

## MĖŠLO IR SRUTŲ TVARKYMO GEROSIOS PRAKTIKOS

Mėšlas ir srutos daro daugialypį poveikį aplinkai. Intensyvi gyvulininkystė dažnai išderina mėšle liekančių maistinių medžiagų ir sunkiųjų metalų sudėtį, didina tam tikrų vaistų likučių, sunkiųjų metalų ir patogenų patekimo į aplinką riziką. Gyvulininkystė taip pat prisideda prie nepalankių klimato kaitos tendencijų pasaulyje, nes mėšlo tvarkymo praktikos daro įtaką šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijų kiekiui.

Tinkamai tvarkant, mėšlas gali tapti ir itin vertinga žaliava, naudojama energijai generuoti, trąšoms gaminti ir kitiems tikslams. Svarbu pažymėti, kad mėšlo ir srutų įtraukimas į žiedinę ekonomiką gali būti veiksmingas ir saugus tik tuo atveju, jei gerųjų praktikų taikymas apimtų visas ūkininkavimo, mėšlo tvarkymo ir perdirbimo stadijas. Tik toks požiūris į mėšlo tvarkymą leidžia minimizuoti vandens, dirvos ir oro taršą, išsaugoti biologinę įvairovę ir sumažinti šių atliekų neigiamą poveikį žmonių sveikatai ir klimato kaitai. Toliau trumpai apžvelgiamos svarbiausios mėšlo ir srutų panaudojimo žiedinėje ekonomikoje gerosios praktikos.

### Atliekų susidarymo prevencija ir atliekų kokybė

Remiantis World Resource Institute (2019) prognoze, ateityje pasaulyje didės gyvūninės kilmės maisto poreikis, atitinkamai augs tvarkomo mėšlo kiekis ir galimas neigiamas poveikis aplinkai. Dėl šios priežasties visuomenės prevencijos pastangos apima dvi svarbias kryptis: mėšlo kiekio mažinimo galimybes ir šios atliekos neigiamo poveikio mažinimą, pripažįstant neišvengiamą mėšlo ir srutų kiekio augimą.

Mėšlo kiekio mažinimo galimybės dažniausiai sietinos su visuomenės mitybos įpročių ir valgytojo elgsenos keitimu, siekiant mažinti auginamų gyvūnų paklausą. Ypatingas vaidmuo tenka ir subalansuotai pagal gyvulio arba paukščio poreikius mitybai (World Resource Institute, 2019; FAO, 2006), kuri, viena vertus, gali veikti susidarančių atliekų kiekį, kita vertus, – ateityje nulemti mėšlo kainą, nes mityba leidžia reguliuoti maistinių medžiagų sudėtį. Mėšlo maistinių medžiagų pokyčiai siejami ir su gyvūnų produktyvumu (Juška ir kt., 2017).

Mėšlo kokybė ir poveikis aplinkai priklauso nuo gyvulio ar paukščio rūšies, mitybos, pavienių gyvulių charakteristikų, gyvūno laikymo sąlygų, taikomų mėšlo tvarkymo praktikų ir aplinkos poveikio bei kitų veiksnių. Žinios apie šiuos veiksnius leidžia siūlyti įvairius sprendimus, skirtus mažinti neigiamą mėšlo poveikį aplinkai ir didinti maisto sistemos tvarumą. Pavyzdžiui, World Resource Institute (2019) ataskaitoje įvertintas naminių gyvūnų indėlis į ŠESD emisiją, ir siūloma keisti galvijų mėsos vartojimą kiauliena arba paukštiena, nes šios gyvulininkystės sistemos išskiria mažiau ŠESD.

Jungtinių Tautų maisto ir žemės ūkio organizacija (FAO) (2006) rekomenduoja mažinti neigiamą atliekų poveikį aplinkai, reguliuojant anglies ir azoto santykį pašaruose, nes tai daro įtaką mėšlo metano emisijoms. Europos Sąjungos (ES) stambūs ūkiai yra itin pažangūs šioje srityje, tačiau World Resource Institute (2019) ataskaitoje paminėta, kad nedideliuose ūkiuose peršėrimo baltymais (ir azotu) mažinimo strategija gali būti veiksminga geroji praktika, mažinant ŠESD. Pažymėtina, kad nepakankamas baltymų vartojimas irgi gali didinti ŠESD emisijos kiekį. Todėl šalies ūkininkams skirta šviečiamoji veikla, aiškinanti pašarų poveikį atliekų kokybei, ir gerųjų praktikų, leidžiančių mažinti neigiamą mėšlo poveikį aplinkai, pristatymas galėtų prisidėti prie veiksmingesnio uždaro ciklo kūrimo.

Būsimų atliekų kokybei ir panaudojimui daro įtaką pašarų sudėtinės dalys ir tam tikri jų komponentai. Hormonų, antibiotikų, patogenų, sunkiųjų metalų ir kitų nepageidautinų komponentų perteklius pašaruose gali išlikti mėšle ir srutose, o per trąšas daryti neigiamą poveikį aplinkai, gyvūnų ir žmonių sveikatai. Dėl šios priežasties gyvūninės kilmės produktų ir maisto atliekų panaudojimą pašarų gamyboje griežtai reglamentuoja Reglamentas (EB) Nr. 1069/2009.

Svarbią vietą užima Naujojoje Zelandijoje perspektyvia gerąja praktika ilgai laikytas nitrifikacijos slopinimo medžiagų panaudojimas, kuris leidžia mažinti azoto suboksido emisijos kiekį (De Klein ir kt., 2011) ir azoto praradimus. Pastaruoju metu šios medžiagos buvo dedamos į galvijų pašarus arba vandenį, siekiant padidinti jų panaudojimo veiksmingumą. Nitrifikacijos slopinimo medžiagos pereina virškinimo procesą ir išlieka gyvulių šlapime. Tokiu būdu mažinama ŠESD emisija. Tačiau pastarieji tyrimai rodo, kad toks nitrifikacijos slopinimo medžiagų panaudojimas potencialiai gali kelti pavojų sveikatai, nes medžiagų likučiai išlieka net ir pieno produktuose (World Resource Institute, 2019).

Europos Komisija ragina itin atsargiai vertinti nitrifikacijos slopinimo medžiagų naudą klimato kaitai valdyti ES žemės ūkyje. Lam ir kt. (2016) apžvelgti pastarieji tyrimai rodo, kad ši praktika remiasi ribotu ŠESD emisijos vertinimu, o realybėje azoto suboksido emisijos mažėjimą dažnai kompensuoja amoniako išsiskyrimo didėjimas ir dėl vėlesnių transformacijų didėjanti ŠESD emisija (European Commission, 2016; Lam ir kt. 2016). Minėtas Naujosios Zelandijos pavyzdys aiškiai iliustruoja, kad inovatyvių technologijų taikymas turi būti visapusiškai įvertintas.

### **Mėšlo ir srutų panaudojimas tręšimui**

Antroje XX a. pusėje pradėjo sparčiai augti sintetinių trąšų naudojimas. Dirbtinai sukurtos trąšos leido greitai papildyti dirvą maistinėmis medžiagomis, o organinių trąšų (taip pat ir mėšlo) veikimas

buvo lėtesnis dėl organinėse medžiagose natūraliai vykstančių procesų. Sintetinių trąšų naudojimas reikšmingai padidino derlius, tačiau po tam tikro laiko pradėjo aiškėti ir šios sėkmės tikroji kaina.

Sintetinių trąšų įperkamumas ir prieinamumas lėmė perteklinio trąšų kiekio ir maistinių medžiagų (ypač azoto ir fosforo) patekimą į dirvą, o iš jų – į vandens išteklius ir ekosistemas. Pradėjo nykti bioįvairovė ir mikroorganizmai, atsakingi už organinės kilmės medžiagų pavertimą maistinėmis medžiagomis, padidėjo sveikatai kenkiančių nitratų kiekis dirvoje, prasidėjo pertręstose žemėse augančių kultūrų evoliucija, buvo beveik išiekvoti itin svarbios medžiagos, naudojamos fosforo gamybai, ištekliai. Neigiamą poveikį aplinkai didino ir milžiniško energijos kiekio poreikis sintetinių trąšų gamybai.

Šie pokyčiai paskatino iš naujo apsvarstyti mėšlo ir srutų panaudojimo dirvos tręšimui, kaip dominuojančio tręšimo būdo, gražinimą į žemės ūkį. Tačiau žiedinėje ekonomikoje gerosios praktikos turėtų leisti suderinti tokius esminius aspektus, kaip atliekos maistinių medžiagų panaudojimo veiksmingumą, aplinkos taršos ir poveikio klimato kaitai mažinimą. Technologijų pasirinkimas ir jų teikiama nauda dažnai priklausys nuo ūkio situacijos. Svarbu pabrėžti, kad mėšlo, kaip trąšos, maistinei vertei darys įtaką visos jo tvarkymo stadijos: nuo atsiradimo iki gražinimo į dirvožemį.

### **Mėšlo ir srutų tvarkymas**

Mėšlo panaudojimas suteikia didelį potencialą svarbių maistinių medžiagų gražinimui į žemę. Tačiau praktikoje dėl netinkamo mėšlo tvarkymo, tręšimo laiko ir paskirstymo laukuose būdų parinkimo prarandama didelė azoto dalis. Sumažėjęs azoto ir fosforo santykis nulemia perteklinio fosforo patekimą į laukus, o tai turi įtakos mėšlo, kaip trąšos, naudojimo efektyvumui bei aplinkos taršai. Buckwell ir Nadeu (2016) ataskaitoje konstatuojama, kad maistinių medžiagų įsisavinimui daro įtaką ir trąšų paskirstymas laukuose. Tręšimas neturėtų būti siejamas su mėšlo rezervuarų ar lagūnų tuštinimo poreikiu, jis turi atitikti konkrečios auginamos kultūros ir žemės maistinių medžiagų poreikį, o ne maksimaliai leistinas ribas.

Daugelis gerųjų praktikų yra nukreipta į tai, kaip tręšti minimizuojant maistinių medžiagų praradimą, o tai leidžia sumažinti trąšų poreikį žiedinėje ekonomikoje ir apsaugoti aplinką nuo taršos neįsisavintais elementais. Pavyzdžiui, amoniako emisijos kiekį mažina kraikinių medžiagų maišymas su mėšlu, srutų rūgštinimas prieš tręšimą arba tręšiant laukus, mėšlo įterpimas į dirvą po tręšimo, perėjimas nuo mėšlo barstymo prie mėšlo įterpimo į dirvožemį arba juostinio srutų (skysto mėšlo) įterpimo į dirvožemį, tręšimo laiko ir kiekio reguliavimas (tikslusis tręšimas) (Buckwell ir Nadeu, 2016).

Mėšlo ir srutų neigiamas poveikis aplinkai prasideda nuo jų atsiradimo ir išlieka mėšlo (srutų) laikymo vietoje. Į orą išmetamas metanas ir azoto suboksidas, kurie priskiriami nepageidautinai

ŠESD emisijai. Problemų kelia ir amoniako išsiskyrimas. Netinkamai sutvarkytos ir nesandarios saugyklos prisideda prie atliekų nutekėjimo iš saugyklų ir aplinkos taršos. Kadangi šių atliekų tolesnis panaudojimas žiedinėje ekonomikoje dažnai siejamas su tam tikro atliekų kiekio kaupimu ir saugojimu, būtina imtis visų priemonių, kurios leidžia sumažinti neigiamą mėšlo poveikį aplinkai saugojimo metu. Azoto praradimą leidžia sumažinti įvairūs priedai, turintys fizinį, cheminį ar biologinį poveikį, ir mėšlo dengimas (Juška ir kt., 2017). Tačiau ūkiui prieinamus sprendimus dažniausiai riboja nuo ūkio dydžio priklausantis finansinis pajėgumas, todėl minimalių privalomų standartų reguliavimas yra itin svarbus veiksnys, leidžiantis apsaugoti aplinką. Dėl šių priežasčių mėšlo saugojimo ir tręšimo sprendimams taikomas griežtas teisinis reguliavimas ir gerosios praktikos, kurios padeda išsaugoti atliekoje didesnę maistinių medžiagų dalį ir apsaugo nuo šios atliekos galimo neigiamo poveikio.

Lietuvoje mėšlo ir srutų tvarkymą reglamentuoja „Mėšlo ir srutų tvarkymo aplinkosaugos reikalavimų aprašas“, kuris išaiškina mėšlo ir srutų kaupimo reikalavimus, nustato mėšlo panaudojimo laukų tręšimui normas ir laiką, apibrėžia tręšimo planų bei mėšlo ir srutų tvarkymo planų sudarymą, įvardija leistinus tręšimo būdus, nustato gamybiniuose pastatuose susidarančių nuotekų tvarkymo taisykles. Kitas svarbus dokumentas – Pažangaus ūkininkavimo taisyklės ir patarimai (Šileika, 2007) – nustato gerąsias mėšlo tvarkymo ir tręšimo praktikas, skirtas vandenių apsaugai nuo nitratų taršos ir padeda įgyvendinti Tarybos direktyvą 91/676/EEB „Dėl vandenių apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių“. Neigiamą poveikį aplinkai padeda mažinti kiaulidžių ir galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklės ir kiti dokumentai.

Įdomu, kad ES jau atsirado ūkiai, kurių pastatų konstrukcijos orientuojasi į konkrečių gerųjų praktikų taikymą. Pavyzdžiui, Prancūzijos kiaulių kooperatyvo „Cooper1“ kiaulidžių pastatai – naujos kartos, juose nėra mėšlo. Įmontuota į pastato pagrindį mėšlo tvarkymo sistema jau turi galimybę atskirti skystąją ir kietąją kiaulių mėšlo frakcijas. Kietosios medžiagos transportuojamos ir džiovinamos iki 80 proc. Išdžiovintas mėšlas keliauja į organinių trąšų gamyklą, kur pagamintose trąšose sugeba išsaugoti net 91 proc. fosforo ir 55 proc. azoto. Kai kurios pasaulio šalys net svarsto galimybę perkelti aukštus standartus, orientuotus į gerąsias praktikas, į reikalavimus naujų gyvūnų laikymo pastatų statyboms, nes toks elgesys galėtų tapti aplinkosauginių problemų prevencijos priemone.

Pažymėtina, kad ne mažiau svarbios yra ir iniciatyvos, kurios bando susisteminti taikomas gerąsias praktikas ir prisidėti prie tvaresnės ateities kūrimo. Pavyzdžiui, 2010 m. fondas „Baltijos jūra 2020“ finansavo Intensyvios kiaulininkystės programą, siekiant paskatinti geriausių mėšlo tvarkymo praktikų įgyvendinimą ir užkirsti kelią maistinių medžiagų praradimui bei aplinkos taršai. Ataskaitoje „Mėšlo tvarkymo geroji praktika – intensyvus kiaulių auginimas Baltijos jūros regiono šalyse

ES narėse“ aptartos geriausios taikomos mėšlo tvarkymo technologijos kiaulininkystės ūkiuose ir galimybės sumažinti mėšlo maistinių medžiagų išplovimą į Baltijos jūrą (Mėšlo tvarkymo..., 2010).

### **Mėšlo separavimas ir frakcijų panaudojimas tręšimui**

Word Resource Institute (2019) ataskaita rekomenduoja taikyti skysčių atskyrimą nuo kietosios mėšlo frakcijos kaip itin paprastą ir veiksmingą gerąją praktiką, kuri galėtų pagerinti mėšlo tvarkymą, išsaugoti didesnę mėšlo maistinių medžiagų vertę ir sumažinti neigiamą poveikį aplinkai. „Baltijos jūra 2020“ demonstracinis mėšlo tvarkymo gerosios praktikos įgyvendinimas Lenkijos ūkyje irgi taiko skysčių atskyrimą nuo kietosios frakcijos. Ši praktika dominuoja daugelyje ES finansuotų projektų, kurie sprendžia mėšlo tvarkymo problemas. Lietuvoje praktika dažniausiai taikoma stambiuose ūkiuose. Prie jau minėtų privalumų prisideda tai, kad mėšlo separavimas tampa geru sprendimu ūkiui, kuris gamina perteklines trąšas, nes sausoji frakcija yra lengviau transportuojama, o tai leidžia praplėsti trąšų panaudojimo teritoriją (Industrial Livestock..., 2019), nedidinant išlaidų transportui.

Buckwell ir Nadeu (2016) ataskaitoje mėšlo separavimo metodas yra laikomas vienu iš svarbiausių ES taikomų mėšlo tvarkymo būdų po jo naudojimo laukų tręšimui. Tačiau Buckwell ir Nadeu (2016) atliktas tyrimas parodė, kad ES-27 daugiau kaip 90 proc. mėšlo vis dėlto gražinama į laukus, išberiant surinktą mėšlą arba ganant gyvulius. Tai reiškia, kad brangūs ir apsaugantys aplinką mėšlo tvarkymo sprendimai, tokie kaip mėšlo separavimas ir anaerobinis skaidymas, nėra paplitę.

Mėšlo separavimo praktika laikoma perspektyvia dėl daugelio aspektų (World Resource Institute, 2019). Sauso mėšlo saugojimo sistemos turi mažesnes ŠESD emisijas (ypač metano), tuo pačiu metu skysčių emisijos irgi sumažėja, nes mikroorganizmai turi mažesnę anglies kiekį, kuriuo galėtų maitintis. Tai reiškia, kad atliekoje išlieka daugiau maistinių medžiagų, kurios gali būti pakartotinai panaudotos žiedinėje ekonomikoje.

Sausos mėšlo valdymo sistemos generuoja 20 kartų mažesnę metano kiekį tonai negu šlapios, bet jos mažesniais kiekiais dėl drėgmės išskiria azoto suboksidą (World Resource Institute, 2019), todėl po separavimo taikomos gerosios praktikos yra itin svarbios organizuojant mėšlo tvarkymą ir tręšimą, nes jos padeda mažinti ŠESD emisijas. Skysčio atskyrimas nuo kietojo mėšlo yra naudingas ne tik mažinant poveikį aplinkai. Ši mėšlo valdymo praktika leidžia gauti dvi skirtingas medžiagas. Didžiausia azoto koncentracija ir kalis lieka skystojoje frakcijoje, o kietasis mėšlas turi aukštesnę fosforo koncentraciją, tad ūkininkas po mėšlo separavimo gali tręšti pasirinkdamas tinkamą medžiagos rūšį, atsižvelgdamas į žemės ir auginamų kultūrų poreikį.

Skysčių ir kietųjų medžiagų atskyrimui gali būti taikomi skirtingi technologiniai sprendimai, pavyzdžiui, paprastos gravitacijos sistemos, filtravimas, sijojimas, arba mechaninės sistemos, naudojančios slėgtuvus arba centrifugas, specialios cheminės medžiagos (*flocculents*). Išvardytos sistemos leidžia gauti skirtingą kietųjų medžiagų dalį, jų drėgnumo lygį, ir ateityje perdirbtos atliekos gali būti panaudotos įvairiems žiedinės ekonomikos produktams gauti, todėl stambūs ūkiai dažniausiai derina kelias technologijas, leidžiančias sumažinti išlaidas.

**Skystoji frakcija**, gauta po separavimo, gali būti *naudojama tręšimui*. Ji nenudegina augalų, o piktžolių sėklos dažniausiai pasilieka kietojoje frakcijoje. Dėl tokio tręšimo patiriama vidutiniškai mažiau energijos sąnaudų, negu paimant paprastą mėšlą iš rezervuarų ir paskirstant laukuose. Technologija leidžia sumažinti mėšlo saugojimo talpos poreikį, todėl nereikia didinti rezervuarų ar lagūnų skaičiaus. Skystosios trąšos kvapas ir pH gali būti reguliuojami sieros rūgštimi (Industrial Livestock..., 2019). Jei gaminamos skystosios frakcijos apimtis viršija ūkio poreikį ir nepavyksta parduoti skysčių pertekliaus laiku, galimas tolesnis skysčio panaudojimas trąšų ar maistinių medžiagų gamybai, taikant skirtingas technologijas.

Buckwell ir Nadeu (2016) išskiria net penkias *skystosioms frakcijoms taikomas technologijas*, kurios leidžia gauti skirtingus produktus: 1) azoto ir kalio koncentratas gali būti gautas, taikant išgarinimą arba filtravimą, 2) amonio sulfatas ir nitratas gaunami, taikant amoniako atskyrimą (*ammonia stripping*), 3) kalio trąša gaminama, taikant biologinį apdorojimą, 4) amonio sulfatas gaunamas, taikant kalkinimą, 5) struvitai, kalcio ar magnio fosfatai gaminami, taikant fosforo nusodinimo technologiją.

Pažymėtina, kad alternatyvus skystosios frakcijos panaudojimo būdas galėtų būti jos dalies gražinimas į rezervuarus, kur vyksta *biodujų gamyba*, o gauta energija galėtų būti naudojama ūkio poreikiams tenkinti. Ūkis taip pat gali įdiegti valymo sistemą, kuri leis išvalyti srutų vandenį iki priimtinių *laukų drėkinimui* normų.

**Kietoji frakcija** yra koncentruotas fosforo šaltinis, kuris reikalauja mažiau vietos saugojimui ir pigiau transportuojamas iki pakartotino naudojimo vietos. Priklausomai nuo parinktos technologijos, gauta kietoji medžiaga gali turėti daug panaudojimo galimybių (tręšimas, kraiko gamyba, energijos ar biodegalų gamyba, ir pan.). Pats akivaizdžiausias kietosios frakcijos panaudojimas yra trąšų gamyba, kuri leidžia gražinti fosforą į dirvožemį.

Kietoji medžiaga taip pat galėtų būti *džiovinama* ir *paverčiama granulėmis*, kurios gali būti naudojamos kaip trąšos, kraikas arba deginamos. Mėšlo pavertimas trąšų granulėmis leidžia gauti patrauklų rinkai lengvai fasuojamą ir transportuojamą bei stabiliomis savybėmis pasižymintį produktą, kurį galima parduoti. Tačiau produktų pasirinkimas ir kaina priklausys nuo atliekų kokybės (pavyzdžiui, mėšlas iš biodinaminio ūkio skirsis nuo paprasto intensyvaus ūkio).

„Baltijos jūra 2020“ finansavimas leido Lenkijos ūkyje įgyvendinti gerąją mėšlo tvarkymo praktiką, panaudojant kietąją frakciją ne tik trąšų gamybai, bet ir energijai gauti biodujų jėgainėje (Industrial Livestock..., 2019). *Anaerobinis skaidymo procesas* vyksta substrate dėl skirtingų mikroorganizmų, o gautas po skaidymo substratas gali būti vėl grąžintas į žiedinę ekonomiką kaip vertinga ir saugesnė maistinė medžiaga. Vienas iš plačiausiai paplitusių produktų, gaminamų iš degazuoto substrato, yra trąšos, kurios gali būti naudojamos iš karto arba po papildomo apdorojimo (pavyzdžiui, kompostavimo).

Dzenajavičienė ir kt. (2011) išskiria šiuos teigiamus trąšų gamybos iš tokio biosubstrato aspektus: 1) dalis azoto paverčiama amoniakine forma, kurią lengviau įsisavina augalai, 2) suardoma dalis sėklų ir pažeidžiamas jų daigumas, todėl mažėja laukų užkrėtimas piktžolėmis, 3) degazuotas biosubstratas turi lengviau įsisavinamų maistinių medžiagų, reikalingų augalams, 4) augalų lapai nenudeginami tręšimo metu, todėl pailgėja galimo tręšimo laikotarpis, 5) žūsta dalis patogenų, todėl trąšos tampa saugesnės.

Kietoji medžiaga gali būti *kompostuojama* arba *grąžinama į laukus*, pavyzdžiui, maišant su kompostu. Kietosios frakcijos kompostavimas sumažina grąžinamo į laukus mėšlo kiekį ir nepageidautiną kvapą tręšimo metu ir po jo. Geriausius rezultatus duoda smulkių ir gerai išmaišytų medžiagų kompostavimas kartu su mėšlu (pavyzdžiui, mėšlas ir šiaudai) tinkamomis proporcijomis, kai kontroliuojami drėgmės lygis ir kompostavimo temperatūra. Kompostu medžiaga gali būti paverčiama ir taikant bioterminį džiovinimą.

Buckwell ir Nadeu (2016) tyrimas atskleidžia, kad, be kompostavimo, galima taikyti dar dvi technologijas, kurios leidžia išskirti vertingas maistines medžiagas: 1) *kalkinimas* leidžia iš kietojo mėšlo gauti amonio sulfatą, 2) *fosforo nusodinimas* leidžia gauti struvitus bei kitas medžiagas.

Pastaruoju metu ES projektai siūlo kompleksinius mėšlo tvarkymo sprendimus ūkiams. Vienas iš tokių pavyzdžių yra jau minėtas „Baltijos jūra 2020“ finansuotas mėšlo tvarkymo sprendimas. Projekto įgyvendinimas baigėsi demonstraciniu mėšlo tvarkymo gerosios praktikos įgyvendinimu Lenkijos ūkyje, kuris parodė, kad geroji praktika orientuojasi į viso mėšlo tvarkymo proceso pokytį. Svarbiausiais demonstracinio ūkio sprendimais tapo mėšlo separavimas, skystųjų trąšų gamyba iš skystosios frakcijos, trąšų ir biodujų gamyba iš kietosios frakcijos, uždaro skystųjų trąšų transportavimo ir paskirstymo laukuose taikymas. Sprendimų kompleksas leido sumažinti azoto praradimą amoniako pavidalu iki 65 proc. ir atskirti daugiau nei 70 proc. fosforo, sumažino aplinkos taršą (Industrial Livestock..., 2019). Gerosios praktikos diegimas demonstraciniame ūkyje parodė, kad gerųjų praktikų taikymas gali būti ekonomiškai nepatrauklus, todėl būtinos priemonės, kurios padėtų ūkininkams keisti mėšlo tvarkymo praktikas.

Kitas bandymas kompleksiskai pažiūrėti į mėšlo tvarkymo gerąsias praktikas stambiame ūkyje yra ES 7-osios bendrosios mokslinių tyrimų programos (BP7) projektas „BioEcoSim“. Projekto vykdytojai parengė sistemą, kuri leidžia maksimaliai išnaudoti mėšlo teikiamas galimybes stambiame ūkyje ir gali būti traktuojama kaip moksliskai pagrįsta geroji praktika. Sistema apima įvairius modulius, kurių technologijos gali būti diegiamos ūkyje ir taikomos nepriklausomai. Kiaulių mėšlo tvarkymas prasideda nuo žaliavos papildymo sieros rūgštimi ir separavimo (Smits ir Woltjer, 2018). Projektas siūlo taikyti pirolizę ir kietąją mėšlo frakciją paversti bioanglimi, naudojama dirvos kokybei gerinti, ir sintetinėmis dujomis, kurios gali būti naudojamos šildymui ir elektros gavimui. Skystoji frakcija gali būti panaudota mineralinių trąšų gamybai (bepatogeninio fosforo, kalcio ir magnio komponentų gavimas) ir neužteršto antibiotikais vandens laukams drėkinti gavimui (Final Report..., 2016).

Dar vienas kompleksinis demonstracinis mėšlo tvarkymo sprendimas siūlomas BP7 projekte „ManureEcoMine“, kuris sukuria lanksčią daug modulių apimančią mėšlo perdirbimo sistemą, įskaitant tokias technologijas kaip anaerobinis skaidymas, amoniako atskyrimas ir valymas, mėšlo separavimas ir ultrafiltravimas, struvitų nusodinimas ir likusio biologinio azoto nuėmimas (Final Report..., 2016a). Projektas „ManureEcoMine“ siūlo jungti anaerobinio skaidymo ir amoniako atskyrimo technologijas, nes tai pagerina biodujų gamybą ir azoto bei fosforo gavimą. Struvitai ir amonio sulfatas bei susiję tręšimui naudojami mišiniai ir galutinėje stadijoje gautas vanduo laukų drėkinimui buvo minimaliai užteršti antibiotikais ir sunkiaisiais metalais (Final Report..., 2016a). Remiantis skirtingų aspektų vertinimu, siūlomos gerosios praktikos procesų pėdsakas turi teigiamą poveikį aplinkai.

Kaskadinės mėšlo separavimo technologijos su sraigatine sistema leidžia gauti kietąją medžiagą, kuri išsaugo augalinių pluoštų struktūrą ir gali būti naudojama kaip *kraikas* vietoje šiaudų. Tokiu būdu sumažėja ūkio išlaidos kraikinei medžiagai pirkti, nes kraikas visą laiką gaunamas iš nuolat ūkyje atsinaujinančių atliekų kaip mėšlo separavimo ir vėlesnių apdorojimo operacijų produktas. Pats kraikas gali būti naudojamas ir kaip trąša.

### **Mėšlo panaudojimas atsinaujinančioje energetikoje**

*Išdžiovintas kietasis mėšlas* gali būti panaudojamas *kaip kuras* energijai gauti. Dideli ūkiai gali sukurti uždarą mėšlo panaudojimo ciklą, kuris reikšmingai sumažina išlaidas. Pavyzdžiui, Jungtinėse Amerikos Valstijose (JAV) dirbantis Van Der Geest pienininkystės ūkis (Manure Incineration, 2006) suprojektavo nuosavą aplinkai draugišką atliekų perdirbimo sistemą. Mėšlo separavimas, naudojant slėgtuvą, pašalina apie 30 proc. drėgmės, todėl būtina energija toliau medžiagą džiovinti sistemoje, kuri



pašalina iki 10 proc. drėgmės. Ši energija gaunama, deginant ūkyje išdžiovintą karvių mėšlą kaip kurą. Ūkyje pusė džiovinto mėšlo panaudojama kaip kraikas, kita pusė – kaip kuras džiovavimo sistemos funkcionavimui palaikyti.

Būtina atkreipti dėmesį į šio panaudojimo būdo du esminius aspektus. Viena vertus, toks atliekos šalinimas patenka į mažiau pageidautiną ES atliekų tvarkymo hierarchijos lygį. Kita vertus, teigiama, kad deginimo metu atsiranda daug fosforo turinčių pelenų (Buckwell ir Nadeu, 2016), kuriuos galima grąžinti į dirvožemį kaip trąšą. Tačiau ši sritis vis dar reikalauja išsamių tyrimų, nes yra daug reikšmingų niuansų. Pavyzdžiui, Thygesen ir kt. (2011) tyrimas rodo, kad didžiausias fosforo kiekis išsaugomas tada, kai deginimo temperatūra yra mažesnė negu optimali energijos gamybos temperatūra. Oshita ir kt. (2012) tyrimas išryškina su emisijomis susijusią problematiką. Plati tyrimų erdvė turėtų atsakyti į klausimą, kaip išdžiovinto mėšlo deginimas galėtų atnešti maksimalią naudą, esant minimaliam neigiamam poveikiui aplinkai.

Kitas mėšlo kietosios frakcijos panaudojimo būdas yra *anaerobinis skaidymas biodujų jėgainėje*, leidžiantis gauti energiją ir biodujas. Šis mėšlo apdorojimo būdas yra plačiai žinoma geroji praktika. Be to, ES komunikate COM (2017) 34 galutinis „Energijos iš atliekų vaidmuo žiedinėje ekonomikoje“ (Europos Komisija, 2017) anaerobinis skaidymas pripažintas veiksmingu būdu didinti energijos gavimo efektyvumą. Komunikate siūloma siekti sinergijos, steigiant pramonės parkus, kuriuose generuojama iš atliekų energija galėtų būti naudojama kituose įrenginiuose. Galima teigti, kad dauguma ES finansuojamų projektų juda panašia linkme, kuriant kompleksinius mėšlo tvarkymo sprendimus stambiems ūkiams.

Veiksmingo energijos gavimo tikslą papildo ir šios gerosios praktikos indėlis į aplinkosaugą. Dzenajavičienė ir kt. (2011) prie teigiamų anaerobinio skaidymo proceso aplinkosauginių poveikių priskiria kelis aspektus: 1) sumažėja iš degazuoto substrato gautų trąšų kvapas, 2) dėl geresnio trąšų įsisavinimo sumažėja užteršimas nitratais, 3) apie 80 proc. sumažėja biologinio deguonies sunaudojimas ir apie 50 proc. – cheminio deguonies sunaudojimas degazuotame substrate, 4) generuojamas mažesnis išskiriamas metano kiekis, palyginti su mėšlo saugojimu. Nors šis mėšlo perdirbimo būdas pristatomas kaip puiki priemonė ŠESD emisijų mažinimui ir turi gerą poziciją ES atliekų tvarkymo hierarchijoje, tačiau World Resource Institute (2019) ataskaitoje konstatuojama, kad tikrasis teigiamas poveikis aplinkai galimas tik tuo atveju, kai biodujų jėgainės neturi dujų nutekėjimo, ir ūkininkai neišleidžia neišnaudotų dujų, siekdami apsaugoti biodujų gamybos sistemas.

Didžiausias biodujų kiekis – 400–600 m<sup>3</sup>/t – gaunamas iš anaerobinių procesų, skaidant riebalines ir aliejines atliekas, o iš kiaulių mėšlo gaunama tik 35 m<sup>3</sup>/t biodujų (Dzenajavičienė ir kt., 2011). Dėl šios priežasties biosubstratą dažniausiai sudaro srutos, kurias, didinant energijos gavimo efektyvumą,

dažnai papildo organinėmis biologiškai skaidomomis medžiagomis (pavyzdžiui, maistas ir maisto atliekos arba maistui netinkančios organinės medžiagos, pašarų atliekos, nedalyvaujančios mitybos grandinėje žolės, nuotekų dumblas ir pan.). Maisto atliekos ir mėšlas išskiria daugiau metano negu tik mėšlas.

Viena vertus, toks anaerobiniame procese dalyvaujančių medžiagų maišymas yra galimybė, nes dėl substrato sudėties įvairovės ūkininkai galėtų planuoti būsimą substratą, atsižvelgiant į šioje vietovėje esamas maistinių medžiagų trūkumus ir auginamų kultūrų poreikį. Kita vertus, kyla itin aktuali degazuoto substrato turinio kontrolės problema ir susirūpinimas dėl tokių trąšų sudėties ir saugumo, kadangi biodujų jėgainėse gali būti utilizuojamos net ir skerdyklų atliekos. Todėl būtina užtikrinti pakankamą teisinį reguliavimą ir kontrolę, kuri leistų saugiai funkcionuoti tokių trąšų rinkai žiedinėje ekonomikoje.

Lietuvoje anaerobinio skaidymo praktika jau taikoma, o pastarąjį dešimtmetį pastebimas mėšlą apdorojančių biodujų jėgainių skaičiaus didėjimas. Didžiausia dalis jėgainių apdoroja Danijos „Idavang“ grupės kiaulininkystės kompleksų mėšlą. Minėtose biodujų jėgainėse skaidomo mėšlo ir kitų biologiškai skaidžių medžiagų proporcijos skiriasi ir priklauso nuo kiaulidžių generuojamo mėšlo kiekio.

Mėšlas, kaip substrato sudėtinė dalis, taip pat yra apdorojamas UAB „Agraras“, UAB „Cestos maistas“ ir UAB „Biometana“ biodujų jėgainėse, tačiau pirmos dvi jėgainės daugiausia orientuojasi į skerdyklos atliekų apdorojimą, o UAB „Biometana“ – galvijų ir paukščių mėšlą, išrūgas, šiaudus ir kita. Šios trys jėgainės planuoja panaudoti energiją savo reikmėms, perteklinę energiją planuojama parduoti stambiems pirkėjams. Toks modelis yra labiau patrauklus kompleksinių mėšlo tvarkymo sistemų diegimui ūkiuose. Tačiau jis prieinamas tik stambiems rinkos dalyviams, nes biodujų jėgainių įdiegimas ir kasmetinis jų eksploatavimas pasižymi itin didelėmis išlaidomis, todėl šis sprendimas ekonomiškai nepasiteisina mažuose ūkiuose.

Apibendrinant galima teigti, kad anaerobinis skaidymas biodujų jėgainėje Lietuvoje jau yra taikomas, tačiau šalies ūkiai dar nepradėjo taikyti kompleksinių sprendimų, kurie tik žengia į ES rinką ir padidina galutinio produkto saugumą bei leidžia suderinti ekonominius ir aplinkosauginius aspektus. ES jau įgyvendinti bandomieji projektai, kurie siūlo skirtingas mėšlo tvarkymo alternatyvas, rodo, kad tokie mėšlo tvarkymo sprendimai ne visada būna itin patrauklūs finansiškai ir gali turėti ilgą atsipirkimo laiką, todėl ne mažiau svarbi parama šiai veiklai plėtoti, kuri leistų padidinti šalies gyvulininkystės sektoriaus tvarumą.

## Literatūra

1. 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.
2. De Klein C.A.M. et al., 2011. Repeated annual use of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) does not alter its effectiveness in reducing N<sub>2</sub>O emissions from cow urine. *Animal Feed Science and Technology* 166–167: 480–491.
3. Dzenajavičienė E.F. ir kt., 2011. Darni bioenergetika. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 136 p.
4. European Commission, 2016. Nitrification inhibitors – climate change mitigation tool recommended by the IPCC – may be less effective than previously thought. *Science for Environmental Policy* 477: 1–2.
5. Europos Komisija. 2017. Komisijos komunikatas Europos Parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui. Energijos iš atliekų vaidmuo žiedinėje ekonomikoje [interaktyvus]. COM (2017) 34 final. [Žiūrėta 2020-03-26]. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0034&from=en>.
6. FAO, 2006. Livestock's long shadow. Environmental issues and options. Rome: FAO. 360 p.
7. Final Report Summary – BIOECOSIM (An innovative bio-economy solution to valorise livestock manure into a range of stabilised soil improving materials for environmental sustainability and economic benefit for European agriculture) [interaktyvus]. 2016. [Žiūrėta 2020-05-25]. Prieiga per internetą: <https://cordis.europa.eu/project/id/308637/reporting/fr>.
8. Final Report Summary – MANUREECOMINE (Green fertilizer upcycling from manure: Technological, economic and environmental sustainability demonstration) [interaktyvus]. 2016a. [Žiūrėta 2020-05-25]. Prieiga per internetą: <https://cordis.europa.eu/project/id/603744/reporting>.
9. Industrial Livestock Farms Can Achieve a Nutrient Cycle [interaktyvus]. 2019. [Žiūrėta 2020-05-25]. Prieiga per internetą: [http://balticsea2020.org/english/images/Bilagor/INDUSTRIAL\\_LIVESTOCK\\_FARMS\\_CAN\\_ACHIEVE\\_A\\_NUTRIENT\\_CYCLE2.pdf](http://balticsea2020.org/english/images/Bilagor/INDUSTRIAL_LIVESTOCK_FARMS_CAN_ACHIEVE_A_NUTRIENT_CYCLE2.pdf).
10. Juška R. ir kt., 2017. Projekto galvijų, kiaulių, paukščių (mėsinių ir dedeklių vištų), avių, ožkų mėšle bei srutose esančio azoto ir fosforo kiekio nustatymas: galutinė ataskaita. Baisogala: Lietuvos sveikatos mokslų universiteto gyvulininkystės institutas. 19 p.
11. Lam, S. et al., 2016. Using nitrification inhibitors to mitigate agricultural N<sub>2</sub>O emission: a double-edged sword? *Global Change Biology* 23(2): 485–489.
12. Manure Incineration [interaktyvus]. 2006. [Žiūrėta 2020-05-25]. Prieiga per internetą: <https://vincentcorp.com/content/manure-incineration/>.
13. Mėšlo tvarkymo geroji praktika – intensyvus kiaulių auginimas Baltijos jūros regiono šalyse ES narėse [interaktyvus]. 2010. [Žiūrėta 2020-05-25]. Prieiga per internetą: [https://www.agrotechnologyatlas.eu/docs/2166\\_Best\\_Practice\\_Manure\\_Handling.pdf](https://www.agrotechnologyatlas.eu/docs/2166_Best_Practice_Manure_Handling.pdf).
14. Oshita K. et al., 2012. Emission of greenhouse gases from controlled incineration of cattle manure. *Environmental Technology* 33(13–15): 1539–1544.
15. Smits M.-J., Woltjer G., 2018. Phosphorus Recycling from Manure: A Case Study on the Circular Economy [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-05-25]. Prieiga per internetą: [https://circular-impacts.eu/sites/default/files/D4.5\\_Case-Study-Nutrient-Recycling\\_FINAL.pdf](https://circular-impacts.eu/sites/default/files/D4.5_Case-Study-Nutrient-Recycling_FINAL.pdf).

16. Šileika A.S., 2007. Pažangaus ūkininkavimo taisyklės ir patarimai. Antrasis pataisytas ir papildytas leidimas. Vilainiai: Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija. 38 p.
17. Thygesen A.M. et al., 2011. Effect of incineration temperature on phosphorus availability in bio-ash from manure. *Environmental Technology* 32(5–6): 633–638.
18. World Resource Institute, 2019. Creating a Sustainable Food Future. A Menu of Solutions to Feed Nearly 10 Billion People by 2050: final report. Washington DC: World Resource Institute. 556 p.