

ADVIES 12-2021

Betreft:

**Actielimieten voor nicotinezuur in vers
vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en
vleesproducten**

(SciCom nr. 2016/31 F)

Advies goedgekeurd door het Wetenschappelijk Comité op 25 juni 2021

Trefwoorden:

Actielimiet, geschatte aanvaardbare concentratie, nicotinezuur, vlees

Key terms:

Action limit, estimated acceptable concentration, nicotinic acid, meat

Inhoudstafel

Samenvatting.....	4
Summary	6
1. Referentietermen.....	8
1.1. Vraag.....	8
1.2. Wetgeving	8
1.3. Methode.....	8
2. Afkortingen en definities.....	10
3. Inleiding.....	12
4. Nicotinezuur	13
4.1. Gevaaridentificatie	13
4.1.1. Chemische structuur	13
4.1.2. Analysemethoden.....	13
4.1.3. Technologische eigenschap.....	13
4.2. Gevarenkarakterisatie	15
4.2.1. Metabolisme en biologische functie	15
4.2.2. Toxicologische gegevens	15
4.2.2.1. Acute toxiciteit	15
4.2.2.2. Gevolgen op lange termijn van een tekort.....	16
4.2.3. Vereisten van niacine-equivalent en maximale toelaatbare inname van nicotinezuur	16
4.3. Geschatte aanvaardbare concentraties	18
4.4. Vergelijking tussen de EAC en de gegevens over de gehalten	19
4.4.1. Gegevens van de Nationale Opsporingseenheid van het FAVV.....	19
4.4.2. Gegevens uit de wetenschappelijke literatuur.....	22
4.5. Beschikbare gegevens over de gehalten van niacine	22
4.6. Voorstel voor een score voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten van nicotinezuur.....	22
5. Onzekerheden	22
6. Conclusies.....	23
7. Aanbevelingen.....	23
Referenties	24
Voorstelling van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het FAVV.....	28
Belangenconflicten.....	28

Tabellen

Tabel 1. Aanbevolen dagelijkse inname van niacine-equivalent (CSS, 2016)	16
Tabel 2. UL voor nicotinezuur (SCF, 2002; EFSA, 2006; EFSA, 2018).....	17
Tabel 3. MTI voor nicotinamide (SCF, 2002; EFSA, 2006; EFSA, 2018).....	17
Tabel 4. Berekende en afgeronde EAC's voor nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten.....	18
Tabel 5. Concentraties van nicotinezuur, nicotinamide en totaal niacine gemeten in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten in het NOE-onderzoek	19
Tabel 6. Gemiddelde, minimum- en maximumgehalte aan niacine in vers vlees.....	33
Tabel 7. Niacinegehalte in vers vlees, gepubliceerd op de website Internubel.be.....	34

Figuren

Figuur 1. Chemische structuur van nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts).....	13
Figuur 2. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in rundvlees (n = 43)	30
Figuur 3. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in kalfsvlees (n = 6)	30
Figuur 4. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in varkensvlees (n = 10).....	30
Figuur 5. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in kippenvlees (n = 16).....	31
Figuur 6. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in gehakt van rund- (of kalf-) en varkensvlees (n = 25)	31
Figuur 7. Verhouding nicotinezuur (tot totale hoeveelheid niacine) in rundvlees (links, n=43) en kalfsvlees (rechts, n=6).....	31
Figuur 8. Verhouding nicotinezuur (tot totale hoeveelheid niacine) in varkensvlees (links, n=10) en kippenvlees (rechts, n=16)	32
Figuur 9. Verhouding nicotinezuur (tot totale hoeveelheid niacine) in gehakt van rund- (of kalf-) en varkensvlees (n=25).....	32

Bijlagen

Bijlage A. Resultaten van de NOE-onderzoek (boxplots)	30
Bijlage B. Beschikbare gegevens over de gehalten van niacine.....	33

Samenvatting

Advies 12-2021 van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het FAVV betreffende actielimieten voor nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten

Context en vraagstelling

Het FAVV werd geconfronteerd met gevallen van hoge gehalten aan nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten. Er bestaat momenteel echter geen wettelijk maximumgehalte voor nicotinezuur in vlees, in al zijn vormen (vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten).

Het Wetenschappelijk Comité (SciCom) wordt gevraagd om een actielimiet voor nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten voor te stellen om het FAVV een wetenschappelijke basis te geven om de veiligheid van de voedselketen te waarborgen. Er wordt eveneens gevraagd om een score voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten van nicotinezuur op te stellen.

Methode

Dit advies is gebaseerd op de berekening van een "geschatte aanvaardbare concentratie" (estimated acceptable concentration, EAC). Dit is een op het risico gebaseerde waarde die overeenstemt met de concentratie van een stof die een levensmiddel kan bevatten zonder dat de blootstelling aan de stof via het levensmiddel een noemenswaardig risico inhoudt of zorgwekkend is voor de volksgezondheid. De berekende EAC's kunnen als basis dienen voor de risicomanager om een actielimiet vast te leggen (advies 15-2019 van het SciCom).

De berekening van een EAC voor nicotinezuur is een bijzonder geval, omdat het geen chemische contaminant is, maar een vitamine (vitamine B3) dat zowel bij een gebrekkige als een overmatige inname schadelijke gevolgen heeft voor de gezondheid. De EAC voor nicotinezuur werd berekend door het niveau van de maximale toelaatbare inname (MTI) (afhankelijk van de leeftijd van de consumenten) voor nicotinezuur (EFSA, 2006) te delen door het 95^{ste} percentiel (P95) van de consumptiegegevens voor vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten.

Resultaten en discussie

Afhankelijk van de leeftijd van de consument is de berekende EAC 15 mg/kg (kinderen en adolescenten) of 30 mg/kg (volwassenen). Met het oog op een betere bescherming van de consument stelt het SciCom voor de laagste EAC-waarde in aanmerking te nemen, dus 15 mg/kg.

Aangezien de schadelijke effecten van nicotinezuur het gevolg zijn van het vrijkomen van histamine, moet aan deze beide stoffen dezelfde score voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten toegekend worden. Bijgevolg wordt een score van 2 ("waarschijnlijk ernstig") voorgesteld op een schaal van 1 tot 4 die door het FAVV wordt gebruikt voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten van nicotinezuur.

Conclusies

Het SciCom heeft een EAC berekend voor nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten. Deze bedraagt 15 mg/kg en houdt rekening met de aanvaardbare bovengrens van de inname aan nicotinezuur. Een score voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten van nicotinezuur van 2 wordt voorgesteld.

Het SciCom herinnert eraan dat de toevoeging van nicotinezuur aan vlees een illegale praktijk is en de gezondheid van de consument in gevaar kan brengen. Als bovendien zou blijken dat nicotinezuur een reëel effect heeft op het behoud van de kleur van het vlees, kan de frauduleuze toevoeging de consument misleiden en blootstellen aan de consumptie van vlees dat mogelijk microbiologisch onveilig is.

Aanbevelingen

De voorgestelde EAC voor nicotinezuur lijkt streng in verhouding tot de weinige beschikbare gegevens over de gehalten ervan. Aangezien er gevallen van nicotinezuurvergiftiging zijn gemeld na de consumptie van vlees waaraan nicotinezuur was toegevoegd (onderzoek van de Nationale Opsporingseenheid, NOE), kan door de risicomanager worden overwogen een actielimiet vast te stellen op basis van het natuurlijke gehalte (P95) van nicotinezuur in vlees (ALARA-methode). Hiervoor zijn aanvullende analytische gegevens nodig, met name van verse vleesmonsters die rechtstreeks in het slachthuis worden genomen (studie van het basisgehalte aan nicotinezuur), alsook van monsters van gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten na productie en/of verwerking en/of opslag (studie van de stabiliteit van nicotinezuur).

Summary

Opinion 12-2021 of the Scientific Committee established at the FASFC concerning action limits for nicotinic acid in fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat

Background and question

The Federal Agency for Food Chain Safety (FASFC) has been confronted with cases of high levels of nicotinic acid in meat preparations. However, there is currently no legal maximum level for nicotinic acid in meat (fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat).

The Scientific Committee (SciCom) has been asked to propose an action limit for nicotinic acid in fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat in order to give the FASFC a scientific basis to preserve the safety of the food chain. It is also requested to establish a quotation for the severity of adverse effects of nicotinic acid in foodstuffs.

Method

This opinion is based on the calculation of an estimated acceptable concentration (EAC). An estimated acceptable concentration (EAC) is a risk-based concentration level of a substance in food which does not pose a significant risk or concern for public health. The calculated EACs can be used as a basis for the risk manager to set an action limit (SciCom opinion 15-2019).

The calculation of an EAC for nicotinic acid is a special case, as it is not a chemical contaminant, but a vitamin (vitamin B3) that has adverse health effects if taken in insufficient or excessive amounts. The EAC for nicotinic acid has been calculated by dividing the Tolerable Upper Intake Level (depending on the age of consumers) of nicotinic acid (EFSA, 2006) by the consumption data at the 95th percentile (P95) of fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat.

Results and discussion

Depending on the age of the consumer, the calculated EAC is 15 mg/kg (children and adolescents) or 30 mg/kg (adults). For the point of view of better consumer protection, the SciCom proposes to consider the lower value of 15 mg/kg.

Furthermore, as the adverse effects associated with nicotinic acid are those resulting from the release of histamine, the same score for the severity rating of the adverse effects should be assigned to both substances. Therefore, a score of 2 ("probably serious") is proposed, on the scale of 1 to 4 used by the FASFC, for the severity rating of the adverse effect associated with nicotinic acid.

Conclusions

The SciCom has calculated an EAC for nicotinic acid in fresh meat, minced meat, meat preparations and processed meat. This value reaches 15 mg/kg and takes into account the maximum tolerable intake of nicotinic acid. A score of 2 is proposed for severity rating of the adverse effect associated with nicotinic acid.

The SciCom recalls that the addition of nicotinic acid to meat is an illegal practice that can put the health of consumers at risk. Furthermore, if nicotinic acid is found to have a real effect on preserving the colour of meat, then the fraudulent addition may mislead the consumer and expose him to the consumption of meat that may be microbiologically unsafe.

Recommendations

The proposed EAC for nicotinic acid seems strict compared to the few natural occurrence data available. Since cases of nicotinic acid poisoning have been reported following the consumption of meat supplemented with nicotinic acid (investigation from the Nationale Opsporingseenheid, NOE), it could be considered by risk managers to establish a natural occurrence action limit (P95) for nicotinic acid in meat (ALARA method). For this purpose, additional analytical data are needed, in particular on meat samples collected directly at the slaughterhouse (study of the nicotinic acid baseline) as well as on samples of minced meat, meat preparations and processed meat after production and/or transformation and/or preservation (study of the stability of nicotinic acid).

1. Referentietermen

1.1. Vraag

Het FAVV werd geconfronteerd met gevallen van hoge gehalten aan nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten. Er bestaat momenteel echter geen wettelijk maximumgehalte voor nicotinezuur in vlees, in al zijn vormen (vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten).

Het Wetenschappelijk Comité (SciCom) wordt gevraagd om een actielimiet voor nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten voor te stellen om het FAVV een wetenschappelijke basis te geven om de veiligheid van de voedselketen te waarborgen. Er wordt eveneens gevraagd om een score voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten van nicotinezuur.

1.2. Wetgeving

Verordening (EG) Nr. 853/2004 van het Europees Parlement en de Raad van 29 april 2004 houdende vaststelling van specifieke hygiënevoorschriften voor levensmiddelen van dierlijke oorsprong.

Verordening (EG) Nr. 1333/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2008 inzake levensmiddelenadditieven.

1.3. Methode

Een "actielimiet" voor een chemische contaminant in een levensmiddel definieert de concentratie van deze contaminant in het levensmiddel waarvan een overschrijding zal leiden tot de uitvoering van effectieve maatregelen op het terrein (FAVV, 2014). Er wordt erkend dat een wetenschappelijke risicobeoordeling alleen, in sommige gevallen, niet alle informatie kan leveren waarop een risicomanagementbeslissing moet worden gebaseerd en dat er op legitieme wijze rekening moet worden gehouden met andere relevante factoren, waaronder maatschappelijke, economische, traditionele, ethische en milieufactoren, alsmede met de uitvoerbaarheid van controles (Verordening (EG) nr. 178/2002). Het SciCom is van mening dat zij alleen een wetenschappelijke basis kan voorstellen voor het vaststellen van een actielimiet. Dit heeft ertoe geleid dat het SciCom in haar adviezen de meer neutrale term (op het gebied van risicobeoordeling) "geschatte aanvaardbare concentratie" (estimated acceptable concentration, EAC) heeft ingevoerd en de voorkeur geeft aan het gebruik hiervan (Claeys *et al.*, 2021). De EAC is een op het risico gebaseerde concentratielimiet die overeenstemt met de concentratie van een stof die een levensmiddel kan bevatten zonder dat de blootstelling aan de stof via het levensmiddel een noemenswaardig risico inhoudt of zorgwekkend is voor de volksgezondheid. De EAC kan als basis dienen voor de risicomanager om een actielimiet vast te leggen.

De berekening van een EAC voor nicotinezuur is een bijzonder geval, omdat het een vitamine is met schadelijke gevolgen voor de gezondheid in geval van zowel een gebrekkige als een overmatige inname, en het geen chemische contaminant is. Het SciCom stelt voor om een EAC voor nicotinezuur te berekenen door het maximale toelaatbare inname (MTI) voor nicotinezuur (EFSA, 2006) te delen door het 95-percentiel (P95) van de consumptiegegevens:

$$EAC = \frac{MTI}{\text{Consumptie bij P95}}$$

Een EAC voor nicotinezuur in vers vlees en vleesbereidingen komt overeen met het maximale gehalte van nicotinezuur dat deze levensmiddelen mogen bevatten, zodat de MTI van nicotinezuur niet wordt overschreden in geval van hoge consumptie van deze levensmiddelen.

Elke berekende EAC voor nicotinezuur wordt vervolgens afgerond door toepassing van de wiskundige regels en met gebruikmaking van de waarden die worden vermeld in een document van de OECD (2011). De EAC kan bijvoorbeeld worden afgerond tot de volgende waarden:

- 0,1 ; 0,15 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; ...
- 1 ; 1,5 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; ...
- 10 ; 15 ; 20 ; 30 ; 40 ; ...
- 100 ; 150 ; 200 ; 300 ; 400 ; ...
- 1 000 ; 1 500 ; 2 000 ; 3 000 ; 4 000 ; ...

Met andere woorden dient men elke EAC af te ronden op 1 geheel getal, zoals een veelvoud van de decimale grootteorde van de berekende waarde, behalve indien de berekende waarde tussen 12,5 en 17,4 ligt (of, naar analogie, in een andere decimale grootteorde), in welk geval afgerond wordt op 15 (of, naar analogie, in een andere decimale grootteorde).

2. Afkortingen en definities

ALARA	As Low As Reasonably Achievable “Zo laag als redelijkerwijs haalbaar”.
CG	Consumptiegegevens
EAC	Geschatte aanvaardbare concentratie (Estimated Acceptable Concentration) Een op het risico gebaseerde concentratielimiet die overeenstemt met de concentratie van een stof die een levensmiddel kan bevatten zonder dat de blootstelling aan de stof via dit levensmiddel een noemenswaardig risico inhoudt of zorgwekkend is voor de volksgezondheid. De EAC kan als basis dienen om een actielimiet vast te leggen (SciCom, 2019).
EFSA	European Food Safety Authority - Europese Autoriteit voor voedselveiligheid
FAVV	Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen
HGR	Hoge Gezondheidsraad
HPLC-FLD	High Performance Liquid Chromatography – Fluorescence Detection Hoge performantie vloeistofchromatografie gekoppeld aan fluorescentiedetectie.
L	Level Gevolgd door een nummer (1, 2, ...) geeft dit het niveau van de levensmiddelen categorie aan in het FoodEx2-systeem van de Europese databank voor voedselconsumptie van de EFSA.
LC-MS	Liquid chromatography-mass spectrometry Vloeistofchromatografie met massaspectrometer.
Ig	Lichaamsgewicht
MJ	Megajoule
MTI	Maximale toelaatbare inname Het maximale niveau van de totale chronische dagelijkse inname van een nutriënt (afkomstig uit alle bronnen), waarvan het onwaarschijnlijk wordt geacht dat het een risico op schadelijke gevolgen voor de gezondheid van de mens inhoudt (EFSA, 2006).
n	Aantal waarnemingen
NAD	Nicotinezuuramide-Adenine-Dinucleotide
NADP	Nicotinezuuramide-Adenine-Dinucleotidofosfaat
NE	Niacine-equivalent
NEVO	Nederlands Voedingsstoffenbestand
NOE	Nationale Opsporingseenheid van het FAVV
NVWA	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
P95	95^{ste} percentiel
P97,5	97,5^{ste} percentiel
SciCom	Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het FAVV
USDA	United States Department of Agriculture

Vers vlees: vlees dat, buiten de koel- of vriesbehandeling, geen enkele behandeling heeft ondergaan om de houdbaarheid te bevorderen, met inbegrip van vacuümverpakt vlees of vlees in CA-verpakking (gecontroleerde atmosfeer) (Verordening (EG) Nr. 853/2004).

Gehakt vlees: vlees zonder been, dat in kleine stukken is gehakt en minder dan 1% zout bevat (Verordening (EG) Nr. 853/2004).

Vleesbereidingen: vers vlees, met inbegrip van vlees dat in kleine stukken is gehakt, waaraan levensmiddelen, kruiden of additieven zijn toegevoegd of dat een verwerking heeft ondergaan die niet volstaat om de inwendige spierweefselstructuur van het vlees te veranderen en daardoor de kenmerken van vers vlees te doen verdwijnen (Verordening (EG) Nr. 853/2004).

Vleesproducten: verwerkte producten die zijn verkregen door verwerking van vlees of door verdere verwerking van zulke verwerkte producten, zodat op het snijvlak geconstateerd kan worden dat de kenmerken van vers vlees verdwenen zijn (Verordening (EG) Nr. 853/2004).

Gelet op discussies in de werkgroepvergaderingen van 13 januari 2017, 24 maart 2017, 2 mei 2017, 31 augustus 2018, 19 augustus 2019 en 20 januari 2020, en de discussies in de plenaire zittingen van 22 november 2019, 23 april 2021, 28 mei 2021 en 25 juni 2021,

geeft het Wetenschappelijk Comité het volgende advies :

3. Inleiding

Niacine, meer bekend als vitamine B3, is een algemene term die nicotinezuur (fysiologisch inactieve vorm) en zijn amide, nicotinamide (fysiologisch actieve vorm) omvat. Nicotinezuur is van nature aanwezig in veel voedingsmiddelen, waaronder vlees en vleesproducten, vis, gist en champignons. Het wordt ook op natuurlijke wijze in de lever gesynthetiseerd uit tryptofaan, een essentieel aminozuur (EFSA, 2014; CSS, 2016).

Volgens de Codex Alimentarius (1995) zou nicotinezuur de eigenschap hebben om kleuren te fixeren in vlees en vleesproducten. Er is echter weinig wetenschappelijk bewijs voor deze eigenschap. Bovendien zijn de betrokken chemische mechanismen niet goed gekend. Het lijkt erop dat nicotinezuur als chelaatvormer kan fungeren, waardoor myoglobine tegen postmortale oxidatie wordt beschermd (zie details onder "4.1.3. Technologische eigenschap").

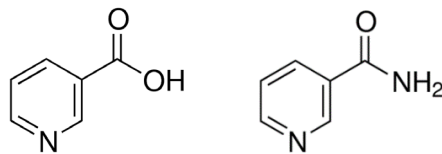
De Europese Unie staat het gebruik van nicotinezuur als levensmiddelenadditief niet toe. Het FAVV werd echter geconfronteerd met gevallen van hoge gehalten aan nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten (gehakt, hamburger, worst, enz.) en vermoedt een frauduleuze toevoeging (zie punt "4.4.1. Gegevens van de Nationale Opsporingseenheid van het FAVV"). Gezien de potentieel toxische aard van nicotinezuur in hoge dosissen (EFSA, 2006; CSS, 2016), vraagt het FAVV aan het SciCom om actielimieten voor nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten voor te stellen. Er wordt eveneens gevraagd om een score voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten van nicotinezuur op te stellen.

4. Nicotinezuur

4.1. Gevaaridentificatie

4.1.1. Chemische structuur

Niacine is een wateroplosbaar vitamine (vitamine B3) dat van nature in veel levensmiddelen voorkomt. De voedselcategorieën die het meest bijdragen aan de inname van niacine zijn vlees en vleesproducten, granen en graanproducten, en melk en melkproducten. Het bestaat uit nicotinezuur ($C_6H_5NO_2$, N°CAS 59-67-6), zijn fysiologisch inactieve vorm, en uit nicotinamide, zijn fysiologisch actieve vorm. Nicotinamide en nicotinezuur zijn zeer thermoresistent (EFSA, 2014; CSS, 2016).



Figuur 1. Chemische structuur van nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts)

Het SciCom merkt op dat het gebruik van de term "niacine" in de wetenschappelijke literatuur soms lijkt te verwijzen naar totale niacine (soms van nicotinezuur en nicotinamide) en soms alleen naar nicotinezuur. Dit gebrekkige gebruik van de term is verwarrend en maakt de synthese van informatie over nicotinezuur moeilijk. **In dit advies gebruikt het SciCom de term "niacine" om te verwijzen naar totaal niacine (soms van nicotinezuur en nicotinamide), en dus niet exclusief naar nicotinezuur.**

4.1.2. Analysemethodes

Nicotinezuur kan kwantitatief worden bepaald in levensmiddelen door middel van omgekeerde fase HPLC of capillaire elektroforese met detectie in ultraviolet licht of fluorescentiedetectie (FLD) (Iwaki *et al.*, 2000; Rose-Sallin *et al.*, 2001). Ook de LC-MS-methode kan worden gebruikt (communicatie van 6 april 2021 met het ECCA-laboratorium).

In 2016 heeft het FAVV in het kader van een onderzoek naar de frauduleuze toevoeging van nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten analyses laten uitvoeren met behulp van HPLC-FLD.

4.1.3. Technologische eigenschap

De opsporing van fraude door het FAVV is een deel van de motivatie om een actielimiet voor nicotinezuur vast te leggen. Omwille van deze reden heeft het SciCom zich gebogen over het wetenschappelijk bewijs betreffende de eigenschap van nicotinezuur om de kleur van vlees en vleesbereidingen te stabiliseren.

Vlees bevat myoglobine (Mb), een metalloproteïne met ijzer (Fe^{2+}), dat structureel verwant is aan hemoglobine in het bloed. Dit eiwit is verantwoordelijk voor het binden van O_2 (oxymyoglobine, MbO_2) in de spieren, en geeft het vlees een helderrode kleur. Metmyoglobine (MetMb) is de geoxideerde

vorm van Mb, dat ontstaat door oxidatie van het Fe^{2+} -ion tot Fe^{3+} . MetMb geeft een bruine kleur aan het vlees (kleur van minder vers vlees) (AMSA Guidelines, 2012).

In 1951 beschreven Coleman *et al.* (1951) de vorming van een rood reactieproduct ten gevolge van de reactie tussen nicotinezuur en Mb, maar ze konden het niet identificeren. Ze bevelen aan 0,3 g nicotinezuur per pond (0,66 g/kg) vlees toe te voegen. Hill (1969) beschreef ook dat nicotinezuur, in combinatie met de myoglobine in het vlees, een helderrood product oplevert. Deze kleur werd gestabiliseerd door de gecombineerde toevoeging van ascorbinezuur en bepaalde suikers. In hetzelfde jaar concludeerden Kendrick en Watts (1969) echter dat de toevoeging van nicotinezuur niet gerechtvaardigd was. Integendeel, de toevoeging van nicotinezuur aan vlees dat aan de open lucht was blootgesteld, versnelde de vorming van MetMb, waardoor het vlees er minder vers uitzag.

Salvador *et al.* (2009) onderzochten de effecten van het toevoegen van een mengsel van chelaatvormers (nicotinezuur of nicotinamide) en reductiemiddelen (glucose) aan vers varkensbloed om de rode kleur te stabiliseren tijdens het sproeidrogen en de opslag van het poeder bij kamertemperatuur. Sproeidrogen van bloed versnelt de oxidatie van het Fe^{2+} -ion van hemoglobine, wat leidt tot de vorming van methemoglobine met een ongewenste bruine kleur. Volgens Salvador *et al.* (2009) zou de toevoeging van een chelaatvormer (nicotinezuur of nicotinamide) de vorming van complexen mogelijk maken door binding met het ijzerion van moleculen die een heemgroep bevatten, zoals myoglobine, hemoglobine, enz. Deze chelatie zou het mogelijk maken hemoglobine te beschermen tegen oxidatie tot methemoglobine tijdens het sproeidrogen van het bloed. Uit de resultaten bleek dat de toevoeging van een mengsel (chelaatvormer + glucose) doeltreffend was tegen de auto-oxidatie van hemoglobine tijdens de dehydratatie en de daaropvolgende opslag. Uit de resultaten bleek ook dat glucose de belangrijkste bijdrage leverde aan de kleurstabilisatie van het poeder, waarschijnlijk als gevolg van het hoge waterhoudend vermogen ervan.

Samenvattend stelt het SciCom vast dat er weinig wetenschappelijk bewijs is voor de eigenschap van nicotinezuur om de kleur van vlees te behouden. Bovendien zijn de betrokken chemische mechanismen niet goed bekend. Het lijkt erop dat nicotinezuur kan werken als een chelaatvormer, die myoglobine beschermt tegen post-mortem oxidatie, maar duidelijk wetenschappelijk bewijs hiertoe ontbreekt. Als bovendien zou blijken dat nicotinezuur een reëel effect heeft op het behoud van de kleur van vlees, kan de frauduleuze toevoeging de consument misleiden en blootstellen aan de consumptie van vlees dat mogelijk microbiologisch onveilig is.

4.2. **Gevarenkarakterisatie**

4.2.1. Metabolisme en biologische functie

Afhankelijk van de aard van het voedsel varieert het gemiddelde absorptiepercentage van niacine in het maagdarmkanaal tussen 23% (granen) en 70% (dierlijke producten) (Carter & Carpenter, 1982; Wei, 1982; Wall *et al.*, 1987; EFSA, 2014). Niacine wordt ook gesynthetiseerd in het menselijk lichaam uit tryptofaan, een essentieel aminozuur (Horwitt *et al.*, 1981; EFSA, 2014; CSS, 2016) aanwezig in dierlijke eiwitten. Ongeveer 60 mg tryptofaan is nodig voor de productie van 1 mg niacine, gedefinieerd als "1 mg niacine-equivalent" (NE). De term "niacine-equivalent" combineert derhalve zowel nicotinezuur als nicotinamide.

Niacine circuleert vrij in het bloed in beide vormen (nicotinezuur en nicotinamide), maar vooral onder de vorm van nicotinamide (Kirkland, 2009; EFSA, 2014). Het passeert celmembranen door eenvoudige diffusie, met uitzondering van celmembranen van nierbuisjes en erythrocyten, waarvoor transportereiwitten nodig zijn (Henderson, 1983; Gropper *et al.*, 2009; EFSA, 2014). In de cellen wordt niacine gebruikt voor de synthese van de co-enzymen NAD en/of NADP die een belangrijke rol spelen in de mitochondriale ademhaling en het metabolisme van lipiden, aminozuren en koolhydraten. De syntheseroute van de NAD en NADP co-enzymen bij de mens is verschillend afhankelijk van het feit of ze worden gesynthetiseerd uit nicotinezuur of nicotinamide (Bogan & Brenner, 2008; Sauve, 2008; Kirkland, 2009; EFSA, 2014).

De voornaamste katabole route van nicotinezuur en nicotinamide is methylering tot *N*-methyl-nicotinamide in de lever, gevolgd door oxidatie tot *N*-methyl-2-pyridon-carboxamide en *N*-methyl-4-pyridon-carboxamide. Beide metabolieten worden uitgescheiden in de urine en in de moedermelk (Bender *et al.*, 2003; EFSA, 2014).

4.2.2. Toxicologische gegevens

4.2.2.1. Acute toxiciteit

Gevallen van acute toxiciteit zijn waargenomen als gevolg van overmatig gebruik van nicotinezuur gedurende een bepaalde periode. De schadelijke effecten die in verband worden gebracht met nicotinezuur zijn het gevolg van het vrijkomen van histamine (EFSA, 2014).

Gross *et al.* (1992) meldden verscheidene gevallen van voedselvergiftiging met nicotinezuur over een periode van 7 maanden in Israël. De bedwelmden personen hadden last van blozen in het gezicht (= vaatverwijding van het gezicht waardoor een grote bloedstroom ontstaat), wat een warm en jeukend gevoel veroorzaakte. Zij hadden bereidingen op basis van bevroren rundvlees of bereide kalfslapjes geconsumeerd waaraan nicotinezuur was toegevoegd. De hoeveelheden nicotinezuur gemeten in het vlees varieerden van 300 mg/kg tot 6000 mg/kg.

In de Verenigde Staten werden aan het eind van de jaren vijftig en het begin van de jaren zestig intoxicaties gemeld die verband hielden met de consumptie van vlees waaraan nicotinezuur was toegevoegd. De hoeveelheden nicotinezuur varieerden van 500 mg/kg tot 3700 mg/kg in gehakt rundvlees en tot 600 mg/kg in chop suey (Amerikaans-Chinese schotel) (Press & Yeager, 1962).

Nicotinamide is veel minder toxisch dan nicotinezuur. Ter informatie: de drempelwaarde voor nicotinamide ligt relatief hoog (NOAEL van 25 mg/kg lg/d, om het risico bij diabetespatiënten te karakteriseren) (Pozzilli *et al.*, 1995; EFSA, 2014).

4.2.2.2. Gevolgen op lange termijn van een tekort

Een langdurig tekort aan niacine kan tot de ontwikkeling van ‘pellagra’ leiden. Deze ziekte wordt gekenmerkt door huidlaesies, spijsverteringsstoornissen, psychologische en neurologische aandoeningen. Indien onbehandeld, leidt het tot de dood door meervoudig orgaanfalen (Hegy *et al.*, 2004; Wan *et al.*, 2011; EFSA, 2014). Gezien de overvloed aan niacine in veel voedselbronnen is het risico van een voedseltekort verwaarloosbaar, althans in het geval van een evenwichtige voeding. De aanvulling van niacine in het geval van bijvoorbeeld een strikt veganistisch dieet of chronisch alcoholisme, moet gebeuren door middel van een voedingssupplement dat uitsluitend nicotinamide bevat om een overmatige inname van nicotinezuur te voorkomen (Wan *et al.*, 2011; EFSA, 2014; CSS, 2016).

4.2.3. Vereisten van niacine-equivalent en maximale toelaatbare inname van nicotinezuur

De gemiddelde dagelijkse behoefte aan niacine-equivalent voor volwassenen is 1,3 mg NE/MJ (14,7 mg NE/dag voor mannen en 11,1 mg NE/dag voor vrouwen)¹ (SCF, 1993; EFSA, 2014). Omdat er geen bewijs is dat de behoefte aan niacine verschilt op basis van leeftijd, geslacht en levensfase (zwangerschap en borstvoeding), is de EFSA (2014) van mening dat deze gemiddelde dagelijkse behoefte voor iedereen geldt (EFSA, 2014). De dagelijkse inname van niacine-equivalent, aanbevolen door de Hoge Gezondheidsraad (HGR, 2016), wordt weergegeven in tabel 1.

Tabel 1. Aanbevolen dagelijkse inname van niacine-equivalent (CSS, 2016)

Leeftijd of levensfase	Niacine-equivalent (mg NE/dag)
0 – 6 maand	8
7 – 12 maand	9
1 – 3 jaar	10
4 – 6 jaar	12
7 – 10 jaar	13
11 – 14 jaar	14
15 – 18 jaar	15
19 – 70 jaar	16 (mannen) 14 (vrouwen)
> 70 jaar	16
Zwangerschap	16
Borstvoeding	16

De EFSA heeft de gekende dosis-respons relaties voor nicotinezuur geëvalueerd om de Maximale toelaatbare inname (MTI) vast te stellen. Een MTI werd gedefinieerd als het "maximale niveau van de totale chronische dagelijkse inname van een nutriënt (afkomstig uit alle bronnen), waarvan het onwaarschijnlijk wordt geacht dat het een risico op schadelijke gevolgen voor de gezondheid van de mens inhoudt" (EFSA, 2006).

Uit alle waargenomen effecten werd de vaatverwijdende werking (flush) van nicotinezuur, dat geassocieerd is met een daling van de bloeddruk, gekozen als kritisch effect voor het instellen van een

¹ De gemiddelde dagelijkse behoefte aan niacine, uitgedrukt in mg NE/MJ, wordt omgerekend naar mg NE/dag aan de hand van de gemiddelde dagelijkse energie-inname van 11,3 MJ/dag voor mannen en 8,5 MJ/dag voor vrouwen (SCF, 1993; EFSA, 2014).

MTI. De kritische dosis voor volwassenen is 30 mg/dag (Sebrell & Butler, 1938). Een onzekerheidsfactor van 3 werd toegepast op deze kritische dosis, omdat het waargenomen effect mild was en slecht occasioneel voorkwam, en het aantal onderzochte proefpersonen laag was. De kritische dosis is aangepast aan het lichaamsgewicht (en dus de leeftijd) (SCF, 2002; EFSA, 2006; EFSA, 2014). De vaatverwijdende werking van de huid is het gevolg van het vrijkomen van histamine onder invloed van nicotinezuur (Alhadeff *et al.*, 1984; CSS, 2016). Alle MTI-waarden berekend per leeftijdsgroep zijn in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2. UL voor nicotinezuur (SCF, 2002; EFSA, 2006; EFSA, 2018)

Leeftijd (jaar)	MTI (mg/dag)
[1-3]	2
[4-6]	3
[7-10]	4
[11-14]	6
[15-18]	8
[19-...]	10

Andere gezondheidseffecten werden waargenomen, waaronder gastro-intestinale effecten, hepatotoxische effecten en glucose-intolerantie.

Ter informatie staan de vastgestelde MTI voor nicotinamide in tabel 3.

Tabel 3. MTI voor nicotinamide (SCF, 2002; EFSA, 2006; EFSA, 2018)

Leeftijd (jaar)	MTI (mg/dag)
[1-3]	150
[4-6]	220
[7-10]	350
[11-14]	500
[15-18]	700
[19-...]	900

Er zijn onvoldoende gegevens over het schadelijke effect van nicotinezuur (of nicotinamide) tijdens de zwangerschap en tijdens de borstvoedingsperiode. Daarom is de MTI voor nicotinezuur (of nicotinamide) die gebruikt wordt voor volwassenen niet van toepassing op vrouwen tijdens de zwangerschap of de periode waarin ze borstvoeding geven (EFSA, 2006; Pallas health research and consultancy, 2012; EFSA, 2018). Er wordt opgemerkt dat het schadelijke effect dat door lage doses nicotinezuur wordt veroorzaakt, mild en van voorbijgaande aard is. Bovendien zijn er geen meldingen van een verhoogde gevoeligheid voor dit effect tijdens de zwangerschap of de borstvoedingsperiode. Binnen Europa zijn er geen aanwijzingen dat de inname van nicotinamide in het huidige bereik van levensmiddelen, met inbegrip van verrijkte levensmiddelen, een risico inhoudt tijdens de zwangerschap of de borstvoedingsperiode. Bovendien toont een studie aan dat 15 mg extra nicotinamide per dag geen nadelige gevolgen heeft voor de zwangerschapsuitkomsten. De EFSA beveelt aan studies uit te voeren naar de reproductietoxiciteit van nicotinezuur en nicotinamide (EFSA, 2006; EFSA, 2018). Bij het bestuderen van de recente wetenschappelijke literatuur (sinds 2018) heeft het SciCom geen referenties gevonden die een MTI voor deze levensfasen (zwangerschap en borstvoedingsperiode) vaststellen.

4.3. Geschatte aanvaardbare concentraties

De berekening van een EAC voor nicotinezuur is een bijzonder geval, omdat het een vitamine (vitamine B3) en geen chemische contaminant is. De door EFSA vastgestelde MTI-waarden (EFSA, 2006; EFSA, 2018) kunnen worden gebruikt bij de berekening van de EAC voor nicotinezuur:

$$EAC = \frac{MTI}{Acute\ consumptie\ bij\ P95}$$

Aangezien de MTI varieert naar gelang van de leeftijd van de consument, berekende het SciCom een EAC in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten naar gelang van de leeftijd van de consument (tabel 4). Bovendien werden de eenheden van de MTI (uitgedrukt in mg/d) omgerekend naar mg/kg lg/d door de MTI te delen door het mediane lichaamsgewicht van de overeenkomstige leeftijdsgroep. De gegevens over het lichaamsgewicht voor kinderen (< 18 jaar) komen overeen met de P50 van de groeicurven voor kinderen in België, die beschikbaar zijn op de website van de VUB (<https://www.vub.be/groeicurven/index.html>). Bijvoorbeeld, voor kinderen van 1 tot 3 jaar is het mediane lichaamsgewicht (P50) op de leeftijd van 2 jaar (gemiddelde leeftijd tussen 1 en 3 jaar) 12 kg. Voor volwassenen (≥ 18 jaar) wordt het door de EFSA vastgestelde lichaamsgewicht (60 kg) gebruikt. De Belgische consumptiegegevens zijn afkomstig van de nationale voedselconsumptiepeiling uit 2014 (beschikbaar in de uitgebreide Europese voedselconsumptiedatabank van de EFSA, het FoodEx2-systeem).

Tabel 4. Berekende en afgeronde EAC's voor nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten

Categoriën levensmiddelen (niveau L1)	Leeftijd van consumenten	Mediane lichaamsgewicht (op mediane leeftijd)	Acute consumptie bij P95 (g/kg lg/d) (FoodEx2)	MTI (mg/d)	Berekende EAC (mg/kg)	Afgeronde EAC (mg/kg)
Meat and meat products	1 tot 3 jaar	12 kg (2 jaar)	12,1	2	13,8	15
	4 tot 9 jaar	22 kg (6,5 jaar)	10,8	3	12,6	15
	10 tot 17 jaar	49 kg (13,5 jaar)	7,5	6	16,3	15
	18 tot 64 jaar	60 kg	5,7	10	29,2	30

Voor een betere bescherming van de consument stelt het SciCom voor om de laagste EAC-waarde (15 mg/kg) vast te leggen voor alle leeftijdscategorieën.

4.4. Vergelijking tussen de EAC en de gegevens over de gehalten

4.4.1. Gegevens van de Nationale Opsporingseenheid van het FAVV

In 2016 heeft de Nationale Opsporingseenheid (NOE) een onderzoek uitgevoerd naar de hoeveelheid niacine, zowel nicotinezuur als nicotinamide, in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten op de Belgische markt : rundvlees (gehakt, hamburger, américain nature of préparé²), kalfsvlees (gehakt), varkensvlees (worst, vleessalade, gehakt, enz.), kip (kipfilet, gehakt, worst, curry salade, enz.) en een mengsel van gehakt varkensvlees en rundvlees (of kalfvlees). Dit onderzoek werd ingesteld naar aanleiding van de ziekenhuisopname van twee gezinnen die kiburgers met een zeer hoog totaalgehalte aan niacine hadden gegeten. De patiënten hadden last van roodheid, jeuk en huidirritatie. Bij het onderzoek werd de operator geïdentificeerd die niacine leverde aan zijn klanten (slagerijen, catering bedrijven en viswinkel). De NOE nam monsters van deze klanten en bracht procesverbaal uit wanneer het totale niacinegehalte boven het verwachte niveau lag (normaal/natuurlijk niveau van totaal niacine). De verwachte totale niacinegehalten werd door de NOE vastgesteld door monsters te analyseren waarvan zeker was dat er geen frauduleuze toevoegingen hadden plaatsgevonden (zie Bijlage B).

Er wordt op gewezen dat de meeste stalen geen intacte stukken vlees betrof. Het SciCom gaat ervan uit dat de toevoeging van nicotinezuur, indien toegepast, geschiedt bij vleesbereidingen (bereidingen op basis van gemalen vlees, zoals hamburgers, worsten, enz.). Door het verkleinen van een stuk vlees kan nicotinezuur gemakkelijk worden toegevoegd.

De resultaten van het enquête zijn opgenomen in tabel 5. Monsters die als frauduleus werden beschouwd (totaal niacinegehalte > verwacht concentratie) zijn rood gemarkeerd. Nicotinamide- en nicotinezuurconcentraties die statistisch als outliers worden beschouwd door de Grubbs test, zijn aangegeven met een *.

De resultaten zijn ook beschikbaar in boxplotformaat in de Bijlage A.

Tabel 5. Concentraties van nicotinezuur, nicotinamide en totaal niacine gemeten in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten in het NOE-onderzoek (Nicotinamide- en nicotinezuurconcentraties die statistisch als outliers worden beschouwd door de Grubbs test, zijn aangegeven met een *)

Levensmiddelen	Nicotinamide (mg/kg)	Nicotinezuur (mg/kg)	Totaal niacine (mg/kg)	% nicotinezuur in totaal niacine
Rundvlees				
<i>Américain nature</i>	44,2	0,3	44,5	6,7
	46,6	34,2	80,8	42,3
	44,8	62,2 *	107,0	58,1
	41,2	121,8 *	163,0	74,7
	30,8	256,2 *	287,0	89,3
	58,3	0,5	58,8	0,9
	31,9	523,1 *	555,0	94,3
	68,6 *	7,0	75,6	9,3
	38,4	9,8	48,2	20,3
42,1	10,1	52,2	19,3	

² Américain kan worden gemaakt met 100% mager rundvlees (américain nature), of met mager rundvlees en andere ingrediënten zoals kruiden, eieren, enz. (américain préparé).

	32,6	6,2	38,8	16,0
	59,9	0,5	60,4	0,8
	47,3	0,4	47,7	0,8
	66,0	< LOR	66,6	0,0
	44,8	2,5	47,3	5,3
<i>Américain préparé</i>	31,4	0,2	31,6	0,6
	40,6	92,4 *	133,0	69,5
	37,5	0,3	37,8	0,8
	39,4	0,4	39,8	1,0
	38,2	139,8 *	178,0	78,5
	37,9	155,1 *	193,0	80,4
	25,2	0,2	25,4	7,9
	25,6	11,6	37,2	31,2
	27,6	12,4	40,0	31,0
	54,0	3,1	57,1	5,4
	2,6 *	17,6	20,2	87,1
	35,1	0,2	35,3	5,7
	34,0	0,3	34,3	8,7
	32,1	0,2	32,3	0,6
<i>Gehakt</i>	33,6	17,6	51,2	34,4
	42,0	14,5	56,5	25,7
	51,7	0,4	52,1	0,8
	40,0	0,3	40,3	0,7
	55,2	0,5	55,7	0,9
	54,7	200,3 *	255	78,5
	42,6	35,9	78,5	45,7
	27,7	12,3	40,0	30,8
	25,8	20,1	45,9	43,8
	56,3	0,4	56,7	0,7
<i>Hamburger</i>	41,1	0,3	41,4	0,7
	1,8 *	22,5	24,3	92,6
	45,7	0,3	46,0	0,7
	39,2	1,5	41,7	3,6
Kalfsvlees				
<i>Gehakt</i>	33,9	0,2	34,1	0,6
	47,9	0,4	48,3	0,8
	51,7	83,3 *	135,0	61,7
	41,1	11,9	53,0	22,5
	32,4	15,2	47,6	31,9
	40,0	1,3	41,3	3,1
Varkensvlees				
<i>Worst</i>	42,9	0,3	43,2	0,7
	2,7	20,0	22,7	88,1
	25,8	18,7	44,5	42,0
<i>Gehakt</i>	38,3	6,3	44,6	14,1
	47,5	9,5	57,0	16,7
	40,1	9,7	49,8	19,5
<i>Hamburger</i>	45,1	4,8	49,9	9,6
<i>Vleessalade</i>	7,7	20,0	27,7	72,2
<i>Niet gespecificeerd</i>	58,1	0,5	58,6	0,9
	56,4	0,5	56,9	0,9
Kip				
<i>Gehakt</i>	40,9	122,1 *	163,0	74,9
	50,1	2,5	52,6	4,8

	45,9	8,1	54,0	15,0
	25,9	42,9	68,8	62,4
Hamburger	67,5	0,6	68,1	0,9
	92,4	7,6	100,0	7,6
	61,6	4,9	66,5	7,4
Worst	67,5	0,5	68,0	0,7
	77,7	7,5	85,2	8,8
	6,9	51,7	58,6	88,2
	12,5	24,4	36,9	66,1
	60,6	19,1	79,7	24,0
Kipfilet	114,9	1,1	116,0	0,9
	79,8	0,6	80,4	0,7
	131,2	0,8	132,0	0,6
Curry salade	< LOR	31,1	31,1	100,0
Mengsel varkensvlees en rundvlees (of kalfvlees)				
Gehakt	48,9	0,4	49,3	0,8
	36,4	0,3	36,7	0,8
	61,9	0,5	62,4	0,8
	40,0	0,4	40,4	1,0
	38,5	0,3	38,8	0,8
	43,2	0,3	43,5	0,7
	53,2	0,4	53,6	0,7
	< LOR *	53,9	53,9	100,0
	53,4	3,2	56,6	5,7
	46,3	205,7 *	252,0	81,6
	25,9	17,4	43,3	40,2
	20,2	99,8	120,0	83,2
	34,3	106,7 *	141,0	75,7
	35,5	137,5 *	173,0	79,5
	4,6 *	41,2	45,8	90,0
	48,4	4,5	52,9	8,5
	3,6 *	31,0	34,6	89,6
	37,2	0,9	38,1	2,4
	45,7	0,4	46,1	0,9
	44,9	1,4	45,3	3,1
	44,6	0,3	44,9	0,7
	50,4	0,4	50,8	0,8
	51,9	0,4	52,3	0,8
	53,0	3,5	56,5	6,2
	52,2	95,8	148,0	64,7

Van de waarden in tabel 5, bedroeg het percentage monsters waarbij de EAC van 15 mg/kg werd overschreden 32,5% voor rundvlees (n = 43), 16,7% voor kalfsvlees (n = 6), 10% voor varkensvlees (n = 10), 37,5% voor kippenvlees (n = 16) en 36% voor gehakt varkens- en rundvlees (n = 25).

Bij de frauduleuze monsters (in het rood) constateert het SciCom dat het nicotinezuurgehalte hoger is dan de EAC van 15 mg/kg (behalve bij het kipfiletmonster met 0,8 mg nicotinezuur/kg). Maar overschrijdingen van de EAC van 15 mg/kg worden ook waargenomen bij monsters die niet als frauduleus werden beschouwd.

4.4.2. Gegevens uit de wetenschappelijke literatuur

De studie van Catak (2019) bestond uit het meten van nicotinezuur, nicotinamide en het totale niacinegehalte in verschillende vleesstalen (met $n = 1$ voor elk monster), afkomstig van de Turkse markt. Op basis van de resultaten zou het gemiddelde aandeel van nicotinezuur in vlees overeenkomen met 30% van de totale hoeveelheid niacine, afhankelijk van de diersoort. De laagste hoeveelheid (7 mg/kg) werd waargenomen in pootvlees van geiten en de hoogste hoeveelheid (37 mg/kg) in kippenborst. Overschrijding van de EAC (15 mg/kg) werd waargenomen bij kalfsfilet (30 mg/kg), lamsbout (24 mg/kg) en kippenborst (37 mg/kg). Aangezien echter slechts één monster per vleessoort werd geanalyseerd ($n = 1$), en de monsters afkomstig waren van de Turkse markt, dienen de resultaten van Catak (2019) voorzichtig geïnterpreteerd te worden in relatie tot de Belgische markt.

4.5. *Beschikbare gegevens over de gehalten van niacine*

Ter informatie worden de beschikbare gegevens over de gehalten van niacine (som nicotinezuur en nicotinamide) weergegeven in Bijlage B. Deze kunnen echter niet rechtstreeks worden vergeleken met de voorgestelde EAC voor nicotinezuur, omdat ze nicotinezuur niet onderscheiden van nicotinamide.

4.6. *Voorstel voor een score voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten van nicotinezuur*

Aangezien de schadelijke effecten van nicotinezuur het gevolg zijn van het vrijkomen van histamine, dient aan deze beide stoffen dezelfde score voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten toegekend te worden. Daarom wordt een score van 2 ("waarschijnlijk ernstig") voorgesteld voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten van nicotinezuur.

5. Onzekerheden

Er is weinig informatie beschikbaar over de toxiciteit van nicotinezuur. Een tekort of een overmaat van vitamine B3 kan nadelige gevolgen hebben. De berekening van de EAC werd uitgevoerd op basis van de MTI voor nicotinezuur, maar er is geen MTI beschikbaar voor zwangere vrouwen en vrouwen die borstvoeding geven.

De EAC is vastgesteld op basis van de inname van nicotinezuur uit vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten, zonder rekening te houden met andere bronnen/inname uit andere voedingsmiddelen (voedingssupplementen, zuivelproducten, enz.). Daarnaast wil het SciCom erop wijzen dat de EAC berekend is op basis van een zeer conservatieve benadering (de MTI-gegevens dateren van 2002 en er zijn geen recentere gegevens, de laagste EAC wordt voorgesteld om de consumenten beter te beschermen en deze is berekend op basis van de laagste MTI voor kinderen en het 95-percentiel van de consumptiegegevens).

Bovendien is er momenteel zeer weinig bekend over het natuurlijke gehalte aan nicotinezuur in vlees (van welke diersoort dan ook). Daarom is het moeilijk te weten waar de EAC zich bevindt ten opzichte van dit natuurlijke niveau (b.v. of het onder de mediane niveaus ligt, enz.). De grootste dataset waarover het SciCom momenteel beschikt is het NOE-onderzoek, maar gezien de context van dit onderzoek is het waarschijnlijk dat veel van deze gegevens niet het natuurlijke niveau van nicotinezuur in vlees (vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten) weergeven. In een poging om

een onderscheid te maken tussen monsters die mogelijk illegaal met nicotinezuur zijn vermengd en monsters die mogelijk natuurlijke hoeveelheden nicotinezuur bevatten, heeft het SciCom de normaliteit van de nicotinamide- en nicotinezuurafdelingen onderzocht (waarbij de in tabel 5 met een * gemarkeerde outliers werden weggelaten). Uit de studie bleek dat noch de verdeling van nicotinamide (in welke soort dan ook) noch die van nicotinezuur normaal waren. Dit zou kunnen worden verklaard door het kleine aantal geanalyseerde monsters in combinatie met de reeds vermelde zeer specifieke context van dit onderzoek (ontdekking van een illegaal netwerk). Als de aanvrager van het advies een actielimiet wil vaststellen om vlees met toegevoegd nicotinezuur te onderscheiden van vlees met een normale/natuurlijke concentratie, is het aangeraden om de concentraties die van nature in vlees voorkomen nader te onderzoeken, en de P95 van deze concentratie als actielimiet te beschouwen (ALARA-methode).

6. Conclusies

Het SciCom heeft een EAC berekend voor nicotinezuur in vers vlees, gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten (15 mg/kg), rekening houdend met de MTI. Een score van 2 wordt voorgesteld voor de quotering van de ernst van de schadelijke effecten van nicotinezuur.

Het SciCom herinnert eraan dat de toevoeging van nicotinezuur aan vlees een illegale praktijk is en de gezondheid van de consument in gevaar kan brengen. Als bovendien zou blijken dat nicotinezuur een reëel effect heeft op het behoud van de kleur van vlees, kan de frauduleuze toevoeging de consument misleiden en blootstellen aan de consumptie van vlees dat mogelijk microbiologisch onveilig is.

7. Aanbevelingen

De EAC lijkt streng in verhouding tot de weinige beschikbare gegevens over het vóórkomen. Aangezien er gevallen van nicotinezuurvergiftiging zijn gemeld na de consumptie van vlees waaraan nicotinezuur was toegevoegd (NOE onderzoek), kan door risicomanageren worden overwogen een actielimiet vast te stellen op basis van het natuurlijke gehalte (P95) van nicotinezuur in vlees (ALARA-methode). Daartoe zijn aanvullende analytische gegevens nodig (bv. via een studieproject), met name van verse vleesmonsters die rechtstreeks in het slachthuis worden genomen (studie van het basisgehalte aan nicotinezuur en nicotinamide), alsook van monsters van gehakt vlees, vleesbereidingen en vleesproducten na productie en/of transformatie en/of opslag (studie van de stabiliteit van nicotinezuur en nicotinamide). Het zou ook interessant (maar met lagere prioriteit) zijn om de toxiciteit van de metaboliëten N-methyl-2-pyridon-carboxamide en N-methyl-4-pyridon-carboxamide (uitgescheiden in moedermelk) voor jonge kinderen die borstvoeding krijgen, te onderzoeken.

Voor het Wetenschappelijk Comité,

Dr. Lieve Herman (Get)
Voorzitter
25/06/2021

Referenties

Ciqual (ANSES) <https://ciqual.anses.fr/>

NEVO-online (NVWA) <https://nevo-online.rivm.nl/>

VUB : <https://www.vub.be/groeicurven/index.html>

USDA National Nutrient Database for Standard Reference
<https://data.nal.usda.gov/dataset/composition-foods-raw-processed-prepared-usda-national-nutrient-database-standard-reference-release-28-0>

Alhadeff L., Gualtieri T., Upton M. (1984). Toxic effects of water-soluble vitamins. *Nutrition Reviews*. 42(2). <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1984.tb02278.x>

American Meat Science Association (AMSA) (2012). Meat color measurement guidelines, revised in 2012. https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/hot-topics/2012_12_meat_clr_guide.pdf?sfvrsn=d818b8b3_0

Barnes L. A. (1987). Nutrition and nutritional disorders. Pp. 113-154. *In* R. E. Behrman and V. C. Vaughan (ed.). *Nelson textbook of pediatrics*. 13th ed. W. B. Saunders, Philadelphia.

Bender D. A. (2003). Niacin. *In*: Nutritional biochemistry of the vitamins. Ed Bend DA. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 200-231.

Bogan K.L. and Brenner C. (2008). Nicotinic acid, nicotinamide, and nicotinamide riboside: a molecular evaluation of NAD⁺ precursor vitamins in human nutrition. *Annual Review of Nutrition*, 28:115-130.

Carter E. G. and Carpenter K.J. (1982). The bioavailability for humans of bound niacin from wheat bran. *American Journal of Nutrition*, 115:543-552.

Catak J. (2019). Determination of niacin profiles in some animal and plant based foods by high performance liquid chromatography: association with healthy nutrition. *Journal of animal science and technology*, 61(3):138-146. <https://doi.org/10.5187/jast.2019.61.3.138>

Claeys W., De Meulenaer B., De Saeger S., Matthys C., Pussemier L., Rajkovic A., Scippo M.-L., Vlemingckx C., Van Huffel X., Hoet P. (2021). Position paper on the use of an “estimated acceptable concentration” (EAC) as basis for a control policy’s action level for carcinogens unintentionally present in food. *Trends in Food Science & Technology*, 107:324-332. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.003>

Codex Alimentarius (1995). Section 5.2: Système international de numérotation des additifs alimentaires, 1A, 38pp.

European Food Safety Authority (EFSA) (2006). Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf

European Food Safety Authority (EFSA) (2014). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for niacin. *The EFSA Journal*, 12(7):3759, 42pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3759>

- European Food Safety Authority (EFSA) (2018). Overview on Tolerable Upper Intake Levels as derived by the Scientific Committee on Food (SCF) and the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/assets/UL_Summary_tables.pdf
- Gropper S.S., Smith J.L. and Groff J.L. (2009). Niacin (vitamin B3). In: Advanced nutrition and human metabolism. Ed Learning C. Wadsworth, Belmont, USA, 334-337.
- Gross E. M., Roth Y., Uzieli V., Haas A., Toker M., Belmaker E., Barkay A., Ab L., Toker M. (1992). Multiple outbreaks of niacin (nicotinic acid) intoxication due to addition of meat “enhancer” to products by two different meat processors. *Journal of Food Protection*, 55(2):116-119.
- Hegy J., Schwartz R.A., Hegyi V. (2004). Pellagra: dermatitis, dementia, and diarrhea. *International Journal of Dermatology*, 43:1-5.
- Henderson L.M. (1983). Niacin. *Annual Review of Nutrition*, 3:289-307.
- Hill F. (1969). Meat and meat products. Pp. 280-302. In A. Woolen (ed.), Food industries manual, 20th ed. Leonard Hill, London.
- Hoge Gezondheidsraad (HGR) (2016). Voedingsaanbevelingen voor België – 2016. Brussel: HGR; 2016. Advies nr. 9285. 1-202.
- Horwitt M.K., Harper A.E., Henderson L.M. (1981). Niacin-tryptophan relationships for evaluating niacin equivalents. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34:423-427.
- Iwaki M., Murakami E., Kakhi K. (2000). Chromatographic and capillary electrophoretic methods for the analysis of nicotinic acid and its metabolites. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 747(1-2):229-40.
- Kendrick J. L. & Watts B. M. (1969). Nicotinamide and nicotinic acid in color preservation of fresh meat. *Journal of Food Science*, 34:292-294.
- Kirkland J.B. (2009). Niacin status, NAD distribution and ADP-ribose metabolism. *Current Pharmaceutical Design*, 15:3-11.
- OECD (2011). Environment Directorate, Joint Meeting of the Chemicals Committee and The Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology. OECD MRL Calculator: user guide. OECD Environment, Health and Safety Publications, Series on Pesticides, No. 56, 1-16.
- Pallas health research and consultancy (2012). Literature search and review related to specific preparatory work in the establishment of Dietary Reference Values for Niacin, Biotin and Vitamin B6. Supporting Publications EN-365, 474pp.
- Pozzilli P., Visalli N., Signore A., Baroni M. G., Buzzetti R., Cavallo M. G., Boccuni M. L., Fava D., Gragnoli C., Andreani D., Lucentini L., Matteoli M. C., Crinò A., Cicconetti C. A., Teodonio C., Paci E., Amoretti R., Pisano L., Pennafina M. G., Santopadre G., Marozzi G., Multari G., Suppa M. A., Campea L., De Mattia G. C., Cassone Faldetta M., Marietti G., Perrone F., Greco A. V., Ghirlanda G. (1995). Double blind trial of nicotinamide in recent-onset IDDM (the IMDIAB III study). *Diabetologia*, 38:848-852.

- Press E., Yeager L. (1962). Food “poisoning” due to sodium nicotinate-Report of an outbreak and review of the literature. *American Journal of Public Health*, 52:1720-1728.
- Rose-Sallin C., Blake C. J., Genoud D., Tagliaferri E. G. (2001). Comparison of microbiological and HPLC – fluorescence detection methods for determination of niacin in fortified food products. *Food Chemistry*, 73(4):473-480. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00121-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00121-2)
- Salvador P., Toldra M., Parés D., Carretero C., Saguer E. (2009). Color stabilization of porcine hemoglobin during spray-drying and powder storage by combining chelating and reducing agents. *Meat Science*, 83:328-333.
- Sauve A.A. (2008). NAD+ and vitamin B3: from metabolism to therapies. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 324:883-893.
- Scientific Committee for Food (SCF) (1993). Nutrient and energy intakes for the European Community. Reports of the Scientific Committee for Food, 31st Series. Food - Science and Technique, European Commission, Luxembourg, 248 pp.
- Scientific Committee on Food (SCF) (2002). Opinion of the Scientific Committee on Food on the tolerable upper intake levels of nicotinic acid and nicotinamide (niacin). https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/sci-com_scf_out80j_en.pdf
- Sebrell W.H., Butler R.E. (1938). A reaction to the oral administration of nicotinic acid. *JAMA*, 111:2286-2287.
- Suman S. P., Hunt M. C., Nair M. N., Rentfrow G. (2014). Improving beef color stability: Practical strategies and underlying mechanisms. *Meat Science*, 98: 490-504.
- Wall J.S., Young M.R., Carpenter K.J. (1987). Transformation of niacin-containing compounds in corn during grain development – relationship to niacin nutritional availability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35: 752-758.
- Wan P., Moat S., Anstey A. (2011). Pellagra: a review with emphasis on photosensitivity. *British Journal of Dermatology*, 164: 1188-1200.
- Wei I.L. (1982). Bioavailability of niacin from tuna fish, peanut, butter and whole wheat bread. Master’s Thesis, Oregon State University, Oregon, USA, 52pp.
- Wetenschappelijk Comité (SciCom) (2005). Terminologie inzake gevaren- en risicoanalyse volgens de Codex alimentarius. <http://www.afsca.be/wetenschappelijkcomite/publicaties/brochures/terminologie/>
- Wetenschappelijk Comité (SciCom) (2019). Advies 15-2019: Gebruik van de ‘margin of exposure’ (MOE) benadering voor het afleiden van risicogebaseerde actielimieten voor carcinogenen die onbedoeld in levensmiddelen aanwezig zijn. http://www.afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2019/ documents/Advies15-2019_SciCom2018-12_MOEactielimieten.pdf
- Yu Q. P., Feng D. Y., Xiao J., Wu F., He W. J., Xia M. H., Dong T., Liu Y. H., Tan H. Z., Zou S. G., Zheng T., Ou X. H., Zuo J. J. (2017). Studies on meat color, myoglobin content, enzyme activities, and genes

associated with oxidative potential of pigs slaughtered at different growth stages. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences*, 30(12):1739-1750.

Voorstelling van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het FAVV

Het Wetenschappelijk Comité (SciCom) is een adviesorgaan ingesteld bij het Belgisch Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) dat onafhankelijk wetenschappelijk advies verschaft met betrekking tot risicobeoordeling en risicobeheer in de voedselketen en dit op vraag van de gedelegeerd bestuurder van het FAVV, de Minister die bevoegd is voor de voedselveiligheid of op eigen initiatief. Het Wetenschappelijk Comité wordt administratief en wetenschappelijk ondersteund door de Stafdirectie voor Risicobeoordeling van het Agentschap.

Het Wetenschappelijk Comité bestaat uit 22 leden die benoemd zijn bij koninklijk besluit op basis van hun wetenschappelijke expertise in domeinen die te maken hebben met de veiligheid van de voedselketen. Het Wetenschappelijk Comité kan bij de voorbereiding van een advies beroep doen op externe deskundigen die geen lid zijn van het Wetenschappelijk Comité. Net als de leden van het Wetenschappelijk Comité dienen zij in staat te zijn om onafhankelijk en onpartijdig te kunnen werken. Om de onafhankelijkheid van de adviezen te waarborgen worden potentiële belangenconflicten transparant beheerd.

De adviezen zijn gebaseerd op een wetenschappelijke beoordeling van de vraagstelling. Zij vertolken het standpunt van het Wetenschappelijk Comité dat in consensus is genomen op basis van risicobeoordeling en de bestaande kennis over het onderwerp.

De adviezen van het Wetenschappelijk Comité kunnen **aanbevelingen** bevatten voor het controlebeleid van de voedselketen of voor de belanghebbende partijen. De opvolging van de aanbevelingen voor het beleid behoort tot de verantwoordelijkheid van de risicomangers.

Vragen over een advies kunnen gericht worden aan het secretariaat van het Wetenschappelijk Comité: Secretariaat.SciCom@favv.be.

Leden van het Wetenschappelijk Comité

Het Wetenschappelijk Comité is samengesteld uit de volgende leden:

A. Clinquart, P. Delahaut, A. Geeraerd, N. Gillard, K. Houf, N. Korsak, L. Maes, B. De Meulenaer, N. De Regge, J. Dewulf, L. De Zutter, L. Herman, M. Mori, A. Rajkovic, N. Roosens, C. Saegerman, M.-L. Scippo, P. Spanoghe, Y. Vandenplas, K. Van Hoorde, S. Vlaeminck, F. Verheggen

Belangenconflicten

Er werden geen belangenconflicten vastgesteld.

Dankbetuiging

Het Wetenschappelijk Comité bedankt de Stafdirectie voor Risicobeoordeling, de leden van de werkgroep voor de voorbereiding van het advies en A. Clinquart en N. De Regge voor de deep reading.

Samenstelling van de werkgroep

De werkgroep was samengesteld uit:

Leden van het Wetenschappelijk Comité: M.-L. Scippo (verslaggever), B. De Meulenaer

Externe experts: M. Buntinx (UHasselt), S. De Saeger (UGent), P. Hoet (KULeuven), G. Eppe (ULiège), L. Pussemier (ex-CODA), S. De Smet (UGent), N. Delzenne (UCL)

Dossierbeheerder: V. Vromman (tot 15/03/2017), M. Leroy (vanaf 16/03/2017)

De activiteiten van de werkgroep werden opgevolgd door de volgende leden van de administratie (als observatoren): V. Vromman (FAVV, vanaf 16/03/2017), E. Moons (FAVV)

Wettelijk kader

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.

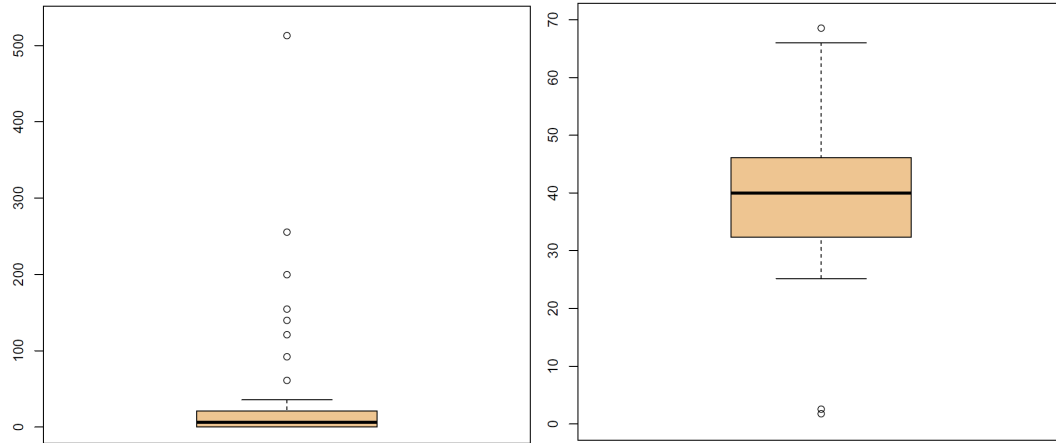
Huishoudelijk reglement, bedoeld in artikel 3 van het Koninklijk besluit van 19 mei 2000 betreffende de samenstelling en de werkwijze van het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, goedgekeurd door de Minister op 9 juni 2011.

Disclaimer

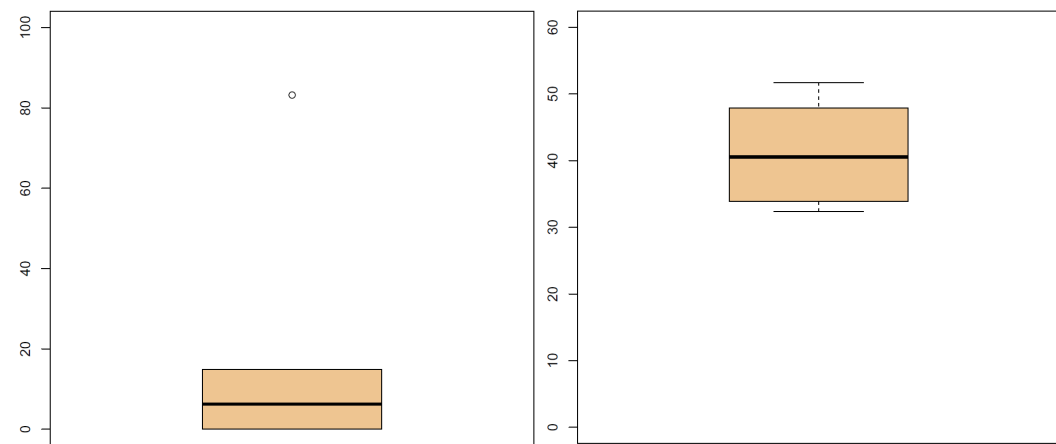
Het Wetenschappelijk Comité behoudt zich, te allen tijde, het recht voor dit advies te wijzigen indien nieuwe informatie en gegevens ter beschikking komen na de publicatie van deze versie.

Bijlage A. Resultaten van de NOE-onderzoek (boxplots)

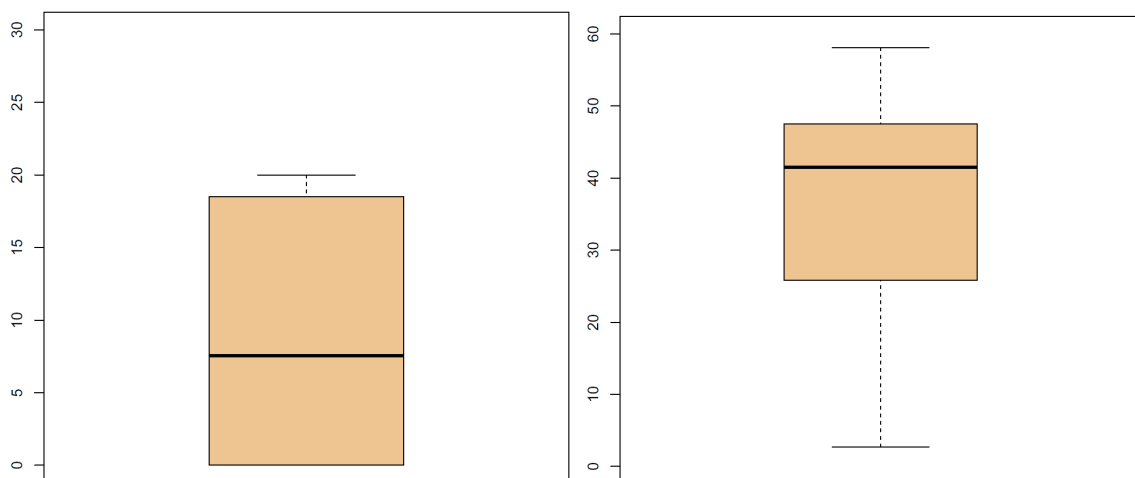
De figuren 2 tot 6 tonen het nicotinezuur- en het nicotinamidegehalte, gemeten in elke vleessoort. De figuren 7 tot 9 geven een overzicht van het aandeel nicotinezuur (% van het totaal aan niacine) in elke vleessoort. Alle boxplots werden gemaakt met de RStudio-software.



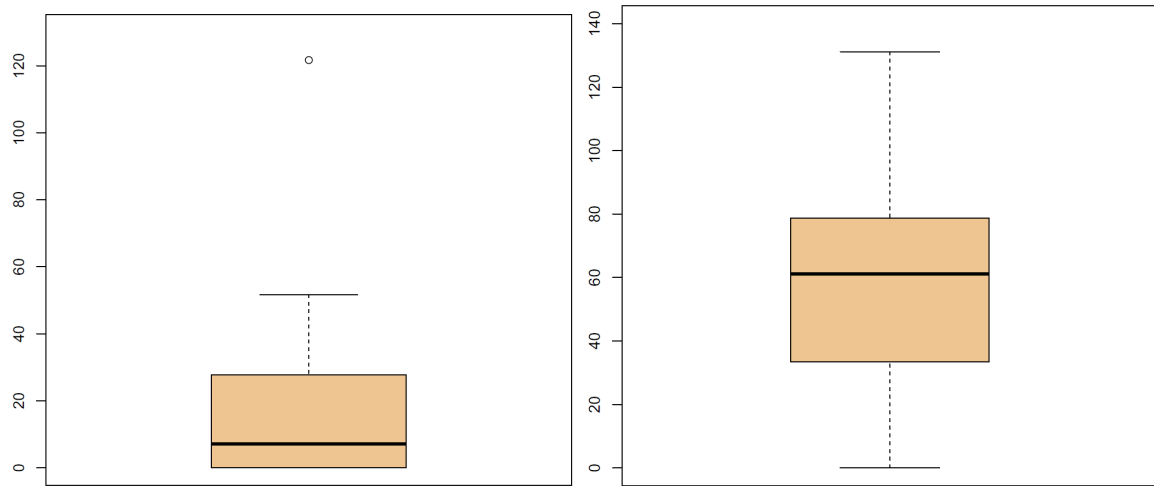
Figuur 2. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in rundvlees (n = 43)



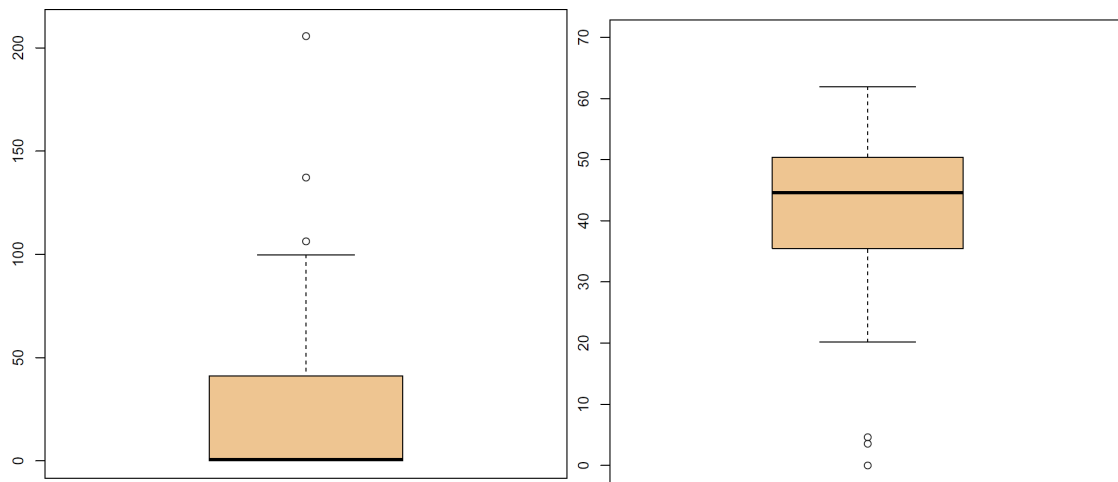
Figuur 3. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in kalfsvlees (n = 6)



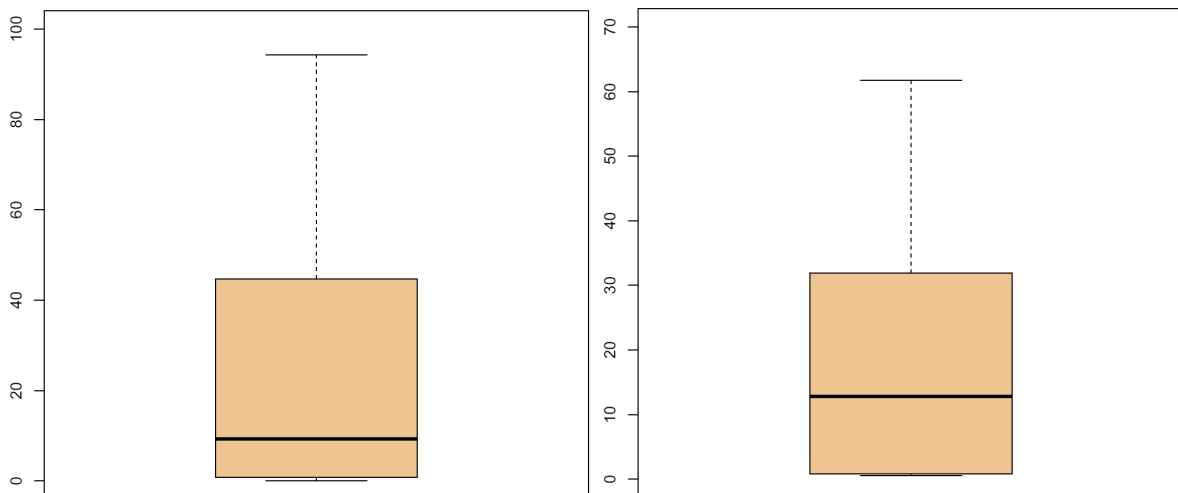
Figuur 4. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in varkensvlees (n = 10)



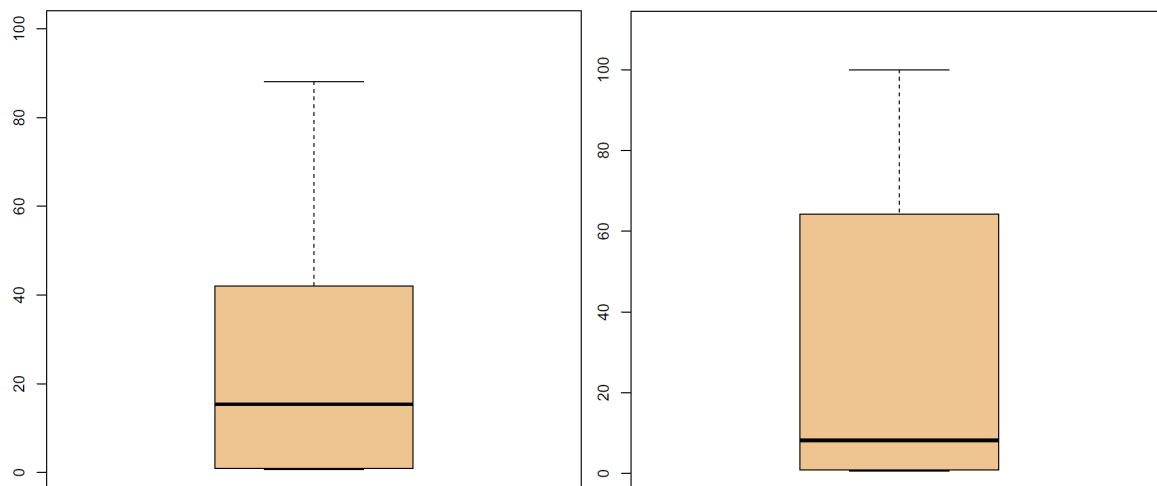
Figuur 5. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in kippenvlees (n = 16)



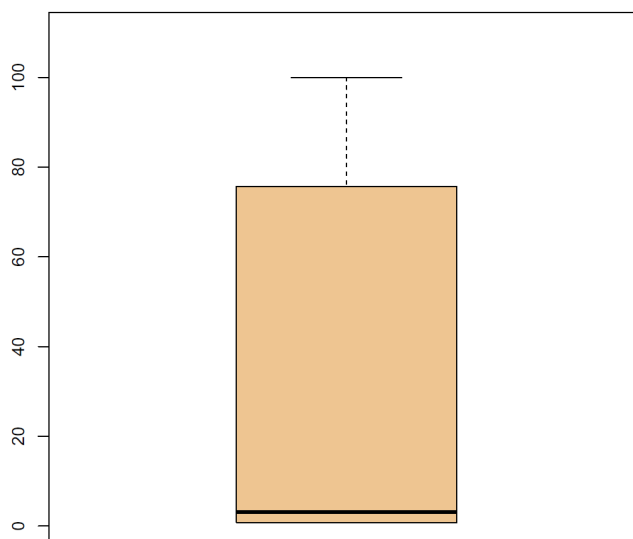
Figuur 6. Concentraties (mg/kg) aan nicotinezuur (links) en nicotinamide (rechts) in gehakt van rund- (of kalf-) en varkensvlees (n = 25)



Figuur 7. Verhouding nicotinezuur (tot totale hoeveelheid niacine) in rundvlees (links, n=43) en kalfsvlees (rechts, n=6)



Figuur 8. Verhouding nicotinezuur (tot totale hoeveelheid niacine) in varkensvlees (links, n=10) en kippenvlees (rechts, n=16)



Figuur 9. Verhouding nicotinezuur (tot totale hoeveelheid niacine) in gehakt van rund- (of kalf-) en varkensvlees (n=25)

Bijlage B. Beschikbare gegevens over de gehalten van niacine

Gegevens van de NOE

De NOE heeft aan de hand van de analyse van 95 monsters referentieniveaus voor totaal niacine (niveaus die als normaal/natuurlijk worden beschouwd) vastgesteld: 40 - 80 mg/kg voor rundvlees, 35 - 55 mg/kg voor kalfsvlees, 52 mg/kg voor lamsvlees, 80 mg/kg voor schapenvlees, 40 - 90 mg/kg voor kippenvlees en 45 - 60 mg/kg voor varkensvlees.

Gegevens van de 'National Nutrient Database for Standard Reference van de United States Department of Agriculture (USDA)'

Volgens de 'National Nutrient Database for Standard Reference van de USDA' (release 28, online beschikbaar) varieerde het niacinegehalte gemeten in rundvleesproducten (n = 927), varkensvlees (n = 333), lamsvlees (n = 440) of gevogelte (n = 389) van 2,6 tot 175,2 mg/kg, 0,9 tot 153 mg/kg, 13,4 tot 166,8 mg/kg en 4 tot 147,82 mg/kg, respectievelijk.

Gegevens van het Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA)

Volgens de gegevens beschikbaar in de NEVO-databank van het NVWA varieerde het niacinegehalte in rundvlees, varkensvlees of schapenvlees/lamsvlees van respectievelijk 17 mg/kg tot 148 mg/kg, 40 tot 101 mg/kg en 35 tot 54 mg/kg. De gehalten die in kippenvlees werden waargenomen, bedroegen 103 mg/kg. Het aantal geanalyseerde monsters is onbekend.

Gegevens van het ANSES

Tabel 6 geeft een overzicht van de gegevens uit de gegevensbank van Ciquel (ANSES). Het aantal monsters (n) waaruit het gemiddelde, het minimum- en het maximumgehalte aan niacine werden verkregen, is niet bekend.

Tabel 6. Gemiddelde, minimum- en maximumgehalte aan niacine in vers vlees

Vers vlees	Gemiddelde gehalte aan niacine (mg/kg)	Minimumgehalte aan niacine (mg/kg)	Maximumgehalte aan niacine (mg/kg)
Kip	70,0	41,0	120,0
Kipfilet	99,0	-	99,0
Kippenvleugel	96,0	48,0	-
Kippenpoot (biologisch)	46,0	-	-
Kippenpoot	44,0	-	54,0
Kwartel	75,0	-	-
Kapoen	73,0	-	-
Fazant	64,0	-	-
Gans	58,0	36,0	80,0
Kalkoenpoot	57,0	51,0	62,0
Eend	49,0	39,0	-
Gehaktballetjes van rund en lam	31,0	-	-

Gegevens van Internubel

Internubel heeft ook gegevens over het niacinegehalte in vlees en geeft zo een idee van "normale" of "verwachte" niacinewaarden (tabel 7). Het aantal monsters (n) per vers vlees (rij in de tabel) is n = 1.

Tabel 7. Niacinegehalte in vers vlees, gepubliceerd op de website Internubel.be

Vers vlees	Niacinegehalte (mg/kg)	Referenties
Lamsvlees, kotelet	54,0	NEVO 2001
Lamsvlees, schouder, mager	41,0	NEVO 1989-1990
Lamsvlees, filet, mager	58,2	USDA National Nutrient Database for Standard Reference
Lamsvlees, borst, vet	41,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Rundvlees, biefstuk, mager, Belgisch Wit-Blauw	53,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Rundvlees, karbonade, Belgisch Blauw-Wit	42,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Rundvlees, ribstuk, Belgisch Wit-Blauw	55,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Rundvlees, entrecote, Belgisch Blauw-Wit	50,0	NEVO 2001
Rundvlees, rugspier, Belgisch Witblauw	75,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Rundvlees, brisket	40,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Rundvlees, rosbief	53,0	NEVO 2001
Rundvlees, tournedos, Belgisch Wit-Blauw	45,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Paardenvlees, biefstuk	47,0	NEVO 2001
Schapenvlees, filet, mager	58,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Varkensvlees, karbonade, mager	61,0	NEVO 2006
Varkensvlees, karbonade, medium vet	66,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Varkensvlees, kotelet	69,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Varkensvlees, filet	61,0	NEVO 2001
Mager varkensvlees	61,0	NEVO 2001 Meat, poultry and game-McCance 1995 Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994 NEVO 2006
Varkensvlees, mignonette	50,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Varkensvlees, spiering	64,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Varkensvlees, plakje	78,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Varkensvlees, buik	50,0	Meat, poultry and game-McCance 1995
Kalfsvlees, kalfslapje	59,0	NEVO-online 2019/6.0, ©RIVM
Kalfsvlees, vet	84,8	USDA National Nutrient Database for Standard Reference
Kalfsvlees, steak	74,1	ANSES-CIQUAL French food composition table version 2020 NEVO-online versie 2019/6.0, ©RIVM
Kip met vel	68,0	Souci, Fachmann et Kraut - 5th revised edition - 1994
Kip zonder vel	78,0	NEVO 2001