

**NACIONALINIS MAISTO IR VETERINARIJOS RIZIKOS  
VERTINIMO INSTITUTAS**

**MĖSOS GAMINIŲ RIZIKOS VERTINIMAS**

Vilnius, 2009

### **Santrauka**

Nacionalinis maisto ir veterinarijos rizikos vertinimo institutas analizavo mokslinę ir techninę informaciją apie mėsos gaminių poveikį visuomenės sveikatai. Į mėsos gaminių, kurie kepami aukštesnėje nei 110°C temperatūroje, sudėtį, įeina konservantas nitritas E 250. Nitritinė druska (natrio arba kalio nitrito druska, sumaišyta su valgomąja druska) nuo seno vartojama gaminant mėsos faršą, rūkytus mėsos gaminius. Toks mišinys pailgina gaminio vartojimo laiką, palaiko raudoną mėsos spalvą. Vartoti tokį mišinį leidžiama tik mėsos perdirbimo įmonėms ir mėsos cechams. Įrodyta, kad, patekęs į žmogaus organizmą didelis nitritų kiekis, (didesnis negu leidžiamas pagal Lietuvos higienos normą HN 53:2003 „Leidžiami vartoti maisto priedai“) sutrikdo galvos smegenų biosroves, pažeidžia endokrininių organų veiklą, daugelio fermentų aktyvumą. Nitritai organizme jungiasi su kraujo baltymu hemoglobinu ir sudaro methemoglobina, kuris negali pernešti į audinius reikiamo deguonies kiekio. Tada organizme atsiranda deguonies badas. Kraujyje methemoglobino norma yra iki 1,5 proc. Jei jo koncentracija didesnė kaip 10 proc., žmogaus organizme atsiranda klinikiniai apsinuodijimo požymiai: pykinimas, vėmimas, viduriavimas, silpnumas, galvos skausmai, kt. Senyvo amžiaus žmonėms, ligoniams, sergantiems širdies ir kraujagyslių, kvėpavimo takų ligomis, anemijomis (mažakraujyste) ir kitais atvejais, kai audiniams reikia didesnio deguonies kiekio, jautrumas nitritams padidėja. Šiuo metu atliekama daug mokslinių tyrimų, siekiančių išsiaiškinti ar keptos mėsos valgymas dėl joje esančių nitritų, iš kurių susidaro nitrozaminai, susijęs su padidėjusia žarnų vėžio rizika.

**Raktiniai žodžiai:** nitritai, nitrozaminai, apčiuota mėsa.

**Turiny**

Įvadas .....	4
Nitritai ir nitratai mėsos produktuose .....	5
Nitrozaminų formavimasis .....	8
N-nitrozopirolidinas .....	11
N-nitrozodimetilaminas .....	12
Išvados ir rekomendacijos .....	14
Literatūros sąrašas .....	15

## Ivadas

Maisto priedai – tai medžiagos, kurios, nebūdamos maistas ar maisto sudėtinės dalys, sąmoningai dedamos į maistą technologinio proceso metu, siekiant suteikti pageidaujamų juslinių ar kitų technologinių savybių. Kiekvienas maisto priedas turi savo cheminį pavadinimą ir žymimas E skaičiumi. Kai maisto priedas leidžiamas vartoti Europos Sąjungoje, jam suteikiamas E skaičius (maisto priedų tarpvalstybinis kodas). Visi Lietuvoje leistini naudoti maisto priedai yra nurodyti higienos normoje HN 53:2003 „Leidžiami vartoti maisto priedai“. Šioje normoje nurodyta kokius maisto priedus galima naudoti atskiroms maisto produktų grupėms ir kokias jų koncentracijas derėtų rinktis. Viena iš higienos normoje nurodytų maisto priedų grupių - mėsos gaminiai, į kuriuos dažniausiai dedami konservantai ir spalvos fiksatoriai nitritai ir nitratai. Jie maisto priedų sąrašė žymimi E 249-252.

Nitratai - natūraliai egzistuojantys mineralai, naudojami kaip konservantas ir spalvos fiksatorius. Per parą nitratų galima sunaudoti iki 3,7 mg/kg kūno masės. Nitratai nesukelia šalutinio poveikio, tačiau jie gali kaitinimo metu arba patekę į skrandį, virsti į nitritus. Šiandien nitratai naudojami tik kai kuriuose specialiuose produktuose, tokiuose kaip sausai vytintas kumpis, vytintos dešros, kur reikalingas ilgas ir lėtas vytinimo procesas.

Nitritai - natūraliai egzistuojantys mineralai, gali būti iškasami arba gaunami pramoniniu būdu. Nitritai – tai balti milteliai, naudojami kaip konservantas prieš *Clostridium botulinum* (bakterijas, kurios gali sukelti botulizmą) mėsos produktuose. Per parą nitrito galima suvartoti iki 0,06 mg/kg kūno masės. Didelės koncentracijos gali sureaguoti su hemoglobinu. Nitritai neleidžiami produktuose, skirtuose vaikams iki 6 mėnesių amžiaus. Mažų vaikų hemoglobinas skiriasi nuo suaugusiųjų, jis greičiau reaguoja su nitritais (22,23).

### **Nitritai ir nitratai mėsos produktuose**

Nitritai mėsoje ir mėsos produktuose jau daug dešimtmečių naudojami tam, kad kartu su kitais veiksniais būtų užtikrintas mėsos produktų, visų pirma sterilizuotų, konservavimas bei mikrobiologinė sauga, ir slopinamas, be kita ko, labai sunkų botulizmą sukeliančių *Clostridium botulinum* bakterijų dauginimasis (9).

Viduramžiais, įprastai mėsa buvo apčiuošiama vartojant nitratus (salietrą) (4). Nuo 1970 metų vieningai nuspręsta, kad nitrato kiekis, reikalingas kontroliuoti botulizmą, turi būti nustatytas individualiai kiekvienai produktų klasei (4).

Ištyrus, kad formuojasi nitrozaminai, nitrato vartojimas mėsoje tapo nepageidaujamas, jo vartojimas mėsos produktų apčiuošime buvo sumažintas. Įrodyta, kad prarytas nitratas ar nitritas skrandyje, reaguojant su rūgštimis, tampa antibakteriniu virškinimo trakto bakterijoms (4).

Nitritai ir nitratai naudojami apsaugoti maisto produktus nuo gedimo (8). Daugumoje šalių šių medžiagų, įprastai dedamų kaip kalio ir natrio druskos, vartojimas yra ribojamas. Šių naudojamų medžiagų likučių kiekiai reglamentuojami įstatymais. Nustatytas didžiausias nitrato kiekis, kurį galima dėti bendrai į mėsos produktus, yra 150 mg/kg, o į sterilizuotus mėsos produktus – 100 mg/kg. Kai kuriems mėsos produktams, gaminamiems tradiciniu būdu ir apdorotiems nitritu, tam tikrose valstybėse narėse nustatytas didžiausias leistinas kiekis yra 180 mg/kg (9).

Lyginant su nitratu, pats nitritas yra žymiai toksiškesnis. Žinia, praktinis nitritas yra 10 kartų toksiškesnis nei nitratas. Mirtina geriamoji dozė žmonėms yra: nitrato – 80-800 mg/kg kūno masės svorio, nitrato – 33-250 mg/kg kūno masės svorio (8).

Kartais nitritas į mėsos produktus buvo dedamas per dideliais kiekis, pavyzdžiui, Vokietijoje XX amžiaus trečiame dešimtmetyje mirė keletas žmonių dėl nitrato intoksikacijos mėsos produktuose. Tik nitratas gali būti tiesiogiai dedamas į mėsos produktus (8).

1950 metais, mėsos reglamentavimas Vokietijoje leido nitrato ir nitrato kiekio likučius pagamintuose maisto produktuose 100 mg/kg. Žaliuose kumpiuose  $\text{NaNO}_2$  buvo leidžiama 150 mg/kg. Vėliau, 1982 metais nitrato kiekis buvo ribojamas iki 300 mg/kg atitinkamai iki 600 mg/kg kai kuriuose termiškai neapdorotuose produktuose, su nitrato likučiu nuo 100 iki 600 mg/kg produkte (8).

Pagal Europos Parlamento ir Komisijos direktyvą Nr. 95/2/EB, nitrato kiekis mėsos produktuose nustatytas 150 mg/kg, nitrato - 300 mg/kg. Nitrato liekamojo kiekio termiškai neapdorotuose produktuose leidžiama 50 mg/kg, o kituose mėsos produktuose – 100 mg/kg, išskyrus Wiltshire šoninę ir kelis kitus produktus, kuriuose leidžiama iki 175 mg/kg. Nitrato liekamojo kiekio mėsos produktuose leidžiama 250 mg/kg (5). Danija pasiūlė pašalinti nitrato vartojimą iš visų mėsos produktų, išskyrus Wiltshire šoninę ir kelis kitus žalius kumpius,

kuriuose galima dėti iki 300 mg/kg nitrato. Danija pabrėžė, kad nitritų likučių koncentracija – tai labai netikslus įdėtų nitritų kiekio rodiklis, ir pagrindė tai tyrimais, kurių metu atskleista, jog likučių kiekiai gali net slėpti ypatingai didelį įdedamų nitritų kiekį, o dėl to susidaro nenuspėjamai daug N-nitrozo junginių (9). Danijos nuomone, dėl nitritų mėsos produktuose susidarantys nitrozaminai yra genotoksiški ir kancerogeniški, todėl turi būti leidžiama naudoti tik tiek nitritų, kiek yra būtina. Danija tvirtina, kad remiantis Bendrijos mokslinių tarnybų rekomendacijomis, *Clostridium botulinum* dauginimasi galima nuslopinti laikantis 50-150 mg/kg nitritų kiekio ribų ir nustačius konkrečias atskirų kategorijų mėsos produktams taikomas ribines vertes, atsižvelgiant į moksliskai pagrįstus poreikius. Kadangi apie 90 proc. Danijoje suvartojamiems nitritais apčiuostiems mėsos produktams taikomas 60 mg/kg didžiausias įdedamas nitritų kiekis, Danija nurodė, kad bendras ribinės vertės padidinimas iki 150 mg/kg visiems apčiuostiems mėsos produktams galėtų padidinti nitritų suvartojimą Danijoje 2,3-2,4 karto, o tai gali padidinti atitinkamą su maistu gaunamų iš anksto susidariusių nitrozaminų kiekį. Atitinkamai, 2006 metais Europos Parlamento ir Tarybos direktyva Nr. 2006/52/EB termiškai neapdorotuose mėsos produktuose nustatytas leidžiamas nitrato kiekis 150 mg/kg (dedamas kiekis turi būti skaičiuojamas kaip natrio nitritas), bet su keletu išimčių, o nitritui nustatytas leistinas kiekis – iki 100 mg/kg, atitinkamai 150 mg/kg (dedamas kiekis) visuose mėsos produktuose, bet su keletu išimčių (5). Šioje direktyvoje dedamas kiekis rekomenduojamas bendrai, o specifiniai produktai turi likučio kiekį – kai kuriais atvejais didesnę nei bendrai įdedamo kiekio, kai kuriuose produktuose leidžiamas įdedamas kiekis bei likučio kiekis. Visos koncentracijos turi būti išreikštos kaip natrio nitrito ekvivalentai. Taigi, iš viso 150 mg/kg nitrito leidžiama visuose mėsos produktuose bei 150 mg/kg nitrato termiškai neapdorotuose mėsos produktuose, pvz., 300 mg/kg (nitritas + nitratas) gali būti žalio kumpio gabale. Nenurodytuose žaliuose produktuose negali būti dedama daugiau nei 150 mg/kg nitrito (8).

Visi reglamentai, direktyvos ir įstatymai teigia, kad nitritai yra toksiškos medžiagos ir priešingai nei kiti priedai, nitritai lieka nepakitę produkte perdirbimo metu. XX amžiuje atlikti tyrimai pakeitė teiginius apie šiuos maisto priedus. Nitratas kelia riziką tik tada, kai suskyla iki nitrito. Tai atsitinka tik termiškai neapdorotuose mėsos produktuose ankstyvoje stadijoje po gamybos, t.y. neapdorotuose kumpiuose ir dešrose. Nitrato ir nitrito vartojimas turėtų būti ribojamas iki būtinų minimalių reikalavimų (8).

Nitratai ir nitritai labai greitai rezorbuojasi viršutinėje virškinamojo trakto dalyje (plonajame žarnyne) ir patenka į kraują. Nitratai pasiskirsto daugelyje organizmo skysčių (šlapime, skrandžio sultyse, prakaitu, seilėse), o likusi dalis vėl reabsorbuojama į storąjį žarnyną, kur mikroorganizmų paverčiama daug toksiškesniu nitritu. Pastarasis, patekęs į kraują, pakeičia hemoglobino geležies valentingumą iš divalentės į trivalentę ir sudaro methemoglobiną

(metHb), kuris negali prisijungti deguonies. Jis sumažina kraujo gebėjimą transportuoti deguonį bei paslenka oksihemoglobino disociacijos kreivę į kairę ir taip sukelia audinių hipoksiją. MetHb, veikiant methemoglobino reduktazei – nikotinamido–adenino dinukleotidui (NADH), vėl virsta hemoglobinu.

Jei į mėsą pridedama nitritų, druskos skaidosi dėl jų gero tirpumo vandens tirpaluose, kai pH mėsoje būna apie 5,5. Kai pH=3,37 ir apie 50 proc. azoto rūgšties atsiskiria, tikėtina, kad 99 proc. nitrito, kai pH lygus 5,5, tampa anijonu ( $\text{NO}_2^-$ ). Mažas nesuirusio azoto rūgšties kiekis palaiko pusiausvyrą su jo anhidridu  $\text{N}_2\text{O}_3$ , kuris taip pat palaiko pusiausvyrą su dviem oksidais: azoto oksidu bei azoto dioksidu.

$\text{NO}_2$  gali reaguoti su vandeniu. Tai reiškia, kad iš dviejų  $\text{HNO}_2$  molekulių susiformuoja viena  $\text{HNO}_2$  molekulė ir viena  $\text{HNO}_3$  molekulė. Toliau, pati  $\text{NO}$  molekulė, esant deguoniui, gali lengvai oksiduotis iki  $\text{NO}_2$ . Tai reiškia deguonies atsiskyrimą ir nitrito antioksidaciją mėsos masėje ir kumpiuose. Dėl deguonies trūkumo, kartumo ar aromato procesas sulėtėja. Ši reakcija svarbesnė azoto rūgščiai kaip antioksidantui mėsai, paruoštai dešrų gamybai. Metalų jonai gali paspartinti oksidacijos procesą. Į mėsą pridedamas nitritas visiškai susiskaidys iki  $\text{Na}^+ / \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$ . Nesuskilusio  $\text{HNO}_3$  kiekio nerasime (8).

Mėsoje nitrito oksidacijos procesas į nitratą taip pat paaiškina, kodėl mėsos produktuose bus randama nemaža nitrato koncentracija, jeigu buvo pridedama tik nitrito. Mitybos ir maisto federalinio tyrimų centro Vokietijoje atliktas tyrimas parodė, kad virtos dešros ir kumpiai gaminami naudojant tik nitritą, tačiau sudėtyje randama ir 20-30 mg/kg nitrato. Daugeliu atveju, galutiniame produkte nitrito kiekis yra mažesnis nei nitrato (vidutiniškai nitrito koncentracija yra mažiau nei 20 mg/kg). Nitratas gali būti dedamas į žalius produktus. Kartais gali atsitikti taip, kad nededant į produktą nitrito, nitrato likučių kiekis apie 30 mg/kg gali būti dėl geriamojo vandens ar prieskonių naudojimo mėsos masėms.

Kada nitritas dingsta iš produkto? Didžiausias sumažėjimas pastebimas gamybos metu po termiško apdorojimo proceso. Šis pirminis kiekio nukritimas dažniausiai apie 65 proc. nepriklauso nuo įdedamų koncentracijų. Per 20 dienų šaltai laikant produktą, nitrito koncentracija nukrenta daugiau nei trečdalis koncentracijos termiškai apdorojant. Išnykimas tęsiasi iki 60 dienų laikant produktą šaltai. Tyrimai rodo, kad kuo aukštesnis pH lygmuo, tuo nitrito suirimas užsitęsia. Tai taip pat patvirtina rezultatus, kad nitrato koncentracijos po termiško apdorojimo pakyla tą pačią dieną, tačiau nitrato koncentracija sandėliuojant produktą palaipsniui mažėja. Kuo pH lygis didėja, tuo nitrato mažėjimas lėtėja (8).

Paskutiniaisiais dešimtmečiais mėsos apdorojimui bei nitrito suskilimo pagreitinimui naudojama ir askorbo rūgštis arba askorbatas, atitinkamai izoaskorbatas (eritorbatas). Askorbatas reaguoja su deguonimi, sudarydamas dehidroaskorbatą ir taip mažindamas nitrito kiekį, kuris

galėtų oksiduotis iki nitrato. Askorbatas taip pat dedamas siekiant sumažinti nitrozaminų formavimąsi. Tačiau šios askorbato reakcijos, siekiant apsaugoti nitrozaminų formavimąsi, pilnai neišaiškintos. Toliau, askorbatas kartu su nitriru ir druska mažina toksinų gamybą pagal proteolitinius clostridium botulinum tipus A ir B. Kuo aukštesnė temperatūra apdorojant produktą, tuo geresnis nitrato mažėjimas. Nitrato formavimas taip pat mažėja. Atrodo, kad abi medžiagos reaguoja su kitais ingredientais ir daugiau nėra analitiškai matuojamos kaip neorganiniai nitritas ir nitratas. Askorbato ir folifostato įdėjimas rodo, kad nitrato išnykimas pagreitinėja dėl askorbato vartojimo žaliuoje dešros skirtoje mėsoje. Pavyzdžiui, kaitinant 7 minutes 80°C temperatūroje, nitritas mažėja lėčiau. Įprastas kaitinimas 1 valandą 70°C temperatūroje dar labiau uždelšia nitrato mažėjimą. Manoma, kad taip vyksta dėl šiluma inaktyvuojamų mikroorganizmų bei enzymų. Dešimtmečiais žinoma, kad nitritas oksiduojasi į nitratą (8).

Raudona spalva apčiuoštuose mėsos produktuose yra vienas iš svarbių nitrato mėsoje efektų. Raudona spalva vyksta per daugelį komplikuočių reakcijų, kol susidaro NO-mioglobinas ( $Fe_2^+$ ). Esant deguoniui, mioglobinas gali susirišti su  $O_2$  molekule ir tapti šviesiai raudonas. Geležies jonas būna  $Fe_2^+$  stadijoje, tačiau deguonis ir kiti oksidacijos agentai, pavyzdžiui, nitritas, gali  $Fe_2^+$  oksiduoti į  $Fe_3^+$ . Susiformuoja rudas metmioglobinas (MetMb). Kartu mėsoje randamas originalus mioglobinas (Mb), oksimioglobinas (MbO<sub>2</sub>) bei metmioglobinas (MetMb). Deguonis ir NO yra biatominės molekulės. Mažinant enzymus arba chemines reakcijas askorbatu,  $Fe_3^+$  sumažėja iki  $Fe_2^+$ . NO, susidariusi iš  $N_2O_3$ , gali prisirišti prie mioglobino ( $Fe_2^+$ ) ir suformuoti šilumai atsparų NO-mioglobina. Oksimioglobinas šilumai neatsparus, todėl suyra. Mėsa tampa pilka arba ruda. Kaitinant NO-mioglobino baltymų pusę denatūruojasi, tačiau raudona NO-forfirino žiedo sistema (taip pat vadinama nitroso-miochromogenu) vis dar egzistuoja ir randama mėsos produktuose, kaitintuose iki 120°C temperatūroje (8).

Paskutiniaisiais metais mįslė dėl raudonos spalvos žaliuose kumpiuose kaip Parma nenaudojant nitrato ar nitrato buvo įmintą. Įvairūs autoriai įrodė, kad  $Fe_2^+$  forfirino žiede susikeičia su  $Zn^{2+}$ , kuris produktui suteikia malonią raudoną spalvą. Nitrato vartojimas apsaugo nuo susikeitimo (8).

Kartu pripažįstama, kad dėl nitrato mėsos produktuose gali padidėti nitrozaminų, kurie yra kancerogeniški, susidarymas (9).

### **Nitrozaminų formavimasis**

1970 metais Jungtinėse Amerikos Valstijose prasidėjo diskusija apie nitrozaminų apdorotuose mėsos produktuose, ypač, keptoje šoninėje, formavimąsi (8).

Nitrozaminai susidaro nitrinimo reakcijų metu, jungiantis nitratams, nitritams bei baltymams (3). Yra išskirta apie 100 įvairios cheminės sudėties aminų, tačiau 75 procentai iš jų



yra kenksmingi. Nitrozaminai ir kiti azoto junginiai, veikiant tam tikroms organizmo fermentinėms sistemoms arba joms net nedalyvaujant, gali būti toksiški ir kancerogeniški. Vieni jų pažeidžia kepenų audinį, kiti – kraujo, limfos ar virškinimo sistemas. Nedidelių, bet dažnų jų dozių poveikiai sumuojasi. Tiriant nitrozaminų koncentracijas įvairiuose maisto produktuose, nustatyta, kad jei produktai technologiškai neapdoroti, tai nitrozaminų koncentracija juose labai maža arba šių kenksmingų junginių visai nėra, jie atsiranda tik po terminio apdoravimo. Patariama naudoti kiek galima mažiau nitritų bei nitratų, gaminant dešras bei sūrius, mažinti dūmų temperatūrą, rūkant produktus, parinkti optimalias virimo, kepimo, laikymo sąlygas, kuriomis nitrozaminų susidarymo reakcijos yra lėtesnės. Nitrozaminų susidarymą taip pat skatina tam tikros medžiagos, tai dūmuose esantis formaldehidas, kompleksiniai Mo, Fe, Cu, Co junginiai, gyvulinės kilmės riebalai, tiocianatai. Priešingai veikia, tai yra slopina nitrozaminų sintezę, obuolių pektinas, aminorūgštis lizinas, vitaminas C,  $\alpha$ -tokoferoliai, cisteinas, kai kurie fenoliai, glutaminas, glutationas, kalio jodidas, selenas.

Nitrozaminus formuoja aminorūgštys su nitritu aukštesnėse temperatūrose, tačiau yra kelios sąlygos:

- Turi būti aminorūgščių. Šviežioje mėsoje aminorūgščių yra labai trumpą laiką. Tai kreatinas, kreatininas ir trijų amino rūgščių prolinas, hidroprolinas ir kitų amino rūgščių dekarboksilinimo produktai. Daugiau aminorūgščių susidarys senėjant ir fermentuojantis mėsa.
- Tik antriniai aminorūgštys suformuoja pastovius nitrozaminus. Pirminiai aminorūgštys staigiai skaidosi į alkoholį ir nitrogeną. Tretiniai aminorūgštys negali sureaguoti. Mėsoje daugiausia būna pirminių aminorūgščių, išvestų iš  $\alpha$ -amino rūgščių.
- pH turi būti pakankamai žemas, kad gamintų  $\text{NO}^+$  arba metalo jonai turi būti įtraukti į  $\text{NO}^+$  formavimą.

Kai termiškai apdoroti mėsos produktai gaminami iš šviežios mėsos (atšaldytos arba sušaldytos), aminorūgščių nesusidaro. Žaliame nitratais apdorotame mėsos produkte nitrito koncentracijos yra pakankamai žemos. Taigi,  $\text{NO}^+$  formavimasis nepanašus. Produktuose, apdorotuose  $130^\circ\text{C}$  temperatūroje, gali formotis nitrozaminai. Šoninės kepinimas, apdorotos dešros kepinimas griliu ar picos įdaro kepinimas gali turėti įtaką nitrozaminų formavimuisi. Vokietijoje atlikus tyrimus, nustatyta, kad nitrozaminai atsiranda tik mažuose produktų kiekiuose ir jų susidarymo galima išvengti teisingai kepant grilyje, keptuvėje ar orkaitėje (8). Pavyzdžiui, J. W. Pensabene atlikti tyrimai parodė, kad perkepta šoninė labiau žalinga nei gerai iškepta šoninė. Mikrobangų krosnelėje iškeptoje šoninėje randama mažiau nitrozaminų nei keptoje šoninėje, naudojant keptuvę ir aliejų. Todėl vartotojai turėtų tinkamai kepti šoninę (12). Be aminorūgščių, su

nitritu ar jo dariniais gali reaguoti amidai ir nesočiosios riebiosios rūgštys ar jų dariniai. Riebiosios rūgštys ar jų dariniai gali sudaryti alkil-nitritus.

Taigi, mėsoje nitritas ir nitratas reaguoja dėl lengvai vyraujančio azoto oksidacijos proceso į daugelį darinių. Šie agentai suteikia produktams išlaikytą stabilią raudoną spalvą, nitritas veikia kaip antioksidantas, nitritas apsaugo ir sulėtina mikrobiologinį augimą bei suteikia gražią spalvą. Didžiulis teigiamas poveikis lyginant su maža tikimybe formuoti nitrozaminams. Lyginant su kitais maisto produktais, šių agentų vartojimas maisto produktuose yra labai mažas.

Dr. Fuhrman teigia, kad kepat mėšą aukštoje temperatūroje, skyla vėžį sukeltantys kancerogenai. Amerikos vėžio tyrimų institutas rekomenduoja per savaitę valgyti ne daugiau kaip 511 g keptos raudonos mėsos, įskaitant dešrainius ir dešras (7).

Nitritai yra nitrozaminų (gali būti kancerogeninių) pirmtakai, kurie susiformuoja skrandyje iš nitritų ir baltymų. Į mėsos produktus įdėto nitrito kiekis greitai ir žymiai sumažėja. Kaip pasekmė, nitrito likučių koncentracija gali greitai pasikeisti. Maisto produktų mokslinis komitetas (SCF) 1995 metais pareiškė savo nuomonę dėl nitritų ir nitrato:

„Yra aiškus ryšys tarp nitritų, dedamų mėšai apšauti, ir lakiųjų nitrozaminų formavimosi. Daugelis nitrozaminų ir nitrozamidų pateikiami kaip potencialūs kancerogenai. Priimta, kad N-nitrozo junginiai, kurie kancerogeniški gyvūnams, gali būti ir žmogaus kancerogenai. Atsižvelgiant į jų genotoksinį veikimo mechanizmą, neįmanoma nustatyti saugų lygį. Mitybos poveikis N-nitrozo junginiams yra labai mažas. Tačiau, atsižvelgiant į šių medžiagų genotoksinį ir kancerogeninį potencialą, būtina toliau siekti sumažinti šias medžiagas maisto produktuose. Todėl Komitetas pakartojo savo ankstesnę nuomonę, kad poveikis nitrozaminams maiste turėtų būti sumažintas, vadovaujantis tinkama technologine praktika, tokia kaip mažinant nitrato ir nitrito kiekius maisto produktuose iki minimalių reikalavimų, siekiant užtikrinti būtiną konservantų poveikį bei mikrobiologinę saugą.“ Mėsos produktuose nitritų likučiai kepat reaguoja su aminais ir amino rūgštimis, sudarančius nitrozaminus, priklausančius nuo nitrito likučių kiekio. Pavyzdžiui, termiškai apdoroto maisto genotoksiškumo tyrimo metu pastebėta, kad kepat šoninę padidėjo bendras nitrozaminų kiekis. Kaip jau minėjome, nitrozaminų kiekis mėsoje gali būti sumažintas mažinant dedamo nitrito kiekį į mėsos produktus (11).

Pastaraisiais metais nitritai, naudojami apdoroti dešrainiams skirtas dešreles, rūkytus kumpius ir dešras, tapo epidemiologų, kurie surado ryšį tarp apšautų mėsos gaminių ir tam tikro vaikų vėžio, ginčų objektu. Tačiau, tarpdisciplininė mokslininkų grupė neseniai paskelbė nuomonę, kad iš esmės nėra jokios mokslinės logikos tokiems teiginiams. Pavyzdžiui, šių mokslininkų atlikto tyrimo metu pastebėta, kad nors ir vaikams paruoštuose dešrainiuose, šoninėje ir priešpiečių maiste nitritų likučių lygis buvo panašus, tačiau sąryšį su rizika susirgti leukemija turėjo tik dešrainių valgymas. Nitritas ne tik apsaugo produktus nuo sugedimo, bet taip

pat reaguoja su mėsos pigmentu mioglobinu, suteikdamas apdorotai mėesai, tokiai kaip kumpis išskirtinę rožinę spalvą. Dar svarbiau, nitritas slopina botulizmą sukeliančius mikroorganizmus (21).

Gyvūnų mokslo srityje nusipelnęs profesorius Robert Cassens tyrinėdamas nitritus apdorotoje mėsoje, teigia, kad nitritai gali reaguoti su aminais ir sudaryti nitrozaminus, kurie žinomi kaip vėžio sukėlėjai. Tačiau analizinės cheminės technikos dėka nitrozaminų nerasta apdorotoje mėsoje. Kaip teigia profesorius, **hipotetiškai maža vėžio rizika gali atsirasti dėl nitritų pasilikimo suvalgytoje mėsoje žmonėms, kurie jau turi aminų skrandyje.** Vėliau, apdorojant mėsą, buvo pradėti naudoti vitaminai C ir E, siekiant nuslopinti nitrozaminų formavimąsi skrandyje (21).

Maisto standartų agentūra teigia, kad padidėjęs raudonos mėsos vartojimas susijęs su padidėjusia tiesiosios žarnos vėžio rizika, tačiau tai gali būti dėl kelių veiksnių, tokių kaip didelis mėsos vartojimas yra prastos mitybos arba hemo geležies ar virto maisto mutagenų rodiklis. Nėra aiškių įrodymų, kad vieno nitrozamino vartojimas susijęs su padidėjusia vėžio rizika. **Tuo tarpu, kai nitrozaminai mėsoje gali formuotis tuo metu, kai ji kepama aukštoje temperatūroje, jie taip pat gali formuotis ir nekeptuose mėsos produktuose ir susidaryti endogeniškai kūne po nitritų ir nitratų mityboje vartojimo (ne tik nuo apdorotos mėsos).** Maisto standartų agentūros manymu nėra įrodymų, kad konservantai nitritas ir nitratas būtų susiję su vėžiu (6).

Mitybos mokslo patariamasis komitetas šiuo metu peržiūrinėja geležies poveikį sveikatai ir tai įtraukia svarstymus apie nitrozaminus ir nitrozaciją esant hemo geležiai. Pranešimas turėtų būti publikuojamas vasarą (6).

Kaip teigia straipsnyje apie nitritus mėsoje Richard J., pagal turimus duomenis, nitrito vartojimas mėsoje ar mėsos produktuose yra saugus, kadangi žinoma nauda viršija galimą riziką.

Amerikos mėsos mokslų asociacijos atlikti tyrimai parodė, kad formuojantis nitrozaminams reikšmingu faktoriumi gali būti nitratų koncentracijos, ir to pasėkoje, nitratų vartojimas buvo išbrauktas iš daugelio mėsos apčiuoimo procesų, siekiant kontroliuoti nitratų likučių koncentracijas (17).

Kaip jau minėjome, nitritai reaguoja su mėsoje esančiais aminais, amidais ar amino rūgštėmis ir formuoja kancerogeniškus N-nitrozo junginius – N-nitrozaminus (20). Kepant nitritais apčiuotą mėsą aukštoje temperatūroje (grilyje, ant grotelių), dažniausiai išsiskiria dviejų rūšių nitrozaminai: N-nitrozopirolidinas bei N-nitrozodimetilaminas (arba dimetilnitrozaminas).

**N-nitrozopirolidinas (NPYR)** – geltonas skystis. Kaitinamas iki irimo, jis skleidžia azoto oksidų toksiškas dujas. Jį oksiduoja stiprūs oksidantai, atitinkamai nitroaminai, ir jis gali suskilti atitinkamai iki hidrazino ir amino. NPYR gaminasi nitritais apčiuotoje ar užkrėstoje

mėsoje ar jos produktuose, ypač riebiuose, juos kaitinant. Poveikis atsiranda mėsos ar jos produktų paruošimo metu, įkvepiant garų ar nurijant maistą. Pastaraisiais metais, mėšai ar jos produktams naudojant mažesnę kiekį natrio nitrito, sumažėjo ir NPYR koncentracija maiste. Pavyzdžiui, bekonienoje NPYR koncentracija nuo 67 µg/kg 1971 metais sumažėjo iki 17 µg/kg 1975 metais (18). Kai kepamas ant grotelių bekonas, normaliomis sąlygomis vidutiniškai apie 50 proc. NPYR virsta garais. NPYR formavimasis pirmiausiai priklauso nuo kepimo temperatūros, o ne laiko (12).

**N-nitrozodimetilaminas (NDMA)** – geltonas skystis, randamas apčiuoštoje mėsoje ar jos produktuose. NDMA gali susiformuoti skrandyje, alkilaminų turinčio maisto virškinimo metu, įkvėpus NDMA užkrėsto oro, valgant NDMA užkrėsto maisto ar geriant užkrėstą vandenį. Pats svarbiausias ir, turbūt, pats kenksmingiausias būdas NDMA patekti į organizmą yra valgant užkrėstą maistą ar geriant vandenį. NDMA formuojasi kepat mėšą ar jos produktus ant tiesioginės ugnies (15). Eksperimentai su gyvūnais parodė, kad po to, kai per burną patenka NDMA, jis labai greitai kraujagyslėmis patenka į daugelį organų. (1) Nėra pranešimų, kad NDMA sukelia vėžį žmonėms, tačiau galima pagrįstai tikėtis, kad NDMA poveikis valgant, geriant ar kvėpuojant gali sukelti vėžį. (1) Organizme NDMA formuojasi, kai skrandžio rūgščiose terpėse vyksta katalizuojančios reakcijos tarp nitrito ir dimetilamino (14).

Aukščiau paminėti nitrozaminai šiluma neapdorotuose mėsos produktuose nerandami. Matyt, turi būti pasiekama kepimo temperatūra, palengvinanti šarminių metalų nitritų ir aminių reakcijas į nitrozaminus (2).

Nitrozamino junginiai žinomi kaip mutagenai ir kancerogenai, sukeliantys gyvūnams virškinamojo trakto auglius. Suomijoje atlikto kohortinio tyrimo metu vartojant su maistu nitritą (94 proc. iš apčiuostos mėsos) ir N-nitrosodimetilaminą (iš apčiuostos mėsos ir rūkytos/sūdytos žuvies) pastebėta žymi 2 kartus padidėjusi žarnų vėžio rizika, suvartojus aukščiausią NDMA kvartilį, bet padidėjusios rizikos, susijusios su nitritų vartojimu, nenustatyta (10).

Dauguma žarnų adenomos ir žarnų vėžio tyrimų, kurių metu analizuojamas mėsos ar jos produktų kepimo būdas, rodo padidėjusią riziką, susijusią su aukštoje temperatūroje keptos mėsos ar jos produktų vartojimu (10).

Mėsos ar jos produktų kepimas aukštoje temperatūroje gamina heterociklinius aminos (HCA), policiklinius aromatinius hidrokarbonatus (PAH), apčiuoštoje mėsoje ar jos produktuose yra N-nitroso junginių (13). Atliekant mokslinius tyrimus su gyvūnais, tokios mėsos ar jos produktų vartojimas gali padidinti vėžio riziką, kadangi HCA, PAH ir N-nitroso junginiai yra kancerogeniški gyvūnams, tačiau toks kancerogeninis potencialas žmonėms galutinai nenustatytas. HCA formuojasi kepat mėšą ar jos produktus aukštoje temperatūroje, pavyzdžiui,

kepant griliu ar ant grotelių. PAH formuosi kepant mėsą ar jos produktus grilyje ar ant grotelių būdu, apruoštoje ar rūkytoje mėsoje ar jos produktuose.

Kepant mėsą ar jos produktus aukštoje temperatūroje, susidaro heteropoliciklininiai aminai (HCA), kurie kelia riziką susidaryti vėžiui. Ir tai sukelia ne pats kepimas grilyje, bet kepimas aukštoje temperatūroje. Kepimas bet kokioje formoje (grilyje, orkaitėje) aukštesnėje nei 190,5°C temperatūroje, padidina (HCA) kiekius.

Johansson ir M. I. Jagerstad straipsnyje teigia, kad mėsos ar jos produktų kepimas orkaitėje, keptuvėje ar grilyje, gali leisti susidaryti mutageniniams/ kancerogeniniams heterocikliniams aminams (HCA). Dauguma šių aminų susidaro Mailardo reakcijos metu iš kreatino, laisvosios amino rūgšties bei monosacharidų. Heterociklinių aminų susidarymas priklauso nuo fizinių parametru, tokių kaip kepimo temperatūra ir laikas, kepimo technikos ir įrangos ir kitų (19).

Minesotos universiteto visuomenės sveikatos mokyklos mokslininkai, atlikę naują tyrimą, informuoja, kad valgant prisvilusią ant grotelių arba grilyje keptą mėsą ar jos produktus, gerokai padidėja galimybė susirgti kasos vėžiu. Jie teigia, kad prisvilusiame maiste susidaro kancerogenai, vėžį sukeliančios cheminės medžiagos – šių medžiagų nėra randama orkaitėje ar garuose virtoje mėsoje ar jos produktuose. Toks kasos vėžys susijęs su kancerogenais, vadinamais heterocikliniais aminais (HCA) ir policikliniais aromatiniais angliavandeniliais. Specialistai teigia, kad, jeigu, kepant mėsą ar jos produktus ant grotelių, būtų sumažinta temperatūra, siekiant išvengti mėsos ar jos produktų apdegimo ar suanglėjimo, tai kai kuriems žmonėms sumažėtų rizika susirgti kasos vėžiu (16).

## Išvados

1. Nitritų likučių kiekiai randami mėsos produktuose gali būti mažesni už įdėtą nitritų kiekį, kadangi dalis jų virsta N-nitrozo junginiais. Dėl nitritų mėsos produktuose susidarantys nitrozaminai gali būti genotoksiški ar net kancerogeniški, todėl negali būti naudojami didesni nitritų kiekiai, negu leidžia higienos normos.
2. Kepant mėsos produktus, juose esantys nitritų likučiai reaguoja su aminais ir amino rūgštimis, sudarydami nitrozaminus – kancerogenus, galinčius sukelti virškinamojo trakto auglius.
3. Kepant nitritais apruoštą mėsą ar jos produktus grilyje ar ant grotelių, dažniausiai susidaro dviejų rūšių nitrozaminai – N-nitrozopirolidinas bei N-nitrozodimetilaminas, kurių formavimasis priklauso nuo kepinimo temperatūros – kuo temperatūra aukštesnė, tuo susidaro daugiau nitrozaminų.
4. Žarnų adenomos ir žarnų vėžio tyrimai parodė padidėjusią riziką, susijusią su aukštoje temperatūroje keptos mėsos ar jos produktų vartojimu.
5. Valgant prisvilusią ant grotelių arba grilyje keptą mėsą ar jos produktus dėl kepinimo metu susidariusių kancerogeninių medžiagų heterociklinių aminų bei policiklinių aromatinių angliavandenilių gali padidėti galimybė susirgti kasos vėžiu.
6. Organizme nitrozaminai gali susidaryti vartojant ir nekeptus mėsos produktus. Gausus raudonos mėsos vartojimas gali padidinti riziką susirgti vėžiu.

## Rekomendacijos

Siekiant sumažinti kancerogeninių junginių suvartojimą, rekomenduojame:

- Mėsą ar jos produktus ant grotelių kepti žemesnėje temperatūroje, kad, kiek įmanoma, sumažinti mėsos apdegimą bei suanglėjimą.
- Nuo keptos mėsos ar jos produktų nupjaustyti nudegusias ar suanglėjusias vietas.
- Prieš kepat, keletą minučių mėsą pašildyti mikrobangų krosnelėje ir susidariusias sultis nupilti, kadangi tokiose sultyse yra vėžį sukeliančių junginių pirmtakų.
- Kepant, suvynioti mėsą ar jos produktus į foliją, siekiant apsaugoti ją nuo tiesioginės liepsnos.
- Dažniau valgyti virtą, rečiau keptą mėsą.

**Literatūros sąrašas**

1. Agency for toxic substances and disease registry U.S. Public Health Service. Public Health statement. Toxicological profile for n-Nitrosodimethylamine. 1989, Atlanta.
2. Bachura et al. Control of nitrosamine formation in nitrite cured meat. United States Patent No. 4076849. 1978. Prieiga per internetą: <http://www.sumobrain.com/patents/4076849.html>
3. Dionex corporation. Determination of nitrate and nitrite in meat using high-performance anion-exchange chromatography. Prieiga per internetą: [http://www.dionex.com/en-us/webdocs/4069\\_an112.pdf](http://www.dionex.com/en-us/webdocs/4069_an112.pdf)
4. European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the request from the Commission related to the effects of nitrites/nitrates on the microbiological safety of meat products. The EFSA Journal 2003; (14): 1-31.
5. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva Nr. 2006/52/EB, iš dalies keičianti Direktyvą 95/2/EB dėl maisto priedų, išskyrus dažiklius ir saldiklius, ir Direktyvą 95/34/EB dėl maisto produktuose naudojamų saldiklių. OL L 204, 26.7.2006, p.10
6. Food Standards Agency. Reply to a letter. 2009, England
7. Fuhrman Joel. Grilled meat, risky. Disease proof. 2008. Prieiga per internetą: <http://www.diseaseproof.com/archives/hurtful-food-grilled-meat-risky-print.html>
8. Honikel K. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. Meat science 2008; 78: 68-76
9. Komisijos sprendimas 2008/448/EB dėl nacionalinių nuostatų, susijusių su nitritų įdėjimu į kai kuriuos mėsos produktus, apie kurias pranešė Danija. OL L 157, 2008 6 17, p. 98-107.
10. Mary H. Ward et al. Processed meat intake, CYP2A6 activity and risk of colorectal adenoma. Carcinogenesis 2007; 28: (6): 120-1216.
11. National Food Institute. Reply to a letter. 2009, Denmark.
12. Pensabene J.W., et al. Effect of frying and other cooking conditions on nitrosopyrrolidine formation in bacon. Prieiga per internetą: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/119662957/abstract>
13. Rashmi Sinha et al. Meat, meat cooking methods and preservation, and risk for colorectal adenoma. Cancer res 2005; 65: (17).
14. San Francisco Public Utilities Commission. Nitrosodimethylamine (NDMA) information. Water Quality 2007.

15. Scanlan Ra. Formation and occurrence of nitrosamines in food. *Cancer Res.* 1983; 43: (5): 2435-2440.
16. School of Public Health at University of Minnesota. Eating burned meat increases risk of pancreatic cancer. 2009. Prieiga per internetą: <http://www.sph.umn.edu/print/about/releases/pancreatic042209.html>
17. Sebranek J., Bacus J. Natural and organic cured meat products: regulatory, manufacturing, marketing, quality and safety issues. American meat science association white papers series 2007 (1).
18. Second annual report on carcinogens. N-nitrosopyrrolidine CAS No. 930-55-2. 1981. Prieiga per internetą: <http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/elevanth/profiles/s137nsop.pdf>
19. Skog K.I., et al. Carcinogenic heterocyclic amines in model systems and cooked foods: a review on formation, occurrence and intake. 2000. Prieiga per internetą: [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=articleURL&udi=B6T6P-41GPR29-N&](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=articleURL&udi=B6T6P-41GPR29-N&)
20. Stenovic M., Šentjurc M. EPR studies of alternative cooked cured meat pigment (CCMP). *Acta Chim. Slov.* 2000; 47: 47-53.
21. Task force's report. Smoked meats are safe. 1998. Prieiga per internetą: <http://www.news.wisc.edu/3325>
22. The European Food Information Council. Does a law exist which defines where nitrate can be used in food production? Prieiga per internetą: <http://www.eufic.org>
23. The European Food Information Council. Preservatives to keep food longer and safer. 2004. Prieiga per internetą: <http://www.eufic.org>