzakelijk) en moeilijk communiceerbaar naar de consument.

Toevoeging van bepaalde ingrediënten met een hoge smaakimpact kan bijdragen tot een verminderde toevoeging van zout tijdens het kook- of bereidingsproces (Henney *et al.*, 2010; Kilcast, 2008). Toevoeging van bv. verse kruiden en specerijen, citrus, mosterd of azijnen, die een kenmerkend aroma hebben, kunnen soms in plaats van of in combinatie met zout worden gebruikt. Dergelijke strategie is evenwel soms moeilijk toepasbaar in een productieomgeving, maar goed toepasbaar in bijvoorbeeld grootkeukens en horeca.

Zoals onder 4.2. reeds aangegeven, kan ook het moment van toevoegen de smaakintensiteit van zout beïnvloeden (bv. na het koken van vlees) en een additionele piste voor zoutreductie zijn.

6. Voordelen/risico's van kaliumsuppletie via de voeding

Omdat kaliumchloride of KCl één van de meest voor de hand liggende en meest gebruikte zoutvervangers is, worden in wat volgt, de voordelen en risico's van kaliumsuppletie meer uitgebreid besproken.

6.1. Fysiologisch overzicht van de kaliumbalans

Kalium is een kation dat voornamelijk intracellulair in het lichaam aanwezig is en de veranderende plasmaconcentratie weerspiegelt niet altijd het totaal kaliumgehalte van het organisme. De kaliumconcentratie in de extracellulaire vloeistoffen is laag en relatief stabiel, tussen 3,5 en 5 mmol/l, terwijl het intracellulaire gehalte tussen 120 en 150 mmol/l schommelt, naargelang de kaliumbalans en het zuur-base-evenwicht. De homeostase van extracellulair kalium wordt door meerdere factoren behouden en beïnvloed: deze kunnen hormonaal (insuline, cortico-adrenale steroïden, catecholaminen), humoraal, neuraal of metabool zijn. De kaliëmie (m.a.w. de extracellulaire kaliumconcentratie) wordt weinig beïnvloed door de hoeveelheid kaliuminname via de voeding, omdat de toegenomen postprandiale secretie van insuline een snel binnentreden van het ingenomen kalium in de spiercellen bevordert. Het aanpassen van de nieren aan de kaliuminname (m.a.w. de toename van de urinaire excretie) gebeurt trager, maar is heel doeltreffend, aangezien de nieren 90 tot 95 % van het door de voeding aangebrachte kalium uitscheiden. Bij gezonde personen met een normale nierfunctie kan, dankzij de grote aanpassingscapaciteit van de nieren, de kaliumbalans in evenwicht gehouden worden, zelfs in geval van een orale overbelasting die meerdere malen de normale kaliuminname via de voeding overschrijdt. Deze capaciteit van de nieren om de via de voeding aangebrachte kaliumoverbelasting te elimineren neemt echter af met de leeftijd. De voedingsbehoefte aan kalium bedraagt bij volwassenen tussen 3,1 en 3,5 g per dag (dus tussen 78 en 88 mmol) (EFSA, 2006).

6.2. De voedingsinname van kalium

Gewoonlijk schommelt de voedingsinname van kalium bij volwassenen tussen 2 en 4 g per dag (50 tot 100 mmol), maar belangrijkere innamen van 5 tot 6 g kalium (125 tot 150 mmol) per dag worden door gezonde volwassenen meestal goed verdragen (EFSA, 2006). Dergelijke kaliuminnamen kunnen echter bij insulineresistente patiënten (met metabool syndroom al dan niet gepaard gaande met een complicatie van diabetes type 2) en bij ouderen een verhoging van de kaliëmie (m.a.w. de kaliumconcentratie in het plasma) veroorzaken. De mogelijk hieruit voortvloeiende hyperkaliëmie (m.a.w. een kaliumconcentratie in het plasma hoger dan 5,5 mmol/l) verhoogt de neuronale, hart- en spierprikkelbaarheid. Een ernstige hypokaliëmie kan daarentegen spierverslapping, hartaritmie en metabole alkalose tot gevolg hebben.

Een kaliumdepletie wordt echter enkel waargenomen in pathologische toestanden of als gevolg van sommige farmacologische behandelingen zoals het overmatig gebruik van laxeremiddelen of van diuretica. Een nutritioneel kaliumtekort is zeldzaam aangezien kalium in de meeste voedingsmiddelen aanwezig is. De aanbevolen voedingsinname van kalium, met name 3,0 tot 4,0 g per dag (HGR, 2009a), vereist een voldoende verbruik van groenten en fruit, voornamelijk onder de vorm van rauwkost.

6.3. De voedingsinname van kalium en het regelen van de bloeddruk

Meerdere studies hebben aangetoond dat de invloed op de bloeddruk van een overmatig zoutverbruik (dus van natrium) versterkt wordt door een onvoldoende kaliuminname via de voeding (EFSA, 2006; Morris *et al.*, 2006; Geleijnse, *et al.*, 2003), terwijl het gunstig effect van een natriumbeperving op de controle van de hypertensie door een gelijktijdige toename van de kaliuminname vergroot wordt (He *et al.*, 2010; Braschi & Naismith, 2008; Geleijnse *et al.*, 2003; Naismith & Braschi, 2003; He & MacGregor, 2001). Een gewone verhoging van de kaliuminname via de voeding die niet gepaard gaat met een natriumarmer voeding laat echter niet toe om de bloeddrukwaarden bij personen met te hoge bloeddruk te verlagen (Dickinson *et al.*, 2006).

Het vervangen van een derde van het natriumchloridegehalte in brood door kaliumzouten die een kaliumsupplement van 22 mmol per dag aanbrengen lijkt aanvaardbaar vanuit smaakopzicht (Braschi *et al.*, 2008). De kaliumsuppletie kan in de vorm van kaliumchloride, maar ook in de vorm van kaliumcitraat of kaliumbicarbonaat aangebracht worden. De twee laatste soorten kaliumzouten lijken de smaak van de voedingsmiddelen minder te veranderen en hebben bovendien een gunstig effect op de bot-turnover door de urinaire excretie van calcium te doen dalen (He *et al.*, 2010; Braschi & Naismith, 2008; Sellmeyer *et al.*, 2002).

Gewoonlijk worden kaliumsupplementen lager dan 50 mmol (dus 2 g kalium) per dag goed aanvaard, omdat ze de smaak van de voedingsmiddelen weinig beïnvloeden (He *et al.*, 2010; Braschi, *et al.*, 2008). Grotere hoeveelheden zoals 100 mmol (4 g kalium) per dag kunnen echter een smaakaversie met zich meebrengen (Zoccali *et al.*, 1985; Jeffrey *et al.*, 1984), met als gevolg het frequent stoppen van de inname van dit voedingssubstituut, zelfs door personen met kaliumdepletie (Hueston, 1989). In de praktijk blijkt het omwille van de smaak dus moeilijk om in de voeding natrium door kalium te vervangen. Het effect van deze vervanging van natriumchloride door kaliumzouten, dat een verlaging van de bloeddruk suggereert, wordt bovendien niet door bepaalde studies bevestigd (Dickinson *et al.*, 2006; Zoccali *et al.*, 1985).

6.4. Het risico op toxiciteit bij suppletie aan kaliumzouten via de voeding

Een kaliumsuppletie via de voeding kan al toxisch blijken voor supplementen van 1 tot 5 g kalium per dag (Saxena, 1989), terwijl ze slechts maximaal het dubbel van de aanbevolen kaliuminname bij volwassenen bedraagt (HGR, 2009a). Dit risico neemt in het bijzonder toe bij ouderen, patiënten met insulineresistentie of sommige nieraandoeningen of die voor een hoge bloeddruk met renine-angiotensine-remmers behandeld worden (John *et al.*, 2010). Naast hyperkaliëmie en de eraan verbonden risico's op hartziekten komt kaliumtoxiciteit tot uiting in misselijkheid, neurologische complicaties en in zeldzame gevallen in maag- en darmzweren (EFSA, 2006; Saxena, 1989). Zelfs bij normale personen kan een acute orale belasting van 5 tot 7 g kalium de kaliëmie verhogen en wijzigingen van de hartfunctie of neurologische complicaties met zich meebrengen (EFSA, 2006). Bij personen met een aangetaste nierfunctie kunnen hyperkaliëmie en hartfunctiestoornissen zich voordoen bij het toedienen van voedingssupplementen met zelfs kleine hoeveelheden kalium, zoals bv. 1 g kalium per dag. Heel ernstige hartcomplicaties, zoals een hartstilstand zijn zeer zeldzaam, maar werden gerapporteerd bij relatief jonge personen die een voeding verrijkt met kaliumzouten kregen (John *et al.*, 2010; Saxena, 1989; Schim van der Loef *et al.*, 1988).

6.5. Besluit

Meerdere elementen pleiten dus tegen het veralgemeend vervangen, op bevolkingsschaal, van NaCl door kaliumzouten in voedingsmiddelen. Door een eerder beperkte invloed op de bloeddruk en een slecht aanvaarde smaak is de voedingssuppletie aan kaliumzouten weinig aangewezen. Vooral het risico op toxiciteit te wijten aan hyperkaliëmie, die hart- en neurologische complicaties veroorzaakt, is bij talrijke personen verhoogd (ouderen, insulineresistente patiënten of bij patiënten die bepaalde farmacologische hypertensiebehandelingen ondergaan). Dit pleit tegen een algemene toepassing van

kaliumsuppletie via de voeding als nutritionele preventie van hart- en vaatziekten ter aanvulling op de reductie van de natriuminname via de voeding.

7. Conclusies

Een hoge zoutinname kan leiden tot een verhoogde bloeddruk, wat een belangrijke risicofactor is voor hart- en vaatziekten. Teveel zout in de voeding houdt bovendien een risico in voor nierstoornissen, osteoporosis en maagkanker. Meerdere studies hebben een gunstig effect aangetoond van een verminderde zoutinname op de bloeddruk; dit effect is meer uitgesproken bij personen met verhoogde bloeddruk en bij “zoutgevoelige” personen (diabetici, ouderen en personen met overgewicht).

Op bevolkingsvlak zijn er geen negatieve effecten van een verminderde zoutinname te verwachten.

Bij de herformulering van voedingsmiddelen om het zoutgehalte te reduceren, dient voedselveiligheid (zowel op microbiologisch als op chemisch vlak) prioritair te zijn. Zout is zeer doeltreffend als bewaarmiddel, maar ook andere ingrediënten - al dan niet in combinatie met gerichte proces- en bewaartechnieken - kunnen een even goed alternatief zijn om de microbiële stabiliteit van het voedingsproduct te garanderen.

Aangezien zout ook een belangrijke sensorische en functionele rol kan spelen, dient bij de reductie en/of vervanging van zout het hele plaatje van de herformulering beschouwd te worden.

Omdat er geen wondermiddel bestaat om met één ingrediënt zout te vervangen (cfr. bijvoorbeeld de nadelen van kaliumzouten als zoutvervanger), dient een combinatie van toe te voegen stoffen ontwikkeld en geoptimaliseerd te worden.

Desalniettemin wordt zout in de meeste voedingsmiddelen overgedoseerd (enkel en alleen al op basis van zoutgehaltes in gelijkaardige producten) en is een eenvoudige stapsgewijze vermindering van het zoutgehalte de meest logische eerste stap in een programma om de zoutinname van de bevolking te verminderen.

Productherformulering om het zoutgehalte te reduceren, dient oordeelkundig te gebeuren en beschouwd te worden in een volledige herformuleringstrategie, nl. gekoppeld aan onder meer een reductie van het vet- en het suikergehalte. Het Wetenschappelijk Comité en de Hoge Gezondheidsraad wensen erop te wijzen dat een zoutreductie niet gepaard mag gaan met een verhoging van het vet- of het suikergehalte van levensmiddelen.

8. Aanbevelingen

• voor het beleid

- Het Wetenschappelijk Comité en de Hoge Gezondheidsraad prijzen de initiatieven van het Nationaal Voedings- en Gezondheidsplan en van de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu om de consument bewuster te maken van de relatie tussen zout en gezondheid en om in dialoog met de betrokken sectoren het zout in het voedingsaanbod te verminderen.
- Er wordt opgemerkt dat uit een Australische studie blijkt dat; ofschoon een vrijwillige zoutreductie vanuit de industrie kosteneffectief is, de voordelen voor de volksgezondheid veel groter zouden zijn wanneer de zoutconcentratie van levensmiddelen wettelijk gelimiteerd zou worden (Cobiac *et al.* 2010). Met uitzondering van brood, werd in België totnogtoe gekozen voor zelfregulering.

- In een eerste fase wordt een stapsgewijze zoutreductie aanbevolen, eerder dan het gebruik van zoutvervangers aan te moedigen.
- Opvolging van de zoutgehalten in levensmiddelen is essentieel om na te gaan of er zich effectief een dalende trend voordoet. Door op basis van een voedselmand het natriumgehalte van verschillende types voedingsmiddelen regelmatig te analyseren, kan nagegaan worden of de industrie de gemaakte verbintenissen nakomt. In dit verband wordt verwezen naar een studie van OIVO, uitgevoerd met de steun van de FOD Volksgezondheid, waar op basis van de etikettering de natriumgehalten in verschillende productcategorieën geëvalueerd werden (OIVO, 2009). Ook door Nubel (Belgische voedingsmiddelentabel, merknamedatabank) en het FAVV (controleprogramma) worden initiatieven genomen om het natriumgehalte in verschillende levensmiddelen te analyseren en verder op te volgen.
- De analyse van het “zoutgehalte” dient op basis van het natriumgehalte te gebeuren. De opvolging van andere zouten (kalium, calcium, etc.) is eveneens wenselijk om mogelijke substitutie op te volgen.
- Opvolging van de zoutinname is essentieel om de impact van de zoutreductieprogramma te meten (bv. via meten van de natriumexcretie via de urine, voedselconsumptiepeiling)

• **voor de sectoren**

- Gezien de grote variaties tussen dezelfde types van levensmiddelen of binnen eenzelfde productcategorie, zou een eenvoudige verlaging van het zoutgehalte in een aantal producten mogelijk moeten zijn zonder vervanging of ingrijpende productherformulering.
- Doelstellingen m.b.t. het zoutgehalte in de producten en maaltijden formuleren en implementeren op sectorniveau en binnen een internationaal kader (veel producenten van merkproducten van levensmiddelen opereren internationaal en kunnen deelnemen aan natriumreductieprogramma's in andere landen).
- De vooropgestelde doelstellingen mogen niet gepaard gaan met een verhoging van het gehalte van andere componenten die eveneens een nefast effect op de gezondheid kunnen hebben (bv. verhoging van het suiker- of vetgehalte).
- Bij de herformulering dient de nodige aandacht besteed te worden aan de microbiële en chemische veiligheid van de producten.
- Zoutgehaltebeperking dient reeds in rekening gebracht te worden in het stadium van productontwikkeling.
- Monitoring van het zoutgehalte in voedingsproducten (bv. databanken, analyse, zelfrapportering, marktstudies).
- Etikettering op basis van het natriumgehalte en op een manier die het best begrepen wordt door de consument (zoutgehalte op basis van zoutequivalent, wat overeenkomt met natrium x 2,5)
- Bewustmaking van de operatoren (bv. via opleidingen in horeca, hotelscholen, etc.) en de consument (bv. via etikettering, labels, menu-informatie).
- Er wordt gewezen op de rol die grootkeukens, catering, (TV-)koks, kookboeken, etc. (kunnen) spelen, en de bijdrage van 'convenience food' (kant-en-klaar gerechten, kruidenmixen, etc.) aan de zoutinname in deze problematiek.
- Speciale aandacht wordt gevestigd op de ontwikkeling van producten met een lager zoutgehalte voor kinderen.

• **voor het onderzoek**

- De zoutconsumptie van de Belgische bevolking (van volwassenen en kinderen) zou op regelmatige tijdstippen geëvalueerd moeten worden via bv. 'health examination surveys' met een 24u. urinecollectie.
- Regelmatige peilingen van de voedselconsumptiepatronen zouden veranderingen in voedingsgewoonten kunnen nagaan.
- Onderzoek m.b.t. productherformulering en mogelijke interferentie met strategieën voor suiker- en vetreductie, nieuwe bewaarstechnieken, etc.
- Innamestudie van zoutvervangers kan relevant zijn wanneer deze vervangers frequent toegepast zouden worden met het oog op zoutreductie.

• **voor de consument**

- Eet evenwichtig en gevarieerd volgens de principes van de voedingsdriehoek.
- Beperk de consumptie van zoutrijke voedingsmiddelen en kies voor minder gezouten alternatieven (bv. alternatief merk, alternatief type voedingsproduct van eenzelfde categorie, etc.).
- Bereid zoveel mogelijk zelf het eten (i.p.v. 'convenience food').
- Beperk de hoeveelheid toegevoegd zout in bereidingen. De smaak kan verhoogd worden door bv. andere, sterk aromatische kruiden toe te voegen. (Commerciële kruidenmengsels kunnen evenwel ook zout bevatten.)
- Kinderen wennen best reeds zo jong mogelijk aan minder zout.

Voor het Wetenschappelijk Comité,
De Voorzitter,

Voor de Hoge Gezondheidsraad,
De Voorzitter,

Prof. Dr. Ir. André Huyghebaert

Prof. J. Nève

9. Referenties

- ACMSF - Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food. 2009. Ad hoc group on vulnerable groups: Report on the increased incidence of listeriosis in the UK. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/committee/acmsflisteria.pdf>
- Alderman M.H. 2010. Reducing dietary sodium. The case for caution. *JAMA* 303(5), 448-449.
- Alderman M.H. 2006. Evidence relating dietary sodium to cardiovascular disease. *J. Am. Coll. Nutr.* 25(3 Suppl), 256S-261S.
- Anses – Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Afssa). 2010. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relative aux conséquences sur les flores microbiennes d'une réduction en taux de sel dans les aliments (Afssa – Saisine n°2008-SA-0173).
- Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Afssa). 2002. Report on salt: Evaluation and recommendations. <http://www.anses.fr/Documents/NUT-Ra-Sel.pdf>
- Appel L.J., Frohlich E.D., Hall E.J. *et al.* 2011. The importance of population-wide sodium reduction as a means to prevent cardiovascular disease and stroke: a call to action from the American Heart Association. *Circulation* 123, 1138-1143.
- AWASH – Australian Division of World Action on Salt & Health. 2009. Drop the salt! Campaign. <http://www.awash.org.au/dropthesaltcampaign.html>
- Beyer F.R., Dickinson H.O., Nicolson D.J., Ford G.A. & Mason J. 2006. Combined calcium, magnesium and potassium supplementation for the management of primary hypertension in adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* 3:CD004805.
- Beyreuther K., Biesalski H.K., Fernstrom J.D., Grimm P., Hammes W.P., Heinemann U., Kempster O., Stehle P., Steinhart H. & Walker R. 2007. Consensus meeting: monosodium glutamate - an update. *European Journal of Clinical Nutrition* 61(3), 304-313
- Bibbins-Domingo K., Chertow G.M., Coxson P.G., Moran A., Lightwood J.M., Pletcher M.J., *et al.* 2010. Projected effect of dietary salt reductions on future cardiovascular disease. *N. Engl. J. Med.* 362(7), 590-599.
- Bochud M., Burnier M., Marques-Vidal P.M. & Paccaud F. 2010. [Reducing dietary salt intake: an important public health strategy in Switzerland]. *Rev. Med. Suisse* 6(239), 494, 6-8.
- Braschi A., Gill L. & Naismith D.J. 2008. Partial substitution of sodium with potassium in white bread: feasibility and bioavailability. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 1-15.
- Braschi A. & Naismith D.J. 2008. The effect of a dietary supplement of potassium chloride or potassium citrate on blood pressure in predominantly normotensive volunteers. *Br. J. Nutr.* 99(6), 1284-1292.
- Brul S. & Coote P. 1999. Preservative agents in foods. Mode of action and microbial resistance mechanisms. *International Journal of Food Microbiology* 50,1-17.
- Busch J.L.H.C., Tournier C., Knoop J.E., Kooyman G. & Smit G, 2009. Temporal contrast of salt delivery in mouth increases salt perception. *Chemical Senses* 34(4), 341-348.
- Caudarella R., Vescini F., Rizzoli E. & Francucci C.M. 2009. Salt intake, hypertension, and osteoporosis. *J. Endocrinol. Invest.* 32(4 Suppl), 15-20.
- Chamathi B., Williams J.S. & Williams G.H. 2010. A mechanism for salt-sensitive hypertension: abnormal dietary sodium-mediated vascular response to angiotensin-II. *J. Hypertens.* 28(5),1020-1026.
- Chang H.Y., Hu Y.W., Yue C.S., Wen Y.W., Yeh W.T., Hsu L.S. *et al.* 2006. Effect of potassium-enriched salt on cardiovascular mortality and medical expenses of elderly men. *Am. J. Clin. Nutr.* 83, 1289-1296.
- Cobiac L.J., Vos T. & Veerman J.L. 2010. Cost-effectiveness of interventions to reduce dietary salt intake. *Heart* 96, 1920-1925.
- Cohen H.W. & Alderman M.W. 2007. Sodium, blood pressure, and cardiovascular disease. *Curr. Opin. Cardiol.* 22(4), 306-310.
- Cohen A.J. & Roe F.J. 1997. Evaluation of the aetiological role of dietary salt exposure in gastric and other cancers in humans. *Food Chem. Toxicol.* 35(2), 271-293.
- Cook N.R., Cutler J.A., Obarzanek E., Buring J.E., Rexrode K.M., Kumanyika S.K., *et al.* 2007. Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes: observational follow-up of the trials of hypertension prevention (TOHP). *BMJ* 334(7599), 885-888.
- Damasio P.C., Amaro C.R., Cunha N.B., Pichutte A.C., Goldberg J., Padovani C.R., *et al.* 2011. The role of salt abuse on risk for hypercalciuria. *Nutr. J.* 10, 3.
- Desmond E. 2006. Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat Science* 74, 188-196.
- Dickinson H.O., Nicolson D.J., Campbell F., Beyer F.R. & Mason J. 2006. Potassium supplementation for the management of primary hypertension in adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* 3, CD004641.
- Dötsch M., Buscha J., Batenburga M., Liema G., Tareilusa E., Muellerb R. & Meijera G. 2009. Strategies to reduce sodium consumption: a food industry perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 49(10), 841-851.
- EC – European Commission. 2009. National salt initiatives; implementing the EU framework for salt reduction initiatives.

- http://ec.europa.eu/health/archive/ph_determinants/life_style/nutrition/documents/national_salt_en.pdf
- EC – European Commission. 2008a. Collated information on salt reduction in the EU (draft). http://ec.europa.eu/health/archive/ph_determinants/life_style/nutrition/documents/compilation_salt_en.pdf
- EC – European Commission. 2008b. Salt Campaign. EC, DG Health & Consumers. http://ec.europa.eu/health/nutrition_physical_activity/high_level_group/nutrition_salt_en.htm
- EFSA – European Food Safety Authority. 2006. Tolerable upper intake levels of vitamins and minerals. Scientific Committee on Food – Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Pp. 482. <http://www.efsa.europa.eu/en/ndatopics/docs/ndatolerableuil.pdf>
- Ekinçi E.I., Clarke S., Thomas M.C., *et al.* 2011. Dietary salt intake and mortality in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 34, 703–709.
- FDA – U.S. Food and Drug Administration. 2011 Sodium reduction. <http://www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/ucm253316.htm>
- FOPH – Swiss Federal Office of Public Health. 2009. Salt strategy 2008-2010. http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung_bewegung/05207/05216/index.html?lang=en
- FSA – Food Standards Agency. 2010a. Food industry activity. <http://www.food.gov.uk/healthiereating/salt/industry>
- FSA – Food Standards Agency. 2010b. Front-of-pack (FOP) nutrition labeling. FSA 10/03/07. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/board/fsa100307.pdf>
- FSA – Food Standards Agency. 2009. Salt reduction strategy. <http://www.food.gov.uk/scotland/scotnut/salt/strategy> (UK Salt reduction initiatives: <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/saltreductioninitiatives.pdf>)
- FSAI - Food Safety Authority of Ireland. 2005. Salt and Health: Review of the Scientific Evidence and Recommendations for Public Policy in Ireland. http://www.fsai.ie/uploadedFiles/Science_and_Health/salt_report-1.pdf
- Geleijnse J.M., Kok F.J. & Grobbee D.E. 2003. Blood pressure response to changes in sodium and potassium intake: a meta-regression analysis of randomised trials. *J. Hum. Hypertens.* 17(7), 471-480.
- Graudal N.A., Hubeck-Graudal T. & Jurgens G. 2012. Effects of low sodium diet versus high sodium diet on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterol, and triglyceride (Cochrane review). *American Journal of Hypertension* 25(1), 1-15.
- He F.J., Marciniak M., Carney C., Markandu N.D., Anand V., Fraser W.D., *et al.* 2010. Effects of potassium chloride and potassium bicarbonate on endothelial function, cardiovascular risk factors, and bone turnover in mild hypertensives. *Hypertension* 55(3), 681-688.
- He F.J. & MacGregor G.A. 2010. Reducing population salt intake worldwide: from evidence to implementation. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 52(5), 363-382.
- He F.J. & MacGregor G.A. 2006. Importance of salt in determining blood pressure in children: meta-analysis of controlled trials. *Hypertension* 48(5), 861-869.
- He F.J. & MacGregor G.A. 2003. How far should salt intake be reduced? *Hypertension* 42, 1093-1099.
- He F.J. & MacGregor G.A. 2001. Fortnightly review: Beneficial effects of potassium. *BMJ* 323(7311), 497-501.
- Health Canada. 2010. Sodium reduction strategy for Canada. July 2010. <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/sodium/strateg/index-eng.php#a442>
- Hercberg S. 2006. Rapport – Eléments de bilan du PNNS (2001-2005) et propositions de nouvelles stratégies pour le PNNS 2 (2006-2008). http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1292/INSERM_Rapport_pnns_fev2006.pdf?sequence=1
- Henney J.E., Taylor C.L. & Boon C.S. (eds.). 2010. Strategies to reduce sodium intake in the United States. IOM – Institute of Medicine. , The National Academic Press, Washington DC. Pp. 506.
- HGR - Hoge Gezondheidsraad. 2009a. Voedingsaanbevelingen voor België (Herziening 2009). HGR nr. 8309, Brussels, Belgium. pp. 114. <http://www.health.belgium.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/18014679.pdf>
- HGR - Hoge Gezondheidsraad. 2009b. Advies betreffende de aanpak om het jodiumaanbod in België te verhogen. HGR nr. 8549. <http://www.health.fgov.be/internet2Prd/groups/public/@public/@shc/documents/ie2divers/17286531.pdf>
- Hueston W.J. 1989. Use of salt substitutes in the treatment of diuretic-induced hypokalemia. *J. Fam. Pract.* 29(6), 623-626.
- Hutton T. 2002. Sodium, Technological functions of salt in the manufacturing of food and drink products. *British Food Journal* 104(2), 126-152.
- INTERSALT. 1988. An international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results from 24 hour urinary sodium and potassium excretion. Cooperative Research Group. *Brit. Med. J.* 297, 319-328
- IoM - Institute of Medicine. 2005. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride and sulfate. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Pp. 640. <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309091691>

- Jeffery R.W., Pirie P.L., Elmer P.J., Bjornson-Benson W.M., Mullenbach V.A., Kurth C.L., *et al.* 1984. Low-sodium, high-potassium diet: feasibility and acceptability in a normotensive population. *Am. J. Public Health* 74(5), 492-494.
- John S.K., Rangan Y., Block C.A. & Koff M.D. 2010. Life-threatening hyperkalemia from nutritional supplements: uncommon or undiagnosed? *Am. J. Emerg. Med.*, in press.
- Johnson J. 2011. Challenges of formulating products to meet desired sodium targets. *Food Technology* (6), 42-48.
- Jürgens G. & Graudal N.A. 2003. Effects of low sodium diet versus high sodium diet on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterols, and triglyceride. *Cochrane Database Syst. Rev.* 1:CD004022.
- Karppanen H., Karppanen P. & Mervaala E. 2005. Why and how to implement sodium, potassium, calcium, and magnesium changes in food items and diets? *J. Hum. Hypertens.* 19(Suppl 3), S10-19.
- Kilcast D. 2008. Cutting Sodium. *Prepared Foods* January 9, 2008.
<http://www.preparedfoods.com/articles/article-cutting-sodium-january-2008>
- Klaus D., Hoyer J. & Middeke M. 2010. Salt restriction for the prevention of cardiovascular disease. *Dtsch. Arztebl. Int.* 107(26), 457-462.
- Krikken J.A., Laverman G.D. & Navis G. 2009. Benefits of dietary sodium restriction in the management of chronic kidney disease. *Curr. Opin. Nephrol. Hypertens.* 18(6), 531-538.
- Laatikainen T., Pietinen P., Valsta L., Sundvall J., Reinivuo H. & Tuomilehto J. 2006. Sodium in the Finnish diet: 20-year trends in urinary sodium excretion among the adult population. *Europ. J. Clin. Nutr.* 60(8), 965-970.
- Leshem M. 2009. Biobehavior of the human love of salt. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 33(1), 1-17.
- Lewington S., Clarke R., Qizilbash N., Peto R. & Collins R. 2002. Prospective Studies Collaboration. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet* 360, 1903-1913.
- Lopez A.D., Mathers C.D., Ezzati M., Jamison D.T. & Murray C.J. 2006. Global and regional burden of disease and risk factor, 2001: systematic analysis of population health data. *Lancet* 367, 1747-1757.
- Mancia G., De Backer G., Dominiczak A., *et al.* 2007. The Task force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension and of the European Society of Cardiology. 2007 Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur. Heart J.* 28, 1462-1536.
<http://www.escardio.org/guidelines-surveys/esc-guidelines/GuidelinesDocuments/guidelines-AH-FT.pdf>
- Miller R.T. 2011. Genetic disorders of NaCl transport in the distal convoluted tubule. *Nephron. Physiol.* 118(1), 15-21.
- Morris R.C., Schmidlin O., Frassetto L.A. & Sebastian A. 2006. Relationship and interaction between sodium and potassium. *J. Am. Coll. Nutr.* 25(3 Suppl), 262S-270S.
- Naismith D.J. & Braschi A. 2003. The effect of low-dose potassium supplementation on blood pressure in apparently healthy volunteers. *Br. J. Nutr.* 90(1), 53-60.
- NICE - National Institute for Health and Clinical Excellence. 2010. Prevention of cardiovascular disease at population level. NICE Public Health guidance 25. London, UK. Pp. 124.
<http://www.nice.org.uk/nicemedia/live/13024/49273/49273.pdf>
- Ni Mhurchu C., Capelin C., Dunford E.K., Webster J.L., Neal B.C. & Jebb S.A. 2011. Sodium content of processed foods in the United Kingdom: analysis of 44,000 foods purchased by 21,000 households. *Am. J. Clin. Nutr.* 93(3), 594-600.
- Nubel. 2011. De Belgische Voedingsmiddelentabel. <http://www.nubel.com/nl/voedingsmiddelentabel.asp>
- nVVA – nieuwe Voedsel en Warenautoriteit. 2011. Monitoring van het gehalte aan keukenzout in diverse levensmiddelen. Pp. 9. <http://www.vwa.nl/onderwerpen/levensmiddelen-food/dossier/kanten-klaarmaaltijden/nieuwsoverzicht/nieuwsbericht/2012140/zoutgehalte-in-diverse-levensmiddelen-in-2010-niet-gedaald>
- O'Donnell M.J., Yusuf S., Mente A., Gao P., Mann J.F., Teo K., McQueen M., Sleight P., Sharma A., Dans A., Probstfield J. & Schmieider R.E. 2011. Urinary sodium and potassium excretion and risk of cardiovascular events. *JAMA* 306(20), 2229-2238.
- OIVO – Onderzoeks- en Informatiecentrum van de Verbruikers Organisaties. 2009. Te veel zout in onze voeding? Evaluatie van het zoutgehalte van 17 voedingswarencategorieën.
http://www.health.belgium.be/filestore/18074895/Etude_ZOUT_18074895_nl.pdf;
<http://www.oivo.be/NL/doc/dcdc/all/document-4373.html?idsmenuleft=79>
- Paterna S., Gaspare P., Fasullo S., Sarullo F.M. & Di Pasquale P. 2008. Normal-sodium diet compared with low-sodium diet in compensated congestive heart failure: is sodium an old enemy or a new friend? *Clin. Sci. (Lond)* 114, 221-230.
- Peleteiro B., Lopes C., Figueiredo C. & Lunet N. 2011. Salt intake and gastric cancer risk according to *Helicobacter pylori* infection, smoking, tumour site and histological type. *Br. J. Cancer* 104(1), 198-207.
- Penner S.B., Campbell N.R., Chockalingam A., Zarnke K. & Van Vliet B. 2007. Dietary sodium and cardiovascular outcomes: a rational approach. *Can. J. Cardiol.* 23(7), 567-572.

- PHAC – Public Health Agency of Canada. 2009. Dropping the salt: practical steps countries are taking to prevent chronic noncommunicable diseases through population-wide dietary salt reduction. Penney S. <http://www.paho.org/english/ad/dpc/nc/salt-mtg-phac-paper.pdf>
- Ruusunen M. & Puolanne E. 2005. Reducing the sodium intake from meat products. *Meat Science* 70, 531-541.
- Sacks F.M., Svetkey L.P., Vollmer W.M., Appel L.J., Bray G.A., Harsha D., *et al.* 2001. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. *N. Engl. J. Med.* 344(1), 3-10.
- Samapundo S., Anthierens T., Xhafari R. & Devlieghere F. 2010a. Development of a validated model to describe the individual and combined water activity depressing effects of water soluble salts, sugar and fat replacers. *Journal of Food Engineering* 96, 433-439.
- Samapundo S., Deschuyffeleer N., Van Laere D., De Leyn I. & Devlieghere F. 2010b. Effect of NaCl reduction and replacement on the growth of fungi important to the spoilage of bread. *Food Microbiology* 27, 749-756.
- Saxena K. 1989. Clinical features and management of poisoning due to potassium chloride. *Med. Toxicol. Adverse Drug Exp.* 4(6), 429-443.
- Schim van der Loeff H.J., Strack van Schijndel R.J. & Thijs L.G. 1988. Cardiac arrest due to oral potassium intake. *Intensive Care Med.* 15(1), 58-59.
- Sci Com – Wetenschappelijk Comité FAVV. 2010. Advies 09-2010: Carcinogene en/of genotoxische risico's in levensmiddelen: procescontaminanten. <http://www.favv-afasca.fgov.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2010.asp>
- Sci Com – Wetenschappelijk Comité FAVV. 2008. Advies 25-2008: Acrylamide: blootstelling van de Belgische bevolking, bijdrage van verschillende levensmiddelen en methodologie voor het vastleggen van actielimieten. <http://www.favv-afasca.fgov.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2008.asp>
- Sellmeyer D.E., Schloetter M. & Sebastian A. 2002. Potassium citrate prevents increased urine calcium excretion and bone resorption induced by a high sodium chloride diet. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 87(5), 2008-2012.
- Stocker S.D., Madden C.J. & Sved A.F. 2010 Excess dietary salt intake alters the excitability of central sympathetic networks. *Physiol. Behav.* 100(5), 519-524.
- Stringer S.C. & Pin C. 2005. Microbial risks associated with salt reduction in certain foods and alternative options for preservation. Technical report. Institute of Food research, Norwich, UK. Pp. 50. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/acm740a.pdf>
- Stolarz-Skrzypek K., Kuznetsova T., Thijs L., Tikhonoff V., Seidlerová J., Richart T., Jin Y., Olszanecka A., Malyutina S., Casiglia E., Filipovský E., Kawecka-Jaszcz K. & Staessen J. 2011. Fatal and nonfatal outcomes, incidence of hypertension, and blood pressure changes in relation to urinary sodium excretion. *JAMA* 305(17), 1777-1785.
- Suckling R.J., He F.J. & MacGregor G.A. 2010. Altered dietary salt intake for preventing and treating diabetic kidney disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* 12:CD006763.
- Takachi R., Inoue M., Shimazu T., Sasazuki S., Ishihara J., Sawada N., *et al.* 2010. Consumption of sodium and salted foods in relation to cancer and cardiovascular disease: the Japan Public Health Center-based Prospective Study. *Am. J. Clin. Nutr.* 91(2), 456-464.
- Taormina P.J. 2010. Implications of salt and sodium reduction on microbial food safety. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 50(3), 209-227.
- Tayie F.A. & Jourdan K. 2010. Hypertension, dietary salt restriction, and iodine deficiency among adults. *Am. J. Hypertens.* 23(10), 1095-1102.
- Taylor R., Ahston K.E., Moxham T., Hooper L. & Ebrahim S. 2011. Reduced dietary salt for the prevention of CVD: A meta-analysis of RCTs (Cochrane review). *American Journal of Hypertension* 24(8), 843-853.
- Thomas M.C., Moran J., Forsblom C., Harjutsalo V., Thorn L., Ahola A., Wadén J., Tolonen N., Saraheimo M., Gordin D., Groop P.H. & FinnDiane Study Group. 2011. The association between dietary sodium intake, ESRD, and all-cause mortality in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 34(4), 861-866.
- Tsugane S. 2005. Salt, salted food intake, and risk of gastric cancer: epidemiologic evidence. *Cancer Sc.* 96(1), 1-6.
- Vandevijvere S., De Keyzer W., Chapelle J.P., Jeanne D., Mouillet G., Huybrechts I., *et al.* 2010. Estimate of total salt intake in two regions of Belgium through analysis of sodium in 24-h urine samples. *Eur. J. Clin. Nutr.* 64(11), 1260-1265.
- Vandevijvere S. & Van Oyen H. 2008. Sodium intake in the Belgian population. Research limitations and policy implications. *Arch. Public Health* 65, 187-195.
- Verkaik-Kloosterman J., van 't Veer P. & Ocke M.C. 2010. Reduction of salt: will iodine intake remain adequate in The Netherlands? *Br. J. Nutr.* 104(11), 1712-1718.
- WASH – World Action on Salt & Health. 2011a. <http://www.worldactiononsalt.com/index.htm>
- WASH – World Action on Salt & Health. 2011b. New Research reveals huge differences in sodium contents of identical pizzas around the world. http://www.worldactiononsalt.com/media/recent_press_releases.htm (April 14, 2011)

- Webster J., Dunford E., Hawkes C. & Neal B. 2011. Salt reduction initiatives around the world. *Journal of Hypertension* 29 (6), 1043–1050.
- WHO – World Health Organization. 2010. Creating an enabling environment for population-based salt reduction strategies. Report of a joint technical meeting held by WHO and the Food Standards Agency, United Kingdom, July 2010. Pp. 44. http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501699_eng.pdf
- WHO – World Health Organization. 2007a. WHO Europe: Second WHO European Action Plan for Food and Nutrition Policy 2007 – 2012. <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/disease-prevention/physical-activity/publications/2008/who-european-action-plan-for-food-and-nutrition-policy-2007-2012>
- WHO – World Health Organization. 2007b. Prevention and control of non-communicable diseases: Implementation of the global strategy. WHA60.23, May 2007, Geneva http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA60/A60_R23-en.pdf
- WHO – World Health Organization. 2006. Reducing salt intake in populations - a report of a WHO forum and technical meeting, 5 –7 October, Paris, France. http://www.who.int/dietphysicalactivity/Salt_Report_VC_april07.pdf
- Zoccali C., Cumming A.M., Hutcheson M.J., Barnett P. & Semple P.F. 1985. Effects of potassium on sodium balance, renin, noradrenaline and arterial pressure. *J. Hypertens.* 3(1), 67-72.

10. Samenstelling van de werkgroep

De volgende deskundigen hebben hun medewerking verleend bij het opstellen van het advies in het kader van een gemeenschappelijke werkgroep Sci Com - HGR:

De Backer Guy (HGR)	Preventieve geneeskunde, volksgezondheid, epidemiologie	UGent
Dewettinck Koen (Sci Com)	Levensmiddelentechnologie- en proceskunde	UGent
Huyghebaert Andre (Sci Com)	Chemie, technologie van de voeding	UGent
Kolanowski Jaroslaw (HGR)	Fysiologie en fysiopathologie van de voeding; fysiopathologie van obesitas, van het metabool syndroom en van diabetes type 2	UCL
Maghuin-Rogister Guy (Sci Com, HGR)	Levensmiddelenanalyse	ULg

De administratie werd vertegenwoordigd door:

De Boosere Isabelle	FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, DG4
Laquière Isabelle	FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, DG4

Verschillende organisaties werden uitgenodigd om aan de hand van een hoorzitting hun visie m.b.t. zoutreductie en gegevens die deze visie ondersteunen, voor te leggen. Deze hoorzitting ging door op 28 juni 2011. Volgende personen werden gehoord:

De Meerleer M.	Vakgroep Levensmiddelen- en Agrotechnologie, HoGent
Denoncin A.	Franstalige Bakkersfederatie
Heroufosse F.	Wagralim
Marquenie D.	Fevia
Léonard H.	Franstalige Bakkersfederatie
Vandamme A.	Flanders'Food
Van Damme E.	Vlaamse Bakkersfederatie VeBic
Van Laere D.	Vakgroep Levensmiddelen- en Agrotechnologie, HoGent
Wagemans K.	Federatie voor Grote Belgische Bakkerijen FGGB

Een schriftelijke reactie werd ontvangen van Fenavian en de Belgische Verbruikersunie Test-Aankoop

Het voorzitterschap van de werkgroep werd verzekerd door Koen Dewettinck et Guy Maghuin-Rogister en het wetenschappelijk secretariaat door Wendie Claeys (Sci Com) en Michèle Ulens (HGR).

Goedkeuring / Validatie :

Het advies werd door het Wetenschappelijk Comité van het FAVV goedgekeurd tijdens de zitting van 16 maart 2012 en door de permanente werkgroep « Voeding en Gezondheid, Voedselveiligheid inbegrepen (VGVV) » van de HGR tijdens de zitting van 29 februari 2012. Het werd door het College van de HGR gevalideerd tijdens de zitting van 04 april 2012.

Het Wetenschappelijk Comité (FAVV) is samengesteld uit de volgende leden:

D. Berkvens, C. Bragard, E. Daeseleire, L. De Zutter, P. Delahaut, K. Dewettinck, J. Dewulf, K. Dierick, L. Herman, A. Huyghebaert, H. Imberechts, G. Maghuin-Rogister, L. Pussemier, K.

Raes*, C. Saegerman, M.-L. Scippo*, B. Schiffers, W. Stevens*, E. Thiry, M. Uyttendaele, T. van den Berg, C. Van Peteghem.

* = uitgenodigde experten

Dankbetuiging

Het Wetenschappelijk Comité van het FAVV en het college van de HGR danken de Stafdirectie voor Risicobeoordeling, het wetenschappelijk secretariaat van de Hoge Gezondheidsraad, en de leden van de werkgroep voor de voorbereiding van het ontwerpadvies.

Het Wetenschappelijk Comité en de Hoge Gezondheidsraad wensen G. Daube (Ulg) en C. Vinkx (FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu) te danken voor hun medewerking bij de totstandkoming van het advies.

Disclaimer

Het Wetenschappelijk Comité van het FAVV en het college van de Hoge Gezondheidsraad (HGR) behouden zich, te allen tijde, het recht voor dit advies te wijzigen na wederzijdse toestemming, indien nieuwe informatie en gegevens ter beschikking komen na de publicatie van deze versie.

11. Wettelijk kader van het advies

Voor het SciCom:

Wet van 4 februari 2000 houdende oprichting van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, inzonderheid artikel 8 ;

Koninklijk besluit van 19 mei 2000 betreffende de samenstelling en de werkwijze van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen;

Huishoudelijk reglement, bedoeld in artikel 3 van het koninklijk besluit van 19 mei 2000 betreffende de samenstelling en de werkwijze van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, goedgekeurd door de Minister op 9 juni 2011.

Voor de Hoge Gezondheidsraad (HGR):

De Hoge Gezondheidsraad is een federale dienst die deel uitmaakt van de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu. Hij werd opgericht in 1849 en geeft wetenschappelijke adviezen i.v.m. de volksgezondheid aan de ministers van volksgezondheid en van leefmilieu, aan hun administraties en aan enkele agentschappen. Hij doet dit op vraag of op eigen initiatief. De HGR neemt geen beleidsbeslissingen, noch voert hij ze uit, maar hij probeert het beleid inzake volksgezondheid de weg te wijzen op basis van de recentste wetenschappelijk kennis.

Naast een intern secretariaat van een 25-tal medewerkers, doet de Raad beroep op een uitgebreid netwerk van meer dan 500 experten (universiteitsprofessoren, medewerkers van wetenschappelijke instellingen), waarvan er 200 tot expert van de Raad zijn benoemd; de experts komen in multidisciplinaire werkgroepen samen om de adviezen uit te werken.

Als officieel orgaan vindt de Hoge Gezondheidsraad het van fundamenteel belang de neutraliteit en onpartijdigheid te garanderen van de wetenschappelijke adviezen die hij aflevert. Daartoe heeft hij zich voorzien van een structuur, regels en procedures die toelaten doeltreffend tegemoet te komen aan deze behoeften bij iedere stap van het tot stand komen van de adviezen. De sleutelmomenten hierin zijn de voorafgaande analyse van de aanvraag, de aanduiding van de deskundigen voor de werkgroepen, het instellen van een systeem van beheer van mogelijke belangenconflicten (gebaseerd op belangenverklaringen, onderzoek van mogelijke belangenconflicten, en een referentiecómité) en de uiteindelijke validatie van de adviezen door het College (eindbeslissingorgaan). Dit coherent geheel moet toelaten adviezen af te leveren die gesteund zijn op de hoogst mogelijke beschikbare wetenschappelijke expertise binnen de grootst mogelijke onpartijdigheid.

De adviezen van de werkgroepen worden voorgelegd aan het College. Na validatie worden ze overgemaakt aan de aanvrager en aan de minister van volksgezondheid en worden de openbare adviezen gepubliceerd op de website (www.hgr-css.be), behalve wat betreft vertrouwelijke adviezen. Daarnaast wordt een aantal onder hen gecommuniceerd naar de pers en naar doelgroepen onder de beroepsbeoefenaars in de gezondheidssector.

De HGR is ook een actieve partner binnen het in opbouw zijnde EuSANH netwerk (*European Science Advisory Network for Health*), dat de bedoeling heeft adviezen uit te werken op Europees niveau.

Indien U op de hoogte wil blijven van de activiteiten en publicaties van de HGR kan U zich abonneren op een mailing-list en/of een RSS-feed via volgende link: <http://www.hgr-css.be/rss>.