



BioCC
Bio-Competence Center



Euroopa Maaelu Arengu
Põllumajandusfond:
Euroopa investeringud
maapiirkondadesse

Taimsete alternatiivide varjatud saladused

Liis Lutter
BioCC OÜ teadur

Toiduohutuse konverents 2023:
Kestlikud toidusüsteemid

Tallinn, 07.06.2023

Globaalsed väljakutsed tuleviku toidu- ja põllumajandussektorile

Põllumajanduse tootlikkus

- Rahvastiku kasv: 10 miljardit inimest 2050. a;
- Urbaniseerumine ja arengumaade majanduskasv, mis survestab nõudlust.
- Kõrge kalorsusega, kuid madala toiteväärtusega toidu tootmine;
- Suured toidukaod ja ökoloogiline jalajälg.

Keskkonnahoid ja ressursside tõhus kasutamine

- Kasvanud vee ja maa kasutus põllumajanduslikul otstarbel;
- CO2 emissioon;
- Väetiste liigkasutus; sõltuvus pestitsiididest ja antimikroobikumidest;
- Metsade hävitamine ja pinnase erosioon (elurikkuse vähenemine).

Tervisliku toitumise ja rahvatervise edendamine

- Toidupuudus;
- Elustiilihaigused ehk nn. kroonilised haigused;
- Tervisliku toitumise keeruline omaksvõtmine arenenud riikides.

Toidujulgeolek

Toiduohutus ja rahvatervishoid

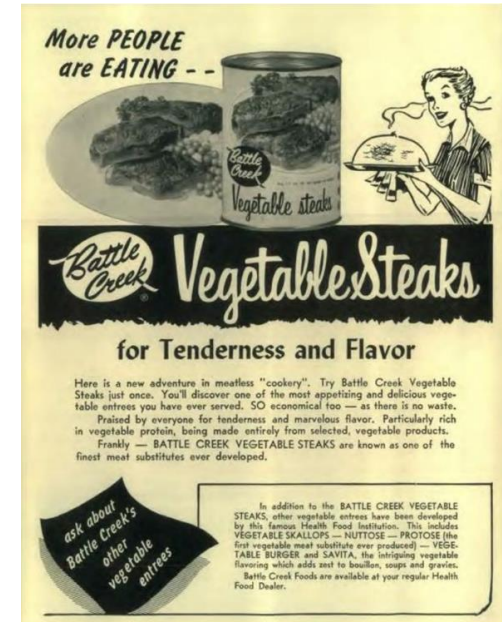
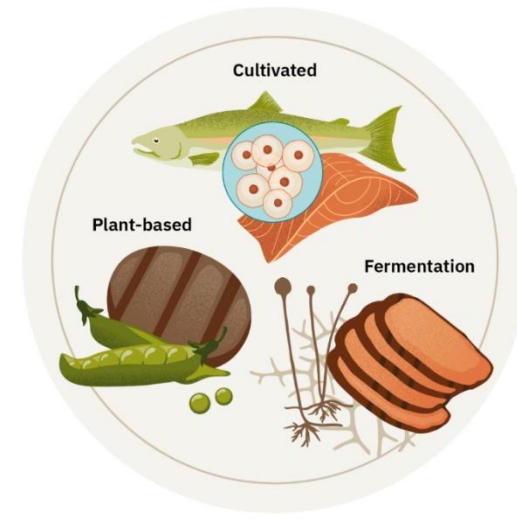
Jätkusuutlikkus

Alternatiivsed valguallikad loomsetele valkudele

- Ühe võimaliku lahendusena praegustele tervise- ja keskkonnaprobleemidele nähakse **loomse toidu tarbimise vähendamist**
- **Alternatiivsed valguallikad:**
 - Taimed
 - Putukad, vetikad
 - Mükoproteiin
 - Kultiveeritud liha

Leiutise eesmärk oli pakkuda lihale taimset alternatiivi, mis oleks veise- ja lambalihale sarnase toiteväärtusega, maitsega, õrnusega ja kergesti seeditav.

- Nn järgmise põlvkonna piima- ja lihaalternatiivid



Fookusteemad taimsete piima- ja lihaalternatiivide uuringutel

- Taimsete lihaalternatiivide tekstuuri ja mahlasuse parendamine
- Maitseomaduste parendamine
 - Lihale iseloomuliku maitse saavutamine
 - Kõrvalmaitsete elimineerimine
- Antitoitainete inaktiveerimine või eemaldamine
- Säileaaja pikendamine
- Töötlemisprotsesside mõju toote omadustele
- Toiteväärtuse parendamine
 - Mikrotoitainete madal biosaadavus, nt raud, tsink, vitamiin B12



Vähem tähelepanu on pööratud toiduohutusele ning terviseuuringutele

Taimsete piima- ja lihaalternatiivide vastavus toitumisvajadustele

- 2023. a veebruaris andis Ameerika Ühendriikide Toidu- ja Raviamet (*Food and Drug Administration*) välja juhendmaterjali
 - eesmärk on aidata taimsete piimaalternatiivide tootjatel tooteid **selgemini märgistada** ja aidata teha tarbijatel **teadlikumaid toitumisvalikuid**
- Erinevates teadusuuringutes on **süsteemiliselt võrreldud erinevusi** taimsete piima- ja lihaalternatiivide toiteainete profiile
 - Piirduvad üksikute toitainete sisalduse hindamisega
- Kuigi taimsed alternatiivid võivad sisaldada sarnaseid makrotoitainete profiile, ei kajasta piima- ja lihatoodete **asendamine vastavate taimsete alternatiividega tingimata tervislikku ja tasakaalustatud toitumist**.
 - Sünteetilist päritolu toitainete lisamine toidule ei anna sageli samasugust kasu kui nende toitainete tarbimine fütokeemiliselt ja biokeemiliselt
 - Taimset päritolu lähteainete kehv *in vivo* biokonversioon inimkeha jaoks kasutatavateks vormideks.

ROHUMAAVEISE LIHA

TAIMNE LIHAALTERNATIIV

Nutrition Facts	
Serving size	(113g)
Amount Per Serving	
Calories	220
% Daily Value*	
Total Fat 14g	18%
Saturated Fat 5g	25%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 60mg	20%
Sodium 70mg	3%
Total Carbohydrate 0g	0%
Dietary Fiber 0g	0%
Total Sugars 0g	
Includes 0g Added Sugars	0%
Protein 23g	46%
Vitamin D 0.1mcg	0%
Calcium 12mg	0%
Iron 2mg	10%
Potassium 289mg	6%
Thiamin 0.05mg	4%
Riboflavin 0.2mg	15%
Niacin 4.8mg	30%
Vitamin B6 0.4mg	25%
Folate 6mcg	2%
Vitamin B12 2mcg	80%
Phosphorus 175mg	15%
Zinc 4.6mg	40%

*The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

Nutrition Facts	
Serving size	(113g)
Amount Per Serving	
Calories	250
% Daily Value*	
Total Fat 14g	18%
Saturated Fat 8g	40%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 370mg	16%
Total Carbohydrate 9g	3%
Dietary Fiber 3g	11%
Total Sugars 0g	
Includes 0g Added Sugars	0%
Protein 19g	38%
Vitamin D 0mcg	0%
Calcium 180mg	15%
Iron 4.2mg	25%
Potassium 610mg	15%
Thiamin 28.2mg	2350%
Riboflavin 0.4mg	30%
Niacin 4.8mg	30%
Vitamin B6 0.4mg	25%
Folate 115mcg	30%
Vitamin B12 3mcg	120%
Phosphorus 180mg	15%
Zinc 5.5mg	50%

*The % Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.

- Paljud taimsed lihad sisaldavad **kõrges kontsentratsioonis küllastunud rasva ja naatriumit**, mis on seotud hüperkolesteroleemia ja hüpertensiooniga
- Taimsete lihaalternatiivide **valgusisaldus** on enamasti võrdväärne või madalam kui loomalihal. ---> **oluline on valkude bioväärtus! (sh AH-de sisaldus ja suhe)**
- **Vitamiinid ja mineraalained** ning nende **bioaktiivsus, biosaadavus ja bioefektiivsus.**
 - Rohkem ≠ efektiivsem
 - Inhibiitorid: antitoitained, väga kõrge kiudainete sisaldus
- Taimsed lihaalternatiivid sisaldavad **kiudaineid**

Mineraaltoitainete biosaadavus taimsetes lihaalternatiivides



Article

Nutritional Composition and Estimated Iron and Zinc Bioavailability of Meat Substitutes Available on the Swedish Market

Inger-Cecilia Mayer Labba ^{1,*}, Hannah Steinhausen ¹, Linnéa Almius ¹, Knud Erik Bach Knudsen ² and Ann-Sofie Sandberg ¹

¹ Food and Nutrition Science, Department of Biology and Biological Engineering, Chalmers University of Technology, 412 58 Gothenburg, Sweden

² Department of Animal Science, Aarhus University, 8830 Tjele, Denmark

* Correspondence: cecilia.mayer.labba@chalmers.se

Abstract: Transition towards plant-based diets is advocated to reduce the climate footprint. Health implications of a diet composed of meat substitutes are currently unknown, and there are knowledge gaps in their nutritional composition and quality. Samples of available meat substitutes were bought in two convenience stores in the city of Gothenburg, Sweden, and were included in the study. Meat substitutes ($n = 44$) were analyzed for their contents of dietary fiber, fat, iron, zinc, phytate, salt, total phenolics and protein, as well as for their amino acid and fatty acid composition. Bioavailability of iron and zinc was estimated based on the phytate:mineral molar ratio. We found large variations in the nutritional composition of the analyzed meat substitutes. Amino acid profiles seemed to be affected by processing methods. Mycoprotein products were rich in zinc, with a median content of 6.7 mg/100 g, and had very low content of phytate, which suggests mycoprotein as a good source of zinc. Degradability of fungal cell walls might, however, pose as a potential aggravating factor. None of the products could be regarded as a good source of iron due to very high content of phytate (9 to 1151 mg/100 g) and/or low content of iron (0.4 to 4.7 mg/100 g). Phytate:iron molar ratios in products with iron contents >2.1 mg/100 g ranged from 2.5 to 45. Tempeh stood out as a protein source with large potential due to low phytate content (24 mg/100 g) and an iron content (2 mg/100 g) close to the level of a nutrition claim. Producers of the products analyzed in this study appear to use nutritional claims regarding iron that appear not in line with European regulations, since the iron is in a form not available by the body. Meat substitutes analyzed in this study do not contribute to absorbed iron in a relevant manner. Individuals following mainly plant-based diets have to meet their iron needs through other sources. Salt and saturated fat were high in certain products, while other products were more in line with nutritional recommendations. Further investigation of the nutritional and health effects of protein extraction and extrusion is needed. We conclude that nutritional knowledge needs to be implemented in product development of meat substitutes.



Citation: Mayer Labba, I.-C.; Steinhausen, H.; Almius, L.; Bach Knudsen, K.E.; Sandberg, A.-S. Nutritional Composition and Estimated Iron and Zinc Bioavailability of Meat Substitutes Available on the Swedish Market. *Nutrients* **2022**, *14*, 3903. <https://doi.org/10.3390/nu14193903>
Academic Editor: Tilman Kühn
Received: 18 August 2022
Accepted: 17 September 2022
Published: 21 September 2022

- Rootsi jaevõrgustikus müüdavatel taimsetel lihaasendajatel tuvastati
 - Väga madal Fe ja Zn biosaadavus ↔ Kõrge fütaatide sisaldus
 - Müügipakendil olid esitatud Fe seotud tervisealase väited
 - Ühegi toote fütaade ja Fe suhe ei jäänud <1 või 0,4 (maksimaalne fütaatide ja Fe suhte raua piisavaks imendumiseks)
- Enim varieerus fenoolid üldsisaldus soja- ja hernevalgul põhinevates lihaalternatiivides.
 - Fe biosaadavuse seisukohalt kasulik

Näiliselt identsed toiteväärtused, aga ...

scientific reports

OPEN

A metabolomics comparison of plant-based meat and grass-fed

Check for updates

- **Metabooloomika** uuringud võimaldavad selgitada **erisusi** taimsete alternatiivide ja loomsete toiduainete vahel, aga **uuringuid on vähe**.

Suured erinevused toitainete sisalduses, mil on füsioloogiline, põletikuvastane ja/või immunomoduleeriv roll.

Seega, neid tooteid ei tohiks pidada toitumise seisukohalt hinnatuna omavahel asendatavateks!

sulfurool, syringic acid, tyrosol, and vanillic acid were amongst those only found in the plant-based meat alternative. Large differences in metabolites within various nutrient classes (e.g., amino acids, dipeptides, vitamins, phenols, tocopherols, and fatty acids) with physiological, anti-inflammatory, and/or immunomodulatory roles indicate that these products should not be viewed as truly nutritionally interchangeable, but could be viewed as complementary in terms of provided nutrients. The new information we provide is important for making informed decisions by consumers and health professionals. It cannot be determined from our data if either source is healthier to consume.

erinevused erinevates aminohapetes, dipeptiidides, vitamiinides, fenoolides, tokoferoolides, rasvhapetes, antioksüdantide sisalduses.

imse

vahel

itide

ide,

Taimsete piimaalternatiivide toiteväärtuslikud omadused

	Toode	ω -6/ ω -3	
<ul style="list-style-type: none"> Taimsetel piimaalternatiividel on väiksem aminohapetesisaldus (sh seeduvus) ja väiksem aminohapetus kui loomsetel saadustel. Enamik piimaalternatiividele ei saa nad olla hea valguallikas. 	Lehmapiim	(2-3):1	
	Mandlijook	(127-235):1	
	India pähkli jook	78:1	ω -6 \leq 1% valku; mistõttu
	Kookosjook	(11-18):1	
<ul style="list-style-type: none"> Suuri erinevusi esineb koostises ja kontsentratsioonis Mono- ja küllasainetega kookosjookis. Kõikides taimsetes jookides, va. kookosjookis. Piim sisaldab kõrgemat ω-3 suhet kui loomsetel saadustel. 	Kanepijook	30:1	ainete ning rasvade
	Kaerajook	(84-105):1	
	Riisijook	(92-175):1	aimsetes jookides, va.
	Sojajook	(7-8):1	
	Speltajook	112:1	ω -3 suhe.
<ul style="list-style-type: none"> Piima glükeemiline indeks (GI) on 46,93, siis taimsetel alternatiividel varieerub GI 47,53-99,96. 			

Toiduohutus: mikrobioloogilised ohud (1)

- Iga uus taimne alternatiiv toob kaasa **uued ohutus- ja kvaliteediriskid**, millega toidutootjal tuleb arvestada:
 - koostisosade uudsus ja mitmekesisus → tundmatud mikroobid
 - puuduvad mikrobioloogilised kvaliteedikriteeriumid ning ennustusmudelid taimsete piima- ja lihaalternatiivide kohta.
- Toorainena kasutatavad taimsed valgud võivad olla saastunud **erinevate termofiilsete spore moodustavate mikroobidega**.
 - Taimsete piimaalternatiivide tootmisel kasutatav UHT töötlus võib osutuda ebapiisavaks termofiilsete bakterite (nt *Geobacillus stearothermophilus*) eoste inaktiveerimiseks.
 - Endospore moodustavad bakterid (nt *Bacillus*, *Clostridium* spp) võivad olla vastupidavad taimsete lihaalternatiivide tootmisel kasutatavale ekstrudeerimisele.
- Toorainete ja väljatöötatud toodete põhjalik mikrobioloogiline analüüs on vajalik **tuvastamiseks ja iseloomustamiseks asjakohaseid riknemist põhjustavaid ja potentsiaalselt ohtlikke mikroorganisme**.

Toiduohutus: mikrobioloogilised ohud (2)

- Taimsed joogid soodustavad perekonna *Listeria*, *Salmonella*, *Bacillus* ja *Paenibacillus* liikide kiiret kasvu.
- Puuduvad uuringud, mis käsitleksid taimsete jookide potentsiaali toidupatogeensete ja riknemist põhjustavate mikroobide kasvu toetamiseks.
 - Bartula jt (2023) leiud näitavad, et *Listeria* ja *Salmonella* kui ka *Paenibacillus* võivad taimsetes jookides areneda kiiremini kui lehmapiimas.
 - *Bacillus subtilis*'e kasv temperatuuril 20 °C oli kiireim ja/või samaväärne lehmapiimas ja taimsel mandlijoogil.
- Üldiselt sisaldavad taimsed joogid madalamas kontsentratsioonis toitaineid kui lehmapiim, kuid pakuvad selgelt piisavalt toitaineid, et toetada sarnast mikroobide kasvukiirust.

Toiduohutus: mikrobioloogilised ohud (3)

- Mikrobioloogilistel põhjustel taimsete piima- ja lihaalternatiivide tagasikutsumiste juhtumeid on seni vähe.
- Mõned näited registreeritud juhtumidest RASFF (*Rapid Alert System for Food and Feed*):
 - 2022. a Oatly kaerajook – saastunud *Bacillus cereus*'ega (tooted kutsutati tagasi Soome ja Eesti turult; 2 haigusejuhtumit ja 27 muud tervisekaebust)
 - 2023.a algul kutsuti Ameerika Ühendriikides turult tagasi taimsetel valkudel põhinev imikupiimapulber. Tuvastati patogeenne bakter *Cronobacter sakazakii*.
 - 2023. a jaanuaris tuvastati Prantsusmaalt pärit veganjuustu alternatiivide saastumine *Listeria monocytogenes*'ega
 - 2023. a veebruaris kutsuti Austraalis müügilt tagasi mandlijook, kuna järelevalve käigus tuvastati tootes botuliini toksiin (*Clostridium botulinum*).

Toiduohutus: mikrobioloogilised ohud (4)

- Taimsete lihaanalogoogide toiduohutuse riski kohta on saadaval vaid vähesed andmed.
 - Yadav jt (2015) võrdles kanaliharulli ja selle taimse alternatiivi mikroobset riknemist, kuid erinevusi ei ilmnunud.
 - Geeraertsi jt (2020) uuritud vegan-, taime- ja putukatoodetel oli enamasti madalam bakterite arvukus kui lihatoodetes. Nendes toodetes, millel oli suhteliselt kõrge bakterite arvukus, domineerisid *Lb. sakei* ja *E. faecium*.
- Metagenoomiliste ja metatranskriptomiliste meetodite kasutamine võib pakkuda lisateavet, et saada paremat ülevaadet taimsete alternatiividega seotud muutuvatest mikroobikooslustest.

Toiduohutus: keemilised ohud

OHT	TERAVILI	KAUN- VILJAD	SEEMNED	PÄHKLID	KARTUL	SEENED
Allergeenid	X	X	X	X	X ³	X ²
Antitoitained	X	X	X	X	X	X
Raskmetallid	X ²	X	-	-	X	X
Mükotoksiinid	X ²	X	X ²	X ²	X ²	-
Taimekaitsevahendid ja biotsiidid	X	X	X ²	X	X	X
Taimetoksiinid	X	-	X ²	-	-	-
PAH	X	-	X ²	-	-	-

X - üldine oht; X² - mõningane oht; X³ - esineb harva

Keemilised ohud: antitoitained

ANTITOITAINED

- Saponiinid → mõjutab vitamiinide A ja E ning lipiidide absorptsiooni
- Fütiinhape → vähendab raua ja tsingi absorptsiooni
- Lektiinid → vähendab toitainete absorptsiooni
- Ensüümide inhibiitorid → vähendab valgu seeduvust

Antitoitainete vähendamise võimalused: jahvatamine, leotamine, idandamine, fermenteerimine, termiline töötlus

KAUNVILJAD



Fütiinhape: 386-714 mg/100 g
Saponiinid: 106-170 mg/100 g
Tsüaniidid, tanniinid, trüpsiini inhibiitor, oksalaadid

(PSEUDO-)TERAVILJAD



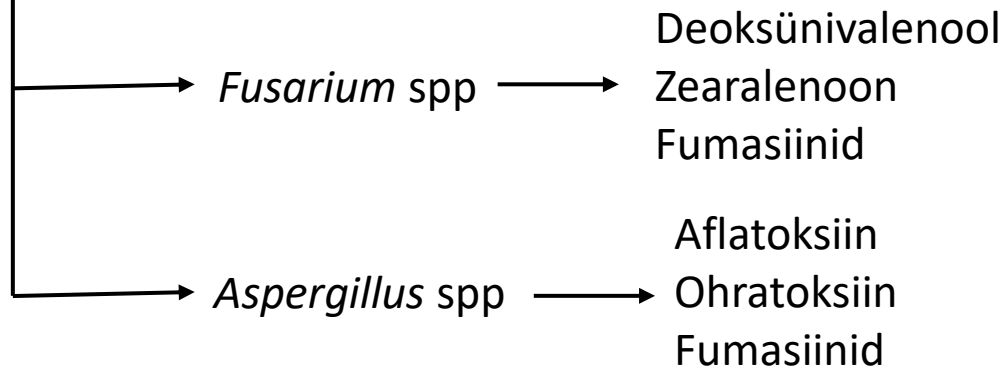
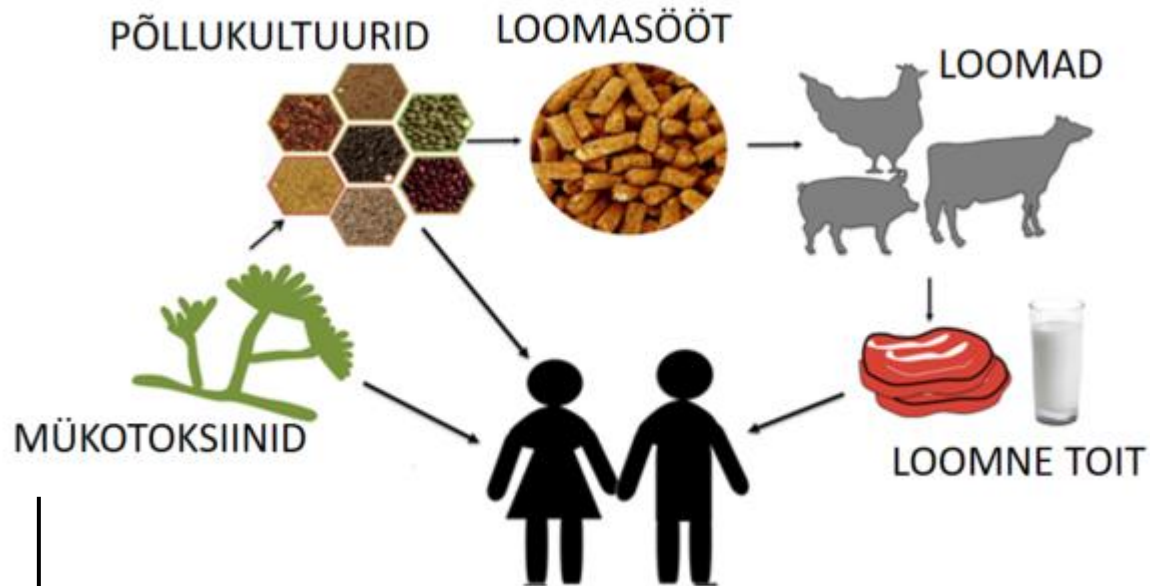
Oksalaadid 35-270 mg/100 g
Fütiinhape 50-74 mg/100 g
Lektiinid, saponiinid, goitrogeenid

PÄHKLID, SEEMNED



Fütiinhape 150-9400 mg/100 g
Oksalaadid 40-490 mg/100 g
Lektiinid 37-144 mg/100 g

Keemilised ohud: Mükotoksiinid



- Suurenenud ohu põhjused: kliimamuutused, taimse toidu tarbimise suurenemine
- Taimsetest piima- ja lihaalternatiividest on leitud mükotoksiine kui ka alkaloidide.
- Kõrgeim AFB1 kontsentratsioon on tuvastatud Itaalias **sojavalgu põhistes burgerites (10,1 µg/kg)**; võrdluseks EL seatud kõrgeim piirmäär AFB1-le pähtlites on 8 µg/kg.
- Enim kasutatud **kaunviljadel** põhinevate lihaalternatiivide (soja, hernes, kikerhernes) mükotoksiinide ja taimsete alkaloidide tase **ei ole Euroopa Liidus seni reguleeritud**.

Keemilised ohud: Kantserogeensed jm ühendid

- **Kantserogeensete ühendite** esinemise kohta taimsetes lihaalternatiivides **on vähe infot**.
- He jt (2020) viisid läbi sõeluuringu, millega hinnati toksiliste ühendite, nagu N-nitrosodietüülamiin (NDMA) ja polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud, esinemist müügilolevates taimsetes lihatoodetes.
 - Ühes kuumtöödeldud lihaalternatiivis tuvastati NDMA kontsentratsioon $1,5 \pm 0,1 \mu\text{g}/100 \text{ g}$.
- Muid saasteaineid, nagu raskmetallid ja pestitsiidid, mis pärinevad toormest või ümbritsevast keskkonnast, ei ole taimsetes lihaalternatiivides uuritud.
 - Raskmetalle akumuleerivad hästi kaunviljades.
- Toksiliste mikroelementide, sealhulgas As, Cd, Hg ja Pb, sisaldus taimsetes jookides **on olnud väga madal** ega kujutanud tarbijatele ohtu (Astolfi jt 2020; Anakwue 2021)



Kokkuvõte

- Kuigi taimseid piima- ja lihaalternatiive propageeritakse inimeste ja keskkonna tervisega seotud põhjustel, võib see seada suure osa elanikkonnast suuremasse toitainete puudusesse ja suurendada sellega kaasnevate terviseprobleemide riski.
- Vajalikud on uuringud, et paremini mõista, kuidas erinevate toitainete olemasolu ja puudus taimsetes piima- ja lihaalternatiivides mõjutavad lühi- ja pikaajalist tarbijate tervist.
- Taimsete piima- ja lihaalternatiivide arendamisel tuleb rohkem tähelepanu pöörata toitainete biosaadavusele kui ka keemilise ja bioloogilise ohutusega seotud aspektidele.

Tänaan kuulamast!