BioCC
Bio-Competence Center

Euroopa Maaelu Arengu Põllumajandusfond: Euroopa investeeringud maapiirkondadesse

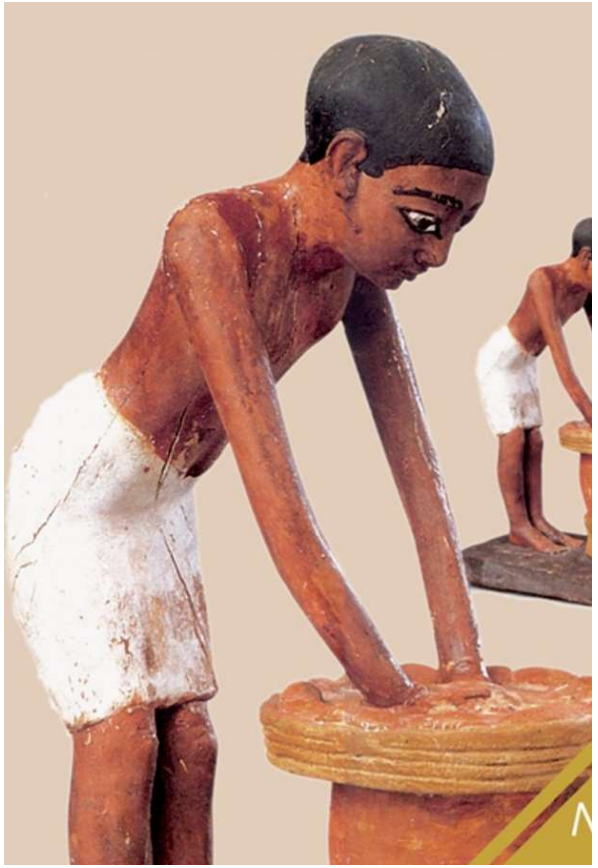
Hügieeni roll ja tulevik

Epp Songisepp PhD,
BioCC vanemteadur

10.02.2022

EPKK Toiduohutuse konverents 2022





- Toidukäitleja peab tagama, et toit ja tootmine vastavad mikrobioloogilistele kriteeriumidele
  - St mikroorganismide hulk ei ületa kehtestatud mikrobioloogilisi piirmäärasid / ei sisalda mikroorganisme, mille haigusi põhjustavad omadused on tõestatud.

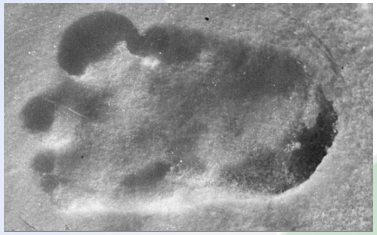
- Euroopa Liidus piirmäärad toiduainete mikrobioloogiliste kriteeriumide kohta kehtestatud Komisjoni määrusega (EÜ) nr 2073/2005
  - Toiduohutuskriteeriumid
  - Protsessi hügieenikriteeriumid
  - Iga mikrobioloogilise kriteeriumiga ühendatud vastavad standardmeetodid

- **Rutiinanalüüs**: klassikaline mikrobioloogia (väljkaülvimeetod)

Akrediteeritud metoodikad,
Valdeeritud / verifitseeritud – tulemuste jälgitavus, kontrollitavus, kindlustunne.

- **Eksperimentaalsed metoodid,** *pigem teadus, kui igapäeva praktika*: oomikad – suure läbilaskevõimega, võimalik jälgida hügieeniprotsesside või keskkonnakvaliteediga seotud mikrobioomi koostist ja selle muutusi
  - e-DNA, metagenoomika või amplikonsekveneerimine jm

Keerulisemad valideerida



- **Kombinatsioonid eelenevast** – klassikaline mikrobioloogia kombinatsioonis MALDI TOF MS, RT-qPCR, ELISA



Uued väljakutsed



Muutused tarbijate toitumis- ja ostuharjumustes

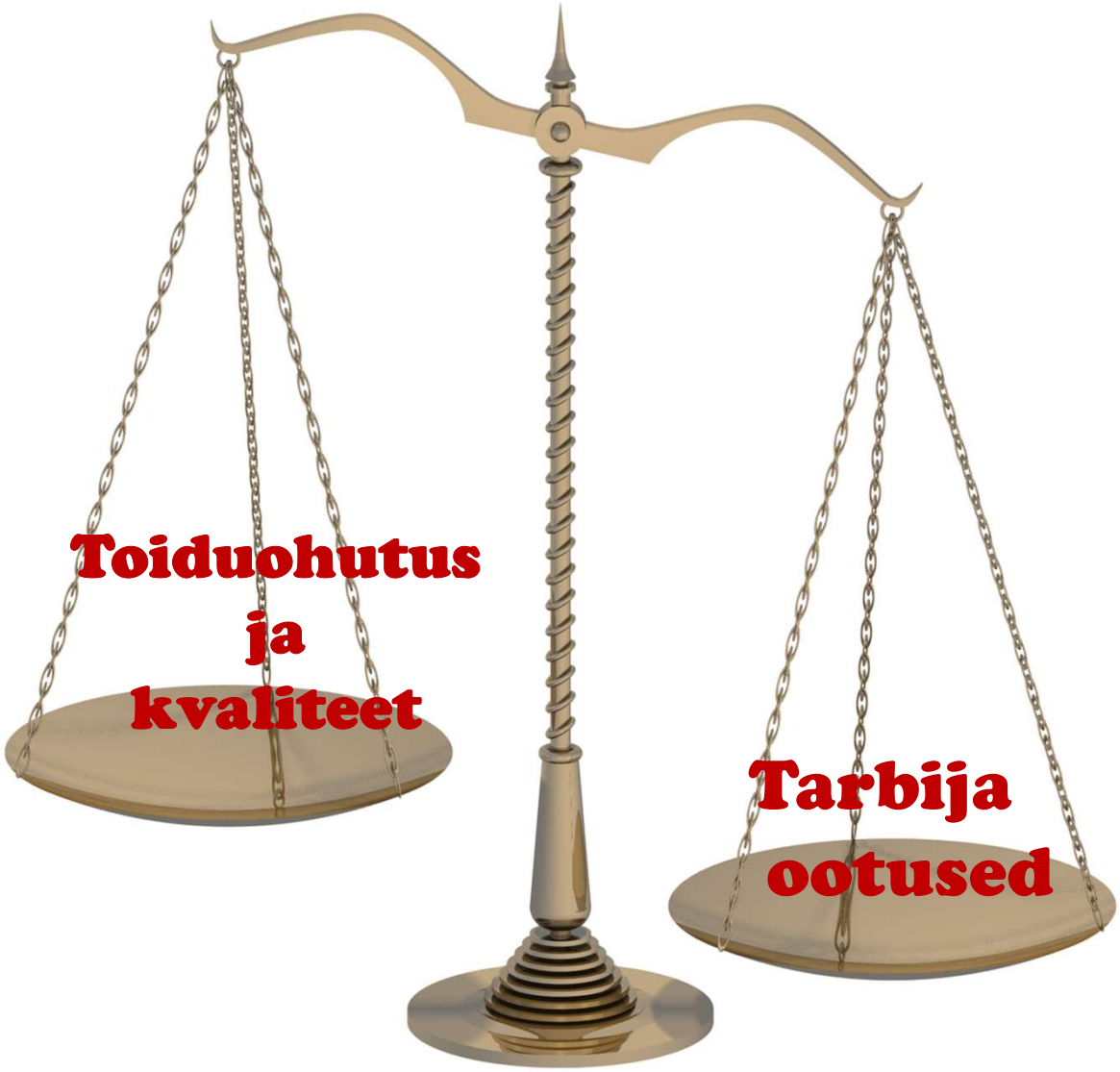
- terviseprobleemid, elustiili valik, heaolu tõus …

→ nõudlus uut tüüpi toiduainete järele (nt taimsed või „ei sisalda“ (‘*free from’*))

Toidukäitelmisettevõtetel võimalus

- laiendada oma äritegevust,
- laiendada nomenklatuuri
- avardada tootearenduse piire,
- tuua tooteid kiiremini turule





Muutused tarbijate toitumis- ja ostuharjumustes ning uute tootetüüpide nomenklatuuri lisamine mõjutavad olemasolevaid tootmisviise

Liinile tuuakse uut tüüpi koostisosi, materjale ja uusi tehnoloogiaid

- Ruumikitsikus, eriti väiksemate ettevõtete puhul:
  - rahuldada nõudlust uut tüüpi toodete järele ettevõtte toomispinda laiendamata

- Ristsaastumise oht:
  - Uute koostisosade kasutamine olemasolevas tootmissüsteemis, eriti
    - taimsete koostisosade toomine tootmisliinile, kus toodetakse ka mittetaimseid tooteid,
      - võib suurendada senini ohjatud toiduohutuse riskide tõenäosust ja raskusastet
    - Saaste võib kergesti edasi kanduda ladustamise, koostisosade kaalumise ja mõnikord ka laoseisu kontrollimise ajal

Senised ohjemeetmed ei pruugi uute toodete puhul enam asjakohased olla

- Tarbija nõudluse rahuldamise tuhinas võivad tähelepanuta jääda puhastusprotokollide õigeaegne muutmine, uute puhastusviiside-teemaline koolitus, õiged vahendid jm.

Tihti arutatakse puhastustegevuse muudatusi ja vaadatakse neid üle

- pärast toote lansseerimist,
- HACCP tagasiulatuva ülevaatuse tõttu või
- toote kvaliteedi ja ohutusega seotud probleemide tõttu

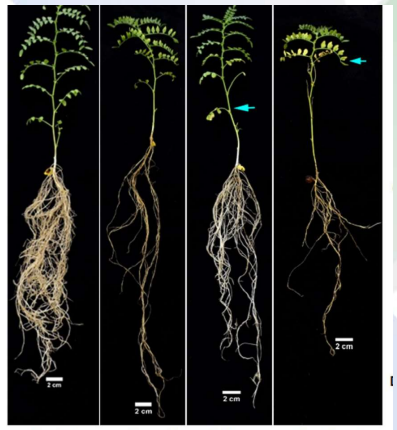
Toidutootmispiirkondade puhastusprotseduuride läbivaatamine tähtis, et minimeerida ristsaastumist.


Kliimamuutuse mõjud

- Temperatuuri ja õhuniiskuse muutused → stress elusorganismidele
  - Elurikkuse muutumine / vaesumine
  - Kahjurite migratsioon, koos sellega uued patogeenid
  - Looma- ja taimehaiguste riski suurenemine (stress + patogeen)

  - Mikroobide kiirem paljunemine,
    - muutused taime mikrobiootas
    - suurem toidutoorme saastumise oht mikroorgamismide ja looduslike toksiinidega (nt mükotoksiinid)





[E] Sinha et al., 2019, Scientific Reports

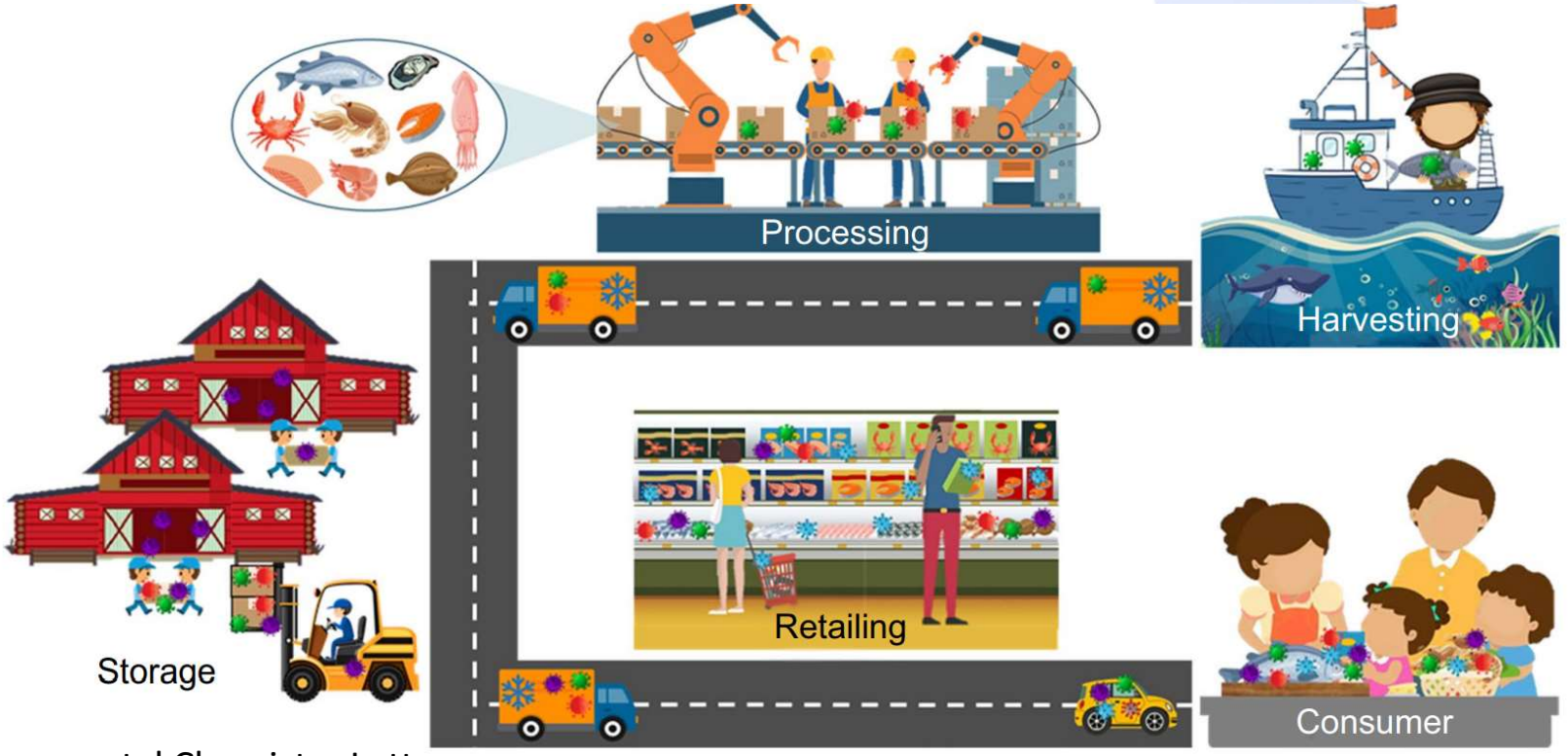
- Tuntud patogeenid kolivad uudsetesse toiduainetesse
- Uute patogeenide esilekerkimine toidutoormes (eriti loomses toormes)
- Mikroobide liikumine toiduahelas uude nišši
  - potentsiaalsed uued toidupatogeenid / toidu kvaliteedi mõjutajad
- Toidu tootmise ja turustamise jätkuv globaliseerumine

Patogeensuse spektri muutus ajas (virulentsusfaktorid, mobiilsed genenetilised elemendid, mutatsioonid)

- Alates 1977. aastast on uusi toidu kaudu levivaid patogeene tuvastatud ligikaudu üks iga kahe aasta tagant (Tauxe, 2002, 2012)
- Paljud neist on zoonootilise päritoluga, peremeesorgamismi kommensaalid
- Nakatusmisdoos inimesel suhteliselt madal

SARS-CoV-2 „talust taldrikule“?

- Pandeemial zoonootiline päritolu – toorme ja elusloomade antisanitaarne käitlemine
- Viiruse edasikandumist toidu kaudu ei ole tõestatud, kuid



Han et al., 2020 Environmental Chemistry Letters

Toidu kaudu levivad viirused

Foodborne viruses[a].

Virus	Genomic type	Family	Disease	Transmission	Main contaminated foods
Norovirus	Single-stranded RNA	*Calciviridae*	Gastroenteritis	• Directly from person-to-person • Via contaminated water and food	Bottled water, imported frozen raspberries, oysters, Frozen strawberries, and lettuce, crustaceans, shellfish, mollusks, and leafy greens
HAV	Single-stranded RNA	Picornaviridae	Hepatitis A	• Fecal–oral route (eating contaminated food or water) • Rarely by infected blood products	Seafood, strawberries, frozen berries, pomegranate arils, hamburgers, green onions, milk, and ice-slush beverages
Human rotavirus	Double stranded RNA	Reoviridae	Rotaviral enteritis	• Fecal-oral route • Via aerosol droplets between people	Water
HEV	Single-stranded RNA	*Hepeviridae*	Hepatitis E	• Fecal-oral route (contamination of drinking water supplies with human feces) • Zoonotic foodborne • Person-to-person • Iatrogenic	Water, vegetable strawberries, raspberries, shellfish (oysters, bivalves, and mussels), undercooked meat (pork, wild boar, or Sika deer)

Virus	Genomic type	Family	Disease	Transmission	Main contaminated foods
Astrovirus	Positive-sense single-stranded RNA virus	Astroviridae	Astroviral diarrhea	• Fecal-oral route (contaminated food, water, and fomites)	Water, leafy green vegetables and soft fruits, shellfish (clams, mussels, and oysters), salads, sandwiches, garnishes, and turkeys
Adenovirus	Double-stranded DNA virus	Adenoviridae	Respiratory tract infections Gastroenteritis Ocular infections	• Foodborne and waterborne transmission	Water, ice, sausage dish, shellfish (clams, mussels, and oysters), strawberries, frozen berries, and leafy green vegetables
Aichi virus	Positive-sense single-stranded RNA	Picornaviridae	Gastroenteritis	• Fecal–oral route	Oysters and seafood
Sapovirus	Linear positive-sense single-stranded RNA	Caliciviridae	Gastroenteritis	• Fecal-oral route (contaminated food and water) • Environmental sources • Person-to-person contact	Salad, river water, and Oyster

Yekta et al., (2021)

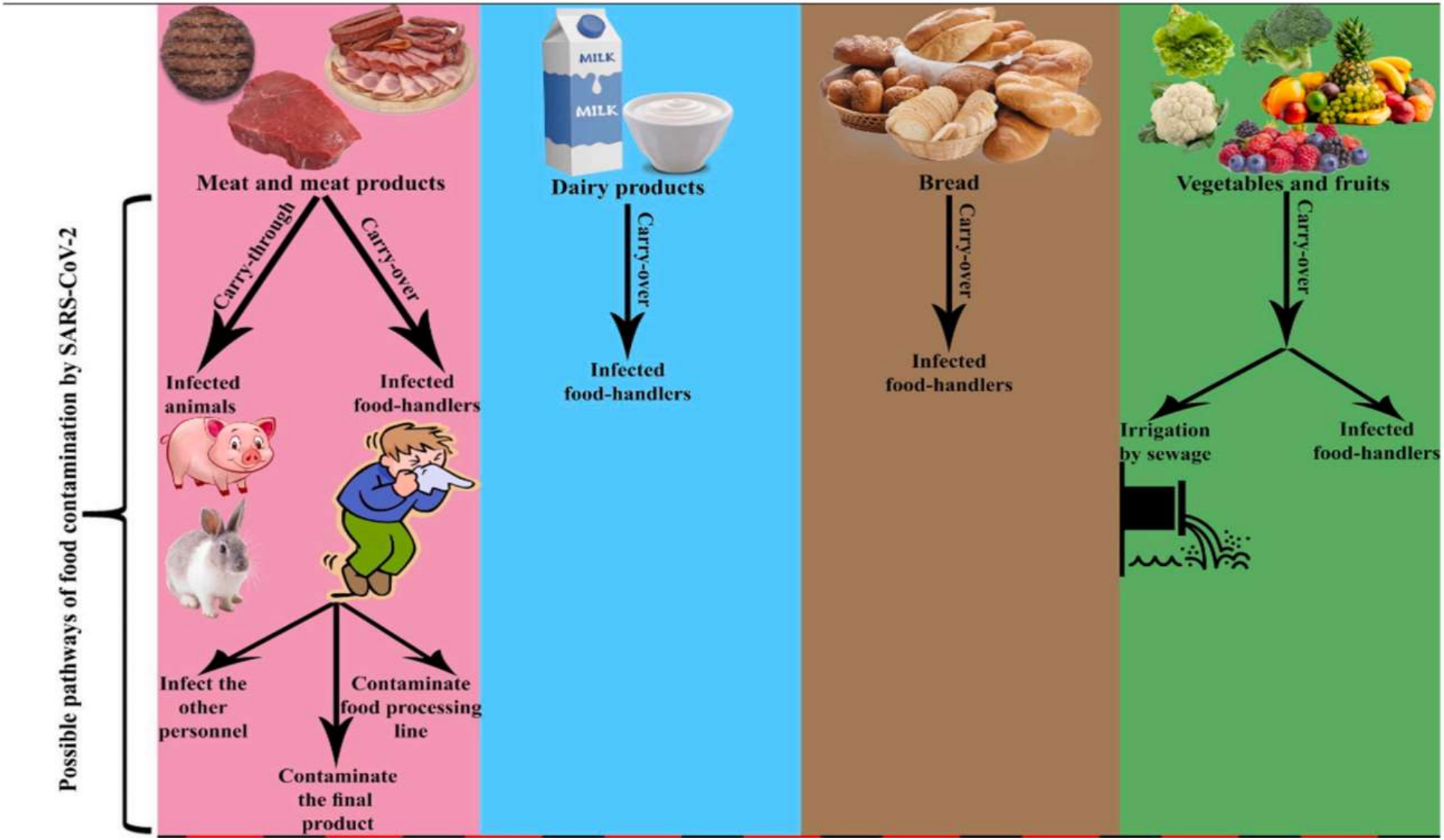
Virus	Genomic type	Family	Disease	Transmission	Main contaminated foods
SARS-CoV	Positive-sense single-stranded RNA	Coronaviridae	Respiratory infection Gastroenteritis	• Person-to-person • (respiratory secretions • Fecal-oral route (zoonotic, or food handler transmission)	Bats, civets, or raccoons
MERS	Positive-sense single-stranded RNA	Coronaviridae	Respiratory infection Gastroenteritis	• Zoonotic transmission • Person-to-person • Fecal-oral route (zoonotic, or food handler transmission)	Dromedary and bats
SARS-CoV-2	Positive-sense single-stranded RNA	Coronaviridae	Respiratory infection Gastroenteritis	• Person-to-person • Zoonotic transmission • Fecal-oral route (zoonotic, or food handler transmission)	Bats, pigs, and rabbits, pangolins, turtles, and snakes

Yekta et al., (2021)

Püsib lõhekalal elujõulisena 4 ◦C juures 8 päeva ja 2 päeva +25 ◦C (Dai et al. 2020)
SARS-CoV-2 isoeeritud külmutatud toidust

Viirus võib ellu jääda keskkonnas ja toiduga kokkupuutuvatel pindadel (plastik, puit, kumm ja roostevaba teras)

- Nt Leitud lõikelaudadelt (Han et al., 2020)
- Seega - lihakäitlemispinnad potentsiaalne levikutee



Yekta et al., (2021) Food Control



Industrial preventive measures	Meat and meat products	Dairy products	Bread	Vegetables and fruits
	☑ Providing raw materials from a supplier possessing GAP, GHP and GMP	☑ Providing raw materials from a supplier possessing GAP, GHP and GMP	☑ Providing raw materials from a supplier possessing GAP, GHP and GMP	☑ Providing raw materials from a supplier possessing GAP, GHP and GMP
	☑ Controlling COVID-19 symptoms in personnel	☑ Controlling COVID-19 symptoms in personnel	☑ Controlling COVID-19 symptoms in personnel	☑ Controlling COVID-19 symptoms in personnel
	☑ Training personnel regarding COIVD-19 and the possible transmission routes	☑ Training personnel regarding COIVD-19 and the possible transmission routes	☑ Training personnel regarding COIVD-19 and the possible transmission routes	☑ Training personnel regarding COIVD-19 and the possible transmission routes
	☑ Paying attention to individual self-hygiene	☑ Paying attention to individual self-hygiene	☑ Paying attention to individual self-hygiene	☑ Paying attention to individual self-hygiene
	☑ Monitoring both the time and temperature of heat treatment to be sufficient	☑ Monitoring the applied heat treatment (e.g., sterilization and pasteurization) to be ample	☒ Avoiding the cross-contamination after the cooking process, especially in traditional bakeries	☑ Washing the commodities by the proper sanitizers, e.g., chlorine solutions, quaternary ammonium compounds (QACs), & peracetic
	☑ Washing surfaces, especially those in direct contact of foods with proper sanitizers e.g., QACs, chlorine solutions, peracetic, isopropanol, and ethanol	☑ Washing surfaces, especially those in direct contact of foods with proper sanitizers	☑ Washing surfaces, especially those in direct contact of foods with proper sanitizers	☑ Washing surfaces, especially those in direct contact of foods with proper sanitizers

Yekta et al., (2021) Food Control

Paranenud isikukaitsevahendite kasutamine, rangem suhtumine sanitatsiooni (Djekic et al. 2021):

- pidime oma töötajaid täiendavalt koolitama
- rakendasime rangemaid isikliku hügieeni protseduure (kätepesu, füüsiline distants jne)
- pidime juurde ostma isikukaitsevahendeid (maskid, kindad, kaitseriietus)
- kohandasime tõhusamalt puhastust /desoprotseduure
- investeerisime puhastusseadmetesse

Taimepatogeenid vs inimene ja toiduhügieen

- Kuus perekonda (*Salmonella, Serratia, Enterobacter, Enterococcus, Pantoea* ja *Burkholderia*) põhjustavad sümptomeid nii taimedel kui imetajatel
- Levik: pigem termiliselt töötlemata toiduainetega (sh marjad, köögiviljad...)

Juhtumid, kus konkreetne taimepatogeen seostatakse haigussümptomitega ootamatul peremehel.

Enamik fütopatogeene oportunistlikud inimese vaatepunktist

- Riskirgupp: vananaev populatsioon, nõrgenenud immuunsus, kaasuvad terviseseiusndid (HIV, kasvajad, diabeet jm)
- Mao madal pH on taimepatogeenidele surmav
- Loomorganism nakatub enamasti nahavigastuste või hingamisteede kaudu
  - Nahanähud
  - Kopsupõletik
  - Baktereemia,
  - Mõned *Agrobacterium* spp tüved tekitavad vesiniksulfiidi (H_2S)

Taimse toorme kvaliteet

Taimepatogeenide peremeesliikide nakatumise molekulaarsed mehhanismid hästi iseloomustatud,
loomorganimsi nakkuse mehhanismid ebaselged.

- *Burkholderia spp (B.plantarii* ja *B. pseudomallei)* kasutavad erinevaid virulentsusfaktoreid taime ja inimese nakatamisel (Kim et al., 2020)
- *Pseudomonas syringae* kasutab loomade ja taimede immuunsüsteemi häirimiseks sarnaseid strateegiaid.

Pseudomonas syringae pv. tomato

Tomati fütopatogeen

Toodab effektovalke, mis murravad nii taime kui looma immuunsüsteemist läbi tubuliini /aktiini düsregutatsiooni kaudu → fagotsütoosi häirumine

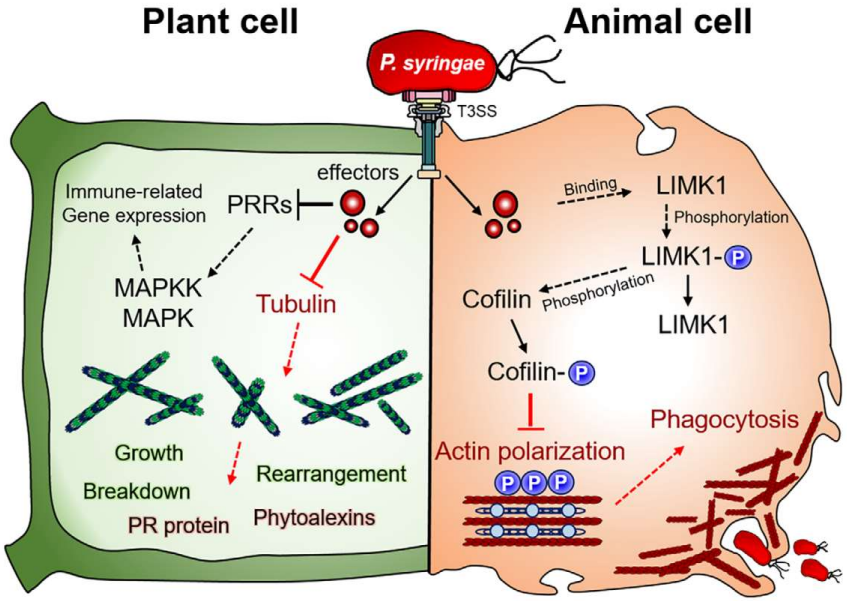


Fig. 2. Phytopathogenic bacteria effectors and their roles in plant and animal hosts. Bacterial effectors have specific roles in overcoming host defence systems.
In plant cells, effectors target host proteins involved in plant defence responses. For example, some effectors attack the defence system by inhibiting tubulin polarization, which is important for production of PR proteins and phytoalexins.
In animals, in macrophages, bacterial effector proteins target LIMK1, which acts upstream of actin polarization, for phosphorylation. Phosphorylation of LIMK1 induces phosphorylation of cofilin, which subsequently inhibits actin polarization and causes failure of phagocytosis.
LIMK, LIM kinase; MAPK, mitogen-activated protein kinase; PR protein: pathogenesis-related protein; PRRs, pattern-recognition receptors.

Yoon et al., (2018) Environmental Microbiology
Kim et al, (2020) Environmental Microbiology

Taimepatogeenid on potentsiaalsed inimepatogeenide reservuaarid
Seega oprtunistlikel taimpatogeenidel potentsiaal arendada välja spetsiifilisi virulentsusfaktoreid loomorganismi ründmiseks.

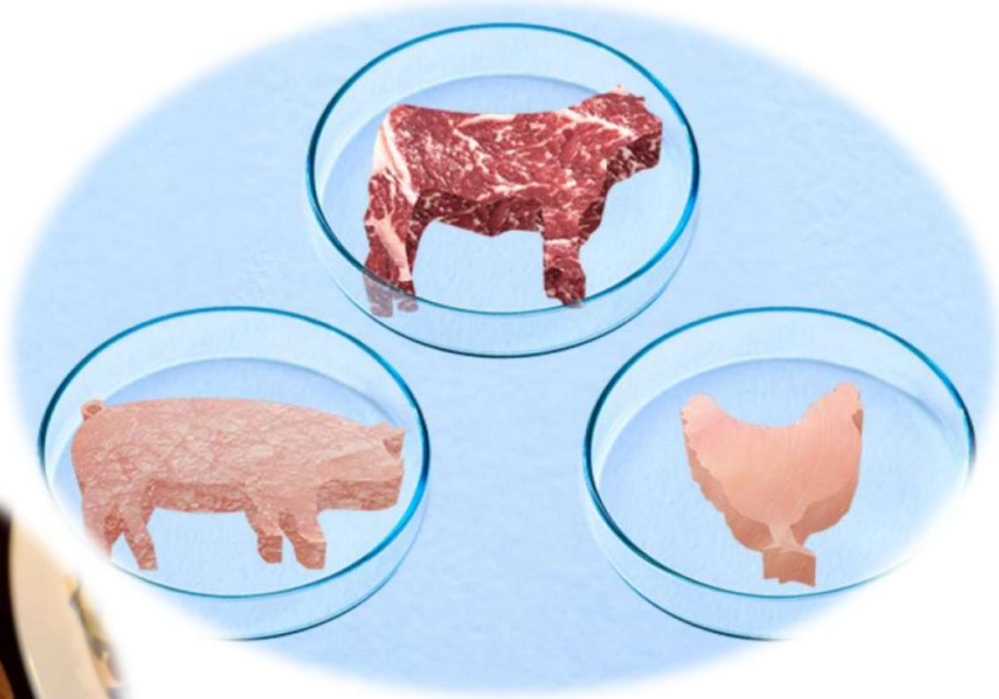
Mõju toidu kvaliteedile?

Toidutootmise keskonnas selekteeruvad eriliste omadustega / kohanenud mikroobitüved.

Uuendtoitude hügieeniprobleemid







Alternatiivsed valguallikad: vetikad, mükoproteiin, putukad

Toiduputukad, terved putukad või nende osad (EL) 2015 /2283
Putukapõhiseid tooteid ELi turul (enamasti *ready-to-eat*): tervete putukatena, putukate koostisosad, tooted, mis on segatud söödavate putukatega (batoonid, küpsised, snäkid).

Tõusutrendis eritoitude koostisosad, lihalaadsed tooted (nt burgerid), küpsetised ja funktsionaalsed toidud.











IPIFF Guide on Good Hygiene Practices

2019



for European Union (EU) producers of insects as food and feed



IPIFF: International Platform of Insects for Food and Feed

Steps involved in the production of edible insect products



Primary production:
Farming edible insects



Processing of insects for food: processing into insect ingredient(s) whole/powder/extracts



Final processing of insects for food: preparing insect-based food whole, powder, extracts / incorporated - burgers,



Sale and consumption: sale of product to end-customer

ipiff

Putukate mikrobiootas nii potentsiaalseid patogeene kui toidu kvaliteedi mõjutajaid
(Garofalo et al., 2020, Geeraerts et al., 2020; Stoops et al., 2016)

Bacillus spp, Clostridium spp, *Campylobacter spp, Pseudomonas spp, Acinetobacter spp, Proteus spp, Enterobacteriaceae*, sh *Cronobacter sakazakii, Escherichia spp, Haemophilus spp,* enterokokid (sh *E. faecium*) *Staphylococcus spp, Micrococcus spp, Propionibacterium spp*, *Weissella spp, Lactococcus spp,* hallitused / pärmid
+ viirused, algloomad





- Kuivatatud, pulbriline toode: *Staph. aureus, E.coli, Salmonella spp., Proteus spp* (Igbabul et al., 2014)
- Kuivatatud, röstitud, maitsetatud: *B. cereus, P. aeruginosa, Staph. aureus* (Braide et al., 2011)
- Pulber ja külmutatud putukad: **STEC – sekundaarne saastumine** ? (Müller et al., 2021)
- Töötlemata farmiputukad (Benelux)*: B. cereus*, 65% isloaatidest sisaldasid **tsereuliidi plasmiidi** (Vandeweyer et al.,2020)

- Ülekantava antibiootikumiresistentsuse reservuaar (Garofalo et al., 2019; Osimani et al., 2018)
  - tetratsükliin, erütromütsiin, β-laktaamid/karbapeneemid
  - Putukasööda roll?
- Kuivatatud toode: ***Toxoplasma gondii*** DNA (Percipalle et al., 2021)

Putukate kaasamine traditsioonilisse toidutootmisse

Toiduputukate töötlemine pulbriteks, pastaks, (valgu)ekstraktideks

Putukate jahvatamine vabastab seedetrakti mikrobioota, pulbri edasine käitlemine → tolm, osakeste lendumine

Pulbristatud putukad ja tolm: *B. cereus, Cl. perfringens*, *E.coli*, *coli*-laadsed, *Serratia liquefaciens*, *C. sakazakii, Campylobacter* spp., *L. monocytogenes* ja *L. ivanovii*, *Salmonella spp., S. aureus*, *Mucor spp., Aspergillus spp., Penicillium spp*. ja *Cryptococcus neoformans* (Grabowski at al., 2017).





Venimine *(“Leivatõbi”)*



Toiduputukate (värske) ja töödeldud toodete (terve putukas, pulber, jm) mikrobiootat hinnatatud nii väljakülvi kui molekulaarsete meetoditega

Töödeldud toodetel (kuivatatud, keedetud, praetud, röstitud, suitsutatud, marineeritud punases veinis, fermenteeritud, jm) (Garofalo et al., 2020)

• Üldarv	2 log- 8 log
• *Enterobacteriaceae*	2 log - 4 log
• *Coli*-laadseid	5 log -7 log
• *Escherichia coli*	kuni 2 log
• *Salmonella spp*	kuni 1 log
• Spoore moodustavad bakterid	kuni 3 log
• Sulfiteid redutseerivad klosrtiidid	2 log -4 log
• *Bacillus cereus, B cereus* grupp	kuni 7 log
• LAB	2 log-5.5 log
• *Staphylococcus* spp	kuni 4 log
• Hallitused-pärmid	2 log - 8 log



- Erinevad putukate liigid
- Erinevad riigid
- Loomapidamistingimused vs metsikud putukad
- Haigete putukate eemaldamine karjast – kuidas?

- Töötlemisviis
  - Protsessi optimeerimine
    - Nt spooride aktivatsioon
- Raskmetallide, veterinaarravimite, pestitsiidide jäägid.
- Mükotoksiinid
- Otsene allergia ja ristreaktsioonid putukavalgule ja kitiinkestadele
- Kui lahti pääsevad, mis siis?

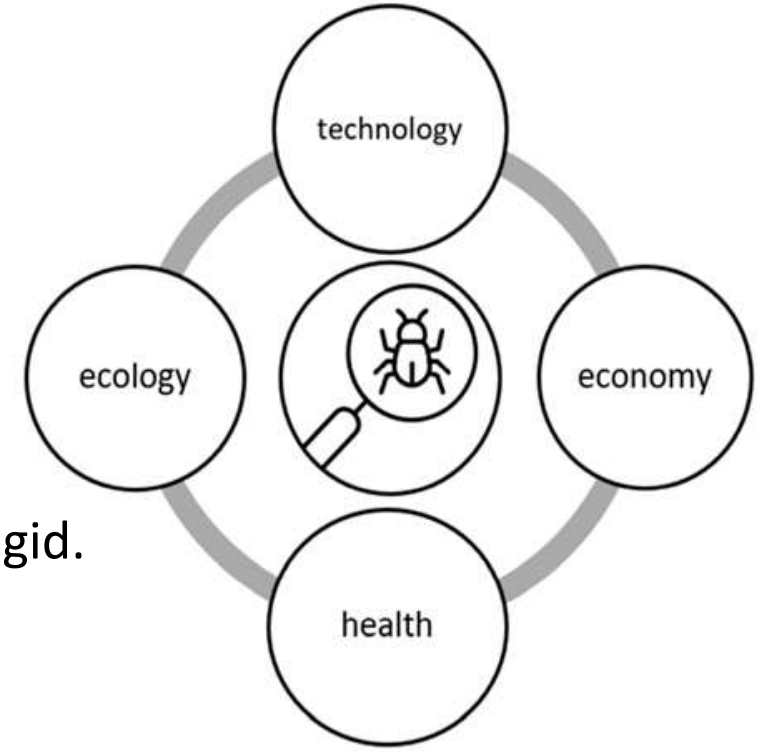


Figure 1. Gaps in the areas of knowledge concerning the edible insect market.

Skotnicka et al., (2021) Foods

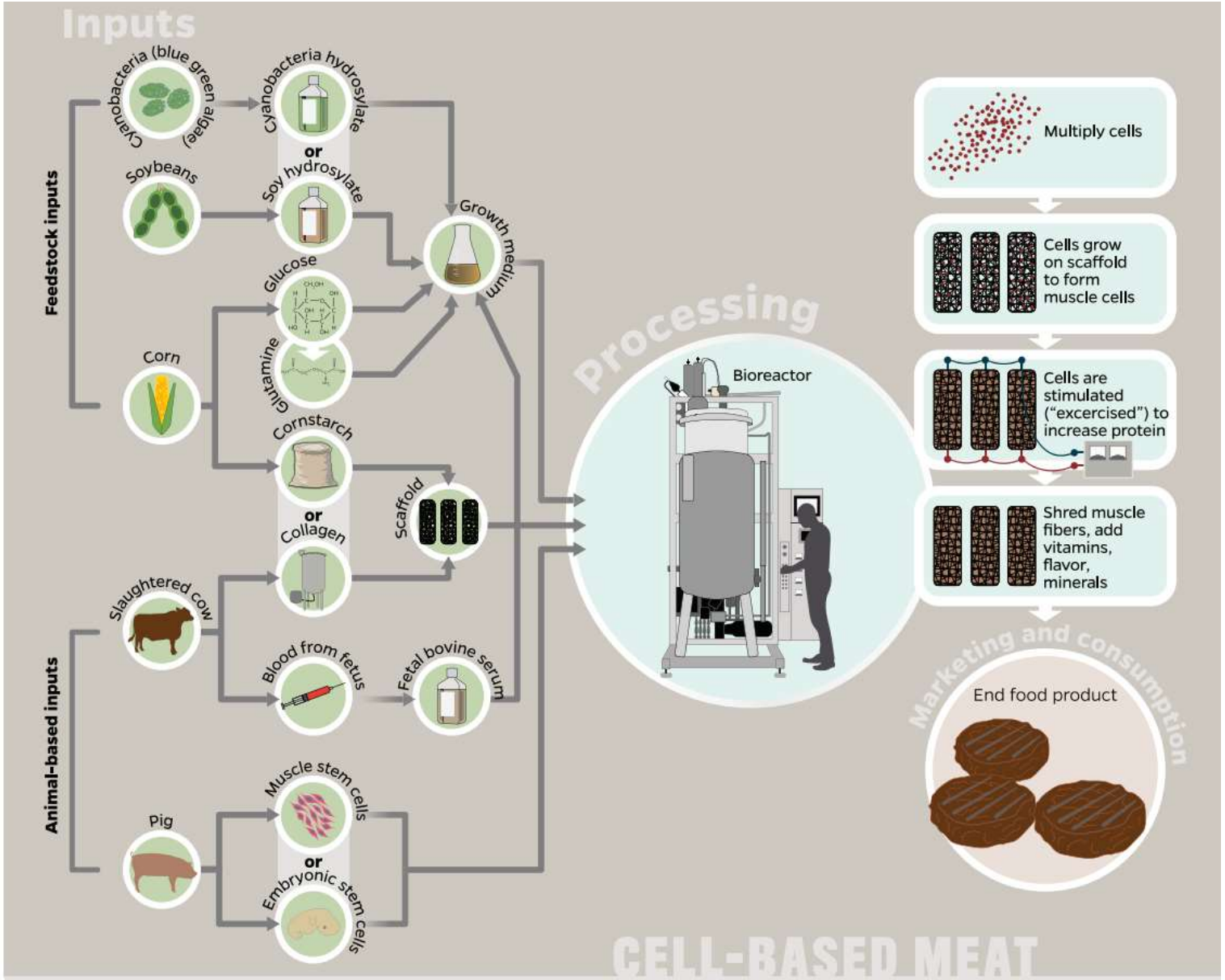
Rakukultuuritooted

“Katseklaasiliha”, kultiveeritud / rakupõhine liha (*cell cultured meat*)

Katseklaasiliha võibolla segatud sideainete, maitseainete, traditsioonilisele lihale tavapäraste lisanditega,

Tooted jäljendavad tradtisioonilisi lihatooteid: hamburgerid, lihapallid, praed, kanatiivad, krevetid, fileed jm





Santo et al., 2020 Frontiers in Sustainable Food Systems

vegconomist
– the vegan business magazine –

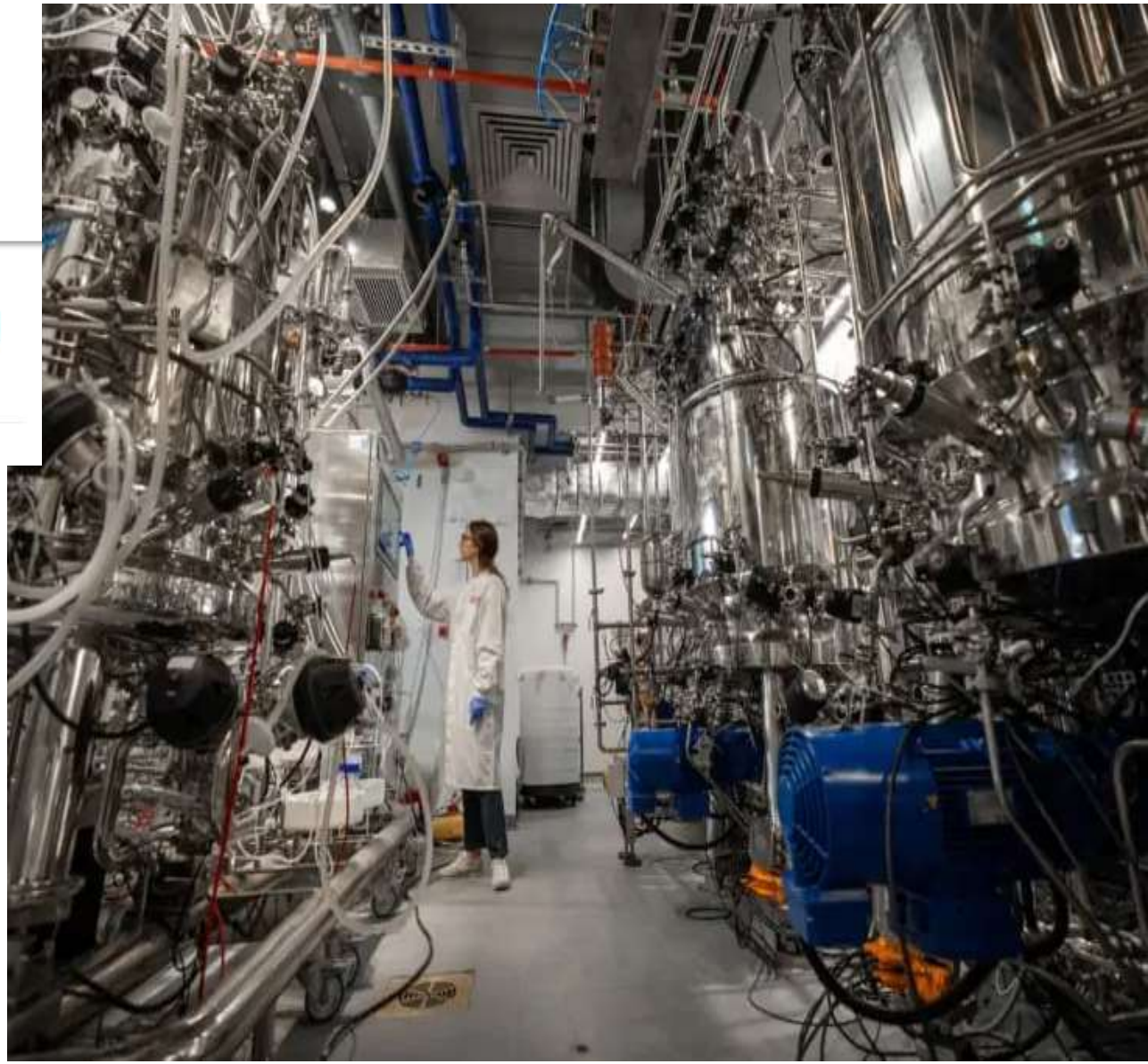
ALL NEWS TOP STORIES BY REGION INTERVIEWS NEW PRODUCTS MORE

NEW! DISCOVER EUROPEAN ENGINEERING FOR PLANT-BASED EXCELLENCE

» Cultivated

Future Meat Opens "World's First" Industrial Cell-Cultured Meat Facility, Will Produce 500kg Per Day

June 28, 2021



Israeli food-tech company [Future Meat]



vegconomist
– the vegan business magazine –

MeaTech: "We Believe Cultured Meat Will Ultimately Change the Relationship Between Food Production and Agriculture"

April 29, 2021

MeatTech, the Israeli developer of 3D-printed cell-cultured meat, was the first in its category to become public, having become listed on the Tel Aviv stock market last year and this March becoming the first lab-grown meat company listed on Wall Street, with a Nasdaq IPO.

- Ükskõik kui edev tehnoloogia, ikkagi haavatav mikrobiaalse saastuse poolt, sest
  - tegeletakse mikroobidele toitaineliselt sobivate substraatidega
  - uued etapid, mis traditsioonilises toidutööstuses puuduvad
  - uute koostisosade või kasutusel olevate komponentide kasutamine traditsioonilisest suuremates kontsentratsioonides

- Saastumine bakterite, seente, viiruste ja prioonidega võib esineda tootmisprotsessi erinevates etappides
- Saastuse allikad: doonorloomad, personal, rakuliinid, tarvikud, söötmekomponendid, seadmed
- Ristsaastumine

- Doonorlooma tervislik seisund,
  - biopsiaga kaasa sattunud mikroobide-viiruste –parasiitide võime katseklaasiliha tootmisprotsessis ellu jääda / paljuneda (?)
- Vedel lämmastik, milles rakukultuure säilitatakse, säilitab hästi ka mikroobe
- Loomset päritolu lisandite (nt trüpsiin, kollageen, aminohapped jm) puhtus

Tarbija tervisele ohtlikud ühendid, kogused / jäägid võrreldes traditsioonilise lihatoodetega

- Allergeenid: nisugluteeni kasutamine hüdrolüsaadina
- Kasvufaktorite jt signaalmolekulide lisamisne / teke rakkude kultiveerimisel
- Antibiootikumid, nende jäägid (biopsia võtmise ajal või söötme komponentidel lisatud)
- Rakkude kultiveerimisel kasutatavate materjalide jäägid lõpptootes

- Rakuliinide subkultiveerimisel füsioloogilisest kohanemisest või geenitriivist tingitud muutused morfoloogias, funktsioondes ja proliferatsioonikiiruses → algsest rakutüübist erinevad omadused,
  - Potentsiaalselt ohtlikud / allergeensed valgud / bioaktiivsed molekulid, tavaliselt lihas või mereandides ei esine

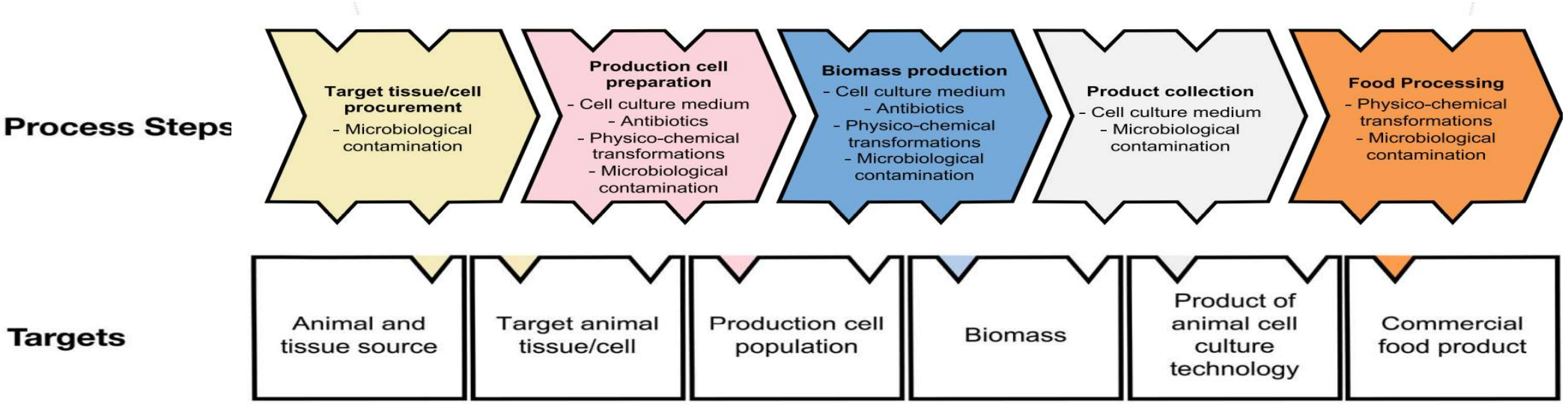
Koostise analüüs kui ohutushinnangu põhielement.

- Hõlmab makro- ja mikrotoitainete, bioaktiivsete ühendite, toksiinide ja allergeenide hindamist.
- “katseklaasiliha” võrdlemine tavapäraste toodetega

- Katseklaasiliha kui toorme allumine toidutöötlemisprotsessidele:
  - organoleptika mõnevõrra erinev,
  - lõpptoote stabiilsus, säilivus ja ohutus
    - ohtude hindamiseks *challenge-test* ehk nakkuskatse

- Kas olemasolevad **mikrobioloogilised kriteeriumid** tavapäraste liha- ja mereandide jaoks on kohaldatavad rakukultuuritoodete suhtes?
- Kas testide tundlikkus ja ulatus on piisavad rakukultuuri toodetes kasutatavate erinevate sisendite jaoks?
- Rakukultuuritoote proovi ettevalmistamine võib vajada modifitseerimist

- Analüüsimetoodikate kombineerimine
  - klassikaline väljakülvitehnika, ELISA, -oomikad, biosensorid?



Good Cell Culture Practice (GCCP) **HACCP** **GLP** **GMP** **Hazard Analysis and Risk-Based Preventative Controls (HARPC),**

Modif: Ong et al., 2020, Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety

“Katseklaasiliha” on uus toode

Suures mahus “katseklaasiliha” manustamise pikaajaline mõju tarbija tervisele, mikrobiootale ?



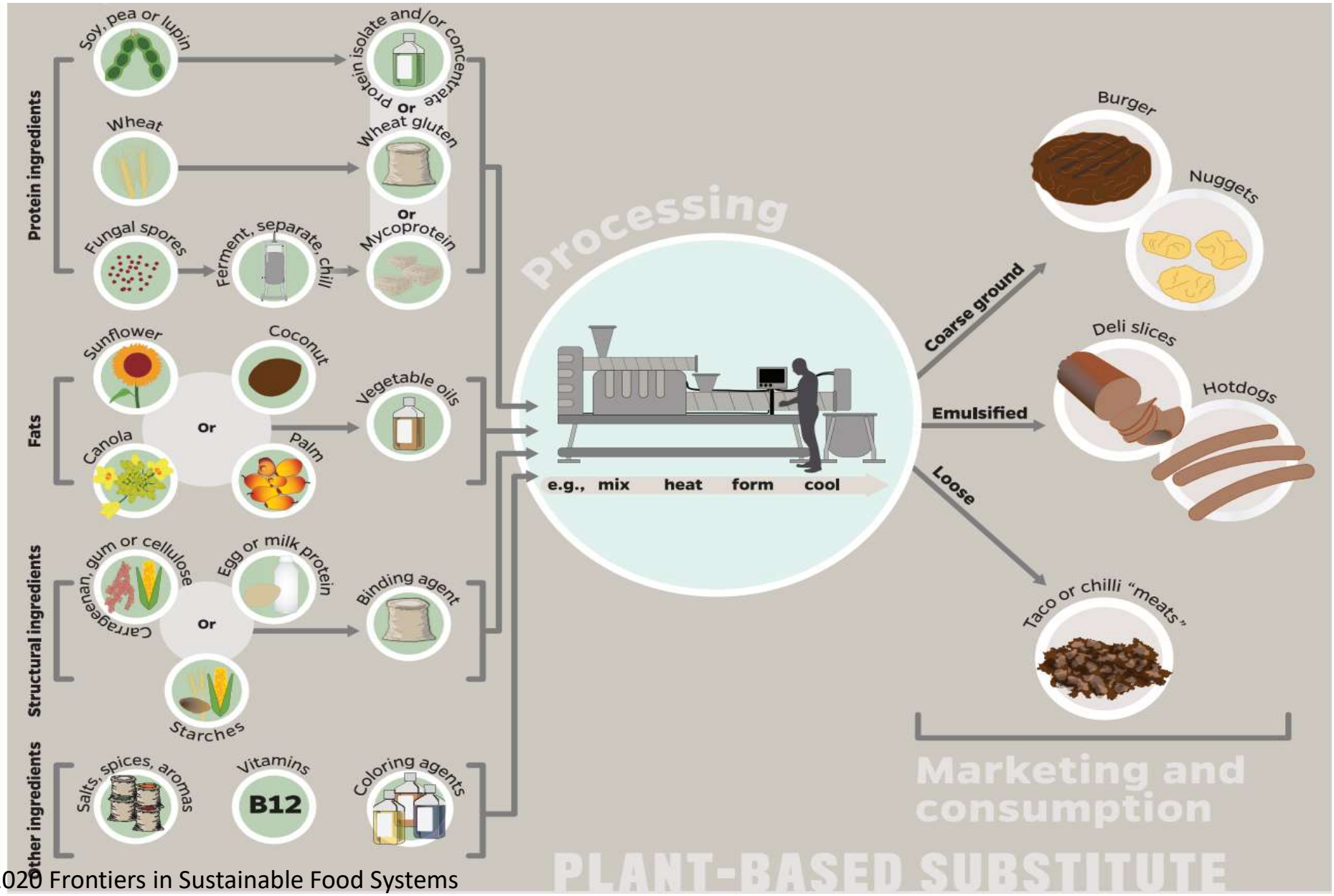
Taimsed liha alternatiivid (taimne “liha”)

1.0: Idamaades ajaloo- ja tradtsioonidega (tofu, tempeh, seitan jm), ei peeta päritolumaal otseselt liha asendajateks.
Sobis hästi ka lääne taimetoitlastele, liha maitse ei olnud olulne

2.0: Taimseid liha alternatiivine ei aktsepteerita, kui tootel pole lihalaadne struktuur, liha välimus ja maitse, kuni nt praadimata “hakkliha” vere-laadse nõreni välja







Santo et al., 2020 Frontiers in Sustainable Food Systems

Taimne “liha”

- käitub erinevalt traditsioonilistest lihatoodetest
  - tekstuur tavalisest lihast pehmem, keerulisem käsitseda, tekitab töötlemisel suurema deformatsiooniriski.
- seab töötlemisel täiendavaid nõudmisi
  - vedelike (õli, soolvesi jm) kogused mõjutavad toodete välimust, tekstuuri, maitset ja stabiilsust.

PROS

Pulbriliste taimsete valkude madal veeaktiivsus ei soodusta kasvumikroorganismidest.

Ekstrusiooni: kõrge temperatuuri ja kõrgsurve meetod (130 - 180°C, 20 - 50 bar) loob soovitud vormi ja tekstuuri, vähendab mikroobide koormust.

Ekstrusioon: võimaliku kontaminatsiooni tõhus hävitamine

KKP: aeg ja temperatuur





CONS

- Taimsetes liha alternatiivides kasutatakse palju lisaaineid (kui 20)

Tooraine puhtus!

Saastumisoht

- Mittesteriilsete koostisosade lisamisel pärast ekstrusiooniprotsessi
- Kriitline: tootmisjärgne käitlemine / pakendamine
  - Taimne “liha” vastuvõtlik töötlemisjärgsele mikroobsele riknemisele:
    - peaaegu neutraalne pH,
    - kõrge valgu- ja niiskusesisaldus

Soovitus: lõpptoodete pakendamisjärgsed töötlused (steriliseerimine, pastöriseerimine, külmutamine)

Lihatoodete mikroobiaalset ja keemilist ohutust on põhjalikult uuritud, taimsete “lihade” kohta vähe andmeid (Geeraerts et al., 2020; Wild et al., 2014)

- *Laktobatsillid (*nt *Lb. sakei),*
- *Carnobacterium spp*
- Enetrokokid *(Enterococcus faecium)*
- *Pseudomonas spp*
- Pärmid /halllitused
- Eostega bakterid: *Bacillus spp*. , *Clostridium spp*.
  - eosed võivad ekstrusiooniprotsessi üle elada

+ Mikroobiaalsed ensüümid ja metaboliidid

Saasteained (Joshi and Kumar 2015, He et al. 2020; Santo et al. 2020) :

- Allergeenid

Enamik sisaldab vähemalt ühte peamistest toiduallergeenidest,
Kõige tavalisemad: soja (leghemoglobiin) ja nisu (gluteen)
Mükoproteiinid

- Antitoitained (fütiinhapped, saponiinid, oksalaadid, valgu inhibiitorid jm)
- Raskemetallid
- Mükotoksiinid (aflatoksiinid)

- Kantserogeenid

Kõrgel temperatuuril töötlemisel tekkivaid kantserogeene polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud, nitrosamiinid, heterotsüklilised aromaatsed amiinid ei ole taimsete lihaalternatiivide puhul uuritud

N-Nitrosodimetüülamiin (NDMA) termiliselt töödeldud tootes (15.19 ± 1.21 µg/kg , He et al., 2020)

- *Karrageen – potentsiaal kutsuda esile soolepõletikke, mõjutada mikrobiootat*
- *Heksaan (kasutatakse sojavalgu töötlemisel)*
- *Taimekaitsevahendite jäägid*



BioCC

Bio-Competence Center

Aitäh!