

# Maisto mokslo ir pramonės vystymosi tendencijos



**Akad. Pranas Viškelis**

Įsidėmėkime – maistas turi būti ir vaistas. Ir vėl grįžtame prie šios fundamentalios tiesos, kurią kurį laiką buvome primiršę... Tikėtina, kad tai ir bus pagrindinė maisto mokslo ir maisto pramonės plėtros tendencija ateinančiais dešimtmečiais. Praėjusį šimtmetį maisto pramonė sėkmingai gamino daugybę prieinamų, kokybiškų maisto produktų, tačiau dažnai nepaisė jų poveikio žmogaus sveikatai ir aplinkai. Šiuo metu ir ateityje pasitelkiant pažangiausias šiuolaikinio mokslo žinias bei technologijas, bus ypač svarbu siekti, kad maistas būtų sveikas ne tik žmonėms, bet ir aplinkai. Tam reikės ne tik maisto mokslininkų kompetencijos, bet ir kitų sričių (biotechnologijos, informatikos, genų inžinerijos, mitybos, nanotechnologijos, medicinos psichologijos) mokslininkų bei specialistų žinių ir tarpusavio bendradarbiavimo.

Prognozuojama, kad šio amžiaus viduryje žmonių populiacija išaugs iki beveik 10 mlrd., o juos reikės išmaitinti ribotų išteklių planetoje. Akivaizdu, kad laukia dideli iššūkiai transformuojant maisto sistemą taip, kad ji būtų pajėgi patenkinti augančios populiacijos ir kartu planetos poreikius, t. y. tausotų planetos išteklius, būtų tvari. Keičiasi ir privalės dar sparčiau keistis tai, kaip maisto žaliavos yra auginamos, transportuojamos, perdirbamos ir kokius maisto produktus renkasi vartotojai. Mokslas ir technologija yra raktas į neišvengiamus, kompleksinius maisto sistemos pokyčius ateinančiais dešimtmečiais.

Dabartinė mityba ir maisto gamybos praktikos, aprūpinančios maistu 7,6 mlrd. planetos gyventojų, daro akivaizdžią žalą sausumos ir vandens ekosistemoms, sparčiai sekina gėlo vandens išteklius ir skatina klimato kaitą (Poore, Nemecek, 2018; Willett ir kt., 2019). Savo ruožtu, klimato kaita, kylanti atmosferos temperatūra, padidėjęs anglies dioksido kiekis atmosferoje ir kritulių pokyčiai daro neigiamą įtaką žemės ūkio produktyvumui ir maisto gamybai.

Taip pat svarbu pažymėti, kad beveik trečdalis šiuo metu gaminamo maisto yra prarandama arba iššvaistoma gamybos metu, tiekimo grandinėje (transportuojant, parduodant) ir vartojant ([www.fao.org](http://www.fao.org); Gustavsson, ir kt., 2013). Kartu bereikalingai iššvaistomi ir gamtos bei energetiniai išteklių, sunaudoti to maisto gamybai, ir teršiama aplinka. Todėl yra kuriamos veiksmingos strategijos, kaip mažinti susidarančių šalutinių produktų ir atliekų kiekį visoje maisto grandinėje, kaip šiuos atliekų bei šalutinių produktų srautus paversti vertingais produktais (Parfitt ir kt., 2010; McClements, 2020; Nemes ir kt., 2020). Dabartinėmis, aštrios konkurencijos rinkoje sąlygomis, unikalaus produkto vystymas, komercializavimas ir realizavimas dažnai tampa svarbesniu ir sudėtingesniu reiškiniu nei jo sukūrimas. Šalutinių perdirbimo produktų (ŠPP) iš biomasės naudojimas, beatliekių technologijų plėtra yra aktuali problema visose Europos Sąjungos šalyse. Tai kelia ne tik socialinių, ekonominių, bet ir aplinkosauginių problemų, didina netvarią, nepagrįstą gamybą taip didinant šiltnamio



MAISTO  
MOKSLO IR  
PRAMONĖS  
VYSTYMO  
TENDENCIJOS

efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijas. „Eurostat“ tyrimų duomenimis (2018) Europos Sąjungoje tenka net 37 proc. iššvaistomo maisto – biomasės, – kuris turi didžiulį panaudojimo potencialą kosmetikos, farmacijos pramonėse srityse. Šių unikalių produktų mažas naudojimas rodo tai, kad rinkoje trūksta ŠPP iš bioatliekų. Kaip sprendimas švaistomam maistui, atliekoms mažinti, pelningumo siekiui ir daugeliui kitų iššūkių vis aktualesnė tampa betliekių technologijų plėtra, žiedinė ekonomika. Taip gaminami produktai siekiant gerinti ekonominius, socialinius ir aplinkosauginius šalies rodiklius yra įvardijama trumpųjų maisto tiekimo grandinių realizacija.

Moksliniai tyrimai ir eksperimentinė plėtra nepakankamai skatina naujų inovacijų atsiradimą prisidedant prie unikalių produktų pridėtinės vertės kūrimo. Technologijos kelias nuo fundamentinių tyrimų iki taikomosios vertės yra gana ilgas. Galimybių atpažinimo procese yra ieškomos unikalios idėjos ir rinkos poreikių sankirtos. Pranašumas pasiekiamas kai gebama greitai persiorientuoti unikalių idėjų paieškos kryptimi ir jų išbandymams veikloje. Beatliekių technologijų plėtra taikant žiedinės ekonomikos principus ir taip gaminamų produktų realizacija trumposiomis tiekimo grandinėmis leistų maksimaliai naudoti mokslo potencialą sukuriant tvarų aukštos pridėtinės vertės verslą bei keliant bendrą šalies lygį.

Maisto gamybos metu susidarančių ŠESD emisijos mažinimas bus vienas didžiausių iššūkių ateinančiais dešimtmečiais, pareikalausiantis kompleksinių sprendimų ir tarpdalykinio bendradarbiavimo didinant žemės ūkio efektyvumą, mažinant gamybos metu susidarančių atliekų kiekį, keičiant žmonių mitybą ir kuriant technologinius sprendimus, sudarančius sąlygas gaminti tvarius, mažą arba neutralų anglies pėdsaką turinčius maisto produktus.

Išvardytų iššūkių sprendimų paieška diktuoja maisto mokslo kryptis ir kryptis, kuriomis dirbama kuriant bei tobulinant technologines inovacijas.

### **Neterminės maisto perdirbimo technologijos**

Maisto gamyba reikalauja didelių energetinių sąnaudų, ypač terminiai procesai, tokie kaip pasterizavimas, sterilizavimas, kurie yra esminiai maisto technologijoje užtikrinant produktų mikrobiologinę saugą. Tradiciniai terminiai procesai, taikomi maisto pramonėje, taip pat daro neigiamą įtaką produkto skoniu, išvaizdai (pakinta spalva) ir mitybinei vertei (prarandama dalis vitaminų bei kitų biologiškai vertingų junginių). Todėl daugybė mokslinių tyrimų yra nukreipta į alternatyvių neterminių technologijų kūrimą ir tobulinimą. Kai kurie iš minėtų technologijų pavyzdžių yra aukštas hidrostatinis slėgis (HHP), impulsiniai elektros laukai (PEF), ultragarsas, impulsinė UV šviesa, aukšto slėgio homogenizavimas (HPH) ir kt. (Yu ir kt., 2020; Picart-Palmade ir kt., 2019). Apdorojimas aukštu hidrostatiniu slėgiu (HHP) yra viena sėkmingiausiai komercializuotų neterminio apdorojimo technologijų (Huang ir kt., 2017). Apdorojant HHP maistas hermetiškoje lanksčioje pakuotėje yra veikiamas aukštu slėgiu (100–600 MPa), kaip slėgio perdavimo terpė naudojamas skystis (paprastai vanduo), taip maisto produktas yra tolygiai slegiamas, kol pasiekiamą pasterizaciją. HHP pažeidžia mikroorganizmų ląstelių membranas ir mikroorganizmai žūsta. Apdorojimas HHP vyksta kambario temperatūroje, todėl išlieka natūralus maisto skonis, spalva ir kitos maistinės savybės (Muntean ir kt., 2016).

Apdorojant impulsiniais elektros laukais (PEF) produktas dedamas tarp elektrodų ir yra veikiamas aukštos įtampos (15–75 kV/cm), trumpais (mikrosekundžių trukmės) elektriniais impulsais (Jin, 2017). PEF didina mikroorganizmų ląstelių membranų pralaidumą ir jie žūsta. Produktas impulsiniu elektros lauku veikiamas labai trumpai, terminio efekto beveik neatsiranda, todėl šiuo būdu pasterizuoti produktai taip pat išlaiko savo maistines savybes



ir šviežiam (termiškai neapdorotam) produktui būdingą skonį bei išvaizdą. Ši technologija labiausiai tinka vaisių ir daržovių sulčių pasterizacijai.

Maisto pramonėje naudojamas didelės galios ultragarsas (100 kHz), sukeliantis kavitaciją. Gan aukštos akustinės galios ultragarso sukelta kavitacija yra pajėgi suardyti biologines ląsteles, įskaitant ir mikroorganizmus. Maisto pramonėje apdorojimas ultragarsu paprastai kombinuojamas kartu su švelniu terminiu poveikiu, kas leidžia sutrumpinti pasterizacijos ar sterilizacijos trukmę (didinti proceso efektyvumą) ir kartu mažinti neigiamą terminio apdorojimo poveikį produkto kokybei (Chemat ir kt., 2017).

Apdorojant impulsine UV šviesa naudojamos specialios lempos, generuojančios trumpus, didelės galios blyksnius. Tokia šviesa gali efektyviai inaktyvuoti mikroorganizmus, nes ji suardo baltymų ir nukleorūgščių struktūrą, t. y. pažeidžia ląstelės genetinę medžiagą (DNR) (John, Ramaswamy, 2018). Ši technologija taip pat neturi neigiamos įtakos apdorotų produktų mitybinei vertei (Rock ir kt., 2015), priešingai, taikant impulsinę šviesą taip pat galima sumažinti ir alergenų kiekį maiste (Panozzo ir kt., 2016). Reiktų paminėti, kad dėl technologinių ypatumų šiuo metu impulsinė šviesa labiausiai tinka dekontaminuojant paviršius, pvz., pakuotes ir kt. (Yu ir kt., 2020).

Homogenizavimas yra fizinis procesas, kurio metu disperguota sistema (suspensija ar emulsija) yra priversta dideliu greičiu tekėti per siaurą kanalą (specialų vožtuvą), disperguotos dalelės ar lašeliai yra dar labiau susmulkinami ir suvienodinami, dėl ko didėja sistemos stabilumas (produktas neišsisluoksniuojama). Aukšto slėgio homogenizavimas (HPH) nuo įprastinio skiriasi tuo, kad HPH pasiekiamas ypač aukštas slėgis (iki 400 MPa), kas padeda kartu inaktyvuoti ir mikroorganizmus, t. y. pasterizuoti ar net sterilizuoti produktą (Nunes, Tavares, 2019). Be jau minėtų privalumų, HPH technologija taip pat gali didinti ir produkte esančių sveikatai naudingų junginių biologinį preinamumą (Levy ir kt., 2020).

Visos išvardytos neterminės technologijos maisto pramonėje gali būti potencialiai naudojamos ne tik mikroorganizmams inaktyvinti, bet ir kitoms technologinėms operacijoms atlikti arba procesams efektyvinti bei maisto produktams modifikuoti siekiant, kad jie taptų palankesni sveikatai.

## Nanotechnologija

Nanotechnologija yra dar viena šiuolaikinė technologija, turinti didelį potencialą maisto pramonėje. Nanotechnologijos principai gali būti naudojami kuriant naujas maisto medžiagas ir produktus, pasižyminčius išskirtinėmis, tobulesnėmis savybėmis. Ši technologija leidžia suprasti ir valdyti maisto struktūrą nanometrinėje (1–1 000 nm) skalėje. Viena nanotechnologijos pritaikymo sričių yra maisto papildymas biologiškai vertingais komponentais. Šios technologijos pagrindu sukurtose ypač smulkiose dalelėse, gali būti inkapsuliuoti ir taip maisto matricoje iki produkto vartojimo apsaugoti biologiškai aktyvūs junginiai, vitaminai, mikroelementai ir kt. (Jampilek ir kt., 2019). Pagrindinis nanoinkapsuliuavimo privalumas yra tas, kad galima sukurti labai stabilias biologiškai aktyvių junginių tiekimo sistemas, leidžiančias kontroliuoti inkapsuliuotų komponentų išsiskyrimo greitį tikslinėje vietoje, pvz., tam tikroje žmogaus virškinimo trakto dalyje (Speranza ir kt., 2017). Taip gerėja inkapsuliuotų junginių įsisavinimas ir jų nauda žmogaus organizme. Nanodalelės gali būti suprojektuotos taip, kad neišsklaidytų šviesos, t. y. produktas liktų skaidrus, kas svarbu papildant bioaktyviais junginiais skaidrius gėrimus (pvz., gaminant vitaminizuotą vandenį ar skaidrias sultis su nanoinkapsuliuotais mineralais). Taip pat taikant minėtą technologiją maisto produktuose galima efektyviai užmaskuoti bioaktyvių komponentų nemalonų skonį, pvz., jogurtą



papildžius nanoinkapsuliuotais žuvies taukais, jų nemalonus skonis valgant produktą nebus juntamas (Ghorbanzade ir kt., 2017). Nanotechnologija taip pat naudojama kuriant novatoriškas pakavimo medžiagas, saugančias maisto produktus nuo fizinės, cheminės ir biologinės taršos (Nemes ir kt., 2020). Ši technologija naudojama kuriant išmaniąsias pakuotes, kurios suteikia vartotojui informacijos apie pakuotėje esančio maisto būklę (šviežumą ar užterštumą). Į pakavimo medžiagas įterpus nanostruktūras, tokias kaip nanodalelės ar nanopluoštai, galima padidinti jų mechaninį atsparumą, barjerines ir optines savybes (Sharma ir kt., 2017). Biodegraduojančios nanopakuotės taip pat gali būti sprendimas mažinant aplinkos taršą. Tokių pakuočių gamybai yra naudojami bionanokompozitai (chitozanas, krakmolos, alginatas, karboksimetilceliuliozė, pektinas) (Al-Tayyar ir kt., 2020; Martau ir kt., 2019; Lalit ir kt., 2018).

### **Augaliniai baltymai ir kiti alternatyvūs baltymų šaltiniai**

Ateityje vis daugiau baltymų gausime iš augalinės kilmės produktų (ankštinių kultūrų, sėklų, riešutų, grūdų ir kt.) arba kitų tradiciniams gyvulinės kilmės baltymams alternatyvių šaltinių (valgomi vabzdžiai, lervos, dumbliai (chlorella, spirulina, rudadumbliai) ir kt.) (de Boer, Aiking, 2019; Parodi ir kt., 2018). Šis pokytis svarbus ir neišvengiamas ne tik siekiant tausoti aplinką bei patenkinti augančios žmonių populiacijos mitybinius poreikius, bet ir dėl jų sveikatingumo (Willett ir kt., 2019; Eshel ir kt., 2019). Mityba, kurioje vyrauja augalinės kilmės produktai, ilgina kokybiško gyvenimo trukmę, t. y. mažina tikimybę susirgti širdies ir kraujagyslių sistemos ligomis, antro tipo cukriniu diabetu, įvairiais vėžiniais susirgimais, degeneracinėmis nervų sistemos ligomis (Alzheimerio liga, Parkinsono liga) ir kt. (Lonnie, Johnstone, 2020).

Daug mokslinių tyrimų atliekama vertinant įvairių augalinės kilmės ir kitų alternatyvių baltymų šaltinių potencialą (jų auginimo bei perdirbimo poveikį aplinkai, mitybines savybes ir funkcines tokių baltymų charakteristikas ir kt.) (Sha, Xiong, 2020; Eshel ir kt., 2019; Parodi ir kt., 2018). Siekiama išplėsti maistui auginamų ir vartojamų augalinių kultūrų asortimentą (šiuo metu pasaulyje daugiausia vyrauja kviečiai, kukurūzai ir ryžiai), taip užtikrinant, kad negyvulinės kilmės baltyminių produktų alternatyvos visiškai patenkintų žmonių mitybos poreikius – ir pagrindinių maisto medžiagų, ir vitaminų bei mineralinių medžiagų.

Intensyviai kuriami naujos kartos, tvaresni ir vartotojams priimtini maisto produktai iš negyvulinės kilmės baltymų arba kombinuojant laboratorijoje užauginta mėsa su augalinės kilmės baltymais, ar baltymais iš kitų alternatyvių šaltinių, pvz., mėšainiai, dešrelės, vištienos gabaliukai ir kt. (Sha, Xiong, 2020; McClements, 2020). Kuriant tokius mėsos produktų pakaitalus, kurių fizikocheminės ir sensorinės savybės (išvaizda, skonis, tekstūra, kvapas) būtų kaip įmanoma panašesnės į atitinkamų mėsos produktų, taikomi vadinamieji struktūrinio dizaino principai, reikalaujantys daugiadalykinių žinių (chemijos, fizikos, inžinerijos ir maisto sensorikos) (Smetana ir kt., 2018; McClements, 2020). Tokių produktų pasiūla parduotuvėse nuolat auga, o daugelis greito maisto restoranų jau papildė savo meniu vegetariškais mėšainiais, dešrainiais ir vištienos gabaliukais. Antra vertus, šie produktai ne visada yra sveikesnė alternatyva atitinkamiems mėsos gaminiams (tai priklauso nuo gamintojų požiūrio ir vizijos), taigi ir šioje srityje dar yra kur tobulėti siekiant, kad minėti produktai būtų ne tik skanūs, patogūs vartoti, palankūs aplinkai, bet ir sveiki. Be to, šiuo metu daugiausia gaminami produktai, imituojantys perdirbtus mėsos gaminius, daug sunkesnis



uždavinys gaminti produktus, kurie imituotų neperdirbtą mėsą (kepsnį, vištienos krūtinėlę ir kt.) (McClements, 2020).

### **Nutrigenomika (personalizuota mityba)**

Ši mokslo sritis, tirianti žmogaus genomo, mitybos ir sveikatos ryšį, žengia pirmuosius žingsnius ir turi didžiulį potencialą siekiant gerinti žmonių sveikatą bei jų gerovę (Chirita-Emandi, Niculescu, 2020). Kiekvieno asmens genetinė prigimtis yra skirtinga, kas lemia organizmo reakciją į vartojamą maistą. Pagal genetinį kodą kiekvienam žmogui individualiai būtų galima pritaikyti maistą ir mitybą taip, kad būtų išvengta genetiškai užprogramuotų ligų arba atidėti jų pasireiškimą ir sušvelninti jau esamus negalavimus (Tian ir kt., 2016). Šiuo metu vadovaujamesi bendromis sveikos mitybos rekomendacijomis, o nutrigenomika leis kiekvienam individualiai išnaudoti mitybą siekiant optimalios sveikatos.

Gali būti, kad netolimoje ateityje išmaniojo telefono programėlė ar kitas išmanusis prietaisas parduotuvėje pagal asmens DNR informuos, kokių produktų reikėtų vengti, o kokius vertėtų rinktis tam, kad, pavyzdžiui, gerėtų miego kokybė, darbingumas ir bendra savijauta bei sveikata ilgalaikėje perspektyvoje.

### **Genų inžinerija**

Genų inžinerija turi didžiulį potencialą užtikrinant ateities maisto tiekimą, ypač nauji metodai, tokie kaip CRISPR, padedantys tiksliau redaguoti genomą (Eš ir kt., 2019). Naudojant šią technologiją galima modifikuoti augalų, gyvūnų ir mikroorganizmų genus taip, kad didėtų jų derlingumas ar produktyvumas, atsparumas aplinkos sąlygoms, ligoms ir / ar kenkėjams, mažėtų atliekų kiekis ir gerėtų mitybinė vertė, t. y. būtų sukurti sveikesni produktai. Esminė kliūtis šios galingos technologijos platesniam naudojimui yra neigiamas vartotojų požiūris į genetiškai modifikuotą maistą. Nepaisant to, genetiškai modifikuotų maisto produktų pasiūla rinkoje didėja ir matyt toliau didės.

### **Ląstelinė žemdirbystė „Cellular Agriculture“ – tai taip pat iš dalies yra maisto technologija**

Ląstelinė žemdirbystė yra sparčiai besivystanti technologija, jungianti biotechnologijos, audinių inžinerijos, molekulinės biologijos ir sintetinės biologijos žinias ir pasiekimus (Mattick, 2018). Ši revoliucinė technologija leidžia mėsą ir kitus žemės ūkio produktus užauginti iš ląstelių kultūrų pramoniniuose bioreaktoriuose. Ląstelinė žemdirbystė atveria galimybes gerinti žmonių sveikatą ir gyvūnų gerovę. Ši technologija taip pat leidžia gaminti daugiau maisto tam naudojant mažiau išteklių ir dirbamosios žemės, t. y. gaminti tvaresnį maistą. Labiausiai žinomas ląstelinės žemdirbystės produktas yra laboratorijoje užauginta mėsa arba kitaip vadinama švari mėsa / *in-vitro* mėsa. Bioreaktoriuose užauginta mėsa yra iš gyvūnų ląstelių, todėl ji pasižymi labai panašiomis maistinėmis ir skonio savybėmis, kaip tradicinė.

Pasitelkiant genų inžineriją taip pat galima priversti specifines mikroorganizmų rūšis sintetinti užprogramuotus baltymus, pavyzdžiui, gaminti kiaušinių, pieno, mėsos baltymus. Šie mikroorganizmų (dažniausiai mielių ar mikrogyrų) pagaminti baltymai gali būti naudojami kaip sudedamosios dalys kuriant maisto produktus su naujomis ir / ar patobulintomis savybėmis. Jau yra įmonių, naudojančių minėtą technologiją maisto produktų gamybai, tačiau išlieka aktualu tobulinti procesus siekiant didesnio energetinio efektyvumo (Mattick,



2018) ir kad minėti ląstelinės žemdirbystės produktai taptų komerciškai perspektyvesni bei priimtini vartotojams (McClements, 2020).

Labai svarbus veiksnys, transformuojantis maisto sistemą, yra vartotojai. Maisto pramonė privalo prisitaikyti prie sparčiai besikeičiančių pasaulinių maisto tendencijų, tenkindama naujus vartotojų poreikius. Šiuo metu vartotojai ieško sveikesnių, saugesnių „patikimesnių“ maisto produktų. Taip pat pageidauja, kad tokiuose produktuose nebūtų maisto priedų arba jų kiekis būtų kuo mažesnis, tačiau produktas būtų patogus vartoti ir ilgiau galiotų.

Iš vartotojų kyla ir tvaresnio maisto poreikis, daugėja vadinamųjų *fleksitarų*, žmonių, vartojančių mėsą ir jos produktus tik retkarčiais, ir tik tada, kai žino, kad mėsa yra kokybiška, t. y. žino jos kilmę.

Sveikata ir sveikatingumo tendencijos maisto pramonėje ir toliau sparčiai plėtosis, o didėjantis vartotojų poreikis ir domėjimasis maisto pramonės skaidrumu bei produktų ir jų sudėties atsekamumu bei autentiškumu vers įmones būti atskaitingoms, kas savo ruožtu skatins inovacijas ir technologinę pažangą.

