

# **VAISIŲ, DARŽOVIŲ, GRŪDŲ, MAISTINIO ALIEJAUS, KAKAVOS, KAVOS, ARBATOS IR TABAKO PARUOŠIMO IR PERDIRBIMO, KONSERVŲ GAMYBOS, MIELIŲ IR MIELIŲ EKSTRAKTO GAMYBOS, MELASOS GAMYBOS IR FERMENTAVIMO PRAMONĖS ATLIEKŲ TVARKYMO GEROSIOS PRAKTIKOS**

Švedijos maisto ir biotechnologijos instituto mokslininkai apskaičiavo, kad augalinių atliekų kiekiai yra didžiausi iš visų maisto produktų rūšių (Gustavsson ir kt., 2011). Atliekos atsiranda auginimo, derliaus nuėmimo, transportavimo, perdirbimo ir tolimesniuose etapuose iki pat vartotojo. Dauguma šių atliekų yra tinkamos toliau vartoti ar naudoti.

## **Panaudojimas maisto, kosmetikos, farmacijos ir kitose pramonės šakose**

Vaisių ir daržovių atliekos daugiausia sudarytos iš sėklų, odelių, lupenų ir žievės, kuriose gausu potencialiai vertingų bioaktyvių junginių: karotenoidų, polifenolių, maistinių skaidulų, vitaminų, fermentų, organinių rūgščių, mineralų, aliejų ir kt. Šiuos fitochemikalus gali naudoti maisto, farmacijos, tekstilės ir kitos pramonės šakos (Narashans ir kt., 2018).

Maistinės skaidulos naudojamos maisto pramonėje, norint praturtinti mitybą ląsteliena. Vienas visiems gerai žinomas jų šaltinis yra grūdų perdirbimo produktas – javų sėlenos (Nandi ir kt., 2015; Verspreet ir kt., 2015). Jų dedama į miltus, kepinius, košes, jogurtus, varškę, pasukas ir pan. Viename grame kukurūzų sėlenų sausosios medžiagos yra apie 790 mg maistinių skaidulų (Delcour ir kt., 2013), kviečių sėlenų – 428 mg (USDA, 2020a), rugių sėlenų – 410–480 mg (Kamal-Eldin ir kt., 2009), miežių sėlenų – 342 mg (Sullivan ir kt., 2010), avižų sėlenų – 175 mg (USDA, 2020b).

Kalbant apie maistines skaidulas, reikėtų paminėti, kad jų šaltinis gali būti ne tik grūdų perdirbimo, bet ir kai kurios vaisių bei daržovių atliekos. Jas tinkamai apdorojus ir paruošus, taip pat galima naudoti maisto pramonėje, pridėdant į produktus ar patiekalus, praturtinant mitybą maistinėmis skaidulomis. Jaime ir kiti (2002) tyrimų metu nustatyta, kad svogūnų lukštuose yra gausu maistinių skaidulų – apie 680 mg/g sausosios medžiagos. Viename morkų lupenų sausosios medžiagos grame yra iki 455 mg maistinių skaidulų (Chantaro ir kt., 2008). Morkų išspaudos, liekančios po sulčių gamybos, taip pat tinka praturtinti mitybą maistinėmis skaidulomis, nes šiose atliekose jų gausu – iki 636 mg/g sausosios medžiagos (Chau ir kt., 2004). Maistinių skaidulų gausu ir pomidorų atliekose. Pomidorų išspaudų sausojoje medžiagoje randama iki 500 mg/g maistinių skaidulų (Del Valle ir kt., 2006). Pomidorų odelėse maistinių skaidulų kiekis dar didesnis. Herrera ir kt. (2010) atliko tyrimą, kurio metu sumaišė maltas ir džiovintas pomidorų odeles, ir gavo mišinį, kurio viename grame sausosios

medžiagos buvo 827 mg maistinių skaidulų. Mitybai maistinėmis skaidulomis praturtinti tinka obuolių išspaudos. Yan ir kt. (2013) nustatė, kad viename grame obuolių išspaudų sausosios medžiagos gali būti iki 495 mg maistinių skaidulų. Lietuvoje kai kurios sulčių gamybos įmonės taiko obuolių išspaudų džiovinimo ir perdavimo konditerijos pramonei praktiką (Mažeika ir kt., 2011).

Antioksidantai – junginiai, kurie neleidžia vykti oksidacijos procesui, dėl to gaminys ilgiau negenda, nekinta jo išvaizda. Žmogaus organizme antioksidantai kovoja su uždegimais, neutralizuoja kenksmingus laisvuosius radikalus, sukeliančius tokius chroninius susirgimus kaip vėžys, širdies ligos, diabetas, osteoporozė ir kt. (Mercola, 2015). Antioksidantai plačiai naudojami maisto, kosmetikos, farmacijos ir kitose pramonėse. Jų gausu vaisiuose, daržovėse, grūdiniuose augaluose. Skirtingi augalai vertingi dėl skirtingų rūšių antioksidantų. Tačiau beveik visi jie pasižymi tuo, kad šių vertingų medžiagų koncentracija didesnė ne minkštyme, o žievelėse ar lupenose – būtent tose dalyse, kurios tradiciškai laikomos maisto pramonės atliekomis. Gorinstein ir kt. (2001) tyrė antioksidanto fenolio kiekį obuoliuose, persikuose ir kriaušėse. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad šių vaisių žievelėse, palyginti su nuluptais vaisiais, yra dvigubas kiekis bendro fenolio. Kaip gerą antioksidantų šaltinį Serea ir kt. (2011) mini avižų malimo atliekas, o Strati ir kt. (2011) antioksidantų šaltiniu laiko ir pomidorų perdirbimo atliekas – tiek išspaudas, tiek žieveles. Tai tik keli pavyzdžiai, patvirtinantys, kad augalinės maisto pramonės atliekos gausios antioksidantų. Pasirinkus tinkamus apdorojimo būdus, daugelį jų būtų galima panaudoti natūraliems oksidantams išgauti.

Vaisių ir daržovių atliekos yra puikus organinių rūgščių šaltinis. Pavyzdžiui, naudojant įvairius pelėsius, mieles ir bakterijas, iš obuolių išspaudų galima išgauti citrinos rūgštį (Dhillon ir kt., 2011; Shojaosadati ir kt., 2002). Bulvių lupenos ir saldžiųjų kukurūzų liekanos tinka gaminti pieno rūgštį (Panda ir kt., 2015; Jawad ir kt., 2013; Mudaliyar ir kt., 2012; Ray ir kt., 2008). Šios rūgštys maisto pramonėje naudojamos, gaminant gėrimus, vaisių gaminius, uogienes, kepinius, pieno miltelius, sūrius, fermentuotus mėsos produktus, sriubas ir pan. (kaip rūgštingumą reguliuojanti medžiaga ir kaip konservantas) (Rodriguez Couto, 2008), taip pat kosmetikos, chemijos ir kitose pramonės šakose.

Dauguma Lietuvoje susidarantių vaisių ir daržovių atliekų yra natūralus spalvų, skonių ir aromatų šaltinis maisto pramonei. Jos taip pat tinkamos enzimų, kurie plačiai naudojami maisto perdirbimo pramonėje, gamybai: amilazių, kurios naudojamos vaisių sulčių, sirupų, konditerijos gaminių, alaus gamyboje (Laufenberg ir kt., 2009); celulazių; invertazių; pektinazių; kitų enzimų (Narashans ir kt., 2018). Apžvelgtos vaisių, daržovių, grūdų paruošimo ir perdirbimo pramonės atliekų panaudojimo galimybės yra tik keli pritaikymo pavyzdžiai. Šios atliekos gali būti pritaikomos kur kas plačiau.

## **Panaudojimas gyvūnų pašarui**

Gaminant miltus, salyklą, kombinuotuosius pašarus, susidaro bioskaidžios atliekos, pasižyminčios gera pašarine verte. Dalis šių atliekų yra parduodamos ūkininkams ir sunaudojamos tiesiogiai gyvuliams šerti. Taip pat šios atliekos panaudojamos kaip žaliava šunų ar kačių ėdalui gaminti. Grūdų perdirbėjai dalį jų veikloje susidarančių bioskaidžių atliekų skiria medžiotojams, kurie žiemos metu sunaudoja jas laukinių žvėrių šėrimui (Mažeika ir kt., 2011).

Spaudžiant aliejų, susidaro pirminės žaliavos (rapsų, saulėgrąžų, linų ir kt. sėklų) išspaudos ar rupiniai. Jie yra vertingas baltymų šaltinis, naudojamas tiesiogiai gyvuliams šerti ar pašarų gamybai. Tačiau šių atliekų gyvulių šėrimui sunaudojama nedaug, nes optimalus išspaudų ar rupinių kiekis gyvūnų racione nėra didelis – tik apie 10 proc. (Mažeika ir kt., 2011).

Kaip alternatyvius pašarus kiaulėms galima naudoti nekondicinius vaisius ir daržoves, po augalinio aliejaus gamybos likusius kai kuriuos produktus. Maisto pramonės šalutiniais gamybos produktais galima pakeisti įprastus kiaulių racionų komponentus, išlaikant reikiamą energijos ir baltymų kiekį (Ramanauskienė, 2012).

Po bulvių krakmolo gamybos lieka bulvių sultys ir ląsteliena. Bulvių sultyse gausu gerai įsisavinamų baltymų, todėl jomis tinka šerti gyvulių prieaugį. Tuo tarpu bulvių ląsteliena ir lupenos tinkamos suaugusių galvijų pašarui. Drėgnomis bulvių atliekomis galima pakeisti javus galvijų racionuose. 4,5–5 kg bulvių atliekų prilygsta 1 kg grūdų. Jomis šeriant gaunami geri galvijų augimo rezultatai. Tačiau šėrimą drėgnomis bulvių atliekomis reikėtų riboti, jei ir kiti raciono pašarai turi daug drėgmės, reikia pasirūpinti, kad gyvuliai gautų pakankamai sausųjų medžiagų. Vidutinė bulvių atliekų paros norma galvijui yra apie 20 kilogramų (Bartkevičiūtė ir kt., 2009).

Maisto pramonės atliekų naudojimas gyvuliams šerti turi trūkumų, dėl kurių augintojams gali atrodyti nepatrauklus. Ramanauskienė (2012) įvardija keletą: nepastovi pašarų iš šalutinių produktų sudėtis. Šalutinių produktų maistinė vertė kinta, priklausomai nuo žaliavos kokybės. Dėl to sunku subalansuoti raciono maisto medžiagų santykį. O pakartotiniams žaliavų tyrimams reikalingos papildomos išlaidos. Kita problema – sunku rasti tokių pašarų tiekėją, kuris užtikrintų nuolatinį kokybiškų perdirbimo produktų tiekimą. Dar viena galima problema – išlaidos, kurios gali atsirasti dėl laikymo ar konservavimo, jei alternatyvius komponentus reikia specialiai apdoroti. Pavyzdžiui, drėgni grūdų žlaugtai greitai genda, todėl juos rekomenduojama džiovinti.

Lietuvoje egzistuoja galimybė vaisių, daržovių, grūdų, maistinio aliejaus, kakavos, kavos, arbatos ir tabako paruošimo ir perdirbimo, konservų gamybos, mielių ir mielių ekstrakto gamybos, melasos gamybos ir fermentavimo pramonės atliekas (plovimo, valymo, lupimo, centrifugavimo ir

separavimo dumblą, medžiagas, netinkamas vartoti ar perdirbti, nuotekų valymo jų susidarymo vietoje dumblą ir kitaip neapibrėžtas atliekas) priduoti UAB „Insectum“, kuri vysto juodosios plokščiamusės auginimo technologiją ir augalines bioskaidžias atliekas perdirba į tvarius vabzdžių produktus (Insectum, 2020).

### **Panaudojimas tręšimui**

Grūdų ruošimo ir perdirbimo atliekas galima naudoti tręšimui. Jos turi aukštą tręšiamąją vertę. Šias atliekas būtų galima naudoti kaip mėšlo pakaitalą ir įterpti į dirvožemį apariant. Tręšimo norma turėtų būti nuo 60 iki 90 t/ha, priklausomai nuo drėgmės ir bendro azoto kiekio. Tačiau tokį grūdų ruošimo ir perdirbimo atliekų panaudojimą riboja didelis piktžolių sėklų kiekis, atskirais atvejais siekiantis iki 35 proc. bendros atliekų masės (Mažeika ir kt., 2011).

Dauguma vaisių ir daržovių atliekų taip pat tinkami tręšimui, bet jie turi mažai sausųjų medžiagų, todėl tręšiamoji vertė nedidelė. C:N santykis vaisių ir daržovių atliekose svyruoja nuo 12 iki 30 (Mažeika ir kt., 2011).

Tręšimui gali būti panaudojamos ir aliejaus gamybos atliekos – išspaudos, rupiniai. Mažeika ir kt. (2011), apžvelgę JAV, Kinijoje, Kanadoje, Japonijoje ir Europos Sąjungos (ES) šalyse atliktus bandymus, teigia, kad rapsų išspaudos tinkamos tiesioginiam dirvožemio tręšimui, tręšiant po 20 t/ha ir apariant. Išspaudose esantis azotas greitai mineralizuojasi, o fosforas iš šių atliekų dirvožemio įsisavinamas lėčiau ir tik iš dalies. Tačiau Mažeika ir kt. (2011) atkreipia dėmesį, kad rapsų išspaudas naudojant tręšimui reikėtų papildomai naudoti kalio trąšų, nes minėto elemento šiose atliekose mažai.

### **Panaudojimas komposto gamybai**

Ne visada galima vaisių, daržovių, grūdų, maistinio aliejaus, kakavos, kavos, arbatos ir tabako paruošimo ir perdirbimo, konservų gamybos, mielių ir mielių ekstrakto gamybos, melasos gamybos ir fermentavimo pramonės šalutinius produktus panaudoti pašarui ar tiesioginiam žemės ūkio augalų tręšimui. Tokiu atveju dažniausiai galima taikyti kompostavimą. Bioskaidžių atliekų kompostavimas – tai įvairių bioskaidžių atliekų apdorojimas, kurio metu vyksta biocheminiai procesai, kai organinių medžiagų junginiai, veikiant mikroorganizmams ir dalyvaujant deguoniui, transformuojami į mineralines medžiagas. Vykstant biologiniams procesams, masės temperatūra pakyla iki tam tikros temperatūros ir po to paliekama pūti, žūva dalis patogeninių bakterijų ir susidaro kompostas, biri žemė (Eitminavičiūtė ir kt., 2001).

Geriausiais kompostuojamų substratų C:N santykis yra nuo 25 iki 30. Kai santykis mažesnis, mikroorganizmai greitai suvartoja anglį, o azotas lieka laisvas. Tada azoto perteklius amoniako arba azoto oksido pavidalu sklinda į atmosferą. Atsiranda azoto nuostoliai ir kvapo problema. Kai C:N santykis viršija 30, veisiasi mažai aktyvūs mikroorganizmai, ir kompostavimo procesas užtrunka ilgiau. Kompostuojamam substratui rekomenduojamas drėgmės kiekis – 40–65 proc., optimalus pH – 6,5–8,0. Jeigu pH didesnis už 8,0, azoto junginiai greičiau virsta amoniaku (Staugaitis ir kt., 2011).

Grūdų ruošimo ir perdirbimo atliekos gali būti naudojamos kompostų gamybai. Šios atliekos turi labai gerą C:N santykį – 25 bei palyginti didelę augalų tręšimui reikalingą azoto, fosforo bei kalio koncentraciją. Tik drėgmės kiekis grūdų ruošimo ir perdirbimo atliekose mažokas – 12–20 proc., todėl patartina jas maišyti su komponentais, turinčiais daugiau vandens (Mažeika ir kt., 2011).

Vaisių ir daržovių atliekos tinka kompostuoti, bet dėl didelio drėgmės kiekio geriausia tai daryti su daugiau sausųjų medžiagų turinčiais komponentais arba su medžiagomis, gerai absorbuojančiomis vandenį. Bulvių ir šakniavaisių daržovių valymo atliekose daug žemių, kurių masė kartu su augalinėmis liekanomis pagal tręšiamąją vertę nėra didelė (Mažeika ir kt., 2011).

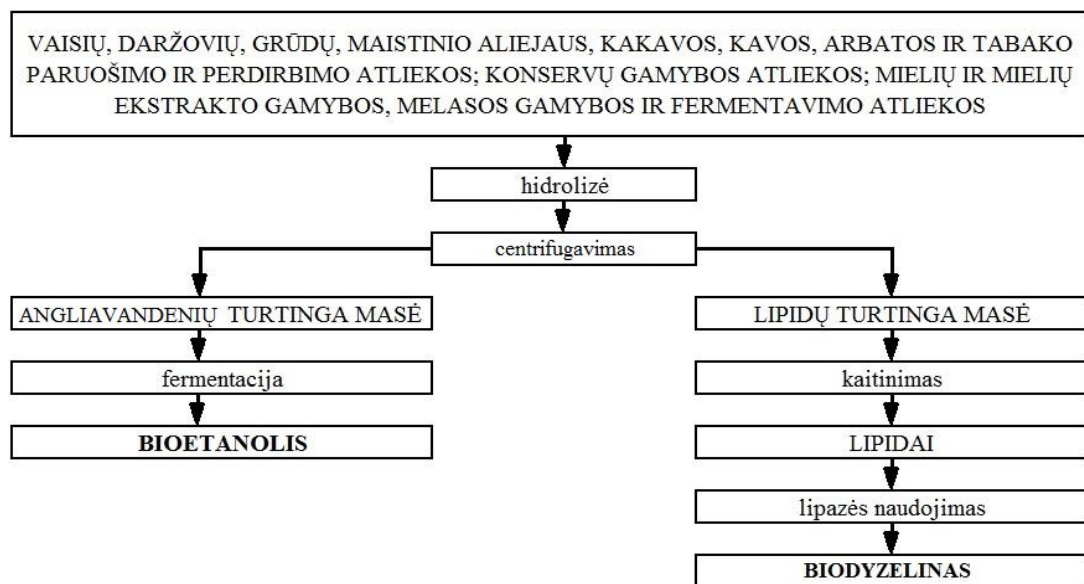
Po aliejaus gamybos likę išspaudos ir rupiniai taip pat tinkami kompostuoti. Tačiau dėl didelio drėgmės kiekio šiose atliekose, norint gauti geros kokybės kompostą, jas taip pat reikėtų maišyti su kitomis, atliekomis, turinčiomis daugiau sausų ir organinių medžiagų (Mažeika ir kt., 2011).

### **Panaudojimas biodegalų gamybai**

Biodegalai yra degalai, gaminami iš biomasės. Tai vienas iš atsinaujinančių energijos šaltinių. Jie paprastai naudojami kaip kuras vidaus degimo varikliams, automobilių transporto reikmėms. Pagrindinės biodegalų rūšys yra bioetanolis ir biodyzelinas. Bioetanolio gamybai naudojamos cukraus ar krakmolo gausios žaliavos, o biodyzelinas gaminamas iš augalinio aliejaus ir alkoholio (metanolio arba etanolio). Pirmos kartos biodegalai yra gaminami iš maistinių augalų, turinčių lengvai išgaunamų cukrų, krakmolo ir aliejaus. Tačiau paskutiniu metu vis didesnis prioritetą teikiama antros kartos biodegalams, nes jie gaminami iš žaliavų, kurios nesudaro konkurencijos maisto produktų gamybai – medienos ir jos atliekų, žemės ūkio atliekų.

Antros kartos biodegalų gamybai tinka kai kurios maisto pramonės atliekos. Tarp jų patenka ir vaisių, daržovių, grūdų, maistinio aliejaus, kakavos, kavos, arbatos bei tabako paruošimo ir perdirbimo, konservų gamybos, mielių ir mielių ekstrakto gamybos, melasos gamybos ir fermentavimo pramonės atliekos. Jose esančios angliavandenių, lipidų ir anglies turinčios medžiagos, pritaikius cheminius ir

biokatalitinius metodus (Karmee ir kt., 2014a; Karmee ir kt., 2014b), gali būti paverčiamos bioetanoliu ar biodyzelinu (Karmee, 2016) (1 pav.).



**1 pav. Vaisių, daržovių, grūdų, maistinio aliejaus, kakavos, kavos, arbatos ir tabako paruošimo ir perdirbimo, konservų gamybos, mielių ir mielių ekstrakto gamybos, melasos gamybos ir fermentavimo atliekų perdirbimas į biodegalus**

*Šaltinis: sudaryta autorių pagal Karmee, 2016.*

### **Panaudojimas biodujų gamybai**

Biodujų gamybos žaliavų potencialas yra didelis. Jų gamybai galima naudoti įvairias biologiškai skaidžias atliekas ir šalutinius produktus. Anaerobinio perdirbimo metu, reguliuojant pH ir temperatūrą, dujos gali būti išgaunamos iš riebalų (iš jų metano dujų išėiga yra didžiausia), baltymų ir angliavandenių (Makarevičienė ir kt., 2013). Po biodujų gamybos lieka vertingas biosubstratas, kuris gali būti toliau naudojamas žemės ūkyje. Perdirbti anaerobiniu būdu ir išgauti biodujas tinka grūdų, vaisių, daržovių perdirbimo, aliejaus gamybos atliekos. Jos turi nemažą energetinį potencialą. Toliau gautas biodujas galima panaudoti šiluminei ar elektros energijai gauti, taip pat ir kaip biokurą.

### **Panaudojimas bioplastikų gamybai**

Biodegraduojančių plastikų gamyba – tai dar vienas būdas panaudoti bioskaidžias atliekas, sukuriant pridėtinę vertę turinčius produktus. Biodegraduojančių plastikų gamybai tinka kai kurios vaisių, daržovių, grūdų, maistinio aliejaus, kakavos, kavos, arbatos ir tabako paruošimo ir perdirbimo, konservų gamybos, mielių ir mielių ekstrakto gamybos, melasos gamybos ir fermentavimo pramonės

atliekos (De Grazia ir kt., 2017; Sato ir kt., 2015; Haas ir kt., 2008; Halami, 2008; Liu ir kt., 2008; Chen ir kt., 2006; Kimura ir kt., 1999).

Daugiau nei 300 skirtingų rūšių bakterijų, įskaitant ir gramteigiamus, ir gramneigiamus štamus, dėka augalinėse maisto pramonės atliekose esantys cukrūs ir lipidai transformuojami, ir pagaminamas polihidroksialkanoatas (PHA). Tai yra poliesteris – biodegraduojamas plastikas, pagaminamas iš atsinaujinančių žemės ūkio, miškininkystės ir maisto pramonės žaliavų. Jis pasižymi panašiomis mechaninėmis ir fizikinėmis savybėmis, kaip ir sintetinis plastikas, pavyzdžiui, atsparumu tempimui ir lydymosi temperatūra bei kt. Dėl jo aukšto temperatūrinio stabilumo ir puikios biodegradacijos šio polimero panaudojimas labai įvairus. PHA naudojamas, gaminant plėveles, putas, pluoštus ir pan. Iš pradžių PHA buvo naudojamas pakavimo pramonėje, tačiau vėliau jis pritaikytas ir medicinos, farmakologijos pramonėse, žemės ūkio sektoriuje. Priešingai nei iš naftos pagamintas plastikas, kuris yra ypač patvarus aplinkoje, ir nė vienas iš įprastų būdų negali efektyviai jo suskaidyti, PHA aerobinėmis sąlygomis skaidosi į anglies dioksidą ir vandenį, o anaerobinėmis sąlygomis – į metaną, be kenksmingų produktų. Šie biopolimerai taip pat gali būti skaidomi terminiu būdu arba fermentinės hidrolizės būdu (Katiyar ir kt., 2020; Ravindran ir kt., 2016; esparama.lt, 2013; Kai ir kt., 2013; Brigham ir kt., 2012; Zinn ir kt., 2001).

### **Panaudojimas nanodalelių gamybai**

Maisto pramonės atliekos gali būti naudojamos biotechnologijoje išgaunant aukštą pridėtinę vertę turinčius produktus – nanodaleles. Ryšys tarp maisto pramonės atliekų ir nanodalelių atrodo mažai tikėtinas, tačiau tyrimai rodo, kad šiose atliekose esančios biomolekulės gali būti panaudojamos nanodalelių sintezei (Yang ir kt., 2014; Kim ir kt., 2012; Madhumitha ir kt., 2012). Buvo atliekami tyrimai, naudojant skirtingų rūšių javų sėlenas, kurių metu susintetintos platinos, nikelio, sidabro nanodalelės (Hassan ir kt., 2016; Harish ir kt., 2015). Sidabro nanodalelės susintetintos panaudojus česnakus (Ahamed ir kt., 2011), o aukso nanodalelės – panaudojus kriaušių ir morkų ekstraktą (Pattanayak ir kt., 2014; Ghodake ir kt., 2010). Tai tik keletas pavyzdžių, iliustruojančių, kad naudojant vaisius, daržoves, grūdus, galima susintetinti nanodaleles. Atlikus daugiau tyrimų, ir Lietuvoje augančių augalų atliekas, susidariusias maisto pramonėje, galima būtų panaudoti nanodalelių sintezei.

Nanodalelių charakteristikos leidžia jas pritaikyti daugelyje sričių: optikos ir elektronikos, maisto produktų, kosmetikos priemonių, drabužių, farmacijos ir biomedicinos srityse (Ghosh ir kt., 2017).

## Panaudojimas kietojo atgautojo kuro gamybai

Kitas bioskaidžių vaisių, daržovių, grūdų, maistinio aliejaus, kakavos, kavos, arbatos ir tabako paruošimo ir perdirbimo, konservų gamybos, mielių ir mielių ekstrakto gamybos, melasos gamybos ir fermentavimo pramonės atliekų panaudojimo būdas – kietojo atgautojo kuro gamyba. Aplinkos inžinerijos instituto mokslininkai (Kliopova ir kt., 2013) atliko tyrimą, kurio metu vertino grūdų perdirbimo pramonėje susidarančių atliekų panaudojimą kietojo atgautojo kuro gamybai. Gautų granulių šilumingumas buvo apie 13 MJ/kg, drėgnumas – 15 proc., peleningumas – 10 proc., o sunkiųjų metalų bendras kiekis – 5–9,5 karto mažesnis negu pjuvenose. Taip pat šie mokslininkai įvertino, kad jeigu būtų naudojamas kietasis atgautasis kuras, pagamintas iš įmonėje susidarančių atliekų, vienai tonai produkto susidarančių bioskaidžių atliekų sumažėtų iki 4,48 kg, gamtinių dujų sąnaudos – 62,7 proc., tiesioginės ir netiesioginės emisijos į aplinkos orą sumažėtų 7,84 kg (Kliopova ir kt., 2013).

## Literatūra

1. Ahamed M. et al., 2011. Green synthesis, characterization and evaluation of biocompatibility of silver nanoparticles. *Physica E Low-dimensional Systems and Nanostructures* 43: 1266–1271.
2. Bartkevičiūtė Z. ir kt., 2009. Žemės ūkio produkcijos perdirbimo antriniai produktai – papildomas pašarų šaltinis. *Mano ūkis* 2009(02).
3. Brigham C. J. et al., 2012. Applications of polyhydroxyalkanoates in the medical industry. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries* 1: 52–60.
4. Chantaro P. et al., 2008. Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels. *LWT- Food Science and Technology* 41: 1987–1994.
5. Chau C. F. et al., 2004. Comparison of the characteristics, functional properties, and in vitro hypoglycemic effects of various carrotinsoluble fiber-rich fractions. *LWT-Food Science and Technology* 37: 155–160.
6. Chen C. W. et al., 2006. Enzymatic extruded starch as a carbon source for the production of poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) by *Haloferax mediterranei*. *Process Biochemistry* 41: 2289–2296.
7. De Grazia G. et al., 2017. Influence of temperature on mixed microbial culture polyhydroxyalkanoate production while treating a starch industry wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 5: 5067–5075.
8. Del Valle M. et al., 2006. Chemical characterization of tomato pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 1232–1236.
9. Delcour J. A. et al., 2013. *Fibre-Rich and Wholegrain Foods—Improving Quality*. Woodhead Publishing, 496 p.



10. Dhillon G. S. et al., 2011. Enhanced solid-state citric acid bio-production using apple pomace waste through surface response methodology. *Journal of Applied Microbiology* 110: 1045–1055.
11. Eitminavičiūtė I. ir kt., 2001. Vilniaus miesto nuotekų valyklos dumblo ekologinis įvertinimas. Vilnius: Petro ofsetas. 100 p.
12. esparama.lt, 2013. Projektas „Gamtos mokslų mokytojų kompetencijų biotechnologijos srityje kėlimo struktūros sukūrimas“ [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-24]. Prieiga per internetą: <[http://www.esparama.lt/es\\_parama\\_pletra/failai/ESFproduktai/2013 Jungtine metodine m priemone.pdf](http://www.esparama.lt/es_parama_pletra/failai/ESFproduktai/2013_Jungtine_metodine_m_priemone.pdf)>.
13. Ghodake G. et al., 2010. Pear fruit extract-assisted room-temperature biosynthesis of gold nanoplates. *Colloids and surfaces B: Biointerfaces* 75: 584–589.
14. Ghosh P. R. et al., 2017. Production of High-Value Nanoparticles via Biogenic Processes Using Aquacultural and Horticultural Food Waste. *Materials* 10(8): 852.
15. Gorinstein S. et al., 2001b. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 952–957.
16. Gustavsson J. et al., 2011. Global food losses and waste: extent, causes and prevention. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 29 p.
17. Haas R. et al., 2008. 72 Production of poly (3-hydroxybutyrate) from waste potato starch. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 72(1): 253–256.
18. Halami P. M., 2008. Production of polyhydroxyalkanoate from starch by the native isolate *Bacillus cereus* CFR06. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 24: 805–812.
19. Harish B. S. et al., 2015. Synthesis of Fibrinolytic Active Silver Nanoparticle using Wheat Bran Xylan as a Reducing and Stabilizing Agent. *Carbohydrate Polymers* 132: 104–110.
20. Hassan S. A. et al., 2016. Various Characteristics of Multi-Modified Rice Husk Silica-Anchored Ni Or Pt Nanoparticles as Swift Catalytic Systems in some Petrochemical Processes. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 59: 484–495.
21. Herrera P. G. et al., 2010. Nutritional characterization of tomato fiber as a useful ingredient for food industry. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 11: 707–711.
22. Yan H. et al., 2013. Total phenolics content, anthocyanins, and dietary fiber content of apple pomace powders produced by vacuum-belt drying. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93: 1499–1504.
23. Yang N. et al., 2014. Biosynthesis of Au nanoparticles using agricultural waste mango peel extract and it's in vitro cytotoxic effect on two normal cells. *Materials Letters* 134: 67–70.
24. Insectum, 2020. Paslaugos [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-24]. Prieiga per internetą: <<http://www.insectum.eu/lt/>>.
25. Jaime L. et al., 2002. Structural carbohydrate differences and potential source of dietary fiber of onion (*Allium cepa* L.) tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(1): 122–128.
26. Jawad A. H. et al., 2013. Production of the lactic acid from mango peel waste-factorial experiment. *Journal of King Saud University - Science* 25: 39–45.
27. Kai D. et al., 2013. Polyhydroxyalkanoates: chemical modifications toward biomedical applications. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 2: 106–119.

28. Kamal-Eldin A. et al., 2009. Physical, Microscopic and Chemical Characterisation of Industrial Rye and Wheat Brans From the Nordic Countries.
29. Karmee S. K. et al., 2014a. Valorisation of food waste to biofuel: current trends and technological challenges. *Sustainable Chemical Processes* 2: 22–25.
30. Karmee S. K. et al., 2014b. Lipids from food waste as feedstock for biodiesel production: Case Hong Kong. *Lipid Technology* 26: 206–209.
31. Karmee S. K., 2016. Liquid Biofuels from Food Waste: Current Trends, Prospect and Limitation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 53: 945–953.
32. Katiyar V. et al., 2020. *Advances in Sustainable Polymers—Synthesis, Fabrication and Characterization*. Singapore: Springer Verlag GMBH. 404 p.
33. Kim H. et al., 2012. Induction of apoptosis by ethanolic extract of mango peel and comparative analysis of the chemical constituents of mango peel and flesh. *Food Chemistry* 133: 416–422.
34. Kimura H. et al., 1999. Effective biosynthesis of poly (3-hydroxybutyrate) from plant oils by *Chromobacterium* sp. *Polymer Journal* 31(2): 210–212.
35. Kliopova I. et al., 2013. Solid Recovered Fuel Production from Biodegradable Waste in Grain Processing Industry. *Waste Management & Research* 31(4): 384–392.
36. Laufenberg G. et al., 2009. A modular strategy for processing of fruit and vegetable wastes into value-added products. *Handbook of waste management and co-product recovery in food processing* 2: 286–353.
37. Liu H.-Y. et al., 2008. Production of polyhydroxyalkanoate during treatment of tomato cannery wastewater. *Water Environment Research* 80: 367–372.
38. Madhumitha G. et al., 2012. Acaricidal, insecticidal, and larvicidal efficacy of fruit peel aqueous extract of *Annona squamosa* and its compounds against blood-feeding parasites. *Parasitology Research* 111: 2189–2199.
39. Makarevičienė V. ir kt., 2013. Biodujos ir jų panaudojimo galimybės. *Mano ūkis* 2013(06).
40. Mažeika R. ir kt., 2011. Augalinės kilmės atliekų panaudojimo tręšimui, jų normų nustatymo, kitų augalinių trąšų žemės ūkyje naudojimo būdų tyrimai, analizė ir įvertinimas: taikomojo mokslinio tyrimo ataskaita. Kaunas: Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro Agrocheminių tyrimų laboratorija. 57 p.
41. Mercola J., 2015. Polyphenols „What They Are, and Why You Need Them“. [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-05-25]. Prieiga per internetą: <https://articles.mercola.com/sites/articles/archive/2015/12/14/polyphenols-benefits.aspx>.
42. Mudaliyar P. et al., 2012. Food waste management-Lactic acid production by *Lactobacillus* species. *International Journal of Advanced Biological Research* 2(1): 34–38.
43. Nandi I. et al., 2015. Studies on functional and antioxidant property of dietary fibre extracted from defatted sesame husk, rice bran and flaxseed. *Bioactive Carbohydrates Dietary Fibre* 5(2): 129-136.
44. Narashans A. S. et al., 2018. Fruit and vegetable waste: bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17: 512–531.
45. Panda S. K. et al., 2015. Microbial processing for valorization of horticultural wastes. In: Shukla L. B. et al., 2015. *Environmental microbial biotechnology*. New Delhi: Springer International Publishing. 203–221.

46. Pattanayak M. et al., 2014. Green Synthesis of Gold Nanoparticles Using *Daucus Carota* (carrot) Aqueous Extract. *World Journal of Nano Science & Technology* 3: 52–58.
47. Ray R. C. et al., 2008. Solid substrate fermentation of cassava fibrous residue for production of alpha-amylase, lactic acid and ethanol. *Journal of Environmental Biology* 29: 111–115.
48. Ramanauskienė J., 2012. Alternatyvūs pašarai kiaulėms – galimybė sutaupyti. *Mano ūkis*, 2012(10).
49. Ravindran R. et al., 2016. Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Trends in Biotechnology* 34(1): 58–69.
50. Rodríguez Couto S. 2008. Exploitation of biological wastes for the production of value-added products under solid-state fermentation conditions. *Biotechnology Journal* 3: 859–870.
51. Sato S. et al., 2015. Regulation of 3-hydroxyhexanoate composition in PHBH synthesized by recombinant *Cupriavidus necator* H16 from plant oil by using butyrate as a co-substrate. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 120: 246–251.
52. Serea C. P. et al., 2011. Phenolic content and antioxidant activity in milling fractions of oat. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 17(3): 291–294.
53. Shojaosadati S. A. et al., 2002. Citric acid production from apple pomace in multi-layer packed bed solid-state bioreactor. *Process Biochemistry* 37: 909–914.
54. Staugaitis G. ir kt., 2011. Komposto, naudojamo žemės ūkyje, kokybės reikalavimų analizė ir įvertinimas: taikomojo mokslinio tyrimo ataskaita. Kaunas: Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro agrocheminių tyrimų laboratorija. 83 p.
55. Strati I. F. et al., 2011. Effect of extraction parameters on the carotenoid recovery from tomato waste. *Int. Journal of Food Science and Technology – Mysore* 46: 23–29.
56. Sullivan P. et al., 2010. Chemical composition and microstructure of milled barley fractions. *European Food Research and Technology* 230: 579–595.
57. USDA, 2020a. Wheat bran, unprocessed [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-05-30]. Prieiga per internetą: <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/785757/nutrients>>.
58. USDA, 2020b. Oat bran [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-05-31]. Prieiga per internetą: <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/719084/nutrients>>.
59. Verspreet J. et al., 2015. Purification of wheat grain fructans from wheat bran. *Journal of Cereal Science* 65: 57–59.
60. Zinn M. et al., 2001. Occurrence, synthesis and medical application of bacterial polyhydroxyalkanoate. *Advanced Drug Delivery Reviews* 53: 5–21.