

MĖSOS IR ŽUVIES PERDIRBIMO PRAMONĖS ATLIEKŲ TVARKYMO GEROSIOS PRAKTIKOS

Gyvulininkystės ir žuvininkystės produktai, tokie kaip mėsa, pieno produktai ir kiaušiniai, šiandien yra nepakeičiama daugelio žmonių mitybos dalis, aprūpinanti organizmą būtinais baltymais ir kitomis svarbiomis maistinėmis medžiagomis. Gyvulininkystės sektoriaus produkcijos gamybos augimas dažnai siejamas su pertekliniu mėsos vartojimu bei pajamų augimu besivystančiose ir ekonomiškai stiprėjančiose šalyse. Tačiau minėtų maisto produktų gamyba yra neįmanoma be gyvūninės kilmės atliekų, kurios žiedinėje ekonomikoje gali tapti vertingais ištekliais, pasižyminčiais gera maistine verte. Gerai apgalvotas gerųjų praktikų visumos parinkimas, valdant mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų panaudojimą, padeda ne tik išspręsti aplinkosaugines problemas ir eliminuoti ligų plitimo riziką, bet ir daro reikšmingą įtaką perdirbėjų ūkinės veiklos pelningumui.

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų prevencija ir kokybė

Gyvūninės kilmės atliekų prevencija gali būti pasiekta, formuojant atsakingą požiūrį į maistą bei taikant susijusias priemones (pavyzdžiui, keičiant vartotojų maisto gamybos įpročius, mažinant arba paliekant galimybę užsakyti maitinimo įstaigose mažesnes mėsos porcijas). Minėti pokyčiai galėtų sumažinti mėsos paklausą, kartu sumažėtų ir šalutinių gyvūninės kilmės produktų, neskirtų žmogaus vartojimui, kiekis.

Skerdyklose ir žuvies perdirbimo pramonėje susidarančių nevalgomų atliekų kiekis priklauso nuo vartotojų mitybos įpročių. Kai kurie produktai, pavyzdžiui, širdys, kepenys, paukščių skrandžiai, žarnos, kraujas, žuvų liežuviai ar skrandžiai, pieniai ar ikrai gali būti valgomi ir naudojami pramonėje paklausių produktų gamybai. Pažymėtina, kad prie tam tikro kiekio valgomų produktų praradimo gali prisidėti ir teisinis reguliavimas, draudžiantis naudoti kai kuriuos produktus maistui dėl potencialios žalos sveikatai. Kita vertus, gamintojas gali pats laikyti valgomus produktus šalutiniais gyvūninės kilmės produktais, priskirdamas juos panaudojimo ne žmogaus maisto sritims. Be minėtų aspektų, kurie daro įtaką susidarančiam šalutinių gyvūninių produktų kiekiui, ne mažiau svarbūs yra ir gyvūno rūšis, amžius, lytis, riebalų kiekis bei įmonėje taikomi valgomų produktų išpjaustymo būdai.

Gyvūnų gerovės ir sveikatos tinkama priežiūra bei mityba taip pat itin svarbūs, nes šie veiksniai leidžia sumažinti kritusių gyvūnų skaičių ir saugiai panaudoti gyvūnus žmonių vartojimui, o ne didinti gamybos kiekius, tenkinant tą patį paklausos lygį, bet gaminant daugiau gyvūninės kilmės atliekų. Netinkamai tvarkomos gyvūninės kilmės atliekos gali tapti gyvulių, paukščių ir žuvų ligų protrūkio šaltiniu. Pažymėtina, kad kai kurios ligos (pavyzdžiui, galvijų spongiforminė encefalopatija)

arba cheminis atliekų užteršimas (pavyzdžiui, dioksinu arba sunkiaisiais metalais) gali kelti pavojų ne tik gyvūnų, bet ir žmogaus sveikatai.

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonėje susidarančios atliekos turi daug baltymų, kurių irimą lydi nemalonūs kvapas, o tai padidina šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisiją bei prisideda prie aplinkos taršos. Dėl minėtų priežasčių gyvūninės kilmės atliekų tvarkymas gali daryti neigiamą poveikį aplinkai ir žmonių sveikatai, todėl šią veiklą griežtai reglamentuoja Europos Sąjungos (ES) ir nacionaliniai teisės aktai. Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės šalutinių gyvūninių produktų kokybė siejama su atliekos priskyrimu vienai iš trijų Reglamente (EB) Nr. 1069/2009 nustatytų medžiagos kategorijų. Šios kategorijos nulemia galimas atliekų naudojimo alternatyvas.

Reglamentas (EB) Nr. 1069/2009 pripažįsta, kad dėl mokslo pažangos tam tikri produktai, kurie priskiriami aukštam pavojaus lygiui, gali būti taikomi kaip žaliava, paisant ne tik numatytų kategorijų, jei medžiaga tampa saugi. Todėl svarbi atliekų tvarkymo kryptis galėtų būti sietina su naudojamų technologijų tobulinimu, siekiant mažinti atliekų kiekį ir valdyti tokių medžiagų kokybės parametrus, didinant jų saugumą.

Šalutinių gyvūninių produktų panaudojimas maisto pramonėje

Nuolat auganti maisto paklausa ir neigiamas žmogaus maisto grandinės poveikis aplinkai verčia iš naujo kritiškai pažvelgti į mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės šalutinius gyvūninius produktus ir maksimaliai išnaudoti produktus, kurie gali būti valgomi, suteikiant prioritetą žmogaus maisto grandinei, o ne kitoms šalutinių gyvūninių produktų panaudojimo alternatyvoms. Apžvelgsime keletą plačiai taikomų šalutinių gyvūninių produktų panaudojimo galimybių maisto grandinėje, kurios gali mažinti mėsos ir žuvies perdirbimo atliekų kiekį.

Maisto pramonėje naudojamas gyvūnų, skirtų žmogaus maistui, kraujas. Dažniausiai naudojamas galvijų ir kiaulių kraujas, tačiau šis sąrašas nėra baigtinis. Maisto gamybos pramonėje kraujas naudojamas gaminti šiuos produktus: emulsiklius, alternatyvius riebalų pakaitalus, rišančiąsias medžiagas, mėsos kljus arba dažiklius (pavyzdžiui, stabilizuotą hemoglobina), stabilizatorius ir pan. (Leoci, 2014; Jayathilakan ir kt., 2012). Kraujas yra vertingas geležies ir baltymų šaltinis, todėl iš kraujo gali būti gaminamos dešros, dešrelės, kraujo sriubos, kraujo pudingai, maisto papildai ir daugelis kitų maistui skirtų produktų. Kraujo plazma taip pat gali būti naudojama kaip kiaušinių albumino substitutas kepyklose (Leoci, 2014).

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės perdirbti produktai yra ir valgomi gyvūninės kilmės riebalai, pavyzdžiui, gyvulių inkstų arba vidurių taukai, galvijų taukai, žuvų riebalai gaminami iš gyvūnų,

skirtų žmogaus maisto grandinei. Gyvūninės kilmės taukai yra vitaminų ir aminorūgščių šaltinis, todėl šis produktas plačiai taikomas skirtingų ES šalių virtuvėse. Gyvūnų riebalai pasižymi skirtinga tekstūra ir kvapu, todėl jų panaudojimas maisto pramonėje yra nevienodas. Gyvūnų riebalų panaudojimo galimybės priklauso ne tik nuo gyvūno rūšies, bet ir nuo amžiaus. Pavyzdžiui, galvijų riebalai mažiau tinka taukų gamybai negu kiaulių riebalai, todėl taukų gamyboje dažnai naudojami jaunų gyvulių ir krūtinkaulio riebalai (Leoci, 2014). Vištų ir kiaulių riebalai yra plačiai taikomi mėsos produkcijos gamyboje.

Maisto pramonėje plačiai taikoma gyvūninės kilmės želatina, kuriai gaminti gali būti naudojami įvairių ūkinių gyvulių (dažniausiai kiaulių ir galvijų), paukščių ir žuvų oda ir kaulai. Iš pradžių kolageno turtingi šalutiniai gyvūniniai produktai valomi, antrajame etape vyksta kontroliuojama hidrolizė, kuri iš kolageno padaro želatiną. Baigiamojoje stadijoje želatina koncentruojama ir džiovinama, taikant vieną iš leistinių technologijų. Galutinis produktas pavirsta sausais milteliais su pageidautino kalibro granulėmis. Želatina plačiai taikoma maisto pramonėje, kaip emulsiklis arba standiklis. Ji naudojama desertų gamyboje ir konditerijoje, mėsos produktų gamyboje, stabilizuojant ledus, gaminant želę, skaidrinant sultis ir pan.

Iš galvijų kailių dermos sluoksnio gautas kolagenas taip pat gali būti naudojamas dešrelių ir dešrų apvalkalams gaminti. Tokie apvalkalai gali būti itin ilgi ir tinka rankiniam bei automatiniam užpildymui (Leoci, 2014).

Natūralūs dešrelių ir dešrų apvalkalai yra gaminami iš gyvulių žarnų. Apvalkalo kokybę ir panaudojimo galimybes lemia daug veiksnių, tokių kaip gyvulio rūšis, sveikata ir amžius, veislė, auginimo sąlygos ir gyvūnams šerti naudoti pašarai, ne mažiau svarbus yra ir žarnos apdorojimo būdo parinkimas po skerdimo (Leoci, 2014). Apvalkalai dažniausiai gaminami iš plonosios arba storosios žarnos. Gamybai tinka avių, ožkų, kiaulių, galvijų arba arklių žarnynas. Mažo diametro valgomiesiems apvalkalams tinka avių, ožkų ir kiaulių žarnos. Stambesnio diametro dešroms gali būti taikomos kiaulių žarnos, o galvijų žarnos – dar didesnio apvalkalo diametro. Nors didelio diametro apvalkalai yra valgomi, praktikoje šios žarnos dažnai nuimamos ir išmetamos (Leoci, 2014).

Jaunų žinduolių skrandžiai gali būti naudojami šliužo fermento gamybai. Medžiagai tinka veršiukų, ožkų, ėriukų arba kiaulių, kurias dar maitina pienu, skrandžiai. Kadangi gyvūnai gamina fermentą, kuris itin tinka virškinti jų rūšies pieną, išgaunant šliužo fermentą dažnai naudoja tos pačios gyvūnų rūšies jaunikius (pavyzdžiui, ožiukų skrandyje esantis šliužo fermentas tinka ožkos pieno produktams). Gautas enzymų mišinys gali greitai sutraukti pieno baltymus, todėl yra naudojamas sūrio gamyboje ir plačiai taikomas maisto pramonėje, pavyzdžiui, gaminant varškės desertus. Jeigu fermentas

traukiamas iš suaugusio gyvulio, jame yra mažiau chimosino, tačiau daug pepsino, todėl jis tinka ne visoms pieno ir sūrių rūšims (Leoci, 2014).

Vis dėlto mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų sąrašas bei šalutinių produktų panaudojimas labai priklausys nuo šalies ir joje susiformavusios valgytojų kultūros. Pavienėse šalyse tam tikrų atliekų rūšių panaudojimą maisto pramonėje gali riboti griežtas teisinis reglamentavimas. Kita vertus, dėl tam tikrų ligų protrūkių ieškomi saugūs atliekų panaudojimo būdai maisto pramonėje. Pavyzdžiui, galvijų kilmės želatina dažnai keičiama į žuvies, nes tai apsaugo visuomenę nuo grėsmių, kylančių dėl pavojingų galvijų ligų.

Mėsos perdirbimo pramonės atliekų deginimas

Skerdyklų ir žuvų perdirbimo pramonės atliekos gali būti naudojamos atsinaujinančioje energetikoje, užtikrinant energijos šaltinių ir gamybos būdų diversifikavimą. Priklausomai nuo medžiagos rizikos kategorijos, šalutiniai gyvūniniai produktai gali būti deginami kaip kuras, naudojami biodegalų ir biodujų gamyboje, tapti biodujų jėgainių substrato, kuris naudojamas šilumai ir/ar energijai generuoti, sudėtinė dalis.

Populiarus skerdyklų atliekų utilizavimo būdas yra sudeginimas skirtingų pajėgumų deginimo ir bendro deginimo įmonėse. Deginimo įrenginiai gali būti sujungti su vietinėmis šildymo arba elektros energijos sistemomis, kurios padidina atsinaujinančios energijos dalį šalies energetikos sektoriuje.

Gauta energija nekonkuruoja dėl žemės su žmogaus maisto grandinėje naudojamais augalais, nes gyvuliai auginami ne deginimui, o maistui. Deginami tik nevalgomi šalutiniai gyvūninės kilmės produktai, o pats skerdyklų atliekų kiekis dažnai dar mažinamas maksimaliai įtraukiant galimus šalutinius gyvūninius produktus į kitas ekonomiškai pelningas veiklas. Medienos deginimo atveju situacija būtų kita, nes žaliavai auginti reikėtų plotų, kurie galėtų būti naudojami maisto gamybai, o pats medienos kirtimas mažintų absorbuotą ŠESD kiekį.

Tačiau yra ir kitas tokio skerdyklų atliekų tvarkymo būdo aspektas. Viena vertus, pats skerdyklos atliekų deginimas irgi reikalauja kuro, kuris praktikoje dažnai yra iškastinis. Kita vertus, iš žiedinės ekonomikos išimamas milžiniškas kiekis žaliavų, kuriose gausu maistinių medžiagų ir kurios dažnai nebegali būti panaudotos skirtingiems tikslams (pavyzdžiui, pašarams, medikamentų ar biodegalų gamybai ir pan.). Viena vertus, yra bandymų gražinti atliekas į žiedinę ekonomiką ir panaudoti pelenus, įmaišant juos į cementą arba asfaltą. Kita vertus, moksliniai tyrimai patvirtina, kad deginimas kaip atliekų utilizavimo būdas stipriai sumažina pradinės medžiagos maistinę vertę, ribojant galimo panaudojimo alternatyvas ir medžiagos naudą. Pavyzdžiui, pelenų gražinimas į žemę reiškia vertingų maistinių

medžiagų praradimą, nes mėsos ir kaulų miltų arba biodujų jėgainėse gauto substrato maistinė vertė skiriasi.

Remiantis ES prioritetais, deginimas nėra pripažintas veiksmingiausiu energijos gavimo būdu, tačiau gyvulininkystės sektoriaus atveju ši praktika negali būti pripažinta kaip netinkama dėl atliekų prigimties. Tyrimai rodo, kad galvijų spongiforminės encefalopatijos patogenai, kurie gali sukelti žmogui Creutzfeldt-Jakob ligą, ir *bacillus anthracis*, sukelianti juodligę, yra mažai jautrūs temperatūrai (Franke-Whittle ir Insam, 2013). Tik deginimo ir bendro deginimo įrenginiuose numatyta privaloma temperatūra užtikrina patogenų neutralizavimą, ir šis utilizavimo būdas tampa pageidautinu sprendimu, tvarkant pirmosios kategorijos medžiagas saugiai. Siekiant mažinti riziką, susijusią su antrosios kategorijos medžiagomis, atliekos irgi gali būti deginamos, tačiau pagal galimybę antrosios ir trečiosios kategorijos atliekos vis dėlto turėtų būti saugiai grąžinamos į žiedinę ekonomiką ir naudojamos kitiems tikslams.

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų panaudojimas biodyzelino gamybai

Mėsos ir žuvų perdirbimo pramonės šalutiniai gyvūniniai produktai yra gausūs riebalų, kurie gali būti naudojami kaip medžiaga biodyzelino gamybai. ES mažinant priklausomybę nuo iškastinio kuro, skerdyklose susikaupiančios nevalgomų riebalų atsargos gali pakeisti augalinės kilmės aliejus, kurie dažnai naudojami biodegalų gamybai. Toks sprendimas nedidina neigiamo aplinkosauginio poveikio, kai gyvūnai nėra specialiai auginami biodyzelino gamybai. Kita vertus, biodyzelinui gaminti naudojama medžiaga nekonkuruoja dėl žemės su žmogaus maisto grandinėje naudojamais augalais, o tai dažnai vyksta gaminant biodegalus iš augalų. Tyrimai rodo, kad biodyzelis yra netoksiškas ir gali būti mažai taršus aplinkai.

Biodyzelino gamybai naudojami riebalai gali būti gauti kaip šalutinis produktas, perdirbant skerdyklos produktus į mėsos ir kaulų miltus (Nebel ir Mittelbach, 2006) arba žuvies perdirbimo pramonės atliekas – į žuvies miltus (Kara ir kt., 2018). Biodyzelino gamybai tinka ir papildomai apdorotas skerdyklų nuotekų dumblas (Su ir Chou, 2019) bei flotatoriuose susikaupę riebalai. Gyvūno rūšis yra svarbi riebiųjų rūgščių turiniui gyvūninės kilmės riebaluose. Pažymėtina, kad gauta medžiaga gali būti naudojama ir riebalų gavimo įrenginių energijos poreikiams tenkinti. Biodyzelino gamybos procesas apima ir operacijas, kurios padeda papildomai išvalyti medžiagas, turinčias neigiamos įtakos produkto eksploatavimui.

Dėl gyvūninių riebalų prigimties biodyzelinas turi aukštą cetaninį skaičių, tačiau grynu pavidalu gali būti naudojamas tik esant ypač karštam klimatui, todėl tokie biodegalai dažniausiai maišomi

su dyzeliu ir tam tikrais priedais, nes žemos temperatūros keičia tokių biodegalų būklę ir daro transporto eksploatavimą neįmanomą. Biodyzelino oksidacinis stabilumas irgi lieka aktualia spręstina problema. Biodyzelinas iš gyvūnų riebalų yra perspektyvi skerdyklų ir žuvies perdirbimo pramonės šalutinių gyvūninių produktų panaudojimo sritis, kuri iki šiol susilaukia daug akademinės visuomenės dėmesio, skirto spręsti šio produkto gamybai ir panaudojimui aktualius klausimus.

Priimant sprendimą dėl šios praktikos panaudojimo tikslingumo, turėtų būti įvertintos gamybos apimtys ir susidarantių riebalų kiekis skerdyklose ir žuvies perdirbimo pramonėje, šių atliekų pasiskirstymas šalies teritorijoje. Kitas svarbus žingsnis – įvertinti riebalų poreikį alternatyviam panaudojimui, susijusiam su žmogaus, gyvūnų ir naminių augintinių maisto grandinių funkcionavimu. Biodyzelino gamyba būtų tikslinga, jei susidarantys riebalų kiekiai leistų patenkinti prioritetinius poreikius ir pelningai vykdyti riebalų perdirbimą į biodyzeliną.

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų anaerobinis skaidymas ir galimi produktai

Tam tikra dalis mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės susidarantių atliekų (pavyzdžiui, kraujas, mėšlas, vidurių turinys, nemaistinė ir maistinė mėsa, mėsos produktai ir nuotekų dumblas, žuvies kaulai ir atliekos po žuvies filė gavimo) gali būti panaudota šilumos, elektros energijos arba biodegalų (metano) gavimui, taikant anaerobinio skaidymo būdą. Toks atliekų apdorojimas sumažina biologinį ir cheminį deguonies sunaudojimą bei ŠESD, ligų plitimo riziką ir atliekų kvapą. Biologinis substratas po anaerobinio skaidymo gali būti grąžintas į žiedinę ekonomiką toliau naudoti (pavyzdžiui, kaip trąša).

Siekiant užtikrinti saugų žuvies ir mėsos perdirbimo pramoninių atliekų įtraukimą į žiedinę ekonomiką, būtina įvertinti šių atliekų prigimtį. Skerdyklų šalutiniai gyvūninės kilmės produktai gali būti tam tikrų virusų, bakterijų, prionų arba parazitinių patogenų šaltinis, tai yra jie gali kelti grėsmę visuomenės ir gyvūnų sveikatai. Franke-Whittle ir Insam (2013) išsami mokslinių tyrimų apžvalga rodo, kad kompostavimas, anaerobinis skaidymas ir šarminė hidrolizė sugeba nevienodai pašalinti skirtingų patogenų riziką. Viena iš svarbesnių išvadų – biodujų reaktoriuje apdorojamos medžiagos kokybė yra itin svarbi ir nulemia tolesnes substrato panaudojimo galimybes bei su tuo susijusias grėsmes. Franke-Whittle ir Insam (2013) tyrimas rodo, kad nepakankamai veiksminga pirmosios kategorijos šalutinių gyvūninių produktų tvarkymo kontrolė ir tokių medžiagų įtraukimas į substratą gali sukelti ligų plitimo riziką, nes patogenai sugeba išgyventi po substrato apdorojimo biodujų reaktoriuje ir pasterizavimo. Tačiau daugelį antrosios ir trečiosios kategorijų medžiagų patogenų padeda įveikti atliekų pasterizavimas ir sterilizavimas slėgiu. Pavyzdžiui, gyvūnams ir žmogui pavojingos snukijų ir nagų ligos, *lyssa* viruso, galvijų cisticercozės rizika gali būti eliminuojama, pasterizuojant atliekas,

nes anaerobinio skaidymo metu susidaranti temperatūra yra nepakankama ligos užkratui įveikti (Franke-Whittle ir Insam, 2013). Substrato apdorojimo laikas reaktoriuje ir temperatūros režimas irgi yra svarbūs patogenų įveikimo veiksniai.

Kitas svarbus aspektas yra biodujų jėgainės substrato sudėtinės dalys. Atlikti laboratoriniai tyrimai rodo, kad vien tik mėsos ar šalutinių gyvūninių produktų apdorojimas biodujų reaktoriuje nėra toks efektyvus kaip skerdyklų ar mėsos perdirbimo pramonės atliekų ir augalinės kilmės medžiagų mišinio substrato anaerobinis skaidymas (Misevičius ir Baltrėnas, 2011; Navickas ir kt., 2007), o augalinės kilmės substrato dalies augimas didina ir pagaminto metano dujų kiekį. Tyrimai su žuvies perdirbimo pramonės atliekomis (pavyzdžiui, žuvies atliekomis, susidarančiomis gaminant filė, žuvies kaulais) rodo, kad šios atliekos gali būti sėkmingai naudojamos biodujų gamybai (Bücker ir kt., 2020) ir yra pranašesnė substrato medžiaga negu kiaulių ir galvijų mėšlas (Kafle ir Kim, 2012). Žuvies perdirbimo pramonės atliekas substrate galima papildyti mėšlu (Kafle ir Kim, 2012) arba taikyti kitus substrato dalių derinius. Vis dėlto dažnas biodujų jėgainių substrato panaudojimas siejamas su dirvos kokybės gerinimu, todėl parenkami saugūs substrato komponentai, tinkantys tręšimui bei užtikrinantys pageidautinus jėgainių veikimo parametrus.

Tokių biodujų reaktorių atlieka yra apdorotas biologinis substratas, kuris gali būti grąžintas į žiedinę ekonomiką kaip trąša arba žaliava trąšos gamybai. Kaip ir kompostavimo atveju, biologinis substratas po apdorojimo biodujų jėgainėje gali kelti įvairių ligų plitimo riziką ir išsaugoti pavojingas medžiagas, kurių grąžinimas į dirvožemį nepageidautinas.

Substrato patogenų rizika priklausys nuo pradinės medžiagos kokybės ir substrato sudėtinųjų dalių, apdorojimo temperatūros režimo, trukmės ir pan. Tačiau šis šalutinių gyvūninės kilmės produktų apdorojimo būdas orientuojasi į energijos gavimą, todėl manevravimas tarp energijos gavimo veiksmingumo ir substrato saugumo tampa itin svarbus. Ši priežastis nulemia papildomų privalomų substrato apdorojimo žingsnių įtraukimą, siekiant didinti būsimų trąšų saugumą (pavyzdžiui, sterilizavimas slėgiu, pasterizavimas). Daug mokslinių tyrimų taip pat siūlo derinti skirtingus šalutinių gyvūninių produktų apdorojimo būdus, didinant galutinio produkto saugumą. Pavyzdžiui, Franke-Whittle ir Insam (2013) atliktų tyrimų apžvalga leidžia daryti išvadą, kad veiksmingiausias patogenų neutralizavimo būdas galėtų būti šarminės hidrolizės ir anaerobinio skaidymo apjungimas, o substrato pasterizavimo žingsnio įtraukimas yra priimtina alternatyva, kuri leidžia neutralizuoti daugelį mikroorganizmų.

Lietuvoje biodujų substrato panaudojimo tręšimui praktika itin paplitusi, o naujų biodujų jėgainių skaičius pastarąjį dešimtmetį išaugo. Galima teigti, kad šiandien tai yra viena iš daugiausia privalomų turinti geroji praktika, kuri leidžia ne tik grąžinti į žemę maistines medžiagas, bet ir padidinti

atsinaujinančios energetikos dalį šalyje. Pavyzdžiai galėtų būti UAB „Agraras“ ir UAB „Cestos maistas“ biodujų jėgainės, kurios orientuojasi į skerdyklų atliekų anaerobinį skaidymą. Šiose biodujų jėgainėse gaminama elektros energija ir šiluma daugiausia panaudojamos įmonių apsirūpinimui, o substratas paverčiamas trąša. Svarbu pažymėti, kad šių įmonių taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų (ar keitimo) paraiškose aprašyta veikla aiškiai rodo, kad jėgainės orientuojasi padėti perdirbti ir kitų subjektų atliekas. Biodujų jėgainių vieta leidžia sumažinti ŠESD taršą, susijusią su atliekų transportavimu. Minėtų biodujų jėgainių substrato sudėtis priklauso nuo įmonių veiklos pobūdžio ir potencialių išorinių atliekų tiekėjų. „Modus Energy“ grupei priklausanti Ažuolinės gyvenvietėje pastatyta biodujų jėgainė orientuojasi į biodujų ir trąšų gamybą, utilizuojant maisto pramonėje susidarancias atliekas. Pagamintą energiją planuojama tiekti Elektrėnų ir Vievio gyventojams.

Anaerobinį skaidymą Europos Komisija yra pripažinusi kaip vieną iš veiksmingiausių ir pageidautinų energijos gavimo būdų. Šis mėsos ir žuvies perdirbimo pramoninių atliekų apdorojimo būdas gali būti priskirtas gerajai praktikai ir dėl to, kad panaudota energijos arba biodegalų gamybai medžiaga lieka žiedinėje ekonomikoje ir gali būti saugiai gražinta į žemę kaip gausi maistinių medžiagų trąša arba panaudota kitiems tikslams.

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų perdirbimas į miltus, jų panaudojimas tręšimui

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekos yra nestabili ir greitai gendant medžiaga, kuri yra potencialiai pavojinga. Vienas iš galimų tokių atliekų tvarkymo būdų yra perdirbimas, kuris padeda stabilizuoti medžiagą, pratęsti jos galiojimo laiką, sumažinti atliekų kiekį ir neutralizuoti patogenus, išspręsti yrančių baltymų kvapo problemą.

Perdirbimo metu susmulkinti šalutiniai gyvūniniai produktai yra virinami, esant aukštai temperatūrai ir slėgiui, siekiant atskirti baltymus nuo riebalų ir vandens. Galutinėje stadijoje gaunami lengvai transportuojami ir patogiai sandėliuojami baltymų miltai ir riebalai. Priklausomai nuo medžiagos, kuri yra perdirbama, kartu su riebalais galima gauti mėsos miltus, kaulų miltus, mėsos ir kaulų miltus, perdirbtus gyvūninius baltymus arba žuvies miltus. Gautų medžiagų panaudojimo galimybės priklausys nuo perdirbtos šalutinių gyvūninių produktų medžiagos kategorijos. Svarbu pažymėti, kad ES po užkrečiamosios spongiforminės encefalopatijos protrūkio taikomas itin griežtas reglamentavimas, todėl perdirbtų produktų panaudojimo galimybės, palyginti su kitų šalių patirtimi, yra stipriai ribojamos. Pagrindinis perdirbėjų produktas – mėsos ir kaulų miltai ir perdirbti gyvūniniai baltymai – prarado reikšmingą rinkos dalį dėl atsiradusių ribojimų. Manoma, kad būtent šis produktas prisidėjo prie ligos plitimo ES, todėl susiformavo nauja teisinė bazė, siekiant apsaugoti nuo

potencialių ligų plitimo pavojų. Tačiau pastaruoju metu prasidėjo viešos diskusijos dėl galimo saugaus tokių produktų grąžinimo į rinką bei ES teisinės bazės pokyčių poreikio, ypač *organinių trąšų* naudojimo.

Svarbus veiksnys, stabdantis mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės produktų naudojimą, yra ES trąšų reglamentavimas. Jis reguliuoja tradicinių sintetinių trąšų laisvą judėjimą, tačiau organinių trąšų reikalavimai ir laisvo judėjimo principai neaptariami. 2016 m. Žiedinės ekonomikos duomenų rinkinį papildė pasiūlymas dėl Europos Parlamento ir Tarybos Reglamento, kuriuo nustatomos CE ženklu pažymėtų trešiamųjų produktų tiekimo rinkai taisyklės ir iš dalies keičiami reglamentai (EB) Nr. 1069/2009 ir (EB) Nr. 1107/2009 (SWD(2016) 64 final). Šie pokyčiai turėtų prisidėti prie didesnio organinių trąšų, pagamintų iš šalutinių gyvūninių produktų, naudojimo.

Skerdyklos atliekų maistinių medžiagų kiekis priklauso nuo mėsos ir kaulų santykio šalutiniuose gyvūninių kilmės produktuose bei naudojamos žaliavos. Svarbu ir tai, kad tokios organinės trąšos galėtų turėti aukštesnę maistinių medžiagų koncentraciją negu mėšlas. Remiantis Buckwell ir Nadeu (2016), mėsos ir kaulų miltų NPK (proc.) maistinės vertės koncentracija svyruoja nuo 4-12-0 iki 3-15-0, paukščių mėšlo maistinė vertė – nuo 3-1-1 iki 3-2-2, o pienininkystės ūkių mėšlo maistinė vertė sudaro tik 1-0-0.

Perdirbti gyvūniniai baltymai gaminami iš trečiosios kategorijos šalutinių gyvūninių produktų, o mėsos ir kaulų miltai – iš antrosios kategorijos medžiagos. Mėsos miltuose, palyginti su kaulų miltais, yra aukštesnė azoto ir kalio procentinė dalis, tačiau kaulų miltai turi gerokai daugiau fosforo, magnio ir kalcio elementų. Mėsos ir kaulų miltai, kaip organinė trąša, pasižymi itin aukštu azoto naudojimo efektyvumu, priimtiniu sunkiųjų metalų lygiu (Assessment..., 2015). Ši trąša labai tinka javų trešimui, o azoto ir fosforo vertė mėsos ir kaulų miltuose yra aukštesnė negu mėšle, todėl skerdyklos atliekų grąžinimas į dirvą padėtų spręsti fosforo uolienos ribotų išteklių klausimą.

Kadangi galvijų spongiforminės encefalopatijos prionus neutralizuoja tik itin aukšta deginimo temperatūra, Europoje paplito terminis mėsos ir kaulų miltų apdorojimas, kai deginimo temperatūra viršija 800°C (Assessment..., 2015). Lyginant mėsos ir kaulų miltų bei jų pelenų trąšas, matyti, kad sudegintame produkte didėja kalcio, fosforo, magnio ir kalio koncentracija nuo sausosios dalies, tačiau pelenuose beveik nelieka azoto ir stipriai sumažėja sieros koncentracija (Assessment..., 2015). Be to, pelenų fosforas pasisavinamas sunkiau negu mėsos ir kaulų miltai, prarandama organinės trąšos maistinė vertė. Sunkiųjų metalų koncentracija tokiose trąšose nėra aukštesnė negu cheminėse trąšose, pagamintose iš natūralios fosforo uolienos, o moksliniai tyrimai suteikia vilčių, kad ateityje bus galima pašalinti sunkiuosius metalus iš pelenų arba išgryninti fosforą.

Kitos mėsos ir kaulų miltų arba kaulų miltų apdorojimo galimybės yra sukepinimas, lydymas ir pirolizė. Toks trąšų gamybos būdas gali apimti ne tik mėsos ir kaulų arba kaulų miltus, bet ir kitus komponentus, pavyzdžiui, nuotekų dumblą. Procesu valdymas leidžia atskirti fosforą ir daryti įtaką

jo struktūrai šlake, o tai yra itin svarbu fosforo pasisavinimui augaluose. Taikant tokį mėsos ir kaulų apdorojimo būdą, iš trąšos pasišalina dalis sunkiųjų metalų.

Terminis apdorojimas, taikant pirolizę, leidžia iš mėsos ir kaulų miltų gauti bioanglį, kurioje gausu fosforo. Nors bioanglis gali būti taikoma kaip fosforo trąša, svarstomos ir alternatyvios šio produkto panaudojimo galimybės žemės ūkyje. Remiantis tyrimais, kaulų bioanglis gali būti naudojama kaip dirvožemio gerinimo medžiaga, nes produktas pasižymi geru gebėjimu absorbuoti vandenį, o bioanglies struktūra itin palanki naudingiems dirvožemio mikroorganizmams apsigyventi. Kita vertus, kaulų bioanglis gali būti naudojama kaip auginimo terpė arba maišoma su kompostu, siekiant padidinti tokios trąšos maistinę vertę. Ši trąša tinka ir Lietuvai aktualių javų auginimui.

Pažymėtina, kad ES lėšomis finansuotas projektas REFERTIL pasiūlė pramoninę kaulų bioanglies gavimo technologiją, kuri gali būti priskirta nulinės emisijos grupei. Kaulų bioanglis yra patrauklesnė negu cheminių fosfatinių trąšų analogai, nes nėra aukštos pavojingų sveikatai sunkiųjų metalų (urano ir kadmio) koncentracijos. REFERTIL projekto demonstracinė biologinės anglies gamykla jau išbandyta Vengrijoje (Someus ir Humana, 2016; Making..., 2015).

Daug rūpesčių skerdyklose kelia gyvūnų kraujo tvarkymas, nes kraujo nuleidimas kartu su nuotekomis didina pavojų aplinkai. Be to, kraujas tirštėja ir sudaro kietąją masę (Malav ir kt., 2018), kuri gali trikdyti kanalizacijos darbą. Dėl šios priežasties itin svarbu mažinti į nuotekų vamzdžius patenkančio kraujo kiekį ir jį panaudoti. Vienas iš veiksmingų šios atliekų rūšies mažinimo būdų yra gyvūnų nukraujinimas skerdyklose ir tolesnis kraujo perdirbimas, pavyzdžiui, gaminant kraujo miltus. ES aiškiai reglamentuojami leistini terminiai kraujo apdorojimo būdai, kurie gali būti taikomi kraujo miltams gauti. Savo ruožtu pasirinktas kraujo apdorojimo būdas turi įtakos būsimo produkto savybėms (pavyzdžiui, suvirškinamumui).

Nors mėsa ir kaulai sudaro didžiausią atliekų dalį, organinių trąšų gamybai gali būti panaudotos ir kitos atliekos, kurių utilizavimas yra svarbus neigiamam poveikiui aplinkai mažinti. Kraujas bei keratino gausios plunksnos, ragai ir kanopos gali būti perdirbtos į organines trąšas, kurios grąžintų į žemę gerai įsisavinamą azotą. Šių trąšų azoto dalis dažniausiai sudaro apie 12–13 proc., fosforo dalis, priklausomai nuo trąšos, svyruoja nuo 0 iki 2 proc., o kalio dalis dažniausiai nesiekia 1 proc. Tokios trąšos galėtų papildyti mėsos ir kaulų miltų azoto trūkumą.

Kraujo miltai gaminami tik taikant ES leistinas termiškas kraujo apdorojimo technologijas. Kaip trąšos gamybai dažniausiai naudojamas skerdyklose surenkamas galvijų, paukščių arba kiaulių kraujas. Ši trąša greitai atiduoda azotą ir gali mažinti žemės rūgštingumą. Kraujo miltams taip pat būdingas specifinis kvapas, kurį augintojai gali panaudoti kaip papildomą apsaugą nuo tam tikrų gyvūnų.

Plunksnos, ragai ir kanopos be papildomo apdorojimo nepasižymi geromis irimo savybėmis, todėl veiksmingoms trąšoms gauti taikomos specialiosios technologijos, veikiančios keratiną, siekiant gauti lengvai augalų įsisavinamą azotą. Tokios trąšos atiduoda azotą augalui palaiptiui, todėl medžiaga nesikaupia augaluose ir neteršia aplinkos. Pačios trąšos taip pat gali būti naudingos, gerinant dirvožemio savybes, todėl gali būti taikomos ir kaip dirvos grunto komponentas.

Plunksnoms ir pūkams apdoroti dažniausiai taikoma hidrolizė, vėliau žaliava džiovinama ir sumalama iki plunksnų miltelių. Hidrolizė suardo baltymų ryšius ir daro medžiagą lengviau įsisavinamą. Tačiau Joardar ir Rahman (2018) tyrimas rodo, kad gali būti taikomi ir kiti paukščių plunksnų apdorojimo būdai, kurie leidžia gauti azotinę trąšą.

Ragai ir kanopos pradinėje perdirbimo stadijoje rūpestingai atskiriami nuo kitų kaulų ir medžiagų. Vėliau jie verdami, džiovinami ir sumalami į miltus. Plunksnų, ragų ir kanopų miltai priskiriami prie lėtai azotą atiduodančių trąšų. Tačiau ragų ir kanopų trąšų susmulktų dalelių dydis daro įtaką azoto pasisavinimui: kuo smulkesnis trąšų dalelių dydis, tuo greičiau jos atiduoda azotą (stambesnės drožlės būna veiksmingos keletą sezonų).

Perdirbant žuvis, gaunami gyvūniniai baltymai, ir iš atliekų pašalinami riebalai bei vanduo. Gaminant žuvų miltus, nuosekliai pereinamos šiluminio apdorojimo, vandens ir riebalų atskyrimo, gautos medžiagos džiovinimo ir susmulkinimo iki miltelių stadijos.

Žuvų miltai yra lėtai veikianti, mikro- ir makrokomponentų turtinga trąša. Jos maistinių medžiagų koncentracija priklauso nuo to, kokia žuvies rūšis ir kokios žuvies dalys buvo naudojamos miltų gamybai. Rinkoje siūlomos trąšos pasižymi gana plačiu pagrindinių maistinių medžiagų procentinių dalių svyravimo diapazonu. Azoto dalis tokiose trąšose paprastai neviršija 10 proc. Vis dėlto dažnai azoto dalis yra gerokai mažesnė negu kraujo, ragų ir kanopų miltuose, tačiau žuvų miltai turi daugiau azoto negu mėsos ir kaulų miltų pelenai. Fosforas trąšose gali sudaryti net 5 proc. Tokios trąšos beveik neturi kalio, tačiau žuvų kaulai papildo miltus kalciumu. Trąšų sudėtis yra itin patraukli daržovių ir bulvių augintojams. Žuvų miltai taip pat gali padėti pagerinti dirvožemio struktūrą, teigiamai paveikti oro ir drėgmės režimus.

Išvardyti mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų perdirbimo būdai naudoja skirtingas technologijas. Daugelyje atvejų numatytas griežtas teisinis reglamentavimas, siekiant suvaldyti svarbias rizikas, susijusias su atliekų specifika. Gauti produktai gali būti naudojami autonomiškai, tapti tam tikrų produktų komponentu arba gali būti įtraukti į aukštesnės vertės produkto gamybą kaip žaliava. Lietuvoje toks atliekų perdirbimo būdas jau yra taikomas, pavyzdžiui, „Biovast“ gamina perdirbtus gyvūninius baltymus ir riebalus iš trečiosios kategorijos medžiagų.

Ūkinių gyvūnų pašarų ir naminių gyvūnų ėdalo gamyba, veterinarija

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės šalutiniai gyvūniniai produktai yra turtingi baltymų ir įvairių maistinių medžiagų, kurios yra svarbios gyvūnų mitybai. Šalutinių gyvūninių produktų panaudojimas pašaruose ir naminių augintinių ėdalo gamyboje leidžia panaudoti žmogaus maisto grandinės atliekas, nedidinant auginamų augalų arba gyvulių ir paukščių šėrimui būtinų žemės plotų. Šių atliekų panaudojimas taip pat daro teigiamą poveikį ŠESD kiekio mažinimui, pavyzdžiui, vietinės kilmės perdirbti gyvūniniai baltymai dažnai keičia importuotų sojų miltelius, todėl mažėja transporto išmetamos dujos. Kita vertus, sumažėja konkuravimas dėl žemės tarp žmogaus ir gyvūnų maisto grandinių.

Istoriškai populiariausi šių pramoninių perdirbti produktai, tokie kaip mėsos miltai, kaulų miltai, kaulų ir mėsos miltai buvo plačiai taikomi pašarams gaminti. Tačiau po galvijų spongiforminės encefalopatijos ligos protrūkio XX a. pabaigoje atsirado draudimų, susijusių su gyvūninių baltymų naudojimu pašaruose ir stipriai sumažinusių miltų paklausą bei privertusių ieškoti šios pašarų dalies alternatyvų. Nors nuo pat XXI a. pradžios šios srities reguliavimas keitėsi, ES iki šiol turi itin griežtus pašarų gamybos reikalavimus, palyginti su kitų šalių praktika.

Ūkinių gyvūnų pašarams galima taikyti tik trečiosios kategorijos šalutinius gyvūninius produktus, draudžiama naudoti gyvūnus, kurie pripažinti nesaugiais vartoti žmonėms, arba pašarui naudoti maisto atliekas. Pažymėtina, kad kailinių gyvūnų ir žuvų pašarų reikalavimai numato tam tikras išimtis, tačiau šių sektorių paklausa Lietuvoje nebūtų tokia reikšminga kaip kitų ūkinių gyvūnų. Kitas svarbus draudimas, kuris daro įtaką iš šalutinių gyvūninių produktų gautų miltų naudojimui, yra susijęs su kanibalizmu (tų pačių rūšių gyvūnų baltymų naudojimo pašaruose) draudimu. Pašarų sudėtyje gali būti naudojami šie gyvūninės kilmės produktai: perdirbti gyvūniniai baltymai, riebalai, kraujo miltai, plunksnų miltai arba žuvies miltai, kita. Minėtiems produktams būdinga labai įvairi maistinių medžiagų sudėtis ir geras suvirškinamumas, todėl jie pasitelkiami skirtingais tikslais, atsižvelgiant į konkrečios gyvūnų rūšies ypatumus. Pavyzdžiui, kraujo miltai papildo gyvūnų maistą mineralais, baltymais ir jų aminorūgštimis (ypač lizinu ir peptidais), todėl šis komponentas yra itin vertingas, užtikrinant pakankamą baltymų kiekį gyvūnų jaunikliams augti.

Naminių gyvūnų ėdalui gaminti, kaip ir ūkinių gyvūnų atveju, gali būti taikomi trečiosios kategorijos šalutiniai gyvūniniai produktai, neskirti žmonių vartojimui, kurie po veterinarinių patikrinimų pripažinti saugiais. Naminių gyvūnų ėdalo gamyba iš šalutinių gyvūninių produktų leidžia panaudoti atliekas, kurios atsiranda skerdžiant naminius gyvulius ir paukščius, žuvis, kartais naudojami sumedžioti paukščiai, žvėrys ir pan. Naminių gyvūnų ėdalui gaminti naudojamos įvairios skerdyklose

susidarančios atliekos, pavyzdžiui, inkstai, blužnys, širdys, plaučiai, žarnokai, kiaulių kojos, žuvies perdirbimo atliekos, tešmenys ir pan. Gamyboje taip pat gali būti naudojami turtingi maistinių medžiagų miltai (pavyzdžiui, perdirbti gyvūniniai baltymai, dažnai tampa sauso maisto komponentu, kraujo miltai – rekomenduojamu augintiniams maisto papildu) ir riebalai. Šalutiniai gyvūninės kilmės produktai prisideda tenkinant augintinių baltymų, riebiųjų rūgščių, B grupės vitaminų ir geležies poreikį. Šalutiniai gyvūniniai produktai papildo ėdalą, atsižvelgiant į konkrečių produktų suvirškinamumą ir augintinių maistinių medžiagų poreikį. Skerdyklos atliekos gali būti naudojamos ir gaminant saugius šunų kramtalus, kurių gamybai naudojami kanopinių gyvūnų kailiai, odos ir kitos gyvūninės kilmės medžiagos.

Naminių augintinių maisto gamybos technologijos priklauso nuo maisto rūšies. Šlapio ir sauso maisto gamybos technologijos siūlo saugų produktą, kuris praėjo etapą, skirtą sumažinti patogenų riziką. Tačiau gamintojai taip pat gali siūlyti ir suderintus žalio maisto produktus, kurie gaminami be patogenų žudymo etapo ir reikalauja atsakingai elgtis su tokia produkcija.

Skerdyklų ir žuvies perdirbimo pramonės šalutinių gyvūninių produktų vaidmuo veterinarijoje ne mažiau svarbus. Gyvūnų kraujas yra naudojamas biologiniams tyrimams, ligų diagnostikai, atskiri kraujo komponentai gali būti naudojami maisto papildų ir vaistinių preparatų gamybai. Kaip ir farmacijos pramonėje, veterinariniams preparatams ir maisto papildams gaminti panaudojama daug įvairių gyvūnų organų. Pavyzdžiui, dėl pasikeitusių augintinių ėdalo gamybos technologijų ir maisto komponentų turinio itin sumažėjo taurino kiekis naminių gyvūnų ėdale. Ilgainiui dėl tokio ėdalo išsivysto kačių ir kai kurių šunų veislių ligos, todėl taurino maisto papildai, gauti iš kiaulių ar galvijų kasos, tapo paklausūs veterinarijoje.

Atskiros išgautos medžiagos leidžia daryti įtaką gyvulių produktyvumui, todėl gali būti taikomos auginant gyvulius. Pavyzdžiui, gyvūninės kilmės hormonai padeda padidinti svorį, stabilizuoti riebalų kiekį ir padidinti pieno kiekį, tačiau gali kenkti žmonių sveikatai ir aplinkai.

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų kompostavimas

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekose yra daug įvairių maistinių medžiagų, kurios yra svarbios augalų augimui. Viena iš jų – fosforas, kuris pramoninei trąšų gamybai importuojamas iš šalių, nepriklausančių ES. Šalutinių gyvūninių produktų panaudojimas trąšų gamybai galėtų padėti ne tik sumažinti priklausomybę nuo importuojamų medžiagų, bet ir sumažinti išmetamų ŠESD kieki.

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekos siejamos su įvairių ligų plitimo rizika, todėl tokių žaliavų panaudojimo saugumas tampa prioritetiniu klausimu. Reglamentas (EB) Nr. 1069/2009 nustato,

kad tik antrosios (po sterilizacijos slėgiu) ir trečiosios kategorijų medžiagų naudojimas organinių trąšų ir dirvožemio gerinančių medžiagų gamybai, kompostavimui ir biologinių dujų gamybai yra saugus. Trąšos gali būti perdirbimo įmonių produktai (pavyzdžiui, anksčiau aptarti mėsos ir kaulų miltai, kaulų miltai, mėsos miltai, perdirbti organiniai baltymai, plunksnų miltai, žuvų miltai, gyvūnų kraujas ir pan.). Trąšų gamybos būdų parinkimas bei tų pačių technologijų gamybos proceso skirtumai daro įtaką galutinio produkto maistinių medžiagų prieinamumui ir trąšos saugumui. Franke-Whittle ir Insam (2013) tyrimų apžvalga rodo, kaip parinkti trąšų gamybos būdai veikia patogenų gyvybingumą.

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekos gali būti paverčiamos trąšomis, taikant kompostavimą. Aerobinio arba anaerobinio proceso metu biologiškai skaidžios medžiagos suyra dėl tam tikrų mikroorganizmų veiklos. Kompostavimas leidžia grąžinti į žemę maistines medžiagas ir humusą, gerina dirvožemio struktūrą, mažina atliekų kiekį ir skleidžiamą kvapą. Tačiau kompostavimo procesas negali galutiniame produkte neutralizuoti visų patogenų, kurie sukelia gyvūnų, augalų arba žmonių ligas (Franke-Whittle ir Insam, 2013). Gyvūninės kilmės atliekose gali būti nepageidautinos medžiagos (pavyzdžiui, sunkiųjų metalų, antibiotikų), kurios lieka galutiniame produkte. Dėl minėtų grėsmių Biologiškai skaidžių atliekų kompostavimo anaerobinio apdorojimo aplinkosauginiai reikalavimai draudžia individualiai kompostuoti mėsą, žuvį, riebalus, kaulus, skerdienos atliekas. Šalutinių gyvūninių produktų kompostavimas galimas tik griežtai laikantis Reglamente (EB) Nr. 1069/2009 ir Komisijos reglamente (ES) Nr. 142/2011 nustatytų reikalavimų.

Remiantis tyrimais (Franke-Whittle ir Insam, 2013), kompostavimas, kaip šalutinių gyvūninių produktų apdorojimo būdas, sumažina patogenų kiekį ir įveikia kai kurias pavojingas bakterijas. Patogenų gyvybingumui galutiniame produkte daro įtaką kompostuojamos medžiagos kokybė, kompostavimo sistemos pasirinkimas, kompostavimo temperatūra ir jos trukmė. Didinant galutinio produkto saugumą, siūloma taikyti kompostavimą tik derinant su papildomu medžiagos apdorojimu, kuris leidžia gauti saugų produktą (Franke-Whittle ir Insam, 2013). Kompostavimą galima taikyti ir biodujų substrato apdorojimui, siekiant didesnio organinių medžiagų suskaidymo ir papildymo maistinėmis medžiagomis bei mažinant patogenų riziką.

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų panaudojimas medicinoje, farmacijoje ir kosmetikos gamyboje

Mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės šalutiniai gyvūniniai produktai turi didelį žaliavų potencialą, kuris gali būti panaudotas medicinoje, farmacijos ir kosmetikos pramonėje, tačiau pastaraisiais dešimtmečiais vyksta judėjimas priešinga kryptimi, tai yra atsisakoma gyvūninės kilmės sudėtinių dalių arba produktų. Šią tendenciją nulemia daug įvairių veiksnių. Viena iš varomųjų

jėgų yra vartotojų religiniai ir idėjiniai įsitikinimai, kurie neleidžia jiems vartoti gyvūninės kilmės produktų arba produktų, pagamintų iš tam tikrų gyvūnų rūšių.

Kitas aspektas yra susirūpinimas dėl tokių medžiagų poveikio žmogaus sveikatai, kuris verčia ieškoti saugių alternatyvų. Pavyzdžiui, dėl užkrečiamosios spongiforminės encefalopatijos keliamos rizikos atsisako ilgą laiką medicinoje naudotų natūralių bioyrančių siūlų – ketguto (gaminamo iš smulkiųjų raguočių žarnų). Kai kurios gyvūninės kilmės medžiagos farmacijoje keičiamos į sintetines dėl to, kad dirbtiniu būdu sintezuotos medžiagos leidžia tiksliau įvertinti būsimo produkto koncentraciją, o gyvūninės kilmės analogai šito neleidžia. Reikšmingus taikymo skirtumus šalyse nulemia ir teisinis reglamentavimas, kuris daro įtaką šalutinių gyvūninių produktų naudojimui, ginant visuomenės interesus.

Reglamentas Nr. 1069/2009 numato, kad gyvūninės kilmės medžiagos gali būti taikomos aktyviuosiuose implantuojamuose medicinos prietaisuose (Tarybos Direktyva 90/385/EEB), medicinos prietaisuose (Tarybos Direktyva 93/42/EEB) arba *in vitro* diagnostikos medicinos prietaisuose, kurie apima reagentus ir iš jų gautus produktus, kalibravimo ir kontrolinę medžiagą bei kitus komponentus (Parlamento ir Tarybos Direktyva 98/79/EB).

Įvairūs gyvūninės kilmės produktai taikomi vakcinų gamyboje. Kraujas naudojamas galvijų albumino serumo gamybai, kuris suteikia palankias sąlygas ir maistines medžiagas tam tikrų virusų augimui, todėl gali būti taikomas kaip virusų auginimo terpė. Virusų auginimui gali būti naudojamos ir gyvūnų ląstelės. Pavyzdžiui, vištų embriono ląstelės naudojamos auginant virusus, kurie naudojami skiepijant nuo tymų ir nuo epideminio parotito.

Želatina dažnai taikoma kaip stabilizuojanti vakciną medžiaga, pavyzdžiui, siekiant apsaugoti tam tikrus gyvus virusus nuo temperatūros poveikio. Vakcinų gamybai naudojama želatina stipriai valoma ir skiriasi nuo maistinės želatinos. Nors vakcinų gamyboje gali būti naudojama kiaulių ir galvijų želatina, užkrečiamosios spongiforminės encefalopatijos rizika paskatino tam tikras šalis atsisakyti didesnę grėsmę keliančios medžiagos, pavyzdžiui, Didžiojoje Britanijoje želatina vakcinoms gaminama iš kiaulių. Želatina taip pat gali būti taikoma kapsulėms gaminti, kaip rišančioji arba jungiamoji medžiaga tablečių gamyboje, tepalų ingredientas arba kraujo plazmos priedas.

Tripsinas, gautas iš kiaulių arba galvijų kasos, irgi gali būti naudojamas vakcinų gamyboje. Šis reagentas padeda išvengti ląstelių lipnumo ir neleidžia joms likti ant auginimui naudojamų indų, padeda aktyvuoti tam tikrus vakcinos virusus. Tripsinas taip pat gali būti naudojamas kaip reagentas, gaminant insuliną. Kaip ir želatinos atveju, tripsinas iš kiaulių tampa labiau pageidautina alternatyva, siekiant išvengti užkrečiamosios spongiforminės encefalopatijos rizikos, tačiau ir tripsinas iš kiaulių gali būti siejamas su sunkiai pašalinamų virusų plitimo rizika.

Gyvūninės kilmės komponentų naudojimas gydymo tikslais arba sveikatos palaikymui taikomas nuo senovės. Pavyzdžiui, Kinijos tradicinėje medicinoje ilgai taikoma galvijų tulžis. Šiandien tulžies milteliai parduodami kaip natūralus maisto papildas, kuris naudojamas gydyti skrandžio veiklos sutrikimus, tulžies pūslės problemas, gerinti kepenų veiklą, riebalų ir lipidų suvirškinamumą bei vitaminų pasisavinimą. Iš galvijų tulžies gaunamas taurinas ir tulžies rūgštys plačiai taikomi farmacijos pramonėje, gėrimų gamyboje (Leoci, 2014). Farmacijos pramonėje tulžies rūgštys naudojamos nesteroidinių priešuždegiminių vaistų ir kitų aktyvių komponentų gamybai (pavyzdžiui, naudojamų antigenų vakcinų paruošimui, esminių bioreagentų gamybai), cholio ir deoksicholio rūgštys naudojamos daugelio steroidų sintezei, prednizono ir kortizono gamybai, o tulžies druskos naudojamos klinikinėje mikrobiologijoje (Leoci, 2014; Jayathilakan ir kt., 2012).

Gyvūnų kūnas turi daug medžiagų, kurios gali būti naudingos gydant ligas arba palaikant sveikatą. Pavyzdžiui, iš kepenų gali būti gautas heparinas, kuris leidžia reguliuoti kraujo krešėjimą (Jayathilakan ir kt., 2012). Iš kasos gaunamas itin svarbus insulino hormonas, kuris taikomas diabeto gydymui, bei gliukagonas, turintis atvirkštinį poveikį cukraus kiekiui kraujyje. Iš kasos gali būti gautas virškinimo sutrikimams gydyti svarbus pankreatinas arba tokie fermentai, kaip pepsinas, tripsinas, chimotripsinas ir pan. (Leoci, 2014; Jayathilakan ir kt., 2012). Gyvūnų virškinamajame trakte esantis serotoninas turi platų pritaikymą medicinoje, nes šis hormonas reguliuoja nuotaiką, miegą, virškinimą, atmintį ir daugelį kitų svarbių organizmo procesų. Gyvūnų antinksčių ekstraktas arba pavieniai steroidai turi labai platų pritaikymą: streso ir nuovargio mažinimas, širdies veiklos stimuliavimas, astmos, krupo, uždegimų, alergijos gydymas ir kita (Leoci, 2014). Galvijų trachėjos kremzlės ekstrakto esantis chondroitino sulfatas plačiai taikomas farmacijoje neuralgijos, migrenos ir tam tikrų kūno dalies skausmų gydymui, medžiaga ilgina ragenos saugojimo laiką transplantologijoje (Leoci, 2014). Kankorėžinė liauka naudojama melatonino, kuris taikomas gydant nemigą, šizofreniją ir kitas ligas, gavimui (Jayathilakan ir kt., 2012). Keratino medžiagos naudojamos gydant žaizdas, vaistuose, audinių inžinerijoje, gydant traumas ir gaminant medicininę įrangą (Leoci, 2014).

Atskiros kraujo dalys ir iš jų gauti produktai gali būti naudojami medicinoje, gydant anemiją, kraujavimo sutrikimus, cistinę fibrozę, širdies ligas, hemoragiją arba stabdant kraujavimą (ypač po operacijų arba organų transplantacijų), albuminas gali padėti atkurti kraujo kiekį, imunoglobulinas dažnai taikomas pacientams, kuriems taikoma terapija nuo vėžio, ir pan. (Leoci, 2014). Gyvūnų įvairiose kūnų dalyse aptinkami steroidai, hormonai ir vitaminai, kurie plačiai naudojami farmacijos pramonėje. Pavyzdžiui, kiaulių ir galvijų kepenų ekstraktas gali būti naudojamas kaip vitamino B12 šaltinis (Leoci, 2014; Jayathilakan ir kt., 2012), galvijų albuminas aprūpina organizmą

lengvai pasisavinama geležimi, o žuvų taukai turi omega 3 ir omega 6 riebalų rūgščių, vitaminų D ir E, jų baltymai naudojami farmacijoje imuninei sistemai stiprinti.

Iš kraujo gali būti gaunamas maistinis albuminas. Lietuvoje maistinis albuminas naudojamas hematogeno, vartojamo kaip maisto papildas, gamybai. Maistinis albuminas gaminamas iš galvijų kraujo. Toks papildas suteikia organizmui lengviau pasisavinamą gyvūninės kilmės geležį ir padeda kovoti su deguonies badu organizme. Lietuvoje gyvūninės kilmės geležį ir šio produkto turinčius maisto papildus gamina UAB „Mogemas“. Kitos šalys, spręsdamos geležies trūkumo organizme problemą, siūlė rinkai specialių sausainių, gėrimų ir kitų produktų su albuminu.

Reglamentas (EB) Nr. 1069/2009 numato, kad šalutiniai gyvūniniai produktai gali būti taikomi kosmetikos gaminių gamyboje. Kosmetikos gamyboje naudojama daug gyvūninės kilmės sudėtinių dalių, kurios dažnai tampa pigesniu augalinių arba sintetinių sudėtinių dalių pakaitalu. PETA organizacija skelbia gyvūninės kilmės komponentų, dažnai naudojamų kosmetikos gamyboje, sąrašą (Animal-derived..., 2020). Toliau pateikiami paplitę skerdyklų ir žuvies perdirbimo pramonės šalutinių gyvūninių produktų panaudojimo pavyzdžiai įvairių šalių kosmetikos produktų gamyboje.

Pastaruoju metu itin populiariu odos senėjimo procesus stabdančiu kosmetikos ingredientu tapo hialurono rūgštis, kuri laikoma antioksidantu, pasižyminčiu drėkinimo ir odos elastingumą išlaikančiomis savybėmis. Šio ingrediento gamybai gali būti naudojamos gaidžio skiauterės (Clifford, 2007), gyvūnų virkštelės arba sąnarių skysčiai. Hialurono rūgštis naudojama odos priežiūros kosmetikoje, pavyzdžiui, įvairiuose kremuose, losjonuose arba serumuose. Į kremus, losjonus ar lūpų dažus dažnai dedami komponentai, skirti palaikyti odos stangrumą. Šią funkciją atlieka tokios medžiagos kaip elastinas ir kolagenas, kurie gaunami iš karvių kaklų raiščių arba aortų ir gyvūnų kremzlių, žuvų. Želatinos yra losjonuose ir drėkinimo produktuose, senėjimą stabdančiose kremuose, plaukų priežiūros priemonėse, nagams skirtuose produktuose. Šiam ingredientui gaminti naudojami gyvūnų kaulai, oda ir kailiai, raiščiai. Odos ir plaukų priežiūros priemonėse bei kvėpaluose gali būti gyvūninės kilmės steroidų, kurie kaupiasi gyvūnų liaukose.

Šampūnuose, lūpų dažuose, akių šešėlių gamyboje ir nagų lako gamyboje spalvos arba spindesio efektui gauti naudojamas guaninas, kuris gaminamas iš žuvies žvynų. Pantenolis, dažnai naudojamas šampūnų ir kondicionierių, losjonų ir tušo gamyboje, gali būti gaunamas iš gyvulių mėsos. Kitas dažnas plaukų priežiūros produktų komponentas yra keratinas. Jis gaminamas iš ragų, kanopų, plunksnų ir gyvūnų plaukų.

Itin svarbūs kosmetikos gamyboje yra perdirbti gyvūnų riebalai ir susiję produktai, kurie suteikia galutiniam produktui skirtingų savybių (pavyzdžiui, drėkinimo, elastingumo). Komponentai, gauti iš gyvūnų riebalų, yra naudojami gaminant lūpų dažus, akių šešėlius, makiažo pagrindus, odos priežiūros

produktus, muilą, skutimosi putas ir gelius, šampūnus, dantų pastą ir kitus produktus. Minėtų produktų gamyboje taikomi skirtingų gyvūnų riebalai, o komponentų gavimui naudojamos skirtingos kūno dalys. Plačiai kosmetikoje taikomoms sudėtinėms dalims priskiriami tokie komponentai kaip audinių taukai, lajus, polisorbatai, riebalinės rūgštys, oleino ir stearino rūgštys, žuvų taukai ir pan. Pavyzdžiui, odos kremuose, drėkinimo losjonuose, riebiųjų lūpų dažų ir lūpų balzamų gamyboje naudojamas lanolinas, kuris natūraliai išskiriamas avių ir surenkamas nuo jų kailio. Glicerinas ir glicerolis yra muilo gamybos šalutinis produktas, kuris plačiai naudojamas odos priežiūros priemonių, dantų pastos ir muilo gamyboje.

Svarbu pažymėti, kad šalutinių gyvūninių produktų panaudojimui kosmetikos gamyboje daro įtaką daug veiksnių. Praėjusiame amžiuje įvykęs galvijų spongiforminės encefalopatijos protrūkis privertė kritiškai įvertinti gyvūninės kilmės komponentų taikymą ir paskatino ieškoti saugių alternatyvų. Pavyzdžiui, tam tikri gamintojai kolageno gamyboje naudotus galvijų šalutinius gyvūninius produktus pradėjo keisti į žuvų perdirbimo pramonės atliekas. Gyvūninės kilmės medžiagų saugumas bei atskirų vartotojų grupių lūkesčiai tampa svarbūs, kadangi šie komponentai dažnai turi augalinės kilmės arba sintetinius analogus.

Kiti mėsos ir žuvies perdirbimo pramonės atliekų panaudojimo būdai

Vienas iš šalutinių gyvūninių produktų perdirbimo pramonės produktų yra gyvūninės kilmės riebalai, kurie yra plačiai taikomi oleochemikalų pramonėje. Oleocheminiai produktai gaminami, taikant hidrolizę, leidžiančią suskaidyti gyvūninės kilmės riebalus į riebiąsias rūgštis ir gliceriną, kurie turi platų panaudojimą skirtingose srityse (pavyzdžiui, kosmetikos gamyba ir chemikalų gamyba, atsinaujinanti energetika ir pan.).

Pramonėje riebalai naudojami gaminant rišančiąsias medžiagas, tirpiklius, vaikiškas spalvotas parafino kreideles, žvakes, dažus, pramoninius chemikalus (pavyzdžiui, antifrizus, indų ploviklius, rankų muilus, grindų vašką), įtampą mažinančias medžiagas, tepalus arba agrochemiją, guminius produktus, keramiką ir pan. Perdirbtas glicerinas gali būti naudojamas sprogstančių medžiagų gamyboje.

Gyvūniniai riebalai plačiai taikomi plastiko ar lankstumą suteikiančių medžiagų gamyboje. Tokių produktų pavyzdžiai galėtų būti debito arba kredito kortelės, maišeliai, mašinų dalys, valikių tara ir kiti produktai, pagaminti iš polimerų. Svarbu pažymėti, kad iš tokio plastiko gauto produkto paskirtis ir alternatyvių produktų naudojimo galimybės pastaruoju metu tampa svarbūs. Pavyzdžiui, Didžiosios Britanijos piniginių banknotų gamybai pasirinkti gyvūninės kilmės riebalai, kurie leido pigiau pagaminti banknotus, sukėlė didelį veganų pasipriešinimą ir protestus.

Gyvūnų kailis, oda, vilna ir plaukai irgi gali tapti naudinga žaliava ir turėti daug panaudojimo galimybių. Gyvūnų oda naudojama avalynės, drabužių, namų dekoru gaminių, kuprinių, baldų, sporto prekių, pirštinių, piniginių, papuošalų gamybai. Vilnos ir plaukų panaudojimas yra panašūs ir priklauso nuo gyvūno rūšies. Dažniausiai vilna naudojama statybose kaip terminė arba akustinė izoliacinė medžiaga, čiužinių pamušalams (Ravasio ir Rodewald, 2018). Gyvūnų plaukai arba šeriai gali būti naudojami plaukų šepečių arba makiažo šepetėlių gamyboje. Platų pritaikymą taip pat turi įvairūs klijai, gauti iš skirtingų gyvūninių šalutinių produktų kailių, kaulų ir ragų, odos arba gyvūnų kraujo. Tokie klijai gali būti naudojami medicinoje, maisto pramonėje, statybinių medžiagų gamyboje ir pan.

Plunksnos, ragai ir kanopos taip pat turi daug naudojimo alternatyvų. Plunksnos ir pūkai gali būti naudojami kaip izoliacinis pamušalas drabužių gamyboje, miegmaišiuose, antklodžių ir pagalvių gamyboje. Plunksnos taip pat tinka įvairių produktų ir drabužių dekoravimui. Tyrimai rodo, kad plunksnos turi potencialą būti panaudotos kaip žaliava, gaminant elektros izoliavimo medžiagas, tekstilėje naudojamus verpalus, neaustinių medžiagų gamyboje ir pan. (Tefaye ir kt., 2018). Plunksnos, ragai ir kanopos gali būti perdirbamos į draugiškas gamtai ir veiksmingas baltymines putas, kurios naudojamos gesinti gaisrus. Perdirbti ragai ir kanopos gali būti naudojami statybose kaip lengvojo betono komponentas.

Įvairiose srityse panaudojami skirtingi gyvūnų organai. Pavyzdžiui, iš galvijų sausgyslių gaminami siūlai, kurie gali būti naudojami lengvojoje pramonėje. Iš raguočių žarnų pagaminti siūlai gali būti panaudoti kaip arfų stygos. Minėti šalutinių gyvūninių produktų pritaikymo pavyzdžiai nėra baigtinis sąrašas. Tačiau svarbu pabrėžti, kad mėsos ir žuvies perdirbimo pramoninių atliekų panaudojimas stipriai priklauso nuo teisinio reguliavimo ir visuomenės lūkesčių, kurie turi būti įvertinti, parenkant tinkamą gerųjų praktikų rinkinį, užtikrinantį sklandų žiedinės ekonomikos funkcionavimą.

Literatūra

1. Animal-derived ingredients list [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-23]. Prieiga per internetą: <<https://www.peta.org/living/food/animal-ingredients-list/>>.
2. Assessment of Alternative Phosphorus Fertilizers for Organic Farming: Meat and Bone Meal [interaktyvus]. 2015. [Žiūrėta 2020-04-23]. Prieiga per internetą: <<https://orgprints.org/29505/1/moeller2015-factsheet-Meat-and-bone-meal.pdf>>.
3. Buckwell A., Nadeu E., 2016. Nutrient Recovery and Reuse (NRR) in European agriculture. A review of the issues, opportunities, and actions. Brussels: RISE Foundation. 92 p.
4. Bucker F., et al., 2020. Fish waste: An efficient alternative to biogas and methane production in an anaerobic mono-digestion system. Renewable Energy 147(1): 798–805.
5. Clifford P. C. 3rd, 2007. Animal-Based Hyaluronic Acid Fillers: Scientific and Technical Considerations. Plastic and Reconstructive Surgery 120 (6S): 27S–32S.

6. Franke-Whittle I. H., Insam H., 2013. Treatment alternatives of slaughterhouse wastes, and their effect on the inactivation of different pathogens: A review. *Critical Reviews in Microbiology* 39(2): 139–151.
7. Jayathilakan K. et al., 2012. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *Journal of Food Science and Technology* 49(3): 278–293.
8. Joardar J. C., Rahman M. M., 2018. Poultry feather waste management and effects on plant growth, *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 7: 183–188.
9. Kafle G. K., Kim S.H. 2012. Evaluation of the Biogas Productivity Potential of Fish Waste: A Lab Scale Batch Study. *Journal of Biosystems Engineering* 37(5): 302–313.
10. Kara K. et al., 2018. Biodiesel production from waste fish oil with high free fatty acid content from Moroccan fish-processing industrines. *Egyptian Journal of Petroleum* 27(2): 249–255.
11. Leoci R., 2014. Animal by-products (ABPs): origin, uses, and European Regulation. Rome: Press Up S.r.l. 192 p.
12. Malav O. P. et al., 2018. Safe Disposal of Slaughter House Waste, Approaches in Poultry, Dairy & Vetirenary Sciencies 2(4): 171–173.
13. Making green organic fertiliser from bones [interaktyvus]. 2015. [Žiūrėta 2020-05-15]. Prieiga per internetą: <<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/making-green-organic-fertiliser-bones>>.
14. Misevičius A., Baltrėnas P., 2011. Eksperimentinių tyrimų rezultatai perdurbant mėsos ir augalinės kilmės atliekas periodinio veikimo bioreaktoriuje. *Science – Future of Lithuania* 3(5): 50–57.
15. Navickas, K. ir kt., 2007. Gyvūninės kilmės šalutinių produktų anaerobinis perdurbimas į biodujas. *LŽŪU ŽŪI Instituto ir LŽŪ Universiteto mokslo darbai* 39(4): 60–68.
16. Nebel B.A., Mittelbach M., 2006. Biodiesel from extracted fat out of meat and bone meal. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108(5): 398–403.
17. Ravasio P., Rodewald A., 2018. Recycled Wool: A Primer for Newcomers and Rediscoverers. *European Outdoor Group and Greenroom Voice*. 33 p.
18. Someus E., Humana T., 2016. Improvement of comprehensive bio-waste transformation and nutrient recovery treatment processes for production of combined natural products. *Refertil Biochar Project Results* [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-05-20]. Prieiga per internetą: <https://www.refertil.info/sites/default/files/refertil_project_results.pdf>.
19. Su J.-J., Chou Y.-C., 2019. Biodiesel Production by Acid Methanolysis of Slaughterhouse Sludge Cake. *Animals (Basel)* 9(12). 1029.
20. Tesfaye T. et al., 2018. Valorisation of chicken feathers: Characterisation of thermal, mechanical and electrical properties. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 9(September): 27–34.
21. Parlamento ir Tarybos direktyva 98/79/EB dėl *in vitro* diagnostikos medicinos prietaisų. Konsoliduota versija [interaktyvus]. 1998. [Žiūrėta 2020-05-20]. Prieiga per internetą: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:01998L0079-20120111&from=EN>>.
22. Tarybos direktyva dėl valstybių narių įstatymų, reglamentuojančių aktyviuosius implantuojamus medicinos prietaisus, suderinimo (90/385/EEB). Konsoliduota versija [interaktyvus]. 1990. [Žiūrėta 2020-05-20]. Prieiga per internetą: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:01990L0385-20071011&from=EN>>.
23. Tarybos direktyva dėl medicinos prietaisų 93/42/EEB. Konsoliduota versija [interaktyvus]. 1993. [Žiūrėta 2020-05-20]. Prieiga per internetą: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:01993L0042-20071011&from=EN>>.